

NUEVOS EMPLEOS EN EL SECTOR FORESTAL Y DE BIOECONOMÍA EN CASTILLA Y LEÓN.

Diciembre
de 2024



TÍTULO: “Nuevos empleos en el sector forestal y de bioeconomía en Castilla y León”.

EDICIÓN Y

COORDINACIÓN: Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente. UGT Castilla y León. Área de Medio Ambiente.
Tel: 983 329 000
e-mail: sslaboral@castyleon.ugt.org
www.ugtcyl.es
www.medioambiente.ugtcyl.es

REVISIÓN GLOBAL: Carlos Manuel Morales de Frías.

AUTORES: Francisco Rodríguez-Puerta.
Beatriz Águeda.

APOYO TÉCNICO: José Bernardo González-Mesquida.

ELABORA:



Instituto
Universitario de Investigación
GESTIÓN
FORESTAL
SOSTENIBLE

SUBVENCIONA: Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. Acuerdo del diálogo social “Impulso a la bioeconomía forestal 2024-2026”.

DEPÓSITO LEGAL: DL VA 6-2025



RESUMEN EJECUTIVO

El informe **‘Nuevos empleos en el sector forestal y de bioeconomía en Castilla y León’** busca analizar las oportunidades laborales emergentes en estos sectores en la comunidad autónoma, identificando tendencias actuales y futuras que fomenten el desarrollo económico sostenible y la innovación en las zonas rurales. Los objetivos específicos son evaluar la situación actual del empleo en el sector, analizar el impacto de las soluciones basadas en la naturaleza y de la certificación en gestión sostenible y proponer estrategias para atraer talento joven y femenino, promover la formación continua y adaptar los programas educativos. Además, se plantean recomendaciones para favorecer la fijación de población en las zonas rurales mediante iniciativas de empleo adaptadas a los recursos y demandas locales.

El informe se centra en Castilla y León, una comunidad autónoma estratégica por su amplia cobertura forestal, que representa casi el 55 % de su territorio, y por el papel fundamental que desempeña el sector forestal en la economía rural. La metodología combina la revisión de estudios técnicos, normativas y datos estadísticos, consultas con expertos, análisis de estudios de caso y evaluación de datos socioeconómicos. Estos enfoques buscan caracterizar la situación del empleo en el sector y detectar tendencias emergentes.

El documento está organizado en capítulos temáticos que abordan diversos aspectos del sector forestal y la bioeconomía. En primer lugar, se analiza el contexto general del sector forestal, incluyendo su importancia socioeconómica, los servicios ecosistémicos que ofrece, la gestión sostenible y los desafíos ambientales actuales. También se detalla la situación actual del empleo, explorando su distribución geográfica, sus características y el papel de las mujeres y los jóvenes. Otro apartado se centra en la bioeconomía, examinando su marco normativo y el potencial de la biomasa forestal como fuente de empleo y desarrollo.

El informe identifica tendencias emergentes y nichos de empleo, analiza el impacto de la inteligencia artificial y las tecnologías verdes y estudia las competencias necesarias para los nuevos empleos, como las habilidades digitales y de gestión ambiental. Además, aborda la certificación en gestión forestal sostenible, su impacto en la empleabilidad y los desafíos futuros en la cadena de custodia de productos forestales. Otros capítulos exploran soluciones basadas en la naturaleza para promover el desarrollo sostenible y estrategias específicas para fomentar el empleo rural y la fijación de población en zonas despobladas.

El informe está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y se asegura de que cada propuesta contribuya a metas globales como la acción climática, la conservación de ecosistemas terrestres y la promoción del empleo digno y sostenible. En conjunto, este informe establece una base sólida para la formulación de políticas públicas y estrategias privadas que impulsen una economía verde, sostenible y competitiva en Castilla y León.

El **capítulo 2, ‘Contexto general del sector forestal’**, detalla el contexto general del sector forestal en la comunidad autónoma, resaltando su papel fundamental en la economía rural y su contribución al desarrollo sostenible. Castilla y León es la comunidad autónoma con mayor extensión forestal de España, ya que casi el 55 % de su territorio está cubierto por bosques. Este sector es esencial no solo por la producción de madera y otros productos forestales, sino también por los servicios ecosistémicos que ofrece, como la regulación climática y la captura de carbono.

El capítulo aborda la importancia económica del sector forestal en una comunidad autónoma afectada por la despoblación y el envejecimiento de la población, y destaca que aproximadamente el 48 % de las empresas forestales están ubicadas en municipios con menos de 2000 habitantes. Aunque su contribución al PIB autonómico es modesta, el sector tiene un gran potencial de crecimiento a través de la diversificación de actividades y la adopción de tecnologías avanzadas.

En cuanto a recursos, la superficie forestal de Castilla y León ha aumentado significativamente hasta superar los cinco millones de hectáreas, y se caracteriza por una alta diversidad de especies, con predominio de las frondosas sobre las coníferas. Además, la comunidad autónoma es líder en certificaciones forestales en España, lo que evidencia su compromiso con la gestión sostenible. Las existencias de madera han aumentado de manera constante, hasta representar casi el 19 % del volumen maderable nacional. También se destaca el valor de la biomasa forestal en términos de mitigación del cambio climático, así como el de los productos forestales no maderables, como setas, resina y castañas, que generan importantes ingresos en las zonas rurales.

El capítulo analiza las vulnerabilidades, intensificadas por el cambio climático, como las plagas, las enfermedades y los incendios forestales, y presenta estrategias de gestión sostenible para mitigar estos riesgos. También se describe el papel del sector en la provisión de servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica, el mantenimiento de la biodiversidad y el apoyo a una economía circular, y se destaca su alineación con los ODS, como medida de acción climática, promoción del empleo y conservación de ecosistemas.

En resumen, el capítulo subraya la relevancia del sector forestal como motor económico y ecológico en Castilla y León y destaca la necesidad de implementar estrategias sostenibles y tecnológicas para maximizar su potencial y hacer frente a los desafíos futuros.

El **capítulo 3, ‘Situación actual del empleo en el sector forestal’**, aborda la situación actual del empleo en el sector forestal de la comunidad autónoma, destacando su relevancia para las áreas rurales y su contribución a la economía y el desarrollo sostenible. El sector da empleo a más de 11 000 personas en actividades clave como la silvicultura, la industria de la madera, la fabricación de muebles y la producción de papel y cartón, aunque enfrenta

desafíos estructurales como la estacionalidad, la fragmentación empresarial y la baja participación de mujeres y jóvenes.

En cuanto a los establecimientos, el sector forestal cuenta con 1320 empresas en Castilla y León, principalmente dedicadas a actividades relacionadas con la madera. Desde 2015, el número de establecimientos ha disminuido, lo que refleja una contracción generalizada que afecta a la generación de empleo y a la competitividad. Provincias como León y Soria lideran las actividades silvícolas, mientras que Valladolid y Burgos destacan en la transformación de la madera.

El empleo en el sector varía en función de la actividad. La silvicultura y la explotación forestal han experimentado un crecimiento sostenido, en contraste con la industria de la madera, el corcho y la fabricación de muebles, que han sufrido descensos significativos desde 2008. La industria del papel, aunque más tecnificada, tiene un alto potencial de crecimiento en la economía circular debido a la demanda de productos reciclados. Sin embargo, el desempleo persiste como un reto, especialmente entre las personas mayores de 55 años y los jóvenes, y apenas hay representación femenina en todas las actividades.

El capítulo también analiza la formación y la investigación en el sector. Castilla y León cuenta con centros de formación profesional y universidades que ofrecen grados, másteres y doctorados en disciplinas forestales. A pesar del reciente aumento de la matrícula, la baja participación femenina y la necesidad de modernizar los programas educativos siguen siendo desafíos. Instituciones de investigación como la Fundación Ceseor y las universidades públicas y privadas contribuyen al desarrollo de innovaciones tecnológicas y sostenibles, esenciales para afrontar los retos del sector.

Por último, el capítulo destaca la importancia del sector forestal para el desarrollo rural y la lucha contra la despoblación. La creación de empleo en actividades como la extracción de resina, la producción de biomasa y el ecoturismo puede diversificar la economía rural y frenar la despoblación. Sin embargo, para maximizar su impacto, el sector debe modernizarse e implementar políticas inclusivas que fomenten la participación de mujeres y jóvenes. En conjunto, este capítulo enfatiza la necesidad de fortalecer el sector forestal como motor de desarrollo económico, social y medioambiental en Castilla y León.

El capítulo 4, ‘Bioeconomía en Castilla y León’, explora el concepto de bioeconomía, sus aplicaciones en esta comunidad autónoma y las oportunidades que ofrece para el desarrollo sostenible y la generación de empleo. La bioeconomía se define como un modelo basado en el uso sostenible de recursos biológicos renovables para producir bienes, servicios y energía, con el objetivo de reducir la dependencia de los recursos fósiles y fomentar la economía circular.

El capítulo aborda los pilares fundamentales de la bioeconomía: el aprovechamiento de recursos biológicos renovables, la innovación tecnológica y la integración de la sostenibilidad

mediante prácticas circulares. En Castilla y León, la bioeconomía se presenta como una oportunidad estratégica gracias a su abundancia de recursos forestales y agrícolas, que permiten el desarrollo de bioproductos, bioenergía y prácticas sostenibles en sectores clave como la agricultura, la silvicultura y la energía.

En el ámbito normativo, el capítulo destaca la alineación de Castilla y León con las estrategias de bioeconomía y de economía circular de la Unión Europea y del Gobierno de España. Estas estrategias buscan fomentar la sostenibilidad, la eficiencia en el uso de recursos y la creación de empleo en las zonas rurales mediante el impulso de tecnologías avanzadas y el desarrollo de cadenas de valor sostenibles. A nivel autonómico, la Estrategia de Economía Circular y la RIS3 2021-2027 posicionan a Castilla y León como un territorio innovador y comprometido con la transición hacia una economía con menos emisiones de carbono.

El capítulo también analiza iniciativas destacadas en Castilla y León, como la Aceleradora de Bioeconomía y Economía Circular, los proyectos de bioenergía y compostaje y el Foro de Bioeconomía. Estas acciones no solo potencian la innovación y la sostenibilidad, sino que también contribuyen a la generación de empleo en zonas rurales y a mitigar los efectos de la despoblación.

Finalmente, se identifican retos como la necesidad de realizar mayores inversiones en tecnología, establecer un marco regulatorio uniforme y formar a la fuerza laboral de manera especializada. Sin embargo, también se resaltan oportunidades clave, como el liderazgo en mercados emergentes de bioproductos, la promoción de la cultura de ‘residuo cero’ y la cooperación interinstitucional para impulsar la bioeconomía. En conjunto, este capítulo destaca la importancia de la bioeconomía como motor de desarrollo sostenible, innovación y revitalización rural en Castilla y León.

El capítulo 5, ‘Tendencias de empleo en el sector forestal’, aborda las tendencias actuales y los nuevos nichos de empleo emergentes en este sector, que reflejan una transformación profunda impulsada por la innovación tecnológica, la sostenibilidad y el desarrollo de la bioeconomía. Este cambio está redefiniendo las prácticas tradicionales, creando nuevas oportunidades laborales y fortaleciendo el papel del sector en la economía rural.

El capítulo comienza describiendo cómo la digitalización está revolucionando la gestión forestal mediante tecnologías avanzadas como la teledetección, los sistemas de información geográfica (SIG) y el uso de drones. Estas herramientas permiten un seguimiento más eficiente de los recursos forestales y generan nuevas demandas laborales en áreas como el análisis de datos y la implementación de tecnologías. A esto se suma la creciente importancia de la sostenibilidad y la economía circular, que promueven la reutilización de residuos forestales para producir bioproductos y energías renovables, lo que también fomenta la generación de empleo en sectores innovadores.

En este contexto, la bioeconomía se presenta como una oportunidad clave, ya que impulsa el desarrollo de productos de valor añadido como los bioplásticos, la bioenergía y los materiales de construcción sostenibles. Además, el sector forestal está contribuyendo a la mitigación del cambio climático mediante proyectos de captura de carbono y la valorización de los servicios ecosistémicos, lo que genera nichos de empleo para profesionales especializados en conservación y gestión ambiental.

El capítulo identifica varios perfiles laborales emergentes: especialistas en tecnologías de información forestal, técnicos en bioproductos y bioenergía, gestores de servicios ecosistémicos y educadores en bioeconomía forestal. También se destaca el impacto de la inteligencia artificial y la automatización, que están optimizando la gestión forestal y generando nuevos puestos relacionados con la ingeniería y el análisis de datos. Sin embargo, se señalan desafíos como la falta de competencias digitales, el acceso limitado a formación especializada y las barreras financieras y normativas que dificultan la adopción de tecnologías avanzadas.

Finalmente, el capítulo destaca las oportunidades de desarrollo en Castilla y León, como la consolidación de la bioeconomía forestal, el acceso a financiación europea y la expansión de productos sostenibles en mercados internacionales. También se destaca el potencial del turismo forestal y la valorización de los servicios ecosistémicos como fuentes adicionales de empleo y desarrollo rural. En conjunto, este capítulo refleja el potencial del sector forestal como motor de innovación, sostenibilidad y creación de empleo de calidad en Castilla y León, lo que posiciona a la comunidad autónoma como un referente en la transición hacia una economía verde y circular.

El capítulo 6, '**Necesidades formativas y competencias**', analiza las necesidades formativas y las competencias clave para los nuevos empleos en un sector en transformación impulsado por la digitalización, la sostenibilidad y la bioeconomía. Se destaca que la formación continua, la actualización de los programas educativos y la integración de tecnologías avanzadas son fundamentales para afrontar los retos actuales y aprovechar las oportunidades emergentes.

En este contexto, se identifican cuatro áreas esenciales de competencias. En primer lugar, destacan *las competencias digitales y tecnológicas*, que incluyen el manejo de herramientas como los SIG, la inteligencia artificial (IA), los sensores IoT y la teledetección. Estas tecnologías permiten gestionar los recursos forestales de manera eficiente y sostenible, y optimizan la toma de decisiones basada en datos. Segundo, *la gestión ambiental y la sostenibilidad*, centrada en la implementación de prácticas sostenibles, el cumplimiento de estándares internacionales como las certificaciones FSC y PEFC y el aprovechamiento de la economía circular. En tercer lugar, están *las habilidades de emprendimiento e innovación*, que capacitan a los profesionales para desarrollar negocios sostenibles relacionados con la biomasa, los bioproductos y las soluciones basadas en la naturaleza, incluyendo competencias en gestión de proyectos, análisis de riesgos y modelos de negocio sostenibles.

Por último, están *las competencias sociales y de liderazgo*, que son imprescindibles para fomentar el trabajo en equipo, la resolución de conflictos y la sensibilización ambiental, y garantizar la cohesión en los proyectos rurales y el diálogo con las comunidades locales.

El capítulo destaca la innovación educativa que supone la integración de la IA. La IA permite personalizar el aprendizaje, automatizar evaluaciones y generar contenidos interactivos, como simulaciones y análisis predictivos, que enriquecen la formación práctica. Además, ofrece retroalimentación en tiempo real, adaptando el aprendizaje a las necesidades de cada estudiante. No obstante, se advierte sobre los riesgos asociados, como la privacidad de los datos y los posibles sesgos, y se destaca la importancia de un diseño ético y responsable.

Las estrategias formativas se estructuran en tres pilares fundamentales. La *educación reglada* debe incorporar materias como bioeconomía, cambio climático, tecnologías emergentes y economía circular, utilizando metodologías innovadoras como simulaciones, aprendizaje basado en proyectos y realidad virtual. La *formación continua* se plantea como esencial para mantenerse al día en cuanto a normativas, tecnologías y sostenibilidad. Esta formación debe ser flexible e incluir formatos como cursos en línea, talleres prácticos y microcredenciales, para garantizar su accesibilidad a los trabajadores de zonas rurales. La *integración de la IA en los programas educativos*, mediante módulos específicos sobre aplicaciones prácticas en el análisis de datos, la predicción de fenómenos naturales y la optimización de recursos, es fundamental para preparar a los profesionales y que lideren la transformación digital del sector.

El capítulo también aborda estrategias para atraer al sector al talento joven y femenino, y señala la necesidad de campañas de sensibilización, becas específicas, programas de mentoría y actividades educativas tempranas que fomenten el interés por carreras vinculadas al sector forestal y la bioeconomía. Se propone un enfoque tecnológico mediante *bootcamps*, certificaciones digitales y *hackatones* para captar el interés de las nuevas generaciones.

Por último, la formación dual se presenta como una estrategia clave para combinar teoría y práctica en entornos laborales reales. La colaboración entre instituciones educativas y empresas es esencial para garantizar la relevancia de los programas formativos. Esto incluye establecer convenios, diseñar programas de rotación y ofrecer acceso a tecnologías avanzadas. Asimismo, se sugiere incentivar la participación empresarial mediante subvenciones, reducciones de impuestos y reconocimientos públicos.

En conjunto, este capítulo enfatiza que la formación y el desarrollo de competencias son esenciales para garantizar una fuerza laboral capacitada y adaptable, capaz de liderar la transición hacia un modelo forestal y bioeconómico más sostenible, competitivo y alineado con las necesidades de Castilla y León.

El capítulo 7, ‘Certificación forestal’, aborda la certificación de gestión forestal sostenible (GFS) y la cadena de custodia (CdC), y destaca su importancia para la sostenibilidad ambiental, la conservación de la biodiversidad y el fortalecimiento de la bioeconomía. La GFS busca equilibrar objetivos ecológicos, económicos y sociales, mientras que la CdC garantiza la trazabilidad de los productos forestales desde su origen hasta el consumidor final, fomentando la confianza y la transparencia en los mercados.

La certificación forestal, representada por los sistemas FSC (*Forest Stewardship Council*) y PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*), es fundamental para garantizar la sostenibilidad en la gestión forestal. Ambos sistemas verifican el cumplimiento de criterios ambientales, sociales y económicos, y permiten que los productos certificados accedan a mercados especializados que valoran la sostenibilidad. Además, tecnologías como el blockchain y el RFID están mejorando la trazabilidad en la CdC, lo que facilita la identificación de productos sostenibles y reduce la tala ilegal.

El capítulo destaca los beneficios de la certificación, entre los que se encuentran la conservación de la biodiversidad, la protección de los recursos hídricos, el acceso a mercados internacionales, la generación de empleo rural y el fortalecimiento de las comunidades locales. En Castilla y León, la certificación es especialmente relevante debido a su extensa superficie forestal certificada (más de un millón de hectáreas), donde predomina el sistema PEFC, adaptado a pequeños propietarios y características locales. A nivel provincial, Burgos, Soria y Segovia lideran en superficies certificadas, lo que refleja el compromiso regional con la sostenibilidad.

La CdC garantiza la trazabilidad de los productos forestales, desde el bosque hasta el consumidor final, verificando su origen sostenible y evitando la mezcla con materiales no certificados. Este sistema no solo refuerza la confianza de los consumidores, sino que también posiciona a Castilla y León como un proveedor competitivo en mercados de productos sostenibles y fortalece su bioeconomía mediante la integración de la biomasa y otros bioproductos certificados.

El capítulo también aborda retos como los costes de certificación, la falta de concienciación, la fragmentación de la propiedad forestal y la competencia con productos no certificados. Sin embargo, también se subrayan las oportunidades asociadas, como el acceso a mercados sostenibles, el fortalecimiento de la economía rural, la mitigación del cambio climático y la financiación para la certificación. Asimismo, se destaca el papel de las políticas públicas, como los incentivos financieros y los programas de formación, en la promoción de la certificación forestal.

En conclusión, la certificación en gestión forestal sostenible y la cadena de custodia son herramientas fundamentales para garantizar la sostenibilidad ambiental, el desarrollo económico y la competitividad de Castilla y León. Con una superficie certificada significativa y un firme compromiso con la bioeconomía, la comunidad autónoma se posiciona como líder en la gestión forestal responsable y en el mercado de productos certificados.

El capítulo 8, ‘Soluciones basadas en la naturaleza’, se centra en dichas soluciones y en su contribución al desarrollo sostenible. Las SbN son estrategias que aprovechan los procesos naturales para abordar desafíos sociales, económicos y ambientales, y que fomentan la conservación de la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas. Estas soluciones incluyen prácticas como la reforestación, la restauración de ecosistemas y la gestión sostenible de recursos naturales, que son especialmente relevantes en el contexto actual de crisis climática y pérdida de biodiversidad.

En el sector forestal, las SbN ofrecen un marco integral para gestionar los bosques de manera sostenible, promoviendo servicios ecosistémicos esenciales como la captura de carbono, la regulación hídrica y la conservación del suelo. Castilla y León, con su riqueza en biodiversidad y recursos forestales, es un territorio clave para implementar estas soluciones, ya que alinea la conservación ambiental con la generación de empleo y el crecimiento económico sostenible.

Las SbN se agrupan en diversos enfoques: restauración de ecosistemas, mitigación de riesgos, desarrollo de infraestructura verde, gestión sostenible de ecosistemas y protección de la biodiversidad. Estas estrategias pueden implicar desde intervenciones mínimas, como la gestión de reservas de la biosfera, hasta la creación de nuevos ecosistemas, como humedales artificiales y tejados verdes. En el sector forestal, destacan la reforestación, la restauración de suelos y la creación de corredores biológicos para mejorar la conectividad y la biodiversidad.

El impacto económico de las SbN es significativo, ya que fomentan la creación de empleo verde, fortalecen la bioeconomía y revitalizan las zonas rurales. En Castilla y León, proyectos de restauración forestal, gestión de cuencas hidrográficas y aprovechamiento sostenible de recursos han generado empleo local, fomentado el desarrollo rural y fortalecido la economía circular. Además, la infraestructura verde en áreas urbanas, como bosques urbanos y corredores ecológicos, ha mejorado la calidad de vida, reducido los costes de salud pública y fomentado el ecoturismo.

Este capítulo también presenta casos de éxito en Castilla y León que ilustran cómo las SbN han contribuido al desarrollo sostenible y a la adaptación al cambio climático. Entre ellos se incluyen la restauración de áreas degradadas en la Sierra de la Culebra, la implementación de sistemas agroforestales mediante el proyecto Agrofores, la creación de infraestructura verde en municipios como Soria y Valladolid, la rehabilitación de humedales en Palencia y la gestión forestal sostenible en toda la comunidad. Estas iniciativas han promovido la biodiversidad, generado empleo verde y reforzado la resiliencia frente a eventos climáticos extremos.

En conclusión, las SbN son una herramienta clave para hacer frente a los desafíos ambientales, sociales y económicos, y promover un desarrollo sostenible en Castilla y León. Su implementación fortalece los ecosistemas, genera beneficios económicos y sociales, y posiciona a la comunidad como un referente en bioeconomía y sostenibilidad.

El capítulo 9, ‘Estrategias de desarrollo rural’, analiza las estrategias para el desarrollo rural y la fijación de población en el contexto de la despoblación y el envejecimiento de las zonas rurales. Castilla y León, una de las comunidades más afectadas por estos fenómenos, se enfrenta a retos económicos, sociales y ambientales que requieren medidas innovadoras y sostenibles. Este capítulo destaca la importancia del sector forestal como motor de desarrollo, generador de empleo y promotor de la cohesión social en estas zonas.

El sector forestal juega un papel decisivo en el desarrollo rural gracias a su capacidad para generar empleo, diversificar la economía y ofrecer servicios ecosistémicos esenciales como la captura de carbono, la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. Castilla y León, con una de las mayores superficies forestales de España, aplica prácticas de gestión sostenible que permiten el aprovechamiento maderero y de productos no maderables, como la resina, las setas y las plantas aromáticas, sin comprometer la salud de los ecosistemas. Actividades como la producción de biomasa, biocombustibles y bioproductos refuerzan la bioeconomía forestal, generan empleos especializados y promueven la sostenibilidad.

Además, el ecoturismo y el turismo rural son sectores en expansión que diversifican las fuentes de ingresos y fortalecen la economía local. La sostenibilidad ambiental y la resiliencia climática son pilares fundamentales para garantizar que el sector forestal siga siendo una fuente de ingresos y bienestar en las zonas rurales. Iniciativas como la reforestación con especies autóctonas y la modernización mediante tecnologías avanzadas, como drones y sensores, han mejorado la eficiencia en la gestión forestal y reducido los riesgos climáticos.

Para combatir la despoblación, se han implementado programas de empleo y formación que capacitan a los habitantes en técnicas de gestión forestal sostenible y bioeconomía, y que promueven la inserción laboral y la retención del talento en las comunidades rurales. La incorporación de la IA en proyectos forestales ha optimizado procesos, mejorado la gestión ambiental y creado puestos de trabajo relacionados con el análisis de datos y el desarrollo tecnológico, atrayendo a jóvenes cualificados al medio rural. Tecnologías como los collares GPS para la ganadería extensiva también han transformado la gestión rural, mejorando la sostenibilidad y creando nuevos puestos de trabajo.

El apoyo al emprendimiento es otra estrategia clave, con iniciativas como la aceleradora Wolaria y subvenciones específicas para proyectos rurales. Estas acciones han fomentado la creación de empresas en sectores como el ecoturismo, los bioplásticos y la agroforestería, generando empleo y fortaleciendo la economía circular. Ejemplos como las ayudas a la reforestación combinan sostenibilidad ambiental con desarrollo económico, aumentando la resiliencia de las comunidades rurales.

Casos de éxito en Castilla y León, como los programas de reforestación y la monitorización de incendios mediante sensores, demuestran el potencial del sector forestal para revitalizar las zonas rurales. Estas iniciativas han reducido la despoblación, han fomentado la creación de empleo y han promovido comunidades resilientes y sostenibles, posicionando al sector

forestal como un pilar esencial en la lucha contra el reto demográfico en la comunidad autónoma.

Las **conclusiones** del informe ‘Nuevos empleos en el sector forestal y de bioeconomía en Castilla y León’ destacan el potencial estratégico de estos sectores para impulsar el desarrollo sostenible, la creación de empleo y la cohesión social en una comunidad autónoma con una de las mayores superficies forestales de España. Se resaltan tanto las oportunidades como los desafíos y se ofrecen recomendaciones para fortalecer un sector clave en el contexto de la transición hacia una economía verde.

Castilla y León se encuentra en una posición privilegiada para liderar la bioeconomía en España gracias a su extensa superficie forestal, su compromiso con las prácticas sostenibles y la implementación de tecnologías avanzadas. El apoyo de políticas europeas y el acceso a recursos económicos refuerzan esta ventaja y permiten establecer un modelo de desarrollo sostenible que pueda servir de referencia a otras regiones. Sin embargo, persisten barreras significativas, especialmente en la atracción de jóvenes y mujeres al sector forestal y la bioeconomía, agravadas por la despoblación y la falta de infraestructuras tecnológicas en las zonas rurales.

La formación y la capacitación son pilares fundamentales para adaptarse a los cambios tecnológicos y normativos del sector. La comunidad autónoma debe actualizar sus programas educativos, priorizando el desarrollo de habilidades en tecnologías como la teledetección, los sistemas de información geográfica y la inteligencia artificial, al tiempo que se fomenta la inclusión de mujeres y jóvenes. Estas competencias son esenciales.

Las SbN son una estrategia viable para fomentar el desarrollo rural sostenible. Estas prácticas, como la restauración de ecosistemas y la mejora de los servicios ecosistémicos, generan empleo, promueven la conservación de la biodiversidad y contribuyen a fijar población en las zonas rurales. Asimismo, la certificación en gestión forestal sostenible y la economía circular son elementos clave para mejorar la competitividad del sector, ya que facilitan el acceso a mercados que valoran la sostenibilidad y aumentan la eficiencia en el uso de recursos.

Se hace hincapié en la necesidad de políticas integradas y colaboración entre sectores. El éxito del sector forestal y de la bioeconomía depende de la coordinación entre los gobiernos, las empresas y las instituciones educativas, de modo que las políticas públicas apoyen la sostenibilidad y la creación de empleo de calidad. La colaboración entre la industria y la universidad es fundamental para adaptar la oferta educativa a las necesidades del mercado laboral y promover un desarrollo económico inclusivo y resiliente.

En resumen, Castilla y León tiene la oportunidad única de consolidarse como líder en bioeconomía y superar retos como la despoblación y la falta de talento cualificado. Con innovación, sostenibilidad y colaboración, Castilla y León puede establecer un modelo de desarrollo ejemplar que promueva la resiliencia ambiental, económica y social.

ÍNDICE

01

INTRODUCCIÓN

02

CONTEXTO GENERAL
DEL SECTOR
FORESTAL

03

SITUACIÓN ACTUAL
DEL EMPLEO EN EL
SECTOR FORESTAL

04

BIOECONOMÍA EN
CASTILLA Y LEÓN

05

TENDENCIAS DE
EMPLEO EN EL
SECTOR FORESTAL

06

NECESIDADES
FORMATIVAS Y
COMPETENCIAS

07

CERTIFICACIÓN
FORESTAL

08

SOLUCIONES
BASADAS EN LA
NATURALEZA

09

ESTRATEGIAS DE
DESARROLLO RURAL

10

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 01: INTRODUCCIÓN	17
1.1. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO	17
1.2. ALCANCE Y METODOLOGÍA	18
1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	18
CAPÍTULO 02: CONTEXTO GENERAL DEL SECTOR FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN	21
2.1. IMPORTANCIA DEL SECTOR FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN	21
2.1.1. Población y economía de Castilla y León	22
2.1.2. Contribución del sector forestal a la economía de Castilla y León	22
2.2. RECURSOS Y PRODUCCIÓN FORESTAL	27
2.2.1. Superficie forestal	27
2.2.2. Existencias y cortas de madera, biomasa y carbono	30
2.2.3. Productos forestales no maderables	36
2.2.4. Vulnerabilidades: plagas, enfermedades e incendios forestales	41
2.3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROPORCIONADOS POR EL SECTOR FORESTAL	44
2.3.1. Tipos y valoración de los servicios ecosistémicos	45
2.3.2. Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	47
2.3.3. Estrategias de preservación y mejora	50
2.4. CONSERVACIÓN Y GESTIÓN SOSTENIBLE	50
2.4.1. Áreas protegidas y su estado de conservación en Castilla y León	51
2.4.2. Cambio global y retos ambientales	54
2.4.3. Recursos genéticos forestales en Castilla y León	56
2.4.4. Soluciones basadas en la naturaleza como impulso económico	57
CAPÍTULO 03: SITUACIÓN ACTUAL DEL EMPLEO EN EL SECTOR FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN	60
3.1. ESTABLECIMIENTOS ACTUALES EN EL SECTOR FORESTAL	61
3.1.1. Contexto nacional	61
3.1.2. Contexto autonómico	62
3.2. OCUPACIONES ACTUALES Y CARACTERIZACIÓN DEL EMPLEO.	64
3.3. CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR FORESTAL DE CASTILLA Y LEÓN AL PRODUCTO INTERIOR BRUTO (PIB).	72
3.3.1. Importaciones-exportaciones y balanza comercial	74
3.4. CENTROS DE FORMACIÓN Y DE INVESTIGACIÓN FORESTAL	79
3.5. PAPEL DE LAS MUJERES Y LOS JÓVENES EN EL SECTOR FORESTAL	82
3.6. IMPACTO ACTUAL EN EL DESARROLLO RURAL Y LA DESPOBLACIÓN	84
CAPÍTULO 04: BIOECONOMÍA EN CASTILLA Y LEÓN: OPORTUNIDADES	86
4.1. CONCEPTO Y ALCANCE DE LA BIOECONOMÍA	87
4.1.1. Definición y evolución histórica de la bioeconomía	87
4.1.2. Pilares fundamentales de la bioeconomía	87

4.1.3. Ámbitos de aplicación de la bioeconomía	88
4.1.4. Desafíos y oportunidades en la adopción de la bioeconomía	88
4.2. MARCO NORMATIVO EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN ESPAÑA	89
4.2.1. Directrices de la Unión Europea	90
4.2.2. Normativa española	91
4.2.3. Aplicación y relevancia de las políticas en Castilla y León	92
4.3. DESARROLLO DE LA BIOECONOMÍA EN CASTILLA Y LEÓN	93
4.3.1. Potencial de la biomasa forestal	94
4.3.2. Acciones destacadas en Castilla y León	95
4.3.3. Retos y Oportunidades	96
 CAPÍTULO 05: TENDENCIAS ACTUALES Y NICHOS DE EMPLEO EN EL SECTOR FORESTAL	 98
5.1. INTRODUCCIÓN AL SECTOR FORESTAL Y SU TRANSFORMACIÓN	98
5.2. TENDENCIAS ACTUALES EN EL SECTOR FORESTAL	99
5.2.1. Digitalización y tecnologías emergentes	100
5.2.2. Sostenibilidad y economía circular	100
5.2.3. Bioeconomía y productos de valor añadido	101
5.2.4. Mitigación del cambio climático y servicios ecosistémicos	101
5.3. NICHOS DE EMPLEO EMERGENTES EN EL SECTOR FORESTAL	101
5.3.1. Especialistas en tecnologías de información forestal	102
5.3.2. Profesionales en certificación forestal y cadena de custodia	103
5.3.3. Técnicos en bioproductos y bioenergía	103
5.3.4. Gestores de servicios ecosistémicos y carbono	103
5.3.5. Educadores y formadores en bioeconomía forestal	104
5.4. IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS	104
5.4.1. Aplicaciones de la IA en la gestión y seguimiento forestal	104
5.4.2. Automatización de procesos en la industria forestal	105
5.4.3. Oportunidades de empleo ligadas a la IA y la automatización	105
5.4.4. Retos y consideraciones éticas en el uso de la IA y la automatización	106
5.5. RETOS PARA EL CRECIMIENTO DE NUEVOS NICHOS DE EMPLEO	106
5.5.1. Escasez de competencias digitales	106
5.5.2. Acceso a la formación especializada	107
5.5.3. Inversión y financiación en nuevas tecnologías	107
5.5.4. Retos regulatorios y burocráticos	108
5.6. OPORTUNIDADES DE DESARROLLO EN CASTILLA Y LEÓN	108
5.6.1. Potencial para la bioeconomía forestal	108
5.6.2. Iniciativas autonómicas y financiación europea	108
5.6.3. Expansión en el mercado internacional de productos sostenibles	109
5.6.4. Desarrollo del turismo forestal y servicios ecosistémicos	109

5.7. PERSPECTIVAS FUTURAS	109
---------------------------	-----

CAPÍTULO 06: NECESIDADES FORMATIVAS Y COMPETENCIAS PARA LOS NUEVOS EMPLEOS

	112
6.1. COMPETENCIAS CLAVE EN EL SECTOR FORESTAL Y BIOECONÓMICO	112
6.1.1. Competencias digitales y tecnológicas	112
6.1.2. Gestión ambiental y sostenibilidad	113
6.1.3. Habilidades de emprendimiento e innovación	113
6.1.4. Competencias sociales y de liderazgo	114
6.2. APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN FORESTAL Y BIOECONÓMICA	115
6.2.1. Personalización del aprendizaje	115
6.2.2. Automatización y soporte a la evaluación	117
6.2.3. Generación de contenidos y apoyo en la investigación	117
6.2.4. Uso responsable y riesgos de la IA en la educación	119
6.3. PROGRAMAS DE FORMACIÓN	120
6.3.1. El sector forestal en la educación reglada	121
6.3.2. Formación continua y reciclaje profesional	123
6.3.3. Integración de la Inteligencia Artificial	125
6.4. ESTRATEGIAS DE ATRACCIÓN DE TALENTO	127
6.4.1. Atracción de jóvenes y mujeres	127
6.4.2. Fomento de la formación dual	129

CAPÍTULO 07: CERTIFICACIÓN EN GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE Y CADENA DE CUSTODIA

	132
7.1. IMPORTANCIA DE LA CERTIFICACIÓN EN LA GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE	133
7.2. PRINCIPALES SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN FORESTAL	134
7.2.1. Forest Stewardship Council (FSC)	134
7.2.2. Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)	135
7.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN	136
7.3.1. Superficie forestal certificada en Castilla y León	137
7.3.2. Distribución provincial de la certificación	138
7.3.3. Impacto de la certificación en Castilla y León	139
7.3.4. Iniciativas y políticas de apoyo a la certificación	139
7.4. CADENA DE CUSTODIA: ASEGURANDO LA TRAZABILIDAD	140
7.4.1. Concepto y función de la cadena de custodia	140
7.4.2. Relevancia de la cadena de custodia en Castilla y León	141
7.4.3. Proceso de certificación de la cadena de custodia	141
7.4.4. Beneficios para los consumidores y el mercado	142
7.5. RETOS Y OPORTUNIDADES PARA LA CERTIFICACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN	143

CAPÍTULO 08: SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y DESARROLLO SOSTENIBLE	146
8.1. CONCEPTO Y APLICACIONES EN EL SECTOR FORESTAL	146
8.2. IMPACTO ECONÓMICO Y EN EL EMPLEO	148
8.3. CASOS DE ÉXITO Y EXPERIENCIAS EN CASTILLA Y LEÓN	150
 CAPÍTULO 09: ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA FIJACIÓN DE POBLACIÓN	
	152
9.1. PAPEL DEL SECTOR FORESTAL EN EL DESARROLLO RURAL	152
9.2. INICIATIVAS PARA LA FIJACIÓN Y ASENTAMIENTO DE POBLACIÓN	156
9.2.1. Programas de empleo y formación	157
9.2.2. Integración de la IA en proyectos rurales	157
9.2.3. Apoyo a nuevos proyectos de emprendimiento en el medio rural	158
9.3. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS DESTACADOS	159
 CAPÍTULO 10: CONCLUSIONES	162
 BIBLIOGRAFIA	168

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO

El informe **‘Nuevos empleos en el sector forestal y de bioeconomía en Castilla y León’** tiene como objetivo ofrecer un análisis exhaustivo de las oportunidades laborales emergentes en los sectores forestal y de bioeconomía de esta comunidad autónoma. Este análisis se enfoca en identificar tendencias actuales y futuras que faciliten el desarrollo económico sostenible y apoyen el crecimiento y la innovación en las zonas rurales. En línea con las políticas europeas y los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, el documento busca proporcionar una base estratégica para la toma de decisiones tanto a nivel de políticas públicas como para las iniciativas privadas.

El documento tiene como metas específicas:

- **Evaluar la situación actual del empleo en el sector forestal**, analizando las ocupaciones predominantes, la distribución geográfica de los empleos y el perfil de las personas trabajadoras, con especial interés en el papel de las mujeres y los jóvenes.
- **Explorar el potencial de la bioeconomía** como motor de desarrollo económico para Castilla y León, teniendo en cuenta el marco normativo europeo y nacional, así como las capacidades locales en términos de recursos y formación.
- **Identificar las competencias necesarias y las necesidades formativas** para los nuevos empleos, especialmente en habilidades digitales, tecnológicas y de gestión ambiental.
- **Proponer estrategias para la atracción de talento joven y femenino al sector**, promoviendo la formación continua y la adaptación de las enseñanzas regladas para que estén en línea con las demandas del mercado laboral actual.
- **Analizar el impacto de las soluciones basadas en la naturaleza y la certificación en gestión forestal sostenible** en la creación de empleo y el desarrollo rural.
- **Desarrollar recomendaciones concretas** que fomenten la fijación de población en áreas rurales mediante iniciativas de empleo y formación adaptadas a los recursos y demandas de Castilla y León.

1.2. ALCANCE Y METODOLOGÍA

El alcance de este informe se centra en **Castilla y León**, una comunidad autónoma estratégica dentro de España debido a su extensión forestal y al rol del sector forestal en la economía rural. La gran cobertura boscosa de Castilla y León, que representa más del 54,5% de su territorio [1], hace que este sector sea clave para el desarrollo económico, la sostenibilidad y la creación de empleo en áreas rurales, tradicionalmente afectadas por la despoblación y la falta de oportunidades.

Para elaborar este análisis, se ha seguido una metodología integral que combina la revisión de documentos técnicos, estadísticas y normativas relevantes, así como consultas con expertos del sector. El enfoque metodológico incluye:

- **Análisis documental y revisión bibliográfica:** Se han revisado estudios previos, normativas y datos estadísticos relacionados con el empleo en el sector forestal y la bioeconomía.
- **Consultas con expertos:** Colaboración con investigadoras e investigadores de la Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioenergía (EiFAB) del Campus de Soria de la Universidad de Valladolid.
- **Estudios de caso y buenas prácticas:** Análisis de experiencias exitosas y modelos que puedan servir de referencia para iniciativas en Castilla y León.
- **Evaluación de datos socioeconómicos y de empleo:** Uso de datos cuantitativos, principalmente procedentes del [Portal Forestal de Castilla y León](#), para caracterizar el empleo en la autonomía y detectar tendencias emergentes en el mercado laboral.

1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El documento se organiza en capítulos temáticos, que abordan de manera secuencial y comprensible los diferentes aspectos del sector forestal y de la bioeconomía en Castilla y León:

- **Contexto General del Sector Forestal en Castilla y León:** Este capítulo describe la importancia socioeconómica del sector forestal en la comunidad autónoma, abarcando su contribución al Producto Interior Bruto (PIB), los servicios ecosistémicos que ofrece, las prácticas de gestión sostenible y los retos ambientales actuales.
- **Situación Actual del Empleo en el Sector Forestal:** Se analiza la distribución geográfica de los empleos, la caracterización del empleo en el sector, y se subraya el papel de las mujeres y los jóvenes.
- **Bioeconomía en Castilla y León:** Aquí se examina el concepto de bioeconomía, el marco normativo relevante y el potencial de la biomasa forestal como fuente de empleo y desarrollo.

- **Tendencias de empleo y nuevas oportunidades:** Se identifican las tendencias emergentes y nichos de empleo, incluyendo el impacto de la inteligencia artificial y las tecnologías verdes en el sector.
- **Competencias y Necesidades Formativas para los Nuevos Empleos:** Este capítulo aborda las competencias digitales, tecnológicas y de gestión ambiental necesarias para el sector, y propone estrategias para la formación continua y la adaptación de los programas educativos.
- **Certificación en Gestión Forestal Sostenible:** Se analiza cómo la certificación impacta en la empleabilidad y el desarrollo sostenible, así como los desafíos futuros en la cadena de custodia de productos forestales.
- **Soluciones Basadas en la Naturaleza y Desarrollo Sostenible:** Explora el uso de soluciones basadas en la naturaleza para promover el desarrollo sostenible y su impacto en la economía local y el empleo.
- **Estrategias para el Desarrollo Rural y la Fijación de Población:** Se presentan iniciativas y programas específicos que fomentan el empleo rural y la retención de población en áreas rurales, con un enfoque en la integración de la inteligencia artificial y otras tecnologías emergentes.
- **Conclusiones y Recomendaciones:** Este último capítulo recapitula los hallazgos principales del informe y ofrece recomendaciones estratégicas para el desarrollo del sector forestal y de la bioeconomía en Castilla y León.

El enfoque del informe está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, asegurando que cada propuesta esté orientada a contribuir a metas globales como la acción climática, la conservación de los ecosistemas terrestres y la promoción del empleo digno y sostenible. Esta estructura busca proporcionar una base sólida para la formulación de políticas públicas y estrategias privadas, de manera que Castilla y León pueda evolucionar hacia una economía verde, sostenible y competitiva en el ámbito nacional e internacional.

CAPÍTULO 02

CONTEXTO GENERAL DEL SECTOR FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN

El sector forestal en Castilla y León sigue siendo uno de los **pilares fundamentales para la economía rural y el desarrollo sostenible de la comunidad autónoma**. Con más del 54,5 % de su superficie cubierta por bosques, la comunidad es **el área con mayor extensión forestal de España**, lo que la convierte en un **territorio estratégico** tanto para la **producción maderera y otros productos forestales no maderables** como para la prestación de **servicios ecosistémicos**. Sin embargo, este sector enfrenta una serie de retos, como la despoblación rural, la fragmentación de la propiedad y el cambio climático, que requieren de un **enfoque integral y sostenible para maximizar su potencial**.

En la **Figura 1** se exponen las principales actividades relacionadas con los recursos forestales en Castilla y León [2].

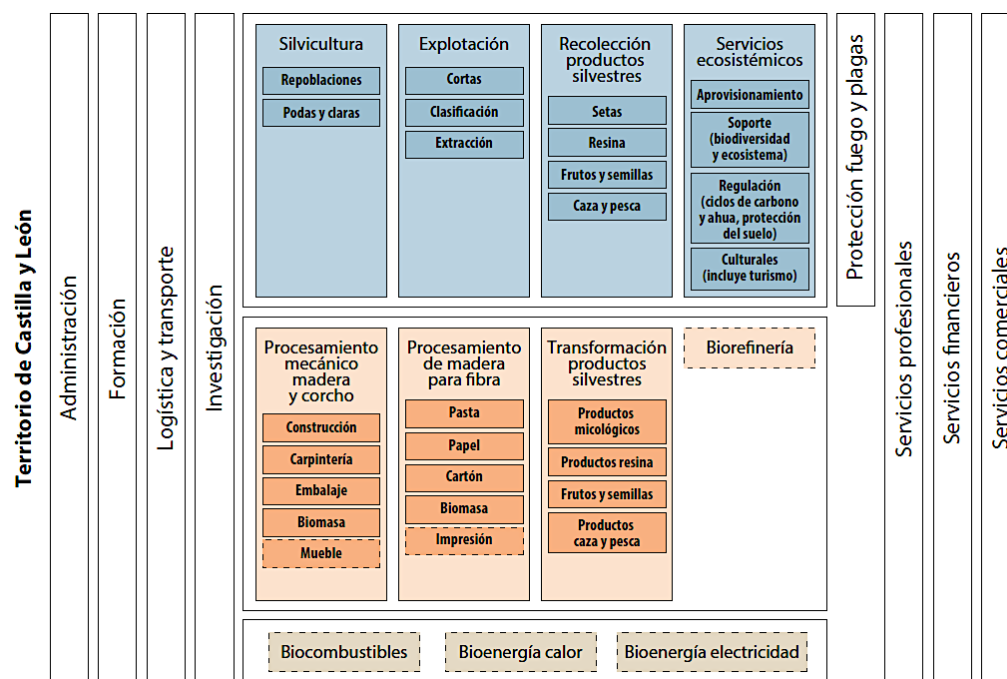


Figura 1. Diagrama sintético del sector forestal de Castilla y León, incluyendo las principales fuentes de actividad económica. Fuente: Consejo Económico y Social de Castilla y León, 2020.

2.1. IMPORTANCIA DEL SECTOR FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN

El sector forestal de Castilla y León desempeña un papel fundamental en la economía de la Comunidad Autónoma, especialmente en las **áreas rurales que enfrentan problemas de despoblación y escasez de oportunidades laborales**. Aunque su contribución al PIB es

relativamente baja en comparación con otras comunidades autónomas y países europeos, existe un significativo **potencial de crecimiento** si se implementan las estrategias adecuadas. Para abordar estos desafíos y maximizar las oportunidades del sector, es necesario adoptar un **enfoque integral que combine innovación tecnológica, formación especializada y políticas públicas que apoyen tanto el sector forestal como la bioeconomía**. Con una estrategia definida y una inversión sostenida en tecnologías sostenibles y capacitación continua, Castilla y León puede convertirse en un referente en el ámbito forestal a nivel nacional e internacional, aumentando su aporte económico y generando nuevas oportunidades laborales.

2.1.1. Población y economía de Castilla y León

Castilla y León se enfrenta a un **grave problema de despoblación**, que afecta principalmente a sus **zonas rurales**. Mientras que en España la población ha ido aumentando desde 1975, la tendencia en Castilla y León es la contraria. Según el Instituto Nacional de Estadística [3] y datos de la Junta de Castilla y León[4], la población total de la comunidad autónoma se sitúa en **2 383 703 personas en 2023**. De esta cifra, el **56 % reside en áreas urbanas**, mientras que las provincias como **Soria, Zamora y Ávila presentan densidades poblacionales muy bajas**, inferiores a 10 habitantes por km².

El **envejecimiento** de la población y la **migración** hacia las ciudades son factores clave que **agravan la pérdida de población** en estas áreas. La tendencia hacia la urbanización también ha reducido las oportunidades de crecimiento económico y social en las zonas rurales, **limitando su capacidad para atraer y retener talento joven y activo**.

El sector forestal es vital para la economía de estas áreas rurales, donde juega un papel central en la creación de empleo y la estabilización de la población. Alrededor del **48 % de las empresas forestales en Castilla y León están ubicadas en municipios con menos de 2000 habitantes**, lo que demuestra su relevancia en la dinamización económica y social. Estas empresas no solo se centran en la **explotación maderera**, sino que también aprovechan **productos forestales no maderables**, como las setas, la resina o el piñón.

El auge del **ecoturismo** en la comunidad autónoma, que ha crecido un 7 % anual desde 2019 según Eurostat [5], también está **vinculado al sector forestal** y contribuye a fijar población en zonas rurales al generar nuevas oportunidades económicas y aumentar el atractivo de estas áreas.

2.1.2. Contribución del sector forestal a la economía de Castilla y León

El sector forestal de Castilla y León es una **pieza clave en la economía de la comunidad autónoma**, especialmente en las áreas rurales. Aunque su contribución al PIB autonómico es **relativamente modesta**, representando **alrededor del 0,76 % del Valor Agregado Bruto (VAB)**,

su importancia económica y social va más allá de estas cifras. Este valor incluye tanto la explotación forestal como las industrias de transformación de la madera y el papel [6].

La Figura 2 muestra la evolución del VAB del sector forestal en España entre 2000 y 2021, desglosado en los subsectores de silvicultura y explotación comercial, industria de la madera e industria del papel, junto con su participación en el total de la economía. Se observa un **crecimiento constante del VAB hasta 2007**, cuando alcanza su máximo, seguido de una **caída significativa a partir de 2008**, coincidiendo con la crisis económica. Aunque el sector muestra una recuperación desde 2010, **el VAB no vuelve a los niveles anteriores a la crisis**, destacando que la industria del papel sigue siendo el mayor contribuyente.

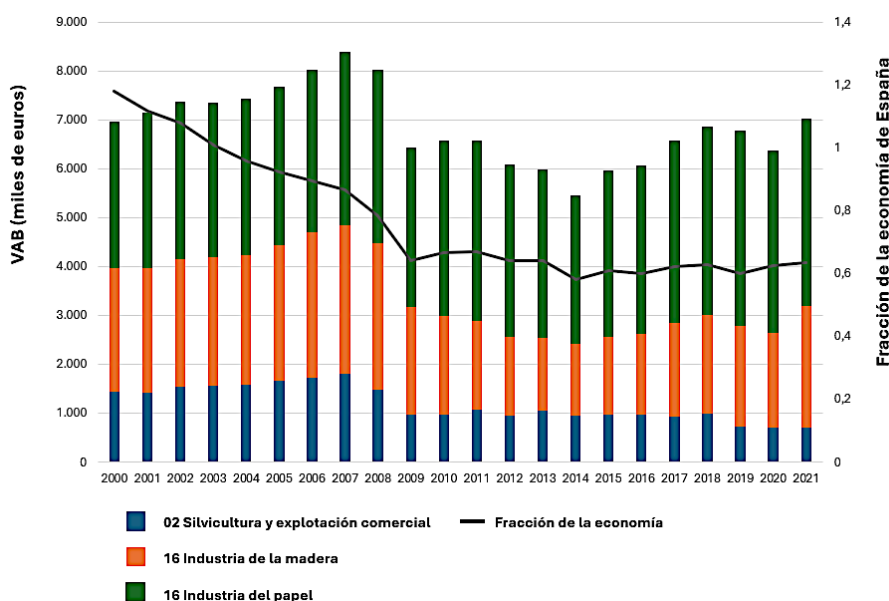


Figura 2. Evolución del Valor Agregado Bruto (VAB) del sector forestal español (y sus subsectores) entre 2000 y 2021. Se incluye el peso del sector respecto al peso total de la economía española.

En cuanto a su participación en la economía española, la fracción del sector forestal ha mostrado una tendencia decreciente, pasando de representar el 1,2 % en 2000 a estabilizarse en torno al 0,6 % en los últimos años. Esto sugiere que, a pesar de su relevancia local y su recuperación en términos absolutos, **el sector ha perdido peso relativo en la economía nacional**, lo que evidencia un **amplio margen de mejora**, particularmente en la **diversificación de actividades y la adopción de tecnologías avanzadas**.

Comparado con otras comunidades autónomas y países europeos donde la actividad forestal es una parte integral de la economía, como Finlandia y Letonia, que destinan entre un 3 % y un 4 % de su PIB a este sector, Castilla y León aún tiene un amplio margen de mejora debido al menor grado de desarrollo industrial asociado a la transformación de productos forestales y la limitada integración de tecnologías avanzadas en la gestión de recursos forestales [2]. Aunque **la contribución del sector forestal al PIB de Castilla y León es relevante a nivel local**, representa una oportunidad de crecimiento cuando se compara con el promedio de la Unión Europea, donde países como Finlandia y Letonia han desarrollado industrias de alto valor

añadido a partir de sus recursos forestales, enfocándose en la **bioeconomía y la producción sostenible de biomasa**, lo que ha permitido un **incremento en la contribución al PIB, diversificación económica y creación de empleos**.

En las **áreas rurales de Castilla y León**, donde muchas zonas dependen casi exclusivamente de la explotación de recursos naturales, **el sector forestal es un pilar fundamental para la economía local**, proporcionando ingresos directos a través de la venta de madera y productos no maderables, además de contribuir a la estabilidad económica en zonas con limitadas oportunidades laborales. La participación del sector no se restringe únicamente a la silvicultura, sino que abarca una gama de actividades complementarias como la recolección de setas, resinas y piñones, que no solo generan empleo, sino que también **ayudan a fijar la población** en áreas afectadas por altos índices de despoblación, reforzando así el **potencial de crecimiento y desarrollo económico en la comunidad autónoma**.

En términos de empleo, **el sector forestal genera más de 10 000 empleos directos en Castilla y León** [7], distribuidos principalmente en las siguientes actividades [2]:

- El **42 % en la industria de la madera** (CNAE:16) incluyendo los subgrupos: Aserrado y cepillado de la madera (CNAE:161) y Fabricación de productos de madera, cocho, cestería y espartería (CNAE:162).
- El **23 % en silvicultura y explotación forestal** (CNAE:02) incluyendo los subgrupos: Silvicultura y otras actividades forestales (CNAE:21), Explotación de madera (CNAE:22), Recolección de productos silvestres, excepto madera (CNAE:23) y Servicios de apoyo a la silvicultura (CNAE:23).
- El **20 % en industria del papel** (CNAE:17) incluyendo los subgrupos: Fabricación de pasta papelera, papel y cartón (CNAE:171) y Fabricación de artículos de papel y cartón (CNAE:172).
- El **15 % en fabricación de muebles** (CNAE:31) incluyendo solo el subgrupo Fabricación muebles (CNAE:31).

La **industria de la madera** es la que proporciona el mayor porcentaje de empleo, concentrándose en **Valladolid, Burgos y Soria**, mientras que la **silvicultura** es predominante en **León**. Esta distribución geográfica del empleo destaca la importancia del sector forestal como motor de desarrollo económico en las **áreas más despobladas**.

La **Figura 3** y la **Figura 4** muestran la evolución del número de establecimientos y de empleos desde el primer trimestre de 2010 (T1-2010) hasta los datos más recientes disponibles (T1-2023) en los distintos subsectores forestales de Castilla y León, desglosados a nivel provincial.

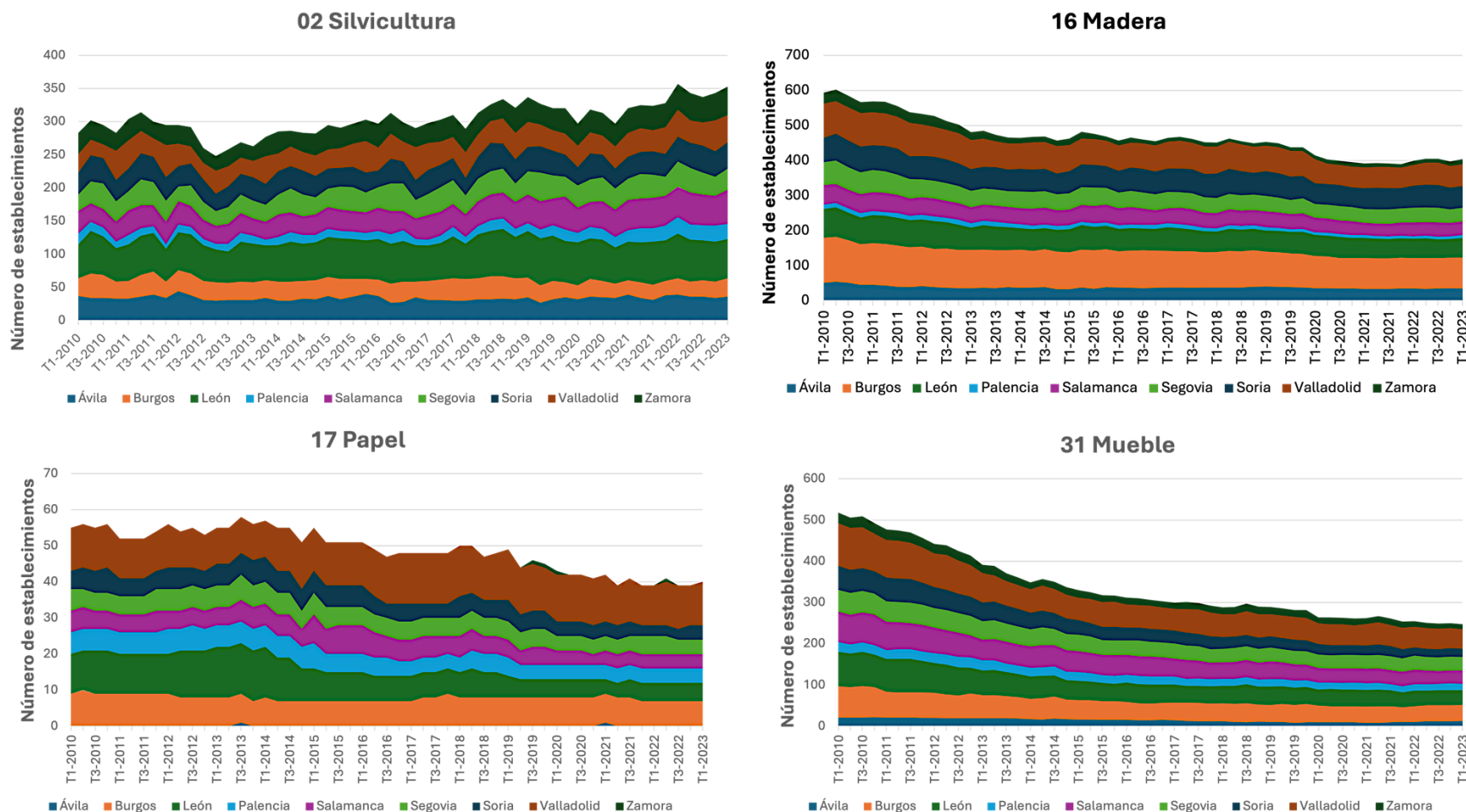


Figura 3. Evolución del Valor Agregado Bruto (VAB) del sector forestal español (y sus subsectores) entre 2000 y 2021. Se incluye el peso del sector respecto al peso total de la economía española.

CAPÍTULO 02

CONTEXTO GENERAL DEL SECTOR FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN

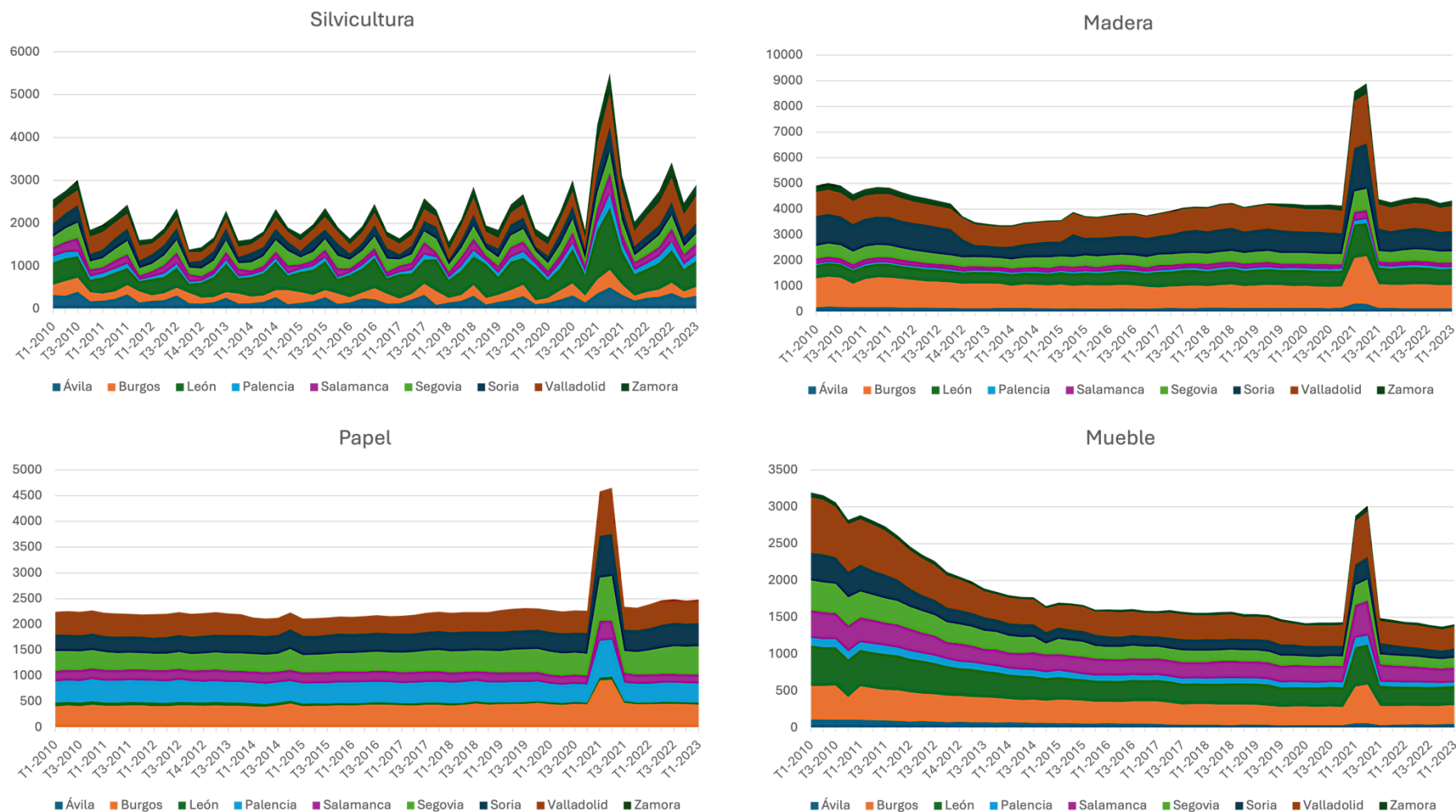


Figura 4. Evolución del Valor Agregado Bruto (VAB) del sector forestal español (y sus subsectores) entre 2000 y 2021. Se incluye el peso del sector respecto al peso total de la economía española.

Los gráficos sobre el número de establecimientos muestran una tendencia variada según el subsector y la provincia (Figura 4.). En **silvicultura**, se observa un **crecimiento estable a lo largo de los años**, destacando **León y Valladolid** como las provincias con mayor concentración de actividades. En contraste, la **industria de la madera** presenta una **disminución progresiva** en el número de establecimientos, probablemente influenciada por la consolidación del sector y la modernización de procesos. **La industria del papel y la fabricación de muebles** también muestran una **tendencia a la reducción** en el número de establecimientos, lo que sugiere una racionalización y posible enfoque hacia la producción de mayor valor añadido.

En cuanto a la **distribución de empleos** (Figura 4.), los gráficos indican que la mayor parte de **los empleos en silvicultura se mantienen estables**, con León como líder destacado en esta área. El **subsector de madera** muestra un mayor impacto en términos de empleabilidad, reflejado en su **mayor número de personas trabajadoras en comparación con otros subsectores**, a pesar de la disminución en los establecimientos. El **subsector de papel y muebles** también tiene una representación significativa de empleo, pero muestra fluctuaciones menores comparadas con el número de establecimientos, lo que indica una **resistencia a los cambios del mercado y a la competencia internacional**.

2.2. RECURSOS Y PRODUCCIÓN FORESTAL

Castilla y León se destaca como una de las **comunidades autónomas más importantes de España** en cuanto a sus **recursos forestales**, tanto por la **extensión de sus bosques** como por la **diversidad** de especies y **productos** que se obtienen de ellos. Estos recursos no solo **cumplen una función ecológica crucial**, como el almacenamiento de carbono y la regulación del clima, sino que también tienen un **valor económico significativo**, al ser una fuente de materias primas, empleo y desarrollo rural. La gestión sostenible de estos recursos es una **prioridad para la comunidad autónoma**, que ha logrado posicionarse como **líder en certificaciones forestales** del manejo de productos tanto maderables como no maderables [8].

2.2.1. Superficie forestal

La evolución de la superficie forestal en Castilla y León a lo largo de los cuatro inventarios forestales nacionales (IFN) revela una **tendencia al alza constante** en la comunidad autónoma. En la **Figura 5** se observa un aumento significativo desde el primer inventario forestal nacional (IFN1: 1965 - 1970) hasta el cuarto (IFN4: 2020 - 2022). Por ejemplo, la superficie forestal total pasó de aproximadamente 4,22 millones (M) ha en el IFN1 a más de 5,13 M ha en el IFN4 [9].

La **distribución de la superficie forestal actual** en Castilla y León varía considerablemente según el tipo de cobertura forestal y las características de cada provincia. Según los datos, la

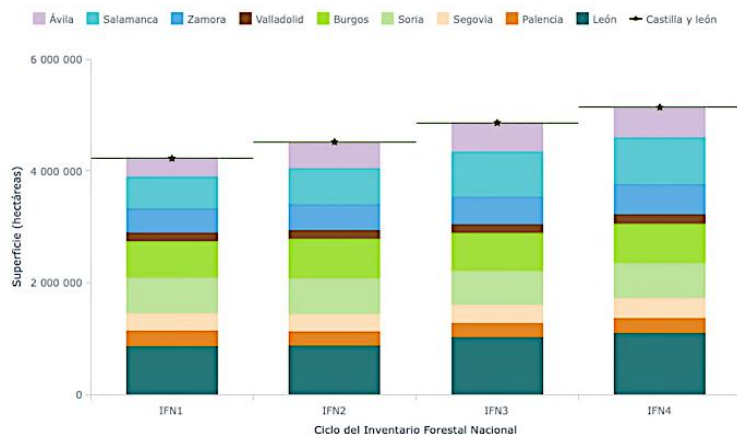


Figura 5. Datos provinciales de evolución de la superficie forestal en Castilla y León a lo largo de los cuatro inventarios forestales nacionales. Fuente: Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

superficie forestal se clasifica en dos categorías principales: forestal arbolada y forestal desarbolada. En términos globales, la **superficie forestal arbolada** en la comunidad autónoma asciende a **3 277 852 ha**, mientras que la **superficie desarbolada** se sitúa en **1 857 518 ha**. En la **Figura 6** se puede ver su distribución provincial para cada tipo de superficie. **León es la provincia con la mayor superficie forestal total**, con 1 091 215 ha, de las cuales 594 338 son arboladas. Esto confirma el predominio de esta provincia en términos de recursos forestales dentro de Castilla y León. Salamanca también presenta una significativa cantidad de superficie forestal arbolada, con 586 475 ha de un total de 838 410 ha. **Valladolid, es la provincia con la menor superficie forestal arbolada** (133 516 ha), lo que resalta su limitada extensión forestal comparada con otras provincias.

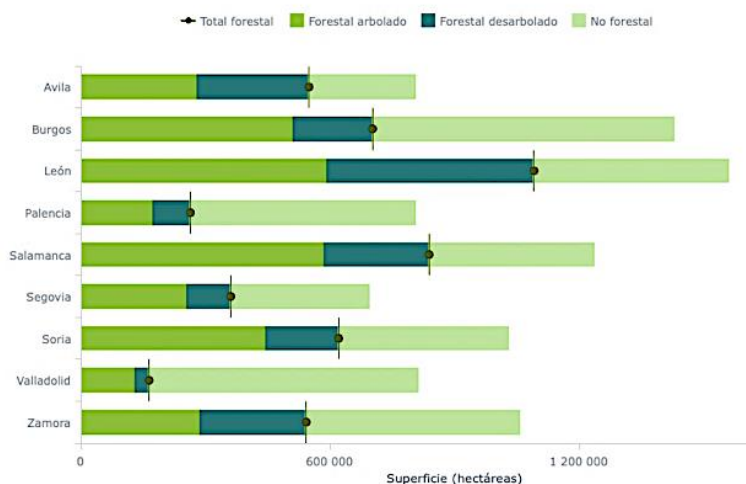


Figura 6. Distribución actual de la superficie forestal de Castilla y León en función de sus características, por provincia. Fuente: Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

Las **especies** que conforman las masas forestales de Castilla y León son predominantemente **frondosas**, que ocupan un total de **1 999 537 ha**, superando ampliamente a las coníferas, que se extienden sobre 1 090 257 ha. Las masas mixtas, que combinan ambas especies, cubren 170 166 ha, lo que representa una porción significativa, aunque menor del total. En la **Figura 7** se puede ver la distribución provincial por composición (masas puras de coníferas, masas puras de frondosas y masas mixtas). **León y Salamanca** destacan por tener las mayores extensiones de **frondosas**, 416 855 y 543 075 ha, respectivamente. Esto subraya la importancia de estas especies en estas provincias, tanto desde un punto de vista ecológico como económico. Por otro lado, **Soria y Burgos** tienen **gran superficie dedicada a coníferas**, con 225 605 y 157 319 ha, respectivamente, lo que les otorga un **papel importante en la producción maderera** autonómica.

En cuanto a la **pertenencia o titularidad de los montes en Castilla y León**, existe una notable diversidad en la **propiedad** de las superficies forestales, que se divide principalmente entre de titularidad del **Estado**, de la **Comunidad Autónoma**, montes de **entidades locales** y montes **privados**. Los datos que se muestran en la **Figura 8** nos indican que una proporción significativa de la superficie forestal pertenece a entidades locales, especialmente en provincias como León y Soria.

Estos **montes de entidades locales** juegan un papel importante en la **economía rural**, ya que generan ingresos a través del **aprovechamiento de recursos maderables y no maderables**. Por otro lado, la presencia de montes de propiedad estatal o de titularidad autonómica es menos predominante, aunque en provincias como Soria y Segovia suponen una cantidad significativa respecto al total.

Respecto a la **gestión de los montes**, ésta solo puede ser **pública o privada**, lo que es un aspecto clave para entender cómo se administran estos recursos en Castilla y León. Una parte significativa de la superficie forestal es gestionada por **entidades privadas**, lo que implica una **descentralización de la gestión forestal** y una **alta participación de los propietarios privados** en el manejo de estos recursos. León y Burgos son provincias donde la mayor parte de la superficie forestal está bajo gestión pública, con 790 935 y 521 921 ha, respectivamente. Salamanca destaca por una gestión mayoritariamente privada, con 650 961 ha bajo control privado, lo que resalta la importancia del sector privado en la gestión de los recursos forestales de esta provincia.

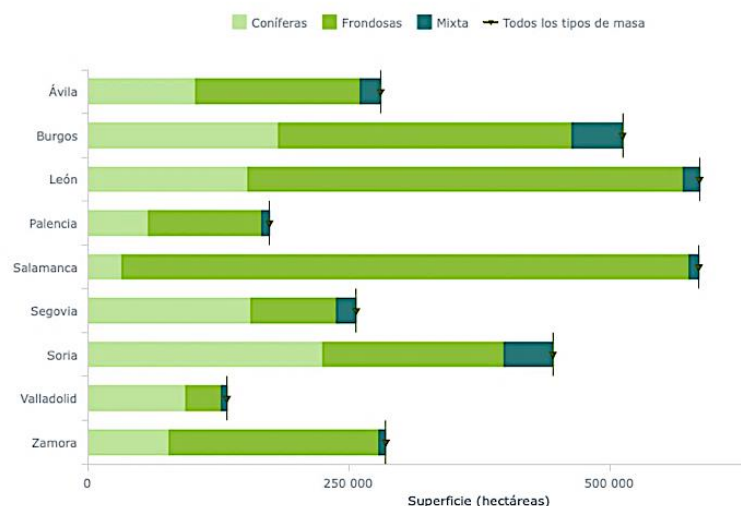


Figura 7. Distribución actual de la superficie forestal en función del tipo de especies que forman el bosque, por provincia. Fuente: Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

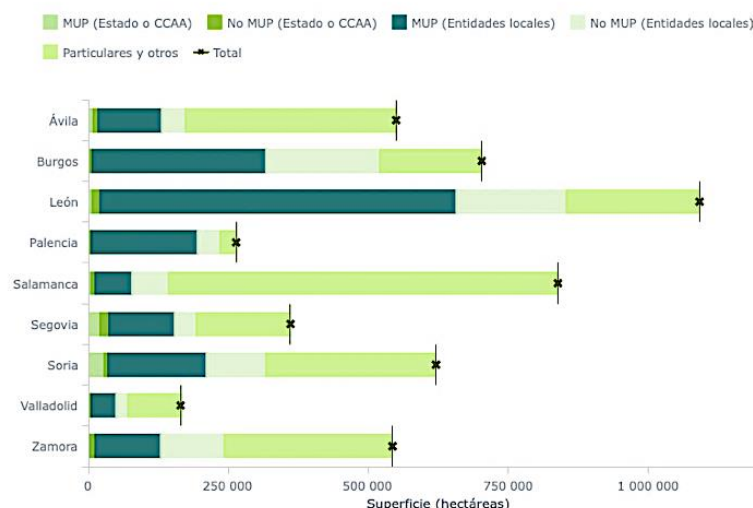


Figura 8. Distribución provincial actual de la superficie forestal en función del tipo de titularidad. Fuente: Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

2.2.2. Existencias y cortas de madera, biomasa y carbono

Las existencias de madera en Castilla y León son un indicador clave de la salud y productividad de los bosques en la comunidad autónoma. El análisis de estas existencias permite entender la capacidad de producción maderera y su evolución a lo largo del tiempo, influyendo en la planificación y manejo sostenible del recurso. Para poner en valor el potencial forestal de Castilla y León, es importante destacar que el **volumen de madera existente** en los montes de Castilla y León es de **219 M m³** [9]; en el conjunto del territorio de **España este valor es de 1175 M m³** [9]; y en la Unión Europea es de **27 229 M m³** [5]. Estos datos indican que Castilla y León concentra **casi el 19 % del volumen de madera del país y cerca del 1 % europeo**. Actualmente **Castilla y León es la Comunidad Autónoma con mayor volumen maderable en pie de España**, con casi el 19 % de la madera en pie de toda España. A nivel europeo (UE27), **España es el décimo país con mayor cantidad de madera en pie de la UE**, siendo el segundo del ámbito mediterráneo, por detrás de Italia.

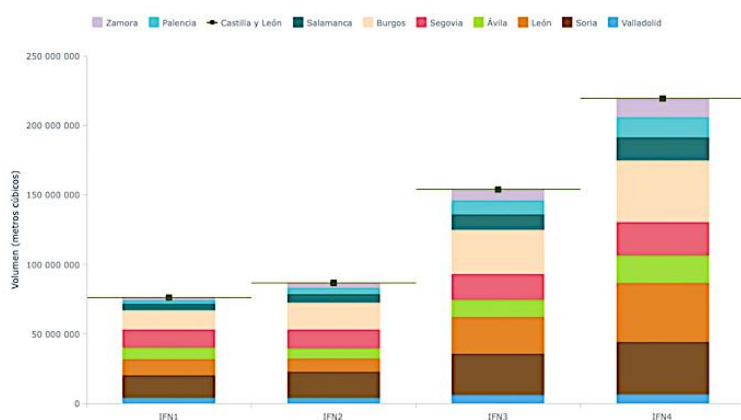


Figura 9. Evolución de las existencias de madera (m³) en los cuatro inventarios forestales nacionales (IFN1: 1965-1970, IFN2: 1991-1992, IFN3: 2002-2004 e IFN4: 2020-2022). Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. IFN4. 2022.

La evolución de las existencias de madera en Castilla y León a través de los diferentes ciclos del Inventario Forestal Nacional (IFN) muestra un **incremento sostenido del volumen de madera**, hasta los actuales 219 M m³ (Figura 9). Se observa un crecimiento notable del volumen de madera desde el primer IFN, desarrollado entre 1965 y 1970 en donde se contabilizó un total de 76,1 M m³, hasta el más reciente, finalizado en 2022 y en donde casi se ha triplicado,

contabilizándose un total de 219 M m³, con un incremento especialmente significativo en provincias como León y Burgos. Entre medio, destaca el IFN2 (realizado entre 1991 y 1992) con unas existencias de 87 M m³, y el IFN3, realizado entre 2020 y 2004, con unas existencias maderables de 154 M m³. **La tendencia al alza en las existencias de madera es indicativa de un enfoque exitoso en la gestión sostenible de los bosques.**

El volumen de madera en pie en Castilla y León lo podemos clasificar entre madera **coníferas** y **frondosas**, con una distribución que varía significativamente según la provincia. Estos datos se muestran en **Figura 10**. Las **coníferas** predominan en provincias como **Soria** (30 M m³) y **Segovia** (21 M m³), donde su uso es principalmente para la **industria maderera y la producción de papel**. Por otro lado, las **frondosas** son muy abundantes en **Burgos** (19 M m³) y **León** (27 M m³).

Este balance entre coníferas y frondosas es importante para **diversificar las aplicaciones industriales y maximizar el valor económico del recurso forestal en la comunidad autónoma**.

El **incremento anual del volumen de madera** es un aspecto esencial para **medir el rendimiento y la sostenibilidad de los bosques**. Castilla y León muestra un crecimiento anual significativo en las existencias maderables (8 M m³/año), suponiendo un 18 % del incremento total en España (46 M m³/año), lo que refleja una **gestión eficiente y un enfoque claro hacia la conservación y la expansión de los bosques**. A nivel provincial podemos ver estos datos en la **Figura 11** en donde **el incremento en volumen de madera con corteza total para la Comunidad es de 8077 m³/año**, destacando **León** con un incremento de 2032 m³/año, el más alto de todas las provincias de la comunidad, seguido por **Burgos y Soria**, con 1334 m³/año y 1196 m³/año respectivamente. Estos datos reflejan tanto a las **características intrínsecas** de las especies predominantes como a la **buena gestión forestal adaptativa** que se practica en las masas.

Si se comparan estos datos con el resto de las comunidades autónomas españolas, **Castilla y León**, con sus 8 M m³/año, **solo está por detrás de Galicia** (13 M m³/año). Estos datos

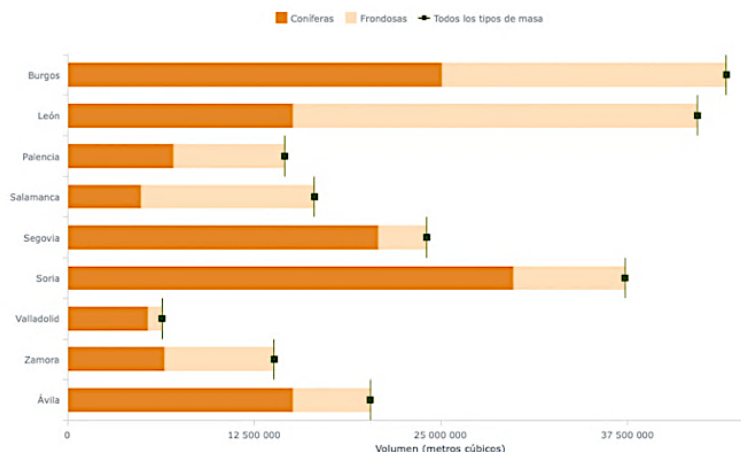


Figura 10. Existencias actuales de madera (m³) en Castilla y León a nivel provincial, en bosques de coníferas y frondosas. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. IFN4. 2022.

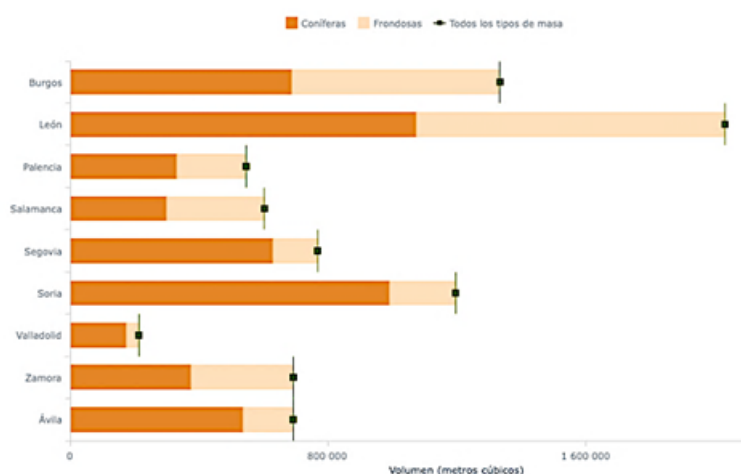


Figura 11. Incremento anual del volumen de madera con corteza por tipo de masa y provincia. (m³). Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. IFN4. 2022.

ponen en valor de la importancia del sector forestal en Castilla y León, no solo por lo recursos que posee si no por la gestión de ellos que se realiza.

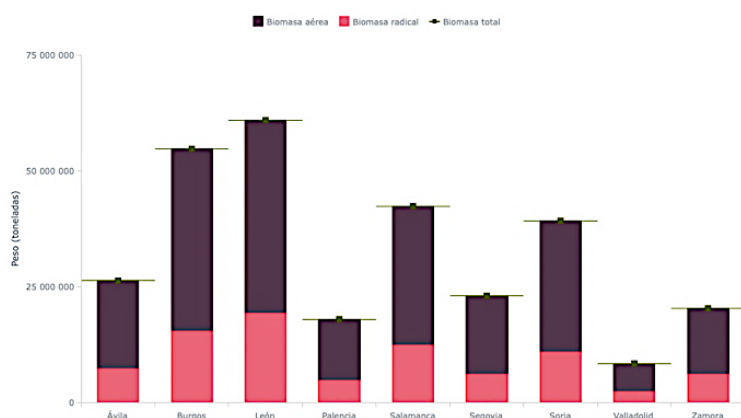


Figura 12. Biomasa acumulada en las masas forestales por provincia. Valores totales y aéreos. (t). Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Cuarto Inventario Forestal Nacional. 2022.

260 M t distribuidas por las diferentes provincias.

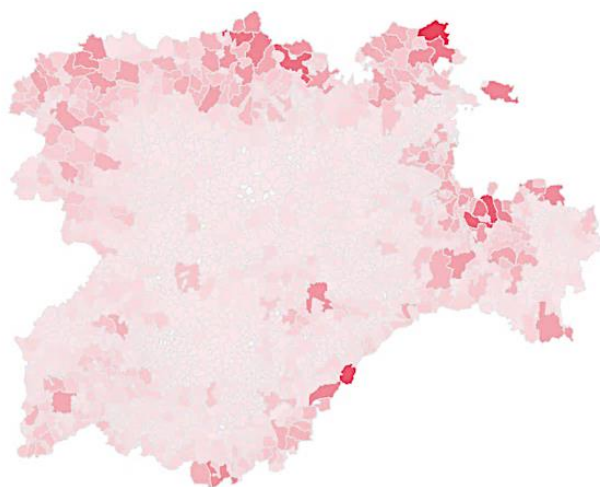


Figura 13. Biomasa aérea acumulada en las masas forestales por municipio de Castilla y León. En color rojo más intenso se representan los municipios con mayor biomasa acumulada (t). Fuente: Portal Forestal de Castilla y León. 2024.

Además de las existencias de madera, la **biomasa acumulada** en los bosques de Castilla y León representa una **parte significativa del potencial de mitigación de carbono**, no solo por el carbono almacenado que representa en sí, sino por su capacidad de sustituir a los combustibles sólidos, jugando un papel relevante en la lucha contra el cambio climático. La **biomasa total en Castilla y León alcanza un valor de más de**

Tal y como podemos observar en la **Figura 12** el análisis de la biomasa forestal revela diferencias notables entre provincias, siendo **León y Burgos** las que presentan las **mayores acumulaciones tanto en biomasa aérea como en biomasa radical**. León cuenta con 61 M t de biomasa total, compuesta por 42 M t de biomasa aérea y 19 M t de biomasa radical, mientras que Burgos le sigue con 55 M t de biomasa total, lo cual indica una **estructura forestal que contribuye**

significativamente al almacenamiento de carbono. La distribución de la biomasa por provincia subraya la importancia de estas áreas en la captura de carbono, lo que es esencial para las estrategias de mitigación del cambio climático a nivel autonómico. En la **Figura 13** podemos ver un mapa de los distintos municipios de Castilla y León en donde un color rojo más intenso indica mayor acumulación de biomasa aérea, mientras que un rojo más pálido indica menor acumulación de biomasa aérea.

El **carbono almacenado en los bosques de Castilla y León** también es considerable, con un total de aproximadamente **194 M t** de carbono, con variaciones notables según la provincia

y el tipo de biomasa. Tal y como ocurre con la biomasa, al ser el carbono un valor casi directamente proporcional a ella, **León** (30 M t) y **Burgos** (27 M t) son nuevamente las provincias líderes en el almacenamiento de carbono, lo que refleja su **elevada capacidad de secuestro de CO₂**, vital para reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero. Las diferencias entre carbono aéreo y carbono radical muestran que una **mayor proporción del carbono se encuentra en la parte aérea de las plantas**, lo cual es típico de bosques con una estructura madura y bien desarrollada.

Las **cortas de madera** representan un aspecto fundamental de la gestión forestal en Castilla y León, siendo tanto una **fuentes económica** significativa como un **indicador del manejo sostenible de los recursos forestales**. Este epígrafe se centra en el análisis de las cortas de madera, su evolución en el tiempo y su distribución por tipo (madera en rollo y/o leñas), especie y propiedad, así como la relación entre las cortas y el crecimiento de los bosques. A nivel general, las **cortas actuales de madera en Castilla y León** ascienden a **3 M m³/año**, lo cual representa una **tasa de extracción** (ratio entre cortas y crecimiento) **del 40 %**. Respecto a las leñas extraídas en la comunidad han sido 497 t, lo cual representa el 36 % de total de leñas extraídas en España (14 M t).

La distribución de las **cortas de madera entre coníferas y frondosas** (Figura 14) es un aspecto relevante para entender la dinámica del sector forestal autonómico. Las **coníferas** dominan claramente el volumen de **madera en rollo** aprovechado, lo que refleja su predominio en las masas forestales de Castilla y León. Las coníferas **constituyen la mayor parte de las cortas**, dominando en todas las provincias y con un total de 2 466 571 m³ en el año más reciente evaluado, frente a 67 982 m³ de frondosas.



Figura 14. Madera en rollo total aprovechada por grupo de especie en Castilla y León (m³). Fuente. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, D. G. de Patrimonio Natural y Política Forestal. 2022.

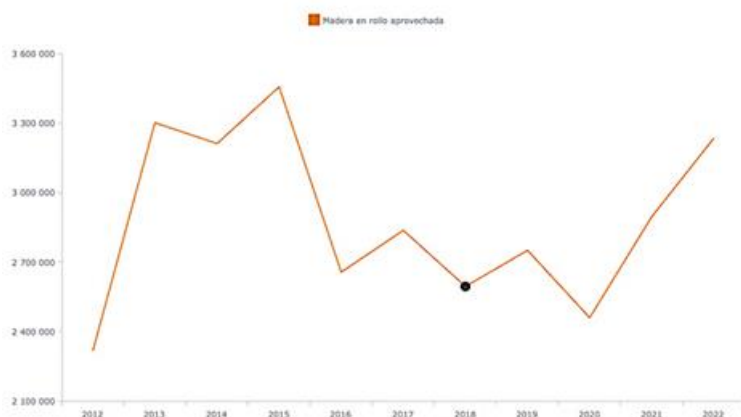


Figura 15. Evolución de las cortas de madera (m³) en Castilla y León. Fuente: Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, D. G. de Patrimonio Natural y Política Forestal. 2022.

Se observa un aumento significativo en el volumen de cortas durante el periodo 2013-2015, alcanzando un máximo de 3 456 001 m³ en 2015, seguido por una disminución en años posteriores. A partir de 2017, el volumen de cortas se ha estabilizado en los 3 M m³ anuales.

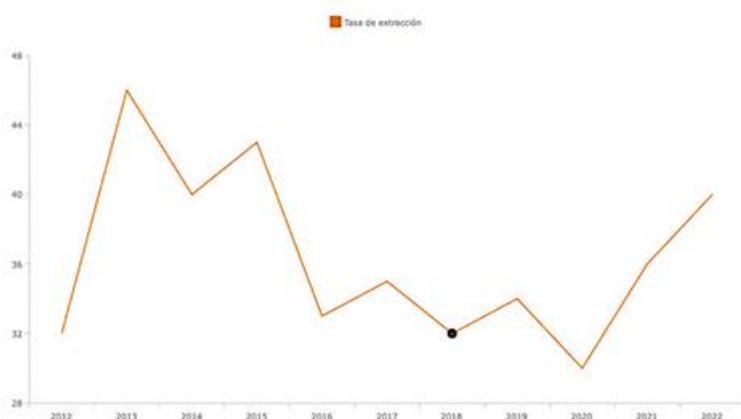


Figura 16. Evolución de la tasa de extracción de madera en Castilla y León. Fuente: Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, D. G. de Patrimonio Natural y Política Forestal. 2022.

sugiere una **explotación intensiva** probablemente a causa de un **cúmulo de perturbaciones concentradas** en el tiempo. En contraste, la **tasa de extracción de frondosas** es generalmente **más baja**, reflejando una menor presión sobre estas especies debido a su menor demanda en comparación con las coníferas. Estos datos indican la **necesidad de ajustar las estrategias de gestión en función de la tasa de crecimiento de las especies**, promoviendo prácticas que aseguren la sostenibilidad de las cortas y la regeneración continua de los bosques.

Respecto a la **evolución de la tasa de extracción** a lo largo del tiempo en los últimos 10 años (**Figura 17**) ésta siempre ha fluctuado **entre el 30 y el 45 %**, dependiendo de las coyunturas económicas, del mercado y de las perturbaciones imprevistas.

El análisis de las **cortas de madera en rollo** en Castilla y León (**Figura 15**) revela una tendencia dinámica influida por diversos factores económicos y ambientales. El volumen total de madera aprovechada muestra **fluctuaciones importantes a lo largo de la última década**, reflejando las condiciones del mercado, las estrategias de gestión forestal, así como grandes perturbaciones imprevistas como son los

La **tasa de extracción** (**Figura 16**) es un indicador clave de la sostenibilidad en la gestión de los recursos forestales, y varía significativamente entre las diferentes provincias. Los últimos datos disponibles son de 2021 y en general esta tasa varía entre el 20 % de Palencia y el 60 % de Ávila, siendo en este caso **Salamanca** un dato atípico en donde se muestra una **tasa de extracción excepcionalmente alta para coníferas**, lo que

El tipo de propiedad (pública o privada) influye notablemente en el volumen y la gestión de las cortas de madera en Castilla y León. Los **montes de propiedad pública** tienden a estar **más gestionados**, lo que afecta directamente el volumen de madera aprovechada. En los últimos 10 años podemos observar cómo **los montes públicos registran un volumen de cortas más alto**, alcanzando 1 730 474 m³ en 2015, en comparación con los montes privados, que registran 932 651 m³ en el mismo año. En años recientes, **la participación de montes privados ha mostrado un incremento**, indicando un aumento en la gestión activa de estas propiedades y una mayor integración en el mercado maderero. Este aumento en las cortas de montes privados podría estar vinculado a **incentivos para la gestión forestal sostenible** y a un esfuerzo por **diversificar las fuentes de materia prima** para la industria. Respecto a la evolución de las cortas por especies (Figura 17), las cortas de frondosas son estables en el tiempo, mientras que las fluctuaciones las absorben las coníferas.

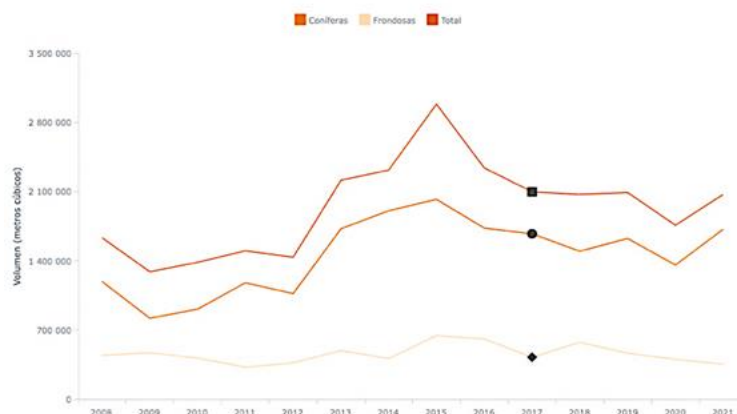


Figura 17. Evolución anual de las cortas de madera por grupo de especie (coníferas o frondosas). Fuente: Anuario de Estadística Forestal (MITECO, 2021a).

Las **cortas de leñas** son otra actividad relevante en Castilla y León, utilizada principalmente como fuente de energía en las zonas rurales. Esta distribución de las cortas de leñas es bastante heterogénea a nivel provincial (Figura 18). En general el aprovechamiento de leñas ha mostrado un crecimiento sostenido, impulsado por el **aumento en la demanda de biocombustibles y energías renovables**. El volumen total de leña aprovechada aumentó significativamente desde

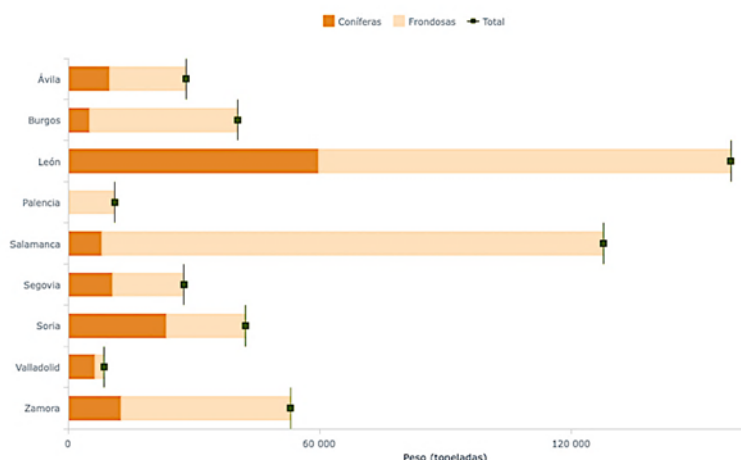


Figura 18. Extracción provincial de leñas en toneladas por tipo de masa (coníferas o frondosas) en Castilla y León. Se pueden seleccionar datos desde el año 2006. Fuente: Anuario de Estadística Forestal [10].

425 590 t en 2006 a 822 726 t en 2014, marcando casi el doble de crecimiento en menos de una década. Sin embargo, a partir de 2014 volvió a decrecer a datos similares a los de 2006. Las coníferas han mantenido un volumen de corta estable, mientras que las frondosas han experimentado picos de demanda en años específicos, probablemente debido a su mayor valor calorífico y uso en hogares y pequeñas industrias.

Este incremento en la extracción de leñas coincide con **políticas de fomento de energías renovables**, que incentivan el uso de biocombustibles locales frente a alternativas más contaminantes.

2.2.3. Productos forestales no maderables

Los productos forestales no maderables (PFNM) son esenciales para el desarrollo económico y social de Castilla y León. Estos productos **diversifican las fuentes de ingresos en las áreas rurales** y son esenciales para la **sostenibilidad económica de muchas comunidades locales**. A continuación, se presenta un análisis detallado de cada uno de los principales PFNM en la comunidad autónoma, basado en los datos disponibles y apoyado por las gráficas y tablas proporcionadas.

La **caza** es una actividad económica y culturalmente significativa en Castilla y León, donde **más de 8 M ha** están dedicadas a terrenos cinegéticos, incluyendo cotos de caza, reservas regionales y zonas de caza controlada. Esta amplia superficie convierte a Castilla y León en una de las comunidades autónomas líderes en actividades cinegéticas en España. Aunque se observa una ligera disminución en el número de terrenos desde 2015 (**8 386 099 ha**) hasta 2021 (**8 332 989 ha**), la tendencia parece estabilizarse en 2022 con un leve incremento hasta llegar a **8 340 141 ha**. Respecto al número de cotos nos encontramos en la horquilla de los 5540 y los 5587 cotos.

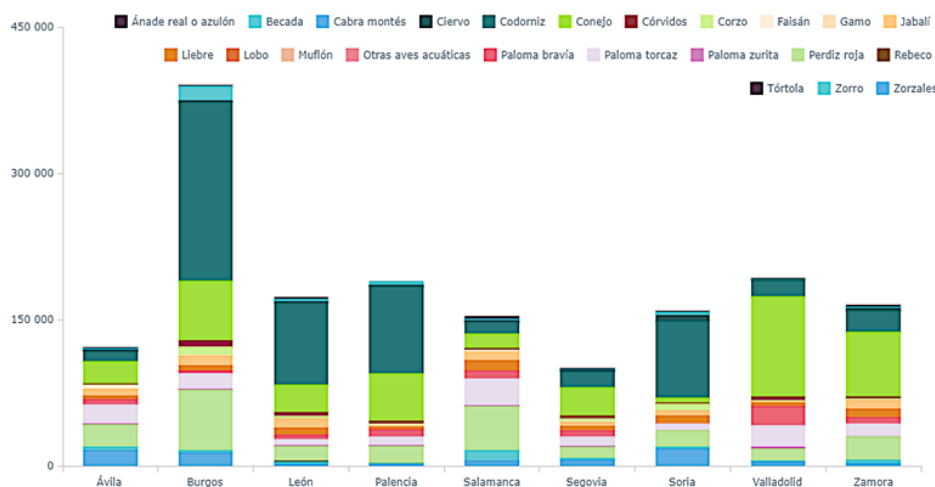


Figura 19. Distribución provincial del número total de capturas cinegéticas por especie (de caza mayor y caza menor) en Castilla y León para 2021. Fuente: Servicio de Caza y Pesca de la Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. 2023.

La

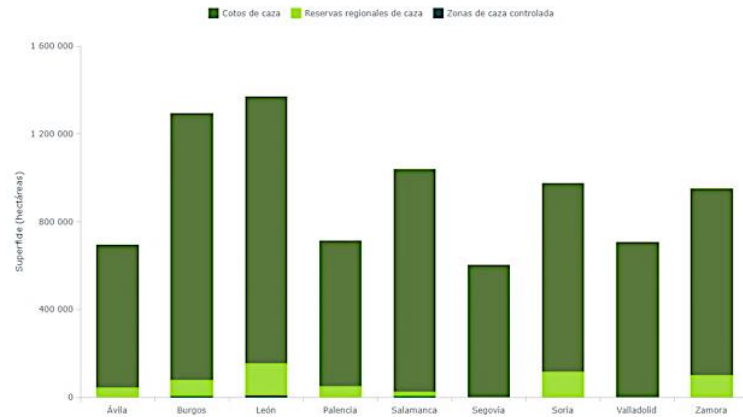


Figura 20. Distribución provincial de los terrenos cinegéticos por provincia (ha) en función del tipo de terreno. Fuente: Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. 2023.



Figura 21. Evolución del número de licencias de caza (Número de licencias). Fuente: Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. 2023.

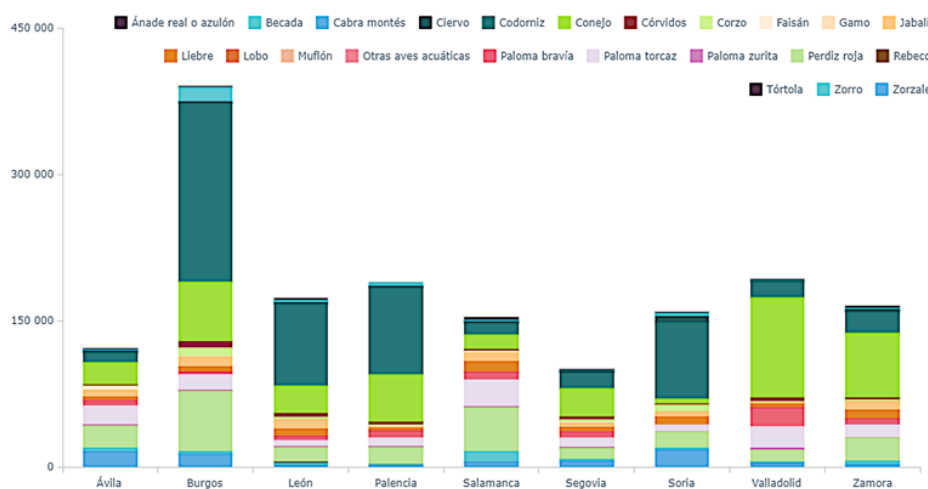


Figura 19 presenta la distribución de las **capturas por especie cinegética y por provincia**. Las provincias de **Burgos y León** destacan por su alta actividad cinegética, con especies como **el ciervo, el corzo y el jabalí** siendo las más comúnmente cazadas. Estos datos son importantes

para entender el impacto de la caza en el control de poblaciones animales y en la economía local.

La distribución de los terrenos cinegéticos por provincia en función del tipo de terreno (cotos de caza, zonas de caza controlada y reservas regionales de caza) existentes en cada provincia, se puede observar en la **Figura 20**, mientras que la evolución del número de licencias de caza autonómicas se muestra en la **Figura 21**.

La **pesca** en Castilla y León es otra actividad clave, particularmente en términos recreativos y económicos, atrayendo a aficionados tanto locales como de otras comunidades autónomas. La evolución del número de licencias de pesca desde 2003 hasta 2012 muestra una disminución continua en el número de licencias expedidas, pasando de 141 333 en 2003 a 122 690 en 2012. Esta tendencia decreciente podría reflejar cambios en las preferencias recreativas, un mayor control regulatorio o una disminución en la población de especies piscícolas en ciertos tramos de pesca, lo cual impacta negativamente la atracción hacia esta actividad.

Castilla y León cuenta con una impresionante red de tramos de pesca que abarca más de 21 180 km, lo que la convierte en una de las comunidades autónomas más extensas para esta actividad en España. Esta longitud no solo contribuye al turismo recreativo sino también a la preservación de especies acuáticas nativas mediante prácticas de pesca sostenible. Las provincias con mayor longitud de tramos de pesca, como **León y Burgos**, muestran un desarrollo significativo de esta actividad, lo que no solo ayuda a mantener la biodiversidad acuática, sino que también impulsa el turismo ecológico y la economía local. La gestión eficiente y la promoción de tramos de pesca específicos han contribuido a un enfoque sostenible que busca proteger las especies y sus hábitats naturales.

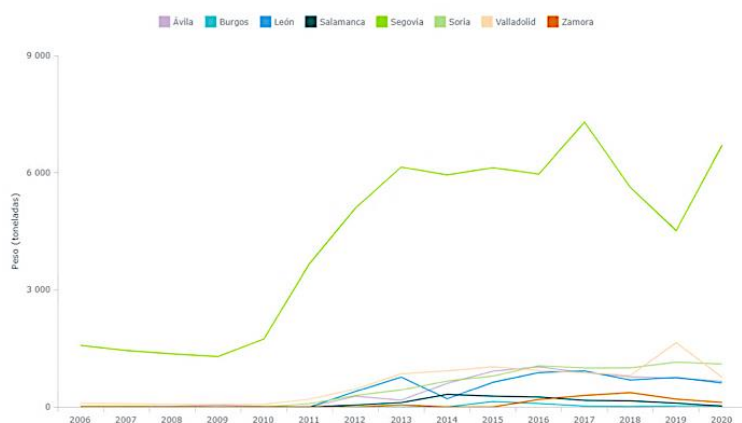


Figura 22. Evolución anual de la producción de resina en toneladas para todas las provincias de Castilla y León. Fuente: Anuario de Estadística Forestal, 2021.

La **explotación de la resina** es una actividad forestal tradicional en Castilla y León, con un enfoque en el aprovechamiento sostenible de los pinares, particularmente de *Pinus pinaster*. Según los datos de Ministerio de Transición Ecológica [10], la producción de resina en Castilla y León en 2020 fue de 10 000 t. En la **Figura 22** se refleja la evolución de la producción de resina en Castilla y León a nivel provincial. La

mayor concentración de la producción de resina se observa en provincias como **Segovia y Valladolid** (6126 y 1025 t en 2015, respectivamente), donde las condiciones climáticas y la estructura del suelo favorecen el crecimiento de masas de pino resinero. Estas diferencias

reflejan no solo las condiciones ecológicas específicas de cada área, sino también el impacto de las políticas de gestión forestal implementadas para maximizar el rendimiento sin comprometer la salud de los bosques. A pesar de la volatilidad en la producción debido a factores climáticos y económicos, la tendencia general indica crecimiento desde 2010.

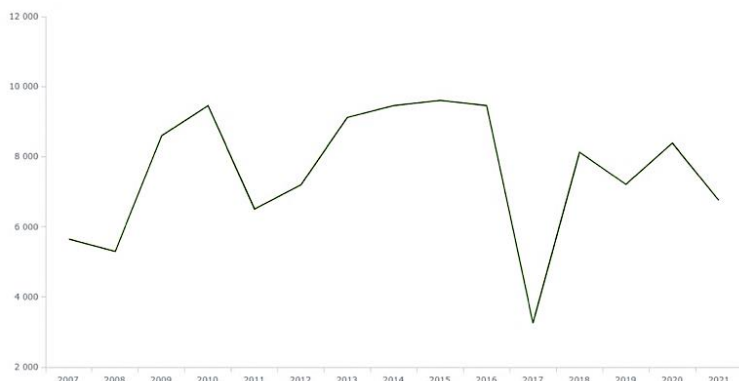


Figura 23. Evolución de la producción de castaña en Castilla y León. Fuente: Cesefor y Junta de Castilla y León, Consejería de Agricultura. 2021.

La **castaña** es un recurso clave en Castilla y León, con un significativo impacto económico, especialmente en las zonas rurales del noroeste de la Comunidad. Según datos de la Junta de Castilla y León [11], en 2021 se produjeron 6700 t de castañas. En la **Figura 23** se representa la evolución de la producción de castaña por provincia. **León y Zamora** destacan como las principales

áreas productoras, beneficiadas por condiciones óptimas de suelo y clima, lo que las posiciona como líderes en la comunidad autónoma. Estas provincias presentan mayores rendimientos en comparación con otras, debido a factores como la edad de los castaños, las prácticas de manejo forestal y las condiciones meteorológicas. El cultivo de castañas no solo impulsa la economía local, sino que también contribuye a la conservación del paisaje rural y a la promoción de la biodiversidad, generando ingresos y empleo en las zonas rurales.

La micología, o **recolección de setas**, es una actividad que ha crecido significativamente en Castilla y León, tanto en términos de recolección local como de atracción turística. La micología no solo genera ingresos directos para las comunidades rurales, sino que también juega un papel importante en la preservación de las tradiciones locales y en la promoción de prácticas sostenibles. Los acotados y parques micológicos ayudan a regular la recolección, protegiendo las especies locales y asegurando que la actividad no impacte negativamente los ecosistemas.

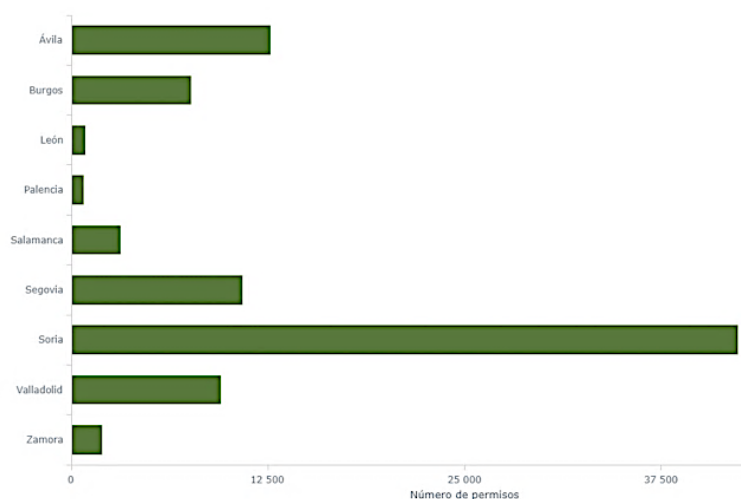


Figura 24. Permisos micológicos totales para los diferentes acotados y parques micológicos expedidos por provincia en Castilla y León en 2021. Fuente: Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. 2022.

En 2021 se expidieron en Castilla y León **89 000 permisos micológicos**. La **Figura 24** muestra la distribución de estos permisos a nivel provincial, destacando los 42 326 permisos en Soria y los 12 608 en Ávila.

La **Figura 25** destaca la distribución provincial de acotados y parques micológicos, siendo **Soria y Burgos** (161 981 y 156 774 ha, respectivamente) las provincias con las mayores áreas destinadas a esta actividad.

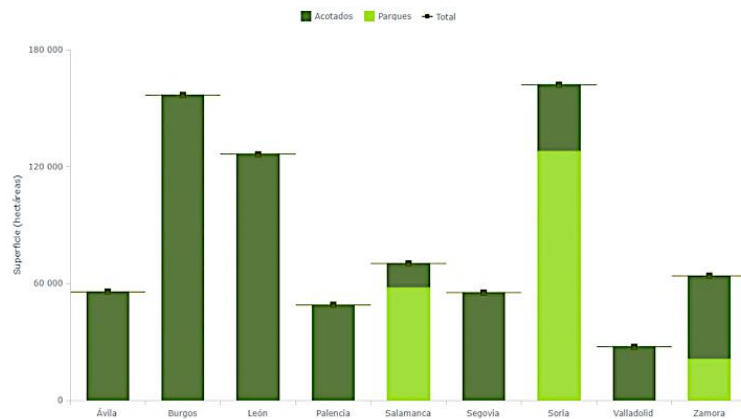


Figura 25. Distribución provincial, en superficie total y número, de los distintos Acotados y Parques micológicos en Castilla y León.
 Fuente: Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. 2023.

2.2.4. Vulnerabilidades: plagas, enfermedades e incendios forestales

El sector forestal de Castilla y León enfrenta **desafíos críticos**, como el **incremento en la frecuencia de incendios forestales** y la **expansión de plagas y enfermedades** como la procesionaria del pino y el nematodo del pino, que amenazan tanto los recursos maderables como los no maderables. Estas plagas han tenido un impacto directo en la producción de resina y piñón en los últimos años, reduciendo la rentabilidad de estas actividades [10]. Estas amenazas, **intensificadas por el cambio climático**, afectan la sostenibilidad del sector y los servicios ecosistémicos que los bosques prestan a la comunidad autónoma [12,13].

A partir del **Informe Fitosanitario General de 2019** [14], se pueden destacar dos aspectos clave. En primer lugar, el **muérdago** (*Viscum album*), fanerógama parásita, es una de las principales causas de debilitamiento de los pinos en la comunidad autónoma, afectando significativamente tanto a los pinos silvestres (*Pinus sylvestris*) como a los pinos negrales (*Pinus nigra*). La defoliación y pérdida de vigor en los árboles afectados es considerable, alcanzando un 34 % de defoliación en pinos negrales parasitados. La incidencia del muérdago ha mostrado una tendencia creciente, lo que supone una **amenaza constante para la sanidad forestal**. Por otro lado, el insecto perforador *Tomicus minor* afecta principalmente a los pinos, causando el puntisecado (secado de ramillos). Aunque en la mayoría de los casos los daños son leves, en situaciones de estrés hídrico o cuando los árboles ya están debilitados por otras causas, como el muérdago, estos perforadores pueden llevar a la muerte de los ejemplares. Estas plagas y patógenos destacan por su **capacidad de debilitamiento progresivo de las masas forestales**, comprometiendo tanto la vitalidad como la productividad de los bosques en la comunidad autónoma.

A estas amenazas se suman plagas más comunes como la **procesionaria del pino** (*Thaumetopea pityocampa*), que afecta principalmente a las masas de *Pinus pinaster* y *Pinus nigra*. Esta plaga ha experimentado un aumento significativo en su distribución debido a los inviernos más suaves causados por el cambio climático. Los efectos incluyen la **defoliación masiva**, lo que debilita los árboles y los hace más vulnerables a otras plagas y enfermedades [15]. Otra preocupación importante es el **nematodo del pino** (*Bursaphelenchus xylophilus*), capaz de devastar grandes extensiones de pinares en poco tiempo al afectar el sistema vascular de los árboles, provocando su **muerte en pocos meses**. En Castilla y León, las zonas de mayor riesgo se encuentran en las provincias del sur, donde las condiciones climáticas favorecen su expansión. La Junta ha implementado programas de monitoreo y control que incluyen trampas de feromonas y prácticas de manejo forestal sostenible para mitigar su impacto mediante la detección temprana y la reducción de la propagación [16].

Las enfermedades fúngicas también representan un desafío considerable. El hongo *Phytophthora cinnamomi*, causante de la seca de los *Quercus*, afecta a encinas y alcornoques, propagándose por el suelo y causando necrosis en las raíces, lo que finalmente lleva a la muerte de los árboles. Además, el hongo *Armillaria mellea*, que provoca la podredumbre de las raíces, ha mostrado una incidencia creciente en Castilla y León, debilitando los árboles y haciéndolos más vulnerables a otros agentes patógenos [15].

La gestión de estas enfermedades incluye medidas preventivas, como la selección de especies resistentes, el manejo adecuado del suelo para evitar la propagación de esporas y la eliminación de los árboles afectados. Estas estrategias se integran en los planes de gestión forestal sostenible para reducir los efectos negativos en la productividad y la biodiversidad.

Los **incendios forestales** constituyen una de las mayores amenazas para los bosques de Castilla y León. En los últimos años, **el número de incendios ha aumentado considerablemente**, exacerbado por el cambio climático, con veranos más largos y secos que incrementan la inflamabilidad de las masas forestales.

El riesgo de incendios forestales ha aumentado considerablemente en las últimas décadas, debido principalmente a la **acumulación de biomasa seca** y las **olas de calor prolongadas**. Según la Junta de Castilla y León [17], en el último decenio se han producido 14 516 incendios, destacando la provincia de León con el mayor número de siniestros (3646), mientras que Segovia presenta el menor número de siniestros (711). Estos datos se pueden observar en la **Figura 26**. Los factores climáticos, como las olas de calor y las sequías prolongadas, han **aumentado la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales a los incendios**. En particular, los veranos más secos y calurosos han incrementado la inflamabilidad de las masas forestales, mientras que los inviernos suaves han permitido la acumulación de combustible forestal sin descomposición natural.

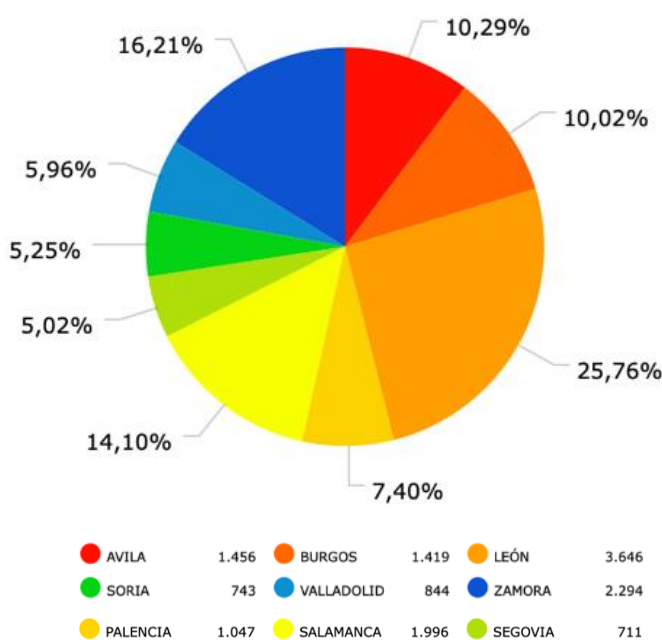


Figura 26. Número de incendios forestales a nivel provincial en Castilla y León para el intervalo 2014-2023. Fuente: Junta de Castilla y León, 2024.

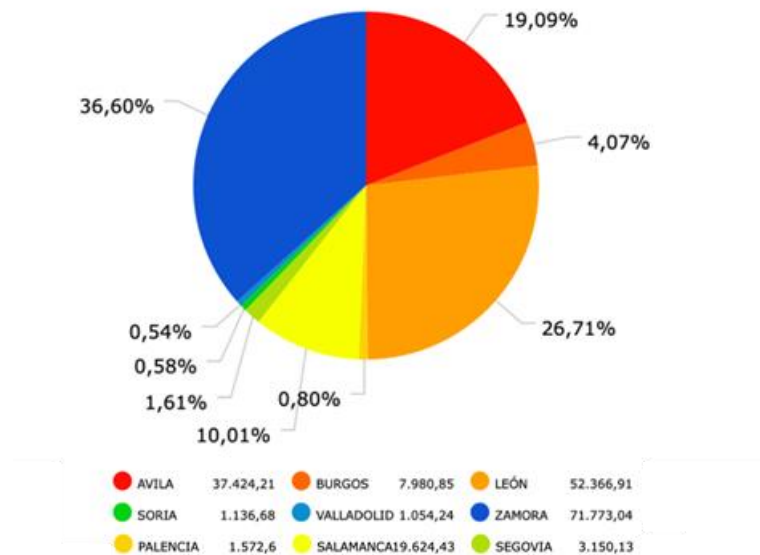


Figura 27. Superficie acumulada de los incendios forestales producidos en Castilla y León (intervalo 2014-2023). Fuente: Junta de Castilla y León, 2024.

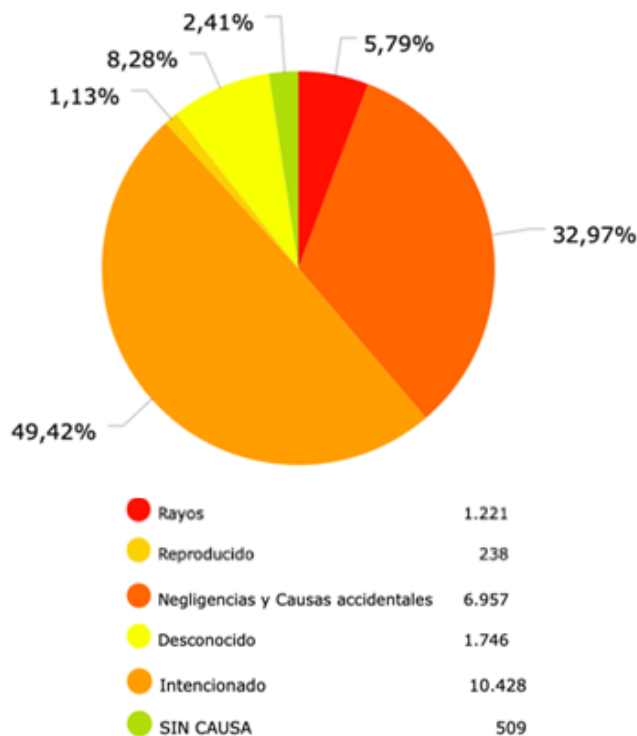


Figura 28. Análisis de las causas investigadas que han provocado los incendios en Castilla y León en el intervalo 2014-2023. Fuente: Junta de Castilla y León, 2024.

En cuanto a la superficie afectada en el mismo periodo (2014-2023), en la **Figura 27** se puede observar cómo han ardido 196 083 ha, siendo las provincias de Ávila (37 424 ha) y Zamora (71 777 ha) las más afectadas debido a la irrupción de los **Grandes Incendios Forestales** (GIF). León, con un número mayor de incendios en este periodo, acumula una superficie quemada de 52 366 ha. En la **Figura 28** se muestra la **distribución de las causas** que han provocado los incendios en Castilla y León, destacando los incendios intencionados (49,4 %) y las negligencias y causas accidentales (32,9 %).

La clasificación de los incendios forestales en generaciones refleja su evolución en cuanto a intensidad, complejidad y contexto. Los **incendios de primera y segunda generación** eran locales y controlables, y estaban asociados a usos agrícolas y fenómenos naturales. Con la acumulación de combustible vegetal y el abandono rural, surgieron los de **tercera generación**, que resultan más dañinos para el medio ambiente. La expansión urbana dio lugar a los de **cuarta generación**, que afectan a zonas de interfaz urbano-forestal. Posteriormente, aparecieron los

de **quinta generación**, vinculados al cambio climático, con alta intensidad y grandes superficies afectadas. Finalmente, los de **sexta generación** son los más extremos, ya que

generan fenómenos atmosféricos propios y causan una gran devastación, por lo que requieren respuestas avanzadas y globales.

En junio de 2022, los **incendios de la Sierra de la Culebra**, clasificados como de sexta generación debido a su extrema intensidad y complejidad, arrasaron más de 60 000 ha y afectaron a 52 localidades de las comarcas de Aliste, La Carballeda, Tábara, Tierra de Alba y Benavente y los Valles, en la provincia de Zamora. Estos incendios, **estrechamente vinculados al cambio global**, fueron desastres naturales de gran magnitud a nivel nacional, con un balance de cuatro víctimas mortales. La formación de pirocúmulos y las condiciones climáticas extremas, combinadas con la acumulación de combustible vegetal, propiciaron una propagación rápida y dificultaron considerablemente las tareas de extinción. En respuesta, se han implementado [planes de recuperación ambiental y socioeconómica](#), con inversiones que superan los 50 M € y un horizonte de ejecución de, al menos, una década. Las acciones incluyen la restauración de hábitats, repoblación forestal, protección de suelos y apoyo a las comunidades locales afectadas, con el objetivo de reconstruir el ecosistema y fortalecer la resiliencia ante futuros incendios.

Según el informe Incendios forestales y restauración de zonas quemadas de la Oficina C (2024), **aunque el número total de incendios en España se mantiene estable, los GIF, aquellos que queman más de 5000 ha, han aumentado debido a la acumulación de biomasa y los efectos del cambio climático**. Esta tendencia es preocupante, ya que estos grandes incendios generan un **impacto devastador** en los ecosistemas, las infraestructuras y la población. El informe subraya la necesidad de **priorizar la prevención sobre la extinción** [18]. En este sentido, las políticas de gestión forestal se han enfocado en la creación de cortafuegos, la gestión de la biomasa forestal, y la promoción de técnicas de silvicultura preventiva para reducir el riesgo de incendios. Asimismo, se ha potenciado el uso de sistemas de seguimiento con tecnología avanzada, como drones y satélites, para detectar incendios en sus fases iniciales. A nivel legislativo, la Junta de Castilla y León ha establecido normativas más estrictas durante las épocas de peligro alto. Además, se han implementado campañas de sensibilización para la población local, destacando la importancia de la prevención.

2.3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROPORCIONADOS POR EL SECTOR FORESTAL

El sector forestal de Castilla y León tiene un papel significativo en la preservación del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático. Las masas forestales de la comunidad actúan como sumideros de carbono, ayudando a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros beneficios. Según el Informe de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero [19], las emisiones netas de CO₂ equivalente para Castilla y León en el año 2022 fueron 14,6 M t de CO₂ al año. A partir del Portal Forestal de Castilla y León obtenemos un crecimiento de nuestros bosques anualmente de 8,1 M m³, que equivale a una fijación aproximada de los bosques anualmente es de aproximadamente 7,43 M t de

CO₂ equivalente, lo que equivale a cerca del 50% de las emisiones totales de la comunidad. Además de su papel en la mitigación del cambio climático, los bosques de la comunidad autónoma son esenciales para la regulación hídrica y la conservación del suelo, actuando como barrera frente a la erosión y protegiendo las cuencas hidrográficas. La biodiversidad que albergan estos ecosistemas también es de gran importancia, con numerosas especies protegidas que dependen de la salud de los bosques.

Los ecosistemas forestales de Castilla y León no solo son fuentes de materias primas como madera o productos no maderables, sino que también proporcionan otros **servicios ecosistémicos** fundamentales para el bienestar humano, la regulación climática, el mantenimiento de la biodiversidad y el desarrollo económico sostenible [20]. La importancia de estos servicios está directamente vinculada a la preservación de los recursos naturales, y es decisiva para la consecución de los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, especialmente los relacionados con la acción por el clima, la conservación de los ecosistemas terrestres y la promoción de una economía circular.

A continuación, se detallan los principales tipos de servicios ecosistémicos, su valoración, la contribución a los ODS y las estrategias necesarias para su preservación y mejora.

2.3.1. Tipos y valoración de los servicios ecosistémicos

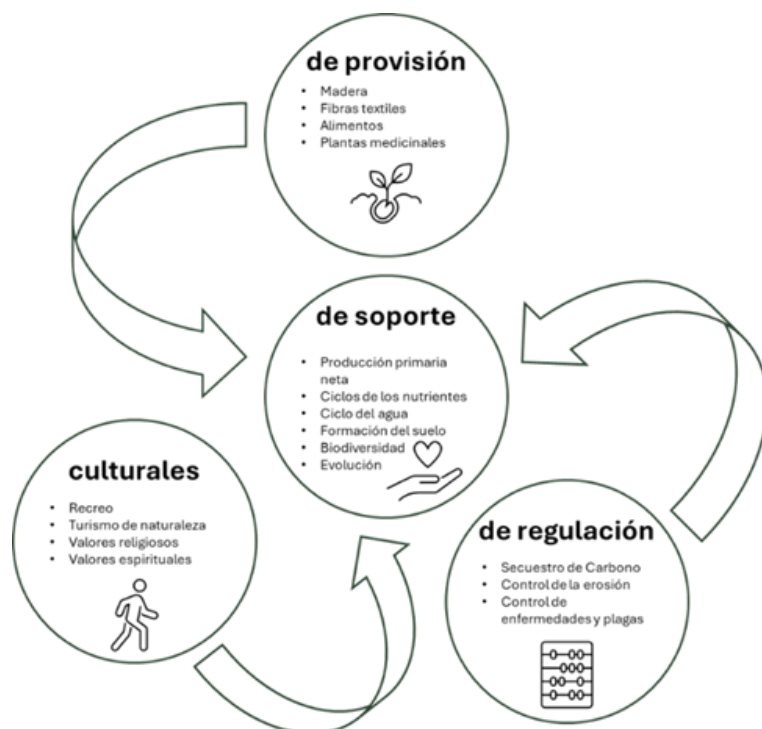


Figura 29. Categorías de los servicios ecosistémicos. Elaboración propia.

Los servicios ecosistémicos pueden agruparse en cuatro categorías: **servicios de provisión, servicios de regulación, servicios culturales y servicios de soporte** (Figura 29). Todos ellos están interconectados y son esenciales para la sostenibilidad de los ecosistemas y el bienestar humano [21].

Los **servicios de provisión** son aquellos relacionados con los bienes tangibles que los ecosistemas proporcionan. En Castilla y León, la provisión de madera sigue siendo uno de los más importantes, con una reserva de aproximadamente

219 M de m³ [11]. A pesar de ello, solo se aprovecha un 36,9 % del crecimiento forestal

anual, muy por debajo del potencial disponible [2,22]. Además, los bosques producen una serie de **productos no maderables**, como resina, piñones y setas, que también son cruciales para la economía local. La producción de resina, especialmente en las provincias de Segovia y Valladolid, es de gran relevancia, tanto por su valor económico como por el empleo que genera en áreas rurales [2,22].

La **micología** también juega un papel fundamental en la comunidad autónoma, con extensos territorios dedicados a la recolección de setas que impulsan el turismo y la economía rural. Cada año, la recogida de setas atrae a miles de turistas, lo que a su vez dinamiza sectores como la gastronomía y el hospedaje rural [2].

Los ecosistemas forestales de Castilla y León cumplen funciones vitales como **servicios de regulación** climática. Los bosques actúan como sumideros de carbono, capturando dióxido de carbono (CO₂) y contribuyendo a la mitigación del cambio climático. El aumento de la capacidad de los bosques para capturar carbono a través de estrategias de reforestación y gestión sostenible es decisivo para reducir las emisiones netas de la comunidad autónoma (Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, 2021; Junta de Castilla y León, 2024d).

Además de la captura de carbono, los bosques regulan los **ciclos hídricos** al actuar como esponjas que absorben el agua de las precipitaciones y la liberan lentamente hacia los ríos y acuíferos. Esta función es esencial para prevenir inundaciones y garantizar un suministro constante de agua, especialmente en un contexto de cambio climático donde los fenómenos meteorológicos extremos son cada vez más frecuentes [24,25].

Los **servicios culturales** abarcan desde **el valor recreativo hasta el valor estético y educativo** de los bosques. El turismo de naturaleza es una fuente importante de ingresos en Castilla y León. Además, los bosques ofrecen oportunidades para actividades recreativas como el senderismo, la observación de aves y la caza, todas ellas con un fuerte vínculo cultural en la comunidad autónoma. Los bosques también sirven como **herramientas de educación ambiental**, ayudando a sensibilizar a las comunidades y visitantes sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas. Iniciativas de educación y divulgación han crecido en los últimos años, promoviendo una mayor comprensión del valor de los ecosistemas y la biodiversidad [26].

Los **servicios de soporte** son fundamentales para mantener el equilibrio de los ecosistemas. Los bosques de Castilla y León soportan una gran biodiversidad, actuando como hábitat para una amplia variedad de especies. La **preservación de la biodiversidad** es vital no solo desde un punto de vista ecológico, sino porque mejora la resiliencia de los ecosistemas ante las perturbaciones, como incendios o plagas [26,27]. Otro servicio de soporte clave es la **conservación y formación del suelo**. Los bosques protegen los suelos contra la erosión, especialmente en áreas montañosas, donde las pendientes pronunciadas hacen que el suelo sea más vulnerable a la degradación [26].

2.3.2. Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El manejo adecuado de los servicios ecosistémicos no solo es beneficioso para el medio ambiente y la sociedad, sino que está intrínsecamente relacionado con el cumplimiento de los **17 Objetivos de Desarrollo Sostenible**, establecidos por UN en 2015 como parte de la **Agenda 2030** [28] siguiendo el criterio del **triple impacto**, que busca que una economía más sostenible y que busca cuidar de los aspectos **económico, social y medioambiental**, de tal forma que **la sostenibilidad solo es posible si además de estar impulsada por la creatividad y la tecnología, tiene el propósito de promover el cuidado a las personas y al medioambiente y, además, generar riqueza**.

El sector forestal de Castilla y León contribuye de forma directa a la consecución de los ODS de la Agenda 2030 de UN en cuanto a **sostenibilidad medioambiental** a través de **dos ODS**.



Los bosques son esenciales para el cumplimiento del **ODS 13 (Acción por el Clima)**, que insta a aplicar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Entre sus metas está fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales; e incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales. La capacidad de los bosques de Castilla y León para actuar como sumideros de carbono y mitigar las emisiones de CO₂ es fundamental para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Las estrategias de reforestación y conservación de los bosques también contribuyen a aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático [25,28,29].



El **ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres)** promueve de forma directa la gestión sostenible de los ecosistemas terrestres y la lucha contra la desertificación, al tiempo que busca detener la pérdida de biodiversidad. Sus metas incluyen asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres; promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques; asegurar la conservación de los ecosistemas montañosos para mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible; y adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales y detener la pérdida de biodiversidad. Castilla y León, con su gran extensión de bosques, tiene un papel fundamental en la consecución de este objetivo. La comunidad autónoma ha implementado varias medidas de conservación de la biodiversidad, incluyendo la creación de áreas protegidas y la promoción de prácticas de gestión forestal sostenible [25].

El sector forestal contribuye de forma directa a la consecución de los ODS de la Agenda 2030 de UN en cuanto a **sostenibilidad económica** a través de **tres ODS**.



Así, los bosques también están vinculados al **ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico)**, al generar empleo a través de actividades relacionadas con la explotación forestal sostenible y el turismo rural. Entre sus metas se

incluye lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación; mejorar progresivamente la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente; y lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor. El desarrollo de la bioeconomía, basada en la producción sostenible de productos forestales no maderables, como la resina o los piñones, es una fuente clave de empleo en las zonas rurales de Castilla y León [22,26].



El **ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura)** pretende construir Infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. Entre sus metas incluye aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores económicos; y apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación. En este sentido, el sector forestal está diseñando y desarrollando herramientas basadas en las Tecnologías de la Información (TIC) para apoyar al sector agrario, mejorando su capacidad tecnológica.



El **ODS 12 (Producción y Consumo Responsables)** busca garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Entre sus metas se encuentra lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales; y alentar a las empresas a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su actividad. En Castilla y León, las prácticas de **gestión forestal sostenible** y la **certificación forestal** aseguran que la explotación de los recursos maderables se realice sin comprometer la capacidad de los ecosistemas para regenerarse [25].

El sector forestal contribuye de forma directa a la consecución de los ODS de la Agenda 2030 de UN en cuanto a **sostenibilidad social** a través de **cinco ODS**.



El **ODS 2 (Hambre Cero)** pretende poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, promover la agricultura sostenible. Sus metas pasan por asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo; mantener la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus correspondientes especies silvestres; aumentar las inversiones en infraestructura rural, investigación y servicios de extensión agrícola, desarrollo tecnológico; y adoptar medidas para asegurar el buen funcionamiento de los mercados de productos básicos alimentarios y sus derivados y facilitar el acceso oportuno a la información sobre los mercados, incluso sobre las reservas de alimentos. El sector forestal incluye ecosistemas en los que la práctica de la ganadería extensiva es esencial para su mantenimiento.



El **ODS 3 (Salud y Bienestar)** busca garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades. Entre sus numerosas metas, se pretende reforzar la capacidad de reducir riesgos y gestionar de los riesgos para la salud. El cuidado de la naturaleza y su diversidad son, hoy en día, una imprescindible protección frente a graves enfermedades (Valladares 2020, The conversation) y es garante de nuestra salud física y mental, por lo que toda ayuda que se preste al mantenimiento del sector forestal repercutirá de forma directa sobre ella.



El **ODS 5 (Igualdad de Género)** trata sobre lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas. Sus diversas metas pasan por asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública; emprender reformas que otorguen a las mujeres igualdad de derechos a los recursos económicos, así como acceso a la propiedad y al control de la tierra y otros tipos de bienes, los servicios financieros, la herencia y los recursos naturales; o mejorar el uso de la tecnología de la información y las comunicaciones para promover el empoderamiento de la mujer. Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres en el sector forestal empodera a las mujeres, especialmente a las rurales, dándoles control sobre los recursos económicos.



El **ODS 10 (Reducción de las Desigualdades)** se centra en reducir la desigualdad. Sus metas incluyen potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas; y garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados. La actividad forestal está considerada como una actividad que exige una alta capacidad de sacrificio. A los inconvenientes asociados a la vida rural, se le une la escasa digitalización del sector, que demanda el desarrollo de herramientas que permitan optimizar las labores propias del trabajo forestal.



Por último, el **ODS 17 (Alianzas para Lograr los Objetivos)** busca fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible. Sus metas hacen hincapié, entre otros aspectos, en fortalecer la movilización de recursos internos; promover el desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y su transferencia, divulgación y difusión; y fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas, esenciales para el fortalecimiento del sector forestal.

2.3.3. Estrategias de preservación y mejora

Para garantizar que los servicios ecosistémicos continúen proporcionando beneficios tanto a la naturaleza como a las personas, es esencial implementar **estrategias de preservación y mejora**.

La **gestión forestal sostenible** es la principal herramienta para asegurar que los recursos forestales se aprovechen de manera responsable a medio y largo plazo. Programas de **certificación forestal** como **PEFC** y **FSC** han demostrado ser efectivos para garantizar que la explotación de madera se realice de manera sostenible, minimizando el impacto sobre los ecosistemas [26].

La **reforestación** es una estrategia clave para **restaurar áreas degradadas** y aumentar la capacidad de los bosques para proporcionar servicios esenciales como la captura de carbono y la regulación hídrica. Castilla y León ha implementado varias iniciativas de reforestación, que han mejorado la calidad del suelo y ayudado a mitigar los efectos del cambio climático [22,26].

El desarrollo de la **bioeconomía circular** en la comunidad autónoma ha sido clave para crear empleos y promover el uso eficiente de los recursos forestales. La bioeconomía fomenta el uso de productos forestales no maderables y otros recursos naturales, generando un ciclo económico que promueve la sostenibilidad [26].

El **uso de tecnologías innovadoras**, como la **teledetección** y el **seguimiento por satélite**, ha mejorado la capacidad de gestionar los bosques de manera eficiente. Estas tecnologías permiten un seguimiento continuo de la salud de los bosques y ayudan a detectar el deterioro forestal temprano, así como la gestión precisa de la reforestación y otras actividades forestales. El uso de estas herramientas está contribuyendo a mejorar la eficiencia de la gestión forestal en Castilla y León, maximizando los beneficios de los servicios ecosistémicos [26].

La implementación de una estrategia de **Infraestructura Verde** en la comunidad autónoma es fundamental para **garantizar la conectividad ecológica entre áreas forestales y otros ecosistemas**. Esta estrategia busca crear redes de áreas naturales y seminaturales que no solo apoyen la biodiversidad, sino que también mejoren la prestación de servicios ecosistémicos a nivel autonómico [22]. La restauración de zonas degradadas y la implementación de estas infraestructuras son clave para garantizar la resiliencia de los ecosistemas y su capacidad de seguir prestando servicios a largo plazo [26].

2.4. CONSERVACIÓN Y GESTIÓN SOSTENIBLE

La conservación y gestión sostenible de los recursos forestales en Castilla y León es una **prioridad estratégica**, dada la gran extensión de su territorio forestal, que abarca

aproximadamente el 54,5 % del total autonómico, y su importancia ecológica y económica. A nivel nacional, el Plan Forestal Español 2022-2032 [30] establece una hoja de ruta para la gestión de los ecosistemas forestales, **integrando la mitigación del cambio climático, la conservación de la biodiversidad y la promoción de la bioeconomía circular** [30,31]. Este enfoque combina la protección de áreas naturales protegidas, la adaptación al cambio global mediante la gestión de los bosques y la conservación de los recursos genéticos forestales, además de impulsar el uso de **Soluciones Basadas en la Naturaleza** (SbN) como herramienta para abordar los retos ambientales y mejorar la resiliencia ecológica y económica.

2.4.1 Áreas protegidas y su estado de conservación en Castilla y León

Las áreas protegidas son fundamentales para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, tanto a nivel local como autonómico. La comunidad autónoma cuenta con una red consolidada de espacios naturales protegidos que incluye **dos Parques Nacionales, dos Parques Regionales, 14 Parques Naturales, cinco Reservas Naturales, nueve Monumentos Naturales** y áreas de la Red Natura 2000, como las **Zonas Especiales de Conservación (ZEC)** y las **Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)**. Esta red cubre aproximadamente el 23% del territorio de la comunidad, situando a Castilla y León entre las comunidades autónomas con mayor porcentaje de superficie protegida en España [31,32].

Los Parques Nacionales son la máxima categoría de protección en el sistema español. En Castilla y León se encuentran **el Parque Nacional de Picos de Europa**, que abarca parte de Castilla y León, Asturias y Cantabria, y el **Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama**, compartido con la Comunidad de Madrid [33].

Castilla y León también cuenta con una amplia red de **Parques Regionales** y de **Parques Naturales**, que, son esenciales para la conservación de ecosistemas singulares y el fomento del desarrollo sostenible de las comunidades locales.

- Los **Parques Regionales de Sierra de Gredos (Ávila)** y **Riaño-Mampodre (León)** destacan por su biodiversidad, ecosistemas de alta montaña y especies emblemáticas como la cabra montés, el oso pardo y el lobo ibérico, siendo claves para la conservación y el desarrollo rural sostenible.
- Los **14 Parques Naturales de Castilla y León** destacan por su biodiversidad y paisajes variados, desde cañones y lagunas glaciares hasta montañas y sabinars. Albergan especies emblemáticas como el águila imperial, el oso pardo, el lobo ibérico y el buitre leonado, siendo esenciales para la conservación, el turismo sostenible y la investigación científica.

Las **Reservas Naturales de Castilla y León** protegen ecosistemas frágiles y especies emblemáticas como la avutarda, el águila imperial ibérica y el acebo. Destacan las Lagunas de Villafáfila en Zamora, el Valle de Iruelas en Ávila, el Acebal de Garagüeta y el Sabinar de

Calatañazor en Soria y las Riberas de Castronuño en Valladolid, esenciales para la biodiversidad y la conectividad ecológica.

Los **Monumentos Naturales de Castilla y León**, como el Lago de la Baña, el Salto del Nervián, Ojo Guareña, Las Médulas y La Fuentona, destacan por su valor geológico, paisajístico y biodiversidad. Son áreas de reducido tamaño que albergan ecosistemas únicos que protegen especies emblemáticas como buitres leonados, truchas y nutrias.

La **Red Natura 2000**, establecida al amparo de la Directiva de Aves y de la Directiva de Hábitats de la Unión Europea [34], tiene como finalidad garantizar el mantenimiento y/o la restauración de los hábitats y especies silvestres en un estado de conservación favorable. Esta red integra áreas designadas como **Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)** y **Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)**, que posteriormente son declaradas **Zonas Especiales de Conservación (ZEC)**. Castilla y León, caracterizada por una gran diversidad de ecosistemas, desempeña un papel fundamental en este esfuerzo, contribuyendo tanto a la protección de especies amenazadas como a la conservación de paisajes únicos, en consonancia con las particularidades económicas, sociales y culturales de la comunidad autónoma [32,35].

La **Figura 30** y la **Figura 31** ilustran la significativa aportación de Castilla y León a la Red Natura 2000, que abarca el 26% del territorio autonómico, representando una proporción considerable de la superficie protegida en España. La comunidad autónoma ha designado **120 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)**, que comprenden 1 890 597 ha, y **70 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)**, que abarcan 1 997 971 ha. En conjunto, y descontando las zonas de solapamiento, Castilla y León contribuye con un total de **2 461 708 ha** a la red. Estos datos destacan la relevancia de Castilla y León en la conservación de la biodiversidad a nivel europeo.

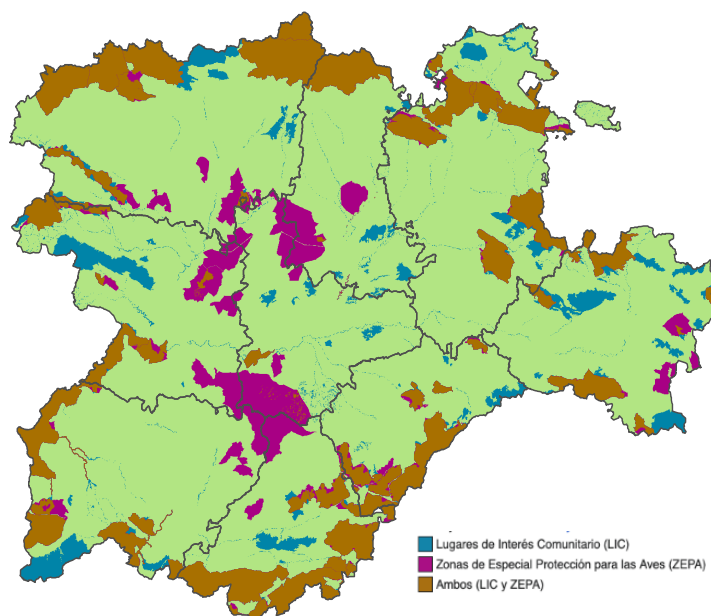


Figura 30. Mapa de espacios incluidos en la Red Natura 2000 de Castilla y León. Fuente: Junta de Castilla y León.

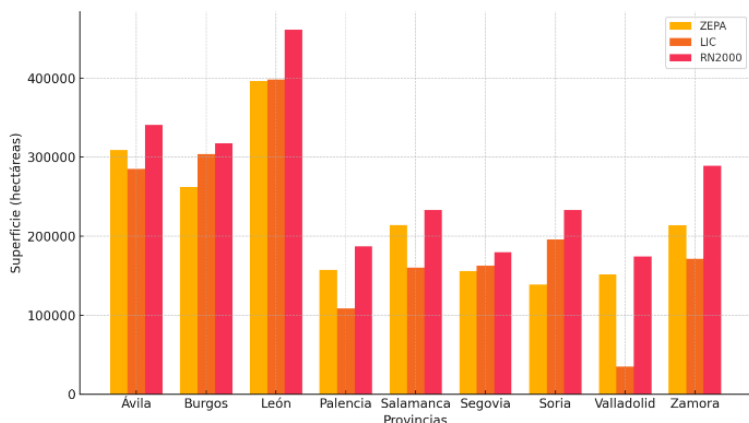


Figura 31. Superficie de espacios incluidos en la Red Natura 2000 de Castilla y León. Fuente: Junta de Castilla y León.

Los espacios protegidos son también esenciales por su relevante rol en la conectividad ecológica de la comunidad autónoma, facilitando el movimiento de especies entre las diferentes áreas protegidas [32,33].

El estado de conservación de estas áreas protegidas enfrenta significativos desafíos que amenazan su integridad. Entre

sus principales problemas destacan:

- **Fragmentación del hábitat:** La expansión de infraestructuras como carreteras y proyectos energéticos compromete la conectividad de los ecosistemas, fragmentando hábitats que son vitales para la supervivencia de especies clave
- **Cambio climático:** Este es un factor que agrava la vulnerabilidad de los ecosistemas protegidos. El cambio en los patrones de precipitación, el aumento de las temperaturas y la mayor incidencia de incendios forestales amenazan con alterar los hábitats y la distribución de especies [36].
- **Actividades humanas:** Las áreas protegidas se ven afectadas por la presión turística, la caza furtiva, la agricultura intensiva y la explotación de recursos naturales, que provocan la degradación de hábitats sensibles [32,33].

El seguimiento del estado de conservación es clave para cumplir con las **Directivas de la UE**, que obligan a los Estados miembros a informar periódicamente sobre el estado de los hábitats y especies [37]. Los indicadores de seguimiento incluyen la extensión de los hábitats, la calidad del hábitat, el tamaño de las poblaciones de especies protegidas y la presión ejercida por las actividades humanas. Las autoridades autonómicas, en colaboración con organismos científicos, realizan seguimientos detallados para evaluar la eficacia de las medidas de conservación. Las herramientas de **teledetección** y los **sistemas de información geográfica (SIG)** son claves en este proceso, permitiendo analizar grandes volúmenes de datos sobre la superficie y estado de los hábitats [37,38].

La restauración de hábitats es una de las estrategias prioritarias para mejorar la resiliencia de los ecosistemas frente a las perturbaciones. El **Plan Forestal de Castilla y León** ha propuesto la restauración de **450 000 ha** de áreas degradadas mediante repoblación forestal y la mejora de otras **500 000 ha** aplicando los principios de la silvicultura adaptativa. Estas acciones son esenciales para reducir los efectos de los incendios forestales y promover la **conservación activa de la biodiversidad**. Asimismo, se han establecido **corredores biológicos** para mejorar la conectividad entre las áreas protegidas, facilitando el flujo genético entre

individuos, aspecto esencial para asegurar la viabilidad a largo plazo de las poblaciones [33,39].

2.4.2. Cambio global y retos ambientales

El **cambio global** constituye una de las principales amenazas para los ecosistemas forestales de Castilla y León, e incluye no solo el **cambio climático**, sino también la **pérdida de biodiversidad**, el **cambio de uso del territorio**, el **abandono rural** y el **aumento de las presiones antropogénicas**. Estos factores están provocando alteraciones significativas en la estructura y el funcionamiento de los bosques de la comunidad autónoma, afectando tanto a la salud de los ecosistemas como a su capacidad para proporcionar servicios esenciales [40].

Las proyecciones climáticas regionalizadas elaboradas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) basadas en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) muestran **cambios significativos en los patrones de temperatura y precipitación para Castilla y León durante el siglo XXI**, especialmente bajo escenarios de altas emisiones (**Figura 32**). Estas proyecciones tienen implicaciones críticas para la sostenibilidad de los ecosistemas forestales de la comunidad autónoma y su capacidad de adaptación frente al cambio climático.

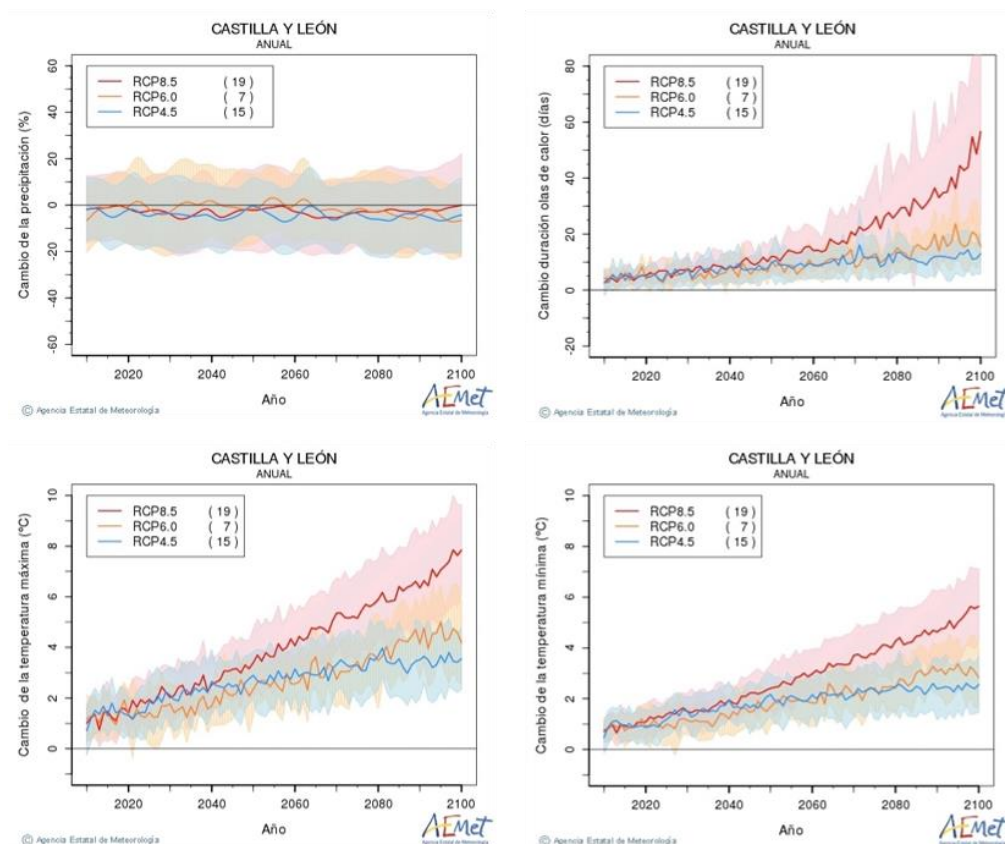


Figura 32. Proyecciones de la variación de la precipitación anual (a), duración de las olas de calor (b), media de temperatura máxima anual (c) y media de temperatura mínima anual para Castilla y León bajo la simulación de diferentes escenarios climáticos AR5-IPCC (RCP8.5, RCP6.0 y RCP4.5).

Para comprender mejor las implicaciones del cambio climático, la AEMET ha desarrollado simulaciones regionalizadas basadas en tres trayectorias representativas de concentración de gases de efecto invernadero (RCP), que incluyen:

- **RCP4.5:** Un escenario intermedio con políticas de mitigación moderada, que prevé aumentos de temperatura limitados a 2 °C – 3 °C.
- **RCP6.0:** Un escenario sin políticas de mitigación significativas, que anticipa aumentos de hasta 4 °C.
- **RCP8.5:** Un escenario de altas emisiones con incrementos de temperatura que podrían superar los 5 °C hacia finales del siglo.

En Castilla y León se prevé un **aumento continuo de las temperaturas medias en todos los escenarios, con un incremento proyectado de entre 2 °C y 5 °C hacia finales del siglo (2081-2100)**, dependiendo del nivel de emisiones. El escenario RCP 8.5, asociado a altas emisiones, anticipa los incrementos más drásticos, con olas de calor más frecuentes y prolongadas que podrían superar los 60 días adicionales al año. Este aumento no solo afecta la productividad de los bosques, sino que también reduce su resiliencia frente a perturbaciones como incendios forestales y plagas. En cuanto a las precipitaciones, las simulaciones sugieren una disminución de hasta un 20 % en las lluvias anuales bajo el escenario RCP 8.5, con un marcado impacto en la distribución estacional. Las sequías más prolongadas y frecuentes podrían agravar el estrés hídrico, especialmente en zonas áridas de Castilla y León. Este cambio en el régimen hídrico afectará gravemente la regeneración de especies forestales sensibles y la disponibilidad de recursos hídricos para los ecosistemas.

Las proyecciones basadas en estos escenarios destacan la **necesidad urgente de implementar medidas de mitigación y adaptación que permitan reducir el impacto del cambio climático en los ecosistemas y las actividades económicas dependientes del sector forestal**. La vegetación mediterránea de Castilla y León, compuesta por especies como el pino, el roble y la encina, será especialmente vulnerable ante el aumento de temperaturas y la reducción de precipitaciones, lo cual afecta tanto la productividad de los bosques como su resiliencia frente a perturbaciones naturales [41]. Los modelos prevén que estas condiciones extremas favorecerán fenómenos como la desertificación, especialmente en las provincias más áridas. Además, el aumento en la intensidad y frecuencia de incendios forestales ya representa un desafío grave: entre 2015 y 2021, más de 180 000 ha fueron destruidas, afectando principalmente a las provincias occidentales de León, Zamora y Salamanca.

Otro de los retos clave que enfrenta la comunidad autónoma es la **desertificación**, particularmente en las zonas más áridas de Castilla y León. La erosión del suelo reduce la capacidad de los ecosistemas para sostener la biodiversidad y mantener los ciclos de nutrientes y agua. La pérdida de cobertura vegetal agrava este problema, reduciendo la capacidad de los suelos para retener agua, lo que incrementa el riesgo de inundaciones y deslizamientos.

Frente a estos desafíos, se están implementando diversas medidas adaptativas en Castilla y León, muchas de ellas en el marco de proyectos europeos de investigación y transferencia,

como el [LIFE Soria ForestAdapt](#), que busca mejorar la resiliencia de los ecosistemas forestales frente al cambio climático. Estas medidas incluyen [42]:

- **Reforestación con especies adaptadas a condiciones más secas:** Se están reforestando áreas degradadas con especies como el pino laricio (*Pinus nigra*) y la encina (*Quercus ilex*), adaptadas a climas más secos. Esto no solo mejorará la estabilidad del suelo, sino que también aumentará la capacidad de los bosques para actuar como sumideros de carbono, ayudando a mitigar el cambio climático.
- **Diversificación de especies forestales:** La diversificación de especies y estructuras forestales en la silvicultura adaptativa es una medida clave para mejorar la resistencia de los bosques frente a fenómenos como sequías prolongadas, incendios y plagas. La diversificación reduce el riesgo de plagas y enfermedades forestales que tienden a proliferar en condiciones de estrés hídrico.
- **Medidas específicas en sectores vulnerables:** En la apicultura se promueve la diversificación floral para asegurar un suministro constante de polen y néctar, la implementación de zonas de sombra para reducir el estrés térmico en las colmenas y la conservación de hábitats ricos en biodiversidad para mejorar la resiliencia de las abejas frente a plagas y enfermedades [43]. Se están instalando sistemas de riego adaptativos en las plantaciones de trufa negra (*Tuber melanosporum*) para mitigar los efectos de la sequía prolongada, y se están promoviendo prácticas silvícolas adaptadas para mejorar la productividad y la calidad de las trufas, además de fomentar el uso de variedades genéticamente adaptadas a condiciones climáticas más secas [44]. En cuanto a la producción de setas, se están implementando sistemas de seguimiento para monitorizar las condiciones meteorológicas y edáficas que influyen en la fructificación de setas como los Boletus y níscalos (*Lactarius deliciosus*), además de proteger los ecosistemas donde se desarrollan estas especies mediante reforestación y restauración de suelos degradados.

2.4.3. Recursos genéticos forestales en Castilla y León

Los recursos genéticos forestales (RGF) son el material hereditario presente en las especies forestales, esencial para la adaptación, la evolución y el mantenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas forestales. Estos recursos comprenden la diversidad genética intraespecífica de especies autóctonas clave como los robles (*Quercus* spp.), los pinos (*Pinus* spp.) y otras especies que juegan un papel fundamental en los ecosistemas de Castilla y León (Comité para la mejora y conservación de recursos genéticos forestales, 2024). En un contexto de cambio climático, pérdida de biodiversidad y aumento de la presión sobre los recursos naturales, la conservación y mejora de los RGF se ha convertido en una prioridad estratégica. El **Plan Forestal Español 2022-2032** destaca la importancia de estos recursos en el contexto de la restauración de ecosistemas y el fortalecimiento de los bosques como sumideros de carbono [30].

La conservación de los RGF en Castilla y León se basa en dos enfoques: *in situ*, protegiendo poblaciones en su entorno natural para su adaptación continua, con reservas genéticas integradas en la Red Nacional y el programa EUFORGEN; y *ex situ*, mediante bancos de germoplasma que almacenan semillas y material genético para reforestación, mejora genética y restauración de ecosistemas ante el cambio climático. Ambos enfoques están respaldados por el Plan Nacional de Conservación de RGF aprobado en 2024 (Comité para la mejora y conservación de recursos genéticos forestales, 2024a).

La **mejora genética forestal** es clave para aumentar la resiliencia de las especies forestales ante el cambio climático y presiones humanas. El Plan Nacional de Mejora Genética Forestal (2024) se centra en especies de alto valor como pinos y robles, priorizando la resistencia a plagas y condiciones extremas mediante selección genética asistida, la conservación de la diversidad genética para mantener la adaptabilidad de los ecosistemas y el uso sostenible en programas de restauración y reforestación.

El marco normativo que sustenta las acciones de conservación y mejora de los recursos genéticos forestales en España está definido por el **Real Decreto 159/2022**, que establece las bases para la protección de los RGF y de la flora silvestre [45]. Además, este decreto prevé la creación de una Red Nacional de Unidades de Conservación Genética y la consolidación del Banco Nacional de Germoplasma Forestal.

A nivel autonómico, el **Plan Forestal de Castilla y León** incorpora estas directrices nacionales, reforzando las políticas de gestión sostenible y la conservación de la biodiversidad. Castilla y León ha alineado sus políticas forestales con el **Programa Europeo de Recursos Genéticos Forestales (EUFORGEN)**, que coordina la conservación genética a nivel paneuropeo [46].

A pesar de los avances, la **conservación de los RGF enfrenta retos** como la erosión genética por fragmentación de hábitats y sobreexplotación, la escasez de estudios genéticos en muchas especies y la necesidad de fortalecer la investigación para garantizar la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático, incluyendo el desarrollo de indicadores para monitorear la diversidad genética [47].

En resumen, la conservación y mejora de los recursos genéticos forestales son esenciales para la sostenibilidad de los ecosistemas forestales en Castilla y León. Las estrategias *in situ* y *ex situ*, junto con la mejora genética, abordan los retos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad, aunque es clave **seguir invirtiendo en investigación, innovación y cooperación internacional para asegurar la resiliencia y funcionalidad futura de los bosques**.

2.4.4. Soluciones basadas en la naturaleza como impulso económico

Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) son **acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar los ecosistemas naturales** y modificados que abordan los desafíos de la sociedad de manera efectiva y adaptativa, **beneficiando simultáneamente a**

las personas y la naturaleza (UICN, 2024). Las SbN representan un **enfoque estratégico en el contexto global** para abordar desafíos ambientales y sociales de manera sostenible.

En particular, Castilla y León tiene una oportunidad significativa de **utilizar las SbN como una herramienta clave para revitalizar su economía rural, mejorar la resiliencia climática y fomentar el empleo en sectores emergentes**, como la bioeconomía y la gestión forestal. Estas soluciones proporcionan múltiples beneficios ambientales, económicos y sociales, contribuyendo al desarrollo sostenible y la adaptación al cambio climático, y están alineadas con los **ODS de la Agenda 2030**, promoviendo un **uso sostenible de los recursos naturales** [30].

Las SbN permiten afrontar diversos desafíos, como la gestión del agua, la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad, al tiempo que generan empleo en áreas rurales y urbanas. Las SbN pueden ayudar a reducir costos a largo plazo frente a soluciones tradicionales, como la construcción de infraestructuras convencionales. Al restaurar ecosistemas naturales, se promueven procesos ecológicos que aportan servicios ecosistémicos esenciales, con un retorno económico positivo [48]. Por ejemplo, la restauración de humedales y la instalación de filtros verdes en Castilla y León no solo mejora la calidad del agua y actúa como sumidero de carbono, sino que también genera **oportunidades económicas para las comunidades locales**, especialmente en sectores como el ecoturismo y la agricultura regenerativa [49].

La puesta en marcha de SbN tiene un fuerte impacto en la creación de empleo, especialmente en sectores relacionados con la **bioeconomía**, que depende de la utilización sostenible de los recursos naturales. En Castilla y León, el sector forestal es una de las actividades más beneficiadas por estas iniciativas, ya que la gestión forestal sostenible y la producción de biomasa no solo promueven la sostenibilidad, sino que también incrementan la demanda de mano de obra cualificada para tareas de reforestación, mantenimiento de áreas protegidas y desarrollo de productos forestales no maderables [50]. La integración de la bioeconomía con las SbN favorece la creación de nuevos nichos de empleo basados en la economía circular, donde los productos derivados de los recursos naturales, como la madera y la resina, se gestionan de manera sostenible. Este enfoque también permite el desarrollo de **nuevas formas de empleo** en sectores como la **energía renovable** y la **biotecnología**, apoyando el desarrollo de zonas rurales afectadas por la despoblación [49].

El impulso económico que ofrecen las SbN **no sería posible sin estrategias de financiación adecuadas**. En Europa, se han desarrollado diversas líneas de financiación para proyectos que integran SbN, tanto a nivel nacional como a través de programas europeos como LIFE y H2020. En Castilla y León, iniciativas como la restauración de acuíferos o la creación de corredores ecológicos han recibido apoyo financiero de estos programas, lo que ha permitido su implementación y expansión [48,51,52]. Además, la integración de modelos de **financiación mixta**, donde fondos públicos y privados colaboran, ha mostrado ser una vía efectiva para maximizar el impacto de las SbN en la economía local. La colaboración entre diferentes actores, desde gobiernos locales hasta inversores privados, permite que las SbN

sean no solo una herramienta de adaptación ambiental, sino también un motor económico con un alto retorno de inversión.

Las SbN ofrecen una **oportunidad única** para Castilla y León de **transformar su economía hacia un modelo más sostenible y resiliente**. La restauración de ecosistemas naturales no solo tiene beneficios ambientales, sino que también impulsa la economía local mediante la creación de empleo y la promoción de la bioeconomía. Para maximizar el impacto de estas soluciones, es fundamental fomentar la **colaboración entre los sectores público y privado**, asegurando una financiación adecuada y sostenible a largo plazo. Las SbN, integradas en las estrategias de desarrollo rural y de adaptación al cambio climático, representan un motor clave para el crecimiento económico y la creación de empleo.

SITUACIÓN ACTUAL DEL EMPLEO EN EL SECTOR FORESTAL DE CASTILLA Y LEÓN

El sector forestal de Castilla y León desempeña un **papel importante en la creación de empleo**, especialmente en áreas rurales despobladas, gracias a **la elevada superficie cubierta por bosques**. Esta riqueza natural supone una ventaja competitiva para la región, aunque plantea retos significativos en términos de gestión sostenible y generación de empleo de calidad. A pesar de su potencial, el empleo en este sector enfrenta desafíos como la fragmentación empresarial, con **predominio de microempresas y pequeñas empresas de ámbito local**, y la **escasa participación de mujeres y jóvenes** en la población activa.

El sector abarca **actividades tradicionales** como la silvicultura y la explotación forestal, así como la transformación de la madera, el papel y los muebles, y **genera empleo directo, estabilidad económica y social en las zonas rurales**. Sin embargo, afronta **dificultades estructurales** como la estacionalidad de algunas actividades, la escasa adopción de tecnologías avanzadas y la necesidad de adaptarse a las demandas de sostenibilidad ambiental.

La distribución del empleo forestal **varía geográficamente**: provincias como León, Soria y Burgos concentran la mayor parte de las actividades forestales, mientras que Valladolid se especializa en la transformación de la madera. Esta concentración responde tanto a las características naturales como económicas de cada provincia, pero plantea retos relacionados con el acceso a recursos, el transporte y las infraestructuras, así como con la formación específica para los trabajadores.

3.1. ESTABLECIMIENTOS ACTUALES EN EL SECTOR FORESTAL

3.1.1. Contexto nacional

Las ocupaciones del sector forestal en Castilla y León abarcan actividades como la silvicultura, la explotación forestal, la industria de la madera, la producción de papel y la fabricación de muebles. Según el INE, en 2022 la comunidad autónoma contaba con **1320 establecimientos en el sector forestal**, de los cuales 1029 se dedicaban específicamente a la industria maderera. A nivel nacional (Figura 33), esto representa una proporción pequeña frente a los 22 994 establecimientos forestales y los 22 051 dedicados a la madera. Comunidades como Cataluña, Andalucía y la Comunidad Valenciana lideran el sector con 3597, 3506 y 2731 establecimientos, respectivamente.

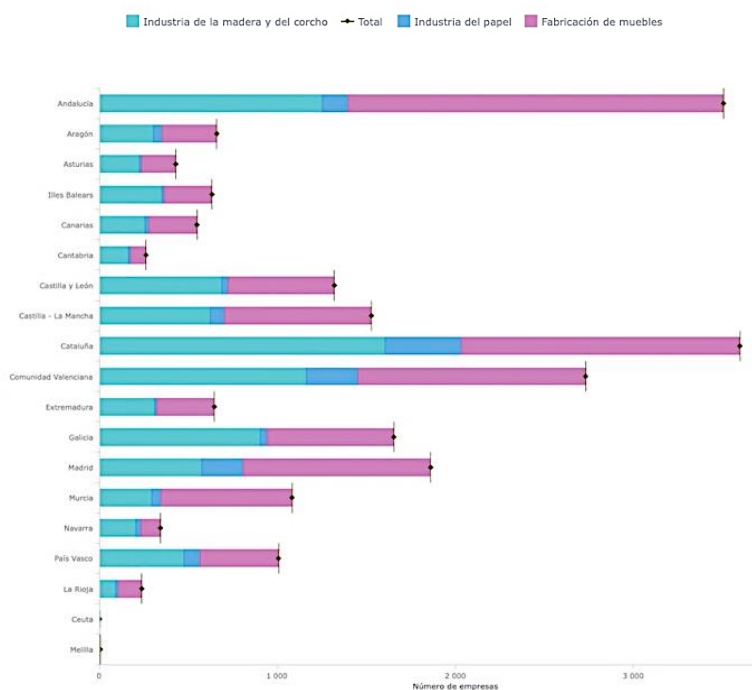


Figura 33. Recuento anual de empresas y locales a nivel autonómico de la industria manufacturera ligada al sector forestal, para el año 2022. Fuente: CNAE- Industria de la madera, Fabricación de muebles e Industria del papel, a partir del Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

En comparación con 2015, el sector ha experimentado una **reducción generalizada** en todas las comunidades, excepto en Andalucía, que incrementó en 95 establecimientos. En Castilla y León, el número de establecimientos pasó de 1571 en 2015 a 1320 en 2022, lo que supone una pérdida de 251 unidades (Figura 34). Este descenso refleja una tendencia de contracción en el sector que afecta tanto a su capacidad de generación de empleo como a su competitividad regional y nacional.

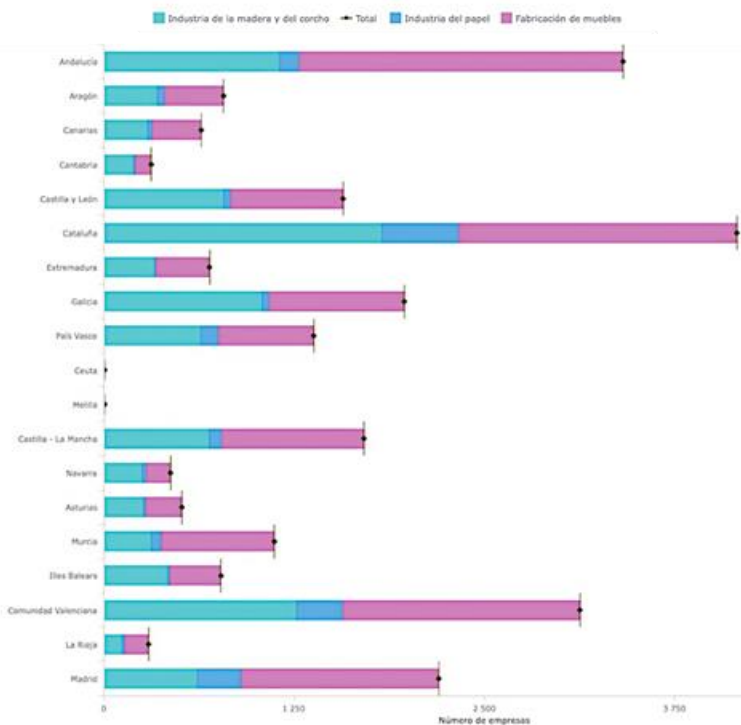


Figura 34. Recuento anual de empresas y locales a nivel autonómico de la industria manufacturera ligada al sector forestal, para el año 2015. Fuente: CNAE- Industria de la madera, Fabricación de muebles e Industria del papel, a partir del Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

3.1.2. Contexto autonómico

El sector forestal de Castilla y León ha experimentado una evolución diferenciada desde 2001 (Figura 35), con un **crecimiento destacado en silvicultura y explotación forestal**, que pasó de 137 establecimientos en 2001 a 343 en 2023, mientras que otras actividades han sufrido descensos significativos. La industria del papel disminuyó de 77 a 40 establecimientos, y la industria de la madera y el corcho, junto con la fabricación de muebles, se redujeron de 842 y 745 establecimientos, respectivamente, a alrededor de 400 cada una.

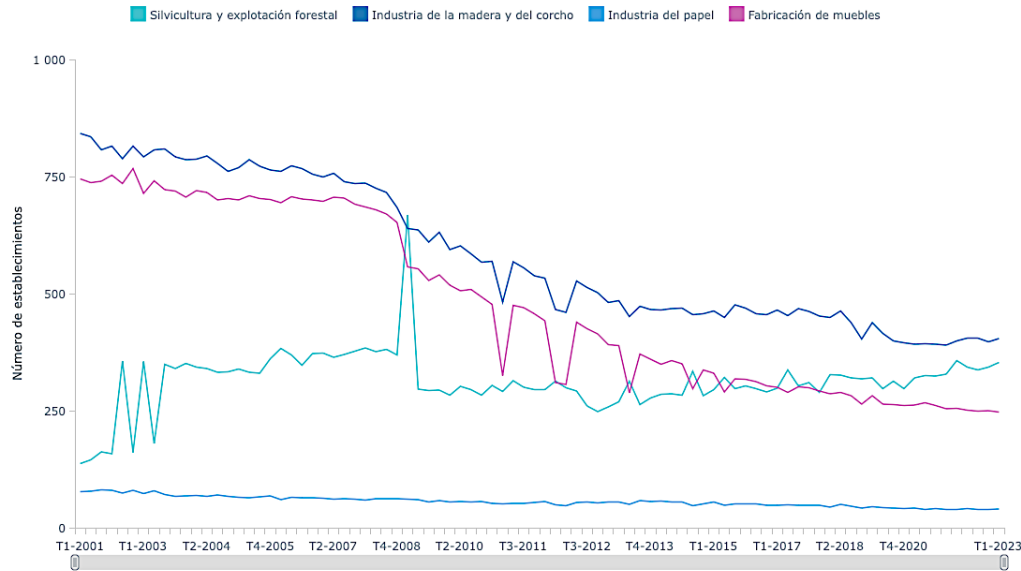


Figura 35. Evolución trimestral del número de establecimientos en activo en las principales actividades ligadas al sector forestal-madera. Para el periodo: 2001 – 2023. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE) , a partir del Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

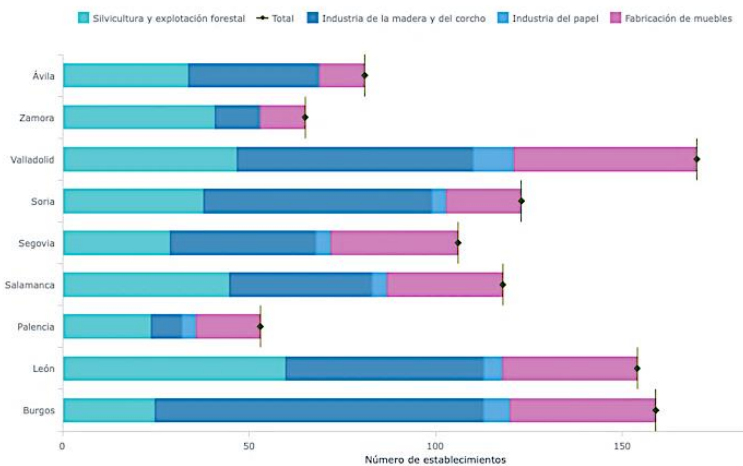


Figura 36. Distribución provincial de los establecimientos en las diferentes actividades asociadas al sector forestal para el año 2022. Fuente: Portal forestal de Castilla y León, 2024.

A nivel provincial (Figura 36), **León y Soria destacan en actividades silvícolas** gracias a sus extensos recursos forestales, que son esenciales para la gestión y el aprovechamiento sostenible. **Valladolid y Burgos destacan en la transformación de la madera**, ya que cuentan con una buena infraestructura y una ubicación estratégica para la distribución y exportación. La producción de papel y cartón, aunque más limitada, tiene potencial de crecimiento

debido al aumento de la demanda de productos reciclados y sostenibles.

El sector se caracteriza por la **predominancia de microempresas** (90 % del total), centradas principalmente en la industria de la madera y los muebles. Estas empresas se enfrentan a desafíos como la falta de inversión en innovación, estabilidad laboral y diversificación hacia áreas emergentes como la bioeconomía. A pesar de estas dificultades, el sector ofrece oportunidades en mercados sostenibles y destaca su importancia en la economía rural y la provisión de materias primas.

3.2. OCUPACIONES ACTUALES Y CARACTERIZACIÓN DEL EMPLEO.

El sector forestal de Castilla y León abarca **actividades fundamentales** como la silvicultura, la industria de la madera, la fabricación de muebles y la producción de papel y cartón, **que sostienen las economías rurales y generan empleo significativo en la comunidad autónoma**. La **silvicultura y la explotación forestal** han experimentado un crecimiento en las últimas décadas, con **353 empresas en 2023**, y son fundamentales para la gestión sostenible de los bosques, aunque enfrentan desafíos como la limitada capacidad de inversión en tecnologías avanzadas.

La **industria de la madera y el corcho**, que desempeña un papel fundamental en el sector, ha disminuido de 842 establecimientos en 2001 a **404 en 2023**, concentrándose principalmente en Valladolid, Soria y Burgos, gracias a su infraestructura de transporte y su acceso a los mercados. Aunque la modernización ha reducido el número de microempresas, este sector sigue siendo un motor de empleo y presenta oportunidades en productos de mayor valor añadido vinculados a la bioeconomía.

La **fabricación de muebles** también ha registrado una disminución de establecimientos, pasando de 745 en 2001 a **247 en 2023**. Predominantemente microempresas, esta industria se centra en la producción de muebles de madera, especialmente en Valladolid y Segovia. Sin embargo, esta industria enfrenta desafíos como la estacionalidad de la demanda y la necesidad de adaptarse a tendencias como el mobiliario sostenible, lo que ofrece oportunidades en la digitalización y modernización.

Por su parte, la **fabricación de papel y cartón**, con **40 establecimientos en 2023**, desempeña un papel estratégico, impulsada por la creciente demanda de productos reciclados y sostenibles. Aunque requiere inversiones considerables en maquinaria avanzada, este sector tiene un alto potencial de crecimiento en la economía circular, especialmente en envases reciclables.

En conjunto, el sector forestal de Castilla y León afronta **desafíos como la fragmentación empresarial y la falta de modernización**, pero también ofrece **oportunidades significativas en mercados sostenibles y de alto valor añadido**, consolidándose como un pilar económico y social en las zonas rurales de la comunidad.

Según el Servicio Público de Empleo Estatal (2023), **el sector forestal en Castilla y León emplea a 11 115 personas**, distribuidas en silvicultura y explotación forestal, industria de la madera y corcho, fabricación de muebles e industria del papel. Aunque el número de establecimientos ha disminuido significativamente desde 2001, el empleo no ha sufrido una reducción tan pronunciada.

La **silvicultura y explotación forestal** ha mostrado un crecimiento sostenido en el empleo desde 2001, alcanzando un máximo en 2009 y manteniéndose al alza. En contraste, la **industria de la madera y el corcho y la fabricación de muebles** han experimentado una caída

notable en el empleo desde 2008, afectadas por la crisis económica y cambios estructurales (Figura 37).

El periodo 2020-2021 presentó un incremento atípico en el número de trabajadores, atribuido a la pandemia de COVID-19 y medidas de apoyo económico, como los ERTes. Este aumento se considera una respuesta temporal y no una tendencia consolidada de crecimiento en el sector.

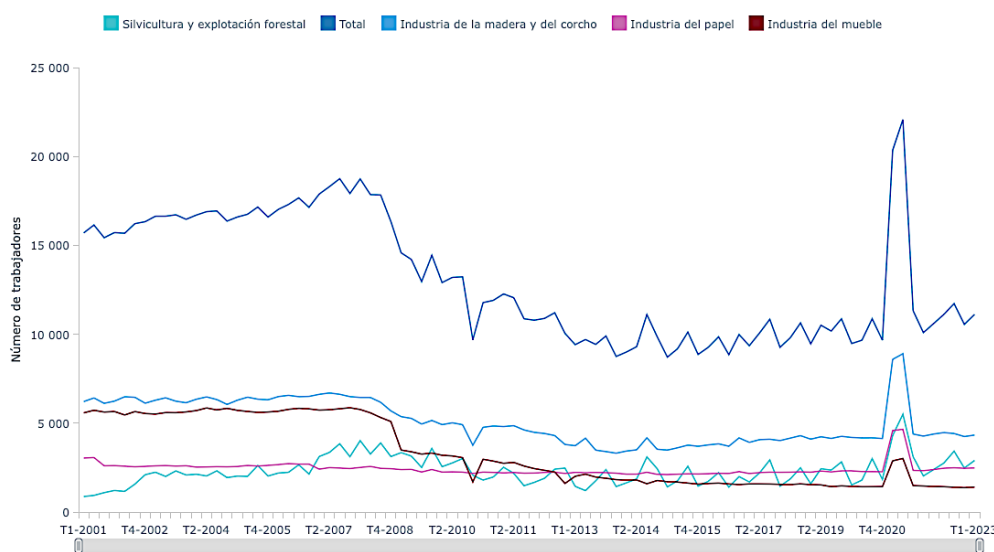


Figura 37. Evolución trimestral del número de personas trabajadoras en el sector forestal por tipo de actividad (Silvicultura y explotación forestal, Industria de la madera y del corcho, Industria del papel e Industria del mueble) para el total de Castilla y León, desde el año 2001. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE).

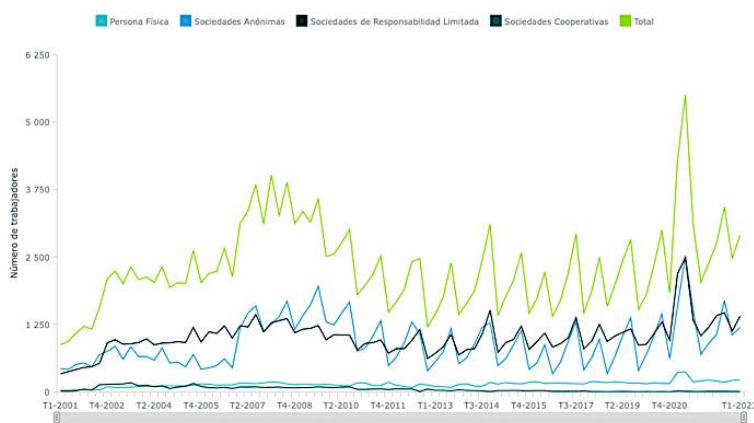


Figura 38. Evolución trimestral, desde el año 2001, del número de personas trabajadoras en Castilla y León, en la actividad Silvicultura y explotación forestal según su forma jurídica. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

La actividad de silvicultura y explotación forestal en Castilla y León, según la evolución trimestral del empleo entre 2001 y 2023 (Figura 38), está dominada por sociedades de responsabilidad limitada (SRL) y sociedades anónimas (SA), que concentran la mayoría de los puestos de trabajo. Estas formas jurídicas, al ofrecer mayor estabilidad laboral y facilitar la contratación, contribuyen a la sostenibilidad del empleo en el sector. Por otro lado, las

personas trabajadoras autónomas (personas físicas) y las sociedades cooperativas (SCoop) representan una parte menor del empleo en esta actividad, aunque han mantenido su estabilidad a lo largo del tiempo. Su participación, probablemente en nichos especializados

o de menor escala, refleja la adaptabilidad del sector forestal, donde coexisten distintas formas jurídicas y estructuras empresariales consolidadas.

La industria de la madera y el corcho en Castilla y León, entre 2001 y 2023 (Figura 39), se caracteriza por la **predominancia de las SRL y las SA** como principales generadoras de empleo. Estas formas jurídicas reflejan una estructura empresarial formalizada y consolidada, esencial en un sector que requiere inversiones considerables en infraestructura y tecnología especializada para competir en el mercado. Durante este período, el empleo en estas empresas ha disminuido progresivamente, lo que evidencia un proceso de consolidación empresarial. Este cambio, impulsado por la modernización y la tecnificación, ha favorecido a empresas más grandes y eficientes que han absorbido cuotas de mercado previamente ocupadas por microempresas menos competitivas. Esta transición reduce la dependencia de la mano de obra intensiva y adapta el sector a las exigencias de sostenibilidad y competitividad. La participación de personas físicas y SCoop es menor, pero estable, y cubre nichos especializados como la carpintería artesanal o la producción personalizada. Las cooperativas, aunque son pocas, desempeñan un papel social relevante en las comunidades rurales, ya que refuerzan la cohesión y gestionan los recursos locales.

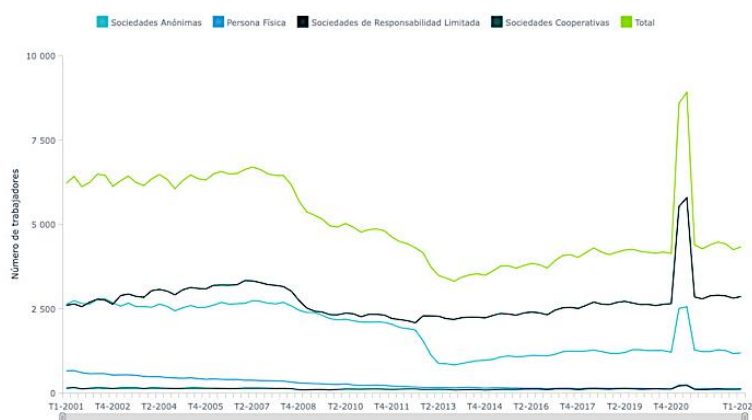


Figura 39. Evolución trimestral, desde el año 2001, del número de personas trabajadoras en Castilla y León, en la actividad Industria de la madera y el corcho según su forma jurídica. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

La industria del papel en Castilla y León está **dominada por SRL y SA** entre 2001 y 2023 (Figura 40), lo que refleja la necesidad de estabilidad y capacidad financiera que exige este sector tecnificado. Las SRL han mantenido un empleo constante, mientras que las SA han experimentado fluctuaciones vinculadas a reorganizaciones empresariales y avances tecnológicos. En contraste, la participación de autónomos y

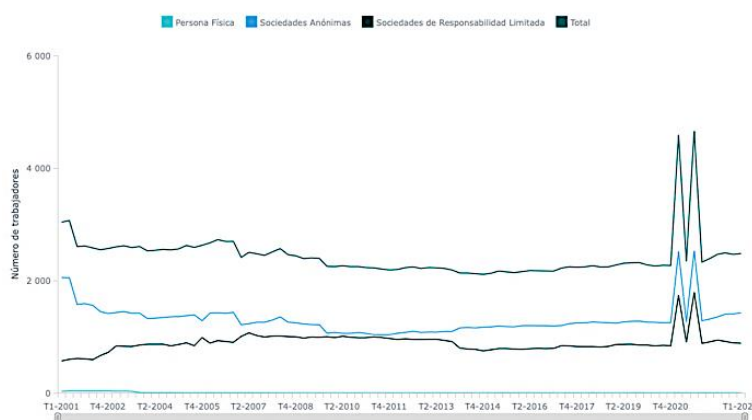


Figura 40. Evolución trimestral, desde el año 2001, del número de personas trabajadoras en Castilla y León, en la actividad Industria del papel según su forma jurídica. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

SCoop es muy limitada, ya que la producción de pulpa y papel requiere instalaciones de gran escala y alta especialización, poco accesibles para microempresas o actividades de menor envergadura. Este panorama evidencia que la industria del papel está liderada por grandes empresas formalizadas, capaces de responder a las demandas de un mercado competitivo y de sostener empleos cualificados y estables, consolidándose como un sector estratégico en la economía regional.

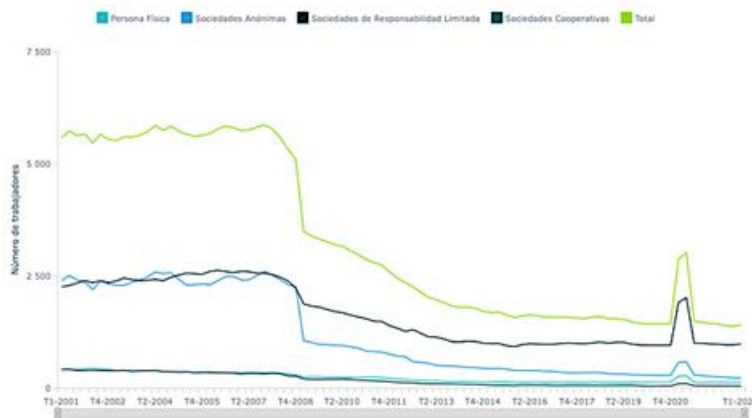


Figura 41. Evolución trimestral, desde el año 2001, del número de personas trabajadoras en Castilla y León, en la actividad Fabricación de muebles según su forma jurídica.

Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

La industria de fabricación de muebles de Castilla y León muestra una estructura diversificada en términos de formas jurídicas entre 2001 y 2023 (Figura 41). Aunque predominan las SRL y las SA, su concentración es menor que en otros subsectores, debido a la abundancia de microempresas y talleres artesanales que operan a nivel local y tienen menores necesidades de inversión en capital. El empleo en SRL y SA ha disminuido con el tiempo, lo que

refleja una consolidación del sector y una transición hacia empresas más grandes que buscan responder a los cambios del mercado, como la creciente demanda de muebles sostenibles. Los trabajadores autónomos y las cooperativas han mantenido su estabilidad, destacando en nichos especializados, como la producción de muebles personalizados, donde la flexibilidad y la atención a las preferencias locales son esenciales. Esta estructura de empleo evidencia la coexistencia de distintos modelos productivos: por un lado, microempresas que aportan adaptabilidad y personalización, y, por otro, empresas mayores que garantizan eficiencia y capacidad de producción en el mercado de masas. Esta combinación permite a la industria responder tanto a la demanda de consumo masivo como a la de productos únicos y personalizados, lo que refleja su versatilidad y capacidad de adaptación.

El análisis del desempleo en el sector forestal de Castilla y León desde 2013 muestra variaciones significativas entre los diferentes grupos de edad:

- **Jóvenes de 16 a 19 años**

(Figura 42): este grupo tiene el menor nivel de desempleo, debido a su baja participación laboral inicial. Las industrias de la madera y el corcho y la fabricación de muebles concentran la mayoría de los desempleados jóvenes, debido a la falta de formación técnica o experiencia requerida en estas actividades. La industria del papel presenta niveles de desempleo casi nulos en este rango de edad, ya que sus puestos suelen ser ocupados por personas con mayor experiencia.

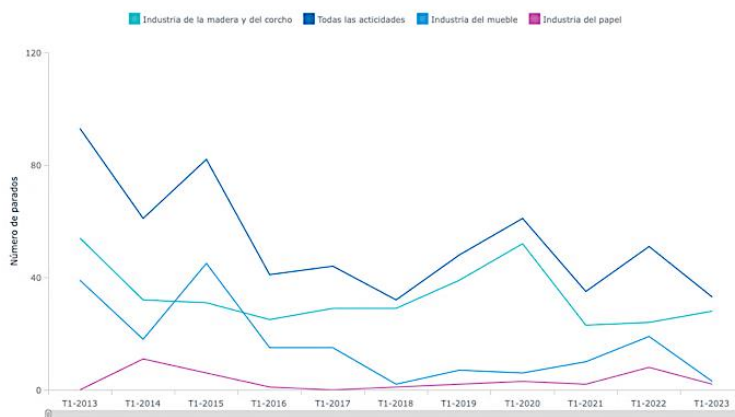


Figura 42. Evolución trimestral del número de desempleados, en Castilla y León, en el sector forestal para el rango de edad 16-19 años en las distintas actividades (silvicultura y explotación forestal, industria de la madera y del corcho, industria del papel e industria del mueble) desde 2013. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

- **Jóvenes de 20 a 24 años**

(Figura 43): se observa un incremento en el desempleo respecto al grupo más joven, debido a su incorporación al mercado laboral tras finalizar estudios técnicos o profesionales. Las industrias de la madera y el mueble continúan mostrando mayores niveles de desempleo, aunque con una ligera tendencia a la baja en los últimos años, lo que podría indicar una mejora de las oportunidades de inserción laboral.

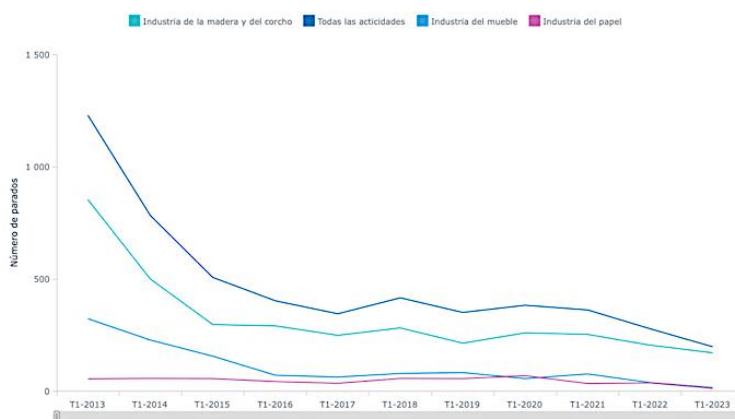


Figura 43. Evolución trimestral del número de desempleados, en Castilla y León, en el sector forestal para el rango de edad 20-24 años en las distintas actividades (silvicultura y explotación forestal, industria de la madera y del corcho, industria del papel e industria del mueble) desde 2013. fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

- **Adultos de 25 a 54 años** (Figura 44): este grupo, el más activo laboralmente, concentra los mayores niveles absolutos de desempleo debido a su amplitud. A pesar de ello, el desempleo ha mostrado una tendencia decreciente, especialmente en actividades de silvicultura y explotación forestal, donde se valora la experiencia. La estacionalidad de las actividades forestales provoca fluctuaciones en los niveles de desempleo.

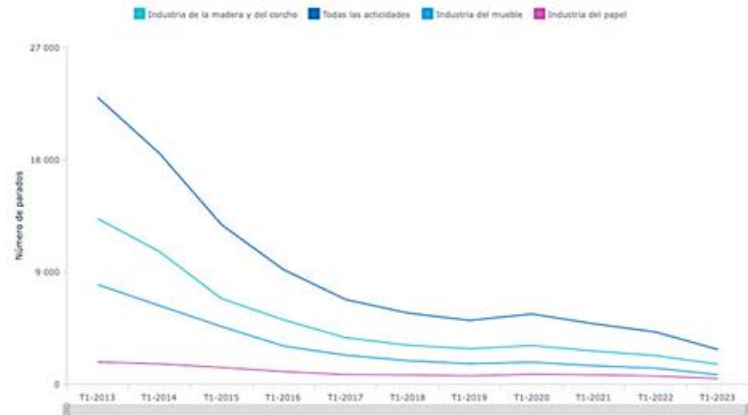


Figura 44. Evolución trimestral del número de desempleados, en Castilla y León, en el sector forestal para el rango de edad 25-54 años en las distintas actividades (Silvicultura y explotación forestal, Industria de la madera y del corcho, Industria del papel e Industria del mueble) desde 2013. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

- **Mayores de 55 años** (Figura 45): este grupo muestra una disminución progresiva del desempleo, aunque a un ritmo más lento. Las dificultades para reincorporarse al mercado laboral, especialmente en industrias como la madera y el mueble, están asociadas a barreras como la falta de adaptabilidad a tecnologías modernas. Sin embargo, la tendencia descendente refleja mejoras en la retención laboral, posiblemente gracias a políticas que prolongan la vida laboral o a la necesidad de preservar la experiencia acumulada.

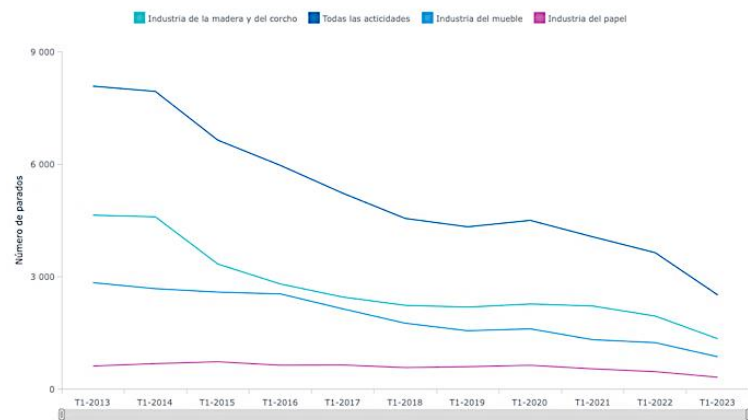


Figura 45. Evolución trimestral del número de desempleados, en Castilla y León, en el sector forestal para el rango de edad 55 o más, en las distintas actividades (Silvicultura y explotación forestal, Industria de la madera y del corcho, Industria del papel e Industria del mueble) desde 2013. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

En conjunto, el desempleo en el sector forestal refleja retos relacionados con la renovación generacional, la formación técnica y la estacionalidad, aunque se han producido mejoras recientes en algunos segmentos de edad y actividades.

Entre 2013 y 2023, la brecha de género en el desempleo del sector forestal de Castilla y León ha sido constante (Figura 46), con una mayoría de hombres desempleados debido a la presencia tradicionalmente mayoritaria de hombres en actividades forestales. Este patrón refleja una menor participación femenina en el sector y pone de manifiesto la necesidad de implementar políticas de inclusión de género, especialmente en áreas como la silvicultura y la transformación de productos forestales.

A lo largo del mismo periodo, la demanda de empleo ha mostrado una tendencia decreciente para ambos géneros (Figura 47), especialmente entre 2013 y 2017, tras los picos de desempleo derivados de la crisis económica. Aunque el descenso continúa de manera más leve después de 2018, se observan fluctuaciones influenciadas por factores como la estacionalidad del empleo y el impacto de circunstancias externas, como la pandemia en 2020-2021.

La brecha de género en la demanda de empleo y el desempleo pone de manifiesto las barreras con las que se encuentran las mujeres para integrarse en el sector, a pesar de su interés por participar. Este desequilibrio subraya la necesidad de fomentar la formación y la inclusión de las mujeres en actividades forestales, así como de estabilizar el mercado laboral para reducir la estacionalidad y garantizar empleos más sostenibles. Aunque el empleo forestal ha mostrado una recuperación progresiva, la paridad de género y la estabilidad laboral siguen siendo retos prioritarios para el sector en Castilla y León.

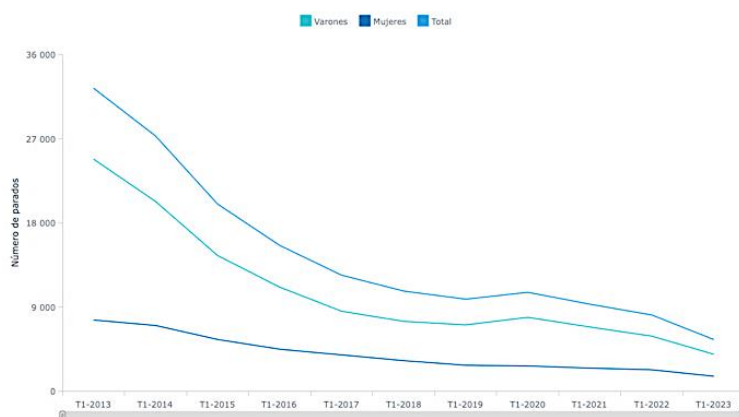


Figura 46. Evolución trimestral del número de desempleados en el sector forestal según el género para todas las actividades del sector forestal (silvicultura y explotación forestal, industria de la madera y del corcho, industria del papel e industria del mueble) desde 2013. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

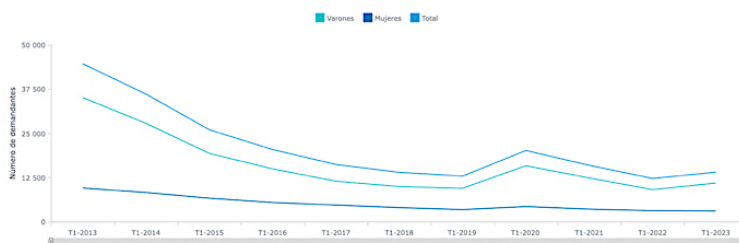


Figura 47. Evolución trimestral del número de demandantes de empleo en el sector forestal según el género para todas las actividades del sector forestal (silvicultura y explotación forestal, industria de la madera y del corcho, industria del papel e industria del mueble) desde 2013. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

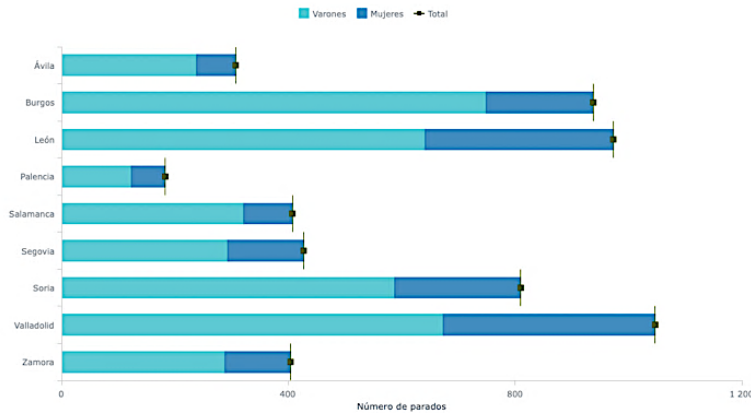


Figura 48. Desempleo en el sector forestal por género y provincia para el año 2023. (Número de desempleados). Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

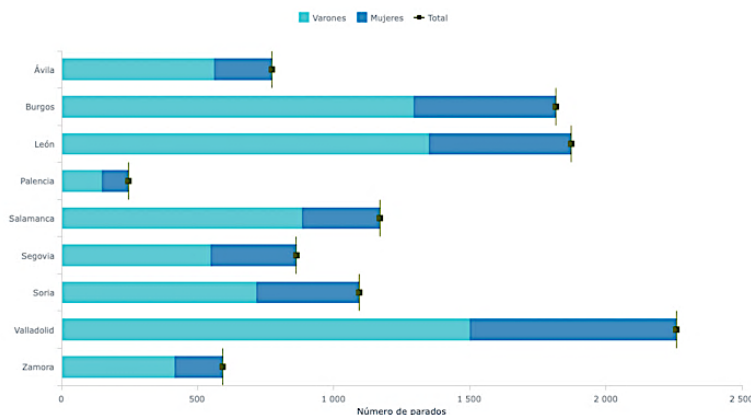


Figura 49. Desempleo en el sector forestal por género y provincia para el año 2018. (Número de desempleados). Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

En 2023, Valladolid, León y Soria concentran el mayor número de desempleados en el sector forestal de Castilla y León (Figura 48). En estas provincias se observa una brecha de género significativa, con más hombres desempleados que mujeres, lo que refleja una mayor participación masculina en las actividades forestales. Valladolid destaca especialmente por esta disparidad, lo que sugiere una presencia mayoritaria de hombres en las actividades del sector y una escasa incorporación de mujeres. Al comparar con 2018 (Figura 49), se observa que los niveles de desempleo eran más altos, lo que refleja una menor recuperación económica en ese momento. Sin embargo, la distribución por género y provincia muestra patrones similares a los de 2023, con una mayor incidencia del desempleo entre los hombres. Este patrón

estructural, con baja participación femenina en el sector, subraya la **necesidad de implementar estrategias específicas para diversificar la fuerza laboral e incentivar la inclusión de mujeres en actividades forestales**, lo que contribuiría a lograr una mayor equidad y sostenibilidad laborales a nivel provincial y regional.

En 2023, el sector forestal de Castilla y León registra 5496 personas desempleadas, con una marcada concentración en las franjas de edad de 25 a 54 años (2760 personas, el 50 % del total) y mayores de 55 años (2506 personas, el 45 %), que entre ambas representan el 95 % del desempleo (Figura 50). A nivel provincial, Valladolid lidera la lista con 1047 desempleados, seguida de León (973), Burgos (938) y Soria (810), mientras que Palencia y Zamora presentan las cifras más bajas (183 y 404, respectivamente). Los jóvenes de 20 a 24 años suman 197 desempleados en toda la región, mientras que la franja de 16 a 19 años solo registra 33 personas desempleadas, lo que refleja una baja participación juvenil en el sector.

En 2018, el desempleo alcanzaba los 10 686 desempleados, casi el doble que en 2023, con las franjas de 25 a 54 años y mayores de 55 años concentrando el 96 % del total (5692 y 4547 personas, respectivamente) (Figura 51). Valladolid encabezaba la lista con 2259 personas desempleadas, seguida de León (1873) y Burgos (1816). El desempleo juvenil era mayor que en 2023, con 415 personas en la franja de 20 a 24 años y 32 en el grupo de 16 a 19 años. La comparación entre ambos años evidencia **una mejora significativa en el empleo del sector forestal**, aunque persisten desafíos, como la elevada concentración del desempleo en provincias con mayor actividad forestal y en grupos de edad avanzada, así como la baja participación de los jóvenes en el mercado laboral forestal.

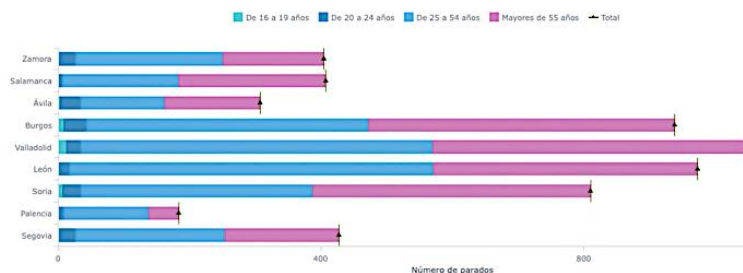


Figura 50. Distribución provincial del número de desempleados en el año 2023 en el sector forestal según rango de edad (16-19 años, 20-24 años, 25-54 años y >55 años) para el total de actividad forestal. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

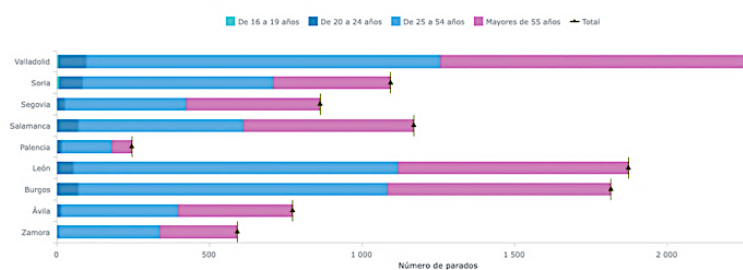


Figura 51. Distribución provincial del número de desempleados en el año 2028 en el sector forestal según el rango de edad (16-19 años, 20-24 años, 25-54 años y >55 años) para el total de actividad forestal. Fuente: Tesorería General de la Seguridad Social y Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), 2024.

3.3. CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR FORESTAL DE CASTILLA Y LEÓN AL PRODUCTO INTERIOR BRUTO (PIB).

En 2019, el sector forestal-madera contribuyó con un 2,75 % al PIB de Castilla y León, lo que refleja un crecimiento sostenido respecto al 2,40 % registrado en 2015, según datos del INE (Tabla 1). Este aumento pone de manifiesto la importancia económica del sector, que generó un valor de producción de 1644 M €, consolidándose como un pilar clave en la economía

regional gracias a la extensión y calidad de los recursos forestales [11]. La industria de la madera y el corcho impulsó gran parte de este crecimiento, aumentando su participación en el PIB del 0,96 % en 2015 al 1,22 % en 2019. La industria del papel también creció, pasando del 1,26 % al 1,36 % en el mismo período, mientras que la industria del mueble mostró un ligero retroceso, con una contribución del 0,19 % en 2015 que disminuyó al 0,17 % en 2019, aunque sigue siendo relevante dentro del sector. Este incremento refleja la resiliencia del sector ante cambios económicos, el impacto positivo de políticas de sostenibilidad y el crecimiento de la demanda de productos derivados de la madera y el papel, lo que **posiciona al sector forestal como un componente estratégico en la economía de Castilla y León**.

Tabla 1. Evolución de la contribución del sector forestal-madera por actividades (incluyendo industria de la madera y el corcho, industria del papel e industria del mueble) al Producto Interior Bruto (%) de Castilla y León. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2019.

% de contribución de cada actividad al PIB de Castilla y León				
Año	Industria de la Madera y el corcho	Industria del papel	Industria del mueble	TOTAL
2015	0,961	1,258	0,186	2,405
2016	0,989	1,315	0,180	2,484
2017	1,115	1,324	0,158	2,597
2018	1,232	1,305	0,154	2,690
2019	1,217	1,362	0,172	2,750

Entre 2015 y 2019, **el sector forestal-madera incrementó su relevancia dentro del conjunto de la economía de los sectores de Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca**, al pasar de representar el 54 % de su PIB al 65 % (Tabla 2). Este crecimiento refleja un aumento de la productividad y la demanda de productos forestales, especialmente en la industria del papel, cuya participación subió del 28 % al 32 % en el mismo período. La industria de la madera y el corcho también experimentó una notable recuperación, aumentando del 22 % en 2015 al 29 % en 2019, a pesar de algunas fluctuaciones intermedias. Por su parte, la industria del mueble, aunque de menor peso, mantuvo una contribución estable, impulsada por la constante demanda de productos de mobiliario y decoración. Estos datos ponen de manifiesto **la fortaleza del sector forestal-madera dentro de este conjunto económico**, que consolida su papel estratégico y su capacidad para adaptarse a las demandas del mercado local y nacional.

A nivel nacional, Castilla y León destaca en el sector forestal, aunque su producción total es menor en comparación con comunidades como Cataluña, la Comunidad Valenciana o Madrid (Figura 52). En 2019, Cataluña lideró la producción en la industria del papel con 7160 M €, frente a los 1644 M € registrados por Castilla y León. En la industria del mueble, la Comunidad Valenciana (4238 M €) y Madrid (3367 M €) superaron significativamente a Castilla y León. Sin embargo, en la industria de la madera y el corcho, Castilla y León sobresale con una producción de 727 M €, superando a regiones como Andalucía, Cataluña y la Comunidad Valenciana. Este liderazgo refleja **la especialización de Castilla y León en**

actividades relacionadas con sus recursos forestales y su gestión sostenible, en contraste con otras comunidades que dominan sectores como el papel o el mueble, más orientados a la transformación y la comercialización.

Tabla 2. Evolución de la contribución del sector forestal-madera por actividades (incluyendo Industrial de la madera y el corcho, industria del papel e industria del mueble) al Producto Interior Bruto (%) del sector agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2019.

% de contribución de cada actividad al PIB de Castilla y León				
Año	Industria de la Madera y el corcho	Industria del papel	Industria del mueble	TOTAL
2015	21,672	28,356	4,191	54,219
2016	19,848	26,393	3,606	49,847
2017	33,743	40,053	4,782	78,578
2018	25,256	26,744	3,149	55,150
2019	28,868	32,304	4,073	65,245

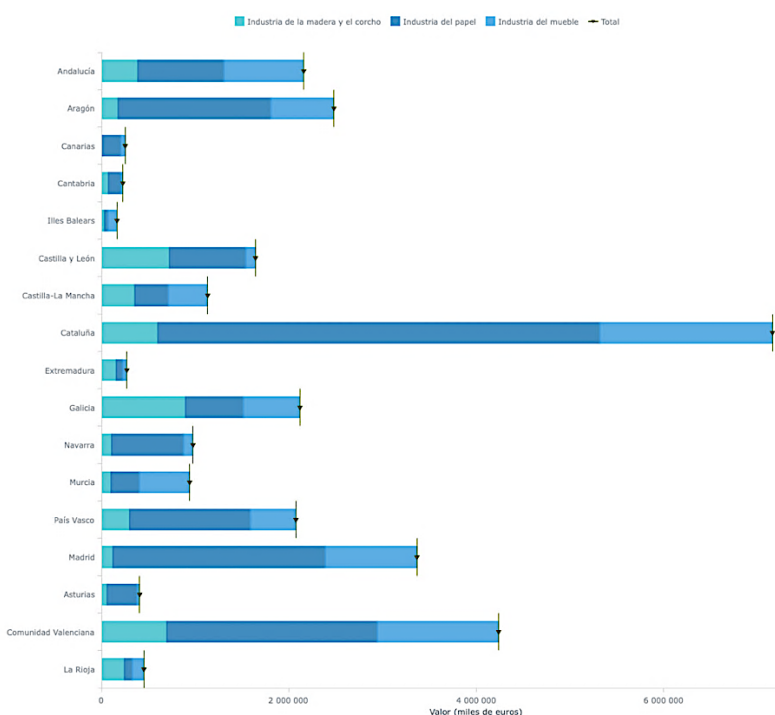


Figura 52. Valor de la producción del sector forestal – madera, en miles de € corrientes en cada Comunidad Autónoma para el año 2019. Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2019.

3.3.1. Importaciones-exportaciones y balanza comercial

En 2020, el sector forestal-madera de Castilla y León presentó un balance comercial positivo, con exportaciones que superaron a las importaciones, valoradas en 252 381 M €, según la [Base de Datos de Comercio Exterior de la Junta de Castilla y León](#). La madera aserrada fue

protagonista tanto en las importaciones, con 88 657 M €, como en las exportaciones, con 98 983 M €, lo que refleja su relevancia en los sectores de la construcción y la fabricación de muebles. Los productos secundarios de madera, con 99 952 M € en exportaciones, lideraron el comercio exterior del sector, lo que subraya la competitividad de Castilla y León en productos manufacturados de madera. Estos datos evidencian **la importancia del sector forestal-madera para la economía autonómica**, especialmente en el contexto internacional, donde existe una alta demanda de productos derivados de la madera y el papel.

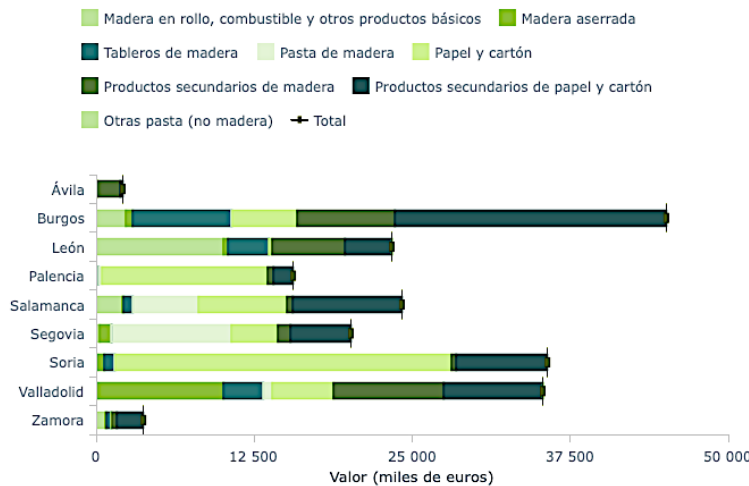


Figura 53. Importaciones del sector forestal - madera por grupo de productos y provincia. (miles de €) para el año 2020.
Fuente: Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2024.

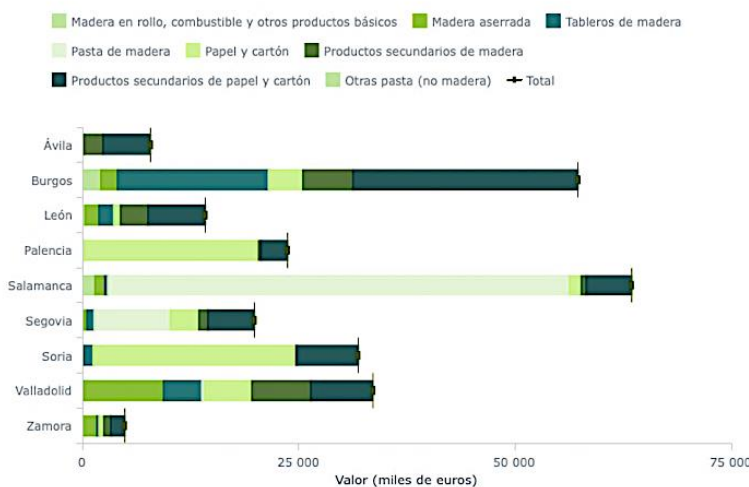


Figura 54. Importaciones del sector forestal - madera por grupo de productos y provincia. (miles de €) para el año 2015.
Fuente: Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2024.

Centrándonos primero en las importaciones, la **Figura 53** muestra cómo se distribuyen las importaciones en 2020 por tipo de producto y por provincia dentro del sector forestal-madera en Castilla y León. La **madera en rollo, combustibles y otros productos básicos**, junto con los **productos secundarios de papel y cartón**, representan las categorías más importadas en términos de valor. Estas categorías son esenciales para alimentar tanto la industria de producción de papel como la de productos derivados de la madera en la comunidad autónoma. De forma destacada, en 2020, la provincia de **Burgos** lideró en importaciones, con un total de **59 155 M €**, distribuidos principalmente entre **productos secundarios de papel y cartón** y **tableros de madera**. Estos valores sugieren una concentración de actividades industriales relacionadas con la madera y el papel en estas provincias, lo cual podría estar asociado a su infraestructura industrial y su cercanía a rutas logísticas.

Entre 2015 y 2020, las importaciones del sector forestal-madera en Castilla y León experimentaron cambios significativos en su estructura y distribución provincial (Figura 53 y Figura 54). En 2015, Burgos lideraba las importaciones con 57 279 M €, aunque su proporción se redujo en 2020, mientras que Salamanca registró una notable caída de 64 287 M € en 2015 a 24 182 M € en 2020. Este descenso podría deberse a cambios en la demanda de productos específicos o a una mayor capacidad local para satisfacer la demanda interna. En cuanto a categorías, las importaciones de madera en rollo y productos básicos disminuyeron ligeramente en varias provincias, mientras que las importaciones de productos secundarios de papel y cartón aumentaron, lo que refleja el crecimiento de la industria del reciclaje y procesamiento de papel en Castilla y León. Burgos se mantuvo como un importador diversificado, con importaciones destacadas de madera en rollo, tableros y productos secundarios de papel, mientras que Segovia y Valladolid concentraron sus importaciones en productos secundarios de papel y cartón. Estos cambios muestran una **evolución hacia productos de mayor valor añadido y una reestructuración de las dinámicas de importación entre las provincias**, lo que evidencia el impacto de tendencias económicas y del fortalecimiento de industrias locales, como la del reciclaje de papel y cartón.

En 2020, Soria lideró las exportaciones del sector forestal-madera en Castilla y León con 93 394 M €, gracias principalmente a los productos secundarios de madera (81 352 M €), consolidando su ventaja competitiva (Figura 55). Burgos y León destacan por las exportaciones de tableros de madera, con 34 042 y 37 287 M €, respectivamente, mientras que Palencia sobresale en productos de papel y cartón, con 45 412 M €. Al comparar con 2015, se observan cambios

notables en el perfil exportador (Figura 56). Soria y Burgos seguían liderando en ese año, con exportaciones de 81 684 y 67 797 M €, respectivamente. León experimentó el mayor crecimiento, al pasar de 27 056 M € en 2015 a 38 741 M € en 2020. Palencia, por su parte, mantuvo estables sus exportaciones, con una fuerte concentración en productos secundarios de pasta y papel. Estos datos reflejan el dinamismo de las exportaciones del sector, con un incremento notable en provincias como León y la consolidación de Soria como líder exportador, mientras que otras, como Palencia, mantienen su posición en mercados específicos. Este panorama evidencia la diversificación del sector forestal-madera en Castilla y León y su capacidad de adaptarse a las demandas del mercado internacional.

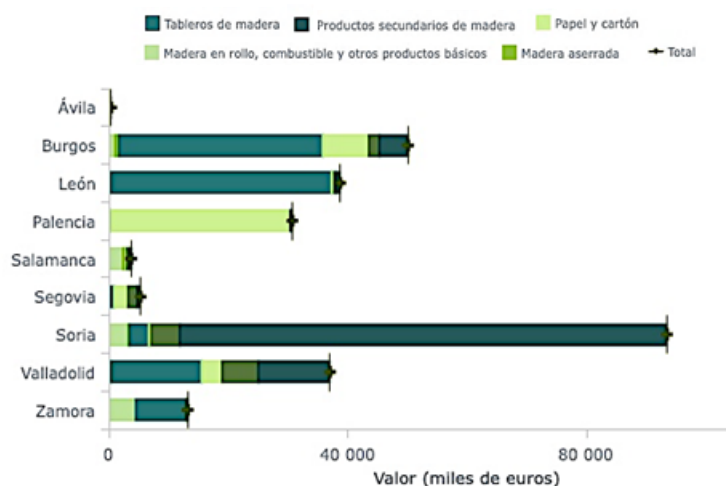


Figura 55. Exportaciones del sector forestal - madera por grupo de productos y provincia. (miles de €) para el año 2020.
Fuente: Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2024.

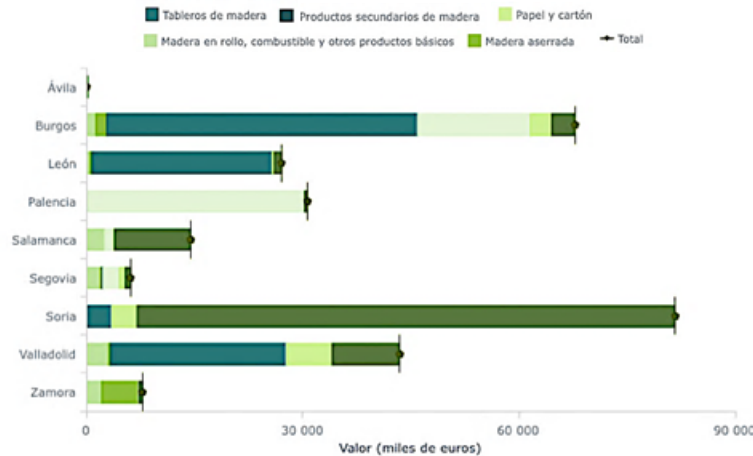


Figura 56. Exportaciones del sector forestal - madera por grupo de productos y provincia. (miles de €) para el año 2015.
Fuente: Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2024.

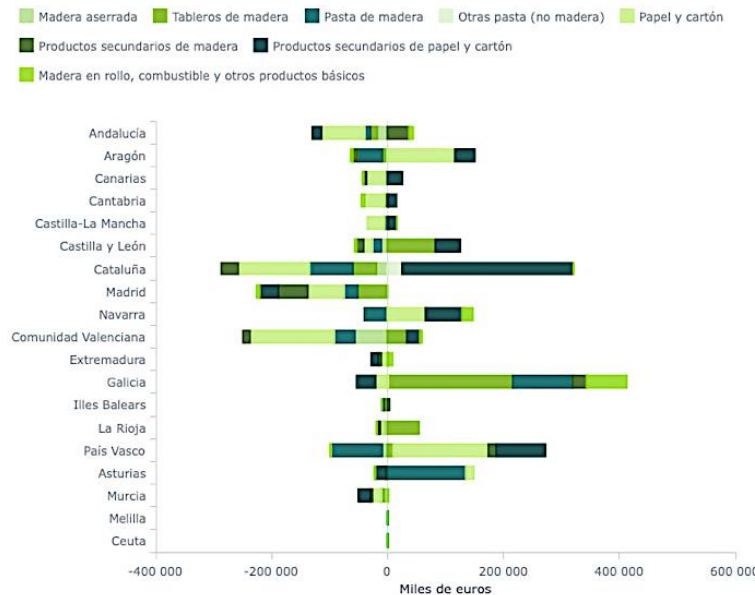


Figura 57. Balance comercial del sector forestal - madera por Comunidades Autónomas (miles de €) para el año 2020. Fuente: Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2024.

El sector forestal-madera de Castilla y León ha mantenido una tendencia positiva en su balance comercial, destacando su solidez exportadora (Figura 57 y Figura 58). En 2015, el saldo fue de 67 324 M €, impulsado por exportaciones de productos como madera aserrada, papel, cartón y productos secundarios de madera. En 2020, aunque el número de empresas exportadoras disminuyó ligeramente, el saldo siguió siendo positivo con 22 497 M €, gracias a las contribuciones de provincias como Soria y Valladolid. Soria lideró con exportaciones valoradas en 93 390 M €, principalmente de productos secundarios de madera, mientras que Valladolid aportó 37 030 M €, destacándose en papel y manufacturas de madera. Este saldo positivo posiciona a Castilla y León como una región exportadora neta en el sector forestal-madera, diferenciándose de comunidades como Andalucía y la Comunidad Valenciana, que presentan un volumen comercial mayor, pero con un desequilibrio

mayor entre importaciones y exportaciones. La fortaleza del balance comercial de Castilla y León radica en su especialización en productos de alto valor añadido, como el papel y los productos secundarios de madera, lo que le permite competir eficazmente en mercados nacionales e internacionales.

Entre 2015 y 2020, el número de empresas dedicadas a la importación y exportación de productos forestales y madereros en Castilla y León disminuyó, con un número mayor de empresas importadoras que exportadoras (Figura 59). En 2015 había 999 empresas importadoras frente a 383 exportadoras; en 2020 estas cifras se redujeron a 974 y 324, respectivamente.

Las importaciones alcanzaron su punto álgido con 1075 empresas en 2017, mientras que las exportaciones mostraron su máximo con 408 empresas en 2016, seguido por una disminución sostenida desde entonces. A nivel provincial, Valladolid lideró tanto las importaciones como las exportaciones en 2020, con 277 y 84 empresas, respectivamente, seguida de Burgos y León en importaciones y de Burgos y Salamanca en exportaciones. Esta distribución refleja la infraestructura y capacidad logística de estas provincias para el comercio internacional en el sector forestal-madera. En cuanto a los productos, la mayoría de las

empresas se centran en productos derivados del papel y el cartón: había 617 importadoras y 164 exportadoras en 2020, manteniendo un patrón similar al de 2015. En cuanto a madera y manufacturas, hubo 351 empresas importadoras y 153 exportadoras en 2020, frente a las 343 y 197 de 2015, respectivamente. Solo en Burgos y Segovia había empresas dedicadas tanto a la importación como a la exportación de pasta de madera.

Estos datos reflejan una estructura comercial más orientada hacia la importación, posiblemente debido a la dependencia de ciertos insumos. Además, la reducción en el

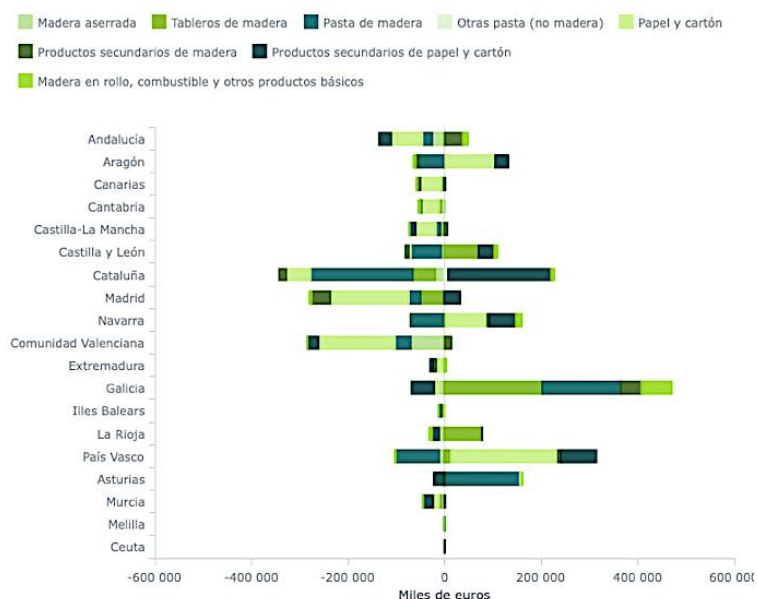


Figura 58. Balance comercial del sector forestal - madera por Comunidades Autónomas (miles de €) para el año 2015. Fuente: Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2024.



Figura 59. Evolución del número de empresas exportadoras e importadoras del sector forestal - madera (número de empresas). Fuente: Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2020.

número de empresas exportadoras indica la necesidad de fortalecer el sector exportador para promover una mayor competitividad en los mercados internacionales.

3.4. CENTROS DE FORMACIÓN Y DE INVESTIGACIÓN FORESTAL

La **formación en ciencia forestal** no debería limitarse a los estudios superiores y profesionales, sino que debería estar presente desde las primeras etapas educativas, incluyendo infantil, primaria, secundaria y bachillerato. La **educación forestal temprana** permite que los niños y jóvenes establezcan un **vínculo con el entorno natural y comprendan el papel fundamental que los ecosistemas forestales desempeñan en la sostenibilidad ambiental y en la economía de sus comunidades**. Fomentar estos conceptos desde edades tempranas es crucial para formar a ciudadanos conscientes y responsables, que sean capaces de valorar y proteger los recursos naturales de manera activa. La Junta de Castilla y León, a través de su red de educación ambiental, ya promueve iniciativas que buscan integrar estos conocimientos en los programas educativos, haciendo hincapié en la **necesidad de conectar a los estudiantes con la naturaleza** y enseñarles los **principios básicos de la gestión forestal** [53].

Incorporar la ciencia forestal en las etapas educativas tempranas también **prepara a los jóvenes para participar en el futuro del sector**, al dotarles de conocimientos sobre biodiversidad, sostenibilidad y cambio climático. Este enfoque puede despertar vocaciones en el ámbito de la ciencia y la tecnología forestales y garantizar que las nuevas generaciones se sientan atraídas por carreras vinculadas al sector.

La **formación profesional** en el sector forestal ofrece una alternativa complementaria a los estudios universitarios, ya que se centra en competencias técnicas y habilidades prácticas que permiten una rápida inserción laboral. A diferencia de los programas universitarios, que suelen centrarse en la investigación y la gestión estratégica, los estudios de formación profesional están orientados a la ejecución directa de tareas en el campo, como la reforestación, el manejo de maquinaria forestal, la prevención de incendios y el mantenimiento de áreas naturales. Esta formación práctica es fundamental para cubrir la demanda de personal capacitado en actividades operativas y técnicas, que son esenciales para la gestión y conservación diaria de los bosques. Además, mientras que los estudios universitarios preparan a los estudiantes para desempeñar funciones de liderazgo y planificación a largo plazo, **la formación profesional permite a los jóvenes adquirir habilidades específicas que les permiten incorporarse rápidamente al sector forestal**, contribuyendo así a la economía local y a la sostenibilidad de sus comunidades desde un enfoque práctico y aplicado.

En Castilla y León existe una **red de centros de formación del sector forestal que abarca diferentes ramas profesionales**, y generan una **amplia oferta de plazas formativas en todo el territorio** (Tabla 3). Según el [Portal de Educación de la Junta de Castilla y León](#), en el curso

2023/2024, 1139 estudiantes se matricularon en titulaciones de la Rama 'Actividades Agrarias' y 193 en las de la Rama 'Madera, Mueble y Corcho'.

En Castilla y León, la formación universitaria en el sector forestal se imparte en dos universidades públicas, la **Universidad de Valladolid (UVa)** y la **Universidad de León (ULE)**, así como en una universidad privada, la **Universidad Católica de Ávila (UCAV)**.

En los últimos tres cursos de los que se dispone información, el número de estudiantes matriculados en los grados de Ingeniería Forestal en la comunidad autónoma ha crecido un 25 %, pasando de 200 a 248 alumnos. Sin embargo, estas cifras siguen siendo reducidas. En el curso 2020/2021, las matrículas en la UVa y la ULe fueron de 208 y 27 estudiantes, respectivamente, mientras que en 2021/2022 aumentaron a 209 y 33, y en 2022/2023 a 218 y 30. La UVa proporciona información sobre la distribución de género en estas titulaciones, revelando una baja presencia femenina, con tan solo un 27 % de mujeres matriculadas. La UCAV, por su parte, ofrece 25 plazas anuales en su Grado en Ingeniería Forestal, aunque no se dispone de datos sobre el número de estudiantes matriculados.

Tabla 3. Oferta de Formación Profesional vinculada al sector forestal en Castilla y León. Fuente: Formación Profesional - Catálogo de títulos FP en Castilla y León.

Nivel formativo	Disciplina	Centros	Provincias
Títulos de Grado Básico	Agro-jardinería y composiciones florales	9	Ávila, Burgos, León, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid
	Aprovechamientos forestales	3	Ávila, Segovia, Zamora
	Carpintería y mueble	8	Ávila, Burgos, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid, Zamora
Títulos de Grado Medio	Guía en el medio natural y de tiempo libre	12	Ávila, Burgos, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid, Zamora
	Aprovechamiento y conservación del medio natural	4	León, Salamanca, Segovia, Soria
	Jardinería y floristería	2	León, Salamanca
	Carpintería y mueble	4	León, Segovia, Soria, Valladolid
	Emergencias y protección civil	2	Salamanca, Soria
Títulos de Grado Superior	Gestión forestal y del medio natural	5	León, Salamanca, Segovia, Soria, Zamora
	Paisajismo y medio rural	2	Palencia, Valladolid
	Diseño y amueblamiento	2	Soria, Valladolid
	Química y salud ambiental	4	Ávila, Burgos, Salamanca, Valladolid
Cursos de Especialización	Inteligencia artificial y big data	2	Ávila, Valladolid
	Digitalización del mantenimiento industrial	1	Segovia
	Aeronaves pilotadas de forma remota: drones	1	Salamanca

En Castilla y León, la formación universitaria de posgrado en Ingeniería Forestal y disciplinas afines cuenta con programas activos en las tres universidades de la comunidad autónoma. Estos programas, de carácter altamente especializado, se centran en áreas clave como la **gestión forestal (UVa, UCAV)**, el **uso masivo de datos y las nuevas tecnologías aplicadas al sector (UVa, ULe)** y la **gestión de incendios forestales (ULE)**. Algunos de estos másteres se

desarrollan en colaboración con instituciones de enseñanza superior tanto nacionales como internacionales. El *Máster Erasmus Mundus en Gestión Forestal y de Recursos Naturales en el Mediterráneo (MEDFOR)*, impartido en la UVa, es un programa conjunto que involucra a universidades como la Universitat de Lleida (UdL), la Universidade de Lisboa y la Universidade Católica Portuguesa en Portugal, la Università di Padova y la Università degli Studi della Toscana en Italia, y la Karadeniz Technical University en Turquía. Por otro lado, el *Máster FUEGO*, ofrecido en la ULe en conjunto con la UdL, la Universidad de Córdoba y la Universidade de Vigo, se especializa en la gestión de incendios forestales.

Durante el periodo 2020-2023, la UVa y la ULe matricularon a un total de **362 estudiantes en sus programas de posgrado en el ámbito forestal**. La UCAV también ofrece un máster en Ingeniería de Montes, aunque no dispone de datos sobre el número de estudiantes matriculados en esta titulación.

Además de los programas de posgrado, tanto la UVa, como la ULe y la UCAV ofrecen programas de doctorado en ciencias forestales. Durante el periodo 2020-2023, estas tres universidades han registrado un total de **23 tesis doctorales defendidas** en este área, lo que refleja el compromiso de la comunidad autónoma con la investigación avanzada y la generación de conocimiento en el sector forestal.

En los dos últimos cursos académicos la UVa ha incorporado las **microcredenciales** a su oferta formativa, especialmente en el ámbito forestal. Estas certificaciones, creadas al amparo de la Ley de Ordenación del Sistema Universitario (LOSU), acreditan competencias específicas y están **diseñadas para profesionales** que buscan actualizar sus habilidades de manera flexible y adaptada a las demandas actuales del mercado laboral. La UVa ofrece microcredenciales en áreas como la teledetección ambiental con datos abiertos, que permiten a los participantes adquirir conocimientos prácticos en el uso de tecnologías avanzadas aplicadas al sector forestal. Esta iniciativa refleja el **compromiso de las universidades con la formación continua y la adaptación a las necesidades emergentes** en el ámbito de la gestión sostenible de los recursos naturales.

Además de los Grados, Másteres, Programas de Doctorado y Microcredenciales en Ingeniería Forestal, existen **otras titulaciones universitarias en Castilla y León** que forman profesionales aptos para el sector forestal. La Universidad de Salamanca y la ULe ofrecen programas en Biología y Ciencias Ambientales, áreas de estudio que proporcionan a sus graduados/as una sólida base en ecología, conservación de la biodiversidad y gestión de los recursos naturales. Estos conocimientos son altamente valorados en el ámbito forestal, donde la preservación de los ecosistemas, la sostenibilidad y el manejo de los recursos naturales son esenciales. Los egresados/as de estas titulaciones pueden incorporarse al sector forestal en roles orientados a la investigación, la gestión ambiental y la consultoría en sostenibilidad, ampliando así el abanico de perfiles profesionales capacitados para contribuir al desarrollo sostenible de los recursos forestales.

Los **retos de investigación** en el sector forestal para los próximos años, según la Plataforma Tecnológica Forestal Española [54], incluyen la **gestión sostenible** de los recursos forestales, promoviendo su **aprovechamiento equilibrado** y a largo plazo, y la **descarbonización**, destacando el papel de los bosques en la **mitigación del cambio climático**. Además, se busca fomentar la **bioeconomía forestal** mediante el desarrollo de bioproductos avanzados, mejorar la **prevención y gestión de incendios** y otros riesgos forestales, e **incorporar tecnologías avanzadas** como la **inteligencia artificial** y la **teledetección** para optimizar la gestión de los bosques. También es muy importante la **transferencia de conocimientos** y **formación** para asegurar que las innovaciones lleguen a todos los actores del sector, fortaleciendo su resiliencia y competitividad. Estos retos requieren una **colaboración** estrecha entre entidades públicas, privadas y centros de investigación.

Con respecto a las instituciones de investigación, en Castilla y León existen **18 instituciones** dedicadas a la investigación, innovación y transferencia de conocimiento y tecnología en el sector forestal/maderero. En la **Tabla 4** se muestran a nivel provincial.

Tabla 4. Instituciones de investigación vinculadas al sector forestal en Castilla y León por provincias. Fuente: elaboración propia.

Provincia	Centro
Ávila	Universidad Católica de Ávila
Burgos	Centro Internacional de Investigación en Desarrollo Rural
	Digital Innovation Hub on Livestock, Environment, Agriculture & Forest
	Instituto Tecnológico de Castilla y León
	Universidad de Burgos
León	Instituto de Ganadería de Montaña
	Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad
	Universidad de León
Palencia	Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible
Salamanca	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua
	Instituto de Investigación en Agrobiotecnología
	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca
	Universidad de Salamanca
Soria	Centro de Desarrollo de Energías Renovables
	Fundación Centro de Servicios y Promoción Forestal – Fundación Cesefor
Valladolid	Fundación de Apoyo Tecnológico a la Transformación Industrial y para la Competitividad Empresarial – Fundación ATTICO
	Instituto Tecnológico y Agrario de Castilla y León
	Universidad de Valladolid

3.5. PAPEL DE LAS MUJERES Y LOS JÓVENES EN EL SECTOR FORESTAL

Promover la sostenibilidad, la innovación y el desarrollo rural en el sector forestal depende de la **inclusión activa de mujeres y jóvenes**, dos grupos que enfrentan desafíos significativos que limitan su integración plena en este ámbito.

Históricamente, el sector forestal ha estado dominado por hombres, lo cual ha generado una **baja representación femenina**. Según datos de EUROSTAT de 2020, las mujeres ocupan solo el 6 % de los empleos en el sector forestal en España. Esta subrepresentación se debe a **barreras** como los **estereotipos de género**, la **falta de modelos femeninos a seguir** y las **dificultades para acceder a roles de liderazgo**. Las mujeres rurales enfrentan desafíos adicionales, como la **dispersión geográfica**, la **falta de servicios públicos de calidad** y problemas de **movilidad**, factores que restringen su participación profesional en igualdad de condiciones.

Para mitigar estas barreras, las áreas de igualdad gubernamentales han impulsado programas específicos que **adaptan las políticas urbanas a las realidades rurales**, promoviendo una cultura de igualdad que visibilice las contribuciones de las mujeres al desarrollo sostenible y económico del medio rural. El Diagnóstico de género en el sector forestal, cinegético y de pesca continental en Cataluña [55] refleja que solo entre el 8 % y 9 % de los empleados son mujeres, quienes enfrentan dificultades como la **falta de conciliación** y **prácticas discriminatorias**. Este informe propone aumentar la visibilidad de las mujeres, implementar cuotas de género y realizar campañas de sensibilización para fomentar la igualdad en el sector.

El Diagnóstico de la Igualdad de Género en el Medio Rural [56] también destaca que, a pesar de algunos avances, persisten desigualdades en el ámbito rural, incluyendo la segregación laboral y los estereotipos de género, lo que afecta negativamente a las mujeres rurales. Este documento subraya la **necesidad de políticas específicas que fomenten la igualdad de género en el entorno rural**, adaptando medidas que permitan a las mujeres desarrollar su vida profesional en condiciones de equidad. Todas estas conclusiones pueden aplicarse de forma específica al sector forestal.

Para visibilizar y fortalecer el papel de la mujer en el sector, la Sociedad Española de Ciencias Forestales ha publicado informes que promueven la igualdad y destacan las contribuciones femeninas [57]. Solo el 28 % de sus socios son mujeres, lo que resalta la necesidad de reducir la brecha de género. Iniciativas como *Elas Xeran Sector* en Galicia también buscan atraer talento femenino mediante talleres, foros y la adhesión a manifestos como #DóndeEstánEllas, con el objetivo de asegurar la representación femenina en eventos y puestos de liderazgo en el sector forestal.

La **participación de los jóvenes es fundamental para garantizar la continuidad y el progreso en el sector forestal**. Sin embargo, el **envejecimiento de la población en el medio rural** y la **preferencia de los jóvenes por el entorno urbano** presentan un desafío para el relevo generacional. Castilla y León, por ejemplo, enfrenta dificultades para atraer y retener población juvenil en el sector forestal debido a la percepción de que las oportunidades laborales y de calidad de vida son mejores en las ciudades.

Para revertir esta situación, se han lanzado diversas iniciativas enfocadas en la modernización y formación de los jóvenes en el sector forestal. El Plan Estratégico de la

Política Agraria Común 2023-2027 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) ha destinado nueve millones de euros a **programas de formación en digitalización y tecnología**, como el uso de drones y sistemas de gestión inteligente, orientados a atraer a las nuevas generaciones al sector forestal. Además, Castilla y León ha implementado el Plan de Empleo Forestal Local, destinando más de 5 millones de euros a la contratación de desempleados para dinamizar el sector forestal y el medio rural, promoviendo el **emprendimiento** y facilitando **oportunidades de formación en nuevas tecnologías**, apoyando así a jóvenes interesados en establecerse en el medio rural y contribuir a la economía verde y sostenible.

Promover la inclusión de mujeres y jóvenes en el sector forestal es fundamental para construir un sector diverso, resiliente y sostenible. Las políticas inclusivas, la capacitación continua y el acceso a roles de liderazgo en el sector pueden enriquecer esta actividad con una amplia variedad de perspectivas y habilidades, fortaleciendo su capacidad de adaptación y asegurando su desarrollo en el futuro.

3.6. IMPACTO ACTUAL EN EL DESARROLLO RURAL Y LA DESPOBLACIÓN

El sector forestal es una pieza clave en el desarrollo rural, especialmente en áreas como Castilla y León, caracterizadas por su marcada ruralidad y gravemente afectadas por los procesos de despoblación. En este contexto, **las acciones de desarrollo rural resultan esenciales para establecer un vínculo entre la sostenibilidad ambiental, el desarrollo económico y el bienestar social.** Estas acciones promueven la creación de empleo local en actividades como la gestión forestal sostenible, la prevención de incendios, la producción de biomasa y la extracción de resinas, contribuyendo a diversificar la economía rural y a reducir la dependencia de sectores más tradicionales, como la agricultura y la ganadería.

Además, el desarrollo rural fomenta la fijación de población en zonas con alta densidad forestal, contrarrestando los efectos negativos de la despoblación, que debilita la capacidad de gestión y mantenimiento de los recursos naturales. La falta de población activa en el medio rural incrementa el riesgo de abandono de los bosques, lo que puede derivar en una acumulación de biomasa, aumento de incendios forestales, pérdida de biodiversidad y degradación del suelo. En este sentido, **las acciones dirigidas al desarrollo rural no solo garantizan el cuidado de los ecosistemas, sino también la continuidad de prácticas tradicionales y sostenibles.**

Según los [Indicadores Demográficos de Castilla y León](#) en 2022, esta es una de las **comunidades autónomas más afectadas por la despoblación**, con una densidad de población de apenas 25,2 habitantes por km². La comunidad autónoma enfrenta problemas como el **envejecimiento de la población**, un **tejido demográfico disperso** y municipios con pocos habitantes, lo que configura un panorama preocupante para su futuro. La llamada ‘España

vaciada' acoge cada vez más **áreas en riesgo de desaparición**, agravadas por la falta de acceso a servicios esenciales como sanidad, educación y ocio, lo que intensifica el problema.

El éxodo de jóvenes hacia áreas urbanas en busca de oportunidades ha reducido significativamente la disponibilidad de mano de obra cualificada para actividades forestales esenciales, como la gestión sostenible de los bosques, la prevención de incendios y la producción de biomasa. Según el informe Externalidades Medioambientales que Aporta el Medio Rural y el Impacto que Sobre Ellas Puede Tener la Despoblación [58], **la pérdida de población activa está directamente relacionada con el deterioro de los servicios ecosistémicos**, como la captura de carbono, la regulación hídrica y la protección del suelo.

A pesar de los desafíos, **el sector forestal tiene el potencial de convertirse en un motor para el desarrollo rural y en una herramienta eficaz para combatir la despoblación**. Actividades como la extracción de resina, la gestión de productos forestales no maderables, el ecoturismo y la producción de biomasa pueden **diversificar la economía rural y revitalizar las comunidades locales**. Además, la modernización del sector mediante la **incorporación de tecnologías avanzadas**, como drones, sensores y sistemas de gestión inteligente, no solo aumenta la eficiencia, sino que también lo hace más atractivo para las nuevas generaciones.

Para mitigar los problemas derivados de la despoblación, es esencial implementar políticas que fortalezcan el sector forestal y lo hagan más atractivo para los jóvenes. Iniciativas como el Plan de Empleo Forestal Local en Castilla y León fomentan la contratación de desempleados para labores forestales, integrando a jóvenes y grupos vulnerables, mientras que programas financiados por el Plan Estratégico de la Política Agraria Común 2023-2027 apoyan la formación en digitalización y bioeconomía, fortaleciendo el vínculo entre el sector forestal y el desarrollo rural sostenible.

El sector forestal es fundamental para abordar los desafíos de la despoblación y garantizar el desarrollo rural en España. Potenciar este sector mediante **políticas inclusivas, inversión en tecnología y programas de formación especializados** puede **transformar las áreas rurales en espacios dinámicos y resilientes**, asegurando su sostenibilidad económica y ambiental frente a los desafíos actuales.

BIOECONOMÍA EN CASTILLA Y LEÓN: OPORTUNIDADES

La bioeconomía es un concepto que abarca la **producción y utilización de recursos biológicos renovables para crear productos, procesos y servicios sostenibles**. Entre sus objetivos está reemplazar los combustibles fósiles por biomasa, promoviendo así el crecimiento económico mientras se abordan desafíos ambientales como el cambio climático y el agotamiento de los recursos [59,60].

La Comisión Europea define la bioeconomía como ‘la producción de recursos biológicos renovables y su conversión en productos de valor agregado, incluyendo alimentos, piensos, bioproductos y bioenergía’ [61]. Esta definición resalta la **naturaleza multidisciplinaria de la bioeconomía**, que integra diversos sectores como la agricultura, la silvicultura, la pesca y la biotecnología [62].

En contraste, la **economía circular se centra en minimizar los residuos y maximizar la eficiencia de los recursos**, promoviendo la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales [63]. Busca crear sistemas de circuito cerrado donde los productos se diseñan para durar, y los materiales se reciclan continuamente en la economía, reduciendo la necesidad de extraer nuevos recursos. Si bien ambos conceptos tienen como objetivo la sostenibilidad, la economía circular se enfoca principalmente en el ciclo de vida de los productos y materiales, mientras que la bioeconomía se centra en los recursos y procesos biológicos que sustentan las actividades económicas. La intersección de estos dos conceptos se conoce comúnmente como la bioeconomía circular, que combina los principios de la economía circular con el uso sostenible de los recursos biológicos [64]. Este enfoque promueve el uso eficiente de la biomasa, asegurando que los materiales biológicos se reutilicen y reciclen, lo que mejora tanto la sostenibilidad económica como ambiental [65]. La bioeconomía circular se considera una vía para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, fomentando la innovación, reduciendo los desechos y promoviendo prácticas sostenibles en diversos sectores [66].

En el contexto de Castilla y León, la bioeconomía presenta **oportunidades significativas debido a la abundancia de recursos forestales y agrícolas**. La implementación de prácticas de bioeconomía puede contribuir al desarrollo rural, la generación de empleo y la sostenibilidad ambiental. Es fundamental que las políticas públicas y las estrategias autonómicas apoyen el desarrollo de la bioeconomía, promoviendo la innovación, la investigación y la formación en este ámbito. La colaboración entre el sector público, privado y académico es esencial para aprovechar plenamente el potencial de la bioeconomía en Castilla y León.

4.1. CONCEPTO Y ALCANCE DE LA BIOECONOMÍA

La **bioeconomía** se define como un modelo económico innovador basado en la producción y utilización sostenible de recursos biológicos renovables para generar bienes, energía y servicios. Este enfoque busca reducir la dependencia de recursos no renovables, como los combustibles fósiles, promoviendo la sostenibilidad ambiental, el desarrollo económico y el bienestar social.

4.1.1. Definición y evolución histórica de la bioeconomía

La bioeconomía surgió como respuesta a la necesidad de adaptar los modelos productivos al contexto ambiental y social del siglo XXI, especialmente frente al **agotamiento de recursos** y la **crisis climática**. Aunque sus fundamentos pueden encontrarse en la economía tradicional de los recursos naturales, la bioeconomía moderna se formalizó en las últimas décadas, impulsada por los avances en biotecnología, bioprocesos y la concienciación medioambiental. En 2012, la Unión Europea presentó su **Estrategia de Bioeconomía** [67], estableciendo un marco para que los estados miembros orientaran sus economías hacia modelos sostenibles basados en la ciencia y la innovación.

En comparación con los modelos económicos tradicionales, la bioeconomía se integra con prácticas de economía circular, reorientando los sistemas productivos hacia la reutilización y el aprovechamiento máximo de los recursos biológicos. Este enfoque está en línea con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** de la ONU, contribuyendo a metas clave como la acción climática, la energía limpia y la innovación tecnológica.

4.1.2. Pilares fundamentales de la bioeconomía

La bioeconomía se apoya en tres pilares principales que permiten un desarrollo sostenible:

- **Uso de Recursos Biológicos Renovables:** Este pilar implica la producción y utilización sostenible de biomasa –incluyendo cultivos, residuos orgánicos, plantas, y microorganismos– para generar productos de valor añadido. Castilla y León, con sus extensas superficies forestales y agrícolas, ofrece un potencial significativo para el aprovechamiento de estos recursos, como la transformación de residuos agrícolas en bioenergía y la producción de bioproductos a partir de la biomasa forestal.
- **Innovación y Tecnología:** La aplicación de tecnologías avanzadas, como la ingeniería genética, la biotecnología y los sistemas digitales de análisis de datos, es fundamental en la bioeconomía. Estas tecnologías permiten la optimización de los recursos biológicos, aumentando la eficiencia en la producción y reduciendo el impacto ambiental. En sectores como la agricultura y la gestión forestal, herramientas como

la **agricultura de precisión** ayudan a minimizar el uso de insumos y mejorar la sostenibilidad de los cultivos.

- **Sostenibilidad y Economía Circular:** La economía circular es un principio central en la bioeconomía, que busca minimizar el impacto ambiental mediante la reducción de residuos y la reutilización de subproductos. En este contexto, los residuos de procesos agrícolas y forestales pueden reutilizarse para producir biocombustibles, fertilizantes y materiales de construcción, promoviendo un modelo de producción que contribuye a la resiliencia y sostenibilidad de los ecosistemas.

4.1.3. Ámbitos de aplicación de la bioeconomía

La bioeconomía abarca una variedad de sectores clave en los que puede generar un impacto significativo:

- **Producción de Bioproductos:** Incluye la fabricación de bioplásticos, biocombustibles, productos farmacéuticos y materiales de construcción renovables. Estos bioproductos sustituyen a los derivados del petróleo, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y contribuyendo a una economía más verde.
- **Agricultura y Ganadería Sostenibles:** Las prácticas de bioeconomía en estos sectores buscan reducir el impacto ambiental mediante la optimización del uso de agua y fertilizantes, además de adoptar prácticas regenerativas y cultivos resilientes. Ejemplos de estas prácticas incluyen la **agricultura de precisión** y la mejora genética para cultivos con menor huella hídrica y de carbono.
- **Sector Forestal y Pesquero:** En el sector forestal, el aprovechamiento sostenible de los recursos y la gestión adaptativa de los bosques contribuyen a la generación de productos como la madera y otros derivados forestales, garantizando la regeneración del ecosistema. En el sector pesquero, la bioeconomía promueve prácticas sostenibles que aseguran la disponibilidad a largo plazo de las especies y la salud de los ecosistemas acuáticos.
- **Industria de la Energía:** La bioeconomía apoya la generación de energías renovables a partir de biomasa, biogás y otros recursos biológicos, promoviendo una diversificación de las fuentes energéticas y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Castilla y León tiene un alto potencial en este ámbito, gracias a sus abundantes recursos forestales y agrícolas.

4.1.4. Desafíos y oportunidades en la adopción de la bioeconomía

La bioeconomía contribuye directamente a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente al **ODS 7 - Energía Asequible y No Contaminante**, ya que fomenta el uso de fuentes de energía renovable a partir de biomasa, promoviendo una transición energética limpia y sostenible. También impacta en el **ODS 8 - Trabajo Decente y Crecimiento Económico**,

al tener el potencial de generar empleo en áreas rurales y crear oportunidades en la producción y transformación de recursos biológicos. Asimismo, contribuye al **ODS 13 - Acción por el Clima**, al reducir la dependencia de combustibles fósiles y fomentar prácticas sostenibles, lo que aporta significativamente a la mitigación del cambio climático.

La implementación de la bioeconomía en Castilla y León enfrenta una serie de desafíos:

- **Acceso a Tecnologías e Innovación:** La adopción de prácticas de bioeconomía requiere inversión en tecnología avanzada, como maquinaria agrícola de precisión y biotecnología, que no siempre está disponible en áreas rurales.
- **Marco Regulatorio y Políticas de Apoyo:** La falta de un marco regulatorio uniforme puede ser una barrera para la adopción de prácticas de bioeconomía. La política pública es fundamental para facilitar el acceso a fondos, promover la investigación y ofrecer incentivos para las empresas biotecnológicas.
- **Formación y Competencias Especializadas:** La bioeconomía requiere una fuerza laboral capacitada en áreas como biotecnología, sostenibilidad y economía circular. La educación y formación en estos campos son esenciales para el éxito de la bioeconomía en la comunidad autónoma.

Por otra parte, existen una serie de oportunidades de futuro para la bioeconomía que Castilla y León no puede dejar pasar, ya que Castilla y León tiene un gran potencial para desarrollarse como referente en bioeconomía gracias a sus abundantes recursos naturales. Algunas de las oportunidades específicas incluyen:

- **Aprovechamiento de la Biomasa Forestal y Agrícola:** Con su extensa superficie forestal y agrícola, la comunidad autónoma puede liderar la producción de bioenergía y bioproductos de alto valor añadido, como bioplásticos y fertilizantes orgánicos.
- **Proyectos Locales Innovadores:** Iniciativas como la creación de bioenergía a partir de residuos forestales y la implementación de plantas de biogás en comunidades rurales pueden generar empleos y reducir la huella de carbono.
- **Apoyo a Nivel Autonómico y Nacional:** Castilla y León puede beneficiarse de programas de financiación europeos y nacionales, como el **Horizonte Europa** y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, que fomentan la investigación, innovación y transición hacia una economía basada en biotecnología.

4.2. MARCO NORMATIVO EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN ESPAÑA

El desarrollo de la bioeconomía se basa en un sólido marco normativo que abarca directrices europeas y estrategias nacionales y autonómicas, orientadas a transformar sectores clave de la economía hacia la sostenibilidad. La bioeconomía no solo responde a los desafíos del cambio climático, sino que también actúa como motor de desarrollo económico y social, especialmente en áreas rurales. A continuación, se detalla el marco normativo vigente en Europa y España.

4.2.1. Directrices de la Unión Europea

La **Estrategia Europea de Bioeconomía**, adoptada en 2012 y actualizada en 2018, marca el inicio de un marco común en Europa para el desarrollo de una bioeconomía sostenible. Esta estrategia establece un conjunto de objetivos y directrices que buscan fomentar un uso eficiente de los recursos biológicos renovables y crear oportunidades económicas y ambientales en toda la UE, con el objetivo de reemplazar progresivamente los recursos fósiles por alternativas biotecnológicas. Esta estrategia, que forma parte del compromiso europeo hacia una economía circular y baja en carbono, establece cinco objetivos clave [68–70]:

- **Seguridad alimentaria:** Optimizar el uso de recursos naturales para cubrir las necesidades alimenticias de una población creciente.
- **Gestión sostenible de los recursos naturales:** Fomentar prácticas que conserven la biodiversidad y los ecosistemas.
- **Reducción de la dependencia de combustibles fósiles:** Fomentar el uso de energías y materiales de origen biológico para disminuir la dependencia de recursos no renovables.
- **Adaptación y mitigación del cambio climático:** Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promueven la captura de carbono a través de sistemas biológicos.
- **Creación de empleo y crecimiento económico:** Impulsar la bioeconomía como vía para generar oportunidades de empleo, especialmente en áreas rurales.

Para alcanzar estos objetivos, la actualización de la Estrategia en 2018 incluyó un plan de acción con **14 medidas específicas**, centradas en tres áreas prioritarias [68]:

- **Fortalecer la bioeconomía en Europa:** Apoyando la investigación e innovación para ampliar el conocimiento y las capacidades en sectores bioeconómicos.
- **Desplegar bioeconomías locales:** Fomentando proyectos y redes de innovación en las regiones europeas, que puedan aprovechar sus recursos biológicos.
- **Proteger el ecosistema y asegurar la sostenibilidad:** Incluye prácticas de conservación de biodiversidad, protección de suelo y agua y la aplicación de principios de economía circular.

Este plan se alinea con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, especialmente con aquellos relacionados con producción y consumo responsable, y acción climática. La Estrategia Europea de Bioeconomía subraya la importancia de una economía circular y resiliente, donde los recursos biológicos se gestionen de manera responsable y sostenible.

La bioeconomía se complementa con la Estrategia Europea de Economía Circular, que promueve la minimización de residuos y el reciclaje de materiales, buscando un modelo de producción y consumo más sostenible. La bioeconomía refuerza esta estrategia mediante la reutilización de biomasa y residuos orgánicos en bioproductos, contribuyendo a reducir el impacto ambiental en sectores como el agroalimentario y forestal [71]. Entre las políticas y acciones que destacan en la economía circular se encuentran:

- **La promoción de la reutilización de biomasa y materiales reciclables**, aplicados en la fabricación de bioproductos, como bioplásticos y biocombustibles.
- **Subvenciones y apoyos financieros para innovaciones** en el uso de residuos orgánicos como fuentes de energía renovable, transformando desechos en recursos de valor añadido.
- **Iniciativas de reutilización de nutrientes y reciclaje de biomasa** para la producción de fertilizantes orgánicos y enmiendas de suelo, impulsando prácticas sostenibles en el sector agrícola.

4.2.2. Normativa española

El **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030** es el principal marco estratégico de España para abordar la transición energética y climática. Este plan establece un marco de actuación en áreas como la descarbonización, eficiencia energética, y energías renovables, con objetivos específicos que apuntan a reducir un 23 % las emisiones de gases de efecto invernadero en relación con 1990 [72]. Dentro del PNIEC, la bioeconomía se considera un recurso fundamental para reducir las emisiones de carbono y contribuir al objetivo de alcanzar un 42% de consumo energético a partir de fuentes renovables. En particular:

- **Promoción de la biomasa y el biogás:** El PNIEC impulsa el uso de biomasa y biogás como fuentes de energía renovable, fomentando su producción en plantas de bioenergía en sectores agrícolas y forestales.
- **Uso de biocombustibles avanzados en el transporte:** Se promueve el uso de biocombustibles como alternativa a los combustibles fósiles en vehículos pesados y transporte aéreo.
- **Proyectos de innovación y bioeconomía:** Se apoya la investigación y desarrollo en nuevas tecnologías de aprovechamiento de residuos y biomasa, incentivando la creación de proyectos de bioeconomía que fortalezcan la sostenibilidad energética.

Este plan también considera aspectos de investigación e innovación, impulsando programas para el desarrollo de nuevas tecnologías en el uso de biomasa y la mejora de la eficiencia energética. La bioeconomía, de esta forma, se convierte en una vía estratégica para la transición energética, promoviendo un crecimiento sostenible y descentralizado.

Aprobada en 2020, la **Estrategia Española de Economía Circular (EEEC)** establece un marco para transformar la economía lineal en un modelo circular que favorezca la sostenibilidad y minimice el impacto ambiental. Esta estrategia se estructura en torno a seis sectores prioritarios: construcción, agroalimentación, industrial, bienes de consumo, turismo y energía [73]. La EEEC tiene varios objetivos específicos, incluyendo:

- **Reducción de residuos y consumo de materiales:** La bioeconomía promueve la reutilización de residuos orgánicos y su transformación en recursos renovables, como abonos y bioplásticos.
- **Incentivo a la innovación en reciclaje y reutilización:** Se busca fomentar nuevas tecnologías y prácticas para la reutilización de biomasa, tanto en el sector agrícola como en el forestal.
- **Fomento de la economía basada en biotecnología en sectores productivos:** Incluye el apoyo a proyectos de bioeconomía en sectores como la agricultura, la silvicultura y la ganadería, incentivando prácticas sostenibles y la valorización de los recursos biológicos.

La EEEC también establece medidas para mejorar la colaboración entre sectores público y privado, facilitar la financiación de proyectos biotecnológicos, y promover la capacitación en prácticas de economía circular. Además, promueve la creación de empleos en áreas rurales a través de la bioeconomía, impulsando el desarrollo económico y social en estas zonas.

La **Estrategia Española de Bioeconomía 2030** establece un marco integral que busca transformar el modelo económico del país mediante la bioeconomía, promoviendo la innovación en sectores agroalimentarios, forestales y pesqueros [74]. Sus objetivos clave incluyen:

- **Optimizar el uso de recursos biológicos** para producir alimentos, bioproductos y bioenergía, y generar cadenas de valor más sostenibles.
- **Fomentar la innovación y el desarrollo de bioproductos:** Se incentivan biorefinerías y biorrefinerías para transformar residuos y subproductos en materiales bio-basados.
- **Conservar el medio ambiente y reducir la dependencia de recursos fósiles:** Mediante prácticas sostenibles en el uso de biomasa y promoción de energías renovables.

La estrategia destaca la colaboración de todos los actores, desde administraciones públicas hasta empresas y centros de investigación, para integrar la bioeconomía en todas las áreas de la economía nacional.

4.2.3. Aplicación y relevancia de las políticas en Castilla y León

Castilla y León ha adoptado e implementado estas políticas a nivel autonómico, desarrollando su propias estrategias La **Estrategia de Especialización Inteligente (RIS3) de Castilla y León 2021-2027** es el plan estratégico que orienta las políticas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en la comunidad autónoma. Esta estrategia se centra en tres prioridades clave [75]:

- **Castilla y León, territorio con calidad de vida:** Promover el bienestar de la población mediante la innovación en sectores como la salud, la educación y los servicios sociales.

- **Castilla y León, neutra en carbono y plenamente circular:** Impulsar la sostenibilidad ambiental a través de la eficiencia energética, la economía circular y la reducción de emisiones de carbono.
- **Castilla y León, una apuesta por la fabricación inteligente y la ciberseguridad:** Fomentar la modernización industrial mediante la digitalización, la automatización y la protección de la información.

Estas prioridades están alineadas con las características y fortalezas de la comunidad autónoma, buscando un desarrollo económico sostenible y competitivo.

Por otro lado, la **Estrategia de Economía Circular de Castilla y León 2021-2030** tiene como objetivo transformar el modelo económico autonómico hacia uno más sostenible y eficiente en el uso de recursos [76]. Sus principales líneas estratégicas incluyen:

- **Investigación y eco-innovación para la economía circular:** Fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías que promuevan la sostenibilidad.
- **Hacia el residuo cero: residuos como recurso:** Implementar prácticas que minimicen la generación de residuos y maximicen su reutilización.
- **Nuevos modelos de consumo y relación económica:** Promover patrones de consumo responsables y modelos de negocio sostenibles.
- **Formación, sensibilización y participación:** Educar y concienciar a la sociedad sobre la importancia de la economía circular.

Esta estrategia busca posicionar a Castilla y León como una comunidad autónoma competitiva e innovadora, comprometida con la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de recursos.

Ambas estrategias están interrelacionadas y comparten objetivos comunes, como la promoción de la bioeconomía y la sostenibilidad, contribuyendo al desarrollo económico y social de Castilla y León.

4.3. DESARROLLO DE LA BIOECONOMÍA EN CASTILLA Y LEÓN

Castilla y León destaca por su abundancia en recursos forestales y agrícolas, lo que la posiciona como una comunidad autónoma clave para el desarrollo de la bioeconomía en España. La comunidad cuenta con más de 5 M ha forestales, representando aproximadamente el 51 % de su territorio. Esta considerable extensión forestal proporciona una fuente significativa de biomasa, utilizada en la generación de energía, producción de materiales de construcción y elaboración de productos industriales. Además, la comunidad autónoma posee una sólida base agrícola, con cultivos que pueden ser aprovechados para la producción de bioproductos y bioenergía [76].

La **Estrategia Regional de Economía Circular** y la **RIS3 2021-2027** destacan la importancia de fomentar el uso sostenible de estos recursos naturales, promoviendo prácticas de economía circular y la transformación de residuos en recursos. La Estrategia de Economía Circular, en particular, subraya el desarrollo de materiales renovables y bioproductos, al tiempo que impulsa la reducción de residuos y el aprovechamiento de subproductos, como los restos agrícolas y forestales.

4.3.1. Potencial de la biomasa forestal

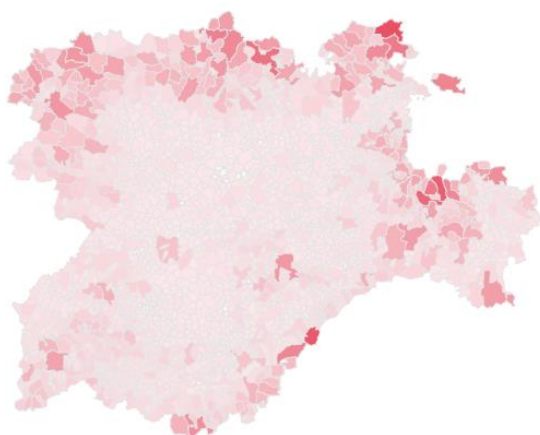


Figura 60. Biomasa acumulada en las masas forestales por municipio. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Cuarto Inventario Forestal Nacional 2022 a través del Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

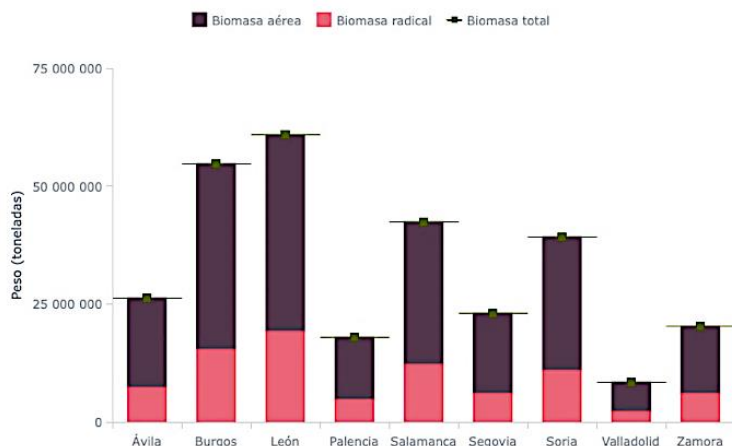


Figura 61. Biomasa acumulada en las masas forestales de Castilla y León por provincias. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Cuarto Inventario Forestal Nacional 2022 a través del Portal Forestal de Castilla y León, 2024.

El aprovechamiento de la biomasa forestal es uno de los pilares de la bioeconomía en Castilla y León. La biomasa forestal se emplea en la generación de energía renovable, en productos de construcción y en la producción de bioproductos industriales. La comunidad autónoma promueve el uso de subproductos de la industria forestal, fomentando la sustitución de materiales no renovables, y consolidando cadenas de valor sostenibles en el sector forestal. Destacan tres municipios en Castilla y León por poseer más de 2 M t de biomasa acumuladas: Valle de Mena en Burgos, Real Sitio de San Ildefonso en Segovia y Vinuesa en Soria (Figura 60).

Si se analiza la acumulación de las distintas fracciones de biomasa (aérea, que es la que es posible aprovechar, y la radical, que ayuda a fijar carbono) a nivel provincial, destaca la provincia de León con más de 60,9 M t (41,6 M t de biomasa aérea y 19,2 M t de biomasa radical).

Burgos con algo más de 54,7 M t en la siguiente provincia con mayor cantidad de biomasa

acumulada, mientras de Salamanca y Soria presentan una cantidad de 42,3 y 39,2 M t, respectivamente. Valladolid es la provincia que menos biomasa forestal acumula (8,4 M t). En la [Figura 61](#) se muestran estos datos.

Estos recursos permiten a Castilla y León consolidar su compromiso con una bioeconomía robusta, que no solo contribuye al desarrollo económico sostenible, sino que facilita la fijación de carbono en el suelo, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático.

4.3.2. Acciones destacadas en Castilla y León

Castilla y León ha implementado diversas iniciativas para promover la bioeconomía y la economía circular. A continuación, se destacan algunas de las más relevantes:

- **Aceleradora de Bioeconomía y Economía Circular:** En septiembre de 2024, se lanzó la [Aceleradora Wolaria Bioeco](#), un programa dirigido a empresas y emprendedores del ámbito de la bioeconomía en Castilla y León. Esta iniciativa, coordinada por la Fundación Cesefor y el Instituto para la Competitividad Empresarial de Castilla y León (ICECyL), ofrece mentorías, acceso a financiación, formación especializada y la posibilidad de establecer alianzas estratégicas con actores clave del sector.
- **Proyectos de Bioeconomía Forestal:** En septiembre de 2024, se presentaron 18 proyectos financiados por la Fundación Biodiversidad, destinados a dinamizar el medio rural, fomentar usos forestales sostenibles y contribuir a la lucha contra el cambio climático. Estos proyectos, que se desarrollarán hasta diciembre de 2025, han recibido en conjunto más de 25 M € de financiación en la convocatoria de ayudas para el fomento de la bioeconomía forestal 2023.
- **Foro de Bioeconomía de Castilla y León:** En octubre de 2023, se celebró en Soria el [Foro de Bioeconomía de Castilla y León](#), un evento que reunió a expertos y profesionales para discutir el papel central de la bioeconomía en el desarrollo autonómico. El foro destacó la capacidad de la bioeconomía para generar empleo y mejorar la calidad de vida en la comunidad autónoma.
- **Producción de Bioenergía:** Castilla y León cuenta con varias grandes plantas de biomasa que producen electricidad y calefacción, contribuyendo a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles y promoviendo la autosuficiencia energética. Estas instalaciones aprovechan los recursos forestales de la comunidad autónoma, convirtiendo residuos en energía limpia y sostenible. Entre las Plantas de generación destacan Cubillos del Sil en León (50 MWe), Garray en Soria (20 MWe), Briviesca en Burgos (16 MWe), Villalonquéjar en Burgos (14 MWe) y Salas de los Infantes en Burgos (10 MWe). También son cada vez más habituales las redes de calor ciudadanas como las de Ponferrada en León, la de Valladolid o la de Soria.
- **Fertilizantes Orgánicos y Compostaje:** Se han impulsado programas para transformar residuos forestales y agrícolas en fertilizantes orgánicos y compost, mejorando la gestión de residuos y reduciendo el uso de productos químicos en la agricultura. Estas

iniciativas fomentan la economía circular y contribuyen a la sostenibilidad ambiental de la comunidad autónoma.

Estas iniciativas destacan el firme compromiso de Castilla y León con el desarrollo de la bioeconomía, optimizando el uso sostenible de sus recursos naturales y fomentando la innovación para afrontar los desafíos actuales y futuros. El aprovechamiento de la biomasa, en particular, desempeña un papel decisivo en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, además de impulsar la creación de empleo en zonas rurales. Al generar oportunidades laborales en sectores sostenibles, estas acciones contribuyen a revitalizar áreas con baja densidad poblacional, lo cual resulta especialmente importante en el contexto de la despoblación rural, uno de los principales desafíos para la comunidad.

4.3.3. Retos y Oportunidades

El desarrollo de la bioeconomía en Castilla y León también enfrenta desafíos importantes, aunque a la vez abre un abanico de oportunidades para el crecimiento y la sostenibilidad [75,76]:

- **Retos Tecnológicos y Financieros:** La innovación tecnológica es fundamental para optimizar el uso de biomasa y otros recursos renovables. Sin embargo, la adopción de nuevas tecnologías requiere de una inversión considerable en investigación y desarrollo (I+D). La **RIS3 2021-2027** y el **Plan de Emprendimiento, Innovación y Autónomos** han establecido líneas de apoyo a la investigación en biotecnología y economía circular para abordar estas necesidades, buscando crear un ecosistema favorable para la innovación.
- **Cultura de Residuo Cero:** La comunidad autónoma está promoviendo la transición hacia una cultura de "residuo cero", donde los subproductos de la agricultura, la ganadería y la silvicultura son reutilizados. Esto no solo optimiza el uso de recursos, sino que también minimiza el impacto ambiental, apoyando un modelo de economía circular. Entre las iniciativas en este ámbito destacan los programas de compostaje comunitario y la recogida de biorresiduos.
- **Oportunidades en Nuevos Mercados de Bioproductos:** La bioeconomía permite a Castilla y León expandirse en mercados emergentes, como el de bioplásticos, materiales biodegradables y otros productos biotecnológicos. Estos bioproductos presentan una alternativa sostenible frente a los materiales tradicionales, y contribuyen al posicionamiento de la comunidad autónoma como líder en innovación verde.
- **Cooperación Autonómica y Nacional:** La Estrategia de Economía Circular de Castilla y León establece una colaboración con entidades locales y nacionales, así como con fondos europeos, para facilitar la transición hacia una economía circular. Programas como LIFE e INTERREG han apoyado proyectos de bioeconomía en la comunidad autónoma, impulsando la cooperación entre diferentes actores y sectores.

- **Educación y Sensibilización:** Para asegurar un desarrollo sostenible de la bioeconomía, es necesaria la formación y sensibilización de todos los actores involucrados, desde productores hasta consumidores. La Estrategia de Economía Circular incluye programas de capacitación y sensibilización para que la sociedad en su conjunto entienda y adopte los principios de la bioeconomía.

TENDENCIAS ACTUALES Y NICHOS DE EMPLEO EN EL SECTOR FORESTAL

El sector forestal en Castilla y León está experimentando una transformación profunda, impulsada por la innovación tecnológica, la transición hacia una economía verde y las crecientes demandas de sostenibilidad. En este contexto, las actividades forestales tradicionales, como la explotación de madera y la gestión de recursos naturales, están siendo complementadas por nuevas oportunidades vinculadas a la bioeconomía, la digitalización y los servicios ecosistémicos [77]. Esta evolución del sector presenta desafíos, pero también abre un abanico de nichos de empleo que requieren competencias especializadas y conocimiento en áreas emergentes [78].

Las tendencias actuales en el sector forestal incluyen la **adopción de tecnologías avanzadas, como la teledetección, los sistemas de información geográfica (SIG) y el uso de drones para el seguimiento y gestión de recursos**. Además, la sostenibilidad y la economía circular se han convertido en principios rectores de la industria forestal, promoviendo prácticas que minimizan el impacto ambiental y fomentan el aprovechamiento de los subproductos de la madera y otros recursos naturales [79]. La creciente atención hacia la bioeconomía también ha impulsado el desarrollo de productos de valor añadido, como bioplásticos, bioenergía y materiales de construcción sostenibles, lo que genera una demanda de perfiles profesionales con conocimientos en biotecnología y gestión sostenible de recursos [80].

En este capítulo, se analizarán las principales **tendencias que están moldeando el futuro del sector forestal en Castilla y León**, identificando los nichos de empleo que surgen a raíz de estos cambios. Desde especialistas en tecnologías de información forestal hasta gestores de servicios ecosistémicos, los nuevos perfiles laborales no solo responden a la necesidad de modernizar el sector, sino que también contribuyen al desarrollo económico de las áreas rurales y a la mitigación del cambio climático. Además, se discutirán los retos y las oportunidades para el crecimiento de estos nichos, así como las iniciativas y estrategias que pueden facilitar su desarrollo en la comunidad autónoma.

5.1. INTRODUCCIÓN AL SECTOR FORESTAL Y SU TRANSFORMACIÓN

El sector forestal es un **componente esencial de la economía de Castilla y León**, no solo por su contribución a la producción de madera y productos derivados, sino también por su papel en la conservación de la biodiversidad, la regulación hídrica y la mitigación del cambio climático. En los últimos años, este sector ha experimentado cambios significativos, impulsados tanto por avances tecnológicos como por el creciente enfoque en la

sostenibilidad y la bioeconomía. Esta transformación responde a la necesidad de gestionar los recursos forestales de manera más eficiente y de aprovechar su potencial en la economía circular, en un contexto en el que la transición hacia modelos económicos sostenibles es cada vez más urgente.

Uno de los factores clave en esta transformación ha sido la **incorporación de tecnologías avanzadas que permiten un seguimiento y gestión más precisos de los recursos forestales**. Herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG), la teledetección mediante satélites y drones, y el análisis de datos a gran escala (*big data*) facilitan la recopilación y análisis de información detallada sobre el estado de los bosques. Estas tecnologías no solo mejoran la eficiencia en la gestión de los recursos, sino que también **crean nuevas oportunidades laborales para perfiles especializados en tecnología y análisis de datos**. La digitalización en el sector forestal se está convirtiendo, por tanto, en un motor de cambio y en un nicho de empleo con gran potencial.

Además de los avances tecnológicos, el **impulso hacia la sostenibilidad** ha redefinido las prácticas y objetivos del sector forestal en Castilla y León. La economía circular y la bioeconomía han ganado relevancia, promoviendo el uso de subproductos de la madera, residuos forestales y biomasa para la generación de energía y la creación de nuevos bioproductos. Estos cambios reflejan una **tendencia hacia una gestión integral de los recursos**, en la que se busca reducir el desperdicio y maximizar el valor de cada componente del bosque. Este enfoque no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también impulsa la creación de empleo en áreas relacionadas con la innovación, la investigación y el desarrollo de productos bio-basados.

En este contexto de transformación, **el sector forestal se presenta como un área dinámica y en constante evolución**, donde los profesionales necesitan adaptarse a las nuevas demandas y tendencias. En los siguientes apartados, se explorarán las tendencias más relevantes que están dando forma a este sector y los nichos de empleo emergentes que están surgiendo a partir de estas tendencias en Castilla y León. A través de esta exploración, se busca ofrecer una visión integral de **cómo el sector forestal está aprovechando la tecnología y la sostenibilidad para generar oportunidades de desarrollo económico y ambiental** en la comunidad autónoma.

5.2. TENDENCIAS ACTUALES EN EL SECTOR FORESTAL

El sector forestal en Castilla y León está **evolucionando rápidamente**, impulsado por una serie de tendencias que están transformando las prácticas tradicionales y creando oportunidades para la innovación y el desarrollo sostenible. Estas tendencias incluyen **la digitalización y adopción de tecnologías avanzadas, el enfoque en sostenibilidad y economía circular, el impulso de la bioeconomía y el papel creciente de los servicios ecosistémicos y la mitigación**

del cambio climático. A continuación, se analizan cada una de estas tendencias, destacando su impacto y relevancia en el contexto autonómico.

5.2.1. Digitalización y tecnologías emergentes

La digitalización está revolucionando la gestión forestal mediante el uso de tecnologías avanzadas como la **teledetección**, los **sistemas de información geográfica (SIG)** y los **drones**. Estas herramientas permiten un **seguimiento preciso y eficiente de los recursos forestales**, facilitando la recopilación de **datos en tiempo real** sobre la salud de los bosques, la detección de incendios y la evaluación de la biodiversidad. En Castilla y León, estas tecnologías están siendo cada vez más adoptadas por empresas y entidades gubernamentales, lo cual mejora la precisión en la toma de decisiones y permite optimizar el uso de los recursos naturales. Además, el análisis de *big data* y el modelado predictivo están empezando a jugar un papel importante en la planificación y gestión forestal, proporcionando predicciones sobre el crecimiento de los árboles y la respuesta de los ecosistemas a distintos factores ambientales.

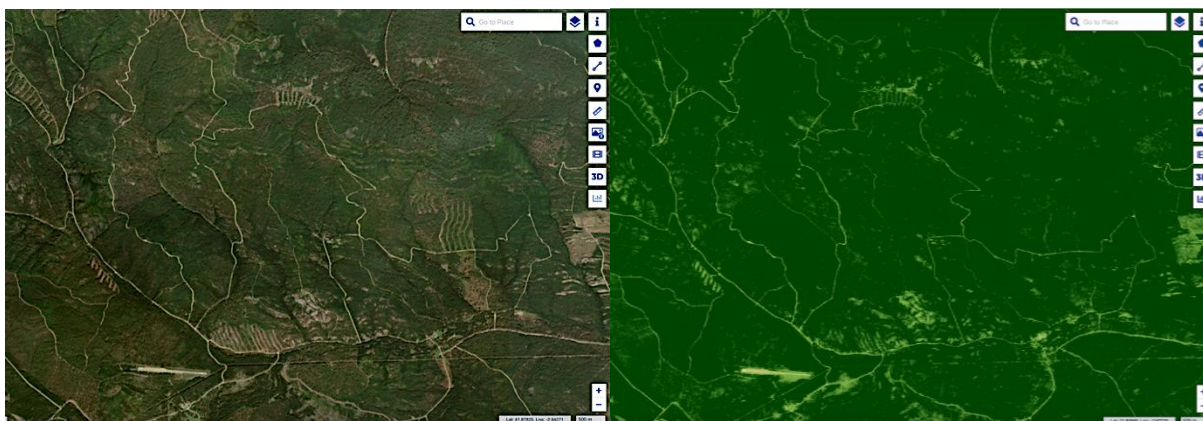


Figura 62. Imagen del satélite Sentinel-2 que cubre el Monte de Utilidad Pública “Pinar Grande” en la provincia de Soria. A la izquierda se observa la imagen en color verdadero (RGB), y a la derecha se observa el índice de vegetación NDVI. Fuente: Copernicus Browser (<https://dataspace.copernicus.eu>), 2024.

5.2.2. Sostenibilidad y economía circular

La sostenibilidad y la economía circular se han convertido en principios fundamentales del sector forestal en Castilla y León. **La economía circular promueve la reutilización y el reciclaje de materiales, minimizando el desperdicio y fomentando el aprovechamiento integral de los productos forestales.** En este contexto, los subproductos de la industria maderera, como restos de poda, corteza y serrín están siendo reutilizados para crear productos de valor añadido, como pellets para calefacción, abonos y materiales de construcción ecológicos. La sostenibilidad, por otro lado, se centra en la conservación de los recursos forestales mediante prácticas de manejo responsable y certificación forestal (FSC, PEFC), que garantizan que los

productos forestales provienen de bosques gestionados de manera sostenible, contribuyendo a la protección de la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas locales.

5.2.3. Bioeconomía y productos de valor añadido

La bioeconomía representa una oportunidad de gran valor para el sector forestal en Castilla y León. La **producción de bioproductos a partir de recursos forestales renovables** está ganando terreno, generando productos como bioplásticos, biocombustibles, biofertilizantes y materiales de construcción sostenibles. Estos productos no solo son una alternativa más ecológica frente a los productos derivados de recursos no renovables, sino que también tienen el potencial de abrir nuevos mercados y generar empleo en áreas rurales. Además, la bioeconomía fomenta la innovación en biotecnología y el desarrollo de procesos sostenibles para la producción de bioproductos, promoviendo una economía de la comunidad autónoma menos dependiente de los combustibles fósiles y más alineada con los objetivos de desarrollo sostenible.

5.2.4. Mitigación del cambio climático y servicios ecosistémicos

La mitigación del cambio climático y la valorización de los servicios ecosistémicos son también tendencias claves en el sector forestal actual. **Los bosques de Castilla y León juegan un papel esencial en la captura y almacenamiento de carbono**, lo que contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la gestión forestal sostenible permite conservar la biodiversidad, proteger las cuencas hidrográficas y mantener la fertilidad del suelo. Estas funciones, conocidas como servicios ecosistémicos, están comenzando a ser reconocidas y valoradas económicamente, lo que abre la puerta a iniciativas como los **proyectos de compensación de carbono y la venta de créditos de carbono**. La demanda de profesionales en la gestión de estos servicios está en aumento, creando oportunidades para el diseño e implementación de proyectos de conservación y restauración de ecosistemas forestales.

5.3. NICHOS DE EMPLEO EMERGENTES EN EL SECTOR FORESTAL

La transformación del sector forestal y el auge de la bioeconomía han impulsado la creación de nuevos perfiles laborales que requieren habilidades especializadas en áreas como **tecnología digital, sostenibilidad y gestión de recursos naturales**. Estos nichos de empleo emergentes no solo responden a la modernización del sector, sino que también fortalecen el desarrollo económico en Castilla y León, especialmente en áreas rurales. A continuación, se describen algunos de los principales nichos de empleo que están surgiendo en la comunidad autónoma.

5.3.1. Especialistas en tecnologías de información forestal

Microcredencial 1: Herramientas Básicas para la Teledetección Ambiental

Aprende los principios fundamentales de la teledetección y cómo utilizar datos abiertos para llevar a cabo evaluaciones ambientales.

Asignaturas:

- Sistemas de Información Geográfica aplicados a los ecosistemas terrestres (4 ECTS).
- Análisis de datos ambientales con R (3.9 ECTS).
- Bases prácticas de la teledetección ambiental (4 ECTS).
- Análisis de datos de teledetección con Google Earth Engine (3ECTS).

[Ver la microcredencial](#)

Microcredencial 2: Herramientas Avanzadas para la Teledetección Ambiental

Adquiere habilidades en el procesamiento de datos LIDAR, RADAR y multispectrales, así como en el uso de drones para aplicaciones específicas en el sector agroforestal.

Asignaturas:

- Teledetección avanzada en el ámbito ambiental (4ECTS).
- Análisis de nubes de puntos LIDAR en entornos agroforestales (3.9 ECTS).
- Aplicaciones ambientales de la teledetección radar (4 ECTS)
- Planificación de misiones y análisis de datos procedentes de drones (3ECTS).

[Ver la microcredencial](#)

Figura 63. Itinerario de microcredenciales sobre teledetección ambiental ofrecida por la Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioenergía (EiFAB) del Campus de Soria de la Universidad de Valladolid (Fuente: <https://eifab.uva.es>), 2024.

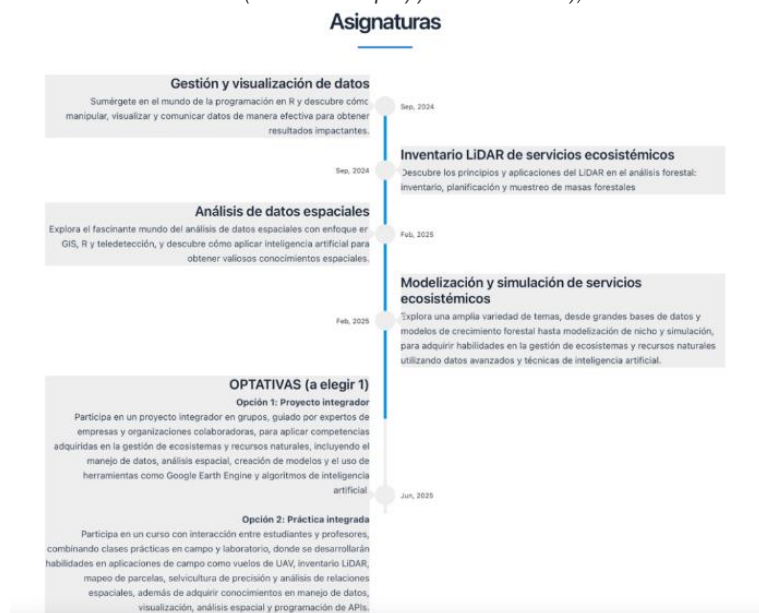


Figura 64. Microcredenciales sobre datos geoespaciales ofrecida por la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia (ETSIAA) de la Universidad de Valladolid (Fuente: <https://etsiaa.uva.es>), 2024.

Los avances en teledetección, sistemas de información geográfica (SIG) y análisis de datos han creado la **necesidad de especialistas en tecnologías de información forestal**. Estos profesionales son responsables de recopilar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos sobre los recursos forestales, utilizando herramientas avanzadas como drones, sensores remotos y software de SIG. Sus tareas incluyen el monitoreo de la salud de los bosques, la detección temprana de plagas e incendios, y el análisis de los efectos del cambio climático en los ecosistemas forestales. La demanda de estos perfiles está en aumento, ya que la digitalización se ha convertido en una herramienta esencial para la gestión eficiente y sostenible de los recursos naturales.

5.3.2. Profesionales en certificación forestal y cadena de custodia

Con el incremento de la conciencia ambiental y la demanda de productos sostenibles, los **especialistas en certificación forestal y cadena de custodia** se han vuelto indispensables en el sector. Estos profesionales aseguran que los productos forestales, como madera, papel y bioproductos, cumplen con los estándares de sostenibilidad y trazabilidad establecidos por certificaciones como FSC y PEFC. Además, son responsables de implementar y supervisar la cadena de custodia, garantizando que los materiales certificados se mantengan separados de aquellos no certificados durante toda la cadena de suministro. Este perfil es **clave para acceder a mercados nacionales e internacionales que exigen productos con garantía de sostenibilidad**. La Fundación Cesefor es un referente en la implantación de certificaciones en la cadena monte-industria, tanto en Gestión Forestal Sostenible, como en Cadena de Custodia o en Mercado CE.

5.3.3. Técnicos en bioproductos y bioenergía

El auge de la bioeconomía ha creado oportunidades en el desarrollo de bioproductos y bioenergía, generando una demanda creciente de **técnicos especializados en el aprovechamiento de biomasa y en la producción de productos derivados**, como bioplásticos, biocombustibles y biofertilizantes. Estos técnicos se encargan de optimizar los procesos de transformación de biomasa forestal y agrícola en productos de alto valor añadido, contribuyendo a reducir la dependencia de materiales no renovables y a impulsar un modelo de economía circular. Este nicho de empleo es particularmente relevante en Castilla y León, dada su abundancia en recursos forestales y agrícolas. El Centro de Desarrollo de Energías Renovables (CEDER-Ciemat) es un referente en energías renovables y en la valorización de bioproductos.

5.3.4. Gestores de servicios ecosistémicos y carbono

La valorización de los servicios ecosistémicos, como la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y la protección de las cuencas hidrográficas, ha generado un nicho de empleo para **gestores de servicios ecosistémicos y carbono**. Estos profesionales son responsables de diseñar, implementar y gestionar proyectos que buscan conservar o restaurar los ecosistemas forestales, promoviendo la sostenibilidad y mitigando los efectos del cambio climático. En Castilla y León, la demanda de estos perfiles está en aumento debido al interés en proyectos de compensación de carbono y conservación de biodiversidad, lo cual no solo beneficia al medio ambiente, sino que también ofrece una fuente de ingresos para propietarios y gestores de tierras. Tradicionalmente este nicho de empleo ha sido cubierto por los graduados/as en ingeniería forestal y en ingeniería de montes.

5.3.5. Educadores y formadores en bioeconomía forestal

Con la evolución del sector forestal hacia una bioeconomía avanzada, la demanda de educadores y formadores especializados también ha crecido. Estos profesionales se encargan de **preparar a las nuevas generaciones en prácticas sostenibles, tecnología digital aplicada a la gestión forestal y conocimientos específicos sobre bioeconomía**. Los educadores y formadores en bioeconomía forestal desempeñan un papel importante en el desarrollo de una fuerza laboral capacitada y adaptada a las demandas actuales del sector, ofreciendo formación en universidades, centros de investigación y programas de capacitación continua para profesionales en activo.

5.4. IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

La inteligencia artificial (IA) y la automatización están revolucionando el sector forestal, proporcionando herramientas que permiten mejorar la eficiencia, la precisión y la sostenibilidad de las operaciones forestales. En Castilla y León, donde el sector forestal desempeña un papel esencial en la economía y en la conservación de los recursos naturales, la adopción de estas tecnologías representa una oportunidad para optimizar la gestión de los recursos, reducir costos y fortalecer la competitividad del sector. A continuación, se detallan las principales aplicaciones de la IA y la automatización en la gestión forestal, y los perfiles laborales que están surgiendo en torno a ellas.

5.4.1. Aplicaciones de la IA en la gestión y seguimiento forestal

La IA está transformando la forma en que se gestiona y monitorea el estado de los bosques en Castilla y León. Herramientas basadas en IA, como algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales, permiten procesar grandes volúmenes de datos de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) para **identificar patrones y realizar predicciones**. Estas tecnologías se utilizan para monitorear la salud forestal, detectar incendios y plagas de forma temprana, y evaluar el impacto del cambio climático en los ecosistemas forestales. Al automatizar la detección y análisis de amenazas potenciales, la IA permite una intervención rápida y eficiente, mejorando la resiliencia de los bosques ante riesgos ambientales.



Figura 65. Imagen del gemelo digital “förecast” desarrollado por la empresa de base tecnológica, föra forest technologies sll. Fuente: <https://forecast.fora.es>

5.4.2. Automatización de procesos en la industria forestal

La automatización en la industria forestal va más allá de la recopilación de datos y se extiende a los **procesos de producción y transformación de recursos**. En Castilla y León, la automatización se está aplicando en actividades como la recolección mecanizada, el procesamiento de madera y la producción de bioproductos. Equipos automatizados y robots de procesamiento permiten realizar tareas con mayor precisión y a un menor costo, optimizando el uso de los recursos y reduciendo el impacto ambiental de las operaciones. La automatización también mejora la seguridad laboral al reducir la exposición de las personas trabajadoras a condiciones peligrosas y permite una mayor eficiencia en la producción de materiales sostenibles.

5.4.3. Oportunidades de empleo ligadas a la IA y la automatización

La incorporación de IA y automatización en el sector forestal está generando nuevos nichos de empleo, especialmente en roles técnicos y especializados. Algunos de los perfiles emergentes incluyen **ingenieros de IA aplicada a recursos naturales, analistas de datos ambientales y operadores de sistemas automatizados**. Estos profesionales son responsables de diseñar, implementar y supervisar sistemas inteligentes para la gestión de los recursos forestales, asegurando que las tecnologías se utilicen de forma eficiente y alineada con los objetivos de sostenibilidad de la comunidad autónoma. La demanda de estos perfiles está en aumento, ya que las empresas forestales y las instituciones públicas buscan mejorar sus prácticas de gestión mediante el uso de tecnología avanzada.

5.4.4. Retos y consideraciones éticas en el uso de la IA y la automatización

A pesar de las ventajas que la IA y la automatización aportan al sector forestal, existen retos y consideraciones éticas que deben abordarse. Uno de los desafíos principales es la **capacitación de la fuerza laboral actual**, que necesita adquirir nuevas habilidades para adaptarse a estas tecnologías. Además, es importante **garantizar la privacidad y seguridad de los datos**, especialmente aquellos que involucran información sensible sobre la biodiversidad y el uso del suelo. Por otro lado, la implementación de IA y automatización debe hacerse de **manera inclusiva**, evitando que pequeños propietarios o empresas sin acceso a tecnología avanzada se vean excluidos de los beneficios que estas herramientas ofrecen.

5.5. RETOS PARA EL CRECIMIENTO DE NUEVOS NICHOS DE EMPLEO

A pesar de las oportunidades que ofrecen las nuevas tendencias y tecnologías en el sector forestal, existen varios retos que dificultan el crecimiento de los nichos de empleo emergentes. Estos desafíos incluyen la **escasez de competencias digitales, el acceso limitado a la formación especializada, las barreras financieras y los retos regulatorios**. En este apartado se examinan los principales obstáculos que Castilla y León enfrenta para consolidar una fuerza laboral moderna y competitiva en el sector forestal y bioeconómico.

5.5.1. Escasez de competencias digitales

Uno de los principales desafíos para el desarrollo de nuevos nichos de empleo en el sector forestal es la falta de competencias digitales entre los profesionales actuales. Las habilidades en áreas como el análisis de datos, la teledetección y el uso de sistemas de información geográfica (SIG) son esenciales para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la digitalización del sector. Sin embargo, la falta de formación en estas competencias **limita la capacidad de las personas trabajadoras para adaptarse a los cambios tecnológicos y afecta la competitividad de las empresas forestales de Castilla y León**. Para abordar este desafío, es necesario invertir en programas de capacitación que faciliten la adquisición de estas competencias, especialmente entre los jóvenes y los profesionales en activo. Un ejemplo de estos programas son tanto el máster de ciencia de datos de la UVa, como el Máster en Geoinformática para la gestión de recursos naturales de la ULe.

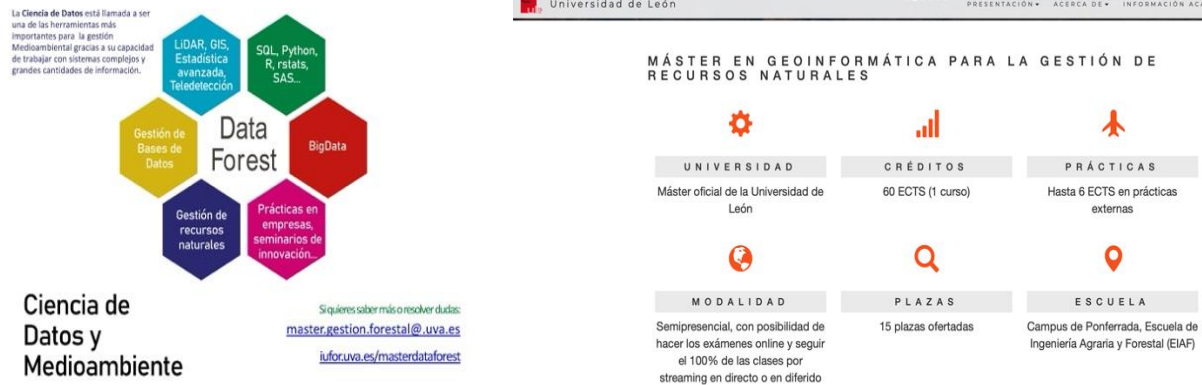


Figura 66. Formación posgrado en Castilla y León sobre geodatos. A la izquierda el máster DataForest de la Universidad de Valladolid y a la derecha el master en geoinformática de la Universidad de León, 2024.

5.5.2. Acceso a la formación especializada

Otro reto significativo es el acceso limitado a la formación especializada en temas como bioeconomía, tecnología digital aplicada al sector forestal y certificación sostenible. Si bien Castilla y León cuenta con universidades y centros de formación destacados, **la oferta educativa específica para el sector forestal y bioeconómico aún es insuficiente**. Esto limita la disponibilidad de profesionales capacitados para ocupar los nuevos perfiles laborales demandados en la comunidad autónoma. La creación de programas de formación específicos en colaboración con empresas del sector podría ser una solución para este desafío, proporcionando a los estudiantes y profesionales las herramientas y conocimientos necesarios para adaptarse a las necesidades del mercado.

5.5.3. Inversión y financiación en nuevas tecnologías

La financiación para adoptar nuevas tecnologías en el sector forestal es otro de los obstáculos que enfrentan las empresas y pequeños propietarios en Castilla y León. **La implementación de tecnología avanzada, como drones, sensores de monitoreo y sistemas de IA, requiere una inversión considerable**, lo que puede ser un reto para las empresas pequeñas y medianas. Sin acceso a la financiación adecuada, estas organizaciones tienen dificultades para innovar y aprovechar los beneficios de la digitalización y la automatización. Las subvenciones públicas y los programas de incentivos fiscales para la adopción de tecnología podrían ayudar a reducir esta brecha, facilitando el crecimiento de empleo.

5.5.4. Retos regulatorios y burocráticos

Los marcos regulatorios y los procesos administrativos también pueden representar barreras para el desarrollo de empleos innovadores en el sector forestal. **La complejidad y la rigidez de algunos requisitos normativos pueden dificultar la adopción de prácticas sostenibles y la creación de nuevos negocios en áreas como la bioenergía, la certificación forestal y la compensación de carbono.** Además, los procedimientos burocráticos pueden desincentivar a los pequeños propietarios y empresas, que podrían verse abrumados por los costos y el tiempo que requieren los procesos de certificación y autorización. Simplificar los trámites administrativos y proporcionar orientación técnica para cumplir con los requisitos normativos podría incentivar la innovación y facilitar el desarrollo de nuevos empleos.

5.6. OPORTUNIDADES DE DESARROLLO EN CASTILLA Y LEÓN

Castilla y León cuenta con una combinación única de recursos naturales, conocimiento técnico y apoyo institucional que le permite aprovechar múltiples oportunidades en el sector forestal y de bioeconomía. Estas oportunidades abarcan **el fortalecimiento de la bioeconomía forestal, el acceso a financiación y programas de apoyo europeos, y la expansión de los mercados internacionales de productos sostenibles.** Este apartado examina las oportunidades clave que pueden impulsar el crecimiento económico y la generación de empleo en la comunidad autónoma.

5.6.1. Potencial para la bioeconomía forestal

La bioeconomía forestal representa una de las oportunidades más importantes para el desarrollo de Castilla y León. Gracias a su extensa área forestal y agrícola, **la comunidad autónoma tiene el potencial de convertirse en un referente en la producción de bioproductos y bioenergía,** aprovechando residuos forestales y agrícolas como materia prima para generar productos de valor añadido [31]. Esta actividad no solo permite la diversificación económica y la creación de empleos en áreas rurales, sino que también contribuye a la reducción de la dependencia de recursos no renovables. Además, el enfoque en la bioeconomía forestal promueve la sostenibilidad y la economía circular, valores que son cada vez más apreciados en los mercados nacionales e internacionales.

5.6.2. Iniciativas autonómicas y financiación europea

Castilla y León se beneficia de diversas iniciativas y programas de financiación europeos, como el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y el programa Horizonte Europa, que apoyan la innovación y la sostenibilidad en el sector forestal y bioeconómico. Estos fondos

permiten a las empresas y organizaciones de la comunidad autónoma acceder a recursos financieros para proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y mejora de la sostenibilidad. Asimismo, las políticas autonómicas de apoyo a la bioeconomía, como la Estrategia de Economía Circular de Castilla y León [76], proporcionan un **marco favorable para atraer inversiones y fomentar la colaboración entre empresas, centros de investigación y universidades**. Estos programas y políticas representan una oportunidad para que Castilla y León acelere la adopción de tecnologías avanzadas y fomente la creación de empleos en áreas de alto valor añadido.

5.6.3. Expansión en el mercado internacional de productos sostenibles

La creciente demanda global de productos sostenibles ofrece a Castilla y León la oportunidad de posicionarse como un **proveedor destacado en los mercados internacionales de productos forestales y bioproductos**. La certificación forestal y la trazabilidad de productos permiten que la comunidad autónoma acceda a mercados exigentes, que buscan proveedores que garanticen prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Productos como madera certificada, bioplásticos, bioenergía y materiales de construcción ecológicos cuentan con un alto valor en mercados internacionales, especialmente en Europa y América del Norte, donde los consumidores muestran un interés creciente en la sostenibilidad [8,81]. Esta expansión en los mercados internacionales no solo fortalece la economía castellanoleonesa, sino que también apoya la imagen de Castilla y León como un líder en bioeconomía y sostenibilidad.

5.6.4. Desarrollo del turismo forestal y servicios ecosistémicos

Otra oportunidad significativa para Castilla y León es el desarrollo del turismo forestal y la valorización de los servicios ecosistémicos. La gestión sostenible de los recursos forestales y la conservación de la biodiversidad permiten a la comunidad autónoma atraer turistas interesados en el ecoturismo y en actividades de bajo impacto ambiental [21,50,82]. Además, la valorización de servicios ecosistémicos, como la captura de carbono, la regulación del agua y la conservación de la biodiversidad, puede generar ingresos adicionales a través de esquemas de compensación de carbono y pagos por servicios ambientales. **Estas actividades complementan las tradicionales y permiten diversificar la economía rural**, generando empleos en áreas que promueven la conservación y la sostenibilidad.

5.7. PERSPECTIVAS FUTURAS

El sector forestal en Castilla y León está inmerso en un proceso de cambio impulsado por la innovación tecnológica, la sostenibilidad y el desarrollo de la bioeconomía [2,11]. Las

tendencias emergentes, como la digitalización, la economía circular y el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos, están redefiniendo el papel de los recursos forestales en la economía autonómica y creando nuevos nichos de empleo que requieren competencias especializadas [78]. Ejemplos como la **Red de Calor de Soria**, una iniciativa que utiliza biomasa forestal para calefacción en edificios públicos y residenciales, y la **Aceleradora Wolaria Bioeco**, lanzada en 2024 para fomentar proyectos de bioeconomía y economía circular, destacan el compromiso de la comunidad autónoma con la innovación sostenible y la generación de empleo en áreas rurales. A lo largo de este capítulo, se han identificado las oportunidades y retos que enfrenta Castilla y León para adaptarse a este cambio y consolidarse como un referente en gestión forestal sostenible y bioeconomía.

La evolución del sector forestal hacia un modelo basado en la sostenibilidad y la economía circular presenta una oportunidad única para Castilla y León, no solo para generar empleo y fortalecer el desarrollo económico en áreas rurales, sino también para contribuir a los objetivos de sostenibilidad y mitigación del cambio climático [67,69]. Iniciativas como el **Proyecto de Biomasa Forestal de Cubillos del Sil**, que genera electricidad a partir de biomasa local y reduce la dependencia de combustibles fósiles, demuestran cómo la comunidad autónoma está aplicando estos principios a nivel práctico. Los nuevos perfiles laborales en el sector forestal, que incluyen desde especialistas en tecnologías de información forestal hasta gestores de servicios ecosistémicos, ofrecen una salida profesional atractiva para los jóvenes y un impulso necesario para la economía rural [77]. Sin embargo, la adopción de estos nuevos perfiles requiere un esfuerzo concertado en la capacitación de las personas trabajadoras actuales y en la implementación de políticas de apoyo que faciliten el acceso a formación especializada y tecnología avanzada.

De cara al futuro, es esencial que Castilla y León fortalezca su capacidad de innovación y aproveche los recursos de financiación y apoyo que ofrece la Unión Europea para consolidar su posición en el sector forestal y bioeconómico. La inversión en tecnología, investigación y desarrollo será fundamental para mejorar la competitividad de la comunidad autónoma y para maximizar los beneficios derivados de la sostenibilidad y la bioeconomía. Al mismo tiempo, es importante **promover la colaboración entre el sector público, las empresas y las instituciones educativas** para asegurar que la oferta formativa se adapte a las demandas del mercado y permita formar una fuerza laboral altamente cualificada.

En conclusión, Castilla y León se encuentra en una posición estratégica para liderar el desarrollo de un modelo forestal sostenible y competitivo, que combine la conservación de sus valiosos recursos naturales con el impulso a la innovación y la generación de empleo de calidad. Aprovechar estas oportunidades permitirá a la comunidad autónoma avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente, en el que el sector forestal desempeñe un papel central en el desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades locales.

NECESIDADES FORMATIVAS Y COMPETENCIAS PARA LOS NUEVOS EMPLEOS

El sector forestal y de la bioeconomía en Castilla y León se encuentra en **el corazón de una transición global hacia modelos de desarrollo más sostenibles y resilientes**. La combinación de avances tecnológicos, cambios normativos y la creciente necesidad de combatir el cambio climático ha generado una **demanda de empleos altamente especializados y con nuevas competencias**. En este contexto, la formación y el desarrollo de habilidades específicas se convierten en pilares fundamentales para asegurar que la comunidad autónoma no solo se adapte a las transformaciones en marcha, sino que **también se posicione como un referente en innovación y sostenibilidad del sector**.

Históricamente, el sector forestal ha desempeñado un papel crucial en Castilla y León, no solo desde el punto de vista económico, sino también social y medioambiental. Sin embargo, las nuevas dinámicas, como la digitalización, la integración de tecnologías avanzadas y la creciente exigencia de cumplir con estándares de sostenibilidad internacional, han puesto de manifiesto la **necesidad de actualizar los perfiles profesionales de esta industria**. Además, la presión por abordar retos como la despoblación rural y la falta de inclusión de ciertos grupos sociales en la fuerza laboral, como las mujeres y los jóvenes, subraya la importancia de redefinir las estrategias educativas y formativas.

6.1. COMPETENCIAS CLAVE EN EL SECTOR FORESTAL Y BIOECONÓMICO

6.1.1. Competencias digitales y tecnológicas

La digitalización está transformando la forma en que se gestionan los recursos forestales y los procesos productivos asociados. En este sentido, es fundamental dominar herramientas como los **sistemas de información geográfica (SIG)**, los **modelos predictivos basados en inteligencia artificial (IA)** y el **software especializado en gestión forestal**. Estas herramientas permiten optimizar la planificación, la supervisión y la toma de decisiones en tiempo real, lo que contribuye a la sostenibilidad y eficiencia del sector.

Además, los **datos obtenidos con sensores remotos** han ganado protagonismo en la monitorización de grandes extensiones forestales. Su uso para detectar incendios, evaluar la salud de los bosques o cuantificar los servicios ecosistémicos requiere formación específica en operación de equipos, análisis de imágenes y generación de datos interpretables. Por otro lado, la **sensorización mediante dispositivos IoT** (Internet de las Cosas) permite recopilar datos en tiempo real sobre condiciones climáticas, humedad del suelo y presencia de plagas, por ejemplo, lo que facilita respuestas rápidas y basadas en pruebas. La combinación de

estos dos tipos de datos permite obtener **modelos de seguimiento de la evolución de los bosques en tiempo real**, optimizando la planificación y ejecución de estrategias de gestión sostenible y permitiendo la toma de decisiones basadas en evidencias, entre otras utilidades.

Para abordar estos retos, las personas trabajadoras no solo necesitan habilidades técnicas en programación básica y análisis de datos, sino también una comprensión más amplia de cómo integrar estas tecnologías en la cadena de valor del sector forestal. Es imperativo fomentar la **alfabetización digital** desde los niveles más básicos de formación para garantizar que los futuros empleados/as tengan las capacidades necesarias para enfrentarse a un **entorno laboral cada vez más automatizado y tecnológicamente complejo**.

6.1.2. Gestión ambiental y sostenibilidad

La **transición hacia una economía verde** no solo es una tendencia, sino una necesidad urgente en un contexto de cambio climático y degradación de los ecosistemas. En este sentido, las competencias en gestión ambiental son esenciales para los profesionales del sector forestal. Estas habilidades incluyen la **capacidad de diseñar, implementar y supervisar planes de gestión sostenible que respeten los límites ecológicos y maximicen los beneficios socioeconómicos**.

Conocer en profundidad **certificaciones forestales** como FSC (Forest Stewardship Council) y PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) es crucial, ya que estas normativas garantizan prácticas responsables y permiten acceder a mercados internacionales. Además, los profesionales deben estar capacitados para **interpretar y cumplir con las regulaciones ambientales locales, nacionales e internacionales**, adaptándose a un marco normativo en constante evolución.

Otro aspecto relevante es la capacidad de **integrar la sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de los productos forestales**, desde la producción de materias primas hasta su transformación y comercialización. Esto implica tener conocimientos de **economía circular, evaluación del ciclo de vida y estrategias para reducir la huella de carbono**, de modo que el sector forestal se posicione como un pilar fundamental en la lucha contra el cambio climático y el desarrollo sostenible.

6.1.3. Habilidades de emprendimiento e innovación

La bioeconomía ofrece una oportunidad única para **generar valor añadido a partir de recursos forestales y biológicos**, pero esto exige no solo una mentalidad emprendedora, sino también un conjunto de **habilidades innovadoras que permitan anticiparse a las demandas del mercado y los retos ambientales**. Las personas trabajadoras del sector deben ser capaces de **identificar y capitalizar tendencias emergentes** que son particularmente relevantes para el

sector forestal y de la bioeconomía, como, por ejemplo, la diversificación en el uso de biomasa para generar energía renovable, la producción de bioplásticos y materiales sostenibles, la valorización de residuos forestales para obtener biocompuestos, y el desarrollo de productos farmacéuticos y cosméticos basados en extractos naturales. También son de interés las iniciativas relacionadas con **soluciones basadas en la naturaleza**, como sistemas agroforestales que combinen producción agrícola y forestal de manera sostenible, o proyectos de restauración ecológica que contribuyan al secuestro de carbono y la regeneración de suelos degradados.

Estas tendencias no solo representan oportunidades económicas, sino también **herramientas estratégicas para mitigar el impacto del cambio climático y avanzar hacia una economía circular**. Identificarlas y transformarlas en modelos de negocio sostenibles requiere un profundo **conocimiento técnico**, una **visión estratégica** y la **capacidad de conectar estas innovaciones con las necesidades del mercado actual y futuro**.

El emprendimiento en este sector va más allá de la simple creación de negocios; requiere **habilidades avanzadas en gestión de proyectos, análisis de riesgos y formulación de planes de negocio** que equilibren la rentabilidad económica con el impacto ambiental y social. Los emprendedores deben comprender cómo operar en un marco de economía circular, optimizando los ciclos de vida de los productos y minimizando los residuos. También deben ser capaces de evaluar y mitigar riesgos asociados, como fluctuaciones en la disponibilidad de materias primas, cambios en las normativas ambientales o la aceptación del mercado hacia productos innovadores.

El éxito en la bioeconomía también depende de la **capacidad para trabajar de forma interdisciplinar**, colaborando con investigadores, diseñadores y otros actores clave de diferentes industrias para fomentar **la transferencia de conocimiento y la cocreación de soluciones innovadoras**. Esto implica explorar **modelos de innovación abierta**, en los que empresas y universidades colaboren, y construyan alianzas estratégicas que permitan escalar las innovaciones y posicionarlas en mercados nacionales e internacionales.

Por último, **la capacidad de pensar globalmente, pero actuar localmente se convierte en un elemento diferenciador clave**. Aprovechar de manera innovadora y sostenible los recursos locales requiere combinar conocimientos técnicos con una visión estratégica, garantizando que las soluciones generadas sean no solo económicamente viables, sino también culturalmente aceptadas y respetuosas con los entornos naturales y sociales.

6.1.4. Competencias sociales y de liderazgo

En un sector tan conectado con las comunidades rurales y los ecosistemas locales, **las competencias sociales y de liderazgo son fundamentales**. Los profesionales deben ser capaces de **trabajar eficazmente en equipos diversos y multidisciplinares**, y de **gestionar la**

comunicación entre técnicos, comunidades locales, autoridades gubernamentales y empresas privadas.

La **capacidad de liderar equipos en entornos complejos** implica habilidades como la resolución de conflictos, la toma de decisiones en contextos de incertidumbre y la motivación de los colaboradores para alcanzar objetivos comunes. Esto es particularmente importante en proyectos que requieren la colaboración de múltiples actores con intereses diversos, como iniciativas de reforestación o planes de ordenación del territorio.

Además, las **competencias en comunicación y sensibilización** son fundamentales para promover el diálogo y la participación de las comunidades en los proyectos forestales. Un liderazgo efectivo no solo debe garantizar el éxito técnico y económico de las iniciativas, sino también **fomentar la cohesión social y la creación de valor compartido**, consolidando el papel del sector forestal como motor de desarrollo rural y sostenibilidad.

Por último, estas competencias sociales y de liderazgo también son esenciales para hacer frente a los **retos asociados con la integración de la igualdad de género y la promoción de una mayor inclusión de mujeres y jóvenes en el sector**, lo que fortalece la diversidad y la resiliencia de la fuerza laboral.

6.2. APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN FORESTAL Y BIOECONÓMICA

6.2.1. Personalización del aprendizaje

La personalización del aprendizaje es uno de los avances más transformadores que ha traído la inteligencia artificial (IA) al ámbito educativo. En el sector forestal y de la bioeconomía, donde la formación requiere un enfoque multidisciplinar y el dominio de habilidades prácticas, esta capacidad de adaptar la enseñanza a las necesidades específicas de cada estudiante o profesional es muy valiosa.

La IA puede analizar el comportamiento y los resultados de los estudiantes para **identificar cómo aprenden mejor**. Por ejemplo, algunos estudiantes pueden beneficiarse más de simulaciones visuales e interactivas, mientras que otros prefieren el análisis detallado de casos reales o lecturas extensas. Gracias a los algoritmos de aprendizaje, las plataformas educativas pueden ajustar automáticamente la metodología y los recursos utilizados, lo que garantiza que cada estudiante progrese a su propio ritmo sin sentirse abrumado o subestimado.

En un entorno educativo tradicional, es difícil atender las necesidades individuales de cada estudiante. Sin embargo, la IA permite **diseñar itinerarios formativos que se adaptan a las competencias y objetivos profesionales de cada usuario**. Por ejemplo, un estudiante interesado en la gestión sostenible de bosques podría recibir contenidos avanzados sobre

certificaciones forestales y normativas medioambientales, mientras que otro que busca especializarse en bioeconomía podría centrarse en el uso de biomasa y bioplásticos. Este enfoque garantiza una formación más relevante y efectiva.

Uno de los mayores beneficios de la personalización impulsada por IA es la **capacidad de ofrecer retroalimentación en tiempo real**. Cuando un estudiante realiza una práctica, como diseñar un plan de gestión forestal o simular la reforestación de un área degradada, la IA puede evaluar su desempeño y ofrecer recomendaciones personalizadas para mejorar. Esta retroalimentación inmediata no solo acelera el aprendizaje, sino que también ayuda a corregir errores antes de que se consoliden.

La personalización también facilita la educación en áreas rurales o remotas, donde tradicionalmente es más difícil acceder a recursos educativos de calidad. Las plataformas de IA permiten que los estudiantes puedan aprender en cualquier momento y desde cualquier lugar, **adaptándose siempre a su contexto**. Esto es especialmente relevante en Castilla y León, donde muchas de las personas interesadas en el sector forestal y la bioeconomía residen en zonas rurales.

Además de personalizar el proceso de aprendizaje, la IA puede ayudar a los estudiantes a **identificar sus puntos fuertes y posibles áreas de desarrollo**. A través de evaluaciones continuas, las plataformas pueden sugerir trayectorias profesionales específicas dentro del sector, como especializarse en restauración de ecosistemas, tecnologías de teledetección o emprendimiento en bioeconomía. Esta orientación personalizada mejora la conexión entre la formación y la empleabilidad, alineando las competencias adquiridas con las demandas del mercado laboral.

La IA permite **integrar recursos dinámicos**, como simulaciones interactivas, vídeos personalizados y ejercicios prácticos adaptados a los objetivos de aprendizaje del estudiante. Por ejemplo, un profesional que desea especializarse en el uso de drones para la vigilancia ambiental podría acceder a simulaciones virtuales que recrean escenarios reales de este tipo de vigilancia, ajustando el nivel de complejidad en función de su avance.

La personalización del aprendizaje mediante IA no solo mejora los resultados educativos, sino que también hace que la experiencia sea más motivadora y significativa para los estudiantes. En sectores como el forestal y la bioeconomía, donde la especialización y la adaptación a las nuevas tecnologías son fundamentales, esta **capacidad de aprendizaje adaptativo puede ayudar a reducir la brecha entre la formación académica y las demandas reales del mercado laboral**. Además, contribuye a la inclusión de un público diverso, ya que atrae a jóvenes y mujeres al sector y fortalece la resiliencia de la fuerza laboral de Castilla y León.

No obstante, para que la personalización sea efectiva, es necesario diseñar éticamente y con cuidado las plataformas de IA para evitar sesgos y desigualdades en el acceso a las oportunidades de aprendizaje. **Solo con un enfoque responsable y equitativo se podrá maximizar el potencial transformador de la IA en la educación forestal y bioeconómica.**

6.2.2. Automatización y soporte a la evaluación

La automatización y el soporte a la evaluación mediante IA están **transformando la forma en que se miden las competencias técnicas y prácticas en los sectores forestal y de la bioeconomía**. La IA permite corregir exámenes, analizar simulaciones y evaluar proyectos de forma automática, ofreciendo retroalimentación inmediata y personalizada. También facilita la **evaluación de habilidades prácticas mediante simulaciones virtuales**, como el uso de drones o la gestión forestal sostenible, lo que ofrece un enfoque objetivo y basado en criterios claros.

Además, los sistemas de IA hacen un seguimiento continuo del progreso de los estudiantes, identifican áreas de mejora y recomiendan actividades específicas, lo que garantiza un aprendizaje más centrado y efectivo. Al reducir el sesgo en la evaluación y optimizar el tiempo de los docentes, **estas herramientas mejoran la equidad y la eficiencia del proceso formativo**. La analítica predictiva añade valor al anticipar dificultades futuras y permitir intervenciones proactivas. Sin embargo, su implementación debe ser ética, garantizando la privacidad y la transparencia en el uso de los datos.

6.2.3. Generación de contenidos y apoyo en la investigación

La IA está revolucionando tanto la creación de materiales educativos como los procesos de investigación en el sector forestal y de la bioeconomía, ofreciendo **soluciones innovadoras que mejoran la comprensión y la toma de decisiones** en estos ámbitos.

La IA permite **crear contenidos educativos personalizados y dinámicos** que se adaptan a las necesidades de aprendizaje de cada usuario. Estas herramientas pueden generar simulaciones interactivas que recrean escenarios reales, como la gestión de incendios forestales o el seguimiento de la evolución de la biodiversidad, y proporcionan un entorno seguro y práctico para el aprendizaje. También es posible desarrollar mapas de aprendizaje adaptativos que guían a los estudiantes a través de rutas de formación específicas, ajustándose a su ritmo y nivel de conocimiento. Además, la IA permite crear presentaciones multimedia avanzadas, como vídeos explicativos generados automáticamente, infografías interactivas y ejercicios prácticos que responden a las necesidades de los estudiantes. Esto no solo enriquece la experiencia de aprendizaje, sino que también reduce el tiempo que los docentes necesitan para preparar materiales.

En un sector técnico como el forestal, donde los conocimientos están en constante evolución, la IA puede **automatizar la generación de contenidos especializados**. Por ejemplo, puede compilar y sintetizar información actualizada sobre normativas ambientales, avances tecnológicos o buenas prácticas en bioeconomía, lo que facilita el acceso a recursos siempre relevantes y actualizados. Esto resulta especialmente útil en la elaboración de manuales técnicos, guías de campo y cursos en línea.

En el ámbito de la investigación, la capacidad de la IA para **procesar y analizar grandes volúmenes de datos** está transformando la forma en que se abordan problemas complejos. En el sector forestal, esto incluye el análisis de datos satelitales para el seguimiento de los bosques, la detección de cambios en la cobertura forestal y la identificación de áreas propensas a la desertificación o deforestación, entre otros temas de interés. Por ejemplo, los algoritmos avanzados pueden predecir áreas propensas a incendios forestales al analizar factores como la temperatura, la humedad, la densidad de la vegetación y la actividad humana. Esto no solo acelera los procesos de análisis, sino que también mejora la precisión y la relevancia de las decisiones de gestión. En el contexto de la bioeconomía, la IA puede analizar datos relacionados con el rendimiento de los cultivos energéticos, los ciclos de vida de los productos sostenibles y la eficiencia en el uso de la biomasa, lo que guía las investigaciones hacia soluciones más sostenibles y económicamente viables.

La IA también permite crear **modelos predictivos que simulan escenarios futuros**, lo que ayuda a investigadores y gestores a tomar decisiones informadas. Por ejemplo, se pueden desarrollar simulaciones que evalúen el impacto del cambio climático en los ecosistemas forestales y que modelen cómo variarán las especies, los recursos hídricos y los riesgos asociados a las actividades humanas. Estas simulaciones son herramientas fundamentales tanto para la planificación a largo plazo como para la educación, ya que permiten a los estudiantes interactuar con escenarios reales de alta complejidad.

Otra contribución significativa de la IA es su capacidad para **integrar fuentes de información diversas**, como datos climáticos, ecológicos, económicos y sociales. Al combinar estos datos, la IA permite un enfoque holístico en la investigación forestal y bioeconómica, facilitando un análisis más profundo y completo de las interacciones entre factores ambientales y socioeconómicos. Esto es especialmente relevante en estudios de sostenibilidad, restauración de ecosistemas y políticas de bioeconomía.

La IA también contribuye a **democratizar el acceso al conocimiento**. Al automatizar la generación de materiales en múltiples formatos y lenguajes, se facilita el acceso a recursos educativos e investigativos a un público más amplio, incluidas comunidades rurales y profesionales en formación continua. Por ejemplo, un agricultor de una región remota podría utilizar una plataforma impulsada por IA para aprender sobre prácticas agroforestales sostenibles o sobre cómo integrar biomasa en procesos energéticos locales.

El uso de la IA para generar contenidos y apoyar la investigación no solo agiliza los procesos educativos y de análisis, sino que también permite tomar decisiones informadas y basadas en pruebas. Esto contribuye a **mejorar la gestión de los recursos naturales, la sostenibilidad y la eficiencia operativa** en ambos sectores.

Sin embargo, es crucial que estas herramientas se utilicen con un **enfoque ético, garantizando que los algoritmos sean transparentes y que la información generada sea fiable y libre de sesgos**. La combinación de tecnología avanzada con un uso responsable garantiza

que la IA siga siendo una aliada poderosa en la transformación del sector forestal y la bioeconomía hacia un futuro más sostenible e inclusivo.

6.2.4. *Uso responsable y riesgos de la IA en la educación*

La implementación de la IA en la educación forestal y de la bioeconomía ofrece innumerables beneficios, pero también plantea **desafíos significativos** que deben abordarse de manera responsable para **garantizar su impacto positivo y minimizar posibles riesgos**. La educación, especialmente en sectores técnicos y prácticos como estos, requiere un enfoque ético y equilibrado que considere tanto los avances tecnológicos como los valores fundamentales del aprendizaje humano.

Uno de los riesgos más importantes es la **dependencia excesiva de la IA**, que podría limitar el desarrollo de habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad de adaptación en entornos reales. Si bien la IA puede automatizar procesos educativos y ofrecer soluciones inmediatas, es crucial que los estudiantes se enfrenten a desafíos prácticos que requieran reflexión, creatividad y autonomía en la toma de decisiones. La formación en el sector forestal y bioeconómico debe **combinar el uso de herramientas tecnológicas con la experiencia directa en el campo y el desarrollo de habilidades humanas fundamentales**.

El uso de plataformas de IA implica la recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos personales, lo que plantea preocupaciones sobre **la privacidad y la seguridad de la información** de los estudiantes. Datos como los patrones de aprendizaje, las evaluaciones y las características personales pueden ser utilizados indebidamente si no se implementan medidas de seguridad adecuadas. Es imprescindible que las instituciones educativas establezcan políticas claras y cumplan con la normativa de protección de datos, como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) en la Unión Europea, para garantizar la protección de la información personal de los estudiantes.

Los algoritmos de IA pueden **reproducir o incluso amplificar sesgos existentes** si no se diseñan y supervisan adecuadamente. Por ejemplo, en un sector como el forestal, donde tradicionalmente ha habido un desequilibrio de género y una representación limitada de ciertos grupos demográficos, un algoritmo sesgado podría perpetuar estas desigualdades al dar prioridad a ciertas características en la evaluación de los estudiantes. Es fundamental que los desarrolladores y las instituciones educativas trabajen en la creación de algoritmos justos y transparentes, y que evalúen regularmente los resultados para identificar y corregir posibles discriminaciones.

Si bien la IA puede automatizar muchas tareas educativas, el aprendizaje sigue siendo, en esencia, un proceso eminentemente humano. La interacción con docentes, compañeros y comunidades es esencial para desarrollar habilidades sociales, empatía y la capacidad de colaborar en equipos multidisciplinares. La dependencia exclusiva de la IA podría reducir

estas oportunidades de interacción, lo que tendría un impacto negativo en el desarrollo integral de los estudiantes. Por lo tanto, es fundamental que la IA se utilice como una **herramienta complementaria y no como un sustituto de las relaciones humanas** en el ámbito educativo.

Otra preocupación es la posibilidad de que la IA genere **contenido educativo inexacto o desactualizado**. Dado que la IA depende de los datos en los que se ha entrenado, existe el riesgo de que proporcione información errónea o incompleta. Esto puede ser particularmente problemático en áreas especializadas como la bioeconomía, donde los avances científicos y tecnológicos están en constante evolución. Es crucial que los contenidos generados por IA sean revisados por expertos antes de implementarse en programas educativos.

Aunque la IA tiene el potencial de democratizar el acceso a la educación, también puede aumentar las brechas existentes si no se implementa de manera equitativa. Las comunidades rurales o desfavorecidas, donde el acceso a la tecnología puede ser limitado, podrían quedarse atrás si las soluciones de IA no tienen en cuenta estas realidades. Las políticas educativas deben **garantizar que las herramientas tecnológicas estén disponibles para todos y proporcionar recursos y apoyo adicionales** a las áreas con menor infraestructura tecnológica.

Para un uso responsable de la IA en la educación forestal y bioeconómica, es esencial **combinar herramientas tecnológicas con métodos tradicionales**, manteniendo la **supervisión docente** sobre las decisiones educativas. La **formación en ética digital** debe preparar a estudiantes y educadores para comprender los riesgos y responsabilidades de la IA. Además, **los algoritmos deben diseñarse de forma ética, asegurando equidad, privacidad y ausencia de sesgos**. Finalmente, **garantizar la accesibilidad tecnológica** es clave para cerrar brechas digitales y asegurar una implementación inclusiva.

El uso responsable de la IA en la educación forestal y en la bioeconomía ofrece la **oportunidad de transformar la enseñanza y el aprendizaje**, pero debe **manejarse con cuidado para evitar impactos negativos**. Al combinar el potencial tecnológico de la IA con un enfoque ético, equitativo y humano, las instituciones educativas pueden garantizar que esta herramienta sea un complemento poderoso para formar profesionales conscientes de los desafíos de su sector, que contribuyan al desarrollo sostenible y a una sociedad más justa.

6.3. PROGRAMAS DE FORMACIÓN

La transformación de los sectores forestal y de la bioeconomía requiere una **actualización constante de los programas educativos y formativos** para responder a los retos tecnológicos, ambientales y sociales del presente y del futuro. Este proceso debe incluir la **renovación de las enseñanzas tradicionales**, el **diseño de programas de formación continua** y la **incorporación de tecnologías avanzadas** en el proceso de aprendizaje.

La adaptación de los programas educativos y formativos en los sectores forestal y de la bioeconomía no solo es una necesidad, sino también **una oportunidad para preparar a los futuros profesionales ante los desafíos globales y autonómicos**. Castilla y León puede liderar la innovación educativa y garantizar una fuerza laboral altamente capacitada y competitiva en estos sectores estratégicos mediante la **actualización de los currículos**, la **implementación de programas de formación continua** y la **integración de tecnologías avanzadas** como la IA.

6.3.1. El sector forestal en la educación reglada

La educación reglada, en todos sus niveles, desempeña un papel crucial en la preparación de futuros profesionales para afrontar los retos y aprovechar las oportunidades del sector forestal y de la bioeconomía. Por tanto, es esencial que **los programas educativos sean dinámicos y se adapten a las necesidades actuales y emergentes** de estos sectores estratégicos.

Los **planes de estudios** deben actualizarse para **reflejar las transformaciones** del sector. Esto implica la **inclusión de materias fundamentales** como la bioeconomía, el cambio climático, la sostenibilidad, la digitalización y la gestión de los recursos naturales. Más allá de los conocimientos teóricos, estas materias **deben integrarse desde un enfoque teórico-práctico**, con actividades como estudios de casos, simulaciones, trabajo de campo y proyectos aplicados. Estas estrategias prepararán a los estudiantes para tomar decisiones en entornos complejos y multidimensionales. Además, se pueden incluir áreas emergentes como: **economía circular**, para formar en el diseño y la gestión de sistemas que minimicen los residuos y maximicen la reutilización de los recursos; **energías renovables**, abordando el papel de los recursos forestales en la generación de biomasa y otras fuentes de energía limpia; y **tecnologías de seguimiento medioambiental**, manejo de drones, sensores IoT (Internet de las Cosas) y sistemas avanzados de información geográfica (SIG).

Es esencial que **las universidades y los institutos** de formación secundaria y profesional (FP) **estrechen sus lazos con las empresas del sector forestal y de la bioeconomía**. Estas alianzas permitirán: (i) **identificar las competencias más demandadas** por el mercado laboral; (ii) **diseñar programas formativos** ajustados a las necesidades reales del sector; y (iii) **facilitar prácticas y proyectos en colaboración** con las empresas, que permitirán a los estudiantes adquirir experiencia práctica y real. Por ejemplo, la **implementación de módulos** sobre certificación forestal, normativas ambientales y gestión empresarial sostenible puede mejorar significativamente la empleabilidad de los estudiantes. Además, las empresas pueden contribuir con la participación de profesionales como **docentes invitados**, lo que promueve la transferencia de conocimientos actualizados desde el sector productivo al ámbito educativo.

Los retos del sector forestal y de la bioeconomía son complejos y requieren un **enfoque interdisciplinar**. Los programas educativos deben integrar conocimientos de áreas como, por ejemplo: **ingeniería**, aplicada al manejo de maquinaria forestal y a los procesos de

transformación de la biomasa; **biología y ecología**, enfocados en la conservación de la biodiversidad y la restauración de ecosistemas; **economía**, relacionada con la comercialización de productos sostenibles y el desarrollo de cadenas de valor en la bioeconomía; o **ciencias sociales**, para abordar el impacto de las políticas públicas y su relación con el medio rural. Este enfoque holístico no solo mejorará la capacidad de los futuros profesionales para resolver problemas, sino que también **fomentará la innovación y el pensamiento estratégico**.

Los programas de **formación dual** en enseñanzas medias y universitarias, que combinan aprendizaje teórico en el aula con prácticas en empresas, son fundamentales para que los estudiantes adquieran experiencia directa y relevante. En el sector forestal y de la bioeconomía, esto podría incluir, por ejemplo: **estancias en empresas** de transformación o de consultoría; **participación en proyectos** de restauración forestal o conservación de ecosistemas; o colaboración en **iniciativas de innovación tecnológica**, como el desarrollo de herramientas digitales para la gestión de recursos naturales. Este modelo no solo mejorará la empleabilidad de los estudiantes, sino que también **fortalece la relación entre los centros educativos y el sector empresarial**.

Además de los conocimientos técnicos específicos, es fundamental que la educación reglada **fomente competencias transversales** que permitan a los estudiantes destacar en un entorno laboral dinámico. Estas incluyen, por ejemplo: **habilidades digitales**, para manejar herramientas tecnológicas avanzadas y adaptarse a entornos digitalizados; **liderazgo**, para dirigir equipos y gestionar proyectos complejos de manera efectiva; **trabajo en equipo**, esencial en un sector que requiere la colaboración entre múltiples actores; **emprendimiento**, para identificar oportunidades y desarrollar iniciativas innovadoras en el ámbito de la bioeconomía; o **comunicación y sensibilización ambiental**, para interactuar con comunidades locales y comunicar el valor de los proyectos sostenibles. Estas competencias transversales son indispensables en un sector que combina la innovación tecnológica con un fuerte compromiso ambiental y social.

La educación reglada debe jugar un papel activo en la **promoción de la igualdad de oportunidades**, especialmente en sectores tradicionalmente masculinizados como el forestal. Es crucial **implementar iniciativas que atraigan a más mujeres y jóvenes** a estos sectores mediante campañas de sensibilización, becas específicas y programas que resalten el impacto positivo de la bioeconomía en la sostenibilidad y la calidad de vida.

La adopción de **metodologías innovadoras de enseñanza y aprendizaje** es fundamental para hacer que la educación en estos sectores sea más atractiva y efectiva. Esto incluye, por ejemplo: **aprendizaje basado en proyectos**, los estudiantes deben trabajar en desafíos reales del sector; **gamificación**, para aumentar la motivación y el compromiso mediante simulaciones y actividades interactivas; y **uso de tecnologías avanzadas**, como la realidad aumentada y virtual, para recrear escenarios forestales y bioeconómicos.

La actualización y adaptación de la educación reglada es fundamental para garantizar que los futuros profesionales estén preparados para afrontar los desafíos globales y autonómicos del sector forestal y de la bioeconomía. **Al incorporar conocimientos actualizados, competencias transversales, formación práctica y una perspectiva inclusiva, Castilla y León puede liderar la formación de una fuerza laboral innovadora y preparada para impulsar el desarrollo sostenible y la competitividad del sector.**

6.3.2. Formación continua y reciclaje profesional

El avance constante de las tecnologías, las normativas y las exigencias del mercado en el sector forestal y de la bioeconomía subraya **la importancia de la formación continua como herramienta fundamental para mantener la competitividad y la sostenibilidad del sector.** Los programas de reciclaje profesional no solo deben actualizar conocimientos, sino también **fortalecer las capacidades de las personas trabajadoras para enfrentar los retos del futuro,** fomentando una cultura de aprendizaje permanente.

La **formación en certificaciones forestales**, como FSC (*Forest Stewardship Council*) y PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*), sigue siendo un pilar fundamental para garantizar prácticas sostenibles y responsables. Estas certificaciones son **fundamentales para acceder a mercados internacionales** que valoran la sostenibilidad y para cumplir con estándares cada vez más estrictos. Además, es clave que los programas incluyan **formación en normativas ambientales nacionales e internacionales**, como las regulaciones de la Unión Europea relacionadas con el cambio climático, la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales. Las personas trabajadoras deben ser capaces de interpretar y aplicar estas normativas en su trabajo diario, garantizando así el cumplimiento legal y fomentando la adopción de buenas prácticas. En este contexto, también se deben incluir módulos sobre **legislación específica**, como la gestión de residuos, la economía circular y los incentivos fiscales para proyectos sostenibles. Gracias a esta formación, los profesionales podrán identificar oportunidades y adaptarse a un marco normativo en constante evolución.

La **transformación digital** está remodelando el sector forestal y de la bioeconomía, por lo que los profesionales deben dominar herramientas tecnológicas avanzadas. La formación continua debe abordar el uso de tecnologías como los **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**, que permiten el mapeo, el análisis y la gestión de recursos forestales, y son una herramienta muy útil para la planificación más precisa y eficiente; **los drones y la teledetección**, que se utilizan para el seguimiento de los ecosistemas, la evaluación de riesgos (como incendios o plagas) y el análisis del estado de los bosques; el **software de análisis de datos**, para procesar grandes volúmenes de información y apoyar la toma de decisiones respaldadas; y **sensores IoT** (Internet de las Cosas), para recopilar datos *in situ* en tiempo real sobre variables ambientales, como la humedad del suelo o la calidad del aire, por ejemplo. Estos programas deben incluir **prácticas y simulaciones** que permitan a las personas

trabajadoras aplicar estas tecnologías en contextos reales y garantizar su competencia en el manejo de herramientas que mejoran la productividad y la sostenibilidad.

El auge de la bioeconomía ha generado nuevas oportunidades de negocio, pero también exige que muchas personas trabajadoras desarrollen un conjunto de **habilidades empresariales**. Los programas de formación continua deben enfocarse en áreas como, por ejemplo: (i) **gestión de proyectos**, incluyendo la planificación, ejecución y evaluación de iniciativas sostenibles en el sector forestal; (ii) **análisis de riesgos**, para identificar y mitigar posibles desafíos en proyectos de bioeconomía, como fluctuaciones en la oferta de biomasa o cambios regulatorios; (iii) **modelos de negocio sostenibles**, diseñando propuestas de valor que combinen rentabilidad económica con impacto positivo en el medio ambiente y las comunidades; o (iv) **estrategias de comercialización**, ayudando a las personas trabajadoras a posicionar productos y servicios de bioeconomía en mercados competitivos. Además, la formación debe **fomentar una mentalidad emprendedora** y animar a los profesionales a identificar nuevas oportunidades y a **liderar iniciativas innovadoras** dentro de sus organizaciones o como proyectos propios.

Para garantizar que los programas de formación continua sean inclusivos y accesibles, es fundamental ofrecer **formatos flexibles que se adapten a las necesidades de las personas trabajadoras**. Esto incluye: (i) **cursos en línea**, que permiten a los participantes aprender a su propio ritmo y eliminan las barreras geográficas y temporales; (ii) **talleres presenciales**, especialmente útiles para habilidades prácticas, como el manejo de drones o herramientas SIG; (iii) **programas híbridos**, que combinan lo mejor de ambos mundos, proporcionando contenido teórico en línea y prácticas presenciales; y (iv) **microcredenciales**, certificaciones cortas y específicas que permiten a las personas trabajadoras adquirir competencias concretas en un corto período de tiempo, ajustándose a las demandas inmediatas del mercado. Asimismo, los programas deben garantizar que estas opciones estén disponibles para personas trabajadoras de zonas rurales o regiones con menor acceso a infraestructura tecnológica, y ofrecer apoyo técnico y financiero cuando sea necesario.

La formación continua también debe **fomentar la creación de redes y comunidades de aprendizaje** en las que los profesionales puedan intercambiar experiencias, buenas prácticas e ideas innovadoras. Esto incluye **plataformas de conexión**, espacios en línea donde las personas trabajadoras puedan colaborar y compartir recursos, **encuentros profesionales**, talleres, conferencias y hackatones que reúnan a expertos del sector y fomenten la innovación colectiva, así como **programas de mentoría** que conecten a personas trabajadoras experimentadas con nuevos profesionales y promuevan el intercambio de conocimientos y el desarrollo de habilidades.

En el caso de **Castilla y León**, los programas de formación continua deben estar **alineados con las características y necesidades específicas de la comunidad autónoma**. Esto incluye, entre otros temas de interés, **la gestión forestal sostenible**, centrada en la conservación y el aprovechamiento de especies locales; **el aprovechamiento de la biomasa**, mediante la capacitación en tecnologías y estrategias para maximizar el potencial energético y económico

de este recurso; y el **desarrollo rural sostenible**, mediante el diseño de programas que integren la bioeconomía con estrategias para combatir la despoblación y promover la cohesión territorial.

La formación continua y el reciclaje profesional no solo son esenciales para mantenerse al día en un sector en constante evolución, sino que también representan una **estrategia esencial para asegurar la sostenibilidad y competitividad del sector forestal y de la bioeconomía**. Mediante programas bien estructurados, accesibles y adaptados a las necesidades específicas de las personas trabajadoras y de la comunidad autónoma, es posible construir una fuerza laboral resiliente y capacitada para liderar la transición hacia un modelo más sostenible y tecnológico.

6.3.3. Integración de la Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) está surgiendo como una **herramienta transformadora** en los sectores forestal y de la bioeconomía, ya que ofrece **soluciones innovadoras que optimizan los procesos, mejoran la productividad y facilitan la toma de decisiones basadas en datos**. Su integración en los programas educativos y formativos es esencial para garantizar que los futuros profesionales estén preparados para liderar esta transformación.

Los programas formativos en el sector forestal y de la bioeconomía deben incorporar módulos específicos de IA que permitan a los estudiantes comprender y aplicar esta tecnología en contextos prácticos. Estos módulos pueden incluir: (i) **análisis de datos forestales**, enseñar a los estudiantes a utilizar algoritmos de aprendizaje automático para procesar grandes volúmenes de datos ambientales, identificar patrones y predecir tendencias; (ii) **predicción de fenómenos naturales**, capacitar en el uso de IA para predecir incendios forestales, infestaciones de plagas, sequías o degradación de ecosistemas, facilitando la planificación y respuesta temprana; (iii) **optimización del uso de recursos**, incluir aplicaciones para, por ejemplo, mejorar la eficiencia en el uso de biomasa, gestionar cadenas de suministro y maximizar el rendimiento económico y ambiental; o (iv) **modelos de simulación y escenarios futuros**, formar a los estudiantes en la creación de simulaciones que evalúen los impactos del cambio climático en los bosques, permitiendo tomar decisiones informadas a largo plazo. Estos módulos deben estar diseñados para ser accesibles tanto a estudiantes sin experiencia previa en IA como a profesionales con conocimientos avanzados, ofreciendo **diferentes niveles de complejidad**.

La integración de la IA en los programas educativos requiere un **enfoque interdisciplinar**, ya que las aplicaciones de esta tecnología en el sector forestal y la bioeconomía abarcan múltiples disciplinas. Los estudiantes deben combinar conocimientos técnicos de IA con habilidades en áreas como: **la gestión ambiental**, evaluación del impacto de las decisiones basadas en IA en la biodiversidad y los ecosistemas; **la economía y bioeconomía**, entender cómo optimizar cadenas de valor y modelos de negocio mediante la IA; o **la política y la**

legislación forestal, aplicación de herramientas de IA para cumplir la normativa ambiental y diseñar políticas más efectivas. La colaboración interdisciplinar también puede fomentar **proyectos conjuntos entre estudiantes de diferentes especialidades**, como ingeniería, biología y economía, para abordar problemas reales del sector desde una perspectiva integrada.

La enseñanza de la **ética en el uso de la IA** es crucial para garantizar que esta tecnología se utilice de manera responsable y sostenible. Los programas formativos deben abordar, al menos, los siguientes aspectos: **privacidad de datos**, hay que sensibilizar sobre la importancia de proteger la información generada y utilizada por sistemas de IA; **sesgos en algoritmos**, hay que explicar cómo estos pueden influir en los resultados y decisiones, y enseñar estrategias para mitigarlos; **sostenibilidad tecnológica**, análisis del impacto ambiental de las tecnologías utilizadas y promoción de soluciones sostenibles; y **transparencia y rendición de cuentas**, fomento de prácticas que aseguren que las decisiones tomadas con IA sean comprensibles y justificables para todas las partes interesadas. Estos temas no solo prepararán a los estudiantes para utilizar la IA de manera responsable, sino que también los capacitarán para **liderar debates éticos y proponer regulaciones en el sector**.

La incorporación de la IA en los programas formativos debe **adaptarse a las necesidades y características específicas de Castilla y León**, y debe centrarse en proyectos locales que aprovechen el potencial de esta tecnología, como, por ejemplo: **la restauración de ecosistemas**, identificación de áreas prioritarias para la restauración, selección de especies adecuadas y evaluación del impacto a largo plazo mediante el uso de IA; **la gestión de los bosques**, aplicación de algoritmos de IA para monitorizar la salud de los bosques y optimizar su gestión sostenible; o **la optimización de recursos bioeconómicos**, desarrollo de soluciones para maximizar el valor de los productos y subproductos generados en la zona, como la biomasa. Al centrarse en **aplicaciones prácticas y relevantes para la comunidad autónoma**, estos programas no solo mejorarán la competitividad local, sino que también posicionarán a Castilla y León como un **referente en innovación educativa y tecnológica** en los sectores forestal y de la bioeconomía.

La integración de la IA en la educación también debe **incluir el fomento de alianzas entre instituciones educativas, empresas tecnológicas y actores de los sectores forestal y bioeconómico**. Estas alianzas pueden facilitar el **acceso a herramientas y plataformas de IA** para estudiantes y docentes, **promover proyectos de investigación aplicada** que utilicen la IA para resolver problemas reales del sector y **crear redes de conocimiento** donde profesionales y académicos puedan compartir experiencias y buenas prácticas en el uso de la IA.

La integración de la IA en los programas educativos y formativos representa una **oportunidad estratégica para preparar a los futuros profesionales del sector forestal y la bioeconomía ante los desafíos del siglo XXI**. Al incorporar módulos formativos específicos, simulaciones prácticas, enfoques interdisciplinarios y un uso ético y responsable, Castilla y León puede posicionarse como un líder en innovación educativa y tecnológica, promoviendo el desarrollo sostenible y la competitividad en estos sectores clave.

6.4. ESTRATEGIAS DE ATRACCIÓN DE TALENTO

El sector forestal y de la bioeconomía se enfrenta al **doble desafío de atraer talento joven e impulsar la inclusión de mujeres**, en un contexto en el que **la renovación generacional y la diversidad son fundamentales para garantizar la sostenibilidad y la innovación**. Para abordar estas necesidades, es esencial implementar estrategias específicas que fomenten el interés por estas carreras y faciliten el acceso a la formación en el sector.

La **atracción de jóvenes y mujeres** al sector forestal y de la bioeconomía, combinada con la **promoción de la formación dual**, son estrategias fundamentales para garantizar una fuerza laboral diversa, capacitada y preparada para afrontar los retos del futuro. El sector puede posicionarse como una opción atractiva y accesible para las nuevas generaciones mediante **campañas de sensibilización, becas, programas de mentoría y una formación dual bien estructurada**, lo que fortalece su competitividad y su papel en el desarrollo sostenible. Estas iniciativas no solo benefician al sector, sino que también contribuyen al desarrollo rural y a la cohesión social, especialmente en zonas como Castilla y León.

6.4.1. Atracción de jóvenes y mujeres

La atracción de jóvenes y mujeres al sector forestal y de la bioeconomía no solo es una necesidad estratégica para garantizar el relevo generacional, sino también una **oportunidad para diversificar la fuerza laboral y fomentar nuevas perspectivas** en un ámbito que afronta retos globales como el cambio climático, la sostenibilidad y la transición hacia una economía verde.

El diseño de **campañas efectivas de sensibilización y visibilidad** es esencial para cambiar la percepción del sector forestal y de la bioeconomía como industrias tradicionales y masculinizadas, y **transformarlas en opciones modernas, innovadoras e inclusivas**. Estas campañas deben centrarse, por ejemplo, en contar **historias inspiradoras** y compartir ejemplos concretos de jóvenes y mujeres que han contribuido a la innovación y la sostenibilidad, destacando sus logros y el impacto positivo de su trabajo, y en crear **contenido atractivo y digital** para llegar a audiencias jóvenes a través de redes sociales, vídeos, podcast y seminarios virtuales. Plataformas como Instagram, TikTok o YouTube pueden ser herramientas clave para conectar con las nuevas generaciones. También se pueden organizar **jornadas de puertas abiertas, ferias educativas y exposiciones interactivas** para mostrar el papel del sector en la lucha contra el cambio climático y la conservación de recursos. Otra opción es hacer hincapié en el **impacto social y ambiental**, resaltar cómo los profesionales del sector contribuyen a la sostenibilidad, la mitigación del cambio climático y el desarrollo de las zonas rurales, y motivar a quienes buscan carreras con propósito.

Las **barreras económicas y geográficas** suponen un obstáculo importante para que muchos jóvenes y mujeres puedan acceder a la formación en este sector. Por ello, es necesario implementar ayudas que garanticen una mayor inclusión como, por ejemplo: **becas de**

acceso, becas dirigidas a mujeres para fomentar su incorporación a áreas técnicas y científicas relacionadas con la gestión forestal, la bioeconomía y las tecnologías emergentes; **apoyo para zonas rurales**, subvenciones específicas para jóvenes que residen en áreas rurales para cubrir gastos de transporte, alojamiento o materiales educativos, y facilitar su acceso a centros de formación especializados; **incentivos para programas de especialización**, financiación para estudios avanzados en temas clave como la certificación forestal, el manejo sostenible de recursos naturales, las tecnologías digitales y la economía circular; o **becas por mérito en sostenibilidad**, premios y ayudas para proyectos innovadores realizados por jóvenes estudiantes o profesionales en el ámbito de la sostenibilidad y la bioeconomía.

La creación de **programas de mentoría** es una herramienta clave para inspirar y guiar a jóvenes y mujeres en su desarrollo profesional dentro del sector. Establecer **redes de mentoría**, programas que conecten a los estudiantes con profesionales destacados del sector para que comprendan las oportunidades y desafíos de estas carreras; **charlas motivacionales** en las que invitar a líderes del sector, especialmente mujeres, a compartir sus trayectorias profesionales para fomentar la identificación y motivación; ofrecer **prácticas profesionales estructuradas y supervisadas por mentores**, donde los jóvenes puedan adquirir experiencia en el campo; y crear **espacios digitales y físicos** donde estudiantes, mentores y empleadores puedan interactuar, compartir recursos y establecer relaciones profesionales son algunas de las propuestas para reforzar este aspecto.

La **promoción temprana de las vocaciones** en el sector es crucial para construir una base sólida de futuros profesionales. Esto puede lograrse a través de actividades específicas en la educación infantil, primaria y secundaria: **talleres de ciencia y sostenibilidad**, se pueden realizar actividades prácticas para explicar conceptos como la bioeconomía, el manejo forestal sostenible y el cambio climático de forma interactiva; **proyectos escolares**, se puede motivar a los estudiantes para que participen en competencias en las que desarrollen soluciones innovadoras relacionadas con la gestión de recursos naturales o la restauración de ecosistemas; **visitas educativas**, organizar excursiones a empresas, centros de investigación y áreas naturales protegidas para que los estudiantes puedan observar de primera mano el trabajo realizado en los sectores forestal y de la bioeconomía; o **clubes escolares de innovación verde**, fomentar la creación de grupos extracurriculares dedicados a explorar la sostenibilidad, con acceso a recursos educativos y apoyo técnico.

Dado el avance de la digitalización en el sector, es esencial que las estrategias de atracción incluyan la **capacitación en tecnologías emergentes**. Esto puede motivar a jóvenes interesados en áreas como la inteligencia artificial, el manejo de drones o los SIG. Algunas iniciativas clave son: **bootcamps tecnológicos**, programas intensivos que introducen a los estudiantes en el uso de herramientas digitales aplicadas al sector; **certificaciones digitales**, ofrecer microcredenciales en áreas como el análisis de datos forestales, la teledetección o el modelado ambiental; o **hackatones verdes**, competencias de innovación tecnológica en las que los participantes desarrollan soluciones a problemas reales del sector, como la monitorización de la biodiversidad o la gestión de incendios forestales.

Es esencial que las estrategias de atracción incluyan un **enfoque claro en la igualdad de género y la diversidad**. Esto puede lograrse mediante: fomentar ambientes laborales y educativos donde se priorice la inclusión y se eliminen barreras estructurales mediante **políticas inclusivas en empresas y centros educativos**; el **reconocimiento a mujeres líderes**, destacar y premiar la contribución de las mujeres del sector, aumentando su visibilidad como modelos a seguir; o **charlas sobre género y diversidad**, sensibilizar a estudiantes y profesionales sobre la importancia de la diversidad para la innovación y el éxito en el sector.

La **atracción de jóvenes y mujeres al sector forestal y de la bioeconomía** no solo responde a la necesidad de renovación generacional, sino que también **enriquece el sector con perspectivas diversas e innovadoras**. Gracias a campañas de sensibilización, becas, mentorías, actividades educativas tempranas y un fuerte énfasis en igualdad e inclusión, el sector puede posicionarse como una opción profesional moderna, relevante y comprometida con la sostenibilidad. Esto no solo beneficiará al sector, sino que también impulsará un **cambio cultural hacia un futuro más equitativo y sostenible**.

6.4.2. Fomento de la formación dual

La formación dual es una estrategia esencial para preparar a los estudiantes ante los desafíos del sector forestal y de la bioeconomía, ya que **combina conocimientos teóricos con experiencia práctica en entornos laborales reales**. Esta modalidad no solo mejora la empleabilidad de los estudiantes, sino que también **fortalece la relación entre la academia y el tejido productivo**, fomentando la innovación y la adaptación a las necesidades del mercado.

La **colaboración entre instituciones educativas y empresas** es el pilar fundamental de la formación dual. Para que esta modalidad sea efectiva, es fundamental establecer alianzas sólidas que permitan una integración fluida entre ambos entornos. Estas colaboraciones pueden incluir: **convenios estructurados**, establecer acuerdos formales que definan los objetivos, la duración y los roles de las partes involucradas en los programas de formación dual, lo que garantiza que las prácticas estén alineadas con las competencias requeridas por el sector; **participación activa de las empresas**, las empresas deben involucrarse en el diseño curricular para garantizar que los contenidos impartidos en los centros educativos reflejen las necesidades actuales del mercado, se puede incluir la incorporación de módulos específicos sobre certificación forestal, tecnologías emergentes y sostenibilidad; **programas de rotación**, permitir que los estudiantes hagan prácticas en diferentes áreas dentro de una misma empresa o en varias organizaciones del sector, para que adquieran una visión integral de las oportunidades y los desafíos del ámbito forestal y bioeconómico; y **apoyo en infraestructura y equipamiento**, las empresas pueden colaborar proporcionando acceso a tecnología avanzada, maquinaria especializada y herramientas digitales que permitan a los estudiantes adquirir habilidades prácticas con recursos de vanguardia.

En zonas como Castilla y León, es fundamental que la formación dual **refleje las características específicas del entorno y aproveche las oportunidades únicas que ofrece**. Esto incluye: **proyectos locales relevantes**, incorporar prácticas en iniciativas clave de la comunidad autónoma, como: la restauración de bosques autóctonos y la recuperación de ecosistemas degradados o la gestión de áreas protegidas y reservas naturales y el desarrollo de cadenas de valor relacionadas con la bioeconomía, como el aprovechamiento de la biomasa o la producción de bioproductos innovadores; **conservación de la biodiversidad**, incluir prácticas relacionadas con la preservación de especies locales, el manejo de plagas y la mitigación de impactos ambientales en los proyectos forestales; o **aprovechamiento de recursos locales**, capacitar a los estudiantes en técnicas de gestión adaptadas a las condiciones específicas de la comunidad autónoma, como la gestión forestal en zonas mediterráneas continentales, la valorización de residuos agroforestales y la promoción de energías renovables basadas en biomasa. Esta adaptación garantiza que los estudiantes no solo adquieran competencias generales, sino que también estén preparados para **contribuir directamente al desarrollo sostenible de Castilla y León**.

Para fomentar la participación activa de las empresas en los programas de formación dual, es esencial **ofrecer incentivos que reconozcan su papel como socios estratégicos** en la educación y el desarrollo del talento. Entre las posibles medidas se incluyen las siguientes: **subvenciones y ayudas financieras**, proporcionar apoyo económico a las empresas para cubrir los costes asociados a la formación de estudiantes, como tutores, materiales y recursos necesarios para las prácticas; **reducciones fiscales**, implementar incentivos fiscales para las empresas que participen activamente en la formación dual y, especialmente, para aquellas que contraten a estudiantes tras finalizar el programa; **reconocimiento público**, crear premios o certificaciones que destaquen a las empresas que lideran iniciativas de formación dual y reconozcan su compromiso con el desarrollo sostenible y la innovación; y **acceso prioritario a programas de innovación**, ofrecer a las empresas participantes acceso preferente a programas de financiación para proyectos de innovación en los sectores forestal y de la bioeconomía.

La calidad y la relevancia de los programas de formación dual deben garantizarse mediante **procesos continuos de evaluación y mejora**. Esto puede lograrse a través de: realizar encuestas a estudiantes y empresas para recabar **retroalimentación periódica** sobre la experiencia de los estudiantes y la satisfacción de las empresas, y así identificar fortalezas y áreas de mejora en los programas; **revisión curricular dinámica**, actualización de los contenidos y métodos de enseñanza en función de los avances tecnológicos, los cambios en las normativas y las demandas emergentes del mercado; **integración de nuevas tecnologías**, incorporación de herramientas como simulaciones basadas en inteligencia artificial, SIG y plataformas de aprendizaje en línea para complementar la formación en las empresas; y **control de resultados laborales**, evaluar la tasa de empleabilidad de los estudiantes tras completar el programa y su desempeño en los entornos laborales para medir el impacto de la formación dual.

Es crucial garantizar que los programas de formación dual sean **inclusivos y accesibles** para un amplio espectro de estudiantes, promoviendo la participación de grupos subrepresentados como mujeres y jóvenes de áreas rurales. Esto puede incluir: **becas para estudiantes en prácticas**, proporcionar apoyo financiero a estudiantes con recursos limitados para que puedan participar en programas de formación dual sin barreras económicas; **programas específicos para mujeres**, fomentar la participación femenina en áreas técnicas y de liderazgo dentro del sector forestal y de la bioeconomía; y **accesibilidad autonómica**, garantizar que las oportunidades de formación dual estén disponibles en todo el territorio, incluidas las zonas más aisladas, mediante formatos híbridos y digitales.

El fomento de la formación dual es una estrategia fundamental para garantizar que los estudiantes del sector forestal y de la bioeconomía estén preparados para afrontar los desafíos del futuro. Al combinar conocimientos teóricos con experiencia práctica, esta modalidad educativa no solo mejora la empleabilidad de los jóvenes, sino que también fortalece la conexión entre la academia y la industria, impulsando la innovación y el desarrollo sostenible. Mediante colaboraciones efectivas, incentivos atractivos y una adaptación a las necesidades locales, **Castilla y León puede posicionarse como un modelo de éxito en la implementación de programas de formación dual en sectores estratégicos.**

CERTIFICACIÓN EN GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE Y CADENA DE CUSTODIA

La **gestión forestal sostenible (GFS)** y la **cadena de custodia (CdC)** son conceptos interrelacionados que son esenciales para promover la sostenibilidad ambiental y la conservación de la biodiversidad. La GFS enfatiza la necesidad de equilibrar objetivos ecológicos, económicos y sociales, asegurando que los recursos forestales se utilicen de manera sostenible al tiempo que se preserva su integridad ecológica. Además, la integración de consideraciones de biodiversidad en las prácticas de gestión forestal es realmente importante para mantener los servicios ecosistémicos, como la captura de carbono y la conservación del suelo, importantes para combatir el cambio climático [83,84]. La CdC, por su parte, proporciona un marco para generar trazabilidad de los productos forestales desde su origen hasta el consumidor final, garantizando que provengan de bosques gestionados de manera sostenible.

La implementación de esquemas de certificación, como el *Forest Stewardship Council* o más conocido por sus siglas, FSC y el *Programme for the Endorsement of Forest Certification* o más conocido por sus siglas, PEFC, es imprescindible para la promoción de la GFS y para garantizar el cumplimiento de los estándares de la CdC. **Estos sistemas de certificación no solo verifican que los bosques se gestionen de manera sostenible, sino que también proporcionan un mecanismo para rastrear los productos de madera a lo largo de la cadena de suministro** [85,86]. Tanto en GFS como en CdC el proceso de certificación implica auditorías rigurosas y el cumplimiento de criterios ambientales, sociales y económicos específicos, lo cual aumenta la transparencia y la responsabilidad en el sector forestal.

Los avances tecnológicos, como el RFID y el *blockchain*, se están utilizando cada vez más para mejorar la trazabilidad de los productos de madera dentro de la CdC. Estas tecnologías facilitan el **seguimiento en tiempo real de la madera** desde el bosque hasta el producto final, reduciendo así el riesgo de tala ilegal y permitiendo **que los consumidores tomen decisiones informadas sobre la sostenibilidad de los productos que adquieren** [87,88]. La integración de estas tecnologías en la cadena de suministro también puede ayudar a identificar cuellos de botella e ineficiencias, lo que lleva a operaciones más eficientes y a una reducción de costos [89].

La implementación exitosa de estas prácticas depende de **sistemas de certificación efectivos, innovaciones tecnológicas y un compromiso de todas las partes interesadas** para priorizar la salud forestal junto con los intereses económicos.

7.1. IMPORTANCIA DE LA CERTIFICACIÓN EN LA GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE

La **certificación en gestión forestal** (GFS) sostenible es un mecanismo que garantiza que los bosques se gestionan de forma que se cumplan altos estándares ambientales, sociales y económicos. Esta certificación responde a la creciente demanda de productos forestales sostenibles, tanto en el mercado nacional como internacional, y se ha convertido en un componente clave para preservar la biodiversidad y asegurar el uso responsable de los recursos naturales.

La certificación GFS tiene una serie de **beneficios, tanto ambientales como económicos y sociales**. Los beneficios ambientales destacan porque la certificación promueve prácticas de manejo forestal que minimizan el impacto ambiental. Estas prácticas incluyen:

- **Conservación de la biodiversidad:** Las áreas forestales certificadas deben seguir principios que protejan los hábitats de especies nativas y eviten la fragmentación de los ecosistemas.
- **Protección de los recursos hídricos:** Los estándares de certificación requieren que se evite la contaminación de cursos de agua y que se mantengan zonas de amortiguación a lo largo de ríos y lagos.
- **Prevención de la deforestación y degradación del suelo:** La certificación promueve la restauración de áreas degradadas y la adopción de métodos de extracción que no comprometan la regeneración natural del bosque.

La certificación forestal tiene un **impacto positivo** no solo en el medio ambiente, sino también en el ámbito económico y social. Algunos de estos beneficios incluyen:

- **Acceso a mercados especializados:** Los productos forestales certificados son cada vez más demandados, especialmente en mercados internacionales, lo que puede generar precios más altos y mayor competitividad.
- **Creación de empleo y desarrollo en áreas rurales:** La gestión forestal sostenible proporciona empleos en sectores relacionados con la silvicultura, la recolección de madera, y la fabricación de productos forestales, lo que ayuda a combatir la despoblación rural.
- **Fortalecimiento de las comunidades locales:** La certificación asegura que las comunidades que dependen de los bosques participen en la toma de decisiones y que sus derechos sobre los recursos se respeten.

En el contexto de Castilla y León, la certificación forestal es especialmente relevante debido a la importancia del sector forestal y su contribución a la bioeconomía. La certificación en gestión forestal sostenible asegura que los recursos forestales de la comunidad autónoma se utilicen de manera responsable, apoyando la transición hacia una economía baja en carbono y alineada con los principios de la economía circular. **La certificación permite que los**

productos forestales, como la madera y otros derivados, se integren en cadenas de valor sostenibles, contribuyendo al desarrollo de la bioeconomía de Castilla y León.

7.2. PRINCIPALES SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN FORESTAL

La gestión forestal sostenible (GFS) es cada vez más reconocida como esencial para equilibrar la integridad ecológica, la viabilidad económica y la equidad social. Hemos visto como son dos los sistemas de certificación destacados que promueven la GFS: el **Forest Stewardship Council** (traducido al español, Consejo de Administración Forestal) que por sus siglas en inglés es generalmente conocido como **FSC**, y el **Programme for the Endorsement of Forest Certification** (traducido al español, Programa para el Reconocimiento de Certificación Forestal) que es generalmente conocido por sus siglas en inglés como **PEFC**. Ambos marcos buscan asegurar que las prácticas de gestión forestal sean sostenibles, aunque difieren en sus enfoques y en la participación de las partes interesadas.

7.2.1. Forest Stewardship Council (FSC)

El *Forest Stewardship Council* (FSC) es una organización global sin ánimo de lucro que promueve la gestión responsable de los bosques en todo el mundo. **El FSC es conocido por sus estándares rigurosos y su modelo de gobernanza multi-sectorial**, que incluye la participación de organizaciones ambientales, grupos sociales y representantes de la industria. Esta inclusión permite que el proceso de certificación aborde una amplia gama de preocupaciones ecológicas y sociales, especialmente en términos de conservación de la biodiversidad y derechos comunitarios [90,91]. Los estándares del FSC son frecuentemente percibidos como más estrictos, ya que exigen auditorías independientes e inspecciones anuales para mantener la certificación [92,93]. Este enfoque riguroso ha hecho que la certificación FSC sea particularmente atractiva para consumidores y empresas con una conciencia ambiental, lo que ha llevado a su adopción generalizada en regiones como Europa y América del Norte [94,95]. A continuación, se detallan algunos de los aspectos clave de este sistema:

- **Criterios y Principios de Certificación:** El FSC establece un conjunto de **10 principios y 70 criterios** que definen las mejores prácticas de gestión forestal. Estos principios incluyen la conservación de la biodiversidad, la protección de los derechos de las comunidades indígenas, la mejora de los medios de vida de las personas trabajadoras forestales y la sostenibilidad económica del bosque.
- **Cadena de Custodia FSC:** La certificación FSC también incluye una **cadena de custodia** que garantiza la trazabilidad de los productos forestales desde el bosque hasta el consumidor final. Este sistema permite a las empresas verificar el origen sostenible de los productos y cumplir con los requisitos de los mercados que exigen productos certificados.
- **Impacto y Reconocimiento:** El FSC es una de las certificaciones más reconocidas a nivel mundial. Su sello es ampliamente aceptado en mercados de América del Norte,

Europa y Asia, lo que proporciona ventajas comerciales a los productos certificados y garantiza una gestión forestal responsable.

7.2.2. Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)

El *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC) es el sistema de certificación forestal más grande a nivel mundial, que incluye más de 300 M ha certificadas. PEFC promueve una gestión forestal sostenible adaptada a los contextos locales, lo que lo hace especialmente relevante para bosques en Europa y Castilla y León. El PEFC opera como una organización paraguas que **avala esquemas de certificación nacionales**, permitiendo una mayor flexibilidad en los estándares basada en las condiciones y prácticas locales. Aunque esta adaptabilidad puede ser beneficiosa, también ha generado críticas que sugieren que los estándares del PEFC pueden ser menos estrictos que los del FSC [96]. Por ejemplo, en España, los interesados han mostrado una preferencia por la certificación FSC, a pesar de que el PEFC cubre una mayor área certificada, lo cual indica una percepción de mayor credibilidad e integridad ambiental asociada al FSC [97]. Las características clave del sistema PEFC son:

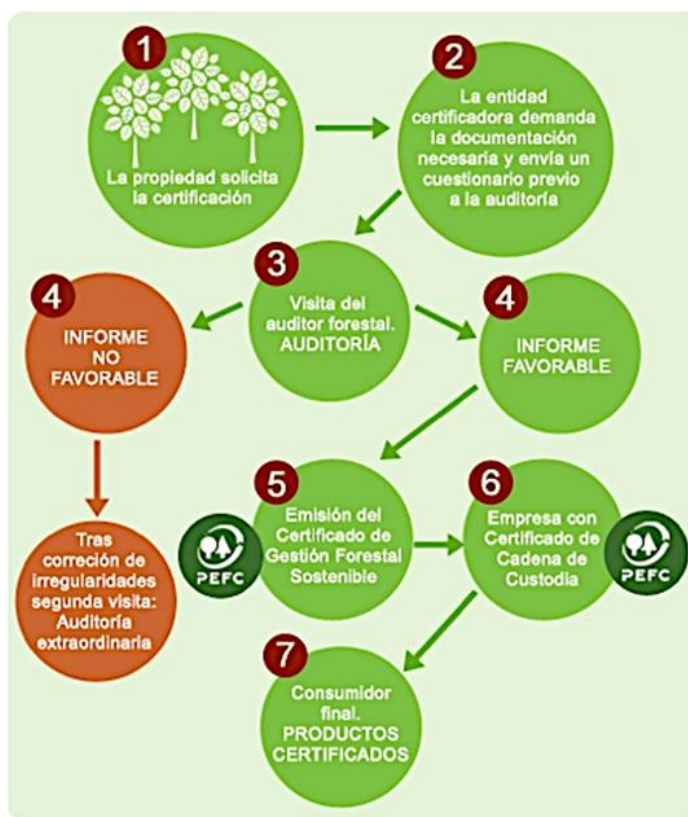
- **Normas Adaptadas Localmente:** PEFC permite a los países desarrollar normas nacionales de certificación que cumplan con los requisitos internacionales de sostenibilidad. Este enfoque asegura que la certificación PEFC sea compatible con la legislación local y respete las particularidades de los bosques y las prácticas de gestión en cada región.
- **Cadena de Custodia PEFC:** Al igual que el FSC, el PEFC también incluye una **cadena de custodia** que asegura que los productos forestales certificados provienen de bosques gestionados de manera sostenible. Este sistema permite a las empresas demostrar la sostenibilidad de sus productos en toda la cadena de suministro.
- **Beneficios y Alcance:** PEFC es la certificación forestal predominante en Europa y es ampliamente utilizada en Castilla y León, donde muchas superficies forestales cuentan con certificación PEFC. Este sistema facilita el acceso a mercados que valoran la sostenibilidad y permite que los productos certificados bajo PEFC sean competitivos a nivel internacional.

En Castilla y León, **tanto el FSC como el PEFC desempeñan un papel fundamental en la promoción de la gestión forestal sostenible y en el fortalecimiento de la bioeconomía autonómica**. A continuación, se comparan algunos aspectos clave de ambos sistemas en la comunidad autónoma:

- **Enfoque Local vs. Global:** Mientras que el FSC aplica un enfoque global con normas universales, el PEFC adapta sus normas a contextos locales, lo que permite una mayor flexibilidad en la implementación de prácticas de sostenibilidad específicas para Castilla y León.

- **Reconocimiento en el Mercado:** Ambos sistemas son reconocidos a nivel internacional, aunque el FSC suele ser más conocido en mercados fuera de Europa, mientras que el PEFC tiene una mayor aceptación en Europa, lo que es una ventaja para los productos de Castilla y León destinados a mercados europeos.
- **Costos y Accesibilidad:** PEFC es a menudo considerado una opción más accesible en términos de costos para pequeños propietarios y empresas forestales, lo que facilita su adopción en Castilla y León.

Ambos sistemas de certificación juegan un papel principal en la promoción de prácticas sostenibles en el sector forestal. Esto es particularmente importante en el contexto del cambio climático global, donde los bosques son vitales para el almacenamiento de carbono y la biodiversidad [90]. La creciente demanda de productos certificados por parte de los consumidores ha incentivado a los gestores forestales a adoptar estos esquemas de certificación, mejorando así la sostenibilidad general de las prácticas de gestión forestal [94,98]. En la figura de la izquierda se muestra un esquema de cómo es su implantación



7.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN

La certificación en gestión forestal sostenible se ha consolidado como una **práctica fundamental en Castilla y León**, posicionándola como una de las comunidades autónomas líderes en España en términos de superficie forestal certificada [11]. Este compromiso con la sostenibilidad permite que la comunidad autónoma no solo acceda a mercados que exigen altos estándares ambientales, sino que también contribuya activamente a la conservación de sus recursos naturales y al desarrollo socioeconómico de las zonas rurales.

7.3.1. Superficie forestal certificada en Castilla y León

Según el Portal Forestal de Castilla y León (Fundación Cesefor, 2024), Castilla y León cuenta con una de las mayores superficies forestales certificadas del país, abarcando aproximadamente **1 010 494 ha**. De esta superficie, **827 994 ha** corresponden a bosques de titularidad pública, mientras que **182 500 ha** pertenecen a propietarios privados. Este alto grado de certificación refleja el compromiso de las instituciones y propietarios locales con la gestión responsable y sostenible de los recursos forestales.

La certificación PEFC es la predominante en la comunidad autónoma, con un total de **856 887 ha** certificadas bajo este sistema, mientras que el sistema FSC engloba **26 454 ha**, lo que demuestra una presencia más limitada de este sistema en comparación con PEFC, pero no menos relevante en términos de estándares de sostenibilidad.

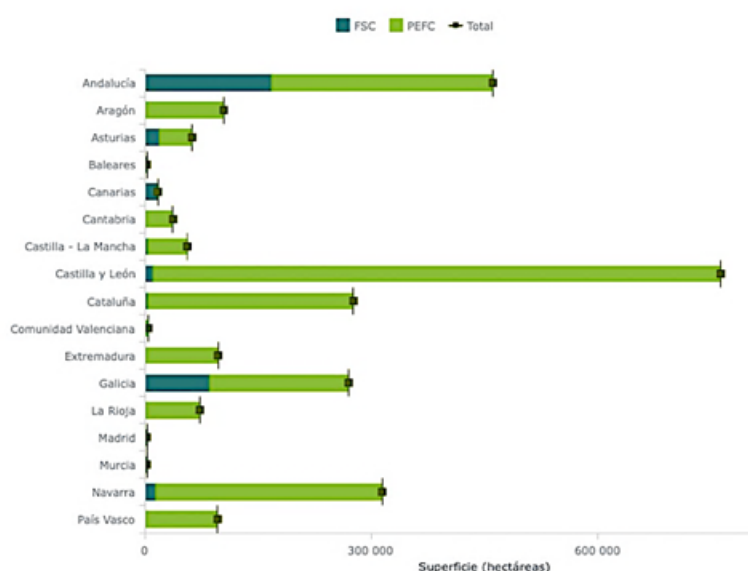


Figura 67. Superficie forestal certificada por los sistemas PEFC o FSC para las Comunidades Autónomas. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Anuario de Estadística Forestal, 2021.

Castilla y León se destaca en el contexto nacional por su extensa superficie forestal certificada, siendo una de las comunidades autónomas con mayor compromiso en términos de certificación de gestión forestal sostenible. Según el anuario de estadística forestal [10], en comparación con otras comunidades autónomas, **Castilla y León lidera en certificación PEFC**, superando a Galicia (270 228 ha) y Andalucía (461 075 ha). En la **Figura 67** se observa dicha comparación.

La preferencia por el sistema PEFC en Castilla y León responde

a las necesidades de los pequeños propietarios y a la diversidad de sus ecosistemas forestales, que encuentran en este sistema un enfoque adaptado a las especificidades autonómicas. Por otro lado, aunque el sistema FSC tiene una menor presencia en la comunidad autónoma, sus estándares internacionales aportan una ventaja competitiva adicional en mercados globales que exigen certificaciones de alta reputación.

7.3.2. Distribución provincial de la certificación

La distribución de la certificación forestal varía notablemente entre las provincias de Castilla y León, reflejando las características específicas de cada área, la extensión de sus superficies forestales y el nivel de implicación de los actores locales en la certificación. En la **Figura 68** refleja la superficie con proyecto de ordenación, plan dasocrático o plan técnico de gestión por provincia clasificados según su titularidad.

Mientras, en la **Figura 69** y en la **Figura 70** podemos observar la superficie por provincia, certificada con el sello PEFC y FSC, respectivamente.

- **Burgos:** Es la provincia con mayor superficie forestal certificada, con **189 873 ha bajo PEFC** y **13 719 ha bajo FSC**. Esta destacada certificación permite a la provincia acceder a mercados exigentes y promover la gestión sostenible de sus extensos recursos forestales.
- **Soria:** Con **157 480 ha certificadas bajo PEFC** y **6648 ha bajo FSC**, Soria es una provincia con gran compromiso con la certificación que apoya la sostenibilidad y fomenta el desarrollo económico en zonas rurales.

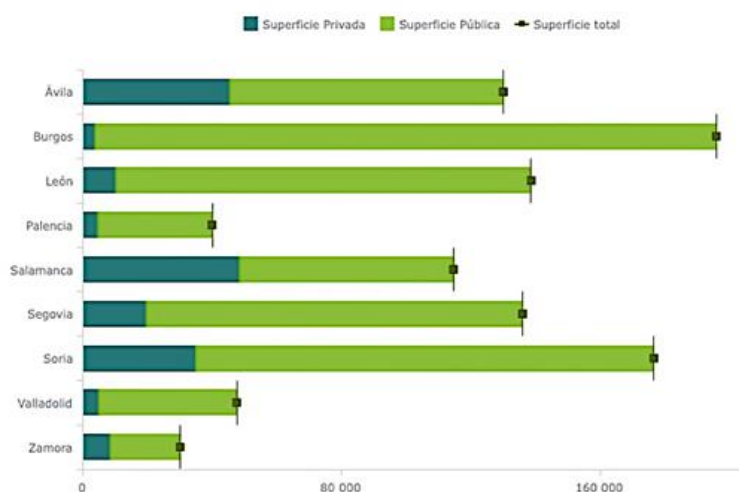


Figura 68. Superficie de montes con Proyecto de ordenación, Plan dasocrático o Plan técnico de gestión por provincia clasificados según su titularidad (pública o privada). Fuente: Junta de Castilla y León, 2023.

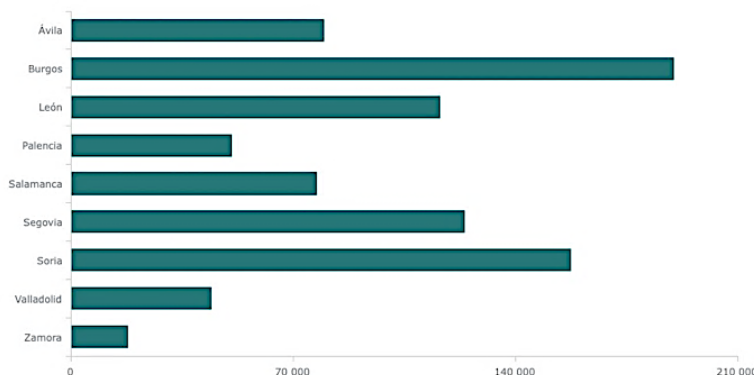


Figura 69. Superficie forestal y número de montes certificados bajo el sistema FSC en las provincias de Castilla y León. Fuente: Junta de Castilla y León, 2023.

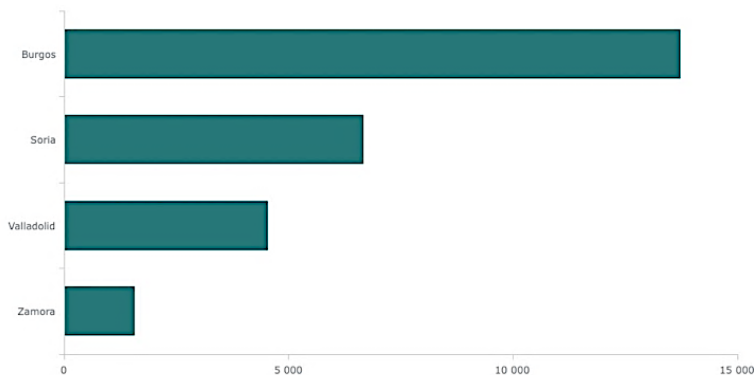


Figura 70. Superficie forestal y número de montes certificados bajo el sistema PEFC y FSC en las provincias de Castilla y León. Fuente: Junta de Castilla y León, 2023.

- **Segovia:** Posee **123 791 ha** certificadas bajo PEFC y ninguna superficie certificada en FSC, lo que refleja una fuerte inclinación hacia el sistema PEFC.
- **León:** Cuenta con una superficie significativa **certificadas bajo PEFC (116 096 ha)**, aunque en menor proporción en comparación con Burgos y Soria. La certificación en estas áreas fortalece la economía rural, fomenta la sostenibilidad y asegura la conservación de sus recursos forestales.

Esta distribución provincial demuestra un patrón de adopción diverso que depende de factores como la extensión de superficie forestal, el tipo de bosque y la estructura de propiedad.

7.3.3. Impacto de la certificación en Castilla y León

La certificación en gestión forestal sostenible tiene un impacto positivo considerable en la economía, el medio ambiente y el desarrollo social de Castilla y León. Algunos de los beneficios más destacados incluyen:

- **Acceso a Mercados y Ventaja Competitiva:** La certificación proporciona acceso a mercados nacionales e internacionales que demandan productos certificados, lo que permite a Castilla y León posicionarse como un proveedor líder de productos forestales sostenibles. Esto es especialmente importante para sectores como el de la bioeconomía, donde la trazabilidad y sostenibilidad de los recursos son requisitos esenciales.
- **Fomento de la Economía Rural:** La certificación impulsa la creación de empleo en áreas rurales, proporcionando oportunidades laborales en la gestión y conservación de los bosques. Este impacto es particularmente relevante en un contexto donde la despoblación rural es uno de los desafíos principales para Castilla y León.
- **Conservación de la Biodiversidad y Mitigación del Cambio Climático:** Los bosques certificados bajo sistemas como PEFC y FSC deben cumplir con rigurosos estándares ambientales que protegen la biodiversidad y promueven prácticas que contribuyen a la captura de carbono. La certificación, por tanto, no solo apoya la conservación de los ecosistemas locales, sino que también ayuda a Castilla y León a cumplir con los objetivos de mitigación del cambio climático.

7.3.4. Iniciativas y políticas de apoyo a la certificación

Para fomentar la certificación forestal, la Junta de Castilla y León ha implementado una serie de **políticas y programas que buscan facilitar el acceso a la certificación y promover prácticas sostenibles en el sector forestal**. Algunas de estas políticas incluyen:

- **Incentivos Financieros y Subvenciones:** Se ofrecen ayudas y subvenciones para que tanto propietarios públicos como privados puedan acceder a los beneficios de la

certificación. Esto es especialmente relevante para pequeños propietarios que podrían enfrentar barreras financieras para cubrir los costes de certificación y auditoría.

- **Programas de Formación y Capacitación:** La Junta de Castilla y León organiza programas de formación en gestión forestal sostenible y certificación para propietarios, gestores forestales y personas trabajadoras del sector. Estas iniciativas aseguran que los actores locales cuenten con el conocimiento y las competencias necesarias para cumplir con los requisitos de la certificación y gestionar los recursos de forma sostenible.
- **Promoción de la Certificación en Mercados Nacionales e Internacionales:** Castilla y León realiza esfuerzos activos para posicionar sus productos certificados en mercados que valoran la sostenibilidad, aumentando así la visibilidad y el valor de los productos forestales de la comunidad autónoma.

La certificación en gestión forestal sostenible es un **componente clave de la estrategia de Castilla y León para promover un desarrollo forestal responsable y competitivo**. Con una superficie forestal certificada considerable y políticas de apoyo a la certificación, la comunidad autónoma no solo asegura la conservación de sus recursos naturales, sino que también impulsa el desarrollo socioeconómico en sus áreas rurales. La combinación de certificaciones PEFC y FSC ofrece un marco sólido que garantiza la sostenibilidad en la gestión de los bosques y fortalece la posición de Castilla y León como líder en bioeconomía y economía circular.

7.4. CADENA DE CUSTODIA: ASEGURANDO LA TRAZABILIDAD

La **cadena de custodia (CdC)** en la certificación forestal es el proceso que garantiza la trazabilidad de los productos forestales a lo largo de toda la cadena de suministro, desde su origen en el bosque hasta el consumidor final. La certificación de cadena de custodia asegura que los productos derivados de bosques certificados se mantienen separados y correctamente identificados a lo largo de cada etapa de producción, transformación y distribución. Esto es fundamental para generar confianza a los consumidores y a los mercados que exigen productos sostenibles [89,98].

7.4.1. Concepto y función de la cadena de custodia

La **cadena de custodia** es un sistema de seguimiento que certifica que los productos forestales han sido obtenidos, procesados y distribuidos siguiendo prácticas sostenibles y bajo estándares de certificación reconocidos (como FSC o PEFC). Este sistema asegura la **trazabilidad** del producto en cada eslabón de la cadena de suministro, desde el bosque hasta el punto de venta [99]. La certificación de cadena de custodia tiene varios objetivos clave:

- **Garantizar el Origen Sostenible de los Productos:** La certificación de cadena de custodia permite verificar que los productos provienen de bosques gestionados de manera responsable y que cumplen con criterios de sostenibilidad.
- **Evitar la Mezcla con Productos No Certificados:** Uno de los requisitos fundamentales de la cadena de custodia es asegurar que los productos certificados no se mezclen con materiales de origen no certificado, manteniendo la integridad del producto certificado.
- **Fomentar la Transparencia y Confianza del Consumidor:** La trazabilidad a lo largo de la cadena de suministro permite a los consumidores confiar en que el producto que compran cumple con estándares ambientales y sociales, y que su origen es verificable y sostenible.

7.4.2. Relevancia de la cadena de custodia en Castilla y León

En Castilla y León, la cadena de custodia es esencial para asegurar que los productos forestales certificados (como madera, papel y otros bioproductos) cumplan con las expectativas de sostenibilidad del mercado. Con una creciente superficie certificada en la comunidad autónoma, la cadena de custodia permite a las empresas forestales y a la industria de transformación ofrecer **productos que tienen garantía de sostenibilidad**, aumentando su competitividad en mercados nacionales e internacionales.

- **Impacto en la Industria Local:** La cadena de custodia beneficia tanto a los pequeños productores como a grandes empresas, facilitando la entrada a mercados que exigen productos con certificación de sostenibilidad. Además, al contar con una trazabilidad certificada, los productos forestales de Castilla y León pueden acceder a clientes que valoran la sostenibilidad como un criterio de compra esencial.
- **Fortalecimiento de la Bioeconomía Autonómica:** La bioeconomía en Castilla y León se beneficia de la cadena de custodia, ya que asegura que los productos derivados de la biomasa forestal son gestionados de forma sostenible. Esto refuerza el compromiso de la comunidad autónoma con un modelo de desarrollo circular, en el que los recursos se aprovechan de manera responsable y con impacto mínimo en el medio ambiente.

7.4.3. Proceso de certificación de la cadena de custodia

El proceso de certificación de cadena de custodia implica varias etapas que permiten a las empresas demostrar la trazabilidad de los productos forestales:

- **Certificación del Bosque de Origen:** El proceso comienza en el bosque, donde se realiza la gestión sostenible y se asegura que el material cumple con los estándares de sostenibilidad establecidos por sistemas como FSC o PEFC.

- **Transporte y Almacenamiento:** A lo largo del transporte y el almacenamiento, se documenta la trazabilidad del producto para garantizar que se mantiene separado de otros materiales no certificados.
- **Transformación y Procesamiento:** Las empresas que transforman los productos forestales, como aserraderos o fábricas de papel, deben mantener registros precisos para asegurar que los productos certificados no se mezclen con materiales no certificados durante el procesamiento.
- **Comercialización y Venta Final:** En el punto de venta, el producto certificado lleva una etiqueta que identifica su origen sostenible, lo que permite al consumidor final conocer el compromiso ambiental del producto que adquiere.

7.4.4. Beneficios para los consumidores y el mercado

La certificación de cadena de custodia permite que los consumidores y los mercados tengan confianza en la sostenibilidad de los productos forestales que adquieren. Algunos de los beneficios específicos incluyen:

- **Transparencia en el Origen del Producto:** Los consumidores pueden conocer el origen de los productos y estar seguros de que cumplen con los más altos estándares de sostenibilidad.
- **Competitividad en el Mercado de Productos Sostenibles:** La cadena de custodia brinda una ventaja competitiva a las empresas, permitiéndoles diferenciar sus productos y satisfacer la creciente demanda de productos sostenibles en el mercado.
- **Apoyo a la Sostenibilidad y la Responsabilidad Social:** Al elegir productos con certificación de cadena de custodia, los consumidores están apoyando prácticas de gestión forestal responsable y contribuyendo a la protección de los bosques y la biodiversidad.

En Castilla y León, varias empresas forestales y de transformación han implementado la cadena de custodia para certificar la trazabilidad de sus productos. Algunos ejemplos de sectores y productos en los que se aplica la cadena de custodia incluyen:

- **Industria de la Madera y Aserraderos:** Muchas empresas madereras en Castilla y León han adoptado la certificación de cadena de custodia para garantizar que la madera utilizada en sus productos, como muebles y materiales de construcción, proviene de bosques gestionados de forma sostenible.
- **Sector de la Celulosa y Papel:** Empresas dedicadas a la producción de papel y derivados también se han beneficiado de la cadena de custodia, asegurando que sus productos respeten los estándares de sostenibilidad y permitiendo acceder a mercados que exigen trazabilidad.
- **Bioproductos y Biomasa:** La cadena de custodia también se aplica en el sector de bioproductos, permitiendo que Castilla y León promueva bioproductos certificados y

sostenibles, fortaleciendo así su bioeconomía y su imagen como comunidad autónoma comprometida con el desarrollo circular.

La cadena de custodia es un componente esencial en la certificación forestal, ya que asegura que los productos forestales de Castilla y León mantienen su integridad y trazabilidad desde el bosque hasta el consumidor final. En una economía cada vez más orientada hacia la sostenibilidad, **la certificación de cadena de custodia ofrece una ventaja competitiva para sus productos forestales**, abriendo puertas a mercados que valoran la responsabilidad ambiental y proporcionando a los consumidores la confianza de que están adquiriendo productos sostenibles. Este compromiso con la trazabilidad fortalece la bioeconomía de Castilla y León, posicionándola como líder en gestión forestal sostenible y en el mercado de productos certificados.

7.5. RETOS Y OPORTUNIDADES PARA LA CERTIFICACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN

La certificación en gestión forestal sostenible en Castilla y León se encuentra en una fase de **consolidación**, gracias al creciente reconocimiento de los beneficios de la sostenibilidad en el sector forestal. No obstante, existen diversos desafíos que limitan su implementación completa en la comunidad autónoma. A la vez, la certificación abre importantes oportunidades para el desarrollo económico, la conservación del medio ambiente y el fortalecimiento de la bioeconomía. En este apartado se examinan los retos y oportunidades más relevantes. Entre los **principales retos** destacan:

- **Costes de Certificación y Auditoría:** Uno de los principales obstáculos para la adopción de la certificación es el costo asociado a los procesos de auditoría y mantenimiento de la certificación. Estos costos pueden ser significativos, especialmente para los pequeños propietarios forestales, quienes muchas veces carecen de los recursos financieros necesarios para cubrir los gastos de certificación. La implementación de la certificación exige inversiones periódicas en auditorías y mejoras en la gestión que no siempre son accesibles para todos los propietarios.
- **Falta de Conciencia y Formación:** Otro reto relevante es la falta de conocimiento sobre los beneficios y requisitos de la certificación en ciertos sectores de la sociedad y entre los propietarios forestales. La concienciación sobre la importancia de la gestión forestal sostenible y la certificación aún es limitada en algunas zonas rurales, lo que limita el interés y la disposición para adoptar prácticas sostenibles certificadas. La formación y educación en gestión forestal sostenible son esenciales para superar este desafío y facilitar la implementación de la certificación.
- **Fragmentación de la Propiedad Forestal:** En Castilla y León, una gran parte de la superficie forestal se compone de pequeñas parcelas en manos de numerosos propietarios. Esta fragmentación hace que la certificación sea más difícil y costosa, ya que cada propietario debe cumplir con los estándares de sostenibilidad de manera individual. La colaboración

entre propietarios para la certificación conjunta es una solución potencial, pero requiere una estructura organizativa y cooperación que no siempre es fácil de lograr.

- **Burocracia y Cumplimiento Normativo:** Los procesos de certificación y cadena de custodia implican un conjunto de requisitos normativos y administrativos que pueden ser complejos y demandar tiempo. Esta burocracia puede disuadir a algunos propietarios, en particular a los pequeños, de embarcarse en el proceso de certificación. Simplificar estos procesos administrativos y proporcionar apoyo técnico podría mejorar la adopción de la certificación en la comunidad autónoma.
- **Competencia con Productos No Certificados:** En el mercado, los productos forestales certificados pueden enfrentar competencia de productos no certificados, que a menudo se comercializan a precios más bajos. Esta competencia limita la capacidad de los productos certificados para captar un mercado amplio, especialmente entre consumidores que no priorizan la sostenibilidad como criterio de compra. Esto representa un reto para la rentabilidad de los productos certificados y para la expansión de la certificación.

Sin embargo, las **oportunidades** son mayores y pueden abrir un gran mercado en Castilla y León:

- **Acceso a Mercados de Productos Sostenibles:** La certificación forestal permite que los productos de Castilla y León accedan a mercados que exigen criterios de sostenibilidad. Cada vez más consumidores y empresas valoran productos con certificación de sostenibilidad, lo que abre nuevas oportunidades de comercialización y permite obtener precios premium. La certificación también facilita la entrada en mercados internacionales donde la demanda de productos sostenibles está en crecimiento.
- **Fortalecimiento de la Bioeconomía y la Economía Circular:** La certificación de gestión forestal sostenible es una herramienta clave para fortalecer la bioeconomía en Castilla y León. Los productos certificados no solo cumplen con estándares de sostenibilidad, sino que también pueden contribuir a un modelo de economía circular, donde los recursos se aprovechan de manera eficiente y se minimiza el desperdicio. Esto crea una ventaja competitiva para los productos forestales de Castilla y León en sectores emergentes de bioproductos y bioenergía.
- **Impulso al Desarrollo Rural y Creación de Empleo:** La certificación en gestión forestal sostenible genera oportunidades laborales en áreas rurales, ayudando a combatir la despoblación y fomentando el desarrollo económico en zonas con menor densidad de población. Los trabajos relacionados con la gestión forestal, la auditoría y el mantenimiento de la certificación contribuyen a la creación de empleo en sectores sostenibles, permitiendo que la economía rural se diversifique y prospere.
- **Conservación de la Biodiversidad y Mitigación del Cambio Climático:** La certificación fomenta prácticas de gestión que protegen la biodiversidad y favorecen la captura de carbono, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático. En Castilla y León, el compromiso con la certificación ayuda a preservar los ecosistemas forestales y a

conservar su paisaje natural. Esto fortalece la resiliencia frente a fenómenos climáticos extremos y posiciona a Castilla y León como un ejemplo de sostenibilidad ambiental.

- **Apoyo y Financiación para la Certificación:** Existen programas de financiación y ayudas, tanto a nivel nacional como europeo, que apoyan la implementación de la certificación en gestión forestal sostenible. Iniciativas como el Programa de Desarrollo Rural y fondos específicos de la Unión Europea permiten a Castilla y León financiar proyectos de certificación, formación y asesoramiento para facilitar la adopción de prácticas sostenibles en la comunidad autónoma. Estos apoyos pueden ayudar a los propietarios a superar barreras económicas y técnicas para la certificación.
- **Mejora de la Imagen y Reputación de los Productos Autonómicos:** La adopción de la certificación en Castilla y León también contribuye a fortalecer la reputación de sus productos forestales. Los productos certificados reflejan un compromiso con la sostenibilidad, lo que permite mejorar la imagen de marca de las empresas y de la comunidad autónoma en su conjunto. Esto puede atraer a clientes que valoran la responsabilidad ambiental y apoyar el crecimiento de sectores clave en su economía.

Los retos y oportunidades que enfrenta la certificación en gestión forestal sostenible en Castilla y León reflejan tanto los desafíos de implementación como las enormes ventajas que esta práctica ofrece para su economía y su sostenibilidad. A pesar de las barreras, **la certificación presenta una vía para que Castilla y León fortalezca su bioeconomía, acceda a mercados de productos sostenibles y contribuya a la conservación del medio ambiente.** La colaboración entre instituciones públicas, propietarios forestales y empresas será clave para superar los retos y maximizar las oportunidades que la certificación ofrece, posicionando a Castilla y León como líder en gestión forestal responsable y desarrollo sostenible.

CAPÍTULO 08

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) son **estrategias que aprovechan los procesos naturales para abordar desafíos sociales, económicos y ambientales**, y promueven una sinergia entre **la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible**. Estas soluciones, definidas y promovidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), incluyen prácticas como la restauración de ecosistemas, la protección de cuencas hidrográficas, la reforestación y la gestión sostenible de los recursos naturales. Su objetivo es **mejorar la resiliencia de los ecosistemas, contribuyendo al bienestar humano** al mismo tiempo que se hacen frente a problemáticas urgentes, como el cambio climático y la degradación de los suelos.

En el contexto actual, marcado por la crisis climática y la pérdida de biodiversidad, las SbN han ganado relevancia tanto a nivel global como en España, donde instituciones como la Fundación Conama están impulsando su implementación en distintos sectores [100]. Estas estrategias no solo reportan beneficios ambientales directos, como la captura de carbono y la protección de las especies, sino que también **promueven el desarrollo socioeconómico** mediante la creación de empleo verde y el fortalecimiento de las comunidades locales.

Dentro del sector forestal, las SbN ofrecen un **marco integral para gestionar los bosques de forma sostenible**, aprovechando los servicios ecosistémicos que estos proporcionan y fomentando la bioeconomía. En Castilla y León, una comunidad autónoma rica en biodiversidad y recursos forestales, las SbN representan una oportunidad clave para alinear la conservación del medio ambiente con la generación de empleo y el crecimiento económico sostenible, contribuyendo así a un desarrollo resiliente y equilibrado.

8.1. CONCEPTO Y APLICACIONES EN EL SECTOR FORESTAL

Las SbN se definen como un conjunto de acciones o políticas categorizadas en **enfoques que aprovechan los procesos naturales para abordar desafíos ambientales, sociales y económicos, promoviendo tanto la conservación de la biodiversidad como el bienestar humano**. La UICN destaca que las SbN se centran en restaurar y proteger los ecosistemas para asegurar sus servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del clima, la gestión del agua y la protección del suelo. Estos enfoques buscan **mejorar la resiliencia de las comunidades ante desafíos globales** como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

La definición de SbN de la Comisión Europea [101] establece que estas soluciones están *‘inspiradas y respaldadas por la naturaleza, que son rentables, proporcionan*

simultáneamente beneficios ambientales, sociales y económicos y ayudan a construir resiliencia. Tales soluciones traen más y más diversos rasgos y características y procesos naturales a las ciudades, paisajes y paisajes marinos, a través de intervenciones sistémicas y adaptadas localmente, eficientes en el uso de los recursos'. En 2020, la definición de la UE se actualizó para enfatizar aún más que 'las SbN deben beneficiar a la biodiversidad y apoyar la prestación de una serie de servicios ecosistémicos'.

De acuerdo con la UICN, las SbN se agrupan en diversas categorías generales de enfoques basadas en los objetivos de conservación y el tipo de intervención en los ecosistemas:

- **Enfoques de restauración de ecosistemas:** se centra en rehabilitar ecosistemas dañados para restablecer su biodiversidad y capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos, como la captura de carbono y la regulación hídrica. En el sector forestal, la reforestación, la restauración de paisajes y la restauración de suelos son prácticas fundamentales.
- **Enfoques relacionados con la resolución de problemas específicos de los ecosistemas:** se centra en prácticas de adaptación al cambio global y mitigación de sus consecuencias. En el sector forestal, la reducción del riesgo de desastres ecológicos es una de sus prácticas fundamentales.
- **Enfoques relacionados con la infraestructura verde:** En áreas urbanas y rurales, la infraestructura verde utiliza elementos naturales para crear beneficios ambientales y sociales, como la mitigación del cambio climático, la reducción de la contaminación y la mejora del bienestar humano. Esto incluye la implementación de parques urbanos, corredores ecológicos y barreras naturales contra la erosión.
- **Enfoques de gestión basados en los ecosistemas:** Incluye prácticas que mejoran la sostenibilidad de los ecosistemas utilizados para actividades humanas, mediante una gestión responsable. En el sector forestal, esto se traduce en la gestión forestal sostenible, lo que permite conservar la productividad sin deteriorar la salud de los ecosistemas o la gestión integrada de los recursos hídricos.
- **Enfoques de protección de los ecosistemas:** Agrupa prácticas de conservación dirigidas a preservar la biodiversidad y proteger ecosistemas clave. En el contexto forestal, esto incluye la creación de áreas que aseguran la continuidad de los servicios ecosistémicos, como el almacenamiento de carbono y la regulación hídrica.

Estos enfoques nos van a permitir distinguir tres tipos de SbN en función del grado de intervención:

- **Mínima intervención de los ecosistemas:** Se pretende una intervención nula o mínima en los ecosistemas, con el objetivo de mantener o mejorar la prestación de una serie de servicios ecosistémicos, tanto dentro como fuera de estos ecosistemas. Se podría relacionar este tipo de SbN con el manejo de las 'reservas de la biosfera'.
- **Algunas intervenciones en los ecosistemas y a escala paisaje:** Se corresponden con los enfoques de gestión que desarrollan ecosistemas y paisajes sostenibles y multifuncionales (gestionados de forma extensiva o intensiva). Estos tipos mejoran la

prestación de servicios ecosistémicos seleccionados en comparación con lo que se obtendría a través de una intervención más convencional. Algunos ejemplos son la planificación innovadora de los paisajes agrícolas para aumentar su multifuncionalidad, el uso de la agrobiodiversidad existente para incrementar la biodiversidad, la conectividad y la resiliencia de los paisajes, y los enfoques para mejorar las especies arbóreas y la diversidad genética con el fin de aumentar la resiliencia de los bosques frente a fenómenos extremos. Este tipo de SbN está fuertemente ligado a conceptos como el agroforestal.

- **Gestión de los ecosistemas de forma extensiva:** Consiste en gestionar ecosistemas de forma muy extensa o incluso en crear nuevos ecosistemas (por ejemplo, ecosistemas artificiales con nuevos conjuntos de organismos en tejados y paredes verdes que mitiguen el calentamiento de la ciudad y limpien el aire contaminado). Este tipo está vinculado a conceptos como las infraestructuras verdes y azules y a objetivos como la restauración de zonas muy degradadas o contaminadas y la transformación de las ciudades. Los humedales artificiales son un buen ejemplo.

En el sector forestal, las SbN tienen aplicaciones prácticas que permiten gestionar de forma sostenible los recursos naturales y contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático. Los bosques actúan como sumideros de carbono, ayudando a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y como hábitat de múltiples especies que contribuyen a la biodiversidad. Además, regulan los flujos de agua y protegen el suelo, lo que es fundamental para la salud de los ecosistemas y de las comunidades locales que dependen de estos recursos. Entre las SbN en el sector forestal destacan la reforestación, la restauración de suelos y la creación de corredores biológicos para mejorar la conectividad entre áreas naturales y conservar la biodiversidad.

La implementación de SbN en el sector forestal también tiene un importante impacto socioeconómico, ya que fomentan la creación de empleos verdes y refuerzan las economías rurales. Al promover prácticas de gestión forestal sostenible, las SbN apoyan el desarrollo de una bioeconomía basada en el uso responsable de los recursos y la reducción de emisiones. Esto contribuye a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluidos los objetivos de acción climática y desarrollo económico, lo que fortalece la resiliencia de las comunidades ante los desafíos ambientales del siglo XXI.

8.2. IMPACTO ECONÓMICO Y EN EL EMPLEO

Las SbN no solo representan una herramienta poderosa para enfrentar desafíos ambientales, sino que también tienen un **importante impacto económico y en la generación de empleo**. En Europa, el impulso de las SbN ha resultado en un sector emergente que crea oportunidades de trabajo verde y contribuye al crecimiento económico sostenible. Por ejemplo, proyectos de restauración de humedales en el Reino Unido y la reforestación de áreas degradadas en España han generado empleos locales en la restauración ecológica y la gestión de recursos

hídricos. Estas soluciones están **vinculadas a la economía circular y la bioeconomía**, permitiendo que sectores como el forestal implementen prácticas sostenibles que beneficien tanto al medio ambiente como a las comunidades locales.

La aplicación de SbN en el sector forestal ha impulsado la **creación de empleos verdes**, que abarcan actividades como la restauración de suelos, la reforestación, el manejo de cuencas hidrográficas y la conservación de la biodiversidad. Estos empleos requieren habilidades en gestión ambiental, ciencia forestal, tecnología aplicada y agroecología, entre otras áreas, y se desarrollan principalmente en zonas rurales, lo que promueve su revitalización y ofrece oportunidades laborales sostenibles. Según el informe de la Comisión Europea sobre proyectos de SbN, se estima que el sector podría generar más de un millón de empleos en Europa para 2030, impulsados por la creciente demanda de prácticas de restauración y conservación basadas en la naturaleza [101].

Las SbN ofrecen un marco económico sólido que **favorece la bioeconomía y la economía circular en sectores como el forestal**, lo que posibilita que las comunidades locales accedan a nuevas fuentes de ingresos sostenibles. En Castilla y León, por ejemplo, los proyectos de restauración y conservación forestal han promovido el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, como la producción de madera certificada, biocombustibles y productos no maderables, todos ellos alineados con los principios de sostenibilidad. Estos proyectos no solo incrementan la resiliencia de los ecosistemas, sino que también fortalecen la economía rural, pues generan ingresos que revierten en las comunidades y facilitan la diversificación de las actividades productivas.

La **infraestructura verde**, una de las aplicaciones clave de las SbN, genera beneficios económicos a largo plazo al reducir los costes de la infraestructura tradicional y mejorar la calidad de vida. Por ejemplo, la creación de bosques urbanos y áreas verdes en zonas periurbanas reduce los gastos en salud pública al mejorar la calidad del aire, regular la temperatura y fomentar estilos de vida saludables. Estos espacios verdes también fomentan el ecoturismo, una actividad en auge que genera ingresos adicionales para las economías locales y proporciona empleo a guías, gestores de parques y otros profesionales relacionados con la conservación.

Las SbN juegan un papel crucial en la **resiliencia económica**, especialmente frente a los efectos adversos del cambio climático. Al implementar prácticas de gestión sostenible en los bosques, se refuerzan los ecosistemas que protegen a las zonas habitadas frente a eventos extremos, como inundaciones y sequías. Este enfoque no solo reduce los costes de los daños, sino que también favorece las actividades agrícolas y forestales, que son esenciales para la economía local. En este sentido, las SbN no solo promueven la estabilidad económica, sino que también aumentan la capacidad de adaptación de las personas, lo que reduce su vulnerabilidad ante futuros desafíos ambientales.

La aplicación de SbN fomenta la **innovación en el desarrollo de tecnologías y prácticas sostenibles**. Los avances en la tecnología de teledetección, la modelización de ecosistemas

y la digitalización en el sector forestal ha abierto nuevos nichos de negocio, como la cuantificación de carbono y la certificación de productos sostenibles. Las SbN también han promovido la aparición de empresas dedicadas a la restauración ecológica y al desarrollo de productos derivados de la naturaleza, como bioplásticos y biomateriales, **ampliando así las oportunidades de negocio en el sector de la bioeconomía y alineando la economía con los objetivos de sostenibilidad.**

El impacto económico y laboral de las SbN en el sector forestal es considerable y beneficioso, ya que **fomenta el desarrollo de empleos verdes, la resiliencia de las economías rurales y la transición hacia la bioeconomía.** Al implementar SbN en prácticas forestales y de gestión de recursos, Castilla y León y otras comunidades autónomas pueden **fortalecer sus economías locales, crear oportunidades laborales sostenibles y reducir su vulnerabilidad al cambio global,** impulsando así una **recuperación económica verde** que **beneficia tanto a las personas como al medio ambiente.**

8.3. CASOS DE ÉXITO Y EXPERIENCIAS EN CASTILLA Y LEÓN

En Castilla y León, las SbN se han puesto en práctica en numerosos proyectos, que buscan tanto la conservación de la biodiversidad como la adaptación al cambio climático, generando beneficios sociales, económicos y ambientales. Estos casos de éxito muestran cómo las SbN contribuyen al desarrollo sostenible y a la resiliencia de los ecosistemas y comunidades locales.

- **Restauración Forestal en Áreas Degradadas y Mejora del Suministro Hídrico:** Uno de los ejemplos más destacados es la restauración de áreas degradadas mediante la reforestación con especies autóctonas en zonas como la [Sierra de la Culebra](#) (Zamora), afectadas por virulentos incendios de forma reiterada. Este proyecto tiene como objetivo restaurar el suelo, promover la biodiversidad y mejorar la capacidad de captura de carbono de la masa forestal. Además, se enfoca en la gestión de cuencas hidrográficas, donde los bosques restaurados actúan como reguladores naturales del agua, reduciendo el riesgo de erosión y mejorando el suministro hídrico para las comunidades rurales dependientes.
- **Agricultura Regenerativa y Biodiversidad:** La puesta en marcha de sistemas agroforestales en toda la comunidad autónoma a través del proyecto [Agrofores](#), que combina la producción agrícola con la forestal, promoviendo una agricultura más resiliente al cambio climático y que mantiene la fertilidad del suelo. Estos sistemas integran árboles y cultivos, mejorando la captación de agua, reduciendo la erosión y fomentando la biodiversidad local, y generando, al mismo tiempo, una fuente de ingresos sostenible para los agricultores. Esta práctica ha demostrado ser una alternativa económica viable y un ejemplo de bioeconomía.
- **Infraestructura Verde en Áreas Urbanas y Periurbanas:** En áreas urbanas de Castilla y León, municipios como Soria y Valladolid han adoptado SbN mediante la creación de

infraestructura verde, como bosques urbanos y corredores ecológicos en los proyectos [BRERA](#), [Caminos de Biodiversidad](#) y [URBAN GreenUP](#). Estos proyectos buscan reducir el efecto de isla de calor y mejorar la calidad del aire, contribuyendo también a la salud pública y al bienestar de los habitantes. La infraestructura verde en estas ciudades fomenta el ecoturismo y crea espacios para la educación ambiental y el recreo, generando beneficios económicos y sociales. Este enfoque, como se ha visto en otros lugares de Europa, también ayuda a mejorar la resiliencia de las ciudades frente a eventos climáticos extremos, como inundaciones.

- **Rehabilitación de Humedales en Palencia:** La recuperación y rehabilitación de 400 ha de humedales en la provincia de Palencia ha mejorado significativamente la capacidad de estos ecosistemas para captar y almacenar carbono, a la vez que actúan como barreras naturales contra las inundaciones. Estos humedales, restaurados por iniciativa de la [Fundación Global Nature](#) en colaboración con organizaciones locales y con apoyo de políticas públicas, han recuperado su biodiversidad y ahora sirven como refugio para especies de flora y fauna locales. La rehabilitación de humedales es un ejemplo claro de cómo las SbN pueden integrarse en la planificación autonómica para promover la resiliencia y la sostenibilidad ambiental.
- **Gestión Forestal Sostenible en Castilla y León:** En toda la comunidad autónoma, el manejo sostenible de los bosques mediante prácticas de silvicultura y rotación de cultivos forestales asegura la renovación de los recursos forestales sin comprometer los ecosistemas. Estos proyectos promueven la producción de madera certificada y otros productos forestales no maderables, generando empleo verde y favoreciendo la economía rural. Además, se aplican técnicas de monitorización utilizando drones y tecnologías de teledetección para evaluar la salud del bosque y optimizar las prácticas de gestión forestal, fortaleciendo la resiliencia del ecosistema frente a eventos climáticos adversos, lo que hace que sea un territorio de referencia.

Estos casos de éxito en Castilla y León han demostrado que las SbN no solo contribuyen a la conservación del medio ambiente, sino que también generan cobeneficios económicos y sociales, como la creación de empleos verdes, el fomento del turismo rural y la mejora de la calidad de vida en áreas urbanas y rurales. La integración de las SbN en la planificación autonómica ha sido esencial para promover la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático en la comunidad autónoma. Las experiencias en Castilla y León complementan los resultados observados en otras comunidades autónomas, como Euskadi [102], donde la gobernanza colaborativa y la financiación pública han facilitado la implementación de SbN en municipios con el apoyo de redes locales y programas de apoyo al medio ambiente.

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA FIJACIÓN DE POBLACIÓN

En España, el reto demográfico se ha convertido en una prioridad política y social debido al creciente proceso de despoblación que sufren las áreas rurales y al envejecimiento de sus habitantes. Este fenómeno, especialmente evidente en áreas como Castilla y León, tiene profundas implicaciones económicas, sociales y ambientales que afectan a la cohesión territorial y al desarrollo sostenible. La Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico y planes como la Agenda Urbana y Rural han establecido directrices para frenar este proceso, abordando la despoblación mediante un conjunto de medidas que buscan revitalizar las zonas rurales, promover la creación de empleo y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Entre las principales líneas de actuación destacan la **inversión en servicios públicos, la promoción de una economía rural sostenible y la creación de oportunidades laborales en sectores estratégicos como el forestal y la bioeconomía**. Estas políticas están alineadas con los objetivos de recuperación y resiliencia de España, incluyendo el fomento del desarrollo tecnológico y la digitalización de los servicios rurales. Además, se han implementado programas específicos para atraer a nuevos residentes, fomentar el arraigo de los jóvenes y mejorar la infraestructura y la conectividad digital, elementos fundamentales para hacer de las zonas rurales un lugar atractivo para vivir y trabajar.

Estas iniciativas también reconocen **el valor de los recursos naturales y culturales de las áreas rurales**, que se pueden aprovechar para desarrollar nuevos modelos de negocio sostenibles y generar empleos verdes. La integración de estas estrategias y su puesta en práctica en zonas afectadas por la despoblación son **esenciales para fijar población, impulsar la economía local y contribuir a una mayor cohesión territorial**.

9.1. PAPEL DEL SECTOR FORESTAL EN EL DESARROLLO RURAL

El sector forestal desempeña un papel fundamental en el desarrollo rural de España, especialmente en áreas afectadas por la despoblación, como Castilla y León. Los recursos forestales no solo representan un **activo ambiental**, sino también una **fuerza clave de empleo y cohesión social en las áreas rurales**. La Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico y la Agenda Urbana y Rural reconocen que el sector forestal puede ser un motor de crecimiento sostenible, ya que contribuye a diversificar la economía rural y a crear puestos de trabajo en actividades relacionadas con la bioeconomía, la gestión forestal sostenible y la conservación [103].

El sector forestal aporta importantes **beneficios económicos a las zonas rurales** y desempeña un papel esencial en el **mantenimiento de los servicios ecosistémicos**, fundamentales para la estabilidad ambiental y el bienestar de las personas. La gestión y el aprovechamiento de los recursos forestales permiten generar empleo en actividades de reforestación, mantenimiento, explotación maderera y en la producción de productos forestales no maderables, como resina, setas y plantas aromáticas, por ejemplo. Estas actividades se integran en una estrategia de gestión forestal sostenible que garantiza que los bosques puedan seguir ofreciendo **servicios esenciales** como la regulación del agua, la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad. Un ejemplo de este impacto es la industria resinera en provincias como Segovia y Soria, donde el resurgimiento de la extracción de resina ha revitalizado la economía local y ha generado más de 200 empleos directos [104]. Esta actividad, al ser una práctica de bajo impacto, contribuye a mejorar la salud de los bosques y refuerza su capacidad para mantener sus servicios ecosistémicos.

El sector forestal es también responsable en el **mantenimiento del equilibrio entre el aprovechamiento maderero sostenible y la conservación ambiental**. Castilla y León es una de las comunidades autónomas con mayor superficie forestal de España, y las prácticas de gestión forestal sostenible permiten extraer recursos madereros sin comprometer el resto de servicios ecosistémicos de los bosques. Este modelo de gestión no solo genera empleo directo en las labores de corta y procesamiento de la madera, sino que también protege los servicios ecosistémicos de regulación hídrica, prevención de la erosión del suelo y refugio de biodiversidad. Así, los ecosistemas forestales continúan proporcionando estos servicios esenciales que **benefician tanto a la economía como a la calidad de vida de las comunidades rurales**. En 2022, se estima que más de 11 115 personas estuvieron empleadas en Castilla y León en actividades relacionadas con el sector forestal, contribuyendo a una cadena de valor que respeta y preserva los recursos.

Además, el sector forestal está estrechamente vinculado a la bioeconomía, ya que promueve el desarrollo de **biocombustibles y productos de alto valor añadido**, como, por ejemplo, bioplásticos y biomateriales. La producción de biomasa y biocombustibles es especialmente, ya que estas actividades permiten una **gestión integral de los residuos forestales y previenen la acumulación de material combustible**, lo que reduce el riesgo de incendios. Este cambio hacia una bioeconomía forestal no solo genera empleos especializados en investigación, ciencia forestal y biotecnología, sino que también fortalece los servicios ecosistémicos, mejora la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático y promueve la sostenibilidad.

La contribución económica del sector forestal también se extiende al **turismo rural**, que depende de la conservación de los servicios ecosistémicos de los bosques. La existencia de espacios naturales bien gestionados en Castilla y León permite el desarrollo de actividades de ecoturismo y turismo activo, que generan ingresos para negocios locales y crean empleos en alojamientos, restauración y servicios recreativos. Estos espacios naturales, que ofrecen servicios de **regulación climática y conservación de la biodiversidad**, son esenciales para

atraer visitantes y para el desarrollo económico de las zonas rurales, además de **garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales a largo plazo**.

La sostenibilidad ambiental y la resiliencia climática son factores esenciales en el desarrollo del sector forestal y en su capacidad para contribuir de manera significativa al desarrollo rural y al bienestar de las comunidades en áreas despobladas. La gestión forestal sostenible no solo protege los recursos naturales y el entorno, sino que también garantiza la estabilidad económica y social en las zonas rurales, lo que permite que estas comunidades desarrollen una **economía basada en el uso responsable de los recursos locales**. En Castilla y León, donde el sector forestal ocupa una gran parte del territorio, la sostenibilidad es clave para mantener una **economía rural sólida y atractiva**, capaz de **ofrecer empleos de calidad y evitar el éxodo rural**.

La capacidad del sector forestal para adaptarse y resistir los efectos del cambio climático es crucial para las comunidades locales, ya que muchas de ellas dependen de los ingresos generados por la explotación forestal, la producción de biocombustibles, la obtención de productos no maderables y el ecoturismo. Un enfoque sostenible en la gestión forestal, que tenga en cuenta los efectos del cambio climático, permite que estos recursos sigan siendo viables y rentables a largo plazo. Por ejemplo, en Castilla y León, la reforestación con especies autóctonas resistentes y la creación de planes de prevención de incendios han demostrado ser efectivos no solo en la protección de los recursos forestales, sino también en el mantenimiento de la actividad económica y la garantía de continuidad de los empleos en el sector.

El sector forestal también contribuye a la fijación de población en el medio rural al **ofrecer empleos estables y de calidad** en áreas como la reforestación, el mantenimiento de los bosques, la vigilancia contra incendios y la gestión de áreas protegidas. Al promover prácticas resilientes, **el sector forestal protege a las comunidades rurales de los efectos adversos del clima extremo**, como las sequías e incendios, que afectan a la producción y al empleo en estos territorios. Además, la innovación en el ámbito forestal, como el uso de tecnologías para la monitorización y la gestión forestal eficiente, ha atraído a jóvenes profesionales interesados en la sostenibilidad, fomentando así el **relevo generacional y la permanencia de la población joven** en sus lugares de origen.

La sostenibilidad ambiental del sector forestal va de la mano del bienestar económico y social, ya que una gestión forestal orientada a la resiliencia climática y a la conservación permite que **los bosques sigan siendo una fuente de ingresos segura para las comunidades rurales**. Además de los ingresos derivados de la madera y los biocombustibles, el desarrollo de actividades de ecoturismo y el aprovechamiento de productos no maderables, como resina y setas, se han convertido en sectores en expansión que benefician a la economía local y generan empleo. En este contexto, la resiliencia de los bosques y su capacidad de adaptación a los cambios climáticos fortalecen la base económica de las áreas rurales, haciendo que **las comunidades sean menos vulnerables a las fluctuaciones económicas y ambientales**.

En términos de calidad de vida, la sostenibilidad ambiental del sector forestal ofrece una **mejor perspectiva para las áreas rurales**, ya que un entorno natural saludable y bien gestionado **mejora las condiciones de vida y favorece el desarrollo de servicios** como el turismo de naturaleza, que se ha convertido en una fuente importante de ingresos en muchas zonas de Castilla y León. Las **actividades turísticas en zonas forestales** no solo aportan beneficios económicos, sino que también ayudan a diversificar la economía rural, creando nuevas oportunidades de empleo y aumentando el atractivo de estas áreas para los residentes y los visitantes.

El compromiso con la sostenibilidad ambiental y la resiliencia climática en el sector forestal es un pilar fundamental para el desarrollo rural y la fijación de población en Castilla y León. La gestión forestal permite que el sector contribuya de forma decisiva al bienestar económico de las zonas rurales, ofreciendo **empleos estables y de calidad, protegiendo a las comunidades de los impactos del cambio climático y garantizando un futuro próspero y resiliente** para quienes habitan en estas áreas.

El sector forestal contribuye de manera significativa a la **cohesión social en el medio rural**, ya que actúa como **motor de desarrollo y arraigo** en zonas afectadas por la despoblación. La actividad forestal y sus industrias derivadas ofrecen una base económica que permite a los habitantes de estas áreas mantener sus comunidades y evitar la migración hacia núcleos urbanos en busca de empleo y mejores condiciones de vida. Este papel es especialmente relevante en Castilla y León, donde el sector forestal representa una de las principales fuentes de ingresos y empleo en muchas localidades rurales, y promueve el asentamiento de la población y la estabilidad social.

La **oferta de ocupaciones en el sector forestal** abarca una amplia gama de actividades que requieren diferentes niveles de cualificación, desde el trabajo en reforestación y el mantenimiento de áreas naturales hasta la producción y transformación de productos forestales. Esta variedad de oportunidades permite que tanto **jóvenes como personas con experiencia** puedan encontrar un puesto en el mercado laboral rural. Además, las actividades forestales fomentan el **desarrollo de habilidades técnicas y prácticas** en las personas trabajadoras locales, lo que contribuye a su capacitación y mejora de su empleabilidad. La capacitación en competencias forestales, la bioeconomía y la sostenibilidad medioambiental abre **oportunidades de desarrollo profesional** y contribuye a la formación de una mano de obra cualificada y adaptada a las necesidades del sector.

Los **programas de empleo y formación**, impulsados tanto por la administración pública como por fondos de la Unión Europea, han resultado fundamentales para retener a la población rural, especialmente a los jóvenes. Gracias a iniciativas como el proyecto [Reactiva Brañosera](#), la Fundación Ávila ha lanzado una **Escuela de Pastores** que busca revitalizar el pastoreo como salida laboral y medio para la sostenibilidad rural, lo que permitirá formar en prácticas sostenibles y fomentar el arraigo rural de la población. Programas como este no solo ofrecen formación práctica, sino que también generan una **red de apoyo** entre los participantes, quienes ven en el sector forestal una **oportunidad real de futuro en sus propias comunidades**.

El sector forestal también fomenta el **desarrollo de una cultura de arraigo y valoración del entorno natural**, en la que la comunidad se implica activamente en la conservación y mantenimiento de su entorno. Esta **participación activa en la gestión y preservación del medio ambiente** fortalece el **sentido de pertenencia y compromiso** de los habitantes y promueve una **mayor cohesión social y una identidad compartida** en torno a los valores ambientales. Las cooperativas forestales y las asociaciones de productores locales son un ejemplo de cómo el trabajo conjunto en la gestión de los recursos naturales fortalece las relaciones entre los habitantes y fomenta el desarrollo de proyectos colectivos que mejoran la calidad de vida en el medio rural.

Además, el **impulso de las nuevas tecnologías en el sector forestal**, como el uso de drones para la vigilancia forestal y sistemas de monitorización de la salud de los bosques, ha **creado empleos más especializados** que atraen a un perfil de **jóvenes cualificados** y con interés en **la sostenibilidad y la innovación**. Este tipo de iniciativas no solo contribuye a la modernización del sector, sino que también hace del entorno rural un **lugar atractivo para desarrollar una carrera profesional en contacto con el medio natural**, lo que reduce, en parte, la emigración de talento hacia las ciudades.

Por último, el sector forestal no solo proporciona empleo y oportunidades de arraigo, sino que también **mejora la calidad de vida en las comunidades rurales** al promover un ambiente saludable y sostenible. La creación de áreas recreativas, la conservación de paisajes y la oferta de actividades de ecoturismo atraen tanto a turistas como a nuevos residentes que buscan **una vida cercana a la naturaleza**. Estas actividades ayudan a diversificar la economía local y a generar ingresos adicionales, lo que **fortalece el atractivo de las zonas rurales como lugar de residencia y desarrollo profesional**.

Así, **el sector forestal es esencial para la cohesión social y la fijación de población en las zonas rurales**. Al ofrecer empleos estables, fomentar la capacitación y promover una cultura de sostenibilidad, el sector contribuye a que **las comunidades rurales sean lugares prósperos, resilientes y atractivos para vivir, trabajar y formar parte de una red social sólida en torno a la gestión responsable de los recursos naturales**.

9.2. INICIATIVAS PARA LA FIJACIÓN Y ASENTAMIENTO DE POBLACIÓN

La despoblación es uno de los **principales desafíos a los que se enfrentan las áreas rurales de España**, y Castilla y León es una de las comunidades autónomas más afectadas. Para hacer frente a este fenómeno, se han desarrollado diversas **iniciativas destinadas a fomentar el arraigo y la atracción de nuevos habitantes en el medio rural**, especialmente a través de programas de empleo y formación, y la incorporación de tecnologías innovadoras en el ámbito forestal.

9.2.1. Programas de empleo y formación

Los programas de empleo y formación son **herramientas clave para fijar población en el medio rural**, ya que ofrecen oportunidades laborales de calidad y promueven el desarrollo de competencias especializadas en sectores estratégicos como **la bioeconomía y la gestión forestal**. Estos programas, que suelen desarrollarse en colaboración con administraciones locales, autonómicas y fondos europeos, permiten que los habitantes de las áreas rurales puedan formarse y acceder a empleos sostenibles sin necesidad de migrar a entornos urbanos.

Un ejemplo de estos programas es la formación en técnicas de reforestación y gestión forestal sostenible, que capacita a las personas trabajadoras para realizar labores de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. En Castilla y León, estos cursos han permitido que jóvenes locales y de otras comunidades autónomas obtengan **competencias en manejo de bosques, producción de biocombustibles y aprovechamiento de productos no maderables**, como la apicultura, la resina y las setas, lo que **facilita su inserción laboral y evita la fuga de talento**.

Además, se han puesto en marcha **programas de capacitación específicos en bioeconomía y energías renovables**, áreas en crecimiento que no solo contribuyen a la sostenibilidad ambiental, sino que también generan **empleos de calidad en el medio rural**. Estos programas no solo permiten que las personas puedan desarrollar sus carreras en sus comunidades, sino que también contribuyen a crear una **red de profesionales especializados** que fortalecen el sector y promueven la creación de nuevas empresas locales.

9.2.2. Integración de la IA en proyectos rurales

La integración de la inteligencia artificial (IA) y otras tecnologías avanzadas en proyectos rurales representa una **estrategia innovadora para mejorar la gestión de recursos y atraer a profesionales jóvenes** interesados en el sector tecnológico. En el ámbito forestal, **la IA permite optimizar procesos, reducir costes y aumentar la eficiencia en la gestión de los recursos naturales**, factores que resultan esenciales para mejorar la competitividad del sector.

En Castilla y León, la IA se ha aplicado en diversos **proyectos de monitorización forestal** utilizando **sensores próximos y remotos** que recogen datos sobre el estado de los bosques y su respuesta a perturbaciones de cualquier origen [105,106]. Esta tecnología facilita la detección temprana de plagas y enfermedades y la determinación del riesgo de incendios, entre otras capacidades, permitiendo una intervención rápida y efectiva. La incorporación de la IA no solo mejora la gestión ambiental, sino que también **genera nuevas oportunidades de empleo** en análisis de datos, mantenimiento de equipos y desarrollo de soluciones tecnológicas. Estos empleos, especializados y de alto valor añadido, resultan atractivos para profesionales jóvenes y cualificados, quienes encuentran en estas oportunidades una razón para establecerse en el medio rural y contribuir al desarrollo de estas zonas.

Además, el uso de **collares de seguimiento en la ganadería extensiva**, como los de las empresas madrileñas Ixorigue o digitanimal, ha transformado la forma en que se maneja el ganado en zonas rurales. Equipados con GPS y sensores, estos collares permiten a los ganaderos monitorizar en tiempo real la ubicación y el comportamiento de los animales, optimizando su manejo y mejorando su bienestar. Esta tecnología **reduce la necesidad de supervisión física constante**, lo que resulta especialmente valioso en áreas rurales. Además, los collares de seguimiento ayudan a evitar el sobrepastoreo y facilitan la rotación de pastos, favoreciendo la sostenibilidad de los terrenos y la convivencia con otras actividades forestales. La implementación de estos collares ha **facilitado la labor de la ganadería** y creado **nuevas oportunidades de empleo** en el mantenimiento y análisis de datos de estos dispositivos, atrayendo a perfiles técnicos y tecnológicos a las áreas rurales.

La IA ha sido empleada para mejorar la **cadena de suministro de biomasa**, optimizando la logística y reduciendo costes, lo cual aumenta la rentabilidad de la producción y permite una mayor competitividad de los productos derivados de la biomasa en el mercado, tal y como demuestra el proyecto 'BPOS-POM' de Tecnalia, Finalista en los Premios *Advanced Manufacturing* 2023. Esta mejora en la cadena de valor contribuye a crear empleos en todas las etapas del proceso, desde el aprovisionamiento de la biomasa hasta su transporte y procesamiento. **La adopción de tecnologías como la IA refuerza la modernización del sector forestal**, convirtiéndolo en un atractivo económico y laboral para perfiles cualificados que buscan oportunidades en el ámbito rural.

9.2.3. Apoyo a nuevos proyectos de emprendimiento en el medio rural

Además de los programas de empleo y la integración de nuevas tecnologías, **fomentar iniciativas de emprendimiento es una estrategia necesaria para atraer y retener población en las zonas rurales**. La creación de empresas y proyectos innovadores en los sectores forestal y de la bioeconomía no solo genera empleo directo, sino que también fomenta el desarrollo de una economía circular y sostenible en el medio rural. En Castilla y León, diversas iniciativas como la aceleradora wolaria apoyan a emprendedores en la creación de proyectos que aprovechan los recursos forestales para actividades como el ecoturismo, la producción de productos orgánicos y la fabricación de bioplásticos y otros materiales biodegradables.

Programas de aceleración empresarial y subvenciones específicas para el emprendimiento rural, muchas veces vinculadas a los Grupos de Acción Local y a las diputaciones provinciales, proporcionan a los emprendedores el respaldo financiero y técnico necesario para poner en marcha sus proyectos. Esto ha permitido que jóvenes profesionales y familias emprendedoras vean en el medio rural una oportunidad viable y atractiva para desarrollar sus ideas de negocio, lo que contribuye al asentamiento de población en estas áreas.

Las **iniciativas de fijación y asentamiento de población en Castilla y León** han demostrado que el desarrollo rural pasa por ofrecer oportunidades reales de empleo, formación y

emprendimiento en sectores sostenibles y altamente especializados. Los programas de empleo y formación, la incorporación de tecnologías como la inteligencia artificial en la gestión de recursos y el apoyo al emprendimiento han sentado las bases para que las comunidades rurales puedan prosperar y atraer a nuevos residentes. Estas estrategias no solo generan crecimiento económico, sino que también fortalecen el tejido social y la cohesión de las comunidades, garantizando así un futuro sostenible para el medio rural.

9.3. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS DESTACADOS

El **Manifiesto del Sector Forestal-Madera de Castilla y León**, promovido por [ForesCyl](#), una plataforma impulsada por la Mesa Intersectorial de la Madera de Castilla y León (MIMCYL), que agrupa a los principales actores de la cadena de valor del sector forestal en la comunidad autónoma, subrayaba en mayo de 2022 la importancia estratégica del sector forestal en su desarrollo económico, social y ambiental. Este documento plantea la **necesidad de unificar competencias en un solo organismo**, crear un foro estable de diálogo entre actores del sector y asegurar una aplicación equilibrada de los fondos del Programa de Desarrollo Rural (PDR) para evitar la marginación del sector forestal frente al agrícola. También exige un **pacto político a largo plazo** que sitúe al sector forestal-madera en la agenda estratégica de la comunidad, reconociendo su papel en la generación de empleo y en la fijación de población en las zonas rurales. Con más del 50 % de la superficie forestal de Castilla y León certificada, el manifiesto destaca la necesidad de una **inversión adecuada** que permita al sector contribuir de manera plena y sostenible al desarrollo rural y a la lucha contra la despoblación en la comunidad autónoma.

En Castilla y León se han implementado proyectos exitosos que ejemplifican el potencial del sector forestal en el desarrollo rural. Un caso destacado es el **programa de ayudas a la reforestación y a la creación de superficies forestales en todas las provincias**, que ha generado empleo local en actividades de restauración ecológica y ha mejorado la calidad del suelo y la biodiversidad de la zona. La Junta de Castilla y León ha repoblado gracias a este programa más de 479 000 ha y ha plantado más de 789 M de árboles desde 1984, en lo que es una de las mayores contribuciones de una región europea a objetivos como el de la plantación de 3000 M de árboles para 2030, gracias a los más de 7 M € que ha dedicado. Otro ejemplo es el **impulso de la agroforestería en León, Burgos, Zamora y Segovia** dentro del proyecto [AGROFOres](#), en los cuales la combinación de cultivos y especies arbóreas pretende incrementar la productividad de las tierras y diversificar las fuentes de ingreso para la población rural.

En el ámbito de la innovación, Castilla y León ha implementado proyectos que integran tecnologías avanzadas en la gestión forestal. Uno de ellos es el **sistema de monitorización de incendios mediante sensores** que recopilan datos en tiempo real y permiten una respuesta rápida ante cualquier foco de incendio. También se han desarrollado **sistemas de IA para la detección temprana de plagas y enfermedades en los bosques**, logrando resultados positivos

en la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales. Estos avances tecnológicos han mejorado la eficiencia en la gestión forestal y contribuyen a la sostenibilidad del sector, asegurando así el desarrollo económico y ambiental a largo plazo.

Los proyectos forestales en Castilla y León no solo generan beneficios ambientales y económicos, sino que también tienen un **impacto directo en la fijación de población en el medio rural**. Los programas de reforestación y conservación han atraído a profesionales interesados en la sostenibilidad, mientras que la modernización del sector ha creado empleos que requieren habilidades tecnológicas, como la operación de drones y el análisis de datos. Tienen también una gran importancia las **iniciativas entorno al turismo rural**, como [Montaña Palentina Turismo Vivo](#), una asociación empresarial que promociona el destino y comercializa sus productos directamente al cliente final. En conjunto, estas iniciativas han contribuido a reducir la despoblación en algunas áreas, promoviendo la creación de comunidades resilientes y sostenibles, y aumentando el atractivo de las zonas rurales para nuevos perfiles profesionales interesados en el desarrollo rural y en la conservación del entorno natural.

CAPÍTULO 10

CONCLUSIONES

El sector forestal y la bioeconomía en Castilla y León ofrecen una oportunidad estratégica para impulsar el desarrollo sostenible y la creación de empleo en una de las comunidades autónomas con mayor superficie forestal de España. Este informe analiza cómo la combinación de innovación, sostenibilidad y colaboración entre sectores puede consolidar a Castilla y León como líder en bioeconomía, superando desafíos significativos como la despoblación rural y la necesidad de nuevas competencias en el ámbito forestal. Las conclusiones ofrecen una visión clara de las oportunidades y recomendaciones para fortalecer un sector que no solo fomenta el desarrollo económico, sino también la resiliencia ambiental y social.

- **Innovación y Sostenibilidad como Ejes del Crecimiento:** Castilla y León está en una posición estratégica para liderar la transición hacia una economía verde. Este liderazgo se basa en una serie de factores, como su gran extensión forestal, su compromiso con las prácticas sostenibles y la implementación de tecnologías avanzadas. La comunidad autónoma se beneficia de políticas europeas favorables y de acceso a recursos económicos para fortalecer sus recursos en bioeconomía y sostenibilidad. Todos estos elementos en conjunto sitúan a Castilla y León en una posición privilegiada para establecer un modelo de desarrollo que pueda servir de ejemplo a otras comunidades autónomas.
- **Desafíos en la Atracción de Talento y Generación de Empleo:** A pesar de las oportunidades, persisten barreras significativas, particularmente en la atracción de jóvenes y mujeres hacia el sector forestal y la bioeconomía. Este desafío se agrava en las zonas rurales, que se enfrentan a problemas de despoblación y falta de infraestructuras tecnológicas. El informe subraya la importancia de crear incentivos que no solo hagan atractivo el sector, sino que también garanticen la disponibilidad de oportunidades de formación y empleo en todas las áreas, incluidas las más alejadas de los centros urbanos.
- **Formación y Capacitación como Pilar Fundamental:** La creciente demanda de competencias en bioeconomía y tecnología aplicada al sector forestal pone de manifiesto la necesidad de actualizar los programas de formación. Castilla y León necesita personas trabajadoras cualificadas en el uso de herramientas avanzadas como la teledetección, los sistemas de información geográfica y la inteligencia artificial. Además, la formación en habilidades digitales y ambientales debe ser prioritaria para adaptarse a los cambios tecnológicos y normativos, haciendo hincapié en la inclusión de mujeres y jóvenes.
- **Implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza:** Las soluciones basadas en la naturaleza son una estrategia viable para impulsar el desarrollo rural sostenible. Estos enfoques promueven la creación de empleo mediante la restauración de ecosistemas y el fortalecimiento de servicios ecosistémicos como la captura de carbono y la

conservación de la biodiversidad. Estas prácticas no solo generan beneficios ambientales, sino que también abren nuevas oportunidades empresariales y pueden ayudar a fijar población en las zonas rurales.

- **Certificación y Economía Circular para Asegurar Competitividad:** Para mejorar la competitividad del sector, son esenciales la certificación en gestión forestal sostenible y la adopción de principios de economía circular. Estos enfoques mejoran la reputación de los productos forestales de Castilla y León y facilitan su acceso a mercados que valoran la sostenibilidad. Además, la economía circular reduce el impacto ambiental y aumenta la eficiencia en el uso de recursos.
- **Necesidad de Políticas Integradas y Colaboración entre Sectores:** El desarrollo del sector forestal y de la bioeconomía requiere la colaboración efectiva entre el Gobierno, las empresas y las instituciones educativas. Las políticas públicas deben alinearse con los objetivos de sostenibilidad y creación de empleo de calidad. Al mismo tiempo, la industria y la universidad deben colaborar para garantizar que la oferta educativa se adapte a las necesidades del mercado laboral.

FACTORES CLAVE EN EL SECTOR FORESTAL POR PROVINCIA EN CASTILLA Y LEÓN

El sector forestal de Castilla y León es un pilar estratégico para el desarrollo rural, la sostenibilidad y la transición hacia una bioeconomía innovadora. Cada provincia contribuye de manera única, gracias a una combinación de recursos naturales excepcionales, certificaciones forestales avanzadas, soluciones basadas en la naturaleza y redes de formación especializadas. Sin embargo, también enfrenta desafíos comunes: la modernización tecnológica, la despoblación rural y la atracción de talento joven y femenino. Este panorama brinda la oportunidad de consolidar a Castilla y León como un referente nacional e internacional en sostenibilidad, economía verde y gestión forestal avanzada. A continuación, se destacan los principales factores a nivel provincial.

Ávila

Actualidad y empleo: Ávila cuenta con 307 personas trabajadoras en 81 establecimientos, destacando en producción resinera (50 000 ha) y de setas silvestres (55 000 ha reguladas). Su tasa de extracción alta (57 %) es un modelo de gestión sostenible.

Estrategia futura: Ávila debe diversificar su economía forestal mediante productos de valor añadido, como resinas refinadas y biomasa. La digitalización del sector y la modernización de programas formativos con un enfoque en bioeconomía y gestión de cuencas hidrográficas pueden abrir nuevas oportunidades laborales y económicas.

Burgos

Actualidad y empleo: Burgos emplea a 938 personas en 159 establecimientos, con una balanza comercial positiva (58 millones de € en exportaciones). Su liderazgo en certificación forestal (190 000 ha PEFC, 14 000 ha FSC) y acumulación de biomasa la posicionan como un referente en sostenibilidad.

Estrategia futura: Burgos debe enfocar su estrategia en promover empleos relacionados con bioplásticos y bioenergía, aprovechando su red de investigación y certificación forestal. La modernización tecnológica y la integración de mujeres y jóvenes en el sector son clave para su desarrollo. Además, el fortalecimiento de la cadena de valor en el aprovechamiento de las setas silvestres y la caza puede diversificar su oferta laboral, mientras que la colaboración con centros tecnológicos debe priorizarse para desarrollar soluciones innovadoras.

León

Actualidad y empleo: Con más de 1 millón de ha forestales, León genera empleo directo para 973 personas, principalmente en silvicultura y explotación forestal, distribuidas en 154 establecimientos. Además, su balanza comercial positiva (39 millones de € en exportaciones) refleja su capacidad productiva. No obstante, enfrenta el desafío de atraer talento joven y femenino, clave para garantizar el relevo generacional.

Estrategia futura: León debe fortalecer la vinculación entre su robusto ecosistema educativo (grado en ingeniería forestal, máster en SIG) y el mercado laboral mediante programas de formación dual e incentivos para jóvenes profesionales. La promoción del ecoturismo, apoyado por sus 187 000 ha de espacios protegidos, y proyectos de bioeconomía como biomasa y captura de carbono, pueden diversificar su economía rural. Una estrategia integral podría incluir la digitalización de procesos forestales y un mayor enfoque en empleos verdes, especialmente relacionados con soluciones basadas en la naturaleza.

Palencia

Actualidad y empleo: Palencia emplea a 183 personas en 53 establecimientos y cuenta con 50 000 ha certificadas PEFC. Su balanza comercial positiva (36 millones de € en exportaciones) refuerza su competitividad.

Estrategia futura: Palencia debe aprovechar su oferta universitaria en formación avanzada en análisis de datos forestales para liderar en tecnologías como la teledetección y la gestión digital. Programas de formación y empleo orientados a jóvenes pueden garantizar la sostenibilidad del sector. Inversiones en bioeconomía y tecnologías innovadoras son clave para su modernización.

Salamanca

Actualidad y empleo: Salamanca emplea a 407 personas en 118 establecimientos. Con más de 80 000 ha certificadas y liderando la producción de productos forestales no maderables, su potencial en bioeconomía es significativo.

Estrategia futura: Salamanca debe avanzar en la modernización tecnológica y la capacitación digital para maximizar el impacto económico del sector forestal. El desarrollo de bioproductos y la promoción del ecoturismo como motor económico deben estar en el centro de su estrategia.

Segovia

Actualidad y empleo: Segovia emplea a 427 personas en 106 establecimientos y es líder en producción resinera (7000 t anuales). Con 125 000 ha certificadas, su enfoque en la sostenibilidad refuerza su economía rural.

Estrategia futura: Segovia debe potenciar el empleo vinculado a la bioeconomía resinera y a proyectos tecnológicos en gestión forestal. Programas de formación dual y alianzas con universidades tecnológicas pueden preparar a su fuerza laboral para integrar tecnologías avanzadas. Además, el ecoturismo y la valorización de sus productos resinados en mercados internacionales deben formar parte de su estrategia.

Soria

Actualidad y empleo: Soria emplea a 810 personas en 123 establecimientos, destacando en la industria de la madera y el corcho. Con una balanza comercial muy positiva (97 millones de € en exportaciones), la provincia tiene un papel predominante en el aprovechamiento de las setas silvestres, la certificación forestal (160 000 ha PEFC/FSC) y la producción maderera.

Estrategia futura: La provincia debe capitalizar su fortaleza en tecnologías avanzadas como SIG y teledetección, impulsadas por la Fundación CeseFor y la Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioenergía (EiFAB – UVA). La integración de estas tecnologías con proyectos de micología y ecoturismo puede crear nuevos nichos de empleo. La estrategia a futuro debería enfocarse en atraer inversiones para diversificar las exportaciones hacia productos de mayor valor añadido, como bioproductos y bioenergía, mientras fomenta empleos locales en recolección sostenible y gestión forestal avanzada.

Valladolid

Actualidad y empleo: Valladolid, con 1047 personas trabajadoras distribuidos en 170 establecimientos, destaca como *hub* tecnológico en la producción resinera y de bioproductos. Sin embargo, su balanza comercial es negativa (43 millones de € en importaciones).

Estrategia futura: Como capital de la comunidad autónoma, Valladolid tiene la oportunidad de liderar proyectos de automatización e inteligencia artificial aplicados al sector forestal. Una estrategia clave sería conectar a sus centros tecnológicos con las industrias forestales, incentivando el empleo cualificado en digitalización y sostenibilidad. Proyectos de corredores ecológicos y la mejora de su balanza comercial mediante bioproductos innovadores son esenciales para su crecimiento.

Zamora

Actualidad y empleo: Con 183 personas empleadas en 53 establecimientos, Zamora destaca en productos no maderables como castañas (3000 ha) y setas silvestres (65 000 ha). Su tasa de extracción sostenible (24 %) refleja una gestión forestal responsable.

Estrategia futura: Zamora necesita desarrollar empleos verdes relacionados con la restauración de ecosistemas y la valorización de productos no maderables en mercados nacionales e internacionales. La integración tecnológica en recolección y procesamiento, apoyada por centros de investigación regionales, puede aumentar su competitividad. Además, alianzas con universidades para fortalecer su formación en bioeconomía son fundamentales.

BIBLIOGRAFIA

1. MITECO Cuarto Inventario Forestal Nacional En La C.A. de Castilla y León; 2021;
2. CES Castilla y León *El Sector Forestal En Castilla y León*; 2020; ISBN 9788495308108.
3. Instituto Nacional de Estadística Población En España Available online: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2915&L=0> (accessed on 17 October 2024).
4. Junta de Castilla y León Población de Castilla y León Available online: <https://conocecastillayleon.jcyl.es/web/es/geografia-poblacion/poblacion.html#:~:text=Según%20los%20últimos%20datos%20estadísticos,personas%20en%20Castilla%20y%20León.> (accessed on 17 October 2024).
5. Eurostat Agriculture, Forestry and Fishery Statistics – 2020 Edition. 2020, doi:10.2785/496803.
6. Eurostat Agriculture, Forestry and Fishery Statistics - 2023 Edition Available online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agriculture,_forestry_and_fishery_statistics (accessed on 17 October 2024).
7. Europa Press Castilla y León El Sector de La Madera En CyL Genera Más de 10.000 Empleo, Con Una Facturación Anual de 1.000 Millones Available online: https://www.europapress.es/castilla-y-leon/noticia-sector-madera-cyl-genera-mas-10000-empleo-facturacion-anual-1000-millones-20220326120250.html?utm_campaign=smartclip_social&utm_medium=Social&utm_source=Twitter (accessed on 17 October 2024).
8. PEFC *Memoria PEFC España 2023*; 2023;
9. MITECO *Cuarto Inventario Forestal Nacional*; 2022;
10. MITECO *Anuario de Estadística Forestal*; 2021;
11. Fundación Cesefor Portal Forestal de Castilla y León Available online: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-forestal-nacional/cuarto_inventario.html (accessed on 17 October 2024).
12. Junta de Castilla y León LA SANIDAD FORESTAL DE LOS MONTES EN CASTILLA Y LEÓN Available online: <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/sanidad-forestal-castilla-leon.html> (accessed on 11 September 2024).
13. Junta de Castilla y León RESTAURACIÓN DE GRANDES INCENDIOS Available online: <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/restauracion-grandes-incendios.html> (accessed on 12 September 2024).
14. Junta de Castilla y León *REDES DE SEGUIMIENTO DE AÑOS EN LOS BOSQUES DE CASTILLA Y LEÓN – REDES DE RANGO I & RANGO II*; 2019;
15. Junta de Castilla y León *LA SANIDAD FORESTAL DE LOS MONTES EN CASTILLA Y LEÓN*; 2022;
16. Junta de Castilla y León La Sanidad Forestal Available online: <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/sanidad-forestal.html> (accessed on 17 October 2024).

17. Junta de Castilla y León Incendios Forestales Available online: <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/medio-natural/incendios-forestales.html> (accessed on 17 October 2024).
18. Oficina C Incendios Forestales y Restauración de Zonas Quemadas; 2024;
19. MITECO *Informe de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*; 2023;
20. Carmona, R.I.; Asenjo, S.B.; Asquet, C.L.D. la M.; Filgueira, P.A.J.; Campos, J.M.G. Bosques Y Biodiversidad. *Ciencia & Investigación Forestal* **2021**, 27, 101–132, doi:10.52904/0718-4646.2021.475.
21. Daily, G.C.; Matson, P.A. Ecosystem Services: From Theory to Implementation. *Proceedings of the national academy of sciences* **2008**, 105, 9455–9456.
22. MITECO *Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de La Conectividad y Restauración Ecológicas*; 2021;
23. Junta de Castilla y León OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Available online: <https://eclap.jcyl.es/web/es/eclap/objetivos-desarrollo-sostenible.html> (accessed on 21 October 2024).
24. MITECO *Memoria Anual Del Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico* 2022; 2022; ISBN 9788418778322.
25. MITECO *Guía Metodológica Para La Identificación de Los Elementos de Infraestructura Verde de España*; 2024;
26. Millennium Ecosystem Assessment *Ecosystems and Human Well-Being*; Island press Washington, DC, 2005; Vol. 5;
27. Heidi Wittmer *La Economía de Los Ecosistemas y La Biodiversidad Para Diseñadores de Políticas Locales Regionales*; 2010;
28. Gil, C.G. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Una Revisión Crítica. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global* **2018**, 107–118.
29. Zamora Martínez, M.C. Cambio Climático. *Rev Mex Cienc For* **2015**, 6, 4–7.
30. MITECO *Plan Forestal Español 2022-2032*. **2022**.
31. Junta de Castilla y León *Plan Forestal de Castilla y León*; 2002;
32. Junta de Castilla y León *Planes Básicos de Gestión y Conservación de Espacios Protegidos Red Natura 2000 En Castilla y León - Memoria Informativa*; 2015;
33. Belver, C.; Pastrana, M.; Gómez, D.; Requejo, L.; Bolaños, F. *La Red de Espacios Protegidos Red Natura 2000 En Castilla y León Bases Técnicas Para La Planificación de La Red Natura*; 2000;
34. Boletín Oficial del Estado *Directiva 2009/147/CE Del Parlamento Europeo y Del Consejo, de 30 de Noviembre de 2009, Relativa a La Conservación de Las Aves Silvestres.*; 2009;
35. Junta de Castilla y León *Principios de Conservación de La Biodiversidad En La Red Natura 2000 de Castilla y León - Bases Técnicas Para La Planificación de La RN2000 En CyL*. **2015**.
36. Junta de Castilla y León *Directrices Regionales de Gestión Forestal Sostenible En Castilla y León*; 2019;

BIBLIOGRAFÍA

37. Salvador, V.; Bengoa, J.; Molina, C.; Bariego, P.; del Egido, F. *Bases Técnicas Para La Planificación de La Red Natura 2000 En Castilla - Monitorización Del Estado de Conservación de Los Valores Red Natura 2000 N*; 2015;
38. Álvarez Gómez, E.; del Egido Mazuelas, F.; Molina Martín, C.; Bariego Hernández, P.; Rodríguez García, A. *Conservación de Los Hábitats de Interés Comunitario En La Red Natura 2000 de Castilla y León - Bases Técnicas Para La Planificación de La Red Natura 2000 En Castilla y León*. **2015**.
39. Junta de Castilla y León *Plan Director Para La Implantación y Gestión de La Red Natura 2000 En Castilla y León*; 2015;
40. Universidad de Valladolid *Informe de Base Climático de Soria y Sus Comarcas Forestales*; 2023;
41. Olano, J.; Alonso, H.; Sangüesa, G.; Molina, J.L. *Informe Dendrocronológico de Las 8 Principales Especies Forestales de Soria*; 2023;
42. Life SoriaForestAdpt *Catálogo de Medidas de Adaptación al Cambio Climático*; 2021;
43. Life SoriaForestAdpt *Medidas de Adaptación al Cambio Climático: Apicultura*. **2021**.
44. Life SoriaForestAdpt *Medidas de Adaptación al Cambio Climático: Truficultura*; 2021;
45. Comité para la mejora y conservación de recursos genéticos forestales *Plan Nacional de Conservación de Recursos Genéticos Forestales*; 2024;
46. Alía Miranda, R.; Alba Monfort, N.; Iglesias Sauce, S.; Jiménez Sancho, P. *La Estrategia Española Para La Conservación y El Uso Sostenible de Los Recursos Genéticos Forestales. Ambients (España)* **2006**.
47. Graudal, L.; Loo, J.; Fady, B.; Vendramin, G.; Aravanopoulos, F.A.; Baldinelli, G.; Bennadji, Z.; Ramamonjisoa, L.; Changtragoon, S.; Kjær, E.D. *Indicators of the Genetic Diversity of Trees—State, Pressure, Benefit and Response*. **2020**.
48. Mulder, I.; Blin, A.; Adam, J.; Hartmann, T.; Carreira, D.; Schauer, M.; Ederer, W.; Smale, R.; Salazar, M.; Simonetti, Ma. *State of Finance for Nature: Tripling Investments in Nature-Based Solutions by 2030*. **2021**.
49. MITECO *Soluciones Basadas En La Naturaleza Para La Gestión Del Agua En España*; 2022;
50. ONU *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem*; 2022;
51. Conama, F. *Soluciones Basadas En La Naturaleza* 2018.
52. Castellari, S.; Zandersen, M.; Davis, M.; Veerkamp, C.; Förster, J.; Marttunen, M.; Mysiak, J.; Vandewalle, M.; Medri, S.; Picatoste, J.R. *Nature-Based Solutions in Europe Policy, Knowledge and Practice for Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction*. **2021**.
53. Gutiérrez, C.; Tutor, D. *Educación Forestal: Guía Didáctica*; 2023;
54. PTFOR *OBJETIVOS Y RETOS DE LA INDUSTRIA FORESTAL ESPAÑOLA SUS INDUSTRIAS DERIVADAS*; 2022;
55. Direcció General d'Ecosistemes Forestals i Gestió del Medi *Diagnosi de Gènere Del Sector, Cinegètica i Pesca*; 2021;
56. MAGRAMA *Diagnóstico de Género En El Medio Rural* 2021; 2022;
57. SECF *Mujeres En La Ciencia Forestal En*; 2018;

58. SSPA EXTERNALIDADES MEDIOAMBIENTALES QUE APORTA EL MEDIO RURAL Y EL IMPACTO QUE SOBRE ELLAS TENER LA DESPOBLACIÓN: EL CASO DE LAS PROVINCIAS DE CUENCA, SORIA Y TERUEL; 2021;
59. Ronzon, T.; Iost, S.; Philippidis, G. Has the European Union Entered a Bioeconomy Transition? Combining an Output-Based Approach With a Shift-Share Analysis. *Environ Dev Sustain* **2022**, *24*, 8195–8217, doi:10.1007/s10668-021-01780-8.
60. Rosegrant, M.W. Water and Food in the Bioeconomy: Challenges and Opportunities for Development. *Agricultural Economics* **2013**, *44*, 139–150, doi:10.1111/agec.12058.
61. Zander, K.; Will, S.; Göpel, J.; Jung, C.; Schaldach, R. Societal Evaluation of Bioeconomy Scenarios for Germany. *Resources* **2022**, *11*, 44, doi:10.3390/resources11050044.
62. Issa, I.; Delbrück, S.; Hamm, U. Bioeconomy From Experts' Perspectives – Results of a Global Expert Survey. *PLoS One* **2019**, *14*, e0215917, doi:10.1371/journal.pone.0215917.
63. Abad-Segura, E.; Batlles-de-laFuente, A.; González-Zamar, M.-D.; Ureña, L.J.B. Implications for Sustainability of the Joint Application of Bioeconomy and Circular Economy: A Worldwide Trend Study. *Sustainability* **2021**, *13*, 7182, doi:10.3390/su13137182.
64. Gonçalves, M.; Freire, F.; Garcia, R. Material Flow Analysis of Forest Biomass in Portugal to Support a Circular Bioeconomy. *Resour Conserv Recycl* **2021**, *169*, 105507, doi:10.1016/j.resconrec.2021.105507.
65. Casau, M.; Dias, M.F.; Matias, J.C.O.; Nunes, L.J.R. Residual Biomass: A Comprehensive Review on the Importance, Uses and Potential in a Circular Bioeconomy Approach. *Resources* **2022**, *11*, 35, doi:10.3390/resources11040035.
66. Neofotistos, M.; Hanioti, N.; Kefalonitou, E.; Perouli, A.Z.; Vorgias, K.E. A Real-World Scenario of Citizens' Motivation and Engagement in Urban Waste Management Through a Mobile Application and Smart City Technology. *Circular Economy and Sustainability* **2022**, *3*, 221–239, doi:10.1007/s43615-022-00155-z.
67. Unión Europea *A Bioeconomy Strategy for Europe*; 2012;
68. European Commission *European Bioeconomy Policy – Stocktaking and Future Developments – Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*; Publications Office of the European Union, 2022;
69. European Commission *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*; 2012;
70. European Commission *Review of the 2012 European Bioeconomy Strategy*; 2017;
71. Palahí, M. El Papel Transformador de Los Bosques: Hacia Una Bioeconomía Circular. In *Proceedings of the JORNADA SOBRE BIOECONOMÍA Y EMPRENDIMIENTO*; Minterio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022.
72. MITECO *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima*; 2020;
73. MITECO *Estrategia Española de Economía Circular*; 2020;
74. Ministerio de Economía y Competitividad *Estrategia Española de Bioeconomía*; 2015;

75. Junta de Castilla y León *Estrategia de Investigación e Innovación Para Una Especialización Inteligente (RIS3) de Castilla y León*; 2021;
76. Junta de Castilla y León *Estrategia de Economía Circular de Castilla y León*; 2021;
77. Toth, D.; Maitah, M.; Malec, K. Development and Forecast of Employment in Forestry in the Czech Republic. *Sustainability* **2019**, *11*, 6901, doi:10.3390/su11246901.
78. Naeije, R.; Jonsson, R.; Chudy, R.; Camia, A. The EU Bioeconomy: Supporting an Employment Shift Downstream in the Wood-Based Value Chains? *Sustainability* **2020**, *12*, 758, doi:10.3390/su12030758.
79. Ciornei, L.; Munteanu, P. Romanian Forest Sector Labor Force - Evolutions and Trends. **2020**, 436–449, doi:10.18662/lumproc/ibmage2020/32.
80. Ratnasingam, J.; Ioraş, F.; Latib, H.A.; Mohamed, S.B.; Senin, A.L. Transforming Forest Education to Meet the Changing Demands for Professionals. *Journal of Tropical Forest Science* **2018**, *30*, 431–438, doi:10.26525/jtfs2018.30.5.431438.
81. Purwanto, A.; Asbari, M. Influence of Implementation Chain of Custody Forest Management System FSC-STD-40-004 V3-0 to Business Performance of Paper Industries in Banten Indonesia. *International Journal of Management and Humanities* **2019**, *4*, 32–36.
82. de Araujo Barbosa, C.C.; Atkinson, P.M.; Dearing, J.A. Remote Sensing of Ecosystem Services: A Systematic Review. *Ecol Indic* **2015**, *52*, 430–443.
83. Sabatini, F.; Andrade, R.; Paillet, Y.; Odór, P.; Bouget, C.; Campagnaro, T.; Gosselin, F.; Janssen, P.; Mattioli, W.; Nascimbene, J.; et al. Trade-offs Between Carbon Stocks and Biodiversity in European Temperate Forests. *Glob Chang Biol* **2018**, *25*, 536–548, doi:10.1111/gcb.14503.
84. Machar, I.; Poprach, K.; Harmáček, J.; Fialová, J. Bird Diversity as a Support Decision Tool for Sustainable Management in Temperate Forested Floodplain Landscapes. *Sustainability* **2019**, *11*, 1527, doi:10.3390/su11061527.
85. Mikulková, A.; Hájek, M.; Štěpánková, M.; Ševčík, M. Forest Certification as a Tool to Support Sustainable Development in Forest Management. *J For Sci (Prague)* **2015**, *61*, 359–368, doi:10.17221/16/2015-jfs.
86. Albulescu, A.-C.; Manton, M.; Larion, D.; Angelstam, P. The Winding Road Towards Sustainable Forest Management in Romania, 1989–2022: A Case Study of Post-Communist Social–Ecological Transition. *Land (Basel)* **2022**, *11*, 1198, doi:10.3390/land11081198.
87. Figorilli, S.; Antonucci, F.; Costa, C.; Pallottino, F.; Raso, L.; Castiglione, M.; Pinci, E.; Vecchio, D. Del; Colle, G.; Proto, A.R.; et al. A Blockchain Implementation Prototype for the Electronic Open Source Traceability of Wood Along the Whole Supply Chain. *Sensors* **2018**, *18*, 3133, doi:10.3390/s18093133.
88. Keefe, R.F.; Wempe, A.M.; Becker, R.M.; Zimbelman, E.G.; Nagler, E.S.; Gilbert, S.L.; Caudill, C.C. Positioning Methods and the Use of Location and Activity Data in Forests. *Forests* **2019**, *10*, 458, doi:10.3390/f10050458.
89. Pichler, G.; Sandak, J.; Picchi, G.; Kastner, M.; Graifenberg, D.; Stampfer, K.; Kühmaier, M. Timber Tracking in a Mountain Forest Supply Chain: A Case Study to Analyze Functionality, Bottlenecks, Risks, and Costs. *Forests* **2022**, *13*, 1373.

90. Maesano, M.; Ottaviano, M.; Lidestav, G.; Lasserre, B.; Matteucci, G.; Mugnozza, G.S.; Marchetti, M. Forest Certification Map of Europe. *IForest* **2018**, *11*, 526–533, doi:10.3832/ifor2668-011.
91. Malovrh, Š.P.; Bećirović, D.; Marić, B.; Nedeljković, J.; Posavec, S.; Petrović, N.; Avdibegović, M. Contribution of Forest Stewardship Council Certification to Sustainable Forest Management of State Forests in Selected Southeast European Countries. *Forests* **2019**, *10*, 648, doi:10.3390/f10080648.
92. Flora, C.B.; Curtiss, C.F. Social Sustainability of Cellulosic Energy Cropping Systems. **2014**, 315–333, doi:10.1002/9781118676332.ch17.
93. Merger, E.; Dutschke, M.; Verchot, L. Options for REDD+ Voluntary Certification to Ensure Net GHG Benefits, Poverty Alleviation, Sustainable Management of Forests and Biodiversity Conservation. *Forests* **2011**, *2*, 550–577, doi:10.3390/f2020550.
94. Johansson, J.; Lidestav, G. Can Voluntary Standards Regulate Forestry? – Assessing the Environmental Impacts of Forest Certification in Sweden. *For Policy Econ* **2011**, *13*, 191–198, doi:10.1016/j.forpol.2010.11.004.
95. Erdozain, M.; Freeman, E.C.; Dallaire, C.O.; Teichert, S.; Nelson, H.W.; Creed, I.F. Demand for Nonprovisioning Ecosystem Services as a Driver of Change in the Canadian Boreal Zone¹. *Environmental Reviews* **2019**, *27*, 106–123, doi:10.1139/er-2018-0065.
96. Sievänen, T.; Edwards, D.; Fredman, P.; Jensen, F.S.; Vistad, O.I. Social Indicators in the Forest Sector in Northern Europe. **2013**, doi:10.6027/tn2013-584.
97. Díaz-Balteiro, L.; Jalón, S.G. de Certifying Forests to Achieve Sustainability in Industrial Plantations: Opinions of Stakeholders in Spain. *Forests* **2017**, *8*, 502, doi:10.3390/f8120502.
98. Holopainen, J.; Toppinen, A.; Perttula, S. Impact of European Union Timber Regulation on Forest Certification Strategies in the Finnish Wood Industry Value Chain. *Forests* **2015**, *6*, 2879–2896, doi:10.3390/f6082879.
99. Jamardo Lorenzo, A.; tes.), P.G.G. (dir.; (voc.), E.M.M.; (secre.), M.J.A.C.; (pres.), A.-J.P.-C.M. La cadena de custodia: análisis sistemático, 2023.
100. Fundación Conama *Informe de Situación de Soluciones Basadas En La Naturaleza En España*; 2020;
101. European Commission *Nature-Based Solutions State of the Art in EU-Funded Projects*; 2020;
102. Gobierno Vasco *SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA EN EUSKADI*; 2024;
103. MPT *Estrategia Nacional Frente al Reto Demográfico*; 2019;
104. Fundación CEPAIM *Analizando Lo Rural*. **2018**.
105. Gómez, C.; Alejandro, P.; Hermosilla, T.; Montes, F.; Pascual, C.; Ruiz Fernández, L.Á.; Álvarez-Taboada, F.; Tanase, M.A.; Valbuena, R. Remote Sensing for the Spanish Forests in the 21st Century: A Review of Advances, Needs, and Opportunities. *For Syst* **2019**, *28*, 1–33.
106. Novo-Fernández, A.; Barrio-Anta, M.; Recondo, C.; Cámara-Obregón, A.; López-Sánchez, C.A. Integration of National Forest Inventory and Nationwide Airborne Laser

BIBLIOGRAFÍA

Scanning Data to Improve Forest Yield Predictions in North-Western Spain. *Remote Sens (Basel)* **2019**, *11*, 1693.

