

Publicado en Actualidad Jurídica Ambiental el 11 de marzo de 2024

“OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL TRATAMIENTO JURÍDICO-ADMINISTRATIVO DEL SECUESTRO Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO DERIVADO DE LA GESTIÓN FORESTAL”

“OPPORTUNITIES FOR IMPROVEMENT IN THE LEGAL AND
ADMINISTRATIVE TREATMENT OF CARBON SEQUESTRATION
AND STORAGE FROM FOREST MANAGEMENT”

Autor: José Luis Durán Sánchez. Profesor Asociado Doctor. Universidad Católica San Antonio de Murcia¹. ORCID: 0000-0002-6075-3763.

Fecha de recepción: 17/01/2024

Fecha de aceptación: 05/02/2024

Fecha de modificación: 21/02/2024

Doi: <https://doi.org/10.56398/ajacieda.00362>

Resumen:

Los bosques son piezas claves en la captación y almacenamiento de carbono. Los avances científicos en las metodologías de medición de saldos netos de carbono presentan un valor indiciario sobre la potencialidad del manejo forestal para aumentar la capacidad de almacenar carbono.

Estos avances deben tener prudente acogida en el mundo jurídico. En el presente trabajo se analizan las distintas alternativas de tratamiento jurídico administrativo de la cuestión y se contienen propuestas para impulsar la gestión forestal como medio de absorción y de obtener otras ventajas en el estado de conservación de los montes y en la prevención de incendios forestales.

¹ Coordinador de Proyectos. Orthem. Trabajo realizado en el marco del Proyecto LIFE de la Unión Europea LIFE21-CCM-ES-LIFE TOKEN CO2/101074388.

Abstract:

Forests are key players in carbon capture and storage. Scientific advances in methodologies for measuring net carbon stocks provide an indication of the potential of forest management to increase carbon storage capacity.

These developments should be judiciously welcomed by the legal world. The present paper analyses the various options for legal and administrative treatment of the issue and makes proposals for promoting forest management as an absorption medium and a way to get other benefits in forest conservation status and forest fire prevention.

Palabras clave: Derecho ambiental. Gestión forestal. Secuestro de carbono. Contratación pública.

Keywords: Environmental law. Forest management. Carbon sequestration. Public procurement.

Índice:

1. **Introducción**
2. **El bosque y el almacenamiento de CO₂. Singularidades del bosque mediterráneo**
3. **Limitaciones al derecho de propiedad forestal, actividad de fomento o generación de demanda por vía administrativa regulatoria**
 - 3.1. **La vía de la intervención legislativa mediante mandato cimentado en la función social de la propiedad y sanción garantizada por policía administrativa**
 - 3.2. **Vía de fomento**
 - 3.3. **Vía de la generación de nuevos instrumentos de mercado a través del desarrollo administrativo de cambios normativos**
 - 3.3.1. **Inclusión de la gestión forestal dentro de los proyectos de absorción**
 - 3.3.2. **Desarrollo de las posibilidades que brindan las normas en materia de contratación pública**
4. **El planteamiento del proyecto LIFE CO₂ Token**
 - 4.1. **Fomento de las prácticas voluntarias**
 - 4.2. **Establecimiento de la neutralidad de carbono como elemento evaluable en la contratación pública**

5. **Conclusión**
6. **Bibliografía**

Index:

1. **Introduction**
2. **Forests and CO₂ storage. Singularities of the Mediterranean Forest**
3. **Limitations on forest ownership rights, administrative promotion activity or demand generation through regulatory administrative channel**
 - 3.1. **Legislative intervention by means of a mandate based on the social function of property and sanctioned by the administrative police**
 - 3.2. **Administrative promotion activity**
 - 3.3. **Generation of new market instruments through the administrative development of regulatory changes**
 - 3.3.1. **Inclusion of forest management in absorption projects**
 - 3.3.2. **Developing the potential of public procurement rules**
4. **The approach of the LIFE CO₂ Token Project**
 - 4.1. **Encouraging voluntary practices**
 - 4.2. **Establishing carbon neutrality as an evaluable element in public procurement**
5. **Conclusion**
6. **Bibliography**

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los cambios más relevantes en el campo ambiental en los últimos años viene determinado por la necesidad de revertir², o al menos aminorar³, el cambio climático⁴. El actual estado de desarrollo humano se encuentra con el importante desafío derivado del aumento de las emisiones de CO₂ y otros gases

² Vid. TOKARSKA, Katarzyna B.; ZICKFELD, Kirsten. [The effectiveness of net negative carbon dioxide emissions in reversing anthropogenic climate change](#). *Environmental Research Letters*, 2015, vol. 10, no 9, p. 094013.

³ Sobre la mitigación del cambio climático, vid. FAWZY, Samer et al. [Strategies for mitigation of climate change; a review](#). *Environmental Chemistry Letters*, 2020, vol. 18, p. 2069-2094.

⁴ Suele citarse como punto de partida de la preocupación por la influencia de la actividad humana en el clima la Primera Conferencia Mundial sobre el clima de 1979.

de efecto de invernadero⁵ en cuya reducción y compensación andan interesados la mayoría de los poderes políticos⁶. Esta preocupación es singularmente relevante en la Unión Europea⁷ y con ello, también en España.

La evidencia científica apunta a que el fenómeno del cambio climático de naturaleza antropogénica puede ir más allá de la capacidad de adaptación y generar daños que pueden llegar a ser no reversibles⁸, afectando a bienes jurídicos protegidos como el patrimonio, el libre desarrollo de la persona o incluso la salud o la vida.

Conforme a la Comunicación de la Comisión *Un Planeta limpio para todos*, entre los bienes jurídicos amenazados cabría citar: “la productividad de la economía, la infraestructura, la capacidad para producir alimentos, la salud pública, la biodiversidad y la estabilidad política de Europa”⁹

A la vista de la importancia de los bienes jurídicos en riesgo, se hace imprescindible profundizar en una respuesta jurídica capaz de conjurar la amenaza identificada reduciendo y compensando emisiones.

La respuesta normativa comenzó a cristalizar a nivel internacional en 1992¹⁰ a través de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático de la Tierra y sus sucesivos desarrollos. Su objetivo directo es la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. No obstante, en último término, dicha estabilización tiende a evitar interferencias peligrosas en el sistema climático que puedan poner en peligro la adaptación natural de los ecosistemas, el desarrollo económico o la producción de alimentos¹¹.

⁵ Vid. CABALLERO, Margarita; LOZANO, Socorro; ORTEGA, Beatriz. Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 2007, vol. 8, no 10, p. 1-12.

⁶ Vid. URWIN, Kate; JORDAN, Andrew. [Does public policy support or indermine climate change adaptation? Exploring policy inaterplay across different scales of governance](#). *Global environmental change*, 2008, vol. 18, no 1, p. 180-191.

⁷ Vid. RAYNER, Tim; JORDAN, Andrew. [Climate change policy in the European Union](#). En *Oxford research encyclopedia of climate science*. 2016.

⁸ Vid PÖRTNER, D.C, et al. : [Summary for policymakers](#) In: Pörtner, D.C, et al. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessm Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022, pp. 3–33.

⁹ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones *Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra*.

¹⁰ Entrada en vigor: 21 de marzo de 1994

¹¹ Artículo 2 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático de la Tierra.

La aspiración a reducir y compensar las emisiones de gases de efecto invernadero tiene una dimensión transversal alcanzando a todos los sectores económicos. No obstante, en este trabajo nos vamos a centrar en el enfoque jurídico-administrativo orientado al manejo forestal como mecanismo de lucha de contra el cambio climático, la prevención de incendios forestales y la consecución de un buen estado de conservación de los bosques¹² mediterráneos.

2. EL BOSQUE Y EL ALMACENAMIENTO DE CO₂. SINGULARIDADES DEL BOSQUE MEDITERRÁNEO

Al margen de la productividad forestal tradicional, los bosques desempeñan un importante servicio de secuestro y almacenamiento de carbono. El funcionamiento del ciclo del carbono es conocido desde antiguo. Sin embargo, la formulación de la capacidad concreta de los bosques para almacenar carbono fue definida por la ciencia en fecha relativamente reciente¹³, pasando algunos años más para que comenzara a alcanzar trascendencia normativa internacional.

No obstante, la capacidad de los bosques para secuestrar dióxido de carbono debe ser puesta en sus justos términos en relación con el cambio climático considerado en su conjunto. Todo parece apuntar a que es la reducción de emisiones el factor verdaderamente determinante para un cambio de tendencia. Por tanto, el secuestro forestal de carbono tiene un papel limitado en el problema del cambio climático. Ni siquiera podemos afirmar que sea el principal factor natural en la solución del problema -especialmente si atendemos a la enorme capacidad que, comparativamente, tienen otros elementos naturales como los océanos para fijar carbono¹⁴-. No obstante, sí podemos afirmar que la gestión forestal tiene un papel relevante en la solución del problema y

¹² Hablamos deliberadamente de bosques, por cuanto este significante acota tanto el campo semántico como la definición jurídica de monte de un modo coherente con su utilidad para el secuestro de carbono. Conforme a la legislación española "monte" tiene un alcance más amplio al referirse a terrenos en los que vegetan no solamente especies forestales arbóreas sino también otras arbustivas, de matorral o herbáceas, alcanzando incluso a terrenos yermos, roquedos y arenales que por su naturaleza misma no sirven a la finalidad de secuestro de carbono realizado por los bosques.

¹³ Hacia mitad de los años 70 del siglo XX conforme señala VARGAS-MENA AMESCUA, Araceli y YAÑEZ SANDOVAL, Armando. La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental?. *Gaceta Ecológica*, 2004, no 70, p. 5.

¹⁴ En este sentido, LI, Lei, et al. A review of research progress on CO₂ capture, storage, and utilization in Chinese Academy of Sciences. *Fuel*, 2013, vol. 108, p. 112-130; BENSON, Sally M.; ORR, Franklin M. Carbon dioxide capture and storage. *MRS bulletin*, 2008, vol. 33, no 4, p. 303-305.

subsidiariamente, también contribuye a la prevención de incendios forestales con las masivas liberaciones de CO₂ que llevan aparejadas¹⁵.

Independientemente del posicionamiento técnico que consideremos preferente sobre el peso exacto de los bosques en la captación y secuestro de carbono, es lo cierto que las normas internacionales obligan a las partes signatarias -entre ellas el Reino de España- a implantar prácticas sostenibles de gestión forestal y esta obligación es jurídicamente vinculante y debe ser desarrollada.

En la propia Convención Marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático de la Tierra se establece como compromiso, entre otros, el de promover la gestión sostenible y la conservación o reforzamiento de los sumideros y depósitos de los gases de efectos invernadero, haciendo alusión expresa a los bosques dentro de esta categoría.

Por su parte, en 1998 el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático también acoge entre los medios para el cumplimiento de los compromisos de las partes, *la promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación*¹⁶. De esta forma, el Protocolo de Kioto deja abiertas para los Estados signatarios tres alternativas bien diferenciadas: la forestación, la reforestación y la silvicultura si bien esta última queda limitada a limitada a la forestación, reforestación y deforestación desde 1990.¹⁷

En el punto 6 del acuerdo de Copenhague realizado en 2009 el marco de la COP-15 aborda expresamente el objetivo de *reducir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal y de la necesidad de aumentar la absorción de gases de efecto invernadero por los bosques*. Igualmente entiende necesario ofrecer incentivos a la absorción, pero no acoge la función de los bosques ya existentes.

El Acuerdo de París en la COP-21 de la CMNUCC apuntó en 2015 a la importancia de los bosques como sumidero de carbono en la lucha por la reducción de gases de efecto invernadero. En su artículo 5 señala que las partes deberían tomar medidas para conservar y aumentar los sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero, conteniendo una referencia expresa a los

¹⁵ A nivel mundial, se calcula que el 11% de las emisiones de CO₂ es derivado de la deforestación y degradación forestal. Tomado de FAO. Disponible en [REDD+ Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura \(fao.org\)](https://www.fao.org/es/forestry/what-is-forest-landscape-restructuring-and-reversing-degradation/)

¹⁶ Del tenor literal del artículo 2.1.a.ii se desprende claramente la distinción de la silvicultura como actividad con sustantividad propia y nítidamente diferenciada de la forestación o reforestación.

¹⁷ Así resulta del Art. 3.3 del Protocolo de Kioto.

bosques como elementos relevantes a este fin. Igualmente, se insta a los Estados a adoptar medidas, incluidos los pagos basados en los resultados, que apoyen las decisiones adoptadas en el marco de la convención para aumentar las reservas forestales de carbono en países en vías de desarrollo¹⁸.

La reducción de las emisiones de la deforestación y la degradación de los bosques y el papel de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo (REDD+ en sus siglas anglosajonas) reconoce el papel de los bosques para lograr los objetivos fijados en el Acuerdo de París.

No obstante, a pesar de los avances en materia normativa, impositiva y en el comercio de Derechos de emisión, como señala la Oficina Española de Cambio Climático basándose en el sexto informe de Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), *“el alcance de las regulaciones existentes sigue siendo todavía limitado para las emisiones del sector agrario y la producción de materiales industriales y materias primas”*¹⁹

La Comisión en su Comunicación *Un Planeta limpio para todos* señala que,

“toda emisión de gases de efecto invernadero que perdure en determinados sectores tiene que compensarse con la absorción de otros sectores, en especial el del uso de la tierra, la agricultura y la silvicultura.”

En 2021, la Comunicación de la Comisión sobre los ciclos de carbono sostenibles establecía la conveniencia de permitir un modelo de negocio que recompense a los administradores de tierras que practican la captura de carbono

¹⁸ Artículo 5 1. Las Partes deberían adoptar medidas para conservar y aumentar, según corresponda, los sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero a que se hace referencia en el artículo 4, párrafo 1 d), de la Convención, incluidos los bosques. 2. Se alienta a las Partes a que adopten medidas para aplicar y apoyar, también mediante los pagos basados en los resultados, el marco establecido en las orientaciones y decisiones pertinentes ya adoptadas en el ámbito de la Convención respecto de los enfoques de política y los incentivos positivos para reducir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques, y de la función de la conservación, la gestión sostenible de los bosques, y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo, así como de los enfoques de política alternativos, como los que combinan la mitigación y la adaptación para la gestión integral y sostenible de los bosques, reafirmando al mismo tiempo la importancia de incentivar, cuando proceda, los beneficios no relacionados con el carbono que se derivan de esos enfoques.

¹⁹ OECC 2022. Mitigación del Cambio Climático. Guía Resumida del Sexto Informe de Evaluación del IPCC. Grupo de Trabajo III. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid. Basado en materiales contenidos en el *IPCC AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. P. 13.

y de crear un mercado interior de la UE para la captura, la utilización, el almacenamiento y el transporte de CO₂ mediante tecnologías innovadoras²⁰

Recientemente se han producido avances en materia, destacando la aprobación el 30 de noviembre de 2022 de la Propuesta de Reglamento del Parlamento europeo y del Consejo por el que se establece un marco de certificación de la Unión para las absorciones de carbono donde se reconoce que a pesar del objetivo de neutralidad climática a que aspira la Unión para 2050 *en los últimos años han disminuido las absorciones de carbono en ecosistemas naturales* y se adoptan medidas vinculadas al uso de la tierra para avanzar en la materia.

El análisis de la función de los bosques en el almacenamiento de CO₂ presenta notables diferencias según las regiones que consideremos. En este sentido, debemos atender en nuestro análisis a las singulares características de los bosques del Sur de Europa que es el área de nuestra atención.

El bosque mediterráneo se caracteriza, en términos generales, por productividades bajas. De modo adicional, siguiendo a Zavala, debe destacarse que

“Frente a una economía autárquica en la que el sector forestal proveía de algunos bienes directos (madera, corcho, resinas, carbón vegetal, etc) la aparición de nuevos materiales y combustibles y la apertura de los mercados ha restado importancia a estos bienes directos que no hacen atractivo para el propietario la realización de trabajos silvícolas”²¹

Como efecto de este no actuar de la propiedad se produce un deterioro de las masas forestales y un aumento del riesgo y de la gravedad de los incendios forestales en amplias zonas del sur de Europa con las consiguientes liberaciones masivas de CO₂ y sus efectos sobre la biodiversidad y el cambio climático. A ello también debemos añadir la despoblación de las zonas rurales como consecuencia de la falta de oportunidades.

Sin embargo, el bosque realiza grandes aportaciones a la sociedad que, de alguna manera, deben ser reconocidas. Como señala Blasco Hedo,

“los espacios forestales y, por ende, los bosques, tienen derecho a que se les reconozca su aportación a la sociedad, que podríamos calificar de indispensable. Su importancia, unida a la silvicultura y a la industria forestal debería reconocerse en todos los sectores”²²

²⁰ COM(2021) 554 final

²¹ ZAVALA, Miguel A., et al. [Nuevas perspectivas en la conservación, restauración y gestión sostenibles del bosque mediterráneo](#) En Valladares, F. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante- Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A., Madrid. 2008. Página 532.

²² BLASCO HEDO, Eva. XVII. [La defensa de los espacios forestales en la denominada España vaciada](#). *Actualidad Jurídica Ambiental*, 2020, no 102. Página 468.

Centrándonos en los bosques mediterráneos podemos concluir que es necesario buscar alternativas que hagan económicamente posible una gestión activa del bosque, que mejore su estado de conservación y evite incendios forestales y con ellos, liberaciones adicionales de CO₂ a la atmósfera.

Como vemos, la coyuntura normativa internacional hace posible admitir, en términos generales, la potencialidad de la silvicultura aplicada a la gestión de bosques ya existentes como medio de aumentar su capacidad de absorción de CO₂ y con ello, compensar emisiones. A la vista de lo anterior, procede, en primer término, determinar el alcance del concepto de silvicultura para acotarlo y diferenciarlo de figuras afines.

La Ley de Montes nos ofrece en su artículo 6 una definición de silvicultura como *conjunto de técnicas que tratan de la conservación, mejora, aprovechamiento y regeneración o, en su caso, restauración, de las masas forestales*. Por tanto, se ofrece un concepto amplio y de base técnica en cuanto a su contenido -conjunto de técnicas- y de amplio objetivo -conservar, mejorar, aprovechar, regenerar o restaurar masas forestales-.

Desde el punto de vista técnico encontramos la definición del Diccionario Forestal:

“Teoría y práctica sobre el establecimiento, desarrollo, composición, sanidad, calidad, aprovechamiento y regeneración de las masas forestales para satisfacer las diversas necesidades de la sociedad de forma continua o sostenible.”²³

Esta última definición ofrece un concepto igualmente amplio de silvicultura y vinculado a la satisfacción de necesidades sociales como puede ser la necesidad de servir para el almacenamiento de carbono.

En conclusión, podemos entender que los trabajos forestales consistentes en gestionar las masas forestales sin necesidad de consistir en forestación o reforestación podría ser también, a efectos legales, un medio potencial de absorción de las emisiones de otros sectores y se vincula el manejo de la tierra y la silvicultura como una herramienta clave en la materia. No obstante, se hace necesario concretar desde un punto de vista técnico, en qué medida una adecuada gestión forestal aumenta la capacidad de los bosques para almacenar CO₂.

²³ Diccionario Forestal, Sociedad Española de Ciencias Forestales, Ediciones Mundi-Prensa, 2005, P 1314.

La Decisión 16/CMP.1 «Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura» señala que los principios que rijan el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura deben basarse en conocimientos científicos sólidos²⁴. De igual manera también se establece que se usarán sistemáticamente metodologías coherentes para las estimaciones y la información sobre esas actividades²⁵.

Este posicionamiento debe ponerse en relación con la necesidad de que, ante unos resultados tan difíciles de cuantificar y frecuentemente expuestos a cuestionamiento, se necesita disponer de evidencias científicas que objetiven y cuantifiquen sus efectos. Debemos entender que la decisión excluye metodologías de medición de base especulativa que no ofrezcan resultados medibles y contrastables.

Como señala García Asensio, *“el problema es que la exigencia de resultados compromete una prueba de los mismos en cada caso, lo que traslada su procedencia a un plano técnico”*²⁶

Al analizar la actualidad científica en materia de ingeniería forestal y otras disciplinas afines encontramos nuevas oportunidades de desarrollo y nuevos avances científicos con los que poder abordar el problema de la cuantificación. Estos avances deben determinar, en buena lógica, una reacción jurídica en forma de acogida regulatoria de esta fórmula tan pronto como los avances técnicos alcancen sustantividad. Sin embargo, la gran variedad de especies y ecosistemas agravan la complejidad de los modelos y dificultan conseguir un mecanismo de medición de carácter universal e incontrovertible.

²⁴ En línea con esta exigencia de conocimientos científicos sólidos, el informe sobre el resultado final de la Conferencia sobre el futuro de Europa contiene la propuesta de *introducir una certificación de las absorciones de carbono, basada en una contabilidad del carbono robusta, sólida y transparente.*

²⁵ Reproducimos, por su interés la totalidad de los principios enumerados por la decisión:

- a) *El tratamiento de esas actividades deberá basarse en conocimientos científicos sólidos;*
- b) *Se usarán sistemáticamente metodologías coherentes para las estimaciones y la información sobre esas actividades;*
- c) *La contabilización de las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura no modificará el objetivo enunciado en el párrafo 1 del artículo 3 del Protocolo de Kyoto;*
- d) *La mera presencia de carbono almacenado se excluirá de la contabilidad;*
- e) *La ejecución de actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura contribuye a la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de los recursos naturales;*
- f) *La contabilidad del uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura no implica una transferencia de compromisos a un período de compromiso futuro;*
- g) *La inversión de una absorción debida a actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura se contabilizará en su momento;*
- h) *La contabilidad excluirá las absorciones derivadas de i) el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono por encima de su nivel preindustrial, ii) la deposición indirecta de nitrógeno y iii) los efectos dinámicos de la estructura de edad derivados de actividades y prácticas anteriores al año de referencia;*

²⁶ García Asensio. Op. Cit. P. 144

Vista la problemática expuesta, las posibilidades de respuesta jurídico-administrativa son variadas ya que la consecución de los fines públicos se puede lograr desde diferentes perspectivas.

3. LIMITACIONES AL DERECHO DE PROPIEDAD FORESTAL, ACTIVIDAD DE FOMENTO O GENERACIÓN DE DEMANDA POR VÍA ADMINISTRATIVA O REGULATORIA

Si la gestión forestal produce los resultados descritos *supra* y que ya han alcanzado los primeros reflejos normativos a nivel internacional, es evidente que la gestión forestal como medio de aumentar la capacidad de secuestro de carbono de los bosques es una actividad de interés público que debe ser objeto de atención por parte de la Administración.

Ahora bien, la cuestión fundamental es determinar de entre las posibilidades de actuación con las que cuenta el poder público cuál resulta la más adecuada.

3.1. La vía de la intervención legislativa mediante mandato cimentado en la función social de la propiedad y sanción garantizada por policía administrativa

Una primera opción es, qué duda cabe, imponer al propietario forestal un deber cualificado de conservación activa y mejora de las fincas de su propiedad. Con frecuencia se establece normativamente de una manera genérica una obligación de conservación para los propietarios forestales²⁷ No obstante, la gestión forestal capaz de generar un plus de utilidades en las masas forestales trascendería ese deber genérico de conservación.

En esta primera alternativa caben a su vez dos posibilidades:

Cuando la ordenación administrativa suponga un mero no actuar, conducta pasiva del propietario consistente en no alterar la realidad física del bosque. En este caso, si bien el monte no genera beneficios adicionales, tampoco exige inversión con lo que resulta más sencillo garantizar la efectividad de la norma.

²⁷ Incluso aquellas normativas que precisan las obligaciones de los titulares de montes privados con gran detalle como puede ser el caso del artículo 24 del Decreto Legislativo 1/2017, de 20 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Montes de Aragón lo hacen con prudencia y limitada a medidas vinculadas a la prevención.

No obstante, si como ya ha quedado claro, el bosque requiere de un actuar positivo y la ordenación administrativa debe contemplar una acción directa del propietario para la conservación de masas forestales mediante tratamientos silvícolas. Estos tratamientos son costosos, tanto por su propia naturaleza como por la dificultad del entorno forestal. Si a ello unimos la escasa productividad de los montes -especialmente de los montes mediterráneos como ya hemos señalado-, nos podemos encontrar con una propiedad que dejaría de ser un activo patrimonial para pasar a constituir un pasivo y una carga para sus dueños. Aquí el propio sistema terminaría determinando la ineffectividad de la ordenación administrativa. Con masas forestales poco productivas y en ausencia de subvenciones u otras medidas de fomento el actuar positivo del propietario puede resultar difícil de lograr.

Sin embargo y como ya hemos visto, sólo obtendremos un uso óptimo de los recursos mediante un hacer positivo sobre las masas forestales consistentes en trabajos silvícolas. Por ello, una ordenación administrativo forestal que imponga obligaciones a la propiedad pero que nazca huérfana de mecanismos de mercado orientadas a la compensación del propietario está llamada al fracaso en masas forestales de baja productividad.

La función social del derecho de propiedad tal y como viene configurado en nuestra Constitución da cobertura a una exigencia de conservación activa por parte de los propietarios forestales. En este sentido se establece constitucionalmente que será la función social del derecho de propiedad la que delimite su contenido de acuerdo con la Constitución y las leyes (Art. 33.2) así como la subordinación de toda la riqueza del país al interés general (Art.128) Una regulación en estos términos sería inviable económicamente en zonas de bosque mediterráneo, escasamente productivos, y dejaría en una situación complicada las amplias zonas de terrenos forestales privados que quedarían transformadas en propiedades antieconómicas y, en consecuencia, tendencialmente derrelictas.

Por otra parte, las propias administraciones públicas, respecto de los montes públicos, tampoco disponen de presupuesto suficiente para hacer frente a estos planteamientos ni siquiera en los bosques de los que son titulares, siendo un hecho notorio que, en ocasiones, acumulan largos periodos de tiempo sin realización de tratamientos silvícolas. Los instrumentos de gestión y ordenación pueden establecer obligaciones, pero no cabe exigir al propietario un esfuerzo de gestión que arroje necesariamente un resultado antieconómico, especialmente cuando la propia Administración tampoco podría asumir las obligaciones de una gestión proactiva respecto de sus propios montes.

3.2. Vía de fomento

Una de las actividades clásicas de la administración viene constituido por el fomento. Se trata de conseguir resultados de interés público incentivando a los propietarios a la realización de los mismos. Dentro del fomento destaca la subvención como herramienta clásica para conseguir objetivos previamente determinados.

En esta línea parece posicionarse con carácter preferente la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. La Ley busca la consecución del objetivo de mitigar el cambio climático a través de la fijación de dióxido de carbono en los montes a través de la vía del fomento. El artículo 65 de la Ley de Montes, siempre condicionado a la cantidad de carbono fijada, a la valorización energética de los residuos y a que se trate de montes ordenados, prevé la posibilidad de subvenciones, contratos o inversión directa por parte de la Administración.

También la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética contempla el uso de la vía de fomento, conteniendo un mandato a las Administraciones Públicas para promover la identificación, clasificación, cartografía, aumento y mejora de los sumideros de carbono, así como su evaluación y contabilización a partir de las fuentes de información existentes (Art. 26.1). Igualmente se prevé incentivar la participación de propietarios y gestores agrarios y forestales en el aumento de la capacidad de captación de CO₂ por los sumideros de carbono. Por último, se identifica como acreedoras de fomento las acciones que resalten las externalidades positivas que proporcionan los sumideros de carbono terrestres, en especial los del sector agrario y forestal (Art. 26.3).

No obstante, el recurso al fomento a través de la vía de subvencionar a los propietarios por servicios forestales no comercializados parece no contar con el apoyo entre todos los actores relevantes. De esta forma, el Dictamen del Comité Económico y Social sobre «Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo relativa a un Plan de Acción de la UE para los bosques» (COM (2006) 302 final) señala que: «(...) no debería compensarse al propietario del bosque mediante subvenciones por bienes y servicios forestales actualmente no comercializados. El pago de los servicios deberían realizarlo directamente los distintos usuarios y beneficiarios al propietario del bosque» (apartado 3.1.3.1).

Compartimos esta visión en cuanto que la consecución de los objetivos de una buena conservación de los bosques no puede quedar condicionada a la existencia de partidas presupuestarias específicas y a la constante convocatoria de subvenciones públicas que lo hagan posible.

Esto no significa que deba eliminarse la subvención para el logro de los objetivos citados, sino que esta vía cuenta con la desventaja de necesitar del presupuesto público por lo que no es suficiente por sí misma ni tiene la vocación de permanencia que pueda tener otras posibles soluciones.

3.3. Vía de la generación de nuevos instrumentos de mercado a través del desarrollo administrativo de cambios normativos

Un cambio de marco normativo puede transformar bienes que hasta la fecha son irrelevantes, como el carbono adicional secuestrado por los montes como consecuencia de labores silvícolas, en bienes escasos y, en consecuencia, en bienes de mercado.

Pero para ello, no es bastante el mero cambio normativo sino que, además, se requiere de un impulso y desarrollo por parte de la Administración para que alcancen eficacia.

En este último sentido, cabe identificar dos potenciales áreas de mejora en la materia: por un lado, la inclusión de la gestión forestal dentro de los proyectos de absorción del registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción y por otro lado, el desarrollo de las posibilidades que brindan las normas en materia de contratación pública.

3.3.1. Inclusión de la gestión forestal dentro de los proyectos de absorción

Debemos comenzar atendiendo al Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono²⁸. Esta norma, además de atender a las orientaciones sobre buenas prácticas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y excluir la materia orgánica muerta, prevé que se utilicen datos específicos de crecimiento para cada especie forestal y región de España²⁹.

²⁸ Vid. BLASCO HEDO, Eva. [Real Dcreto 163/2004, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono](#) Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.(BOE núm. 77, de 29 de marzo de 2014). *Actualidad Jurídica Ambiental*. 2014(34): 39-40.

²⁹ De ahí el planteamiento puesto en marcha por el proyecto se haya centrado en el *Pinus halepensis* y la región mediterránea.

También prevé el Real Decreto que la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) facilite a través de su web una herramienta y documentación para el cálculo de absorciones de CO₂, que serán actualizados conforme puedan ir adoptando metodologías de cálculo reconocidas.

Actualmente, únicamente se admiten dos tipos de proyectos de absorción: la repoblación forestal en zonas donde no ha habido un bosque desde el 31 de diciembre de 1989 y las actuaciones en zonas forestales incendiadas para el restablecimiento de la masa forestal existente³⁰.

Por tanto, siguiendo el camino señalado por la normativa internacional, para la normativa española reguladora de la materia, la gestión forestal en los términos planteados no se encuentra admitida actualmente a nivel administrativo como proyecto de absorción.³¹

3.3.2. Desarrollo de las posibilidades que brindan las normas en materia de contratación pública

Como complemento de lo expuesto, también cabe avanzar en la fijación de objetivos a alcanzar por medio de la enorme capacidad de configuración del mercado que tiene la contratación pública.

Un desarrollo administrativo de los cambios regulatorios en materia de contratación pública que diera cabida a la gestión forestal como medio de compensación de emisiones, abriría la puerta a una más efectiva gestión forestal del monte mediterráneo y a la generación de un retorno económico para los propietarios forestales.

Considerando la enorme importancia de la contratación pública europea -entre un 14 y un 20% del PIB según las fuentes- queda claro el enorme poder configurador que puede tener la contratación sobre la demanda de créditos de carbono generados por una adecuada gestión forestal de los montes en el caso de que se abriera la puerta a su toma en consideración.

³⁰ Vid. [Información sobre la sección de proyectos de absorción de proyectos de dióxido de carbono](#)

³¹ En este punto también resultaría interesante estudiar la potencialidad de la custodia del territorio como herramienta coadyuvante para el desarrollo de estos proyectos. Esta herramienta ha alcanzado notoriedad en los últimos años siendo objeto de diversos estudios. Vid. DURÁ ALEMÁN, Carlos Javier Durá. *La custodia del territorio y sus nuevas técnicas para la conservación del patrimonio natural, el paisaje y la biodiversidad: un invento norteamericano y su expansión al resto del mundo*. 2013. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá y Prada, Oscar., Fundación Biodiversidad, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Informe del 6º Inventario de Iniciativas de Custodia del Territorio en España. 2019. 223 pp.

En palabras de la Comisión,

“La contratación pública puede configurar tendencias de producción y consumo, y una demanda significativa de productos «más ecológicos» por las autoridades públicas creará mercados para los productos y servicios respetuosos con el medio ambiente o ampliará los ya existentes. Con ello ofrecerá también a las empresas un incentivo para desarrollar tecnologías ambientales”³²

Por su parte, a nivel español, el Acuerdo del Consejo de Ministros de 7 de diciembre de 2018, por el que se aprueba el Plan de Contratación Pública Ecológica de la Administración General del Estado, señala que la contratación pública ecológica (CPE) es una importante herramienta para el logro de las políticas medioambientales relacionadas con el cambio climático.³³

Las cláusulas ambientales ya se encuentran contempladas dentro de la regulación de la contratación pública ecológica que se puede definir como:

“un proceso por el cual las autoridades públicas tratan de adquirir mercancías, servicios y obras con un impacto medioambiental reducido durante su ciclo de vida, en comparación con el de mercancías, servicios y obras con la misma función primaria que se adquirirían en su lugar”³⁴

la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 se ocupa de estas cláusulas de manera expresa.

En concreto señala la norma española que

“En toda contratación pública se incorporarán de manera transversal y preceptiva criterios sociales y medioambientales siempre que guarde relación con el objeto del contrato, en la convicción de que su inclusión proporciona una mejor relación calidad-precio en la prestación contractual, así como una mayor y mejor eficiencia en la utilización de los fondos públicos”³⁵

³² COM(2008) 400 final. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones “Contratación pública para un medio ambiente mejor”.

³³ Primer inciso del Anejo al Acuerdo de Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan de Contratación Pública Ecológica de la Administración General del Estado, sus organismos autónomos y las entidades gestoras de la Seguridad Social (2018-2025). En el mismo sentido se pronuncia la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia al señalar en su Informe IPN/CNMC/004/20 sobre el Anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética que: “Dado el volumen que representa la contratación pública en la economía, se trata de una medida que puede tener grandes implicaciones en el logro de los objetivos sobre cambio climático”

³⁴ COM(2008) 400 final. P. 5. En el mismo sentido la define el inciso segundo del Acuerdo de Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan de Contratación Pública Ecológica de la Administración General del Estado, sus organismos autónomos y las entidades gestoras de la Seguridad Social (2018-2025).

³⁵ Artículo 1.3 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014

En este punto cobra particular importancia la configuración de los pliegos de cada contrato. Prevé la norma que los órganos de contratación aprueben los pliegos y documentos que contengan las prescripciones técnicas particulares que hayan de regir la realización de la prestación y definan sus calidades, sus condiciones sociales y ambientales.

Por su parte, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética prevé que se incorporen en toda contratación pública

“de manera transversal y preceptiva criterios medioambientales y de sostenibilidad energética cuando guarden relación con el objeto del contrato, que deberán ser objetivos, respetuosos con los principios informadores de la contratación pública y figurar, junto con la ponderación que se les atribuya, en el pliego correspondiente”

Debe tenerse en cuenta que, de una manera genérica para la contratación de la Administración General del Estado, la Ley prevé que se incorporen, como prescripciones técnicas particulares en los pliegos de contratación, criterios de reducción de emisiones y de huella de carbono dirigidos específicamente a la lucha contra el cambio climático.

Por su parte, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 y la Estrategia a largo plazo para una economía española moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050 proclama la importancia de los ecosistemas forestales como sumidero de CO₂.

Sin embargo, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética no da cabida a la gestión forestal entre las prescripciones técnicas que cabe incluir en los contratos estatales de redacción de proyectos, de contratos de obra o concesión de obra. La Ley establece que en los citados contratos se podrá incluir, como prescripciones técnicas, actuaciones de repoblación forestal con especies autóctonas, como medida compensatoria para paliar la huella de carbono resultante de la ejecución de la obra o servicio objeto de licitación (art. 31.3.b).

No obstante, esta exclusión no equivale a que no pueda darse esta condición al manejo forestal orientado al secuestro y almacenamiento de CO₂ tanto por la posibilidad normativa ya expuesta con carácter general como por el mandato que contiene la Ley a los ministerios correspondientes para elaborar

“un catálogo de prestaciones en cuya contratación se tendrán en cuenta los criterios de lucha contra el cambio climático mencionados (...) y en el que se identificarán tales criterios de reducción de emisiones y de huella de carbono.”

Sea en desarrollo de esta posibilidad o en aplicación del marco normativo general, resultaría perfectamente posible exigir a las empresas contratistas con la administración la neutralidad de carbono o al menos conceder puntuación superior a aquellas empresas que cumplan con este objetivo. De esta forma, cabría crear las condiciones para compensar sus emisiones mediante los aumentos de carbono secuestrado por los bosques como consecuencia de los procedimientos descritos *supra*. Con una adecuada planificación se podría lograr, además, objetivos estratégicos respecto del manejo de los montes, priorizando zonas que por su ubicación o características, se estime que deben ser objeto de tratamiento.

Dentro de las reglas para el establecimiento de prescripciones técnicas, señala el artículo 126.4 de la Ley de Contratos que siempre que el objeto del contrato afecte o pueda afectar al medio ambiente, las prescripciones técnicas se definirán aplicando criterios de sostenibilidad y protección ambiental, de acuerdo con las definiciones y principios regulados la normativa de prevención y control integrados de la contaminación.³⁶

El artículo 10 del Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono, estableció expresamente la posibilidad de que en contratación pública, el órgano de contratación incluyera entre las consideraciones de tipo medioambiental, la huella de carbono.

Visto lo anterior, nos encontramos con la tarea pendiente de trasladar la literatura científica al campo administrativo y normativo en aras de generar mecanismos de mercado fundados en escenarios normativos que permitan que las investigaciones realizadas alcancen la deseada meta práctica de reducción de CO₂ atmosférico, así como las restantes consecuencias positivas en otros bienes jurídicos que dicha reducción lleva aparejada.

Sobre esta base, se ha puesto en marcha un proyecto multidisciplinar, técnico-jurídico encaminado a la demostración científica del aumento de la capacidad de secuestro de carbono como consecuencia de una adecuada gestión forestal y a la identificación de fórmulas jurídico-administrativas, mecanismos voluntarios y mecanismos de mercado que hagan posible trasladar esos avances al tráfico económico.

³⁶ Actualmente artículos 3 y 4 del Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación

4. EL PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO LIFE CO₂ TOKEN

A la vista de todo lo anteriormente expuesto tenemos, por un lado, resultados de investigaciones recientes que muestran que las técnicas de clareo y claras (aclareo en general), muy difundida en áreas mediterráneas semiáridas, tienen resultados positivos sobre la productividad y la resiliencia de los bosques³⁷.

Si bien esta técnica del aclareo produce en primera instancia una reducción en la fijación de carbono³⁸ disminuyendo la capacidad de secuestro de CO₂, en el medio plazo da lugar a un aumento duradero de la capacidad de secuestro y almacenamiento de carbono. Igualmente, alterar la estructura de las masas forestales modifica el régimen de competencia e interacción entre árboles y suelo, redundando en el ciclo del carbono y en el del agua.³⁹

Por otro lado, la aparición de unidades de valor basadas en criptografía, las herramientas de Business Intelligence (B.I) y las tecnologías de cadenas de bloques⁴⁰ como garantía de transparencia y trazabilidad de los procesos son ya una realidad cotidiana en muchos sectores constituyendo elementos a tener en cuenta en la búsqueda de soluciones normativas que aporten garantías a la realidad del cálculo de saldos netos de CO₂.

A la vista de todo lo anteriormente expuesto, es imprescindible comenzar buscando soluciones conjuntas y simultáneas a una serie de problemas de la realidad que, por el momento, hacen muy complicado dotar de precio a los créditos adicionales de carbono derivados de la gestión forestal a través de la silvicultura:

- La dificultad técnica para cuantificar los saldos netos de carbono y dentro de ellos, los vinculados a una adecuada gestión forestal.
- Los altos costes derivados de la medición de saldos netos de carbono.
- La falta de demanda de esos créditos de CO₂ y con ello, la falta de mercado.

³⁷ Así resulta de los trabajos de ALFARO-SÁNCHEZ, R., LÓPEZ-SERRANO, F.R., RUBIO, E. *et al.* Biomass storage in low timber productivity Mediterranean forests managed after natural post-fire regeneration in south-eastern Spain. *Eur J Forest Res* 133, 2014. P. 793–807. WANG, Y., DEL CAMPO, A.D., WEI, X. *et al.* Responses of forest carbon and water coupling to thinning treatments from leaf to stand scales in a young montane pine forest. *Carbon Balance Manage* 15, 24. 2020.

³⁸ El ecosistema sigue siendo sumidero, pero en menor cuantía tras los aclareos, dependiendo de la intensidad del mismo.

³⁹ MAJASALMI T, RAUTIAINEN M. Dataset of tree canopy structure and variation in understory composition in a boreal forest site. *Data Brief*. 2020 Apr 18; 30

⁴⁰ Blockchain en su denominación anglosajona

A estas tres cuestiones principales se añadirían tres cuestiones derivadas:

- La falta de mantenimiento en amplias zonas forestales de baja productividad por su falta de rendimientos económicos.
- El aumento de la probabilidad de incendios forestales y de la gravedad de los mismos por falta de trabajos silvícolas de mantenimiento con las consiguientes emisiones masivas de CO₂.
- La necesidad de establecer mecanismos por los que las ventajas derivadas de este activo de carbono adicional pueda ser excluido del disfrute indistinto por todas las personas.

Con la finalidad de dar respuesta a estos problemas con un enfoque multidisciplinar técnico y jurídico se iniciaron contactos entre distintas organizaciones públicas y privadas para tratar de aunar esfuerzos en la búsqueda de soluciones conjuntas a los problemas expuestos. Como consecuencia, se constituyó un consorcio integrado por tres empresas, Digiltea, especializada en transformación digital -líder del proyecto-, Orthem, especializada en gestión forestal y SGS, especializada en certificación, la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM).

En la elaboración de la propuesta se partió de que la captación y almacenamiento de CO₂ por parte de los bosques es generalmente reconocido hasta la fecha como uno de los servicios ecosistémicos⁴¹ más característicos y definitorios de los mismos⁴². Concretamente, conforme a lo establecido en la Evaluación de los ecosistemas del Milenio, nos encontramos ante un servicio de regulación del clima.

⁴¹ Sobre este punto existe una notable disparidad terminológica que requeriría de un análisis pormenorizado. En ocasiones se le conceptúa como externalidad ambiental (CHERNICK, Paul; CAVERHILL, Emily. *Methods of valuing environmental externalities. The Electricity Journal*, 1991, vol. 4, no 2, p. 46-53. ALBIAC MURILLO, José; CALVO CALZADA, Elena; GOETZ, Renan Ulrich. *La explotación óptima de bosques como herramienta de apoyo a la gestión multifuncional*. 2000), mientras que en otras ocasiones se hace como servicio de los ecosistemas (VALLECILLO, S., et al. *Ecosystem services accounting. Part II-Pilot accounts for crop and timber provision, global climate regulation and flood control. Luxembourg: Publications Office of the European Union*, 2019. MAROSCHEK, Michael, et al. *Climate change impacts on goods and services of European mountain forests. Unasylva*, 2009, vol. 60, no 231/232, p. 76-80. CUI, Quan, et al. *Ecosystem service value analysis of CO₂ management based on land use change of Zoige alpine peat wetland, Tibetan Plateau. Ecological Engineering*, 2015, vol. 76, p. 158-165.) En cualquier caso, resultaría imprescindible comenzar por analizar la teoría económica de los bienes públicos. Vid. BENEGAS-LYNCH, Alberto. *Bienes públicos, externalidades y los free-riders: el argumento reconsiderado. Acta Académica*, 1998, vol. 22, no Mayo, p. 62-68.

⁴² Vid. DURÁN-SÁNCHEZ, José Luis. *Los bienes culturales intangibles del patrimonio natural*. Tirant lo Blanch. 2019.

Dentro de esta materia y otras conexas, se ha podido constatar la existencia de abundante material de investigación sobre la potencialidad del manejo forestal y la silvicultura en el secuestro de CO₂⁴³.

No obstante, estos trabajos han tenido hasta la fecha un impacto limitado, tanto a nivel normativo como en el tráfico económico, entre otras circunstancias, por los elevados costes que supone la cuantificación de los efectos.

Por ello, la capacidad de secuestrar y almacenar CO₂ constituye, sin duda, una de las utilidades que proporcionan los Montes pero no participa, hasta la fecha, del régimen jurídico de los aprovechamientos forestales con lo que no produce ninguna ventaja patrimonial a los propietarios forestales.

Visto el marco normativo regulador del papel de los bosques en la captación y secuestro de CO₂, procede ahora abordar las posibles soluciones jurídicas a la luz de los avances realizados en el nivel técnico y particularmente, en el campo de la dasometría, ciencia que, dentro del campo de la dasonomía, se ocupa de la medición de los árboles y masas forestales.

La Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones "Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra" señala que

"En ese momento, toda emisión de gases de efecto invernadero que perdure en determinados sectores tiene que compensarse con la absorción de otros sectores, en especial el del uso de la tierra, la agricultura y la silvicultura."

De una manera expresa se contemplan los trabajos forestales como un medio de absorción de las emisiones de otros sectores y se vincula el manejo de la tierra y la silvicultura como una herramienta clave en la materia.

No obstante, la consideración de los trabajos forestales como medio de absorción no es tarea sencilla de trasladar al campo normativo. Ello es debido básicamente a la dificultad técnica para cuantificar de un modo objetivo e incontrovertible el saldo de CO₂ derivado de la gestión forestal.

⁴³ Como primer resultado del proyecto se realizó una aproximación a la literatura científico-técnica sobre la materia, actualmente en fase de publicación y de la que resultó un reconocimiento generalizado de la capacidad de aumentar la captación y secuestro de CO₂ mediante un adecuado manejo forestal.

Como señala López Serrano⁴⁴, si bien resulta claro el carácter de los bosques como sumideros de carbono, es necesario profundizar en la investigación para dotar de certidumbre a los cálculos que se realizan.

Por ello, se ha planteado como primer objetivo del proyecto la validación científica de un modelo novedoso y predictivo capaz de cuantificar la productividad neta de las masas forestales, es decir, la capacidad de sumidero de CO₂ a nivel ecosistema así como el aumento de la misma como consecuencia de un determinado manejo forestal.

El modelo se sirve de la técnica de medición ampliamente aceptada a nivel internacional denominada de covarianza de torbellino (*eddy covariance*)⁴⁵ y utiliza sensores remotos para generar flujos de datos que arrojan el saldo neto de CO₂ de una parcela en la que se han desarrollado trabajos silvícolas con unas características técnicas predeterminadas.

*"La técnica de covarianza de torbellino es un método de medida directa de flujos de calor sensible, vapor de agua y CO₂ mediante el uso de un anemómetro sónico de medida tridimensional con medida de temperatura y un analizador de gases de lazo abierto de alta frecuencia"*⁴⁶

La sistematización y tratamiento de estos datos y su puesta en relación con la evolución de parejas de parcelas de análisis contiguas o próximas entre sí y con características edáficas y coberturas vegetales similares permitirá concluir si los tratamientos silvícolas realizados redundan o no en un aumento del saldo neto de CO₂ retenido. Para ello, se tratará una sola de las parcelas de cada par dejando la otra sin tratar a los efectos de comprobar su evolución natural sin intervención de gestión.

Las mediciones practicadas a lo largo de varios años en cada una de ellas permitirán consolidar las investigaciones ya citadas que apuntan a que, en las parcelas tratadas tras un breve descenso inicial, se produce un aumento duradero de la capacidad de secuestrar CO₂ frente a las parcelas que no han sido objeto de tratamiento alguno. Al margen de esto, resulta notoria la mejora de las condiciones del monte para poder prevenir eventuales incendios forestales. De esta manera, el escollo técnico y jurídico de la falta de objetividad en la cuantificación de los efectos sobre el carbono quedaría resuelto al poder corroborar con una experiencia práctica en el monte mediterráneo las líneas de investigación anteriormente apuntadas.

⁴⁴ LÓPEZ SERRANO, Francisco R., et al. [Los bosques como sumideros de CO₂: incertidumbre en los cálculos y necesidad de potenciar la investigación](#). Foresta (España), 2010, no 47.

⁴⁵ El sistema realiza mediciones continuas de flujos de CO₂ y de H₂O y hace posible estimar directamente la Productividad Neta del Ecosistema e indirectamente, la absorción bruta de carbono por fotosíntesis y la Respiración Total del Ecosistema.

⁴⁶ LÓPEZ SERRANO, Francisco Ramón, et al. Op. cit. p. 77.

Llegados hasta este punto, estaríamos en condiciones de afirmar que disponemos de un servicio del ecosistema derivado del manejo forestal que aumenta la capacidad de secuestrar carbono en una cantidad determinada. Ese “excedente” de carbono, debidamente cuantificado, sería susceptible de tráfico económico.

Dado que la realización de este cálculo presenta diferencias según las especies, se ha elegido una especie de gran distribución en el área mediterránea como es el *Pinus halepensis* dejando abierta la incorporación de nuevas especies⁴⁷ que permitan su extensión a cualquier ámbito de modo que la herramienta tiene una vocación de universalidad.

No obstante, aun partiendo de la hipótesis de que los resultados de las mediciones realizadas por covarianza de torbellino avalaran -como todo parece indicar- la tesis expuesta del aumento de la capacidad de secuestro de CO₂ de las parcelas tratadas, la realización de estas mediciones son enormemente complejas y costosas al requerir la construcción y mantenimiento de torres *Eddy covariance* para cada zona así como el procesamiento de los millones de datos obtenidos.

Como puede imaginarse, los costes de la instalación de torres *Eddy covariance* y del procesamiento y análisis de los datos obtenidos haría inviable cualquier opción de rentabilidad del manejo forestal propuesto.

Por este motivo, se ha planteado completar esta medición con el aprovisionamiento de información cuantitativa de parámetros que son subrogados de aquel que cuantifica la fijación neta de carbono por parte del ecosistema, esto es, la productividad neta del ecosistema (NEP, por sus iniciales anglosajonas), procedentes de productos derivados de sensores remotos ubicados en satélites. Así, el mayor desafío del proyecto es validar que la información dada por estos productos obtenidos de satélites explican adecuadamente la NEP antes y después de realizar gestión forestal.

Sobre esta base se realizará un cálculo de unidades de valor basadas en criptografía y se generará una herramienta de Business Intelligence para la compensación de CO₂ por parte de las empresas.

Estas operaciones tendentes a la validación de la metodología serán objeto de seguimiento, control y certificación por parte de SGS, socia del proyecto, aportando un plus de confianza en la veracidad de los resultados.

⁴⁷ La variabilidad entre especies es una de las dificultades a la hora de realizar los modelos.

Por otra parte, la puesta en marcha de una plataforma software que incorpore tecnologías basadas en cadenas de bloques, hará posible la celebración de contratos inteligentes entre propietarios de terrenos que deseen vender sus activos de CO₂ y empresas que deseen comprarlos para compensar sus emisiones con unos bajos costes operativos.

El uso de estas tecnologías permite obtener seguridad en las transacciones, además de dotar el proceso de generación de activos de carbono de una trazabilidad inmutable a través de la tecnología criptográfica.

Para dar respuesta a estas cuestiones, se está terminando de desarrollar las herramientas digitales que, sobre una base de tecnología satelital, permita abaratar y hacer asequible el uso del modelo a través de esas nuevas herramientas también contempladas dentro de la ejecución del proyecto⁴⁸.

Como ya señalábamos antes, el ecosistema objetivo será aquel donde la especie diana es el *Pinus halepensis* en cuanto es notoriamente la especie de mayor distribución por el área mediterránea en la que se desarrollará el proyecto. No obstante, será posible para terceros la utilización de las herramientas desarrolladas para la introducción y evaluación de nuevas especies y regiones. Por otra parte, otra dificultad añadida la encontramos en la imposibilidad de individualizar los beneficiarios del secuestro forestal de carbono en cuanto que serían todas las personas sin posibilidad de exclusión alguna.

Como señala García Asensio en relación con el cálculo anual del efecto sumidero de los bosques ya previsto por la Ley de Montes de Galicia:

“Es evidente que una vez efectuado el cálculo de captura de todos los bosques gallegos, y aun siendo un paso necesario, de nada sirve si no puede comerciarse con esa capacidad, es decir, es preciso dotarla de tangibilidad a fin de dar cumplimiento a la última de esas obligaciones ya expuestas, la de que los instrumentos que se desarrollen estén basados en el mercado, algo actualmente imposible”⁴⁹

En este punto, se plantea la cuestión de cómo hacer atractiva la adquisición de este activo cuando toda la población podría beneficiarse del mismo sin necesidad de pagar por ello.

⁴⁸ Dichas actuaciones están siendo desarrolladas por el líder del proyecto que es la mercantil Digiltea.

⁴⁹ Op. Cit. P.149.

Se hace imprescindible la actuación administrativa y normativa⁵⁰ para dotar de precio a aquello que ya cuenta con valor. Sólo mediante el desarrollo de las soluciones normativas, será posible estimular el mercado, ofrecer un retorno a los propietarios y gestores y en último lugar y no por ellos menos importante, terminar redundando positivamente en un aumento de los volúmenes de CO₂ captados y almacenados por los bosques, reduciendo el riesgo de incendios y favoreciendo la buena conservación de los mismos.

Para ello, disponemos de varias alternativas:

4.1. Fomento de las prácticas voluntarias

La Ley 11/2018, de 28 de diciembre, por la que se modifica el Código de Comercio, el texto refundido de la Ley de Sociedades de Capital aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de julio, y la Ley 22/2015, de 20 de julio, de Auditoría de Cuentas, en materia de información no financiera y diversidad impone a determinadas sociedades -cada vez más- el deber de preparar un estado de información no financiera, que debe incorporarse a su informe de gestión, que incluya entre otras cuestiones, la información necesaria para comprender la evolución, los resultados y el impacto de la actividad de las empresas en cuestiones medioambientales.

De manera adicional, se permite que:

“Las empresas que dispongan de estudios más detallados de huella de carbono, de políticas de adaptación a los impactos del cambio climático o de otros ámbitos ambientales podrán aportar esta información como complemento al resto de la información ambiental”⁵¹

Con esta regulación se da respaldo normativo a las prácticas voluntarias de las empresas en la materia que buscan obtener ventajas competitivas por medio de una buena gestión ambiental evaluable por sus clientes.

Se trata de un reflejo normativo de los que anteriormente se denominaba Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y que actualmente va siendo desplazado por la nueva fórmula *Environment, Social and Governance* (ESG).

⁵⁰ El carácter intangible de la externalidad generada en materia de captación de CO₂ por los bosques y el carácter indeterminado de los beneficiarios de esta externalidad lo dejaba fuera del tráfico económico ordinario.

⁵¹ Preámbulo I, in fine de la Ley 11/2018, de 28 de diciembre, por la que se modifica el Código de Comercio, el texto refundido de la Ley de Sociedades de Capital aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de julio, y la Ley 22/2015, de 20 de julio, de Auditoría de Cuentas, en materia de información no financiera y diversidad.

Como destaca Meseguer, entre la norma y la práctica voluntaria existen múltiples conexiones y tanto una como otra producen resultados apreciables por vías diferentes.⁵² Por ello, previo a la apertura de la fase del cumplimiento normativo, queda abierta la vía voluntaria por la que la empresa puede optar por la compensación de sus emisiones por vía voluntaria⁵³ a través de la dimensión ambiental de su gestión y reflejarla posteriormente en su memoria de sostenibilidad.

4.2. Reconocimiento de la gestión forestal como proyectos de absorción

Uno de los objetivos del proyecto es lograr el reconocimiento formal de la gestión forestal como medio de aumentar la absorción de CO₂ por parte de los bosques.

Como ya hemos visto anteriormente, el Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono regula la materia pero en la actualidad únicamente se admiten dos tipos de proyectos de absorción: la repoblación forestal en zonas donde no ha habido un bosque desde el 31 de diciembre de 1989 y las actuaciones en zonas forestales incendiadas para el restablecimiento de la masa forestal existente.⁵⁴

No obstante, el Real Decreto 163/2014 está abierto al reconocimiento de nuevas metodologías. En desarrollo de esta previsión es posible que metodologías como la expuesta en este trabajo, que permiten determinar de una manera comprobable los resultados y que van siendo avaladas por nuevas evidencias, puedan ser reconocidas, haciendo posible la consideración de la gestión forestal como modalidad de proyecto de absorción.

Este nuevo planteamiento metodológico entendemos que debe ser impulsado y fomentado por la administración a la vista de los grandes beneficios que supondría para el interés público proyectándose no sólo sobre el secuestro de carbono sino también en el estado de conservación de los montes y la lucha contra los incendios forestales, así como en la provisión de materias primas para

⁵² Vid. MESEGUER SÁNCHEZ, Juan Victor. La relación del Derecho con la RSC. *Revista de Direito Brasileira*, 2017, vol. 17, no 7, p. 378-390.

⁵³ Esta vía fue abordada a través del proyecto LIFE Forest CO2 donde varias empresas realizaron adquisición de créditos como mecanismo voluntario de compensación. Para más información se puede consultar la [web del proyecto](#).

⁵⁴ Vid. [Información sobre la sección de proyectos de absorción de proyectos de dióxido de carbono](#)

empresas dedicadas a actividades relacionadas con la economía circular⁵⁵. Cabe entender que ya contamos con suficientes avances técnicos, anteriormente expuestos, para hacer posible una prudente acogida a los proyectos de gestión forestal como proyectos de absorción en los términos del Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.

Para ello, debemos comenzar buscando soluciones que partan de la evolución técnica pero también de la acelerada transformación tecnológica que permitan tanto la universalización de los resultados como su replicabilidad a especies o hábitats variados.

El campo de la determinación de los saldos netos de carbono en el ámbito forestal se está viendo profundamente afectado no sólo por los avances en la investigación científico-técnica sino también por la revolución tecnológica que han dado lugar a nuevas oportunidades en el área y que empiezan a alcanzar trascendencia en el tráfico económico.

4.3. Establecimiento de la neutralidad de carbono como elemento evaluable en la contratación pública.

Si se establecieran nuevas obligaciones ambientales para las empresas del sector difuso⁵⁶ que exigieran, por ejemplo, compensar sus emisiones y simultáneamente aceptamos el plus que un determinado manejo forestal genera en la capacidad de secuestrar carbono por los bosques, tendríamos un exceso de carbono secuestrado y almacenado con el que, una vez admitido dentro de la sección correspondiente del Registro, sería posible comerciar. Se trata de una

⁵⁵ Dentro de este apartado cabría referirse al empleo de la biomasa forestal para producir combustibles no fósiles o crear objetos donde el carbono se almacena durante un largo plazo, al menos, decenas de años.

⁵⁶ Los sectores difusos incluyen las actividades generadores de emisiones de gases de efecto invernadero que no se encuentran incluidas dentro del ámbito de aplicación de la Ley 1/2005 de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en España. Estos sectores son, (Plan Nacional de Asignación 2008 – 2012), los siguientes:

- a) Transporte
- b) Residencial, comercial e institucional (R&C&I)
- c) Agrario
- d) Residuos
- e) Gases fluorados

A esta clasificación se añaden las actividades del sector industrial no cubierto por el citado régimen de comercio de derechos de emisión, bien porque el sector no esté, por el momento, tipológicamente incluido (caso de la industria química) o bien por no superar los umbrales establecidos en la normativa aplicable.

medida indirecta de fomento de la silvicultura que, sin abandonar el campo de la voluntariedad, puede tener una gran implantación a la vista de la importancia ya expuesta de la Contratación pública en el ámbito europeo.

Como segundo objetivo principal del proyecto LIFE Token CO₂ se encuentra el desarrollo de una plataforma digital que integre el ciclo de vida del carbono y sirva de mercado de intercambio de créditos de carbono generados por manejo forestal entre compradores y vendedores, favoreciendo de este modo la trazabilidad, la cuantificación y objetivación de los saldos de carbono y en definitiva, el tráfico jurídico.

Un tercer objetivo viene constituido por la divulgación del modelo entre destinatarios finales, poderes públicos y grupos de interés. Como objetivo último está lograr un cambio en el ámbito jurídico-administrativo que reconozca la gestión de masas forestales como un nuevo modo de aumentar la capacidad de secuestro y almacenamiento de carbono. Este reconocimiento debe ir acompañado de medidas adicionales de impulso en los términos ya expuestos.

Actualmente, el proyecto se encuentra en su segundo año de ejecución. Las propuestas técnicas y jurídicas fueron presentadas el pasado mes de julio en Bruselas en la sede del Consejo Económico y Social. De esta manera se trató de contar con la participación de actores clave a nivel europeo con capacidad de influir en las orientaciones normativas.

De igual manera es de destacar las sinergias desarrolladas con las principales organizaciones agrarias, como COAG, Asaja y UPA, que participaron en el primer Workshop en el que se presentó tanto el modelo como las iniciativas encaminadas al reconocimiento normativo de la gestión forestal como fuente de nuevos créditos de CO₂⁵⁷.

5. CONCLUSIONES

Existen trabajos científicos que avalan la mayor capacidad de secuestro y almacenamiento de CO₂ por parte de bosques objeto de gestión respecto de aquéllos otros que no han sido tratados.

Actualmente se está trabajando en una validación científica exhaustiva de la metodología de cuantificación y la misma será sometida a comprobación y certificación.

⁵⁷ Para más información, puede consultarse la web del proyecto: [Life Token CO2](#)

Todo ello unido al desarrollo de las plataformas digitales de intercambio actualmente en desarrollo dentro del proyecto LIFE TOKEN CO₂ nos permite superar uno de los principales escollos para hacer posible el comercio del CO₂ secuestrado adicionalmente por las masas forestales como consecuencia de la realización de trabajos silvícolas.

El saldo neto de carbono ya puede ser individualizado y cuantificado y ese excedente cuya trazabilidad también queda garantizada al ser codificada mediante el uso de tecnología de cadena de bloques puede ser negociado en el mercado a través de plataforma digital por oferentes y demandantes con unos bajos costes operativos.

Dentro de las alternativas con las que cuenta el Derecho Administrativo para hacer posible el cumplimiento de las obligaciones internacionales asumidas por España en materia de gestión forestal, se considera preferente el desarrollo de las condiciones para permitir la existencia de herramientas de mercado que favorezcan la consecución del interés público. Esta opción se entiende preferente a la opción clásica de fomento o la actividad de policía, pero no las excluye.

El Real Decreto 163/2014 está abierto al reconocimiento de nuevas metodologías como la expuesta en este trabajo que, avalada por evidencias científicas permita determinar de una manera comprobable los resultados y cuya inclusión entendemos que debe ser impulsada y fomentada por la administración a la vista de los grandes beneficios que supondría en el estado de conservación de los montes, la lucha contra los incendios forestales y el secuestro de carbono.

Cabe entender que ya contamos con suficientes avances técnicos, anteriormente expuestos, para hacer posible una prudente acogida a los proyectos de gestión forestal como proyectos de absorción en los términos del Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono.

Desde el punto de vista ético, y más concretamente desde la perspectiva de las políticas de ESG, es necesario impulsar de cambios voluntarios en las políticas ambientales de las organizaciones del sector difuso, que, al margen de orientar sus esfuerzos a la reducción de emisiones, puedan compensar voluntariamente por esta vía las emisiones que no se hayan podido eliminar y dar difusión a su labor a través de los Estados de Información No Financiera (EINF).

La contratación representa, según las técnicas de medición, entre un 12% y un 20% del PIB europeo, contando con un enorme potencial transformador de la realidad empresarial y forestal europea.

Las posibilidades contempladas por la Ley de Contratos del Sector público deben ser impulsadas de manera que las dentro de las ya existentes cláusulas ambientales de los contratos públicos, se dé acogida a la neutralidad de carbono de los licitadores como elemento evaluable.

6. BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE-CALDERÓN, Oscar Alberto. Manejo forestal en el siglo XXI. *Madera y bosques*, 2015, vol. 21, no SPE, p. 17-28.

ALBIAC MURILLO, José; CALVO CALZADA, Elena; GOETZ, Renan Ulrich. La explotación óptima de bosques como herramienta de apoyo a la gestión multifuncional. 2000.

ALFARO-SÁNCHEZ, R., LÓPEZ-SERRANO, F.R., RUBIO, E. *et al.* Biomass storage in low timber productivity Mediterranean forests managed after natural post-fire regeneration in south-eastern Spain. *Eur J Forest.* 2014. *Res* 133, 793–807.

AMESCUA, Araceli Vargas-Mena; SANDOVAL, Armando Yáñez. La captura de carbono en bosques: ¿Una herramienta para la gestión ambiental? *Gaceta Ecológica*, 2004, no 70, p. 5-56.

BENEGAS-LYNCH, Alberto. Bienes públicos, externalidades y los free-riders: el argumento reconsiderado. *Acta Académica*, 1998, vol. 22, n° Mayo, p. 62-68.

BENSON, Sally M.; ORR, Franklin M. Carbon dioxide capture and storage. *MRS bulletin*, 2008, vol. 33, no 4, p. 303-305.

BLANCO, Javier; WUNDER, Sven; NAVARRETE, Fabián. La experiencia colombiana en esquemas de pagos por servicios ambientales. *Ortega S. Reconocimiento de los Servicios Ambientales: Una Oportunidad para la Gestión de los Recursos Naturales en Colombia*. Bogotá DC: Minambiente, UASPNN, WWF, CI, TNC, 2008, p. 109-170.

BLASCO HEDO, Eva. XVII. La defensa de los espacios forestales en la denominada "España vaciada". *Actualidad Jurídica Ambiental*, n. especial 102/2, junio 2020, pp. 457-475. Disponible en:

https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2020/06/2020_06_Suplemento-102-2-Junio.pdf#page=458 (Fecha último acceso 08.01.2024)

- Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono (BOE núm. 77, de 29 de marzo de 2014). *Actualidad Jurídica Ambiental*, 28 de abril de 2014. Disponible en: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/legislacion-al-dia-estado-huella-de-carbono/> (Fecha último acceso 02.01.2024).

CABALLERO, Margarita; LOZANO, Socorro; ORTEGA, Beatriz. Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 2007, vol. 8, no 10, p. 1-12. Disponible en: https://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf (Fecha último acceso 19.02.2024).

CHERNICK, Paul; CAVERHILL, Emily. Methods of valuing environmental externalities. *The Electricity Journal*, 1991, vol. 4, no 2, p. 46-53.

CUI, Quan, et al. Ecosystem service value analysis of CO₂ management based on land use change of Zoige alpine peat wetland, Tibetan Plateau. *Ecological Engineering*, 2015, vol. 76, p. 158-165.

DÍAZ, S., FARGIONE, J., CAHPIN F.S., TILMAN, D. “Biodiversity loss threatens human well-being”. *PLoS Biology*, 4: 1300-1305. 2006.

Diccionario Forestal, Sociedad Española de Ciencias Forestales, Ediciones Mundi-Prensa, 2005.

DURÁ ALEMÁN, Carlos Javier. *La custodia del territorio y sus nuevas técnicas para la conservación del patrimonio natural, el paisaje y la biodiversidad: un invento norteamericano y su expansión al resto del mundo*. 2013. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá.

DURÁN-SÁNCHEZ, José Luis. *Los bienes culturales intangibles del patrimonio natural*. Tirant lo Blanch. 2019.

FAWZY, Samer, et al. Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 2020, vol. 18, p. 2069-2094. Accesible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-020-01059-w> (Fecha último acceso 19.02.2024).

- GARCÍA ASENSIO, José Miguel. Régimen jurídico de la captura y el almacenamiento de carbono atmosférico por los montes: Propuesta de creación de un instrumento económico de mercado. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, 2018, no 51, p. 109-174.
- LI, Lei, et al. A review of research progress on CO₂ capture, storage, and utilization in Chinese Academy of Sciences. *Fuel*, 2013, vol. 108, p. 112-130.
- LÓPEZ SERRANO, Francisco R., et al. Los bosques como sumideros de CO₂: incertidumbre en los cálculos y necesidad de potenciar la investigación. *Foresta* (España), 2010, no 47. Disponible en <http://redforesta.com/wp-content/uploads/2011/01/Los-bosques-como-sumideros-de-CO2-incertidumbre-en-los-calculos-y-necesidad-de-potenciar-la-investigacion-LM3.pdf> (Fecha último acceso 21.12.2023).
- MAJASALMI T, RAUTIAINEN M. Dataset of tree canopy structure and variation in understory composition in a boreal forest site. *Data Brief*. 2020 Apr 18; 30.
- MAROSCHEK, Michael, et al. Climate change impacts on goods and services of European mountain forests. *Unasylva*, 2009, vol. 60, no 231/232, p. 76-80.
- MESEGUER SÁNCHEZ, Juan Victor. La relación del Derecho con la RSC. *Revista de Direito Brasileira*, 2017, vol. 17, no 7, p. 378-390.
- MIURA, Satoru, et al. Protective functions and ecosystem services of global forests in the past quarter-century. *Forest Ecology and Management*, 2015, vol. 352, p. 35-46.
- PACHECO, Pablo, et al. Políticas públicas que afectan el manejo forestal comunitario. *Manejo forestal comunitario en América Tropical: Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro*, CIFOR, Bogor, Indonesia, 2008.
- PETTORELLI, Nathalie; DURANT, Sarah M.; DU TOIT, Johan T. (ed.). *Rewilding*. Cambridge University Press, 2019.
- PIGOU, Arthur. *The economics of welfare*. Routledge, 2017.
- PRADA, Oscar. Fundación Biodiversidad, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Informe del 6º Inventario de Iniciativas de Custodia del Territorio en España. 2019. 223 pp.

- PÖRTNER, D.C, et al. Summary for policymakers. In: Pörtner, D.C, et al. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022, pp. 3–33. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf (Fecha último acceso 21.12.2023).
- RAYNER, Tim; JORDAN, Andrew. Climate change policy in the European Union. En *Oxford research encyclopedia of climate science*. 2016. Disponible en [Climate change policy in the European Union](#). (Fecha último acceso 19.02.2024).
- TOKARSKA, Katarzyna B.; ZICKFELD, Kirsten. The effectiveness of net negative carbon dioxide emissions in reversing anthropogenic climate change. *Environmental Research Letters*, 2015, vol. 10, no 9, p. 094013. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-020-01059-w> (Fecha último acceso 19.02.2024).
- TORRALBA, M., LOVRIC, M., BOTTARO G., GATTO, P., PETTENELLA, D., WINKEL, G., PLIENINGER, T. DELIVERABLE 1.3 Analysis and relationships between Forest ecosystem Services supply and demand, and Innovative mechanisms across Europe. H2020 project no.773702 RUR-05-2017 European Commission. 2020. 76pp.
- URWIN, Kate; JORDAN, Andrew. Does public policy support or undermine climate change adaptation? Exploring policy interplay across different scales of governance. *Global environmental change*, 2008, vol. 18, no 1, p. 180-191. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378007000611> (Fecha último acceso 19 de febrero de 2024).
- VALLECILLO, S., et al. Ecosystem services accounting. *Part II-Pilot accounts for crop and timber provision, global climate regulation and flood control*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019.
- VON GADOW, Klaus; OROIS, Sofía Sánchez; CALDERÓN, Oscar Alberto Aguirre. Manejo forestal con bases científicas. *Madera y bosques*, 2004, vol. 10, no 2, p. 3-16.

WANG, Y., DEL CAMPO, A.D., WEI, X. et al. Responses of forest carbon and water coupling to thinning treatments from leaf to stand scales in a young montane pine forest. *Carbon Balance Manage* 15, 24, 2020.

ZAVALA, Miguel A., et al. Nuevas perspectivas en la conservación, restauración y gestión sostenible del bosque mediterráneo. En VALLADARES, F. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante- Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A., Madrid. 2008. Páginas 511-532. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/47943/1/Nuevas%20perspectivas%20en%20la%20conservaci%c3%b3n.pdf> (Fecha último acceso 19.12.2023).