

Miguel Chamón Fernández ¹
Rubén Martínez Rivera ²
Juan de Dios Cabezas Cerezo ³
Lourdes Vicente Valero ⁴
Ascensión Castro Batán ⁵
Tomás Sánchez Pellicer ⁶
José Luis Villanueva Hernández ⁷
Roque Pérez Palazón ⁸
Julia Cambroneró Ballesta ⁹

^{1, 3, 8} Dirección General del Medio Natural. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

⁵ Dirección Xeral de Calidade Ambiental e Cambio Climático. Xunta de Galicia

⁶ Agresta S. Coop

⁷ Fundación Cesefor

^{2, 4, 9} Área de Cambio Climático de Ingeniería del Entorno Natural SL

Aspectos clave para la transferencia de la metodología Life Forest CO₂ en la integración de la gestión forestal en los mercados voluntarios de carbono

Masa de Pinus halepensis extremadamente vulnerable a los efectos del cambio climático por su carácter desestructurado, debido principalmente a la ausencia de selvicultura





Entorno de la Sierra del Gigante, en Lorca (Región de Murcia), donde se ha desarrollado parte del trabajo de muestreo por la presencia de áreas gestionadas (izquierda) y no gestionadas (derecha)

GESTIÓN FORESTAL Y SUMIDEROS DE CARBONO

Un simple análisis sobre el estado de los sumideros de carbono en la Unión Europea (UE) nos permite comprobar que el sumidero por excelencia es el Sector del Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y la Silvicultura (UTCUTS o más comúnmente conocido como LULUCF por sus siglas en inglés). En el marco de este sector, las tierras forestales son el principal almacén de carbono en el territorio europeo, lo que plantea la necesidad imperiosa de una estrategia que permita aprovechar, mediante un eficiente manejo, el potencial de sumidero al máximo, apostando simultáneamente por la optimización del sumidero, así como por su conservación y mantenimiento a largo plazo.

Por ello, desde octubre de 2020, la UE cuenta con una serie de Niveles de Referencia Forestal (NRF), definidos para su aplicación en el periodo 2021-2025, que engloban tierras forestales gestionadas que abarcan los bosques existentes con sus ciclos de crecimiento, aprovechamiento y regeneración, y bosques bajo diversos esquemas de protección (EC, 2020). Estos NRF suponen un importante hito para calcular el efecto sumidero de los bosques existentes en cada

Estado Miembro (EM) de la UE, y se definen como una estimación de las emisiones o absorciones netas anuales que se producen como resultado de la gestión forestal dentro del territorio de un EM durante los años que forman parte del período contable, es decir, la base sobre la que se estima el cambio en las emisiones/absorciones.

La definición de estos NRF resulta imprescindible para actualizar la contabilidad en el sector LULUCF, pues la gestión forestal depende de una serie de circunstancias naturales, de la estructura de clases por edad y de prácticas de gestión pasadas y presentes, constituyendo así un conjunto de factores que complican el cálculo de una variación interanual. De este modo, las emisiones y absorciones contabilizables se calculan como diferencia entre los datos reales de cada período y el resultado de multiplicar el número de años de ese período por su correspondiente nivel de referencia.

En España, los NRF para este periodo se cifran en un total de -32.833.000 toneladas de CO₂ equivalente al año, y, por tanto, podrán considerarse absorciones derivadas de la gestión forestal cuando se supere esa cifra anual, hasta un máximo, establecido en el Reglamento 2018/841 (EC, 2018), de un 3,5 % de

las emisiones registradas en el país en su año de referencia o período especificado (para el caso de España es 1990), excluyendo las emisiones y absorciones que proceden de las actividades incluidas en LULUCF, para así garantizar que en este sector se obtiene una “deuda cero” para el periodo 2021-2030.

Desde el proyecto LIFE FOREST CO₂, puesto en marcha en el año 2016 por la Dirección General de Medio Natural de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, en colaboración con Ingeniería del Entorno Natural (IDEN), la Universidad de Córdoba (UCO), Agresta S. Coop. CESEFOR, la Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio de la Xunta de Galicia y el Centre National de la Propriété Forestière (CNPFF), se busca aportar contribuciones que ayuden, en este marco normativo, a fomentar la inclusión de las absorciones generadas en sumideros de carbono del sector LULUCF mediante trabajos de gestión forestal, así como la toma de decisiones al respecto.

Para ello, y como parte del carácter demostrativo del proyecto, se ha desarrollado una metodología para conocer de forma precisa la absorción neta de CO₂ resultado de realizar



trabajos de gestión forestal sostenible en masas de *Pinus hapensis* y *Pinus pinaster* en el ámbito geográfico del proyecto (España y Francia). Este conocimiento ha permitido generar unos modelos sintéticos y simplificados a partir de cálculos detallados obtenidos mediante procedimientos estandarizados por criterios internacionales.

CARACTERÍSTICAS DEL CÁLCULO DE LA METODOLOGÍA LIFE FOREST CO₂

Para que estos cálculos y modelos generados puedan ser considerados a la hora de contabilizar absorciones en el sector LULUCF, deben coincidir en las bases y elementos imprescindibles en los que se estructura la estimación de las emisiones/absorciones en la EU, para que de este modo exista así una coherencia y robustez metodológica en las estimaciones, integrando al mismo tiempo garantías en cuanto a la trazabilidad de la contabilidad de absorciones, que en España queda reflejada en el Registro Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

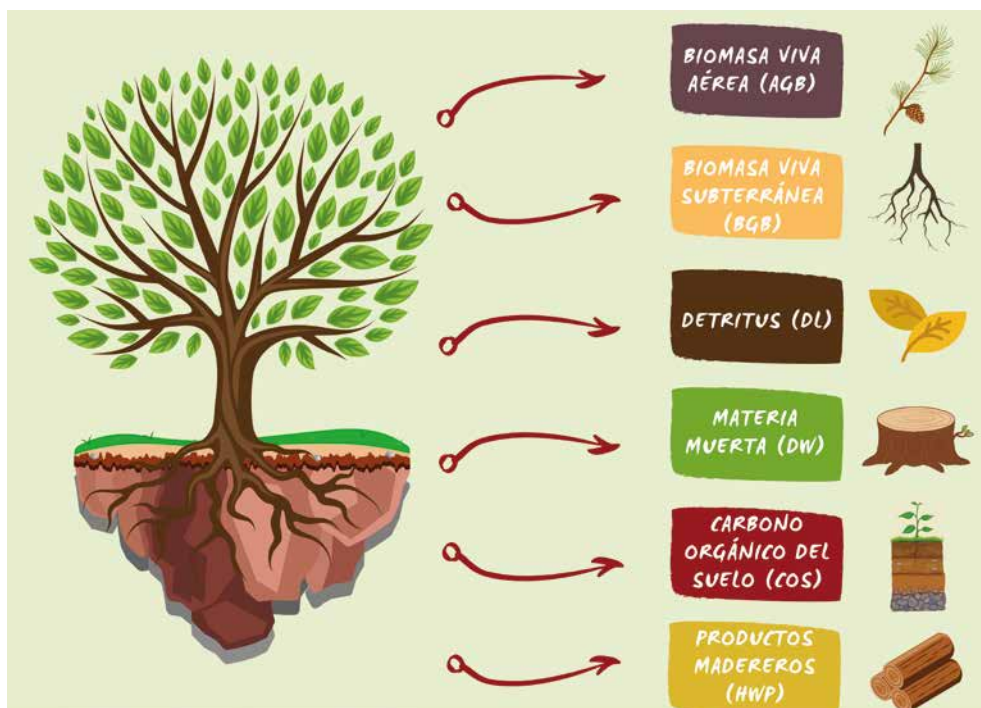


Figura 1. Depósitos de carbono considerados por el protocolo de Kioto

Para ello, el cálculo de las absorciones de CO₂ en sumideros a través de la metodología LIFE FOREST CO₂ (2021) está vertebrado sobre las siguientes características:

Aplicación al uso de suelo forestal

La metodología de cálculo se ha desarrollado considerando en todo momento que las superficies para las

que es aplicable, son superficies de tierra forestal arbolada. Para ello se ha considerado el criterio para la definición de bosque que ofrece el protocolo de Kioto, es decir, que tenga una superficie superior a una hectárea, que tenga más del 20 % de fracción de cabida y los árboles maduros de más de tres metros de altura.

Adicionalmente, para su encuadre en la contabilidad de absorciones, se ha considerado bosques con una edad superior a los 20 años, de modo que las absorciones pertenezcan a la categoría tierras forestales (forest lands) 4A, que permanecen como forestales, descartando así las tierras en transición en las que se encuentran las superficies de suelo que han cambiado de suelo, y en cuyo caso, se mantienen en transición durante 20 años.

Basado en la premisa de adicionalidad

Las tierras forestales ya suponen por sí mismas un sumidero de carbono, por lo que para que las intervenciones de gestión forestal puedan contribuir a generar absorciones, debe demostrarse que dicha actuación supone un incremento neto del sumidero de carbono con respecto a la situación de no intervención. Esto es lo que se conoce como adicionalidad, y se trata de un criterio que permite diferenciar aquellas absorciones que la masa forestal genera de forma natural de aquellas generadas como consecuencia de la intervención antrópica.

Por este motivo, la base metodológica LIFE FOREST CO₂ se ha fundamentado en la comparación del sumidero de carbono en masas no gestionadas y masas forestales gestionadas en un mismo entorno geográfico, de modo que la variable que pudiera explicar las diferencias entre ambos casos fuese la intervención selvícola.

Consideración de todos los depósitos de carbono forestal

La metodología de cálculo de absorciones de CO₂ desarrollada a través del proyecto LIFE FOREST CO₂ ha considerado la variación en la totalidad de depósitos de carbono



Figura 2. Variables para el cálculo simplificado de créditos de CO₂ generados mediante intervención forestal

considerados como almacenes de gases de efecto invernadero que se consideran en el protocolo de Kioto, siendo estos:

Robustez en la toma de datos y la generación de modelos

La aproximación para el planteamiento de la metodología ha sido la del nivel o tier 3, incluyendo en los modelos datos obtenidos mediante métodos de cálculo más complejos y adaptados, junto a datos recogidos a menor escala.

Para una idea aproximada, en masas forestales de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y pino pinaster (*Pinus pinaster*), de la península ibérica se han tomado datos en:

- 243 parcelas del IFN4 localizadas en masas pertenecientes a la Región de Murcia, recolocadas con precisión submétrica para *P. halepensis* y 149 parcelas de campo en masas pertenecientes a Castilla y León para *P. pinaster* para el cálculo de la biomasa aérea y radicular.
- 34 parcelas (8 en Andalucía, 12 en Murcia, 10 en Soria), que incluyen más de 1.500 muestras analizadas de suelo, segregadas por profundidad de muestreo, para calcular la

cantidad de carbono orgánico del suelo (COS).

- 37 parcelas (8 en Andalucía, 19 en Murcia, 10 en Soria), con más de 500 muestras analizadas sobre el almacén de materia muerta y hojarasca del suelo, para analizar el contenido de carbono en la interfaz suelo-atmósfera.

Todos estos datos se han modelizado mediante CO₂-FIX, integrando en los itinerarios selvícolas más comunes en cada entorno todos los depósitos, así como el destino de productos, de modo que se han obtenido valores comparativos en entornos idénticos, en los que la única diferencia entre áreas era la ausencia/presencia de gestión forestal.

Cumplimiento del criterio de evitar doble contabilidad

Para garantizar que las absorciones generadas por las intervenciones de gestión forestal no se contabilizan doblemente, resulta imprescindible que aquellos entornos en los que se aplica la metodología LIFE FOREST CO₂ sean territorios cuya superficie se considere como forestal arbolada desde hace más de 20 años, para garantizar que se trata de una superficie forestal y no como una tierra en transición, y

por tanto las absorciones de CO₂ se puedan considerar como generadas en esta categoría. Adicionalmente, dicha superficie no debe tener contemplada previamente actuaciones de gestión forestal, tanto por motivos económicos de aprovechamientos como por condicionantes económicas, políticas y/o regulatorias. Estos criterios, junto con el mantenimiento y gestión de un sistema de control que garantice la trazabilidad de esas absorciones será clave para garantizar que se cumple con este criterio.

Cálculo a largo plazo

La metodología de cálculo aplicada está basada en una estimación a futuro de las absorciones generadas desde el momento de la intervención selvícola, y abarca hasta 2 turnos completos de gestión, de los cuales, el periodo de permanencia mínimo será 1 turno completo. Por este motivo, en el cálculo se plantean dos tipologías de cálculo:

- Cálculo *ex ante*: previsión inicial, previo al desarrollo del proyecto de gestión, y, por tanto, a que se produzcan las futuras absorciones de CO₂ reales.
- Cálculo *ex post*: cálculo en base a datos reales en un momento determinado del itinerario selvícola tras la ejecución del proyecto.

Simplificación para su aplicación

El cálculo *ex ante* de las absorciones de CO₂ se ha desarrollado utilizando como base la hectárea de gestión forestal. Los balances de carbono se han evaluado en un periodo de 150 años, teniendo en cuenta al menos 2 turnos enteros de gestión, y es dependiente de una serie de variables forestales, ambientales y económicas que el propietario/gestor deberá conocer de forma previa. Dichas variables son:

EL POTENCIAL DE SUMIDERO DE CARBONO, EN CIFRAS

Como resultado de la síntesis de este procedimiento metodológico, se han obtenido tablas parametrizadas que reflejan tanto las absorciones generadas por hectárea de gestión forestal en aquellos casos en los que se conocen todas las variables,

Tabla 1. Resumen de créditos generados a través de proyectos de gestión forestal en masas de *Pinus halepensis* en función de las variables

<i>Pinus halepensis</i>				
Precipitación (mm)	Calidad estación	Productos	Créditos CO ₂ /ha	Media
200	20	Bioenergía	227,77	157,24
		Suelo	181,76	
		Tablero	62,19	
	17	Bioenergía	128,70	74,56
		Suelo	88,73	
		Tablero	6,23	
	14	Bioenergía	91,23	56,17
		Suelo	65,16	
		Tablero	12,14	
	11	Bioenergía	-29,66	-49,65
		Suelo	-43,38	
		Tablero	-75,90	
350	20	Bioenergía	227,19	139,76
		Suelo	146,73	
		Tablero	45,37	
	17	Bioenergía	131,76	68,91
		Suelo	72,84	
		Tablero	2,15	
	14	Bioenergía	92,52	52,06
		Suelo	54,68	
		Tablero	9,01	
	11	Bioenergía	-19,26	-40,74
		Suelo	-36,78	
		Tablero	-66,19	
550	20	Bioenergía	226,42	116,47
		Suelo	100,03	
		Tablero	22,95	
	17	Bioenergía	135,85	61,40
		Suelo	51,66	
		Tablero	-3,30	
	14	Bioenergía	94,23	46,59
		Suelo	40,70	
		Tablero	4,84	
	11	Bioenergía	-5,39	-28,87
		Suelo	-27,98	
		Tablero	-53,24	

como los valores medios, aplicables a los casos en los que existan posibles incertidumbres en el destino final de los productos debida a la variabilidad del mercado. En estas tablas también se consideran aquellos supuestos en los que la gestión forestal supondría una pérdida parcial

del sumidero de carbono, las cuales quedan remarcadas

APLICABILIDAD METODOLÓGICA

Las metodologías y prácticas descritas en las presentes guías técnicas son de aplicación a aquellas masas

Tabla 2. Resumen de créditos generados a través de proyectos de gestión forestal en masas de *Pinus pinaster* en función de las variables

Pinus pinaster					
Calidad estación	Contabiliza bioenergía	Productos	Créditos CO ₂ /ha	Medias	Medias
12	No	100 % tablero 25 años	164,93	173,43	200,49
		50 % tablero 50 % sierra	173,43		
		100 % sierra	181,94		
	50 % de tronco y 50 % ramas	100 % tablero 25 años	223,30	227,55	
		50 % tablero 50 % sierra	227,55		
		100 % sierra	231,81		
15	No	100 % tablero 25 años	93,39	104,85	99,28
		50 % tablero 50 % sierra	104,87		
		100 % sierra	116,31		
	50 % de tronco y 50 % ramas	100 % tablero 25 años	87,96	93,70	
		50 % tablero 50 % sierra	93,68		
		100 % sierra	99,44		
18	No	100 % tablero 25 años	58,59	74,47	64,27
		50 % tablero 50 % sierra	74,47		
		100 % sierra	90,35		
	50 % de tronco y 50 % ramas	100 % tablero 25 años	46,13	54,07	
		50 % tablero 50 % sierra	54,08		
		100 % sierra	62,00		
21	No	100 % tablero 25 años	-6,07	24,56	14,48
		50 % tablero 50 % sierra	29,41		
		100 % sierra	50,34		
	50 % de tronco y 50 % ramas	100 % tablero 25 años	-10,92	4,39	
		50 % tablero 50 % sierra	6,83		
		100 % sierra	17,27		
24	No	100 % tablero 25 años	-44,04	-17,83	27,76
		50 % tablero 50 % sierra	-17,82		
		100 % sierra	8,36		
	50 % de tronco y 50 % ramas	100 % tablero 25 años	60,24	73,35	
		50 % tablero 50 % sierra	73,33		
		100 % sierra	86,46		

forestales que cumplan los siguientes criterios.

- Masas de *Pinus halepensis* y/o *P. pinaster*, en toda su área de distribución geográfica
- Tierras forestales que cumplan con:
 - Fracción de cabida cubierta arbórea (FCC) ≥ 20 %
 - Superficie mínima de una hectárea
 - Altura mínima de los árboles maduros de tres metros
 - Uso forestal desde hace más de 20 años con ausencia de gestión, en las que los créditos se calculen para las primeras cortas de mejora
 - En caso de considerarse como tierras forestadas o reforestadas con cambio en el uso del suelo, que la nueva ocupación forestal esté asentada desde hace 20 años
- Masas de titularidad pública y/o privada
- Masas productivas y/o masas protectoras

GARANTÍAS METODOLÓGICAS

Para aportar garantías en el cálculo de créditos de CO₂ resultantes de actuaciones de gestión forestal, dado el escenario temporal al que las absorciones están proyectadas, se hace imprescindible contar con elementos que doten de contingencia ante posibles desviaciones en los escenarios de absorción previstos.

Los elementos que aporta en este sentido la metodología LIFE FOREST CO₂ son;

- **Inclusión de un plan de carbono en los planes técnicos de gestión**, que deberá incluir tanto las actuaciones a acometer en la masa forestal que permitirán absorber CO₂ atmosférico, como un claro cronograma de puesta en marcha adjunto, que incluya también las fechas clave para ejecutar los trabajos de monitorización, y medidas correctoras en caso de desviación.
- **Integración de un sistema de monitorización y certificación a largo plazo**; será necesario el desarrollo de un programa de monitorización tras la ejecución del proyecto, que abarque una totalidad de 30 años, con un

"Demostradas las bondades de la gestión forestal en cuanto a su contribución para aumentar el potencial de sumidero en el sector LULUCF, se hace imprescindible desde el sector forestal contribuir a este desarrollo metodológico mediante la ampliación de conocimiento en masas forestales de un mayor número de especies, que permitan ampliar el impacto de las lecciones aprendidas a un mayor contexto geográfico"

intervalo de monitorización de 10 años. Se lograrán en total cuatro datos que permitirán revisar los cálculos iniciales, y corregir posibles desviaciones, así como certificar nuevas absorciones generadas con la segunda intervención silvícola.

- **Inclusión de una bolsa de garantía:** se propone una bolsa de garantía de absorciones, con la intención de poner en marcha un sistema que permita "reponer" las absorciones ante posibles desviaciones sobre las estimaciones previstas. La bolsa de garantía estará conformada por el 25% de las absorciones *ex ante* calculadas, un 10% por la probabilidad de eventos externos como plagas o sequías, y un 15 % correspondiente a posibles desviaciones del cálculo inicial. El propietario quedará con el 75 % de los créditos generados a lo largo de los dos turnos.
- **Liberación gradual de créditos:** del total de créditos estimados a generarse en el primer cálculo a largo plazo, que engloba los dos turnos completos, se podrán ceder hasta un máximo del 75 %, de los cuales, el 50% se podrán certificar en las primeras actuaciones, y el 25 % restante, a los 30 años, con una segunda intervención, una vez se ha completado el programa de monitorización y se han revisado los cálculos.

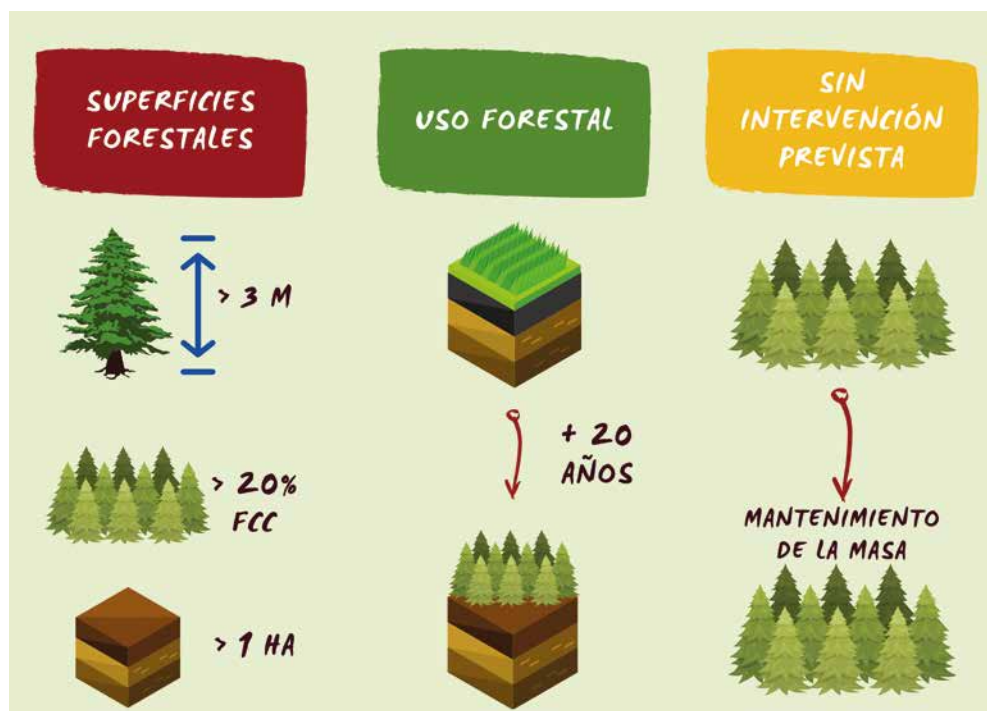


Figura 3. Requisitos para la aplicabilidad de la metodología LIFE FOREST CO₂



Figura 4. Procedimiento para la liberación de créditos al Mercado Voluntario de Carbono en la Metodología LIFE FOREST CO₂

INTEGRACIÓN EN LOS MERCADOS VOLUNTARIOS DE CARBONO

Dada la imperiosa necesidad de contemplar todas las herramientas disponibles para cumplir con los

objetivos con el clima, se hace imprescindible reconocer aquellas metodologías que cumplan con los estándares internacionales, de modo que todos los esfuerzos, tanto del sector forestal como del sector empresarial

