

## CAMBIO EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO DE LA MADERA MUERTA EN LAS TIERRAS EN TRANSICIÓN

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	-
CRF	4A2 a 4F2 DW
NFR	-

### Descripción de los procesos generadores de emisiones/absorciones

Las transiciones de un uso de la tierra a otro implican un cambio (ganancia/pérdida) en el contenido de carbono (C) de la madera muerta (*Dead wood*, DW, en inglés). No obstante, de acuerdo con el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apartado 4.3.2, capítulo 4, volumen 4), se asume que las existencias de C de la madera muerta (y el detritus) en los usos de la tierra no forestales equivalen a cero.

En esta ficha se recoge, por tanto, la metodología aplicada para la estimación de los cambios de existencia de C de la madera muerta, en las tierras en transición a una nueva categoría de uso de la tierra<sup>1</sup>, siendo el uso tierras forestales (*Forest land*, FL, en inglés) el de origen o de destino de la citada transición.

De acuerdo con la Guía IPCC (anexo 4A.1, capítulo 4, volumen 4, Guía IPCC 2006), la madera muerta incluye toda la biomasa maderera no viviente que no está contenida en la hojarasca (detritus), ya sea en pie, tendida en el suelo o enterrada. La madera muerta incluye la madera tendida en la superficie, raíces muertas y cepas de 10 cm de diámetro o más (o del diámetro especificado por el país).

Las pérdidas o ganancias de C se traducen en la emisión o absorción de CO<sub>2</sub> a/desde la atmósfera.

### Contaminantes inventariados

#### Gases de efecto invernadero

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>
✓	NA	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- Notation keys correspondientes al último reporte a UNFCCC

#### Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios			Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes					
NO <sub>x</sub>	NM <sub>VOC</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAH	HCB	PCB	
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- Notation keys correspondientes al último reporte a CLRTAP

### Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
-	4	-	Ficha introductoria al sector Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura
-	4	-	Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF
-	4A2 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras forestales en transición
-	4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras en transición

<sup>1</sup> Para más información puede consultarse la Ficha introductoria al sector Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura.

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
-	4A2/4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 LT	-	Cambio en las existencias de C del detritus en las tierras en transición
-	4A2/4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 SOC	-	Cambio en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición
-	4(III)	-	Mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales
-	4(IV)	-	Lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales
-	4(V)	-	Incendios y quemadas controladas

## Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CO <sub>2</sub>	T1	IPCC 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Apartado 2.3.2.2	<p>El método utilizado para estimar el cambio anual de existencias de C (<i>carbon stock change</i>, CSC, en inglés) de la madera muerta debido a la conversión de un uso de la tierra a otro consiste en calcular la diferencia entre las existencias de C finales, del uso de destino, y las iniciales, del uso de origen, y aplicar este cambio en el año de la conversión (pérdidas de C) o distribuir el cambio uniformemente a lo largo del periodo de transición (ganancias de C).</p> <p>Se supone, por tanto, que el periodo de transición para la madera muerta en las conversiones de FL a otros usos es de 1 año, asignándose la variación de stock a la superficie en transición en el año en que esta se produce ("en el año"<sup>(1)</sup>). Para las transiciones de otros usos a FL, se considera un periodo de transición por defecto para la madera muerta de 20 años, de acuerdo con la Guía IPCC 2006.</p> <p>Los valores de stock de C de la madera muerta para FL se han calculado partiendo de los datos disponibles en el Inventario Forestal Nacional (IFN), considerando únicamente la parte aérea<sup>(2)</sup> (ver Anexo II de esta ficha metodológica).</p> <p>Multiplicando la variación anual de C por hectárea de la madera muerta por la superficie en transición, se obtiene la variación anual, en toneladas de C.</p> <p>Los cambios de existencias de C (que impliquen transferencias a la atmósfera) se convierten en unidades de emisión o absorción de CO<sub>2</sub> multiplicando el valor de CSC obtenido (positivo o negativo dependiendo de si se produce un aumento o una reducción de las existencias de C) por -44/12<sup>(3)</sup>.</p>

### OBSERVACIONES:

<sup>(1)</sup> Cuando la estimación del cambio de existencias de C para el primer año de transición es diferente a la estimación para los 19 años siguientes (teniendo en cuenta que el periodo de transición por defecto establecido por la Guía IPCC 2006 es de 20 años), las superficies en transición de un uso a otro (USO<sub>transición</sub>) se desagregan en dos: la superficie en transición en el año en que esta se produce ("en el año"); y la superficie en transición acumulada de los 19 años siguientes ("19 años siguientes").

<sup>(2)</sup> Aplicando un criterio más conservador, no se han considerado las raíces, al no disponer de valores específicos sobre la relación existente entre la biomasa aérea y subterránea tanto en el caso de árboles muertos como en el de tocones.

<sup>(3)</sup> El cambio de signo (-) se debe a la convención de que los aumentos de existencias de C, es decir los cambios de existencias positivos (+), representan una absorción (o emisión «negativa») desde la atmósfera, mientras que las reducciones en las existencias de C, es decir los cambios de existencias negativos (-), representan una emisión, positiva, a la atmósfera.

## Variable de actividad

Variable	Descripción
Superficie en transición (cifras en hectáreas)	La variable de actividad adoptada para la estimación del cambio de existencias de C de la madera muerta en las tierras en transición es la superficie del uso de la tierra que transita a otro uso de la tierra, entre los años n y n+1.

## Fuentes de información sobre la variable de actividad

Superficie en transición	
Periodo	Fuente
1990-2021	Las superficies de usos de la tierra y cambios de uso de la tierra del sector LULUCF derivan de la serie cartográfica desarrollada entre los años 1970 y 2018 para los fines del Inventario Nacional. A partir del año 2019 se han mantenido todos los cambios de uso de la tierra detectados entre las fechas de referencia 2015 y 2018, mientras no estén disponibles las fuentes de información cartográficas del año 2021.

## Fuente de los factores de emisión/absorción

No procede.

La metodología de estimación de las emisiones/absorciones de CO<sub>2</sub> a/desde la atmósfera asociada al CSC de la madera muerta ha sido descrita en el apartado Descripción metodológica general de esta ficha metodológica.

## Incertidumbres

La incertidumbre de esta actividad se calcula a nivel de CRF (4A2, 4B2, 4C2, 4D2, 4E2 y 4F2) y se recoge en la siguiente tabla:

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO <sub>2</sub>	8	100	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre de referencia asignada de forma cualitativa al CSC (100 %) <sup>(1)</sup>

### OBSERVACIONES:

<sup>(1)</sup> La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa, siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 % a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado). Se ha asumido que los factores de emisión/absorción del sector LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100 %, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (100 % a 300 %). Esta incertidumbre se aplica a la mayor parte de los cambios de existencias de C estimados en los diferentes tipos de transiciones de uso de la tierra.

## Coherencia temporal de la serie

Las series temporales de los usos y cambios de usos de la tierra del sector se consideran, en general, temporalmente homogéneas dado que la serie cartográfica entre los años 1970 y 2018 se ha desarrollado en el marco de un proyecto cartográfico específico que integra la mejor información disponible de cada fuente cartográfica para la creación de una serie cartográfica completa y coherente<sup>2</sup>.

Además, la serie temporal se considera temporalmente homogénea dado que se utilizan los mismos valores de existencias de C de la madera muerta y la misma metodología de estimación de cambio de existencias de C en toda la serie temporal.

## Observaciones

No procede.

## Criterio para la distribución espacial de las emisiones/absorciones

Las emisiones/absorciones se distribuyen de acuerdo con los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra en los que tienen lugar a nivel provincial.

## Juicio de experto asociado

No procede.

## Fecha de actualización

Mayo 2023.

<sup>2</sup> Para más información puede consultarse la Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF.

## ANEXO I

### Datos de la variable de actividad

Superficie de usos de la tierra y cambios de uso de la tierra (cifras en hectáreas)									
Uso	Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
<b>FL transición</b>		2.305.912	2.457.835	2.609.757	2.867.770	2.679.168	2.089.368	1.736.520	1.644.733
CL → FL		681.151	708.993	736.835	688.943	696.657	559.101	522.325	530.116
GL → FL		1.624.675	1.748.485	1.872.294	2.174.427	1.973.813	1.520.406	1.204.142	1.105.224
WL → FL		18	24	30	39	120	112	102	99
SL → FL		67	326	585	4.348	8.436	9.577	9.555	8.850
OL → FL		1	7	13	13	142	172	397	443
<b>CL transición</b>		145.092	169.584	194.076	213.921	194.872	141.814	97.709	89.817
FL → CL		145.092	169.584	194.076	213.921	194.872	141.814	97.709	89.817
<b>19 años siguientes</b>		133.184	157.676	182.168	202.942	194.619	139.822	94.622	86.730
en el año		11.908	11.908	11.908	10.979	254	1.992	3.087	3.087
<b>GL transición</b>		35.208	39.506	43.805	37.835	29.844	18.551	7.299	7.101
FL → GL		35.208	39.506	43.805	37.835	29.844	18.551	7.299	7.101
<b>19 años siguientes</b>		32.631	36.929	41.227	37.312	29.750	18.084	6.972	6.775
en el año		2.577	2.577	2.577	524	95	468	327	327
<b>WL transición</b>		13.147	12.734	12.321	11.007	11.118	9.600	6.706	6.307
FL → WL		13.147	12.734	12.321	11.007	11.118	9.600	6.706	6.307
<b>19 años siguientes</b>		12.568	12.155	11.742	10.608	10.724	9.404	6.706	6.307
en el año		579	579	579	399	394	197	-	-
<b>SL transición</b>		29.869	30.089	30.309	34.972	46.696	49.734	62.160	63.757
FL → SL		29.869	30.089	30.309	34.972	46.696	49.734	62.160	63.757
<b>19 años siguientes</b>		28.334	28.554	28.774	32.548	44.083	47.905	58.140	59.737
en el año		1.535	1.535	1.535	2.424	2.613	1.830	4.020	4.020
<b>OL transición</b>		42	64	85	195	206	175	152	129
FL → OL		42	64	85	195	206	175	152	129
<b>19 años siguientes</b>		36	58	79	171	205	175	150	128
en el año		6	6	6	24	0	-	2	2

Nota: El guion (-) sustituye al cero.

## ANEXO II

### Datos de factores de emisión/absorción

La tabla siguiente recoge el valor nacional de las existencias de C de la madera muerta del uso de la tierra FL (asumiendo un valor de 0 en el resto de usos no forestales) y las variaciones anuales en las conversiones con FL como uso de origen o destino.

Cambio en las existencias de C de la madera muerta en las transiciones a FL o desde FL				
Madera muerta Conversión	Valor inicial <sup>(1)</sup> (t C/ha)	Valor final <sup>(1)</sup> (t C/ha)	Periodo de transición <sup>(2)</sup> (año)	Variación anual <sup>(3)</sup> (t C/ha)
Conversión a FL	0,00	1,07	20	0,05
Conversión desde FL	1,07	0,00	1	-1,07

OBSERVACIONES:

<sup>(1)</sup>: El valor para el uso FL se ha calculado para España, de acuerdo con la metodología descrita en este Anexo II. Para los usos distintos de FL, se asume un valor de 0 (ver volumen 4 de la Guía IPCC 2006: apartado 5.2.2.1. del capítulo 5 para CL; apartado 6.2.2.1. del capítulo 6 para GL; apartado 2.3.2.2 del capítulo 2 para WL y SL; y apartado 9.3.2. del capítulo 9 para OL).

<sup>(2)</sup>: El periodo de transición por defecto de la Guía IPCC 2006 adoptados en los cambios de stock de C de la materia orgánica muerta (madera muerta y detritus) es de 20 años, para las transiciones que implican ganancia de C, y de 1 año en el caso de producirse pérdidas de C.

<sup>(3)</sup>: La variación anual es la diferencia entre el valor final y el valor inicial dividido entre el periodo de transición que corresponda. El valor positivo representa aumento de C almacenado (absorción) y el valor negativo significa descenso del mismo (emisión).

A continuación, se describe la metodología empleada para estimar el contenido de C de la madera muerta en tierras forestales con bosques estables.

#### Descripción metodológica general

Para la estimación del contenido en C almacenado en la madera muerta (DW) se han utilizado datos de 27.567<sup>3</sup> parcelas de dos ciclos del Inventario Forestal Nacional (IFN), para bosque con FCC  $\geq 20\%$ , en donde se ha muestreado la madera muerta. Se han utilizado datos provinciales tanto del IFN3 como del IFN4 puesto que no se disponen datos de DW para todo el territorio nacional ya que el IFN4 no está finalizado y en el IFN3 no se tomaron datos de DW en todas las comunidades autónomas<sup>4</sup>.

En la toma de datos del IFN se identifican en cada parcela las categorías de madera muerta siguientes, diferenciando por especie y grado de descomposición:

1. Pies mayores muertos en pie ( $dn \geq 7,5$  cm)
2. Pies mayores muertos caídos (diámetro a 1,3 m de longitud medido desde la base del fuste, mayor de 7,5 cm)
3. Pies menores muertos en pie ( $2,5 \leq dn \leq 7,5$  y  $h \geq 1,3$  m)
4. Pies menores muertos caídos ( $2,5 \leq$  diámetro a 1,3 m de longitud medido desde la base del fuste  $\leq 7,5$  cm y  $l \geq 1,30$  m)
5. Ramas y leñas gruesas (diámetro medio  $\geq 7,5$  cm y  $l \geq 0,3$  m)
6. Tocones (diámetro medio  $\geq 7,5$  cm y  $h \leq 1,3$  m)
7. Tocones de brotes de cepa (tocones procedentes de una cepa totalmente muerta y con diámetro medio de esta mayor o igual a 7,5 cm y altura máxima de 1,3 m), y
8. Acumulaciones (con diámetro a la mitad de su longitud del tronco o troza media superior o igual a 7,5 cm)<sup>5</sup>

Se toman las dimensiones de la madera muerta procedente tanto de especies arbóreas como de matorral, siempre y cuando cumpla los criterios de dimensiones descritos (“dn” es el diámetro medido a una altura “h” = 1,30 m; “l” es la longitud del fuste caído o de las ramas).

Los grados de descomposición (GD) de la madera muerta que se identifican en el IFN son los propuestos por Hunter (1990), y se añade una categoría nueva (6):

- GD 1: Corteza intacta, presencia de pequeñas ramillas (menores de 3 cm), textura de la madera intacta. En el caso de árboles muertos en pie, tronco arraigado con firmeza.
- GD 2: Corteza intacta, sin presencia de pequeñas ramillas. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que puede moverse ligeramente.
- GD 3: Rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que se puede desarraigar.

<sup>3</sup> Incluyendo las parcelas con valor DW igual a 0.

<sup>4</sup> En las parcelas del IFN en las que no se tomaron datos de DW, este depósito ha sido calculado a partir de los datos de madera viva.

<sup>5</sup> Se incluye la madera muerta de acumulaciones y tocones procedentes de brotes de cepa medidos en las parcelas.

- GD 4: Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos.
- GD 5: Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura pulverulenta.
- GD 6<sup>6</sup>: Madera verde, cuando acaban de realizarse las cortas o podas y la madera está cortada pero aún no ha comenzado a descomponerse.

Por lo tanto, en las provincias muestreadas se conocen los datos de madera muerta por parcela según especies, categorías de madera muerta y grados de descomposición (ver Alberdi *et al.*, 2012)<sup>7</sup>.

Se ha considerado, adicionalmente, la clasificación realizada por el entonces Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) de las parcelas del IFN en las formaciones arboladas establecidas para el Mapa Forestal Español.

### Cubicación y transformación del volumen a peso en carbono

En primer lugar, se cubicó la madera muerta por parcela<sup>8</sup> de las distintas tipologías para cada una de las especies, con base en las distintas tipologías de madera muerta, con; las ecuaciones de cubicación provinciales determinadas por el IFN para el caso de los árboles en pie (muertos o caídos); y con fórmulas geométricas (Hubert o Smalian) para el resto de las tipologías. Para el caso de los árboles menores, se supuso una forma del fuste cónica.

Los volúmenes, en m<sup>3</sup>/ha, se transformaron a biomasa aérea<sup>9</sup>, en t m.s./ha, mediante los valores por defecto de densidad básica de la madera por especie (D) (cuadros 4.14, cap. 4, vol. 4, Guía IPCC 2006 y 3A.1.9-1, anexo 3A.1, GPG-LULUCF 2003 de IPCC).

A estos valores por defecto de la densidad se les aplicó un factor de reducción (fr), dependiente de los grados de descomposición de la madera. Para establecer el citado factor de reducción, se utilizaron las 3 clases de densidad de la madera del apartado 4.3.3.5.3 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC y muestreada mediante el método del machete (*machete test*, en inglés). Así, según el corte en el tronco o rama con un machete, se definen 3 clases de densidad: *sound* o sano, *intermediate* o intermedio y *rotten* o podrido. Desde el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) se propuso la siguiente correspondencia con los grados de descomposición establecidos:

- GD 1, 6: Sano (*Sound*)
- GD 2, 3: Intermedio (*Intermediate*)
- GD 4, 5: Podrido (*Rotten*)

Por tanto, en el cálculo de biomasa de la madera en descomposición, la densidad de la especie se multiplicó por un factor de reducción (fr) de la densidad asignado a cada clase. En ausencia de valores propios para estos factores, se aplican los siguientes valores por defecto (UNFCCC; A/R MDL<sup>10</sup>):

#### Factor de reducción (fr) para estimar el peso de C en función de los niveles de decaimiento (GD) de la madera muerta (DW)

	Clase de densidad					
	Sano ( <i>Sound</i> )		Intermedio ( <i>Intermediate</i> )		Podrido ( <i>Rotten</i> )	
Factor de reducción (fr)	1.00		0.80		0.45	
Grado de descomposición (GD)	1	6	2	3	4	5

Por último, se consideró que la mitad del peso de la biomasa se correspondía con el peso de C<sup>11</sup> y se obtuvo el contenido medio de C, en t C/ha, de las distintas formaciones arboladas de cada provincia, promediando el contenido total de C de todas las parcelas de cada provincia.

Las ecuaciones utilizadas para las estimaciones de la biomasa y del C son las siguientes:

$$B_d = V_{cc} \times D \times fr$$

$$C_d = B_d \times 0,5$$

<sup>6</sup> Para armonizar los GD, en el caso del GD 6, se asimiló al GD 1.

<sup>7</sup> Alberdi I., Hernández L., Saura S., Barrera M., Gil P., Condés S., Cantero A., Sandoval V.J., Vallejo R., Cañellas I. (2012). *Estimación de la biodiversidad en el País Vasco*. Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

<sup>8</sup> Para las parcelas del IFN en las que se disponen de datos reales (medidos) de DW, se ha aplicado la relación de madera viva y muerta de la parcela calculada para cada formación, en lugar del valor medio de DW calculado para cada formación, por considerarse más ajustado a la realidad.

<sup>9</sup> Aplicando un criterio más conservador, no se han considerado las raíces, al no disponer de valores específicos sobre la relación existente entre la biomasa aérea y subterránea tanto en el caso de árboles muertos como en el de tocones.

<sup>10</sup> Metodologías del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL -*Clean Development Mechanism* (CDM), en inglés), para la actividad Forestación/Reforestación del Protocolo de Kioto (*Afforestation/Reforestation* (A/R), en inglés) de la UNFCCC.

<sup>11</sup> De acuerdo con la Guía IPCC 2006, la cantidad de C se obtiene como resultado de multiplicar la cantidad de biomasa en el componente respectivo por la fracción de carbono aplicable, generalmente el 50 % (anexo 4A.1, cap. 4, vol. 4).

donde:

- $B_d$ : peso en biomasa considerando el grado de descomposición de la madera muerta (t m.s./ha).  
 $D$ : densidad básica de la madera (t m.s./m<sup>3</sup>).  
 $fr$ : factor de reducción de la biomasa debido al grado de descomposición de la madera (adimensional).  
 $V_{cc}$ : volumen de madera con corteza (m<sup>3</sup>/ha).  
 $C_d$ : peso en C considerando el grado de descomposición de la madera (t C/ha).

Una vez estimado el contenido de C por hectárea de las distintas formaciones arboladas de cada provincia muestreada, se obtuvo el C total de cada provincia, multiplicado el contenido de C estimado por la superficie, en hectáreas, de las distintas formaciones.

Debido a que no se disponían de datos de madera muerta en todas las provincias ni en todas las formaciones arboladas, se realizó una extrapolación del contenido en C según el siguiente procedimiento:

1. Obtener las superficies (ha) de cada formación en cada una de las provincias (FCC  $\geq$  20 %)
2. En cada provincia, seleccionar las formaciones que tienen parcelas que han sido muestreadas.
3. Ponderar el C reducido (t C/ha) a nivel nacional de las formaciones que tengan parcelas muestreadas (parcelas seleccionadas en (2) con superficies de (1)).
4. Multiplicar las medias ponderadas de cada formación obtenidas en (3) por la superficie de las formaciones en las que no se muestreó la madera muerta obteniendo, de esta manera, el C a nivel provincial (t C).
5. Para cada formación, sumar el contenido en C en cada provincia obteniendo, así el contenido en C a nivel nacional.

## Resultados

### Valores provinciales de biomasa y carbono por hectárea (cifras en t m.s./ha y t C/ha, respectivamente)

Provincia	Biomasa estimada (t m.s./ha)	Carbono estimado (t C/ha)	Provincia	Biomasa estimada (t m.s./ha)	Carbono estimado (t C/ha)
Álava	2,96	1,45	Rioja (La)	3,34	1,64
Albacete	1,82	0,91	Lugo	3,77	1,85
Alicante	0,61	0,30	Madrid	1,80	0,89
Almería	0,88	0,44	Málaga	1,41	0,69
Ávila	2,91	1,46	Murcia	0,99	0,49
Badajoz	0,96	0,46	Navarra	3,21	1,58
Baleares (Illes)	1,80	0,89	Ourense	3,01	1,49
Barcelona	3,40	1,69	Asturias	4,03	1,97
Burgos	3,13	1,55	Palencia	2,72	1,33
Cáceres	1,20	0,59	Palmas (Las)	1,11	0,53
Cádiz	1,58	0,76	Pontevedra	3,47	1,71
Castellón	0,83	0,41	Salamanca	1,22	0,60
Ciudad Real	1,42	0,71	Santa Cruz de Tenerife	1,70	0,83
Córdoba	0,56	0,27	Cantabria	3,90	1,89
Coruña (A)	3,41	1,67	Segovia	3,47	1,76
Cuenca	2,05	1,03	Sevilla	0,63	0,30
Girona	5,17	2,53	Soria	3,21	1,61
Granada	1,23	0,61	Tarragona	2,58	1,28
Guadalajara	1,90	0,95	Teruel	2,06	1,03
Guipúzcoa	4,98	2,45	Toledo	1,60	0,79
Huelva	0,84	0,41	Valencia	0,60	0,30
Huesca	2,23	1,12	Valladolid	2,39	1,20
Jaén	1,24	0,62	Vizcaya	3,55	1,75
León	2,40	1,18	Zamora	1,89	0,93
Lleida	2,72	1,36	Zaragoza	1,95	0,97

Los contenidos medios por hectárea de biomasa y carbono de la madera muerta en bosques estables a nivel nacional son 2,17 t m.s./ha y 1,07 t C/ha, respectivamente.

## ANEXO III

### Cálculo de emisiones/absorciones

El producto de la variación anual de C, en t C/ha, por la superficie que transita, en hectáreas, es la variación anual de C de la madera muerta en cada transición, en t C. Esta cifra se convierte en emisión/absorción de CO<sub>2</sub> multiplicándola por -44/12.

A continuación, se presenta un ejemplo para la transición de Pastizales a Tierras forestales (GL → FL) en el año 1990:

$$\text{Emisiones/absorciones de CO}_2(\text{kt}) = 1.624.675(\text{ha}) \times \left(\frac{1,07 - 0}{20}\right) \times 10^{-3}(\text{kt C/ha}) \times \left(-\frac{44}{12}\right) = -318,71 \text{ kt CO}_2$$

Ficha Técnica

## ANEXO IV

### Emisiones/absorciones

#### Emisiones (+) y absorciones (-) de CO<sub>2</sub> de la madera muerta en las tierras en transición (cifras en kt CO<sub>2</sub>)

Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
<b>FL transición</b>	-452,34	-482,15	-511,95	-562,56	-525,56	-409,86	-340,65	-322,64
CL → FL	-133,62	-139,08	-144,54	-135,15	-136,66	-109,68	-102,46	-103,99
GL → FL	-318,71	-342,99	-367,28	-426,55	-387,20	-298,25	-236,21	-216,81
WL → FL	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
SL → FL	-0,01	-0,06	-0,11	-0,85	-1,65	-1,88	-1,87	-1,74
OL → FL	0,00	0,00	0,00	0	-0,03	-0,03	-0,08	-0,09
<b>CL transición</b>	46,72	46,72	46,72	43,07	0,99	7,81	12,11	12,11
FL → CL	46,72	46,72	46,72	43,07	0,99	7,81	12,11	12,11
<b>19 años siguientes</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
en el año	46,72	46,72	46,72	43,07	0,99	7,81	12,11	12,11
<b>GL transición</b>	10,11	10,11	10,11	2,05	0,37	1,84	1,28	1,28
FL → GL	10,11	10,11	10,11	2,05	0,37	1,84	1,28	1,28
<b>19 años siguientes</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
en el año	10,11	10,11	10,11	2,05	0,37	1,84	1,28	1,28
<b>WL transición</b>	2,27	2,27	2,27	1,56	1,54	0,77	-	-
FL → WL	2,27	2,27	2,27	1,56	1,54	0,77	-	-
<b>19 años siguientes</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
en el año	2,27	2,27	2,27	1,56	1,54	0,77	-	-
<b>SL transición</b>	6,02	6,02	6,02	9,51	10,25	7,18	15,77	15,77
FL → SL	6,02	6,02	6,02	9,51	10,25	7,18	15,77	15,77
<b>19 años siguientes</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
en el año	6,02	6,02	6,02	9,51	10,25	7,18	15,77	15,77
<b>OL transición</b>	0,02	0,02	0,02	0,09	0,00	-	0,01	0,01
FL → OL	0,02	0,02	0,02	0,09	0,00	-	0,01	0,01
<b>19 años siguientes</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
en el año	0,02	0,02	0,02	0,09	0,00	-	0,01	0,01

Nota: El guion (-) sustituye al cero.