

## CAMBIO EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO EN LOS PRODUCTOS MADEREROS

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	-
CRF	4G
NFR	-

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

La consideración de los productos madereros o productos de madera recolectada (*harvested wood products*, HWP, en inglés) como un depósito independiente al resto de depósitos de C del sector LULUCF (biomasa viva, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo) se produce en la Guía IPCC 2006<sup>1</sup>, que incluye, en un capítulo específico del texto principal (el capítulo 12), la descripción de métodos alternativos para estimar y declarar el cambio en las existencias de C de los HWP.

Se considera que el C almacenado en el depósito de la biomasa aérea (*above-ground biomass*, AGB, en inglés) de las especies con aprovechamiento maderero no se vierte a la atmósfera en el momento de la tala (oxidación instantánea (*instantaneous oxidation*, IO, en inglés)) sino que se transfiere al depósito de HWP en uso, constituido por todo el material de la madera (incluida la corteza) que se extrae de los lugares de tala.

En esta ficha se recoge, por tanto, la metodología aplicada por España en el Inventario Nacional de Emisiones para la estimación de los cambios en las existencias de C (*carbon stock change*, CSC, en inglés) del depósito HWP en uso, formado por los tres tipos de productos madereros siguientes, denominados genéricamente como productos semifinalizados (cuyas definiciones figuran en la página web de FAOSTAT<sup>2</sup>):

- madera aserrada (*sawnwood*, en inglés);
- tableros a base de madera (*wood-based panels*, en inglés); y
- papel y cartón (*paper and paperboard*, en inglés).

La cantidad de material de madera que deja de estar en uso se calcula con una función de descomposición de primer orden (*first-order decay function*, FOD, en inglés), cuya tasa de descomposición es función de la vida media del producto, expresada en años (reflejada en el Anejo II de esta ficha). Esta metodología de estimación aparece descrita en la Guía Suplementaria KP 2013 (apartado 2.8) y es coherente con la recogida en la Guía IPCC 2006 (cap. 12, vol. 4), permitiendo cumplir con los compromisos establecido por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Una vez los productos semifinalizados dejan de estar en uso, se descartan y depositan en vertederos (*solid waste disposal sites*, SWDS, en inglés)<sup>3</sup>.



Fuente: Sebastian Rüter. JRC technical workshop on LULUCF reporting, Arona, Italy. May 2015.

Las pérdidas o ganancias de C estimadas del depósito de los HWP en uso se traducen en la emisión o la absorción de CO<sub>2</sub> a/desde la atmósfera.

En el Inventario Nacional de Emisiones, la citada estimación se realiza para los productos madereros obtenidos de los bosques nacionales.

<sup>1</sup> Para más información acerca de la Guía IPCC 2006, puede consultarse la Ficha introductoria al sector Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura.

<sup>2</sup> <https://www.fao.org/forestry/35789-0902b3c041384fd87f2451da2bb9237.pdf>

<sup>3</sup> La madera quemada con fines energéticos se contabiliza en el sector Energía.

## Contaminantes inventariados

### Gases de efecto invernadero

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	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 selvicultura
-	4A1 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras forestales que permanecen como tales
-	4A2 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras forestales en transición

## Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CO <sub>2</sub>	T2	Guía Suplementaria KP 2013 Capítulo 2 Apartado 2.8	<p>La estimación de las emisiones/absorciones asociadas al cambio de las existencias de C de los HWP cuenta con las siguientes fases:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estimación de la contribución anual de la materia prima procedente de cosecha propia para cada uno de los productos semifinalizados (ecuaciones 2.8.1 y 2.8.2 de la Guía Suplementaria KP 2013).</li> <li>2. Estimación de las cantidades anuales de HWP producidas por cosecha propia (ecuación 2.8.4 de la Guía Suplementaria KP 2013).</li> <li>3. Estimación de las existencias de C y del cambio anual de las existencias de C en el depósito HWP, mediante una función de descomposición de primer orden (FOD, ecuación 2.8.5 de la Guía Suplementaria KP 2013), comenzando en el año 1900.</li> </ol> <p>A los efectos de la declaración, los cambios en las existencias de C (que impliquen transferencias a la atmósfera) se pueden convertir en unidades de emisión de CO<sub>2</sub> multiplicándolas por -44/12.</p>

## Variable de actividad

Variable	Descripción
Producción, importación y exportación de los productos semifinalizados	Las variables de actividad adoptadas para la estimación del CSC del depósito HWP son la producción, importación y exportación de los productos semifinalizados citados: madera aserrada; tableros a base de madera; y papel y cartón; expresados en m <sup>3</sup> de volumen sólido, salvo papel y cartón, en toneladas métricas.
Producción, importación y exportación de madera en rollo y pulpa	La metodología de estimación precisa los datos de: madera en rollo ( <i>industrial roundwood</i> , en inglés) y pulpa ( <i>wood pulp</i> , en inglés), expresadas en m <sup>3</sup> de volumen sólido sin corteza y toneladas métricas de peso seco al aire (es decir, con un 10 % de humedad), respectivamente.

OBSERVACIONES:  
En el Anexo I de la presente ficha se reflejan los parámetros de conversión de unidades de producto en C, densidad y fracción de carbono empleados, de la Guía Suplementaria KP 2013 (tabla 2.8.1).

## Fuentes de información sobre la variable de actividad

Producción, importación y exportación de los productos semifinalizados (madera aserrada; tableros a base de madera; y papel y cartón), de la madera en rollo y de la pulpa	
Periodo	Fuente
1900-1960	Los datos de la variable de actividad previos al año 1961 se han calculado como media de los 5 primeros años con datos disponibles (1961-1965) y se han considerado como constantes para el periodo, siguiendo la Guía Suplementaria KP 2013 (ecuación 2.8.6).
1961-2021	Los datos de la variable de actividad están disponibles en la página web de FAOSTAT ( <a href="http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO">http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO</a> ).

## Fuente de los factores de emisión/absorción

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
CO <sub>2</sub>	1990-2021	D	Guía Suplementaria KP 2013 Capítulo 2 Apartado 2.8.3	Las emisiones/absorciones asociadas a los cambios en las existencias de C de los HWP dependen de la constante de descomposición k, de la función de descomposición de primer orden, que se calcula a partir de la vida media de cada producto semifinalizado en el depósito de los HWP. Los valores de vida media empleados en la estimación son los valores por defecto del cuadro 2.8.2 de la Guía Suplementaria IPCC 2013, que se incluyen en el Anexo II de esta ficha metodológica.

Observaciones: D: por defecto (del inglés "Default"); CS: específico del país (del inglés "Country Specific"); OTH: otros (del inglés "Other"); M: modelo (del inglés "Model").

## Incertidumbres

La incertidumbre de esta actividad se calcula a nivel de CRF 4G y es la recogida en la siguiente tabla:

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO <sub>2</sub>	30	50	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asociada a la variable de actividad de los HWP, combinación de la incertidumbre de la fuente de datos (FAOSTAT) y de la incertidumbre de los valores por defecto de densidad y de la fracción de carbono (cuadro 12.6, cap. 12, vol. 4, Guía IPCC 2006), lo que genera una incertidumbre de en torno al 30 %. <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asociada al CSC de los HWP, 50 %, de acuerdo con la información recogida en la Guía IPCC 2006 (cuadro 12.6, cap. 12, vol. 4).

## Coherencia temporal de la serie

La serie temporal se considera temporalmente homogénea dado que los valores adoptados por la variable de actividad proceden de la misma fuente de información para toda la serie temporal y se utiliza, para los años en los que no está disponible (1900-1960), un procedimiento acorde con la Guía Suplementaria IPCC 2013. Además, la metodología empleada para la estimación de las emisiones/absorciones de toda la serie temporal es la misma y se corresponde con la recogida en la citada Guía.

## Observaciones

No procede.

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

Las emisiones/absorciones estimadas se calculan a nivel estatal y se distribuyen provincialmente en función de la población de cada provincia española.

## Juicio de experto asociado

No procede.

## Fecha de actualización

Abril de 2023.

## ANEXO I

### Datos de la variable de actividad

Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015
<b>Producto</b>						
<b>Madera aserrada (m<sup>3</sup> de volumen sólido)</b>						
Producción	3.267.000	3.262.000	3.760.000	3.660.000	2.038.294	1.690.548
Importación	1.932.600	1.839.000	3.164.651	3.391.000	1.324.400	1.017.767
Exportación	130.500	53.000	128.290	96.000	150.843	200.181
<b>Tableros a base de madera (m<sup>3</sup> de volumen sólido)</b>						
Producción	2.361.000	2.673.000	4.598.000	4.978.000	3.072.787	3.860.433
Importación	354.800	507.700	1.072.396	1.450.000	942.242	1.081.608
Exportación	268.600	533.000	1.011.951	1.433.000	1.981.499	2.025.509
<b>Papel y cartón (toneladas métricas)</b>						
Producción	3.446.000	3.684.000	4.765.000	5.697.000	6.193.200	6.195.200
Importación	1.421.100	2.183.600	3.475.509	3.746.000	3.180.828	3.074.213
Exportación	516.900	683.800	1.478.965	2.211.000	2.952.012	2.750.836
<b>Madera en rollo (m<sup>3</sup> de volumen sólido sin corteza)</b>						
Producción	13.790.000	12.997.000	12.721.000	13.351.000	10.969.399	12.904.619
Importación	2.483.224	2.192.000	3.771.000	3.640.000	1.839.255	750.952
Exportación	105.677	470.000	285.000	203.000	1.332.009	1.895.616
<b>Pulpa (toneladas métricas de peso secado al aire)</b>						
Producción	1.592.000	1.602.000	1.750.000	2.039.000	1.873.900	1.640.900
Importación	430.100	521.100	669.227	880.619	1.184.796	1.125.716
Exportación	513.900	643.100	809.494	939.297	896.554	665.814

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021 <sup>4</sup>
<b>Producto</b>						
<b>Madera aserrada (m<sup>3</sup> de volumen sólido)</b>						
Producción	2.138.046	2.763.241	2.991.414	2.975.832	2.790.000	2.790.000
Importación	1.106.904	1.121.408	1.309.505	1.129.751	983.712	983.712
Exportación	220.483	279.857	283.241	244.921	261.570	261.570
<b>Tableros a base de madera (m<sup>3</sup> de volumen sólido)</b>						
Producción	3.762.916	4.059.643	4.145.708	4.094.929	3.727.038	3.727.038
Importación	974.171	1.004.130	1.084.518	1.057.016	1.001.865	1.001.865
Exportación	1.847.037	1.992.959	1.970.293	1.942.381	1.786.668	1.786.668
<b>Papel y cartón (toneladas métricas)</b>						
Producción	6.218.500	6.217.800	6.157.000	6.436.589	6.296.675	6.296.675
Importación	3.129.704	3.138.628	3.261.666	2.933.450	2.733.713	2.733.713
Exportación	2.688.337	2.609.712	2.493.956	2.610.237	2.519.613	2.519.613
<b>Madera en rollo (m<sup>3</sup> de volumen sólido sin corteza)</b>						
Producción	13.324.989	14.642.343	15.457.140	15.404.728	15.356.347	15.356.347
Importación	599.147	583.974	637.608	666.541	764.337	764.337
Exportación	1.977.897	1.403.576	1.578.723	1.947.264	1.929.754	1.929.754
<b>Pulpa (toneladas métricas de peso secado al aire)</b>						
Producción	1.700.100	1.759.500	1.759.000	1.516.201	1.425.083	1.425.083
Importación	1.127.550	1.088.303	1.095.874	1.053.864	1.046.749	1.046.749
Exportación	907.408	967.441	934.530	932.991	929.314	929.314

Valores por defecto de los parámetros de conversión			
Producto Parámetro	Madera aserrada	Tableros a base de madera	Papel y cartón
Densidad	0,458 Mg/m <sup>3</sup>	0,595 Mg/m <sup>3</sup>	0,9 Mg/Mg
Fracción de carbono	0,5 t C/t d.m.	0,454 t C/t d.m.	-
Factor de carbono	0,229 Mg C/m <sup>3</sup>	0,269 Mg C/m <sup>3</sup>	0,386 Mg C/Mg

<sup>4</sup> Los datos del año 2021 son una réplica de los datos del año 2020.

## ANEXO II

### Datos de factores de emisión/absorción

Producto	Valores por defecto de la vida media (cifras en años)		
	Madera aserrada	Tableros a base de madera	Papel y cartón
Vida media	35	25	2

Ficha Técnica

## ANEXO III

### Cálculo de emisiones/absorciones

Tal y como se ha mencionado con anterioridad en la presente ficha, la estimación de las emisiones/absorciones asociadas al cambio de las existencias de C de HWP cuenta con las siguientes fases:

1. Estimación de la contribución anual de la materia prima procedente de cosecha propia para cada uno de los productos semifinalizados, mediante las ecuaciones 2.8.1 y 2.8.2 de la Guía Suplementaria KP 2013.

$$f_{IRW}(i) = \frac{IRW_P(i) - IRW_{EX}(i)}{IRW_P(i) + IRW_{IMP}(i) - IRW_{EX}(i)}$$

$$f_{PULP}(i) = \frac{PULP_P(i) - PULP_{EX}(i)}{PULP_P(i) + PULP_{IMP}(i) - PULP_{EX}(i)}$$

Donde,

$f_{IRW}(i)$ : contribución de madera en rollo (*industrial roundwood*, en inglés) a la producción nacional de HWP procedente de cosecha propia en el año  $i$ .

$IRW_P(i)$ ,  $IRW_{IMP}(i)$  y  $IRW_{EX}(i)$ : producción, importación y exportación de la madera en rollo en el año  $i$ , en Gg C/año.

$f_{PULP}(i)$ : contribución de pulpa (*pulp*, en inglés) a la producción nacional de HWP procedente de cosecha propia en el año  $i$ .

$PULP_P(i)$ ,  $PULP_{IMP}(i)$  y  $PULP_{EX}(i)$ : producción, importación y exportación de pulpa en el año  $i$ , en Gg C/año.

El factor  $f_{IRW}(i)$  se aplica a la madera aserrada y los tableros a base de madera; mientras al papel y al cartón se le aplican ambos factores,  $f_{IRW}(i)$  y  $f_{PULP}(i)$ , para excluir tanto la pulpa de madera producida con madera en rollo importada como el papel producido con pulpa de madera importada.

2. Estimación de las cantidades anuales de HWP producidas por cosecha propia, mediante la ecuación 2.8.4 de la Guía Suplementaria KP 2013, en la que se descarta el factor  $f_j(i)$ , que representa la contribución de la materia prima para la producción de una categoría particular de HWP creada por bosques propios en el año  $i$  bajo cada actividad del Protocolo de Kioto (*Forestación/Reforestación, Deforestación o Gestión forestal*), dado que se considera que todos los HWP proceden de superficies bajo la actividad *Gestión forestal*.

$$HWP(i) = HWP_P(i) \times f_{DP}(i)$$

Con,

$f_{DP}(i) = f_{IRW}(i)$  para las categorías madera aserrada y tableros a base de madera; y  $f_{DP}(i) = f_{IRW}(i) \times f_{PULP}(i)$  para la categoría papel y cartón. (Ver la ecuación 2.8.4 de la Guía Suplementaria KP 2013 para más detalle).

Donde,

$HWP(i)$ : cantidad de HWP producido por cosecha propia asociada a la actividad *Gestión forestal* en el año  $i$ , en m<sup>3</sup>/año o Mt/año.

$HWP_P(i)$ : producción de un producto semi-finalizado (madera aserrada, tableros a base de madera y papel y cartón) en el año  $i$ , en m<sup>3</sup>/año o Mt/año.

3. Estimación de las existencias de C y del cambio anual de las existencias de C en el depósito de HWP, mediante la ecuación 2.8.5 de la Guía Suplementaria KP 2013, que representa una función de descomposición de primer orden (*first-order decay function*, en inglés), comenzando en el año 1900.

$$C(i+1) = e^{-k} \times C(i) + \left[ \frac{(1 - e^{-k})}{k} \right] \times Flujo\_entrada(i)$$

$$\Delta C(i) = C(i+1) - C(i)$$

Donde,

$C(i)$ : existencias de C en una categoría particular de HWP al comienzo del año  $i$ , en Gg C.

$k = \ln(2)/HL$ : constante de descomposición de la descomposición de primer orden, en año<sup>-1</sup>, donde  $HL$  es la vida media<sup>5</sup> del depósito HWP, en años.

$Flujo\_entrada(i)$ : flujo de entrada al depósito HWP durante el año  $i$ , en Gg C/año.

$\Delta C(i)$ : cambio en las existencias de C del depósito HWP durante el año  $i$ , en Gg C/año.

<sup>5</sup> La vida media es la cantidad de años que tarda en perder la mitad del material que existe actualmente en el depósito.

De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apartado 2.2.3, capítulo 2, volumen 4), a los efectos de la declaración, los cambios de las categorías de existencias de C (que impliquen transferencias a la atmósfera) se pueden convertir en unidades de emisión de CO<sub>2</sub> multiplicando el cambio en las existencias de C por -44/12.

A continuación, se incluye un ejemplo para la madera aserrada en el año 1990:

$$f_{IRW}(i) = \frac{IRW_P(i) - IRW_{EX}(i)}{IRW_P(i) + IRW_{IMP}(i) - IRW_{EX}(i)} = \frac{13.790.000 - 105.677}{13.790.000 + 2.483.224 - 105.677} = \frac{13.684.323}{16.167.547} = 0,85$$

$$HWP(i) = HWP_P(i) \times f_{DP}(i) = 3.267.000 (m^3) \times 0,85 = 2.765.211 m^3$$

$$Flujo_{entrada(i)} = 2.765.211 (m^3) \times 0,229 = 633.233 Mg C$$

$$C(i+1) = e^{-k} \times C(i) + \left[ \frac{(1 - e^{-k})}{k} \right] \times Flujo_{entrada(i)} = e^{-\frac{\ln(2)}{35}} \times 19.404.088 + \left[ \frac{(1 - e^{-\frac{\ln(2)}{35}})}{\frac{\ln(2)}{35}} \right] \times 633.233 = 19.650.590$$

$$\Delta C(i) = C(i+1) - C(i) = 19.650.590 - 19.404.088 = 246.502 MgC$$

$$Emisiones/absorciones de CO_2(Gg) = 246.502 (Mg C) \times 10^{-3} (Gg C / Mg C) \times \left( -\frac{44}{12} \right) = -903,84 Gg CO_2$$

Por tanto, el incremento de existencias en la madera aserrada en el año 1990 se traduce, multiplicando la cifra obtenida por -44/12, en una absorción de -904 kt CO<sub>2</sub>.

## ANEXO IV

### Emisiones/absorciones

Emisiones (+) y absorciones (-) de CO <sub>2</sub> debidas a cambio en las existencias de carbono en los productos madereros (HWP) (cifras en kt de CO <sub>2</sub> )													
Producto	Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Madera aserrada		-904	-849	-874	-767	239	319	-60	-570	-737	-702	-525	-515
Tableros a base de madera		-1.227	-1.333	-2.355	-2.37658	-836	-1.739	-1.653	-1.913	-1.934	-1.821	-1.406	-1.368
Papel y cartón		111	1	-167	-164	229	-416	9	-78	-77	355	574	406
Total		-2.020	-2.182	-3.396	-3.308	-368	-1.836	-1.704	-2.561	-2.748	-2.168	-1.358	-1.477