

A close-up, black and white photograph of dry grass blades, likely from a cereal crop, filling the left and bottom portions of the page. The blades are thin and elongated, with some showing signs of being dried or bleached. The background is a plain, light color.

# **Análisis estratégico de adaptación al cambio climático en el sector de la industria transformadora de la madera en España.**

**Directrices para la adaptación al cambio climático del sector maderero**

22/02/2016

## Informe neutro en carbono



# Agradecimientos

## 0.1. Por parte de AEIM han participado:

- Alberto Romero

## 0.2. Por parte de COPADE han participado:

- Jaime Manteca

## 0.3. Por parte de Factor CO<sub>2</sub> han participado:

- Kepa Solaun
- Itxaso Gómez
- Maria Jesús Muñoz
- Julie Urban

## 0.4. Colaboración en la recopilación de información con tres empresas del sector madera cuyos nombres son confidenciales

Con el apoyo de:



# Índice

## Índice general

<b>1. Introducción y contexto</b>	<b>1</b>
<b>2. Directrices de adaptación</b>	<b>5</b>
2.1. Priorización de directrices a nivel geográfico y temporal	5
2.2. Análisis de detalle de las medidas	7
2.2.1. Medidas destinadas a evitar daños a las infraestructuras:	7
2.2.2. Medidas destinadas a evitar el incremento de los gastos de explotación:	10
2.2.3. Medidas destinadas a evitar las afecciones a la salud del trabajador:	15
<b>3. Barreras socio económicas a la implantación de las directrices</b>	<b>20</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Riesgos de los impactos climáticos en el sector maderero en España.	3
Tabla 2: Directrices, objetivos y área de aplicación.	6
Tabla 3: Priorización temporal de las medidas	7
Tabla 4: Evaluación económica de la directriz 1	9
Tabla 5: Evaluación económica de la directriz 2	13
Tabla 6: Ocupación y productividad de las empresas del sector maderero	15
Tabla 7: Distribución de las categorías de accidentes según edad en la actividad de fabricación de productos de madera en 2009.	16
Tabla 8: Distribución de las categorías de accidentes según edad en la actividad de aserrado y cepillado de la madera en 2009.	17
Tabla 9: Evaluación económica de la directriz 4	18

## Índice de figuras

Figura 1: Vulnerabilidad del sector maderero a los impactos climáticos.	4
Figura 2: Distribución de la actividad maderera en España	5
Figura 3: Esquema del flujo en cantidad y valor económico de la industria forestal española	9
Figura 4: Datos económicos de la actividad maderera global española	10
Figura 5: Evolución reciente del Índice de Precios Industriales (tasa de variación anual suavizada)	11
Figura 6: Lugar en el que realizan de forma habitual la mayor parte de la jornada los trabajadores de la Industria de la madera y el corcho	15

Figura 7: Distribución de ocupados de la Industria de la madera por grupos de edad	16
Figura 8: Empresas con actividades innovadoras en 2013	20
Figura 9: Datos económicos de la actividad maderera española desagregada por subsector	21

## Acrónimos, abreviaturas y siglas

CNAE	Clasificación Nacional de Actividades Económicas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HFC	Hidrofluorocarbonos
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
IPRI	Índice de Precios Industriales
LLT	Lluvias Torrenciales
MINETUR	Ministerio de Industria Energía y Turismo
NM	Nivel del Mar
OC	Ola de Calor
OF	Ola de Frio
P	Precipitación media anual
S	Sequía
T	Temperatura media
V	Vendavales

# 1. Introducción y contexto

Dentro del *Análisis estratégico de adaptación al cambio climático en el sector de la industria transformadora de la madera en España*, elaborado por Factor CO<sub>2</sub>, se realizó en 2014 el estudio "Incorporación de impactos, riesgos y vulnerabilidad en varias empresas del sector maderero". Dicho documento tiene como objetivo analizar los retos y oportunidades a los que se enfrenta el subsector de la industria transformadora de la madera, a partir del análisis más detallado sobre la vulnerabilidad al cambio climático de la actividad de diferentes empresas.

El análisis de vulnerabilidad se llevó a cabo para distintas empresas y regiones, abarcando toda la cadena de transformación de la madera: primera y segunda transformación; recuperación de madera y envases (a excepción de las empresas de aprovechamientos forestales, que fueron excluidas del estudio); con un horizonte temporal de 2015 a 2039.

Para ello, se consideraron las proyecciones climáticas de las principales variables climáticas (temperatura, precipitación, viento, olas de calor, heladas y nivel del mar), regionalizadas para Andalucía, Cantabria, Cataluña y Galicia. Con ellas, se llevó a cabo un análisis de riesgos por los siguientes eventos climáticos:

- aumento de temperaturas,
- descenso de precipitaciones,
- vendavales,
- olas de calor,
- olas de frío,
- sequías,
- lluvias torrenciales,
- aumento del nivel del mar.

El análisis se contextualizó en el periodo 2015-39, en varios de los eslabones de la cadena de valor del sector maderero, consultando tanto la bibliografía sectorial como la información proporcionada por diferentes empresas madereras de España. El riesgo de cada uno de los impactos climáticos se priorizó, obteniéndose el resultado que se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 1: Riesgos de los impactos climáticos en el sector maderero en España.**

Fuente: Factor CO<sub>2</sub>. 2014. Análisis estratégico de adaptación al cambio climático en el sector de la industria transformadora de la madera en España. Incorporación de impactos, riesgos y vulnerabilidad en varias empresas del sector maderero.

(T=temperatura media, P=precipitación media anual, OF=ola de frío, OC=ola de calor, LLT=lluvias torrenciales, V=vendavales, S=sequía, NM=nivel del mar)

2015-2039		2. CONSECUENCIA						
		Despreciable	Mínima	Menor	Significativa	Importante	Grave	Muy grave
1. PROBABILIDAD	Improbable	OF	NM					
	Muy poco Probable	P						
	Poco Probable							
	Probable		T	LLT				
	Bastante probable			OC	V	S		
	Muy Probable							

El riesgo medio para el sector maderero español de sufrir consecuencias debido a la variabilidad climática estaría comprendido entre muy bajo y alto, dependiendo del impacto climático analizado:

- Las olas de frío, la disminución de las precipitaciones medias y el incremento del nivel del mar constituirían un riesgo muy bajo de aquí a 2039 con lo cual, no es interesante, por el momento, plantear medidas de respuesta y prevención ante estos impactos climáticos.
- El incremento de las temperaturas medias constituirían un riesgo bajo.
- El incremento de la frecuencia e intensidad de las olas de calor, así como de la intensidad de los episodios de lluvias torrenciales y vendavales, supondrían un riesgo medio para el sector por lo que es importante implementar medidas ante estos impactos climáticos.
- El incremento de la duración y frecuencia de la sequía constituiría un riesgo real en la actualidad para el sector en gran parte del territorio. Por lo tanto, se deberían priorizar medidas para mitigar las consecuencias que podrían suponer el no acceder al recurso agua para la actividad.

A continuación, se valoró la capacidad de adaptación al cambio climático del sector maderero, teniendo en cuenta variables como planificación gubernamental y empresarial, recursos económicos, infraestructuras e información y conocimiento.

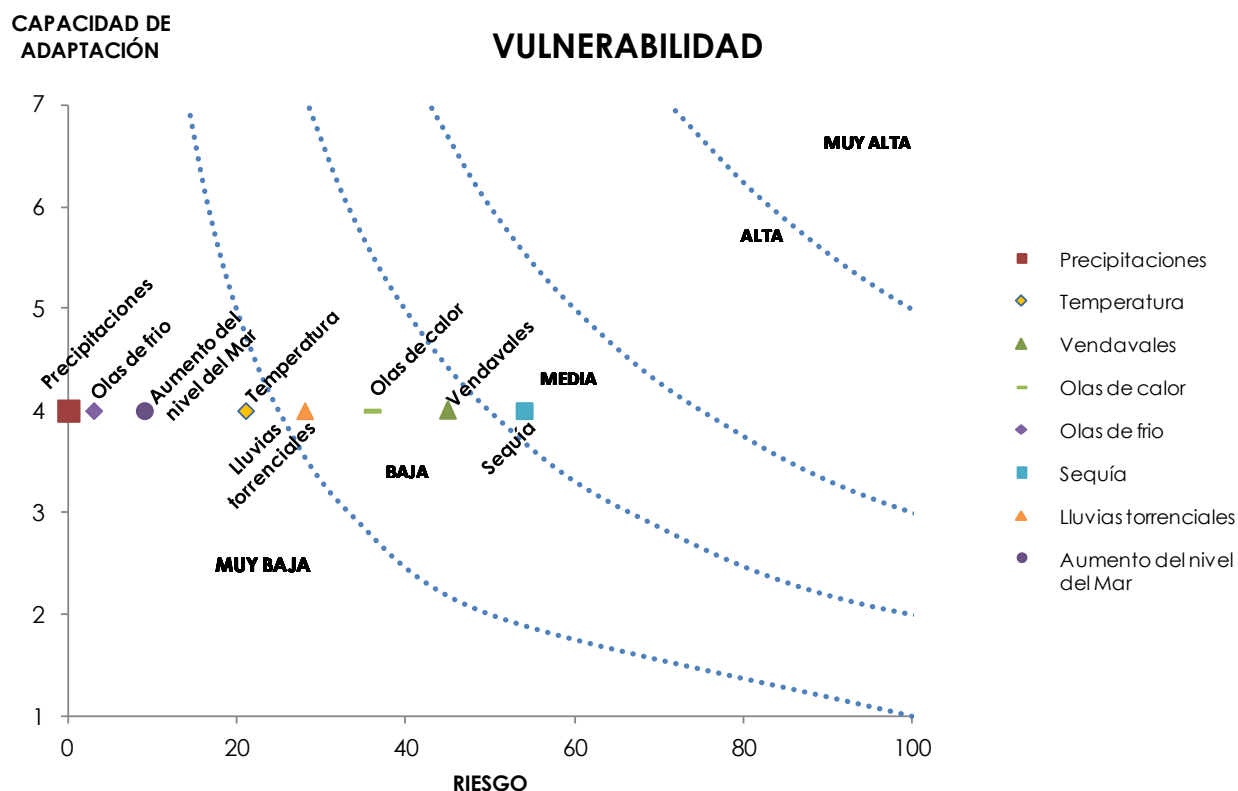
Se obtuvo como resultado una capacidad de adaptación media (CA2), que combinada con los riesgos a los que se enfrenta el sector maderero, permitió evaluar su vulnerabilidad al cambio climático, tal y como se refleja en la siguiente figura. La vulnerabilidad del sector está comprendida entre muy baja y media para el periodo 2015-2039. Si se extendiese el estudio a los periodos siguientes, se obtendrían niveles de vulnerabilidad comprendidos entre medios y muy altos. Para reducir este nivel de vulnerabilidad se debería, por lo tanto, reforzar la capacidad de adaptación del sector.



**Figura 1: Vulnerabilidad del sector maderero a los impactos climáticos.**

Fuente: Factor CO2. 2014. Análisis estratégico de adaptación al cambio climático en el sector de la industria transformadora de la madera en España. Incorporación de impactos, riesgos y vulnerabilidad en varias empresas del sector maderero.

(T=temperatura media, P=precipitación media anual, OF=ola de frío, OC=ola de calor, LLT=lluvias torrenciales, V=vendavales, S=sequía, NM=nivel del mar



De acuerdo con estos resultados, los impactos climáticos para los cuales se debería priorizar la acción en el corto plazo son los siguientes:

1. Sequía
2. Vendavales
3. Olas de calor
4. Lluvias torrenciales

A continuación, se presentan una serie de directrices diseñadas con el propósito de incrementar la resiliencia del sector a corto plazo. Aunque los impactos climáticos afectan a todos los eslabones de la cadena de valor del sector maderero, las directrices propuestas se enfocan en el procesado de la madera ya que es el eslabón objeto del presente estudio.

## 2. Directrices de adaptación

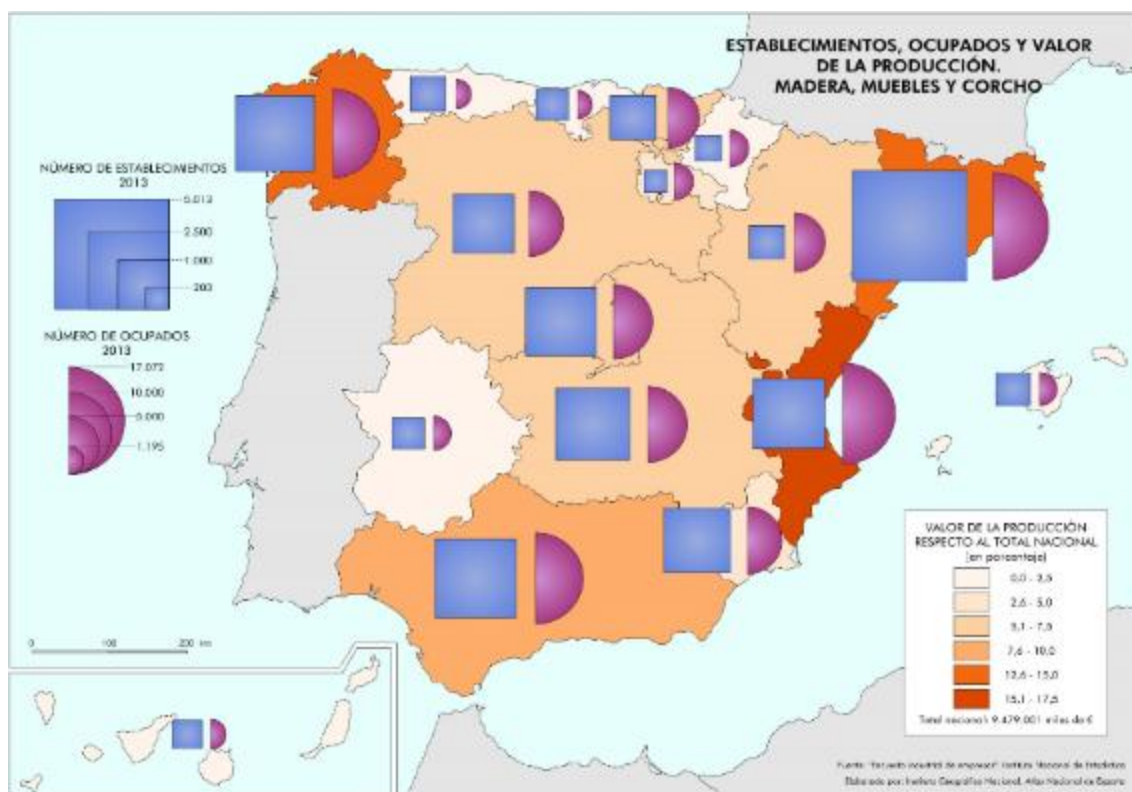
### 2.1. Priorización de directrices a nivel geográfico y temporal

De acuerdo con el diagnóstico de vulnerabilidad al cambio climático del sector maderero, se plantearon medidas de adaptación destinadas a incrementar la resiliencia del mismo en las zonas geográficas donde la actividad es más potente y donde el sector sería, por lo tanto, más vulnerable ante los impactos del cambio climático. Estas zonas están representadas en el mapa incluido a continuación siendo:

- o Galicia,
- o Cantabria,
- o Cataluña,
- o Valencia,
- o Andalucía.

**Figura 2: Distribución de la actividad maderera en España**

Fuente: MINETUR, 2013. Territorio y actividad económica.



A continuación, se plantean 5 directrices de adaptación para aumentar la resiliencia del sector maderero frente al cambio climático. Cada una de las ellas responde al riesgo que suponen impactos concretos del cambio climático. En función de la localización geográfica, las directrices serán más o menos necesarias, dependiendo de la probabilidad y consecuencias que tengan los eventos climáticos en el lugar. La

siguiente tabla recoge las directrices, sus respectivos objetivos y ámbito geográfico de aplicación.

**Tabla 2: Directrices, objetivos y área de aplicación.**

Fuente: Elaboración propia.

Directrices	Galicia	Cantabria	Valencia	Cataluña	Andalucía
1. Implantación de medios de protección física de los activos, zonas de almacenamiento e infraestructuras de producción.	Prevenir los daños físicos y económicos generados por vendavales.				
	Prevenir los daños físicos y económicos generados por lluvias torrenciales.				
2. Instalación de generadores de energía eléctrica independientes y renovables.	Compensar el sobregasto de energía para refrigerar las naves durante olas de calor o cortes eléctricos durante lluvias torrenciales.				
	Prevenir los cortes eléctricos debidos a lluvias torrenciales y la interrupción consiguiente de la actividad				
3. Instalación de reservorios de agua de lluvia.	Prevenir interrupciones del servicio de abastecimiento de agua en periodos de ola de calor.				
			Prevenir interrupciones del servicio de abastecimiento de agua en periodos de sequía.		
4. Establecimiento de un horario laboral flexible.	Prevenir los efectos negativos en la salud y en la maquinaria de posibles olas de calor.				
5. Utilizar refrigerantes alternativos como el CO <sub>2</sub> para las naves y los procesos.	Evitar una mala adaptación a las olas de calor previniendo las emisiones a la atmósfera de los gases refrigerantes con alto potencial de calentamiento global.				

A continuación, se establece una planificación temporal para la implementación de las directrices propuestas en base a las prioridades en cada una de las zonas geográficas bajo estudio.

**Tabla 3: Priorización temporal de las medidas**

Fuente: elaboración propia.

Futuro	Galicia	Cantabria	Valencia	Cataluña	Andalucía
<b>Corto plazo (2020)</b>	Directriz 1	Directriz 1	Directriz 3	Directriz 3	Directriz 4
<b>Medio plazo (2025)</b>	Directriz 2	Directriz 2	Directriz 2	Directriz 2	Directriz 2
<b>Largo plazo (2030)</b>	Directriz 3	Directriz 3	Directriz 4	Directriz 1	Directriz 5

## 2.2. Análisis de detalle de las directrices

A continuación, se presentan fichas descriptivas de cada una de las directrices.

### 2.2.1. Medidas destinadas a evitar daños a las infraestructuras:

Las lluvias intensas y los vendavales son eventos climáticos susceptibles de causar grandes estragos y daños materiales a las instalaciones madereras. Teniendo en cuenta que estos fenómenos presentarán cada vez mayor intensidad, si no se dispone de medidas de protección física de las instalaciones y del producto maderero, se podrían traducir en pérdidas de producto y, consecuentemente, en pérdidas económicas.

La directriz descrita a continuación se priorizará en zonas de exposición alta a corrientes de aire y zonas inundables por su cercanía a ríos bajo riesgo de desbordamiento o zonas con sistema de drenaje de aguas pluviales deficiente.

## Directriz 1. Implantación de medios de protección física de los activos, zonas de almacenamiento e infraestructuras de producción.

### Vendavales/Lluvias torrenciales

#### Objetivo

Prevenir los daños físicos y económicos generados por vendavales y lluvias torrenciales.

#### Descripción

Esta directriz supone la implementación de sistemas tanto pasivos como activos para la protección de las instalaciones frente a vendavales y lluvias torrenciales, tales como lonas cortavientos, persianas, sistemas de anclaje, canales de drenaje y desagüe, reforzamiento de taludes, bombas de achique, construcción sobre pilotes, etc.

#### Etapas de implementación

- 1º Identificación de activos o infraestructuras en zonas de riesgo.
- 2º Valoración de la exposición de los activos o infraestructuras.
- 3º Evaluación económica de los activos o infraestructuras.
- 4º Evaluación económica de posibles daños.
- 5º Evaluación técnica y económica de medidas de protección.
- 6º Implementación de medidas.

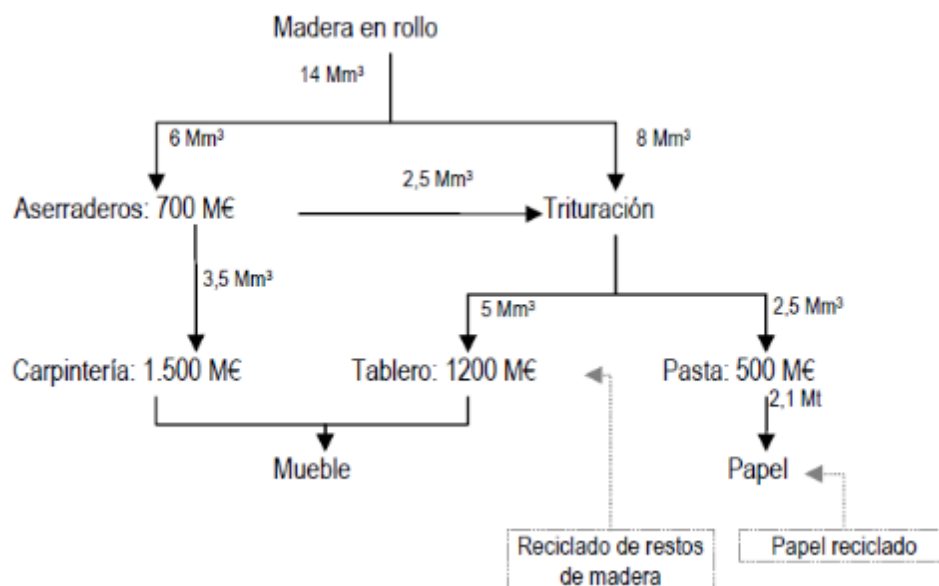
#### Análisis económico de la medida:

Para proceder con la valoración de los beneficios económicos que generaría en la actualidad la implantación de la medida, se emplearon datos bibliográficos y datos reales de plantas piloto.

Inicialmente, se partió del siguiente mapa de flujo para asignar un valor económico medio de los productos madereros y con el propósito de estimar las pérdidas económicas que supondrían los daños al producto maderero para una empresa del sector.

**Figura 3: Esquema del flujo en cantidad y valor económico de la industria forestal española**

Fuente: Estructura económica del sector forestal en España. Ortuño Pérez, S. F.1 aceptado en septiembre de 2012.



De acuerdo con la valoración económica, cuya tabla detallada se ha insertado a continuación, las pérdidas económicas debidas a las consecuencias materiales nefastas de un episodio de lluvias intensas con inundaciones, podrían alcanzar hasta los 400.000 euros para una empresa de transformación de madera.

**Tabla 4: Evaluación económica de la directriz 1**

Fuente: Elaboración propia.

Estimación de las pérdidas de madera evitadas gracias a la implantación de medidas de protección física ante riesgo de lluvias intensas e inundaciones	DATOS MEDIOS		
	Dato	Unidad	Fuente
Superficie de las zonas de almacenamiento de madera al aire libre	10.000	en m <sup>2</sup>	Planta piloto (confidencial)
Cantidad de madera almacenada	4.500	en m <sup>3</sup>	
Valor medio del producto de aserradero	117	en €/m <sup>3</sup>	Estructura económica del sector forestal en España. Ortuño Pérez, S. F.1 aceptado en Septiembre de 2012.
Valor medio del producto de carpintería	429	en €/m <sup>3</sup>	
Valor medio del producto tablero	240	en €/m <sup>3</sup>	
Hipótesis de pérdidas de producto sobre el total almacenado	33	%	Juicio de experto
Pérdidas económicas medias en las plantas piloto	388.693	en €	Estimación en base a datos secundarios bibliográficos

En el estudio previo a la implantación de la medida, se requerirá analizar el riesgo concreto, la solución que mejor responderá al mismo y el coste de la inversión requerida. Asimismo, se valorará si los beneficios traducidos en pérdidas que se podrían evitar anualmente resultan superiores al coste de inversión y operación.

### 2.2.2. Medidas destinadas a evitar el incremento de los gastos de explotación:

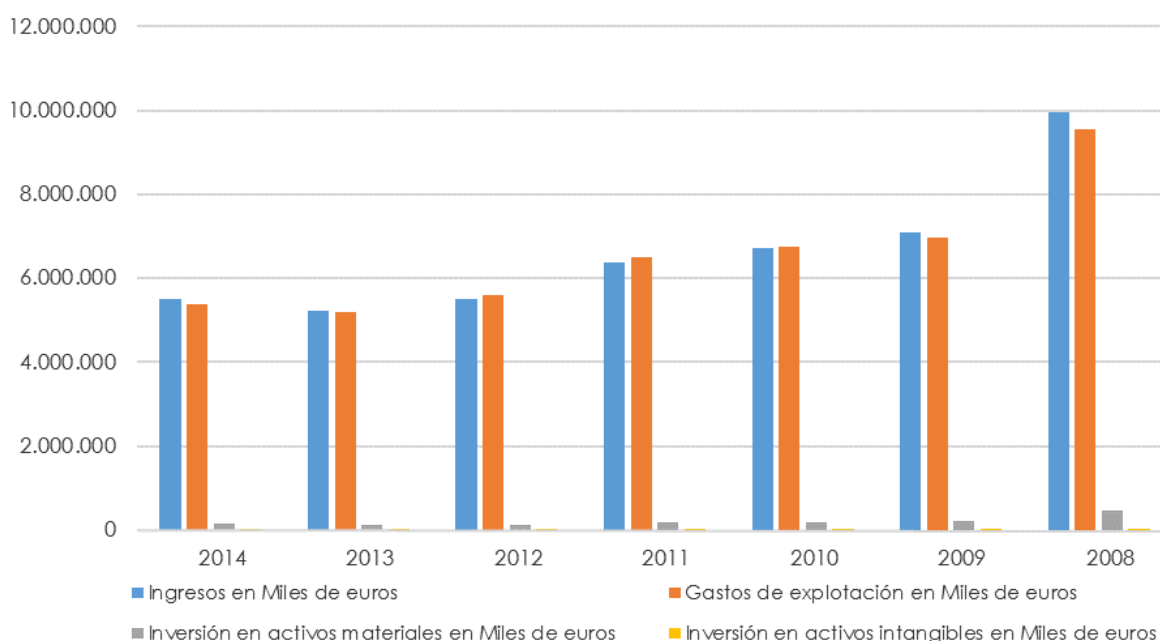
Mientras las olas de calor supondrían una necesidad incrementada de frío y, consiguientemente, de aire acondicionado para asegurar el confort de los empleados y evitar el sobre calentamiento de los ordenadores industriales; las lluvias intensas podrían traducirse en paradas de la actividad por la interrupción del abastecimiento eléctrico; y la sequía podría dificultar el ejercicio de la actividad por las trabas puestas al acceso a un recurso agua asequible.

Este conjunto de consecuencias se traduciría, por una parte, en gastos de explotación incrementados por un mayor coste del recurso agua y un mayor consumo energético asociado al uso de aire acondicionado, y, por otra parte, en pérdidas económicas por daños directos en la madera.

En efecto, tal y como se puede constatar en el gráfico insertado a continuación, los ingresos superan levemente los gastos de las empresas madereras españolas. Por lo tanto, el incremento de los gastos asociados a los impactos climáticos citados anteriormente podría suponer un problema de relevancia para la supervivencia de la actividad.

**Figura 4: Datos económicos de la actividad maderera global española**

Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta Industrial de Empresas. CNAE 09.



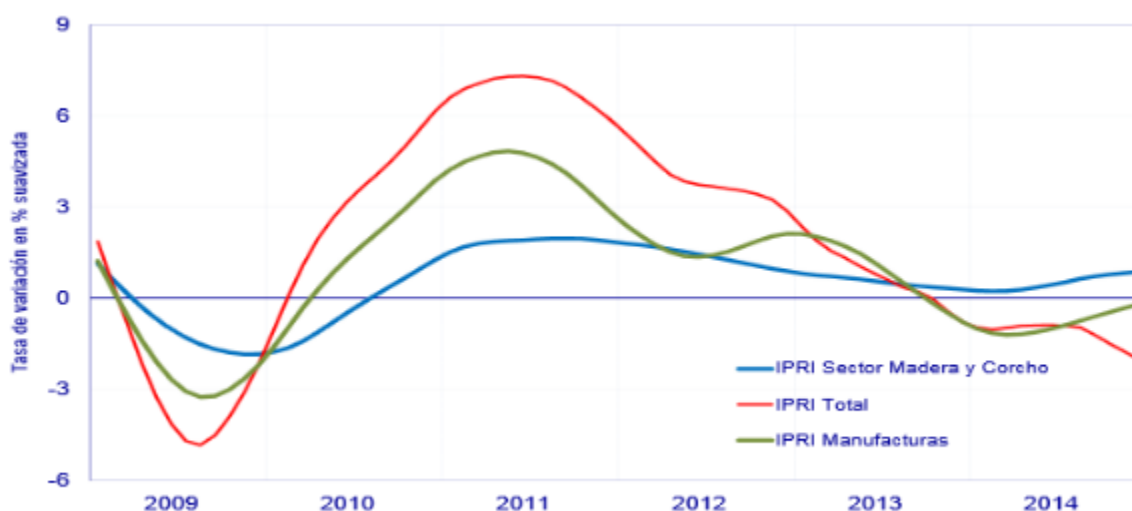
Además, se incrementarían los gastos de explotación sin compensación del lado de los ingresos.

Se puede tomar como dato ilustrativo de esta ausencia de compensación, la sensibilidad ante el incremento de los precios de la producción y distribución de energía eléctrica y gas. Bajo este concepto, el incremento del 1% del precio de la energía se traduciría en el incremento de un 0,057% del precio de los productos madereros (Contabilidad Nacional de España, marco input output 2005. INE).

Otro dato ilustrativo sería la baja de fluctuación de los precios ejercidos en el sector maderero desde 2011, tal y como se puede observar en el gráfico insertado a continuación.

**Figura 5: Evolución reciente del Índice de Precios Industriales (tasa de variación anual suavizada)**

Fuente: INE.



A estos desafíos tratan de responder las directrices planteadas a continuación.



## Directriz 2. Instalación de generadores de energía eléctrica independientes y renovables.

### Olas de calor/Lluvias torrenciales

#### Objetivo

Compensar el sobregasto de energía para refrigerar las naves durante olas de calor o cortes eléctricos durante lluvias torrenciales.

#### Descripción

Esta directriz conlleva la instalación de sistemas de generación eléctrica renovable para complementar el suministro eléctrico ordinario. En función de las características de la instalación y su entorno, se pueden plantear sistemas fotovoltaicos, eólicos, de cogeneración con uso de residuos madereros o minihidráulicos. Su instalación permite reducir los costes por el consumo eléctrico, especialmente en periodos de alta demanda como son las olas de calor. Por otro lado, permiten continuar las operaciones aún a pesar de que se hayan producido cortes en el suministro, los cuales, generalmente, tienen lugar en inundaciones originadas por lluvias torrenciales. La instalación de baterías de almacenaje permite un mayor aprovechamiento de las ventajas que ofrecen estos sistemas.

#### Etapas de implementación

- 1º Evaluación de recurso energético disponible.
- 2º Diseño de la instalación.
- 3º Obtención de permisos y licencias.
- 4º Construcción de la instalación.
- 5º Puesta en marcha y operación.

#### Análisis económico de la medida:

A continuación, se estimaron los gastos de explotación extras en las naves de producción y transformación de madera, derivados de una incrementada necesidad de frío. Se parte de la hipótesis que la situación de 2015 se repetirá en los próximos años en la misma base mínima de número de días, y considerando que la totalidad de los días son laborables. La inversión en un sistema de aire acondicionado requerida por parte de las empresas de transformación de madera no se contempla en la valoración económica.

De acuerdo con la evaluación realizada, cuyos detalles se pueden encontrar a continuación, el sobre coste económico por uso de aire acondicionado que se vería compensado en caso de disponer de sistemas de producción de energías renovables alcanzaría al menos los 3.000 euros anuales.

**Tabla 5: Evaluación económica de la directriz 2**

Fuente: Elaboración propia.

Estimación de los sobrecostos energéticos evitados en periodos de olas de calor gracias a la implantación de energías renovables.	DATOS MEDIOS		
	Dato	Unidad	Fuente
Superficie media de las naves de producción	3.050	m <sup>2</sup>	Plantas piloto (confidencial)
Consumo eléctrico de 1 mes de verano	11.091	KWh	
Consumo eléctrico actual asociado al aire acondicionado en verano	No aplica	KWh	
Horario laboral actual	9 a 13 15 a 19	h	
Tiempo de trabajo diario bajo condiciones de temperaturas altas	6	En nº de horas	
Días laborales entre junio y agosto	65	En nº de días	<a href="http://www.dias-laborables.es/#a20">http://www.dias-laborables.es/#a20</a>
Nº de días de olas de calor en 2015	26	En nº de días	<a href="http://www.elmundo.es/ciencia/2015/09/22/56013adb46163f75078b4582.html">http://www.elmundo.es/ciencia/2015/09/22/56013adb46163f75078b4582.html</a>
Potencia eléctrica máxima de un sistema de aire acondicionado adecuado a la nave	95	KW	<a href="http://nergiza.com/como-conocer-el-consumo-del-aire-acondicionado/">http://nergiza.com/como-conocer-el-consumo-del-aire-acondicionado/</a>
Tarifa media de la electricidad	0	en €/KWh	<a href="http://tarifasgasluz.com/faq/precio-kwh/espana">http://tarifasgasluz.com/faq/precio-kwh/espana</a>
Incremento del consumo eléctrico	14.804	KWh	Estimación en base a datos secundarios bibliográficos
Incremento en la factura energética anual	2.687	en €	

La Directriz 3 trata de paliar la insatisfacción de las necesidades de agua de las empresas de transformación de madera que en la actualidad consumen de 0,013 a 0,015 m<sup>3</sup> de agua por m<sup>3</sup> de madera de acuerdo con los datos medios suministrados por las plantas madereras piloto en este estudio.

Esta problemática se afirma ante situaciones de sequía y de consiguiente competencia sobre el recurso (con la población y la actividad agrícola que dispondrían de prioridad sobre el uso del recurso).

### Directriz 3. Instalación de reservorios de agua de lluvia.

#### Olas de calor/Sequías

##### Objetivo

Prevenir interrupciones del servicio de abastecimiento de agua en periodos de ola de calor y sequía.

##### Descripción

La construcción de sistemas de recolección y almacenamiento de aguas pluviales (reservorios, aljibes o cisternas) permite contar con depósitos de agua que aseguren de forma total o parcial la continuidad de las operaciones en eventuales cortes del suministro en periodos de alta demanda o escasez, como son las olas de calor o las sequías prolongadas.

##### Etapas de implementación

- 1º Evaluación de recurso pluvial disponible.
- 2º Diseño de la instalación.
- 3º Obtención de permisos y licencias.
- 4º Construcción de la instalación.
- 5º Puesta en marcha y operación.

### 2.2.3. Medidas destinadas a evitar las afecciones a la salud del trabajador:

Las medidas siguientes están destinadas a paliar las afecciones en la salud del trabajador de las olas de calor. Además, se tratará de evitar una mala adaptación, es decir, la toma de medidas que, a pesar de suponer beneficios para la salud del trabajador, suponer efectos negativos para el medio ambiente.

#### Datos de partida del estado de la salud del trabajador del sector maderero:

La climatología tendría una influencia directa en las condiciones laborales del sector, al ser las actividades asociadas al trabajo de la madera muy físicas. Más concretamente, las temperaturas extremas afectarían a un desempeño laboral normal y a la productividad de los empleados.

**Tabla 6: Ocupación y productividad de las empresas del sector maderero**

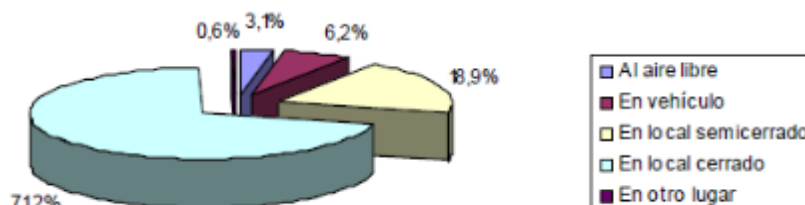
Fuente: Elaboración propia en base a Fichas sectoriales MINETUR Sector madera y corcho.

Nº de empresas	Nº de ocupados	Productividad en Miles de euros (VA/ocupados)
10.094	48.028	30,6

Las temperaturas afectarán al trabajador en mayor o menor medida dependiendo del lugar de ejecución de la labor. Los empleados que trabajan en locales cerrados representan más del 70% de los efectivos del sector y son los que más sufrirían las temperaturas extremas considerando la ausencia de aislamiento térmico, y de sistemas de ventilación y aire acondicionado adecuados en las naves de trabajo.

**Figura 6: Lugar en el que realizan de forma habitual la mayor parte de la jornada los trabajadores de la Industria de la madera y el corcho**

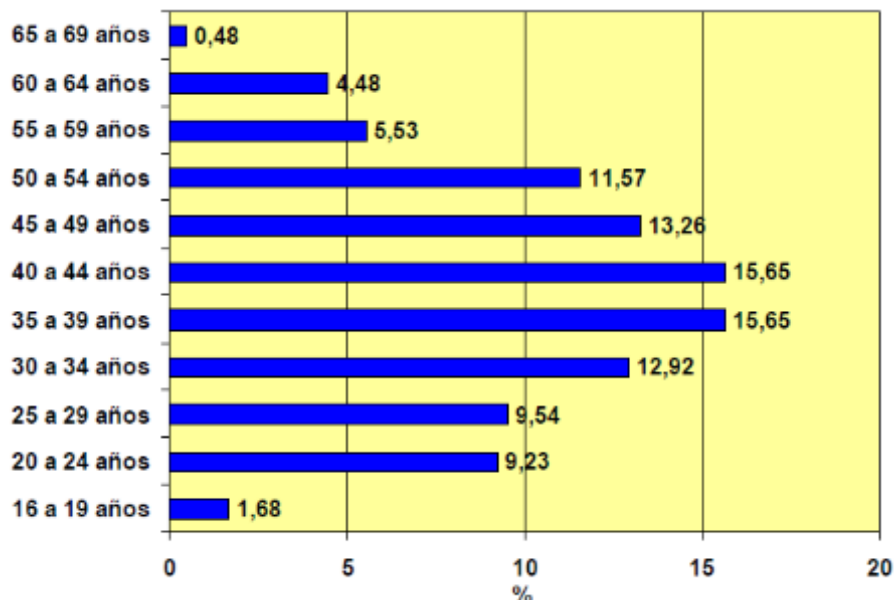
Fuente: VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2007.



Además, la población mayor de 60 años sería la que más sufriría tanto el incremento del calor como del frío. De acuerdo con el siguiente gráfico, los trabajadores mayores de 60 años representaban en 2009 el 5% de los empleados del sector y este porcentaje iría en aumento.

**Figura 7: Distribución de ocupados de la Industria de la madera por grupos de edad**

Fuente: INE. Encuesta de Población Activa, 2009.



De forma general, el calor provocaría agotamiento físico y estrés, entre otros impactos sobre el sistema humano. Conduciría a un incremento de los accidentes laborales por sobreesfuerzo físico indiferentemente de la categoría de edad. A continuación, se presenta la distribución de las causas de accidente en dos subsectores de la madera, constituyendo el sobreesfuerzo físico ya la primera causa de accidentes en todas las franjas de edades.

**Tabla 7: Distribución de las categorías de accidentes según edad en la actividad de fabricación de productos de madera en 2009.**

Fuente: Departamento de investigación e información, INSHT. 2010.

Actividades económicas con mayor siniestralidad, penosidad, y peligrosidad: sector de la madera. Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de trabajo

Forma de Accidente	16-34 años	35-54 años	55 años y más	Total
Sobreesfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	31,7%	35,8%	32,6%	33,8%
Contacto con un Agente material cortante (cuchillo u hoja)	12,8%	10,8%	12,8%	11,8%
Golpe sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil	7,1%	7,6%	7,4%	7,4%
Golpe sobre o contra, resultado de una caída	6,0%	7,5%	9,6%	7,2%
Choque o golpe con un objeto que cae o se desprende	6,4%	5,7%	5,6%	6,0%

**Tabla 8: Distribución de las categorías de accidentes según edad en la actividad de aserrado y cepillado de la madera en 2009.**

Fuente: Departamento de investigación e información, INSHT. 2010.

Actividades económicas con mayor siniestralidad, penosidad, y peligrosidad: sector de la madera. Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de trabajo

Forma de Accidente	16-34 años	35-54 años	55 años y más	Total
Sobreesfuerzo físico - sobre el sistema musculoesquelético	29,2%	27,5%	23,7%	27,7%
Contacto con un Agente material cortante (cuchillo u hoja)	10,5%	13,3%	14,4%	12,3%
Choque o golpe con un objeto que cae o se desprende	11,1%	11,5%	7,6%	10,8%
Golpe sobre o contra, resultado de una caída	7,6%	8,6%	11,0%	8,5%
Golpe sobre o contra, resultado de un tropiezo o choque contra objeto inmóvil	8,8%	8,1%	5,1%	8,0%

#### Directrices propuestas:

### Directriz 4. Establecimiento de un horario laboral flexible.

#### Olas de calor

##### Objetivo

Prevenir los efectos negativos de posibles olas de calor en la salud y en la maquinaria.

##### Descripción

La flexibilización del horario laboral en situaciones excepcionales de altas temperaturas puede mitigar los efectos nocivos de éstas sobre la salud de los trabajadores y el rendimiento de la maquinaria. Desplazar la actividad de las horas centrales del día al anochecer y amanecer reduce el estrés térmico sobre trabajadores y maquinaria, reduciendo, al mismo tiempo, el consumo requerido para climatización y refrigeración.

##### Etapas de implementación

1º Determinación de los puestos de trabajo y maquinaria sometidos a estrés térmico por condiciones ambientales externas a los procesos.

2º Establecimiento de umbrales de temperatura ambiental.

3º Diseño de plan de contingencia de rotación de turnos.

### Análisis económico de la medida:

Al evitar el trabajo en las horas de calor más extremo, se evita el uso del aire acondicionado en éstos y el sobre coste energético asociado, cuya primera estimación se ha presentado anteriormente. A continuación, se presenta una estimación de la magnitud en la cual se podrá evitar este gasto económico, en base a los nuevos horarios propuestos.

**Tabla 9: Evaluación económica de la directriz 4**

Fuente: Elaboración propia.

Estimación de los sobrecostos energéticos evitados en periodos de olas de calor gracias a la implantación de un horario flexible.	DATOS MEDIOS		
	Dato	Unidad	Fuente
Superficie media de las naves de producción	3.050	m <sup>2</sup>	Planta piloto (confidencial)
Horario laboral actual	9 a 13 15 a 19	h	
Sobre coste energético anual por el uso del aire acondicionado en época de ola de calor	2.687	en €	Estimación en base a datos secundarios bibliográficos
Ejemplo de nuevo horario	4 a 11	h	
Tiempo total anual en el que se evitan los extremos de calor	156	En nº de horas	Estimación en base a datos secundarios bibliográficos
Coste energético anual evitado	2.687	en €	

La directriz siguiente permitiría incrementar el confort del empleado del sector evitando soluciones de mala adaptación.

En efecto, la implementación de sistemas de aire acondicionado tradicionales, que se alimentan a base de refrigerantes de distintas tipologías de HFC, gases de efecto invernadero (GEI, de aquí en adelante) muy potentes, contribuyen a agravar el calentamiento global.

Se propone por lo tanto implantar sistemas de aire acondicionado alternativos, que no supongan impactos directos en la concentración de GEI en la atmosfera y consiguientemente en el clima.

## Directriz 5. Utilizar refrigerantes alternativos como el CO<sub>2</sub> para los sistemas de aire acondicionado de las naves

### Olas de calor

#### Objetivo

Evitar incrementos de emisión de gases de efecto invernadero durante olas de calor.

#### Descripción

La sustitución de gases refrigerantes fluorados por CO<sub>2</sub> supone la prevención de emisiones de gases de alto poder de efecto invernadero. El potencial de calentamiento global de los gases fluorados es entre 140 y 11.700 veces el del CO<sub>2</sub>, para la misma masa de gas.

#### Etapas de implementación

- 1º Identificación de sistemas de refrigeración susceptibles de usar CO<sub>2</sub> como refrigerante.
- 2º Valoración técnica y económica de la adaptación o sustitución de sistemas de refrigeración.
- 3º Instalación o adaptación de sistemas de refrigeración con CO<sub>2</sub> como refrigerante.



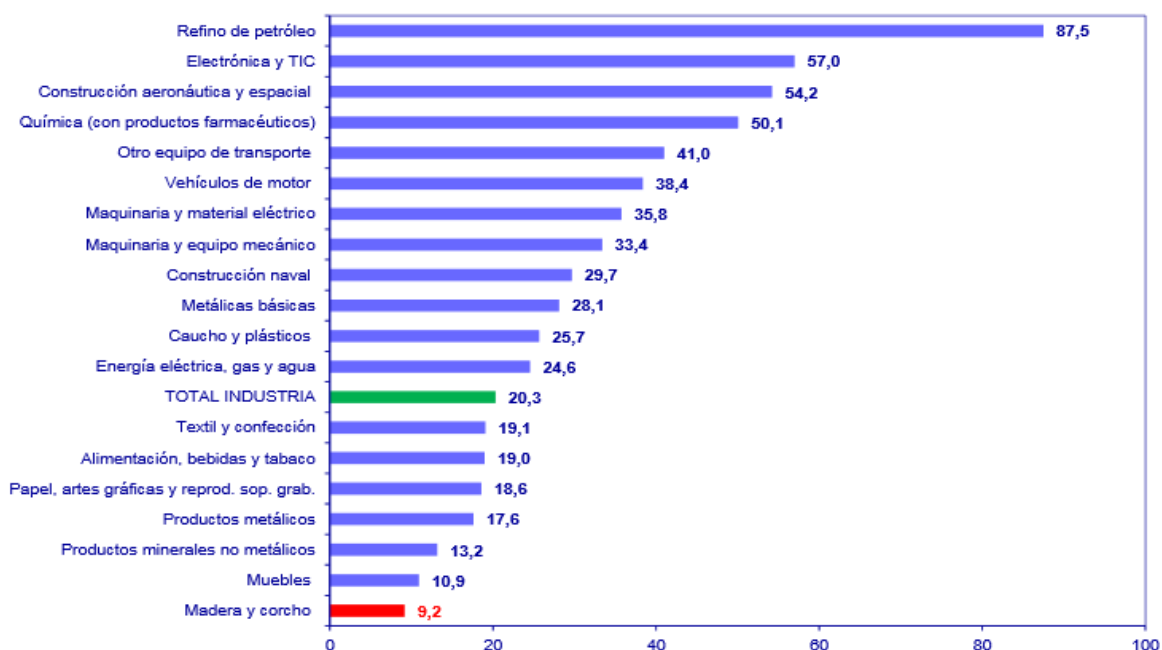
### 3. Barreras socio económicas a la implantación de las directrices

A continuación, se analizan dos factores principales que constituirán barreras a la hora de implementar medidas de adaptación al cambio climático en el sector de la madera, aunque las mismas resultasen necesarias.

Por una parte, el sector no sería muy propenso a la innovación lo que dificultaría la aceptación e implementación de medidas de adaptación que requieren de I+D. En efecto, de acuerdo con la gráfica insertada a continuación, solamente el 9,2% de las empresas del sector madera y corcho llevaría a cabo actividades innovadoras.

**Figura 8: Empresas con actividades innovadoras en 2013**

Fuente: INE.



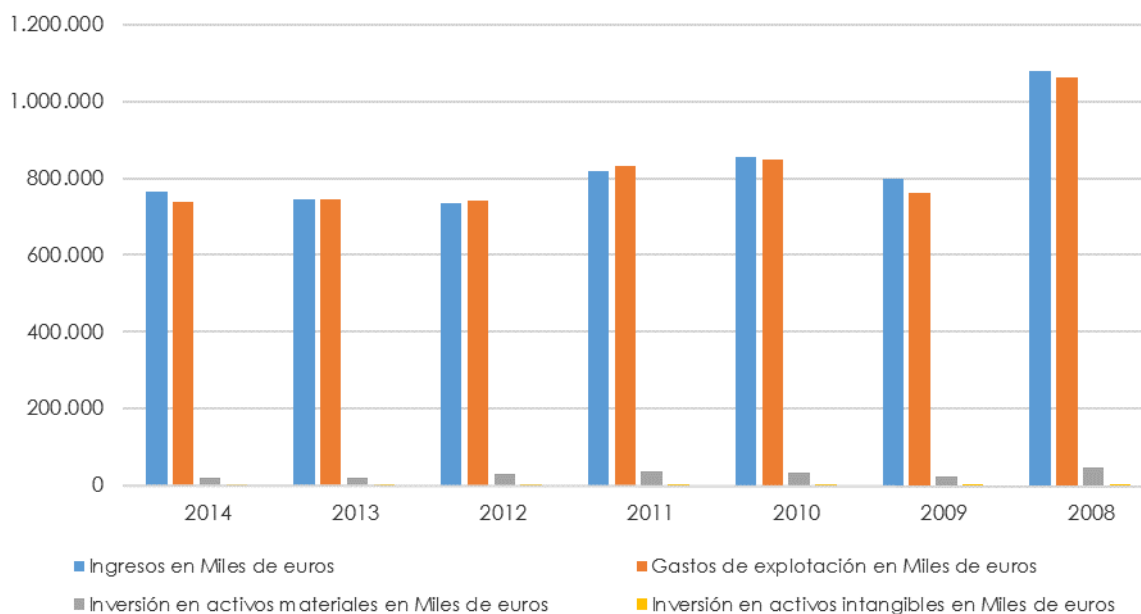
Además, dentro de éstas, la inversión en innovación representaría el 1,1% de su cifra de negocio siendo la media nacional de inversión de la industria en este rubro el 1,3% (INE, 2013).

Por otra parte, las cuentas de explotación de los subsectores madereros en España hacen constar de las dificultades económicas de la actividad en la actualidad y de su consecuente poca capacidad de inversión.

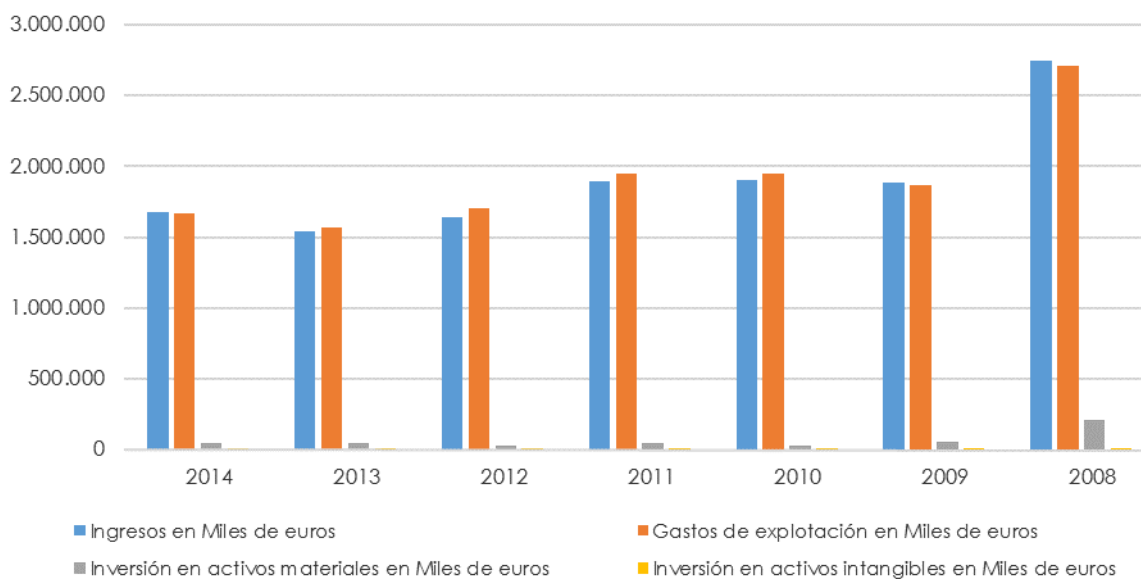
**Figura 9: Datos económicos de la actividad maderera española desagregada por subsector**

Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta Industrial de Empresas. CNAE 09.

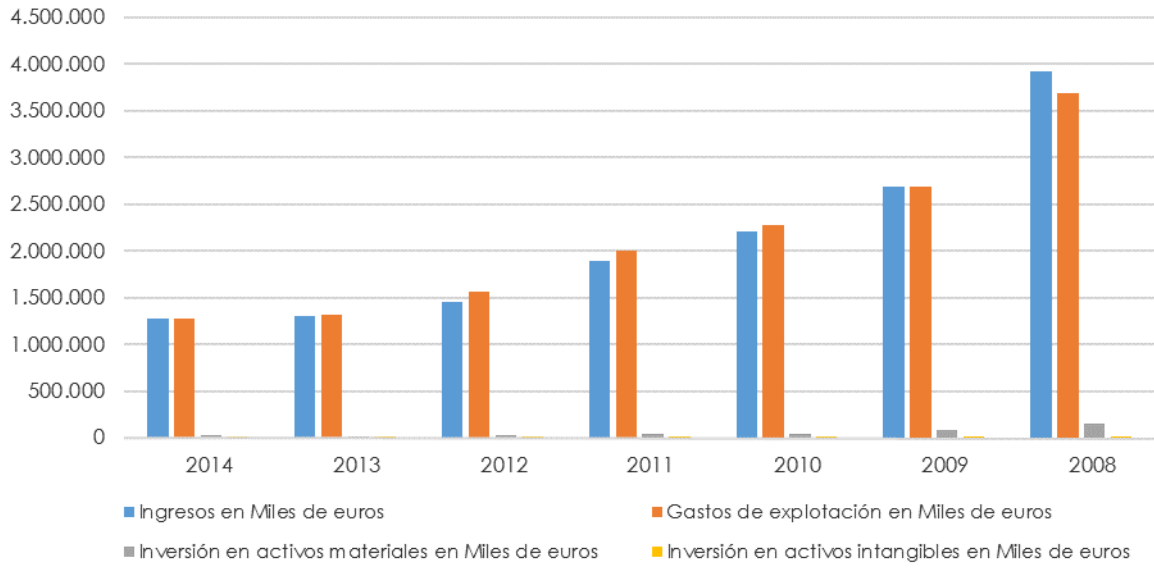
### Datos económicos de Aserrado y cepillado de la madera



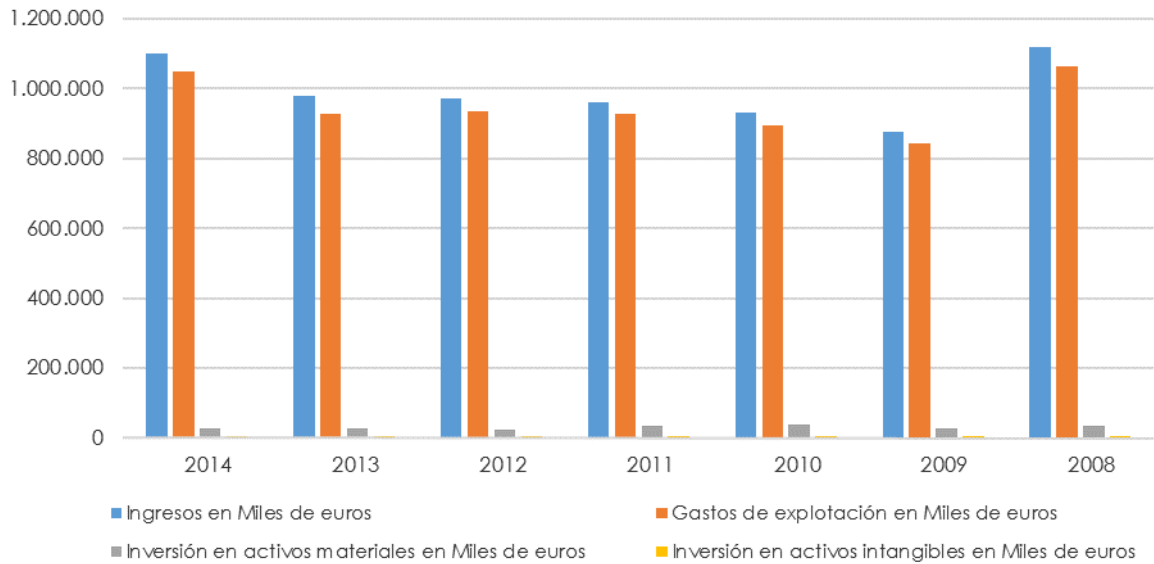
### Datos económicos de la fabricación de chapas, tableros y paneles de madera



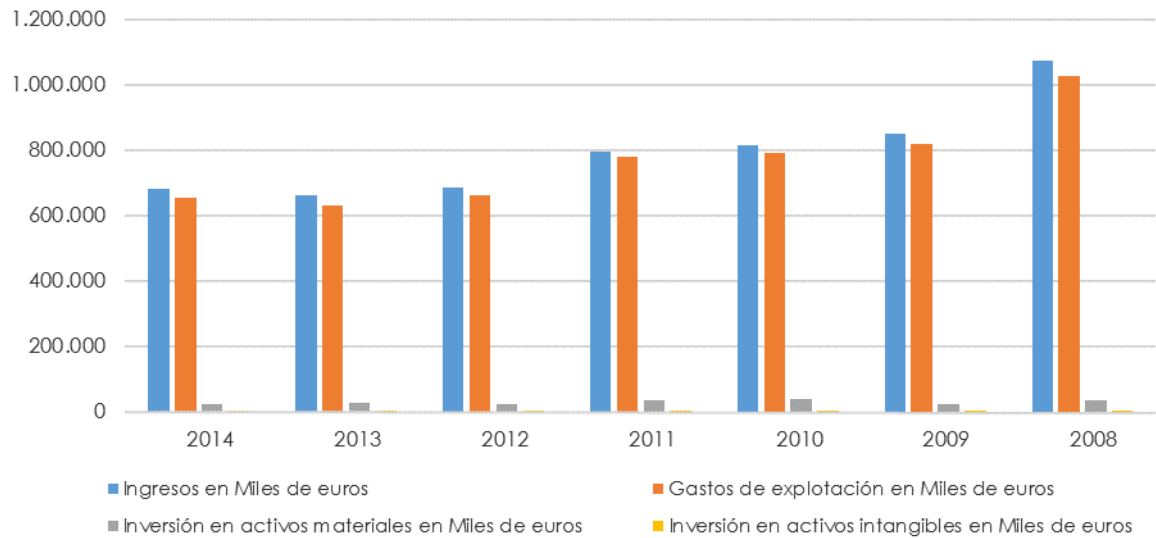
### Datos económicos de estructuras de madera y piezas de carpintería y ebanistería para la construcción



### Datos económicos de la fabricación de envases y embalajes de madera



### Datos económicos de la fabricación de artículos de corcho, cestería y espartería y otros productos de madera



Como se ha observado en las figuras anteriores, los ingresos y gastos en las empresas del sector de la madera tienen tendencia a igualarse. En los subsectores del aserrado y cepillado de la madera, así como de la fabricación de chapas tableros y paneles de madera, los gastos de explotación y de inversión serían incluso superiores a los ingresos de la actividad. A modo de conclusión, la capacidad de adaptación del sector se vería limitada por la ausencia de recursos económicos.

## 4. Bibliografía

Factor CO<sub>2</sub>. (2014). Análisis estratégico de adaptación al cambio climático en el sector de la industria transformadora de la madera en España. Incorporación de impactos, riesgos y vulnerabilidad en varias empresas del sector maderero

<http://nergiza.com/como-conocer-el-consumo-del-aire-acondicionado/>

<http://tarifasgasluz.com/faq/precio-kwh/espana>

<http://www.dias-laborables.es/#a20>

<http://www.elmundo.es/ciencia/2015/09/22/56013adb46163f75078b4582.html>

INE. (2005). Contabilidad Nacional de España, marco input output 2005.

INE. (2009). Encuesta de Población Activa.

INE. (2013).

INE. (2014). IPRI.

INE. (2015). Encuesta Industrial de Empresas, CNAE 09.

INSHT, Departamento de investigación e información. (2010). Actividades económicas con mayor siniestralidad, penosidad, y peligrosidad: sector de la madera. Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de trabajo

INSHT. (2007).VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo.

MINETUR. (2013). Territorio y actividad económica.

MINETUR. (2015). Fichas sectoriales sector madera y corcho.

Ortuño Pérez, S. F.1. (aceptado en septiembre de 2012). Estructura económica del sector forestal en España.