

CONGRESO

# LIGNOMAD [19]

CONGRESO SOBRE CONSTRUCCIÓN CON MADERA  
Y OTROS MATERIALES LIGNOCELULÓSICOS

XUNTA DE GALICIA

María Pilar Giraldo Forero, Ana María Lacasta Palacio y  
M<sup>a</sup> Azahara Soilán Cañas

Axencia Galega de Industria Forestal

# CONGRESO LIGNOMAD [19]

## LIBRO DE PONENCIAS

Congreso sobre Construcción con Madera  
y otros Materiales Lignocelulósicos

XUNTA DE GALICIA

## Comité organizador

M<sup>a</sup> Azahara Soilán Cañás  
Centro de Innovación e Servizos Tecnolóxicos da  
Madeira de Galicia (CIS Madeira)  
Axencia Galega da Industria Forestal (XERA)

Montserrat Rodríguez Ogea  
Axencia Galega da Industria Forestal (XERA)

José Ignacio Lema Piñeiro  
Axencia Galega da Industria Forestal (XERA)

Pablo Leis Mol  
Axencia Galega da Industria Forestal (XERA)

Ana María Lacasta Palacio  
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

María Pilar Giraldo Forero  
Institut Català de la Fusta (INCAFUST)  
Consorci Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de  
Catalunya (CTFC)

## Comité Científico

José Manuel Cabrero  
Universidad de Navarra - Departamento de Construcción,  
Instalaciones y Estructuras

Miguel Esteban Herrero  
Universidad Politécnica de Madrid - ETSI Montes,  
Forestal y del Medio Natural

Jorge Galván  
Universidad Nebrija / INIA

Ana María Lacasta  
Universitat Politècnica de Catalunya - Departamento de  
Tecnología de la Arquitectura

Azahara Soilán  
Centro de Innovación e Servizos Tecnolóxicos  
da Madeira de Galicia (CIS Madeira)  
Axencia Galega da Industria Forestal (XERA)

María Pilar Giraldo  
INCAFUST - Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de  
Catalunya (CTFC) / Universitat Politècnica de Catalunya

Ignacio Oteiza  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, CSIC  
Departamento de Construcción

María José Barriola  
Área de Desarrollo Sostenible y Biociencias, Tknika, País vasco

Manuel Touza  
Centro de Innovación e Servizos Tecnolóxicos da Madeira de  
Galicia (CIS Madeira)  
Axencia Galega da Industria Forestal (XERA)

Rubén Regueira Gay  
PEMADE (Plataforma de Ingeniería de la Madera Estructural) –  
Universidad de Santiago de Compostela

María Portela Barral  
PEMADE (Plataforma de Ingeniería de la Madera Estructural) –  
Universidad de Santiago de Compostela

Joaquín Montón  
Universitat Politècnica de Catalunya Departamento de  
Tecnología de la Arquitectura

Amaia Butron Janices  
Área de Materiales de Construcción / Building Technologies  
Division. TECNALIA

Josu Benito Ayúcar  
Área de Edificación y Ciudad / Building Technologies Division.  
TECNALIA

Abel Vega Cueto  
Área de Tecnología, Madera Estructural y Construcción  
Centro Tecnológico Forestal y de la Madera de Asturias  
(CETEMAS)

Santiago Sánchez Beitia  
E.T.S. de Arquitectura de Donostia-San Sebastián, Universidad  
del País Vasco (UPV/EHU)

Dolores Otero Chans  
Departamento de Construcciones y Estructuras Arquitectónicas,  
Civiles y Aeronáuticas. Universidad de A Coruña.

## Edición

Alina Avellaneda López  
María Pilar Giraldo Forero  
Ana María Lacasta Palacio

**ISBN 978-84-09-13315-4**



Esta obra está bajo una Licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 3.0.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>



# ÍNDICE

<b>SESIÓN 1</b>	
Ángel Panero, Lourdes Pérez. <b>Madera esencial, soporte y sistema constructivo, en la rehabilitación de la fábrica de curtidos de pontepedriña de arriba en santiago de compostela</b>	1
David Lorenzo, José Enrique Pardo, Alfonso Lozano, Josu Benito. <b>Proyecto de reparación de la estructura de madera del puente de La Barca en Pontevedra. Aspectos claves en el diseño en la durabilidad de la madera al exterior</b>	6
Alfonso Lozano, Felipe Álvarez, Mar Alonso, Juan José Del Coz, Juan Enrique Martínez, David Lorenzo. <b>Posibilidades de las técnicas de GPR basadas en la interferometría de Coda, en el análisis del deterioro biológico de estructuras de madera laminada encolada</b>	11
Carlos Osuna-Sequera, Francisco Arriaga, Miguel Esteban, Guillermo Íñiguez-González, Ignacio Bobadilla. <b>Consideraciones sobre la medición de la velocidad de ondas de ultrasonidos en piezas de madera puesta en obra</b>	17
Carles Blasco, Oriol Palou. <b>Reflexiones de un caso práctico de actuaciones de refuerzo y mantenimiento en la estructura de un puente de madera en Calonge, Girona</b>	25
<b>SESIÓN 2</b>	
Óscar Andrés Quintela, Iván Andrés Quintela. <b>SIETEYMEDIO, un sistema modular de construcción en madera</b>	30
A. Elejoste, G. Mondragon, A. Butron, A. Arevalillo, A. Eceiza, C. Peña-Rodriguez, F. Elejoste. <b>Valorización del bambú como elemento estructural</b>	35
Edna Moura Pinto, Alfredo Manuel Pereira Gerales Dias, Isabela Cavalcanti dos Santos. <b>Dunas timber gridshell: construction method for a pavilion built in Natal-Brazil</b>	41
N. Torres, H. De Matos. <b>Bóveda desplegable en madera. Pabellón Xuê</b>	46
<b>Sesión de posters 1</b>	
Cecilia López, Juan José Otero, Luis Ángel López. <b>Reconstrucción de vivienda en Saa, Carballeda de Avia</b>	50
Andrea Swiec Kaufmann <b>El uso de la caña (arundo donax) en la arquitectura tradicional</b>	55
Cristina Ouzande, Cristina Ezcurra. <b>Rehabilitación de vivienda con sistema estructural tradicional de madera para casa de la cultura, Villa Concepción, Cambre</b>	57
Ana María Rodríguez. <b>La problemática de la rehabilitación de estructuras de madera en entornos rurales consolidados. Cascos antiguos tradicionales: pasado, presente y futuro de una realidad</b>	63

Juan-José Villacorta-Calvo, Alberto Izquierdo-Fuente, Lara del Val-Puente, Luis Suárez, Roberto Martínez, Leandro Morillas y Luis-Alfonso Basterra. <b>AmemoMe: Diseño e implementación de un sistema de medida basado en acelerómetros MEMS para el análisis de los modos de vibración de una estructura de madera</b>	68
Leonardo Llamas <b>Madera y Passivhaus</b>	73
Fernando Colom, Pablo Tarín, Mario Rando, Felice Allievi. <b>Edificios de CLT en Noruega: una solución construida íntegramente en madera cada vez más habitual</b>	77
<b>SESIÓN 3</b>	
Manuel Guaita, Jordi Navarro, Celia Martínez-Alonso, Rosa Arcas. <b>Proyecto LIFE EcoTimberCell: nuevos sistemas constructivos y su certificación</b>	82
J.F. Hidalgo-Cordero, D. Casado, J. García, L. Robertson, E.Hermoso, M.T. Troya. <b>Durabilidad de la totora y sus derivados ante organismos xilófagos</b>	87
A. Butron, I. Svensson, Garmendia, R. Fañanas, O. Arestizabal. <b>Protector de madera acuoso de elevada penetración de los principios activos y baja emisión COVs</b>	92
Roberto Martínez, José-A. Balmori, Gamaliel López, Luis Acuña, Milagros Casado, Luis-Alfonso Basterra <b>Estudio mecánico preliminar de la mandíbula de un cerambícido como herramienta de corte</b>	101
Verónica Sancho <b>Pieles de madera en la Arquitectura</b>	108
<b>SESIÓN 4</b>	
Elizabeth Abalo, Gonzalo Alonso. <b>Edificio institucional y de I+D de la Universidad de Vigo Berbes, Vigo</b>	113
Cristina Ouzande, Cristina Ezcurra. <b>Construcción mediante un sistema de entramado de madera de un edificio público de uso sanitario. Centro de atención de urgencias extrahospitalarias.</b>	118
Antonio José Lara-Bocanegra, Almudena Majano-Majano, Belén Feijoo, José Luis Gómez-Royuela, Luis Lozano-Bodeguero, Jose Antonio Lorenzana, Antonio Roig, María Portela, Manuel Guaita. <b>Acciones demostrativas con productos estructurales realizados con especies gallegas en el marco del Proyecto Life Lugo+Biodinámico</b>	125
Pablo Tarín, Manuel Sánchez-Solís, Mario Rando, Fernando Ibáñez <b>Finansparken Bjergsted, Stavanger: un innovador edificio de oficinas con elementos portantes de madera</b>	130
Aída Santana-Sosa, Alireza Fadai <b>Lean Construction como metodología para impulsar y estandarizar el uso de madera en edificaciones en altura</b>	135

Felipe Riola-Parada, Kamyar Tavoussi, Alireza Fadai, Wolfgang Winter <b>Elementos estructurales híbridos: vigas madera-acero y placas nervadas madera-acero-hormigón</b>	140
<b>SESIÓN 5</b>	
Iñaki del Prim Gracia <b>Edificios Terciarios Passivhaus con estructura de madera</b>	145
Lankes, Sascha <b>20 años de utilización de la madera en la construcción de viviendas en Alemania Los comienzos - El largo camino - La aceptación</b>	151
Francisco Arriaga, Guillermo Íñiguez, Miguel Esteban. <b>Eurocódigo 5 – estructuras de madera - 2020</b>	156
Álvaro López, Zara Álvarez, MRM Arquitectos, Antón Varela García, IDOM consulting, engineering, architecture S.A. <b>Estructuras de madera en edificios no residenciales</b>	165
Guadalupe Olvera, Miguel Esteban, Gabriel H. Virgen, Ignacio Bobadilla. <b>Pronóstico del riesgo de caída y fractura en arbolado urbano mediante métodos no destructivos: una revisión</b>	170
<b>Sesión de posters 2</b>	
David Lorenzo, Manuel Touza, Juan Fernández-Golfín, Alfonso Lozano, Josu Benito, Manuel Guaita. <b>Durabilidad y estado actual de una casa construida en Eucalyptus globulus en Galicia tras 17 años de exposición</b>	175
Milagros Casado, Iosody Silva, Luis Acuña, Jesús Martín-Gil, Laura Ponce, Pablo Martín-Ramos. <b>Estudio de la actividad antifúngica de tratamientos con quitosano en madera de Populus</b>	180
Francisco Rescalvo, Leandro Morillas, María Rodríguez, María A. Ripoll, I. Valverde-Palacios, A. Gallego. <b>Caracterización mecánica de la madera del clon I-214 de una chopera de la Cuenca del Henares</b>	185
Roberto Martínez, José-A. Balmori, David Escolano, Alberto Izquierdo-Fuente, Juan-José Villacorta-Calvo, Luis-Alfonso Basterra. <b>Detección y localización de larvas de cerambícidos mediante un array de micros MEMS</b>	190
Laia Haurie, María Pilar Giraldo, Ana María Lacasta. <b>Comportamiento de reacción al fuego del corcho</b>	195
María Pilar Giraldo, Ana María Lacasta, Andreu Segura. <b>Estudio sobre medidas de protección pasiva contra el fuego en fachadas de madera</b>	201
Alina Avellaneda, Joaquín Montón, Laia Haurie. <b>Comportamiento al fuego del bambú, Guadua angustifolia</b>	207

<b>SESIÓN 6</b>	
Oliver Style, Bega Clavero, Vicenç Fulcarà <b>ISOBIO: rendimiento higrotérmico medido de un panel aislante estructural con materiales de origen biológico</b>	212
Eleana Spavento, Milagros Casado, Luis Acuña, Luis-Alfonso Basterra <b>Influencia de las dimensiones y calidades en la resistencia a flexión estática en madera aserrada de Populus sp</b>	217
Mar Alonso, Juan Enrique Martínez, Felipe Álvarez, Juan José del Coz Díaz, Alfonso Lozano. <b>Caracterización térmica de la madera de castaño para su uso como elemento constructivo</b>	222
Miguel Yurrita, José Manuel Cabrero. <b>Rotura frágil en uniones estructurales de madera con conectores metálicos de gran diámetro con cargas paralelas a la fibra</b>	227
Abel Vega, Amelia González, Isabel Fernández, Soledad Rodríguez, Rosa Arcas, Celia Martínez-Alonso. <b>Evaluación de propiedades térmicas y reacción al fuego de tableros de fibras de alta densidad bajo diferentes tratamientos de ignifugación Proyecto LIFE EcoTimberCell</b>	232
<b>SESIÓN 7</b>	
Carlos José Rey Cabezudo <b>Proceso de ignifugación en profundidad para madera maciza</b>	237
Lorena Sánchez Vivas, Gray Mullins, Kelly Costello, James R. Mihelcic. <b>Strength Values of Bamboo for Structural Applications</b>	243
Marcel Vilches, Eduard Correal, Juan Carlos Cabrero, Eva Hermoso. <b>Viabilidad del encolado del Pinus halepensis para la fabricación de madera contralaminada</b>	248
Rosa M <sup>a</sup> Arcas, Paulo Malho. <b>Hardboard de eucalipto, material natural. Un valor en alza</b>	253



## **Evaluación de propiedades térmicas y reacción al fuego de tableros de fibras de alta densidad bajo diferentes tratamientos de ignifugación Proyecto LIFE EcoTimberCell**

Abel Vega<sup>a</sup>, Amelia González<sup>a</sup>, Isabel Fernández<sup>a</sup>, Soledad Rodríguez<sup>a</sup>, Rosa Arcas<sup>b</sup>, Celia Martínez-Alonso<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Fundación CETEMAS. Centro Tecnológico Forestal y de la Madera de Asturias, Pumarabule, s/n, 33936 (Siero, Asturias)

<sup>b</sup>Betanzos HB, Ctra. Betanzos-Santiago km3, 15300, (Betanzos, A Coruña)

E-mail ponente: avega@cetemas.es

**Palabras clave:** hardboard, reacción al fuego, conductividad térmica, ignifugación

### **Resumen**

El presente trabajo tiene como objetivo la caracterización de prestaciones térmicas y de comportamiento ante el fuego de tableros de fibras de alta densidad. Estos tableros constituyen el componente base del sistema estructural desarrollado dentro del contexto del proyecto *LIFE EcoTimberCell* (LIFE 17 CCM/ES/749) cuyos socios son PEMADE, CETEMAS, Betanzos HB e ITeC. A tal fin, fue evaluada la conductividad térmica (UNE-EN 12664) con el objetivo de obtener valores experimentales para su empleo en los cálculos de transmitancia del sistema *EcoTimberCell*, y fueron estudiadas experimentalmente varias alternativas ignifugantes para los tableros, empleando productos de aplicación superficial con diversa naturaleza (barnices, pinturas intumescentes, etc.). El comportamiento ante el fuego fue evaluado mediante los ensayos pertinentes a la clasificación de reacción al fuego, según las normas UNE-EN 13501-1 y UNE-EN ISO 11925-2, además del estudio de variables adicionales (profundidad de carbonización, pérdida de masa, etc.) en base a procedimientos internos. La campaña experimental realizada permitió definir el mejor producto ignífugo para su aplicación a los tableros.

### **Introducción**

La clase de reacción al fuego es uno de los parámetros más importantes en cuanto al uso de los productos de madera y derivados en construcción. Estas prestaciones están definidas en las normas UNE-EN 13501-1 (como norma base para la evaluación de comportamiento ante el fuego) y, específicamente, en las normas UNE-EN ISO 11925-2 (inflamabilidad) y UNE-EN 13823 (ensayo SBI). Este último ensayo SBI es necesario, en última instancia, para la determinación final de una Clase de Reacción al fuego del producto. Sin embargo, el alto coste de este ensayo hace que sea necesario acotar los productos ignifugantes a evaluar, con el objetivo de minimizar ensayos y costes. A tal fin, este primer filtrado de productos puede realizarse mediante ensayos de inflamabilidad extendidos (UNE-EN ISO 11925-2 + análisis experimentales adicionales),

los cuales darán una orientación acerca del mejor producto de cara a afrontar los ensayos SBI posteriores. Todo producto de madera y derivados cuenta con una Clase de Reacción al fuego asignada normativamente sin ensayo de caracterización. De este modo, a un tablero de fibras duro, de densidad mínima de  $900\text{kg/m}^3$  le corresponde una clase D-s<sub>2</sub>,d0, bastante restrictiva en cuanto a usos posibles. Generalmente, el uso de ignifugantes sobre productos de madera pretende alcanzar una clase B-s<sub>2</sub>,d0, la cual permite su empleo en la práctica totalidad de usos habituales en construcción. En este contexto, existen en el mercado multitud de productos ignifugantes a tal fin.

Además de la reacción al fuego, otro parámetro importante a evaluar en tableros de madera son sus propiedades térmicas. El conocimiento de la conductividad térmica del material, aspecto en el que la madera tiene grandes prestaciones en cuanto a aislamiento, permite la estimación de las transmitancias térmicas de los elementos o estructuras de las que forma parte. A pesar de que existen multitud de referencias bibliográficas acerca de valores teóricos de conductividad térmica para madera y derivados, la determinación experimental resulta mucho más adecuada y precisa para cada producto en particular.

El primer objetivo del presente trabajo es, por tanto, la evaluación de diferentes productos ignifugantes superficiales aplicados sobre tablero de fibras de alta densidad (hardboard) de la empresa Betanzos HB, con el objetivo de determinar el más adecuado para alcanzar la clase de reacción al fuego más alta posible. Para ello fueron realizados ensayos de inflamabilidad (UNE-EN ISO 11925-2) y determinados parámetros adicionales, como la profundidad de carbonización y la pérdida de masa. El segundo objetivo fue la determinación experimental de la conductividad térmica del tablero. Estos valores de conductividad permitirán el posterior cálculo de las prestaciones térmicas del elemento estructural a desarrollar en el proyecto *LIFE EcoTimberCell*, dentro del cual se enmarca este trabajo.

### **Metodología y materiales**

El tablero objeto de estudio es un tablero de fibras de alta densidad de la empresa Betanzos HB de 5,6 mm de espesor, el cual está fabricado con adhesivo natural. Dicho tablero formará parte indispensable del elemento estructural a desarrollar en el proyecto *LIFE EcoTimberCell*. Se consideró el tablero tras la fabricación, y el tablero sometido a un lijado ligero para estudiar su posible efecto en la aplicación y penetración del ignifugante.

Para los ensayos de inflamabilidad fueron considerados 3 productos comerciales distintos, todos ellos aplicables de forma superficial, mediante brocha, rodillo o pulverización. Como control fueron empleadas probetas de tablero sin ignifugante y madera sólida de eucalipto del mismo grosor. La tabla siguiente muestra las características de los productos:

*Tabla 1. Productos ignifugantes evaluados*

<b>Producto A</b>	<b>Producto B</b>	<b>Producto C</b>
<b>Barniz Intumescente</b>	<b>Retardante con partículas intumescentes</b>	<b>Retardante</b>
Brocha	Brocha	Brocha
Dilución 15-20% en agua	Relación producto-catalizador: 10:1	300g/m <sup>2</sup>
350 g/m <sup>2</sup>	400-480g/m <sup>2</sup>	

Fueron realizados ensayos de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 11925-2, empleando para ello una cámara de inflamabilidad con todos los elementos y dispositivos exigidos en la norma y considerando dos tiempos de exposición, 30s y 60s. Además fueron evaluados dos parámetros adicionales no contemplados en la normativa pero que aportan información importante acerca de las prestaciones de los ignifugantes: profundidad de carbonización y pérdida de masa.

Los ensayos de conductividad térmica fueron realizados de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN 12664, mediante el método de placa caliente guardada.

## Resultados

### Ensayos de inflamabilidad

Los resultados normativos del ensayo de inflamabilidad según UNE-EN ISO 11925-2, indicando el cumplimiento de los parámetros excluyentes de ignición del tablero, altura de llama a 150 mm e ignición del papel de filtro dieron resultados satisfactorios en todos los productos. Estos resultados son válidos para aquellos productos candidatos a alcanzar las clases D, C o B. Una vez superado el primer ensayo de inflamabilidad, los productos fueron evaluados mediante variables adicionales, con el objetivo de determinar aquel con mejores prestaciones. Los gráficos siguientes muestran el comportamiento en cuanto a profundidad de carbonización y pérdida de masa:

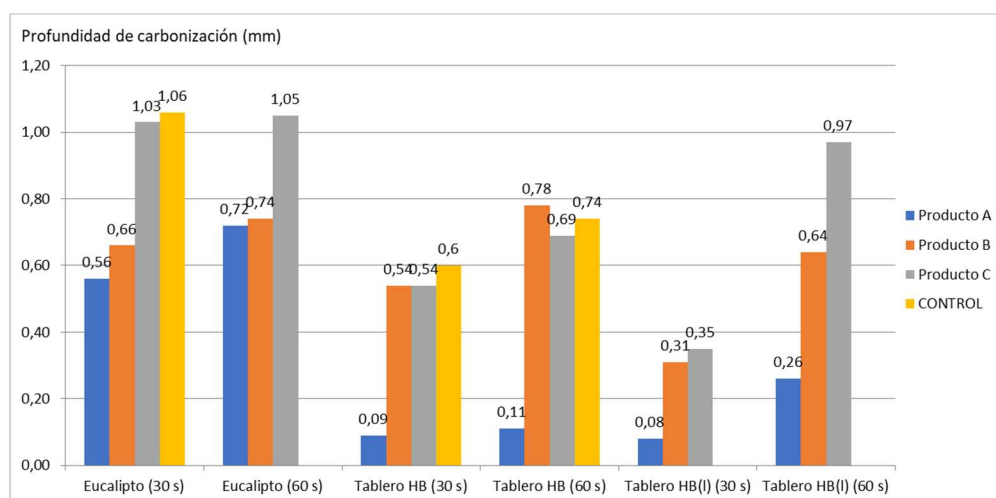


Figura 1. Valores de profundidad de carbonización (mm)

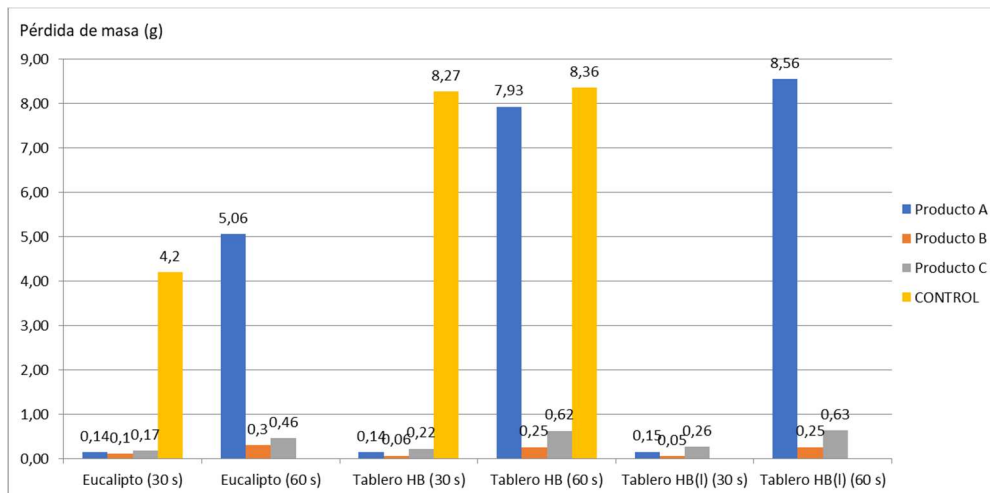


Figura 2. Valores de pérdida de masa (mm)

Como era esperable, los tres productos evaluados dieron como resultados un mejor comportamiento ante el fuego que las muestras control. Todos ellos mostraron una menor profundidad de carbonización, quedando patente la acción del producto ignifugante. En cuanto a la pérdida de masa, los datos deben ser interpretados en detalle. Se observa como para el producto A, tras 60 segundos de exposición la pérdida de masa aumentó de forma significativa, muy por encima del resto de productos. Esto es debido al elevado gramaje del propio producto, el cual incrementa el peso de la probeta (tablero + ignifugante). Al tratarse de un producto intumesciente, ante un tiempo de exposición prolongado se crea una capa superficial muy porosa y de baja densidad que aumenta de volumen, pero pierde masa en el proceso. Por tanto, la pérdida de masa observada en los ensayos es debido a la degradación del producto ignifugante en el proceso de intumescencia, y no a una pérdida de masa por la degradación del tablero.

### Ensayos de conductividad térmica

A continuación se muestran los resultados de los ensayos de conductividad térmica del tablero mediante caja caliente guardada:

Muestra	$\lambda$ (W/mK) (rep 1)	$\lambda$ (W/mK) (rep 2)	$\lambda$ (W/mK) (valor medio)
1	0,367	0,298	0,333
2	0,325	0,286	0,306
3	0,341	0,274	0,308
4	0,459	0,368	0,414
5	0,446	0,416	0,431
6	0,470	0,404	0,437
		<b>Promedio</b>	<b>0,371</b>
		<b>CoV (%)</b>	<b>16,85</b>

Tabla 2. Conductividad térmica de tablero de alta densidad de Betanzos HB

Los valores de conductividad térmica obtenidos fueron ligeramente superiores a los habitualmente indicados para madera sólida (entre 0,15 y 0,20 W/mK). Este resultado es coherente dada la mayor densidad y menor porosidad del tablero con respecto a la madera, parámetros que favorecen la transmisión de calor a través del material. El valor de conductividad térmica obtenido será implementado en el cálculo de las prestaciones térmicas (transmitancias) del producto estructural desarrollado en el proyecto *EcoTimberCell*.

## Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones de los resultados del presente trabajo:

- Fueron evaluados tres productos ignifugantes para su aplicación sobre tableros de fibras de alta densidad, con el objetivo de seleccionar aquel que proporciona mejores prestaciones.
- Los resultados de los ensayos de inflamabilidad cumplieron con los requisitos normativos para todos los productos evaluados. La evaluación de parámetros adicionales, como la profundidad de carbonización o la pérdida de masa, permitieron seleccionar al producto A como el mejor en cuanto a mejora de comportamiento ante el fuego del tablero.
- Fue obtenido experimentalmente el valor de conductividad térmica del tablero de alta densidad (según EN EN 12664), dando como resultado un valor medio de 0,37 W/mK, ligeramente superior a los habitualmente indicados para madera sólida.

## Referencias

UNE-EN 12664: 2002. Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor del flujo de calor. Productos secos y húmedos de baja y media resistencia térmica. AENOR

UNE-EN 13501-1: 2007 + A1: 2010. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego. AENOR

UNE-EN 11925-2: 2011. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única. AENOR

UNE-EN 13823: 2012 + A1: 2016. Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción, excluyendo revestimientos de suelos, expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo. AENOR