

03



# Webinario

## LIFE

# EcoTimberCell

liffecotimbercell.eu

liffecotimbercell.eu

La madera en Galicia

Caracterización de la madera estructural



Con la contribución del  
instrumento financiero  
LIFE de la Unión Europea





## Contenido

Introducción .....	1
El proyecto LIFE EcoTimberCell .....	1
El Grupo de Trabajo LIFE EcoTimberCell.....	1
Un foro para el debate .....	1
Agenda de la jornada.....	2
Presentaciones de los ponentes.....	3
Guía de caracterización de la madera estructural. Begoña Jiménez.....	3
Clasificación visual de la madera. Martina Fernández.....	3
Métodos no destructivos. Raquel Gonçalves.....	5
Métodos destructivos. María Portela .....	6
Conclusiones del seminario.....	8

Historial de versiones:

- 07/06/2021

# Introducción

## El proyecto LIFE EcoTimberCell

LIFE EcoTimberCell es un proyecto piloto Close to market dentro del área prioritaria del Programa LIFE Mitigación de Cambio Climático, financiado por la Unión Europea, que pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de una solución innovadora constructiva, con la madera local como eje central. Este proyecto plantea la **creación de elementos constructivos bajos en carbono**, que además suponen una fijación de Carbono a largo plazo con materiales sostenibles a través de los **sistemas EcoTimberCell (ETC)**.

La construcción de viviendas con este sistema incrementará la demanda de madera local certificada, lo que potenciará la **gestión forestal sostenible** y la **creación de empleos verdes locales**, fijando población en el medio rural.

## El Grupo de Trabajo LIFE EcoTimberCell

El grupo de trabajo LIFE EcoTimberCell se plantea como una herramienta para la participación de entidades asociadas al sector de la madera y de la construcción con esta materia prima.

Este grupo busca promover la colaboración entre entidades vinculadas con el proyecto LIFE EcoTimberCell, como empresas del sector de la madera, productores, construcción, entidades certificadoras de GFS, administraciones públicas, centros de investigación y Universidades.

### Un foro para el debate

Desde LIFE EcoTimberCell se pretende dar respuesta o nuevas preguntas a temas relacionados con la producción de madera sostenible y la construcción en madera. Para ello, se organizan una serie de seminarios dirigidos a los agentes clave del proyecto, en los que se expondrán diferentes temas de debate.

Las aportaciones de las entidades participantes se han incluido en este documento de conclusiones, para su difusión pública y para su traslado si procede a administraciones públicas (regionales, nacionales o europeas) u otro tipo de entidades interesadas, para su consideración, valoración y apoyo en su toma de decisiones. De este modo se pretende potenciar e incrementar el impacto de los resultados del debate temático.

# Agenda de la jornada

## Caracterización de la madera estructural

26 de mayo

**17:00** *Guía de caracterización de la madera estructural. PEMADE – USC*

**17:10** *Clasificación visual de la madera. Mónica Ruy, Martina Fernández y Helga Peral, Unidad Mixta de Investigación, Economía circular de la madera para una construcción bajo-energética (FINSA – USC).*

**18:10** *Ronda de preguntas y debate*

2 de junio

**17:00** *Guía de caracterización de la madera estructural. PEMADE – USC*

**17:10** *Métodos no destructivos. Raquel Gonçalves, Universidade Estadual de Campinas UNICAMP (Brasil)*

**17:40** *Métodos destructivos. María Portela, PEMADE - USC*

**18:10** *Ronda de preguntas y debate*

# Presentaciones de los ponentes

Este apartado recoge algunos de los puntos destacados de cada una de las ponencias.

## Guía de caracterización de la madera estructural. Begoña Jiménez.

- La *Guía de suministro y caracterización de la madera estructural* es un documento de consulta sobre el proceso de la caracterización de la madera estructural que además promueve y apoya la madera local gallega procedente de la gestión forestal sostenible.

Puede descargar el documento en la página web del proyecto LIFE EcoTimberCell: <https://www.life-ecotimbercell.eu/guia-de-suministro-y-caracterizacion-de-la-madera>

## Clasificación visual de la madera. Martina Fernández.

- La norma europea UNE-EN 14081-1 establece los requisitos mínimos que deben tener las singularidades presentes en la madera aserrada para que pueda ser utilizada como madera estructural. A nivel nacional existen dos normas que cumplen con lo establecido en la norma anterior, una para coníferas (UNE 56544) y otra para frondosas (UNE 56546).
- El método de secado en estufa se considera el método de referencia para medir el contenido de humedad de la madera por ser muy preciso. En él se utiliza una rebanada de al menos 20 cm de espesor que abarque toda la sección de la pieza, libre de singularidades y extraída a una distancia mínima de 300 mm desde uno de los extremos de la pieza.
- En el cálculo de la densidad, es importante que los valores de la masa y el volumen de la pieza se midan al mismo contenido de humedad.
- Los nudos suponen una discontinuidad del material y una desviación de la fibra local muy importante que repercuten en las propiedades mecánicas de la madera, reduciendo notablemente su resistencia. Es necesario tener en cuenta los nudos y determinar su tamaño, ya que no todos afectan de la misma manera. Para determinar el tamaño debe medirse su diámetro en sentido perpendicular al eje longitudinal de la pieza.
- En la medición de los nudos, la corteza presente alrededor del mismo se debe incluir en el diámetro. En aquellos casos en los que no se diferencia bien el límite de las irregularidades presentes alrededor del nudo se debe de incluir siempre en la medida del diámetro, para ponernos en la situación más desfavorable.
- Los nudos menores de un centímetro pueden despreciarse siempre que no sean pasantes (aquellos que se manifiestan en dos superficies opuestas).

- Los nudos de arista son los que se manifiestan en dos superficies contiguas: cara y canto. Se miden en aquella superficie en la que se muestren más perpendiculares, en caso de duda, se miden los dos y se queda con la proporción más desfavorable.
- Durante el proceso de secado de la madera se producen elevadas tensiones, que pueden llegar a ser muy elevadas, dando lugar a la rotura de las fibras y generando las fendas.
- Para la evaluación de las fendas tenemos que evaluar su profundidad y longitud. No se tienen en cuenta aquellas que tengan una longitud inferior a un cuarto de la longitud de la pieza o a 1m (la menor de estas dos mediciones). Tampoco se tienen en cuenta las que profundizan menos de 1mm.
- En las normas de clasificación, en el caso de las coníferas, las fendas de secado se limitan por su profundidad. Sin embargo, en las frondosas, además de limitar las fendas de secado, se incluye una limitación para las fendas pasantes de testa donde se limitan por su longitud.
- En el análisis de la desviación de la fibra se mide la desviación general de la pieza, ignorando la desviación local producida en las proximidades de los nudos. Para calcular esta desviación es necesario seleccionar un metro libre de nudos sobre el cual se realiza la medición. En caso de no poder seleccionar dicha longitud, se busca una distancia menor y se calcula la desviación respecto a esa distancia.
- Para medir la desviación de la fibra se recomienda trazar varias líneas con el trazador, paralelas y en sentido inverso, para poder verificar el sentido de la fibra.
- En relación a las bolsas de resina y entrecasco (inclusión de la corteza en la pieza de la madera aserrada), se mide su longitud en la dirección paralela al eje de la pieza. Sólo se limita su uso en maderas de coníferas, determinado en función de su longitud.
- Las acebolladuras no están permitidas. Para el castaño, sí que están permitidas, pero con ciertas limitaciones.
- La presencia de anillos excesivamente anchos manifiesta la presencia de madera juvenil, lo que puede ocasionar elevadas deformaciones en el proceso de secado.
- Madera de reacción: la madera de compresión que se genera en las coníferas presenta gran excentricidad, con unos anillos de crecimiento muy anchos y densidades muy elevadas. La presencia de esta madera puede ocasionar grandes deformaciones en el proceso de secado. No existe ningún método visual que sea válido para poder identificarla.
- En las normas de clasificación se recoge que la médula está admitida o no permitida en función de la calidad visual y de si se clasifica en húmedo, ya que es probable que en el proceso de secado se originen deformaciones en las piezas.
- Las normas no admiten alteraciones de tipo biológico, a excepción de los hongos del azulado en coníferas que sí se admiten.
- La norma española de clasificación de la madera estructural para coníferas establece dos calidades visuales ME-1 y ME-2 con criterios más exigentes para la calidad ME-1 y más

flexibles para ME-2. En el caso de la norma de clasificación para frondosas, se establece una sola calidad visual MEF (madera estructural de frondosas).

- El proceso de clasificación visual es una técnica no destructiva que nos permite determinar la clase resistente de una especie de madera bajo un método normalizado. Sin embargo, este proceso presenta cierta subjetividad y es necesaria cierta experiencia previa para su empleo.
- La aplicación de métodos mecánicos acústicos, a partir de los cuales se determina la velocidad de transmisión de una onda a lo largo de las piezas de madera, permite estimar las propiedades mecánicas que tendría esa pieza. Esta técnica permite, en acompañamiento a la clasificación visual, mejorar las predicciones de las propiedades mecánicas de las piezas de madera.

### Métodos no destructivos. Raquel Gonçalves.

- Las principales ventajas de los métodos de propagación de ondas son que se puede repetir el ensayo sobre el mismo material muchas veces (lo que permite hacer el seguimiento de un material), generalmente los equipos son portátiles y suelen ser más económicos que el equipamiento necesario para la realización de ensayos mecánicos.
- El método no destructivo de propagación de ondas es un método poco conocido, lo que genera desconfianza, a lo que se suma la escasez de normas y protocolos, aunque en algunos países su aplicación es más generalizada y consecuentemente disponen de mayor documentación normativa. Es un método que requiere calibración previa, y, en la mayoría de los casos, se obtienen resultados indirectos, por lo que es necesario realizar cálculos posteriores.
- Es recomendable la aplicación de métodos no destructivos siempre que se puedan realizar también ensayos estáticos. Mediante los ensayos no destructivos podemos clasificar la madera, principalmente por sus propiedades de rigidez, pero también por resistencia.
- La gran ventaja de los métodos de propagación de ondas es que se pueden aplicar en toda la cadena del proceso (desde la plántula, en el árbol en pie, en la troza, en la madera procesada en una probeta, en material reutilizado...).
- Se puede acceder a propiedades de forma estática con un método dinámico porque están relacionados (calibración).
- Los tres métodos acústicos no destructivos (ultrasonidos, ondas de tensión y vibración) tienen por detrás la teoría de elasticidad, que se conecta con la teoría de vibración o de propagación de ondas.
- La caracterización elástica de la madera, mediante la que se determinan las propiedades elásticas a partir de una probeta, permite la incorporación de estas propiedades en softwares de cálculo estructural ya que proporciona: los módulos de elasticidad en las tres direcciones, los módulos de cizallamiento en los tres planos y los seis coeficientes de Poisson por medio de ultrasonidos.

- Los métodos que utilizan la propagación de ondas pueden anticipar las propiedades de la madera y mostrar si una masa forestal tiene las características necesarias para una determinada aplicación (antes de la corta o en la troza). Estos análisis permiten seguir la evolución de las propiedades de la madera en la masa forestal, aspecto de gran utilidad, por ejemplo, en la evaluación del desarrollo de un clon, o en la determinación de la edad de corta.
- La clasificación de la madera estructural se puede hacer directamente con correlaciones previamente determinadas para cada especie, o mediante campañas de calibración y ensayo de un equipo no destructivo aplicado a una especie.
- En laboratorio se utiliza la aplicación manual de los métodos, pero es importante saber que hay como automatizar esta clasificación. Este aspecto es muy relevante para el sector industrial, ya que puede utilizar técnicas más rápidas y eficientes.
- Actualmente, en Brasil se está trabajando en la calibración de la plántula a partir de ensayos no destructivos para comparar diversos tipos de clones, y determinar aquellos que son más productivos.

## Métodos destructivos. María Portela

- En el proceso de caracterización se determina en qué medida las singularidades de la madera van a afectar, según la especie de la que se trate y su distribución geográfica.
- Cuando se realiza la caracterización de una especie y procedencia que no está clasificada tendremos que realizar también, de madera complementaria, ensayos destructivos.
- Para asignar una clase resistente se deben de calcular las tres propiedades rectoras o indicadoras de obligado ensayo: flexión, módulo de elasticidad y densidad. A partir de ellas obtenemos resistencia, rigidez, densidad y humedad.
- Para poder normalizar, estandarizar los ensayos, es necesario disponer de procedimientos normativos, en este caso se utiliza la norma UNE-EN 408.
- Es esencial que la madera este acondicionada, durante todo el ensayo, a una temperatura de 20<sup>o</sup> y 65% de humedad relativa, para poder comparar los resultados obtenidos con las tablas de la norma.
- Con el proceso de clasificación visual se obtiene una zona crítica (por las singularidades). Esta zona crítica se debe de situar entre cargas, si por la extensión de la probeta no es posible se debe situar la segunda zona critica previamente identificada.
- La duración del ensayo también influye en el resultado, a nivel normativo se establecen 5 minutos de ensayo.
- La fuerza máxima alcanzada, que sirve para calcular la resistencia, está relacionada con las singularidades (especialmente los nudos y desviación de fibra). Los nudos de gran tamaño que originan gran desviación de fibra a su alrededor son más problemáticos que los pequeños y más concentrados.





- En el cálculo del módulo de elasticidad local se miden deformaciones mucho menores, por lo que los captadores deben tener mayor precisión, y la colocación del extensómetro y del sistema de perchas es más complejo por lo que requiere más tiempo, lo que incrementa la duración del ensayo global.
- Una vez rota la probeta se extrae una probeta de 2 cm, lo más cercana posible a la zona de rotura, para medir la densidad. También se mide la humedad para comprobar que es del 12%, o a las piezas que están entre el 8 y el 18 % se les aplican factores de corrección con la norma.
- La norma nos permite hacer correcciones según el contenido de humedad, el tamaño de las piezas, según hayamos calculado un módulo de elasticidad local o global, o según el tamaño de muestreo (muy importante en el caso de muestreos reducidos ya que tendremos que aplicar factores de reducción).

# Conclusiones del seminario

- En el cálculo de las mediciones de las singularidades de la madera, en caso de duda, siempre se debe escoger la opción más desfavorable.
- El proceso de clasificación visual presenta cierta subjetividad, por lo que es necesaria cierta **experiencia previa**.
- Los métodos mecánicos acústicos contribuyen a mejorar las técnicas de **clasificación visual** de las piezas de madera.
- A través de los métodos que utilizan la propagación de ondas se pueden predecir propiedades de la madera producida por la masa forestal antes de la corta y se puede seguir la evolución de la masa. Esta segunda aplicación es muy importante para el sector del papel, que puede saber a qué edad se estabilizan las propiedades; esa sería la edad de corta.
- Es importante que se comparta más conocimiento sobre la teoría que respalda las técnicas no destructivas para que la gente confíe en sus datos.
- La **calibración para la especie**, en los métodos no destructivos, es importante para alcanzar resultados más fiables y precisos.
- Se pueden **automatizar los procesos** de forma sencilla para obtener de forma rápida las características que se desean medir.
- Las herramientas de medición son portátiles, lo que permite tomar datos in situ, destacando el **transductor sin cable**, muy cómodo en trabajos en campo.
- La industria de la pasta utiliza la propiedad de la densidad de la madera para determinar la edad de corta de la masa. Los ensayos de propagación de onda no son tan buenos para medir esta característica, pero las propiedades de densidad están correlacionadas con la rigidez, por lo que, a partir de esta característica, se puede determinar la **edad ideal de corta**.
- Es fundamental ofrecer al mercado uniformidad, seguridad y continuidad en el tiempo.
- La madera debe de estar **acondicionada**, a 20<sup>o</sup> de temperatura y ha de tener una humedad del 12% durante todo el ensayo para poder comparar los resultados obtenidos con las tablas de la norma y obtener, así, la **clase resistente**.

# 03



liffeotimbercell.eu

liffeotimbercell.eu



Con la contribución del  
instrumento financiero  
LIFE de la Unión Europea

