

Proyecto MEND-ME.

Clasificación y rehabilitación de la madera mediante técnicas no destructivas

En este proyecto de I+D, AIDIMME sigue investigando la evaluación no destructiva de madera estructural para clasificarla según los criterios del Código Técnico de la Edificación (CTE), que hacen de la madera un material de arquitectura e ingeniería completamente normalizado. Además, investiga nuevas soluciones y productos de refuerzo y consolidación para rehabilitar sistemas constructivos de madera.

AIDIMME continúa desarrollando el proyecto de I+D **MEND-ME** (Desarrollo de una metodología para la evaluación no destructiva de madera estructural y aplicación innovadora a rehabilitación). El **IVACE** (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial) financia la primera anualidad del proyecto, que también está cofinanciado por el Programa Operativo **FEDER** de la Comunidad Valenciana 2014-2020.

MEND-ME tiene como objetivo desarrollar **una metodología de análisis no destructivos que permita conocer el estado y calidad estructural de la madera actual o antigua**, para poder realizar rehabilitaciones de estructuras de madera en menor tiempo, de forma competitiva, sostenible, segura y fiable, así como aprovechar madera procedente de demoliciones, bien para ejecutar esas rehabilitaciones, o bien para usarla en nuevas estructuras.

Este proyecto surge directamente de la **necesidad del sector de la construcción y de muchos arquitectos** de disponer de una caracterización mecánica y de una clasificación según el CTE de la madera existente en las edificaciones antiguas. Igualmente surge de la necesidad, común a muchos arquitectos, ingenieros y empresas de rehabilitación, de disponer de soluciones y productos de refuerzo y consolidación para madera que puedan emplearse en obra de manera rápida y económica.

En concreto, los **objetivos específicos** del proyecto son los siguientes:

- Investigar tecnologías no destructivas (TND) que evalúen la calidad estructural y la presencia de defectos en la madera nueva y antigua, de forma que sean fiables.
- Desarrollar una metodología específica de evaluación no destructiva específica para madera de uso estructural tanto antigua como nueva, aplicable a cualquier tipo de elemento, sea cual sea su sección y forma, y que sea aplicable in situ. Esta metodología incluirá el método de análisis, los criterios de clasificación y requisitos según uso.
- Probar la metodología desarrollada tanto en madera antigua como en nueva. Se evaluará en primer lugar la madera nueva que está clasificada por el CTE para posteriormente aplicar la metodología a madera antigua incluyendo sus peculiaridades.
- A partir de los resultados obtenidos, se mejorará y optimizará la metodología.
- Aplicar la metodología mejorada a madera antigua y sistemas constructivos existentes en las rehabilitaciones. Con la metodología desarrollada, toda esta madera podrá clasificarse y utilizarse según el CTE.
- Crear una base de datos de propiedades mecánicas de las especies de madera usadas en el pasado.
- Innovar en las soluciones y productos de refuerzo y consolidación utilizados en la rehabilitación de sistemas constructivos con madera antigua, mediante el uso de la metodología elaborada y modelos matemático-computacionales.
- Difundir de forma efectiva el proyecto y sus resultados.
- Transferir y promover los resultados a empresas de la Comunidad Valenciana, escogiendo los canales más adecuados para que la transferencia tenga el mayor impacto posible.



Imagen 1. Ejemplo de forjado con sistema constructivo tradicional de madera.

Para conseguir los objetivos propuestos se cuenta con la colaboración en tareas concretas del proyecto de empresas valencianas relacionadas con la madera y la construcción en madera.

Los **resultados esperados** del proyecto son los siguientes:

- Un estudio del uso y la conservación de las especies de madera usadas en la actualidad y en el pasado en el sector de la construcción y rehabilitación.
- Fichas de las TND utilizadas en evaluación de madera.
- Una metodología de evaluación no destructiva específica para madera de uso estructural, aplicable a madera antigua y nueva, sea cual sea su estado, longitud, sección y forma.
- Una guía de buenas prácticas en evaluación no destructiva de la madera antigua.
- Una base de datos de propiedades mecánicas de las especies de interés en rehabilitación (densidad, resistencia a flexión, módulo de elasticidad, resistencia a cortante, etc.). Estas propiedades se obtendrán aplicando la metodología anterior a las especies de madera antigua y se vincularán con la clasificación del CTE (clases resistentes).
- Soluciones y productos innovadores de refuerzo y consolidación para utilizar en rehabilitación.
- La evaluación y modelado matemático-computacional de sistemas constructivos con madera antigua mediante la metodología desarrollada.
- La difusión de forma efectiva del proyecto y sus resultados.
- La transferencia y promoción de los resultados a empresas de la Comunidad Valenciana.

La base de datos de propiedades mecánicas de la madera antigua (densidad, módulo de Young o de elasticidad, resistencia a flexión o módulo de rotura, resistencia a cortante, resistencia a compresión, etc.) es de crucial importancia para los profesionales. Según Miguel Ángel Abián, coordinador y director técnico del proyecto y responsable de la línea de I+D Madera en Construcción, "para que los ingenieros y arquitectos confíen en la madera antigua como material de construcción es necesario que puedan hacer cálculos estructurales de forma fiable, y para ello resulta imprescindible que dispongan de una base de datos de las propiedades mecánicas de ese tipo de madera, que permita hacer equivalencias con el sistema de clases resistentes del CTE".

Los principales resultados de MEND-ME obtenidos hasta ahora están disponibles de forma abierta, pública y gratuita en la página electrónica de AIDIMME. Hasta el momento, en el proyecto se han determinado las especies de madera que más se han usado en el pasado para construcción, especialmente en la Comunidad Valenciana, así como las que más se usan actualmente. Es destacable el papel de la madera conocida como **mobila** en el **patrimonio histórico valenciano**. Esta madera corresponde a cuatro especies (*Pinus palustris* Mill, *Pinus taeda* L., *Pinus elliottii* Engelm, *Pinus echinata* Mill., de mayor a menor importancia); por su elevada proporción de duramen tiene propiedades excepcionales en cuanto a densidad (en ocasiones superior a los 900 kg/m³), resistencia mecánica (a menudo superior a una clase resistente C45) y durabilidad frente a agentes xilófagos como termitas, carcoma y hongos de pudrición.

Se ha analizado también el papel que desempeña la madera estructural en las obras de rehabilitación y de nueva construcción con el objetivo de determinar en qué medida los sistemas constructivos antiguos con madera se mantienen, qué porcentaje de madera antigua se reutiliza y qué cantidad de madera nueva se utiliza. Igualmente, se han investigado las técnicas de evaluación no destructiva de posible uso en madera estructural. Algunas de ellas son la inspección visual, la resistografía, la emisión y recepción de ondas ultrasónicas, las vibraciones inducidas, la medida de la densidad superficial (penetrómetro), la extracción de tornillos, la tomografía acústica y el georadar.

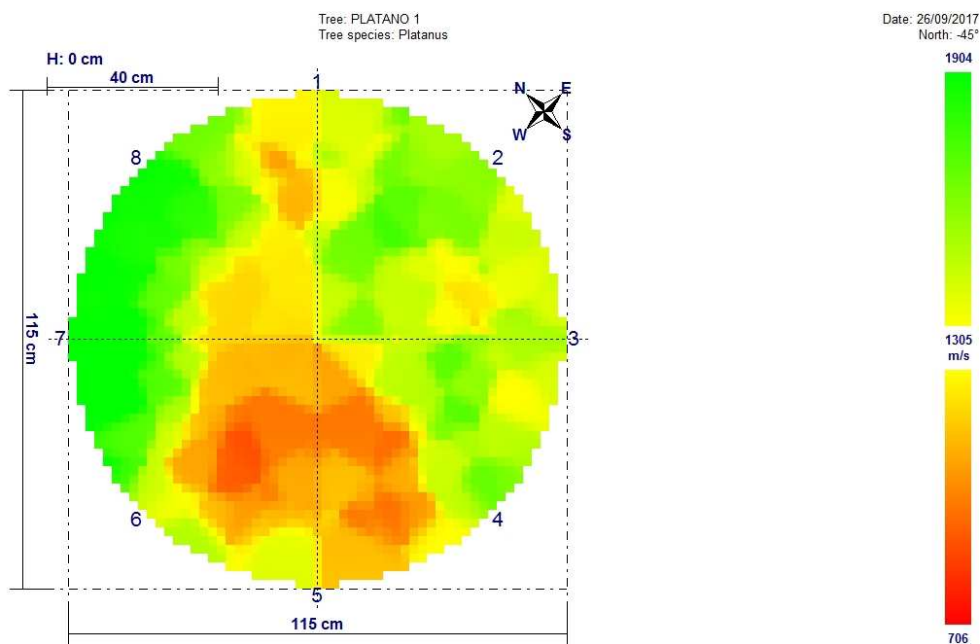


Imagen 2. Ejemplo de aplicación de la técnica de tomografía acústica a un árbol en pie.



Imagen 3. Ejemplo de aplicación de la técnica de resistografía a un pilar de madera de un edificio histórico.



Imagen 4. Ejemplo de aplicación de la técnica de emisión y recepción de ultrasonidos a una vigueta de madera de un edificio histórico.

Se ha comenzado a desarrollar una metodología de evaluación no destructiva de la madera estructural, para lo cual se están definiendo criterios para clasificar mecánicamente la madera mediante criterios visuales y se están seleccionando las técnicas de evaluación no destructiva más apropiadas, siguiendo criterios técnicos y prácticos para el uso en obra.

El proyecto se difundió en Feria Hábitat Valencia, celebrada del 19 al 22 de septiembre, mediante un póster, circulares técnicas y artículos. Recientemente se ha difundido en el Congreso Hábitat 2017, celebrado el 18 de octubre en Feria Valencia.



Imagen 5. Difusión del proyecto en el Congreso Hábitat 2017 mediante póster.



Imagen 6. Transferencia y promoción de resultados a empresas valencianas en el Congreso Hábitat 2017 mediante artículos y circulares técnicas.

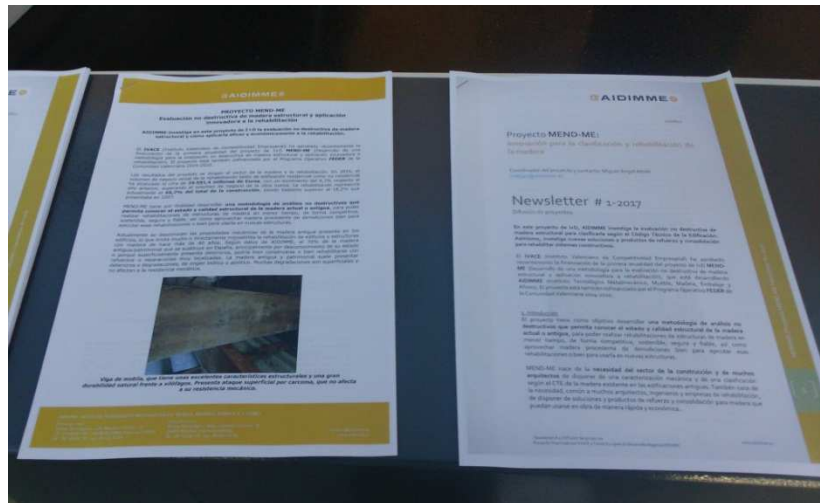


Imagen 7. Transferencia y promoción de resultados a empresas valencianas en el Congreso Hábitat 2017 mediante artículos y circulares técnicas.



Una manera de hacer Europa