

Proyecto INNOCOND: Desarrollo de materiales sostenibles innovadores para mejorar el aislamiento térmico en construcción

Coordinador del proyecto y contacto: Miguel Ángel Abián
mabian@aidimme.es

Newsletter # 2-2021/22

Difusión de proyectos

AIDIMME continúa investigando y desarrollando en este proyecto, en estrecha cooperación con empresas y entidades valencianas, materiales innovadores renovables y reciclables, de alto aislamiento térmico, alta resistencia mecánica y baja densidad.

El proyecto **INNOCOND** (Investigación y desarrollo de soluciones innovadoras de reparación y refuerzo para estructuras de madera) está financiando por el **IVACE** (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial) y está también cofinanciado por el Programa Operativo **FEDER** de la Comunidad Valenciana 2021-2027. El proyecto se alargará previsiblemente hasta septiembre de este año (inicialmente estaba previsto que terminase en junio).

INNOCOND se dirige al sector de la construcción y rehabilitación, a empresas de 1ª y 2ª transformación de la madera, a estudios de arquitectura e ingeniería para construcción y estructuras y, por último, a empresas de software.

Objetivos generales y específicos del proyecto

El objetivo general del proyecto consiste en investigar y desarrollar **materiales innovadores renovables y reciclables, de alto aislamiento térmico, alta resistencia mecánica y baja densidad**, destinados a la rehabilitación y a la construcción (tanto tradicional como bioconstrucción, construcción pasiva y construcción bioclimática).

Ese objetivo responde a la necesidad de disponer de materiales aislantes de origen renovable, fácilmente reciclables y que tengan una resistencia mecánica alta para ser usados estructuralmente en construcción y rehabilitación. Existen materiales lignocelulósicos que tienen alto aislamiento térmico (tableros de cáñamo o de lino, p.ej.), pero cuya resistencia mecánica y su cohesión son muy bajas. Igualmente,

existen materiales lignocelulósicos de resistencia mecánica media o alta en relación con su densidad (madera contralaminada, tableros de virutas orientadas u OSB, etc.), pero cuyo aislamiento térmico es bastante inferior al de la lana de roca o de vidrio. Se necesita, en consecuencia, **desarrollar materiales para construcción/rehabilitación que satisfagan los siguientes requisitos: alta resistencia mecánica, alto aislamiento térmico, baja densidad, de origen sostenible y fácilmente reciclables.**

En resumen, los materiales innovadores que se están desarrollando en el proyecto cumplirán los anteriores requisitos, y en ellos se usarán materiales lignocelulósicos procedentes de la Comunitat Valenciana. Se primará que los procesos de fabricación de estos materiales sean sencillos y no requieran maquinaria costosa ni grandes consumos energéticos, de manera que **su fabricación esté al alcance de las PYMES valencianas.** Desde su concepción, los nuevos materiales serán **de aplicación directa para conseguir edificios de consumo de energía casi nulo (nZEB).**

Para conseguir el anterior objetivo general, se proponen los siguientes **objetivos específicos:**

- **Analizar materiales de aislamiento avanzados, recientes o en proceso de desarrollo, y su posible uso en construcción y rehabilitación.** El análisis tendrá en cuenta sus ventajas, desventajas y limitaciones.
- **Desarrollar nuevos materiales** para construcción/rehabilitación que satisfagan los siguientes requisitos: **alta resistencia mecánica, alto aislamiento térmico, baja densidad, de origen sostenible y fácilmente reciclables.**
- **Proponer desde su concepción posibles aplicaciones directas de los materiales desarrollados para conseguir edificios de consumo de energía casi nulo (nZEB).**
- Describir el **mercado objetivo** de los nuevos materiales.
- **Caracterizar estructural y térmicamente los materiales desarrollados,** según el CTE.
- A partir de los resultados obtenidos en la caracterización, se **mejorarán y optimizarán los materiales desarrollados.**
- **Difundir de forma efectiva el proyecto y sus resultados.**
- **Transferir y promover los resultados a empresas de la Comunitat Valenciana,** escogiendo los canales más adecuados para que la transferencia tenga el mayor impacto posible.

La **novedad** de los objetivos del proyecto radica en varios aspectos:

- El **desarrollo innovador de materiales** para construcción/rehabilitación que satisfagan los siguientes requisitos: **alta resistencia mecánica, alto aislamiento térmico, baja densidad, de origen sostenible y fácilmente reciclables.**
- El enfoque basado en que, desde su concepción, los nuevos materiales sean **de aplicación directa en edificios de consumo de energía casi nulo (nZEB).**
- El hecho de que los nuevos materiales tengan procesos de fabricación sencillos y no requieran maquinaria costosa ni grandes consumos

energéticos, de manera que **su fabricación esté al alcance de las PYMEs valencianas.**

- La caracterización mecánica y térmica, según el CTE, de los nuevos materiales desarrollados. Dicha caracterización mecánica es también la base imprescindible que permitirá el posterior modelado matemático-computacional de las estructuras hechas con los nuevos materiales desarrollados, **lo que resulta totalmente novedoso para el sector de la arquitectura y de la ingeniería.**

Según destaca Miguel Ángel Abián, coordinador y director técnico del proyecto, responsable de Servicios Avanzados para Construcción y Rehabilitación y jefe del Departamento de Tecnología y Biotecnología de la Madera de AIDIMME, “los materiales que van a desarrollarse mejorarán la eficacia energética y la sostenibilidad de los edificios, y precisamente el uso de materiales renovables y reciclables en construcción y rehabilitación es el objetivo que busca promover la Unión Europea mediante normas y directivas”.

Resultados esperados

Los resultados esperados del proyecto son los siguientes:

- Un **análisis de materiales de aislamiento avanzados**, recientes o en proceso de desarrollo, y de su posible uso en construcción y rehabilitación.
- **Fichas técnicas resumen de los anteriores materiales.**
- **Prototipos de nuevos materiales** para construcción/rehabilitación que satisfagan los siguientes requisitos: **alta resistencia mecánica, alto aislamiento térmico, baja densidad, de origen sostenible y fácilmente reciclables.**
- Una descripción del **mercado objetivo de los nuevos materiales.**
- Una **guía de aplicación** de los materiales desarrollados para conseguir **edificios de consumo de energía casi nulo (nZEB).**
- **La caracterización mecánica y térmica, según el CTE, de los nuevos materiales.**
- **La difusión efectiva del proyecto y sus resultados.**
- **La transferencia y promoción de los resultados a empresas de la Comunitat Valenciana,** escogiendo los canales más adecuados para que la transferencia tenga el mayor impacto posible.

Principales resultados obtenidos hasta la fecha (1): Fichas técnicas resumen de materiales de aislamiento avanzados y recientes, de potencial uso en construcción

En las tareas 4.1 (*Análisis de materiales de aislamiento avanzados y recientes*) y 4.2 (*Determinación de posibles usos en construcción para materiales de aislamiento avanzados y recientes*) del proyecto se analizaron exhaustivamente materiales aislantes avanzados desarrollados recientemente, materiales aislantes ya conocidos en cuyos procesos de producción ha habido investigaciones o avances tecnológicos o medioambientales en los últimos años, materiales en desarrollo y proyectos de investigación relacionados con la innovación en materiales aislantes.

Además, se determinaron posibles usos en construcción/rehabilitación de aquellos materiales aislantes de mayor interés.

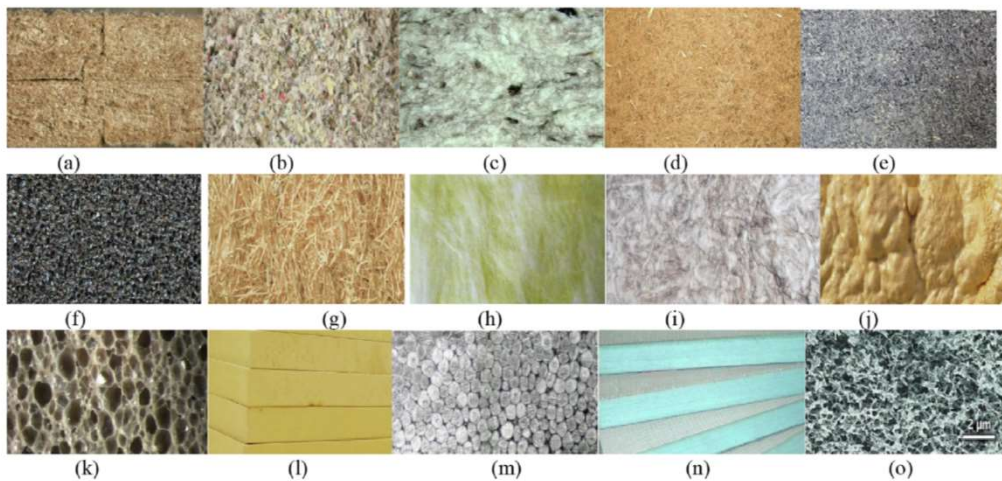


Imagen 1. Fotografías de materiales aislantes de distintos tipos: (a) fibra de madera, (b) celulosa, (c) lana, (d) cáñamo, (e) mezcla de cáñamo y cal; (f) vidrio celular; (g) paja; (h) lana mineral de vidrio; (i) lana mineral de roca; (j) espuma H2 Lite; (k) espuma fenólica; (l) espuma de polisocianurato; (m) EPS; (n) XPS; (o) aerogel. FUENTE: Study of natural insulation materials and compared it with no insulation building (Hasan *et al.*, 2021)

Con el propósito de retardar la transferencia de calor en envolventes de edificios, se han producido y se siguen produciendo nuevos materiales de aislamiento para lograr la mayor resistencia térmica posible. Algunos de los más recientes son los **paneles de aislamiento al vacío** (*Vacuum insulated panels* o VIP en inglés), **paneles rellenos de gas** (*Gas filled panels* o GFP en inglés), **aerogeles** y **materiales de cambio de fase** (PCM).

Entre ellos, los VIP tienen uno de los valores de conductividad térmica más bajos (inferior a $0,004 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) y tienen una elevada esperanza de vida (más de 50 años). Este material ultraaislante se crea dentro del panel, lo que disminuye el espesor de los materiales de aislamiento térmico, pero la conductividad térmica aumenta irreversiblemente con el tiempo debido a la difusión del vapor de agua y del aire a través de la envoltura.



Imagen 2. Paneles de aislamiento al vacío (VIP). FUENTE: Netzsch

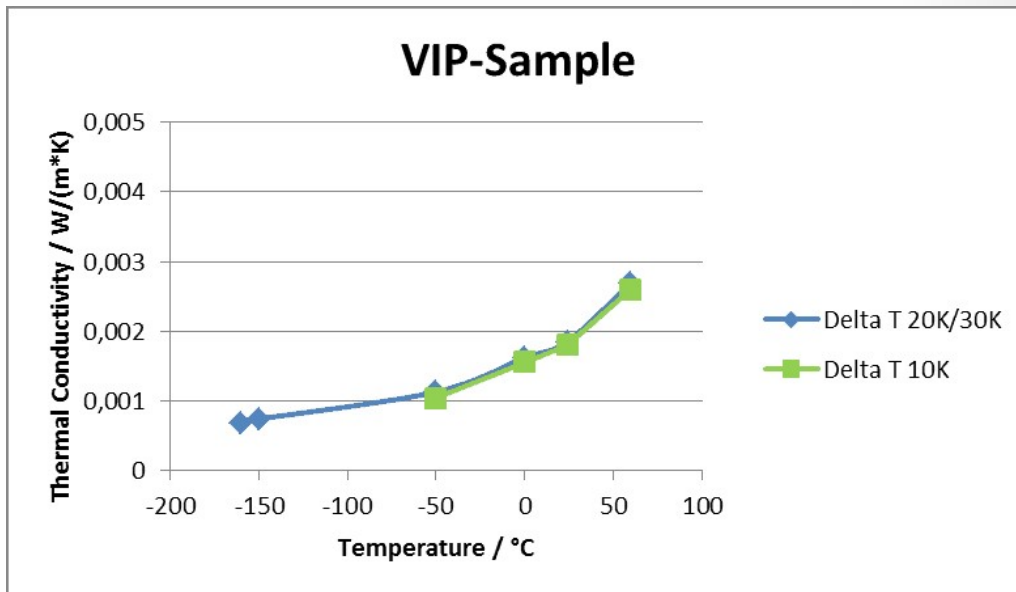


Imagen 3. Valores de conductividad térmica de un panel de aislamiento al vacío en el rango de temperaturas comprendidas entre -160°C y 60°C. FUENTE: Netzsch



Imagen 4. Valores de resistencia térmica para un panel de aislamiento relleno de distintos gases (xenón, criptón, argón y aire) y con un espesor de 3,81 cm. El aislamiento máximo se consigue con xenón. FUENTE: Fi-Foil Company

Un aerogel es un gel ligero (densidad alrededor de 3 kg/m³) y poroso, en el cual el componente líquido del gel se ha sustituido por un gas. Los aerogeles son aislantes térmicos de última generación, con valores de conductividad que rondan los 0,0016 W/(m·K) en el caso de los de sílice y sus densidad cuando se usan en edificios suele ser de 70 a 150 kg/m³.

Sin embargo, su uso comercial y su disponibilidad son muy limitados, debido a los elevados costes de producción y a la complejidad de ésta. Además, se desconocen los efectos tóxicos o cancerígenos de los aerogeles de sílice, que son los más usados, y producen irritación en los ojos, en la piel, en el aparato respiratorio y en el digestivo. Por ello, las personas que manipulan este material deben usar equipo de protección apropiados.



Imagen 5. Aerogel para aislamiento en edificios. FUENTE: Aspen Aerogels



Imagen 6. Dos ejemplos de aislamiento mediante aerogel traslúcido como una solución de elevado aislamiento para luz diurna. FUENTE: Aerogel insulation for building applications: A state-of-the-art review (Baetens, Jelle y Gustavsen, 2011)

Los GFP (paneles rellenos de gas) y los PCM (materiales de cambio de fase) presentan bajos valores de conductividad térmica: $0,013 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ y $0,004 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, respectivamente. Mientras que los GFP están hechos de una estructura reflectante que contiene un gas aislado del ambiente exterior por una envoltura lo más impermeable posible, los PCM almacenan y liberan calor a medida que cambia la temperatura, pues pasan de estado sólido a líquido cuando se calientan y pasan a un estado sólido cuando la temperatura ambiente desciende.



Imagen 7. Material de cambio de fase (PCM). FUENTE: Phase Change Energy Solutions

Los principales resultados de las tareas 4.1 y 4.2 del proyecto se recopilaron en unas fichas técnicas resumen de las propiedades y características de los materiales, en las que se incluyen sus potenciales usos en construcción y rehabilitación.

ENTREGABLE 4.1
Fichas técnicas resumen de materiales de aislamiento avanzados y recientes, de potencial uso en construcción

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

INNOCOND - Desarrollo de materiales sostenibles innovadores para mejorar el aislamiento térmico en construcción

NOMBRE	Corcho proyectado
DESCRIPCIÓN	<p>El corcho es un producto lignocelulósico que procede de la corteza del alcornoque (<i>Quercus suber</i>) que se extrae periódicamente y posteriormente vuelve a crecer. Actúa como aislamiento del árbol y, por tanto, tiene características que lo hacen aislante. Además, debido a ese crecimiento continuo, es un material totalmente renovable y su producción es inocua para el medioambiente.</p> <p>El corcho proyectado se fabrica triturando el corcho natural y mezclándolo con una resina de estireno-acrítica en emulsión acuosa; en algunos casos, el corcho natural procede de residuos de la fabricación de tapones para botellas o de residuos de otras aplicaciones del corcho natural.</p> <p>La mezcla generada se introduce en una pistola de presión y se coloca en las fachadas, techos, etc. El rango de temperatura de trabajo es de -165 °C a +165 °C. La mezcla se adhiere bien a cualquier tipo de superficie. Es un material con gran elasticidad, flexibilidad y resistencia mecánica. Su colocación es similar a la que se utiliza para espumas petroquímicas, consiste en proyectar con la mezcla de material la superficie que debe aislarse, colocando las capas necesarias para conseguir el aislamiento deseado.</p> <p>La selección de la granulometría del corcho es muy importante ya que cada tipo de grano requiere de una forma de aplicación, que puede cambiarse fácilmente, pero es diferente para cada tamaño de grano. Por ese motivo, para obtener el material que se introduce en la pistola, antes hay un proceso de cribado y selección de cada grano de corcho triturado.</p> <p>Además, el acabado final también depende del grosor del grano: si los diferentes grosores están mezclados no queda uniforme y visualmente tiene menos calidad. Si se consigue un grano similar, puede decidirse si el acabado es más grueso o más fino.</p>

Imagen 8. Vista parcial de la ficha técnica dedicada al corcho proyectado

ENTREGABLE 4.1

Fichas técnicas resumen de materiales de aislamiento avanzados y recientes, de potencial uso en construcción

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

INNOCOND - Desarrollo de materiales sostenibles innovadores para mejorar el aislamiento térmico en construcción

NOMBRE	Cáñamo, y cáñamo con paja de trigo
DESCRIPCIÓN	<p>El cáñamo es una fibra textil producida a partir de <i>Cannabis Sativa</i> que se utiliza para aplicaciones de construcción, generalmente mezclada con fibra de poliéster y retardadores de fuego. Estas fibras se han utilizado a lo largo de la historia para fabricar telas, cuerdas, papel, etc. En la actualidad, se estudia su uso como material aislante.</p> <p>La conductividad térmica de los materiales aislantes de cáñamo se sitúa entre 0,038 y 0,060 W/(m·K), la densidad entre 20 y 90 kg/m³ y el calor específico entre 1,6 y 1,7 kJ/kgK. Los materiales a base de cáñamo, como todos los materiales naturales, tienden a absorber gran cantidad de agua en el aire, con el consiguiente aumento de la conductividad térmica.</p> <p>Un análisis de mercado comparativo y de rendimiento consideró que el potencial de la fibra de cáñamo es grande, pues la conductividad térmica de los materiales derivados es baja. Y también en ese potencial influye su carácter ecológico, ya que se caracterizan por su buena biodegradabilidad para un mejor tratamiento al final de su vida. Sin embargo, estos materiales deben protegerse de la humedad, de los roedores, los insectos y el agua libre.</p> <p>Por otro lado, está la paja de trigo que es el “residuo” extraído de la obtención del grano de trigo. La paja es el tallo que sujeta la vaina donde se encuentra ese grano.</p> <p>El cáñamo se estudia por separado y ya se obtienen buenos resultados aislantes. Sin embargo, si ambos materiales trabajan unidos se consigue que la paja de trigo que contiene lignina actúe junto a la hemicelulosa dando así un adhesivo natural. Por consiguiente, no es necesario añadir ningún adhesivo, simplemente debe añadirse en la mezcla de paja de trigo y cáñamo, un 15% de la primera como mínimo para que actúe como adhesivo. La paja de trigo puede estar molida o simplemente mezclada.</p>

Imagen 9. Vista parcial de la ficha técnica dedicada al cáñamo y a la mezcla de cáñamo con paja de trigo

<p>IMAGEN DE LOS MATERIALES POR SEPARADO</p>	 <p>Fuente: http://www.vivehidalgo.com/municipio.php?nombre_muni=Chilcuautla y https://www.agroanuncios.es/anuncios/paja-y-forraje/Paja-de-trigo-en-Madrid.html</p>
<p>IMAGEN DE LA MEZCLA DE CÁÑAMO CON PAJA DE TRIGO</p>	 <p>Fuente: Collet, Prétot y Lanos (2017)</p>
<p>IMAGEN EN USO FINAL</p>	 <p>Instalación de un bloque aislante de fibra de cáñamo, semirrígido y flexible. Fuente: Tectónica</p>



GENERALITAT VALENCIANA



Imagen 10. Otra vista parcial de la ficha técnica dedicada al cáñamo y a la mezcla de cáñamo con paja de trigo

INNOCOND - Desarrollo de materiales sostenibles innovadores para mejorar el aislamiento térmico en construcción

<p>PRINCIPALES PROPIEDADES DE LOS TABLEROS DE CÁÑAMO</p>	<p>Tableros de fibras de cáñamo: -Densidad (kg/m³): 20-90 -Conductividad térmica (W/m·K): 0,038-0,060 -Resistencia mecánica: baja</p> <p>Tableros de fibras y astillas de cáñamo: -Densidad (kg/m³): 29-82 -Conductividad térmica (W/m·K): 0,039-0,049 -Resistencia mecánica: baja</p>
<p>PRINCIPALES PROPIEDADES DE LOS TABLEROS DE CÁÑAMO Y PAJA DE TRIGO</p>	<p>-Densidad (kg/m³): 165-190 -Conductividad térmica (W/m·K): 0,071-0,076 -Resistencia mecánica: media-baja</p>
<p>VENTAJAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Son materiales totalmente sostenibles (reciclables, renovables y reutilizables). Además, en el caso de la paja se aprovecha un residuo de la producción del trigo. Aunque la paja tiene otros usos, en este caso se podría considerarse como residuo. • Son económicos. • Debido a que el cáñamo y la paja de trigo son fibras vegetales y contienen lignina, no necesitan adhesivos petroquímicos; porque aplicando la activación térmica se consigue un adhesivo natural (biogresina). • La mezcla de cáñamo y paja de trigo tiene una conductividad térmica adecuada para ser considerado como material aislante (<0,1 W/m·K). • Las materias primas tienen buena disponibilidad. • El origen de las materias primas es local, reduciéndose de esta manera la producción de CO₂ contaminante para la atmósfera debido al transporte. • Es fácil de manipular y trabajar, y constituye una oportunidad para aquellas PYMEs valencianas que no tienen muchos recursos, generando así una fuente de empleo. Esa facilidad se traduce en la capacidad de realizar cortes a medida de cada elemento que se quiere aislar térmicamente.

Imagen 11. Otra vista parcial de la ficha técnica dedicada al cáñamo y a la mezcla de cáñamo con paja de trigo, en la que se exponen sus principales propiedades y las ventajas de su uso como aislante

Estas fichas se han utilizado y se utilizan como **material técnico** para la transferencia tecnológica del proyecto y la difusión de resultados.

Principales resultados obtenidos hasta la fecha (2): Prototipos de materiales innovadores sostenibles, aislantes y de uso estructural

Se están desarrollando prototipos de materiales innovadores sostenibles, aislantes y de uso estructural. En concreto, los prototipos desarrollados hasta ahora son **tableros multicapa, contrachapados y contralaminados, que de forma novedosa combinan madera y un nuevo material lignocelulósico desarrollado específicamente para el proyecto.**

El material lignocelulósico desarrollado para el proyecto procede de residuos industriales, por lo que **se valoriza un residuo**, que es uno de los objetivos de la **economía circular**. Tanto la madera como el material lignocelulósico proceden de la Comunitat Valenciana.



Imagen 13. Prototipo preliminar de uno de los materiales innovadores desarrollados en INNOCOND (tablero contralaminado de 3 capas de madera y 2 del nuevo material lignocelulósico).

Estos nuevos materiales aislantes y estructurales en forma de tableros tienen un impacto ambiental extremadamente bajo en comparación con materiales aislantes como la lana de roca, la lana de vidrio o las espumas y plásticos petroquímicos.

Además de las ventajas medioambientales, los resultados preliminares de conductividad térmica y de resistencia mecánica en muestras de reducido tamaño apuntan a que tienen también ventajas técnicas sobre los materiales aislantes usados habitualmente en construcción. Además, es previsible que reduzcan las vibraciones y las reverberaciones en las estructuras donde se usen.

Por ejemplo, en los ensayos de resistencia a cortante y de tracción perpendicular a las caras, realizados con muestras preliminares de pequeñas dimensiones, se han obtenido **valores máximos altos** (50 Newtons en el caso de la resistencia a cortante y $0,44 \text{ N/mm}^2$ en el caso de la tracción perpendicular a las caras).

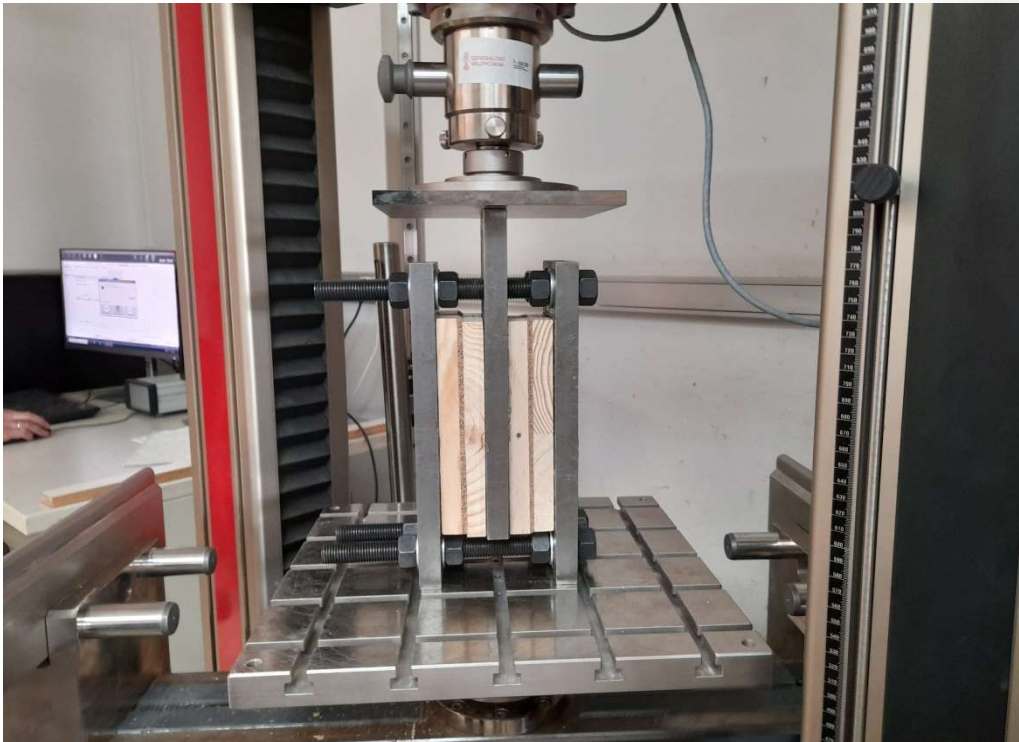


Imagen 14. Ensayo mecánico a cortante en un prototipo de los materiales innovadores desarrollados en INNOCOND.



Imagen 15. Ensayo mecánico de tracción perpendicular a las caras en un prototipo de los materiales innovadores desarrollados en INNOCOND.



Imagen 16. Ensayo mecánico de tracción perpendicular a las caras en otro prototipo de los materiales innovadores desarrollados en INNOCOND.

Los principales resultados de INNOCOND están disponibles, a medida que van obteniéndose, **de forma abierta, pública y gratuita** en la [página electrónica de AIDIMME](#).

Para más información sobre el proyecto [contacte](#) con AIDIMME.