

# La madera construye su futuro en Uruguay

**La madera es uno de los materiales de construcción más antiguos y es el principal en la construcción residencial en varios países del hemisferio norte, Australia y Nueva Zelanda. Su empleo en los países iberoamericanos aún es bastante restringido y se circunscribe mayoritariamente a viviendas individuales.**

El empleo intensivo de madera en proyectos de arquitectura e ingeniería civil de gran envergadura, ha llamado últimamente la atención de prestigiosos arquitectos e ingenieros de la escena internacional, a partir del desarrollo de la madera contralaminada, conocida por su acrónimo en inglés CLT (*cross laminated timber*), que junto a la madera laminada encolada y el uso de software de cálculo estructural, posibilitan gran flexibilidad en el diseño y la ejecución de edificios y puentes. Esto, sumado a la creciente preocupación por la salud del medio ambiente, ha posicionado a la madera como "el material del futuro".

Estas reflexiones, aunque tímidamente, también están siendo realizadas en Uruguay. En particular, a partir de diversas iniciativas que buscan posicionar a la madera como un material alternativo y a la vez complementario para la construcción tradicional.

## **Nuevo Diploma de Especialización en Diseño, Cálculo y Construcción de Estructuras de Madera**

Desde el año 2009, el Departamento de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura de la Universidad ORT Uruguay viene trabajando en proyectos de investigación y desarrollo en el área de la ciencia y la tecnología de la madera. Junto con docentes del Instituto de Estructuras y Transporte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (UdelaR) y profesionales y técnicos del Departamento de Proyectos Forestales del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), han conformado un equipo de investigación interinstitucional que desde 2013 desarrolla en forma cooperativa proyectos relacionados con la caracterización estructural de maderas nacionales y de madera laminada encolada, y la generación de documentos técnicos para estructuras y construcción con madera. Adicionalmente, la Facultad de Arquitectura de ORT y la Facultad de Ingeniería de la UdelaR, han cul-

minado recientemente la ejecución de un proyecto de investigación y de construcción de un puente de madera a escala real para el paso de vehículos pesados del sector agrícola y forestal, ubicado en Las Brujas, Canelones. Como producto de esa sinergia, ambas facultades han desarrollado el programa del postgrado Diploma de Especialización en Diseño, Cálculo y Construcción de Estructuras de Madera. Este Diploma, de dictado compartido entre ambas facultades, es el primer programa académico de postgrado en Uruguay destinado a formar recursos humanos altamente especializados en estructuras de madera. Es de un año de duración, y su comienzo está previsto para agosto de 2017.

## **Facultad de Arquitectura de la Universidad ORT Uruguay promueve el uso de la madera estructural**

Varios son los motivos que sustentan la decisión de la facultad de contribuir a la formación de recursos humanos, a la investigación y a la promoción de la madera estructural. El uso intensivo de madera en arquitectura está en línea con los argumentos sobre la necesidad de utilizar los recursos naturales en forma eficiente, y mitigar en lo posible, los efectos negativos de las emisiones de carbono. Se trata de promover el uso de un material derivado de un recurso natural y renovable cuya producción insume menor cantidad de energía que otros materiales; que una vez puesto "en servicio" permite la fijación de carbono durante toda su vida útil, y que su empleo masivo permite generar edificaciones energéticamente eficientes y responsables con el medio ambiente.

Si bien hasta hace poco tiempo la oferta de madera para uso estructural en Uruguay provenía del exterior, en la actualidad es posible encontrar madera de producción nacional. Este cambio es fruto de las políticas gubernamentales que se vienen desarrollando desde 1985, y en particular a partir de la promulgación de Ley Forestal N° 15.939

de 1987 que promovió las plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento. Como consecuencia, Uruguay cuenta con alrededor de un millón de hectáreas de bosques implantados (fundamentalmente de pinos y eucaliptos) de los cuales aproximadamente el 80% tiene certificación forestal (SPF 2016). Parte de esta masa forestal es extraída con fines industriales e incluye la producción de pulpa de celulosa, de madera sólida (aserrada y rollizos) y de tableros de madera (contrachapados y MDF).

Si se tiene en cuenta que la edad mínima de cosecha del árbol para la producción de madera estructural en Uruguay oscila entre 18 y 25 años dependiendo de la especie, del tipo y ubicación de suelo, y de las condiciones climáticas, entre otros factores, es factible que una parte de esa masa forestal plantada hace tres décadas esté siendo cosechada para producir madera estructural y esté disponible en el mercado local.

Considerando esta oferta de madera nacional, y las metas del Consejo Sectorial Tripartito Forestal-Madera de incorporar 100.000 m<sup>3</sup> de madera en la producción de viviendas y muebles (MIEM 2012), el desarrollo de la tecnología de construcción con madera se presenta como una oportunidad y un desafío: i) para la industria forestal-maderera la oportunidad de agregar valor al recurso base, y el desafío de volcar al mercado madera y productos de ingeniería de madera de calidad estructural; ii) para la industria de la construcción la oportunidad de generar edificaciones con materiales renovables, que contribuyan a la fijación de carbono y por ello a la salud del medio ambiente, y el desafío de incluir materiales de madera y su tecnología como una alternativa válida a la tradicional; iii) para las instituciones gubernamentales la oportunidad de promover el uso de un recurso renovable y disponible en el país, y el desafío de generar reglamentos y promover la redacción de normativa relacionada con la construcción con madera; y iv) para las instituciones educativas la oportunidad de actualizarse con las tendencias de diseño y construcción, y el desafío de incluir en sus currículas asignaturas y diseñar programas destinados a la formación de profesionales, técnicos y mano de obra familiarizados o especializados en la tecnología de construcción con madera.

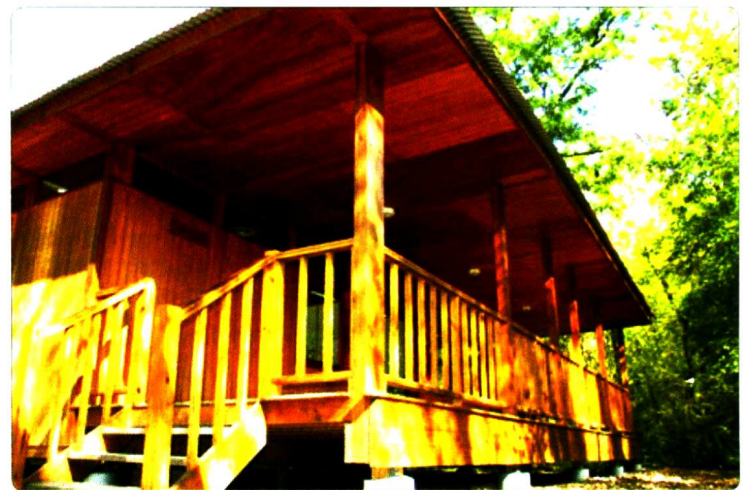
### Aspectos destacables de la construcción con madera

Los sistemas constructivos que emplean intensivamente madera presentan una serie de ventajas con respecto a otros sistemas y materiales. Un aspecto importante a destacar es el confort y las prestaciones que brinda una edificación con estructura de madera, que son similares o superiores a las de una tradicional. En particular, el sistema constructivo de entramado ligero, usualmente utilizado en programas residenciales de uno hasta tres niveles de altura, permite alojar los materiales de aislación térmica en los espacios entre los montantes y los espacios que quedan entre la estructura de los cerramientos. El sistema constructivo incluye la colocación de una barrera hidrófuga que “envuelve” al edificio y le brinda hermeticidad. Los materiales y la tecnología empleados en este sistema constructivo, evitan la generación de “puentes térmicos” en las fachadas del edificio, producto de la diferente conductividad de los materiales empleados

y por tanto previene la aparición de hongos y moho. Otros aspectos relevantes son la facilidad en el montaje de los componentes estructurales del sistema debido a su bajo peso y alta resistencia en comparación con otros materiales, y la rapidez en el montaje ya que las uniones entre componentes se realizan con clavos, tornillos, pernos y conectores metálicos. Ambos aspectos permiten reducir los tiempos de ejecución y por tanto los costos finales de obra. A modo de ejemplo, en Uruguay, una vivienda de 65 m<sup>2</sup> construida con materiales y tecnología tradicionales en general insume un plazo mínimo de cinco o seis meses, plazo que puede reducirse en un tercio empleando en particular, sistemas constructivos de entramado ligero.

### Ejemplos de arquitectura e ingeniería civil en madera

Tradicionalmente, la construcción de edificios y obras civiles en Uruguay ha relegado el empleo de la madera y sus productos derivados a escasos y aislados ejemplos. Sin embargo, en los últimos años esta situación viene cambiando lenta pero sostenidamente, y pueden verse ejemplos de construcciones con estructura de madera en distintas zonas del país.



En el ámbito público, cabe destacar por la calidad y cantidad, los proyectos de conjuntos de viviendas de interés social realizados en los últimos cinco años por la Dirección Nacional de Vivienda del Ministerio de Vivienda (DINAVI), Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, en cooperación con las Intendencias de Rivera y de Tacuarembó. Desde 2011 estas instituciones han adoptado la tecnología de construcción con madera para proyectos de viviendas realizadas en el marco del Plan de Relocalización de Asentamientos. A la fecha se han construido un centenar de viviendas individuales con estructura de madera, que cumplen con los estándares de calidad establecidos por DINAVI.

En el ámbito privado existen varios ejemplos en programas residenciales y deportivos. En la mayoría de los casos la tecnología de construcción con madera es adoptada para “viviendas secundarias” usualmente en balnearios, o estructuras de techumbres y entrepisos en “viviendas principales”.



Otros programas incluyen el uso de productos de ingeniería de madera, tales como madera laminada encolada, en estructuras de pórticos triarticulados para una piscina de las termas del Arapey, y vigas de madera laminada encolada para la cubierta de la piscina del club Lawn Tennis.

Dentro de las obras civiles construidas con madera nacional, destaca el proyecto y construcción del puente de madera de 8 m de luz para paso de vehículos pesados sobre el Arroyo Las Brujas, inaugurado en diciembre de 2016. El puente compuesto por un tablero de madera contralaminada y vigas de madera laminada encolada de pino nacional, fue diseñado, calculado y construido de acuerdo a normativa nacional e internacional.

A nivel internacional, existen vastos ejemplos de arquitectura en madera. La tendencia mundial en arquitectura residencial se dirige al desarrollo de edificios en altura, a partir del surgimiento del CLT. Un ejemplo pionero construido en Londres en 2009, es la *edificio de viviendas Stadhaus N1*, desarrollado en nueve pisos y construido totalmente con CLT; otros ejemplos que emplean la misma tecnología son los edificios *Forté* en Sydney y *Treet* en Bergen, ambos de 10 niveles. En Nashville, en 2016 se construyó el *Candlewood Suites on Redstone Arsenal*, primer hotel construido enteramente con CLT en Estados Unidos. En Burdeos, el año pasado se anunció la construcción del proyecto *Hypérion*, que incluirá dos torres de 18 niveles y 50 m de altura.

### Barreras que impiden la adopción de la madera para uso estructural en Uruguay

Los motivos que impiden la adopción de la madera y los productos de ingeniería de madera como materiales estructurales incluyen principalmente: prejuicios culturales, desconocimiento de la tecnología de construcción por parte de profesionales y técnicos, falta de especificaciones técnicas de la madera estructural nacional y ausencia de un

cuerpo normativo que respalde su uso. Mientras que los dos primeros podrían resolverse mediante estrategias de difusión y promoción, los otros requieren de investigación y del apoyo e impulso gubernamental.

### Necesidad de investigación

La información sobre las propiedades estructurales de las maderas provenientes de especies implantadas en Uruguay y de algunos productos de ingeniería de madera, es aún limitada y requiere mayor investigación. Es necesario, a partir de esa información, generar un sistema de calidad que establezca los requisitos que debe cumplir un componente de madera para su uso estructural. Estos requisitos incluyen determinados valores para sus propiedades mecánicas y elásticas (por ejemplo, resistencia y rigidez de flexión) y para su densidad y contenido de humedad, entre otros. En los países desarrolladores de la tecnología de construcción con madera existen sistemas de “clases resistentes”, donde cada clase estructural está definida por una familia de propiedades estructurales. A efectos prácticos, este sistema se refleja en un “sello de certificación” estampado en cada pieza de madera, que identifica su clase resistente y por tanto sus propiedades. En Uruguay no existe un sistema de calidad para la madera nacional y por ello no es posible encontrar madera estructural nacional (aserrada y laminada encolada) con sello de certificación. Sin embargo, en el mercado uruguayo desde hace algunos años existe oferta de madera de pino certificada proveniente del sur de Estados Unidos.

### Un premio a la vanguardia

Además del Diploma de Especialización en Diseño, Cálculo y Construcción de Estructuras de Madera, como fruto del impulso que la Facultad de Arquitectura de la Universidad ORT Uruguay le da a la construcción en madera, en 2015 surgió *La Casa Uruguaya*, un proyecto diseñado por un equipo multidisciplinario integrado por 33 estudiantes y ocho docentes de la universidad que ganó el *primer premio* en el concurso internacional Solar Decathlon América Latina y el Caribe 2015. Esta competencia de arquitectura sostenible, considerada como la más prestigiosa a nivel internacional, fue creada en 2002 por el Departamento de Energía de Estados Unidos con el fin de educar, sensibilizar y crear conciencia sobre la importancia del uso de las energías renovables y la preservación del ambiente. Luego de varias ediciones, en 2015 el concurso se realizó por primera vez en América Latina.

En noviembre de 2016, *La Casa Uruguaya* ganó el Premio Nacional de Eficiencia Energética en la categoría Edificaciones, otorgado por la Dirección de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Minería. *La Casa Uruguaya*, de 75 m<sup>2</sup>, fue diseñada y prefabricada con un sistema modular de madera, que permitió su armado completo en 15 días. Cuenta con una “segunda piel” que funciona como una barrera aislante que evita el ingreso de calor en verano y el frío en invierno. La vivienda cuenta con un sistema de domótica que permite al usuario tomar decisiones para generar las condiciones de confort, a través de un teléfono móvil o tableta con conexión a Internet.

Arq. Laura Moya

Docente investigadora,

Facultad de Arquitectura, Universidad ORT Uruguay