

COMUNICACIONES Científicas y Tecnológicas ANUALES 2024

Docencia
Investigación
Extensión
Gestión



DOCENCIA
INVESTIGACIÓN
EXTENSIÓN
GESTIÓN

DIRECCIÓN GENERAL

Decano de la Facultad de Arquitectura
y Urbanismo - UNNE
DR. ARQ. MIGUEL A. BARRETO

DIRECCIÓN EJECUTIVA FAU UNNE

Secretaría de Investigación,
DRA. ARQ. VENETTIA ROMAGNOLI

COMITÉ ORGANIZADOR

MG. ARQ. HERMINIA ALÍAS
DG CÉSAR AUGUSTO
ARQ. MARÍA VICTORIA CAZORLA
ESP. PROF. CECILIA DELUCCHI
MG. ARQ. ANNA LANCELLE SCOCCO
MG. ARQ. PATRICIA MARIÑO
DG ANÍBAL PAUTAZZO
LIC. LUCRECIA SELUY
DG LUDMILA STRYCEK

CORRECCIÓN DE TEXTO

IRINA WANDELOW

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

LARA MEYER

COORDINACIÓN EDITORIAL Y COMPILACIÓN

DRA. ARQ. VENETTIA ROMAGNOLI

EDICIÓN

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional del Nordeste
(H3500COI) Av. Las Heras 727 •
Resistencia • Chaco • Argentina
Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

ISSN 1666-4035

Reservados todos los derechos.
Resistencia, Chaco, Argentina. Octubre 2025

La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores. Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

PRÓLOGO

Este nuevo número de las Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales, que contiene los trabajos presentados a las Jornadas de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2024, organizadas por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en octubre de ese año, representa un paso más en el proceso de crecimiento de este espacio de difusión e intercambio que disponen los docentes, investigadores, becarios, estudiantes de grado y posgrado, no docentes y la comunidad académica en general perteneciente a nuestra facultad, otras unidades académicas de la Universidad Nacional del Nordeste y de la región, para dar a conocer sus producciones. Estas jornadas se nutren de trabajos realizados en los campos de Docencia, Investigación, Extensión, Gestión, y abarcan una amplia variedad temática, referida a las distintas áreas de las carreras de Arquitectura y de Diseño Gráfico como así también de la oferta de posgrado de esta casa de estudios. La consolidación y crecimiento de este espacio se ven reflejados en el volumen de producción que en estos últimos años se ha sostenido y acrecentado de manera sostenida, y que se plasman tanto en el material que contiene este nuevo libro como también en los contenidos de la revista institucional ADNéa, que al igual que en los últimos 12 años publicará este año una selección de los mejores trabajos

presentados en estas jornadas. Ambas publicaciones son producciones periódicas de la Editorial de la FAU. La importante producción evidencia el compromiso e interés que tiene la comunidad académica de nuestra facultad por compartir los resultados de sus actividades anuales tanto al interior de la FAU como al medio social en general, lo cual es valorado institucionalmente desde la perspectiva de que constituye un excelente ámbito de conocimiento y reflexión sobre las prácticas propias y de los demás colegas en general, que redundan en el continuo mejoramiento de la calidad de la facultad. A su vez, también es una excelente vidriera para mostrar la producción de lo que anualmente se realiza en las carreras de grado y posgrado que se imparten en nuestro ámbito. La edición 2024 de las jornadas se desarrolló con sesiones presenciales y exposiciones de poster de los trabajos en los pasillos de la FAU, con un alto grado de compromiso y participación de la comunidad académica. Por todo lo expuesto, quienes organizamos estas jornadas y dirigimos los pasos institucionales actuales de la facultad agradecemos esta labor realizada y alentamos a todos los docentes, investigadores, becarios y estudiantes de grado y posgrado de nuestra casa de estudios a continuar por esta senda de crecimiento y consolidación institucional.

LINEAMIENTOS PARA USO DE MADERA CONTRALAMINADA CRUZADA (CLT) EN VIVIENDAS DE LA REGIÓN NORDESTE DE ARGENTINA

RESUMEN

Se exponen avances de un trabajo de investigación que tiene el objetivo de plantear pautas de aplicabilidad y criterios para el uso de madera contralaminada cruzada (CLT) en construcciones del nordeste argentino (NEA), según sus condiciones ambientales, técnicas y socioculturales, y de acuerdo con la normativa vigente. Ello se fundamenta en las ventajas tecnológico-constructivas, higrotérmicas, energéticas y ambientales del uso de los tableros CLT, frente al sistema constructivo tradicionalmente usado en la región, basado en el uso de mampuestos y mezclas húmedas. Se propone desarrollar un modelo de aplicación a partir de un caso de vivienda PRO-CREAR, empleando dicho sistema. Se analizan casos reales de aplicación y se señalan algunas limitaciones.

PALABRAS CLAVE

Tableros CLT; construcciones; PROCREAR.

COMUNICACIÓN INVESTIGACIÓN 027

Bys, Rubén Juan D.;
Alías, Herminia M.;
Jacobo, Guillermo J.

rjdbys@gmail.com

Becario de investigación de pregrado de la SGCyT-UNNE.

Directora de beca de investigación, doctora en Arquitectura, profesora adjunta e investigadora FAU-UNNE y CONICET.

Codirector de beca de investigación, magíster en Ing., profesor titular e investigador FAU-UNNE.

Instituto para el Desarrollo de la Eficiencia Energética en la Arquitectura (IDEEA), FAU-UNNE.

INTRODUCCIÓN, PROBLEMA Y OBJETIVOS

La madera como material de construcción se asocia a una serie de beneficios: captura el dióxido de carbono (tanto siendo árbol como convertida en madera industrializada o panelería), tiene buena aislación térmica (siendo hasta un 70% más eficiente que la construcción tradicional, lo que genera un ahorro en electricidad para acondicionar los espacios interiores) y a su vez representa menores costos de construcción (aproximadamente un 30% menos respecto a la construcción húmeda habitual). Su carácter orgánico y su tendencia al equilibrio higroscópico con el ambiente que la rodea posibilita un balance de humedad natural en los espacios que delimita. Además, existen estudios que demuestran un efecto beneficioso que genera el contacto humano con la madera (BURNARD Y KUTNAR, 2015), reduciendo el estrés y generando un mejor microclima y sensación para los usuarios.

El objetivo general del trabajo en curso, en el marco de una beca de pregrado de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE, es desarrollar un prototipo de vivienda modular (tomando como base un modelo de vivienda PROCREAR) a partir del planteo de lineamientos y

criterios arquitectónicos y tecnológico-constructivos de aplicabilidad de madera contralaminada cruzada (CLT, por sus siglas en inglés: Cross Laminated Timber), y realizar una comparación de las ventajas de dicho sistema constructivo respecto al sistema habitual de mezclas húmedas y mampuestos, que lo posicione como una alternativa válida. El prototipo se desarrollará con las premisas de:

- A. adaptarse a las condiciones ambientales del NEA;
- B. plantear una resignificación del uso de una madera transformada industrialmente, como la de los paneles de CLT;
- C. adecuarse a la normativa vigente de los reglamentos de construcción de la Secretaría de Vivienda y Hábitat, de habitabilidad y desempeño energético-ambiental;
- D. demostrar ventajas comparativas respecto al mismo prototipo desarrollado según la tecnología habitual en la región, no sólo en el plano técnico-económico, sino también en el perceptual.

La madera contralaminada o laminada cruzada (CLT) se obtiene mediante la unión de varias tablas de madera maciza (de coníferas, generalmente, aserradas) en capas perpendiculares (al menos 3 capas o bien varias capas, siempre en número impar), encoladas entre sí (mediante un adhesivo termoendurecible), lo que da como resultado placas muy aptas, tanto estructuralmente como para cerramientos verticales. Al tener una disposición de cada capa con las fibras (o vetas) en cruz (cruzadas), conformando

capas longitudinales y transversales alternadas, las contracciones y dilataciones de la madera resultan mínimas, con lo que aumentan su estabilidad y su resistencia.

En el NEA, la industria maderera es una de las de mayor producción anual, lo que convierte a la región en una zona propicia para la difusión de los tableros de madera CLT. La producción de los mismos tableros se realiza, aún incipientemente, pero con buenas perspectivas, de manera local, pudiendo así reducir los costos de logística y traslado. El único inconveniente para su uso generalizado es, entonces, de carácter cultural. La madera como material de construcción tiene un prejuicio negativo en términos de durabilidad y eficiencia frente al hormigón y al ladrillo, por lo que las construcciones de madera no están mayoritariamente extendidas ni difundidas, pese a muchos intentos en el sector. Existen sí, progresivamente, avances locales puntuales en algunas localidades de las provincias de Corrientes y Misiones, a través de la construcción de algunas obras empleando la tecnología maderera (aunque no la del CLT) y sentando precedentes de interés. Esta baja demanda provoca un ciclo en el que, al no haber consumo, no existe suficiente recurso humano calificado (ni profesionales para realizar el proyecto y dirección de obras, ni mano de obra capacitada y con entrenamiento para el trabajo con la tecnología maderera) encarecien-

do de esta manera el precio final del mencionado sistema constructivo CLT. Tampoco en términos normativos de los reglamentos municipales de edificación es considerada hasta el presente la necesidad de actualización, lo que representa un obstáculo para el desarrollo de estructuras y cerramientos de edificios con CLT. En este contexto, la madera como materia prima tropieza con un problema cultural en la región que dificulta su uso extendido y difusión.

En función de ello se proponen, como objetivos específicos de este trabajo en curso:

1. Conocer y analizar normas técnicas y reglamentos de construcción vigentes respecto al uso de CLT en la construcción de edificios;
2. Considerar especialmente caracterizaciones físico-mecánicas básicas de CLT ya realizadas en otros trabajos antecedentes;
3. Comparar casos de análisis basados en la aplicación de madera contralaminada cruzada (CLT) con aquellos casos basados en el uso de materiales habituales tradicionales;
4. Reformular el diseño de un prototipo habitacional PROCREAR mediante un sistema que incorpore madera contralaminada cruzada (CLT), adaptado a las condiciones ambientales, tecnológicas y socioculturales del NEA.

METODOLOGÍA

La metodología de trabajo plantea dos etapas: una primera de relevamiento y sistematización, de estu-

dio de antecedentes, normativas y reglamentos de construcción, y de relevamientos y análisis de casos de aplicación, así como de disponibilidades técnicas y comerciales del material; seguida de una segunda etapa propositiva, de desarrollo del rediseño de un prototipo de vivienda tipo PROCREAR, incorporando CLT, y su comparación amplia (ambiental, energética, técnico-económica, constructiva) con el prototipo original tradicional.

DESARROLLO

Hasta el momento se ha avanzado en actividades comprendidas en la primera etapa del trabajo:

Estudio de antecedentes y sistematización de información. Respecto a maderas regionales, sistemas de entramado, normativas y reglamentos de construcción en madera, normativa de habitabilidad, eficiencia energética y adecua-

ción al clima muy cálido y húmedo, prototipos de viviendas del plan PROCREAR en el NEA. Hasta el momento no se encontraron casos de construcciones mediante tableros CLT en la región, pero sí en la República Argentina, siendo una de estas la ubicada en Villa María, Córdoba, para oficinas corporativas de la empresa SITSA (LEYTON, 2020).

En América Latina, el campo investigativo sobre el uso de esta tecnología y el modo en que ella puede ser una alternativa amigable con el medio ambiente está teniendo un desarrollo significativo (ARCHDAILY, 2022). La empresa chilena Arauco es la encargada de construir las edificaciones en CLT en el país vecino. Si bien los paneles CLT poseen la característica de ser "personalizables" o hechos a medida milimétricamente para el proyecto (LEYTON, 2020), se tienen medidas estandarizadas de espesor, según se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Comparación entre dimensiones de placas de CLT fabricadas en Corrientes y placas chilenas

Aspectos dimensionales de placas de CLT	Empresa local de Corrientes, Argentina (Garupá SRL)	Empresa chilena (Arauco)
Cantidad de capas superpuestas	3	variable
Espesor de cada capa (mm)	21	variable
Espesor de la placa (mm)	63	56 a 280
Dimensiones panel CLT –ancho x alto*– (m) *La altura es determinante para el traslado.	1,20 x 3,00	Hasta 13,5 x 3,50

Fuente: elaboración propia con base en Prado Lima (2024) y Arauco (2024).

Análisis de prototipos construidos en Argentina con sistema de panelería CLT, análisis y diagnóstico.

La primera obra con este sistema constructivo en Argentina se encuentra en Villa María (provincia de Córdoba) y se trata de las oficinas corporativas de la empresa de telecomunicaciones SITSA (fig. 1), solicitada a la empresa KAIASUL WOOD, productora de CLT, desde la cual se mencionan varios aspectos a favor de la tecnología constructiva CLT, entre los que destacan su eficiencia térmica, la rapidez en construcción de los edificios. Entre las ventajas del uso de los paneles CLT, a partir de la experiencia en Argentina, pueden mencionarse:

- Personalización y terminación de los paneles para cada diseño en particular, brindando una mayor versatilidad, lo que, como contracara, supone que el proceso de diseño necesita más tiempo de dedicación en comparación con la construcción tradicional.
- Cada panel llega al sitio de obra listo para su instalación.
- Por su característica portante, no necesitan estructura complementaria o independiente, si se trata de un edificio de hasta 2 niveles de altura.
- Los mismos paneles poseen en su entramado las aislaciones necesarias térmicas e hidráulicas, ahorrando tiempo de ejecución de la obra y garantizando eficiencia higrotérmica.

Como contracara y según Leyton (2020), en términos productivos en Latinoamérica no se pueden construir paneles CLT, puesto que la madera no está en condiciones fores-



Figura 1. Izq; Proceso de montaje de los paneles y Der; Imagen de las oficinas SITSA finalizadas.
Fuente: Maderamen (2020).



Figura 2. Izq; Proceso constructivo de la posada turística en Uruguay y Der; Obra finalizada.
Fuente: Maderamen (2019).

tales para dicho fin, en comparación con países como Alemania y Austria. Sin embargo, investigaciones recientes en la Facultad de Ingeniería de la UNNE (Prado Lima, 2024) sugieren que la producción de paneles CLT por parte de la industria Garupá SRL (ubicada en Riachuelo, Corrientes, Argentina) verifica que en promedio cada panel (de 63 mm de espesor, 1,20 m de ancho y 3,00 m de altura) posee una resistencia de hasta 30 KN, lo que representa un valor muy bueno para la producción de edificios en la región.

Análisis de prototipos construidos en Uruguay. Se trata de un complejo turístico habitacional (fig. 2) construido en 10 meses, siendo la prime-

ra obra de esta escala construida en Sudamérica (Todo Madera, 2019), con una extensión de 1.800 m². Se importó la panelería CLT desde Italia, de madera de abeto. La obra inició a principios de 2018, con diseño de los montajes, de las dimensiones de los paneles (es decir, el proceso de diseño de cada pieza que demandaría la construcción del edificio, para inaugurarse en diciembre del mismo año). La celeridad en los plazos es uno de los beneficios de este sistema constructivo.

Análisis de prototipos de viviendas del plan PROCREAR del NEA (construidos con sistema tradicional in situ, muros de mampostería

y cubierta metálica). Se definirá como caso representativo de lo realizado, o "caso de referencia", una vivienda construida con entre 60 y 100 m², sin ventilaciones cruzadas, con cerramientos verticales con aislación térmica escasa o nula, y con espacios no suficientemente adaptados a la estadía permanente de varias personas en los mismos (situaciones reveladas en la época de Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio [ASPO] frente a la pandemia de covid-19 de 2020-2021).

En una segunda etapa del trabajo, aún no iniciada, está previsto el diseño de tipologías, de cerramientos verticales y horizontales (paredes, pisos y cubierta), mediante un sistema de paneles CLT, para el prototipo definido como referencia, cumpliendo las siguientes condiciones:

A. ajuste a los reglamentos técnicos y manuales de la construcción en madera vigentes;

B. un valor de K (transmitancia térmica) de un nivel medio B de confort y puentes térmicos aceptables (según norma IRAM 11605), sin riesgo de condensación (según IRAM 11625);

C. que la vivienda logre etiqueta de eficiencia energética C, según norma IRAM 11900.

Se realizará un rediseño del prototipo PROCREAR definido, para ser resuelto mediante el sistema de panelería CLT, con las tipologías de cerramientos más convenientes de las desarrolladas.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera desarrollar, desde el aspecto técnico, una actualización en cuanto a la utilización de técnicas y metodologías para el trabajo con CLT en la construcción, basadas en la aplicación de las más recientes normativas y reglamentaciones vigentes, así como una sistematización de la información existente y una contextualización a las condiciones locales y regionales del NEA. Los resultados y conclusiones que se obtengan podrían abrir nuevas líneas posibles de desarrollo futuro de la investigación. Los lineamientos que surjan del trabajo podrían tener eventual posibilidad de transferencia a organismos y sectores interesados en el uso de la madera CLT como elemento constructivo y en la promoción de su uso en la construcción, especialmente como alternativa para la implementación de soluciones habitacionales.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

El conocimiento, difusión y uso de los paneles de madera contralaminada cruzada (CLT) para edificios en general y viviendas en particular, si bien se encuentra en aumento, es escaso, tanto en Argentina como en la región nordeste, en comparación con la situación en otros países, incluso latinoamericanos, en los que está muy difundido su uso.

El aprovechamiento de sus ventajas y potencialidades buscará plas-

marse en el desarrollo de pautas de aplicabilidad y criterios para el uso de CLT en viviendas del nordeste argentino, según sus condiciones ambientales, técnicas y socioculturales, y de acuerdo con la normativa vigente, trabajo que se encuentra en fases iniciales de avance.

CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arauco (2024). Madera contralaminada CLT. https://arauco.com/chile/wp-content/uploads/sites/14/2024/05/6542_FI-CHA_TECNICA_CLT_HILAM_13May24.pdf

Burnard, M. D. y Kutnar, A. (2015). Wood and human stress in the built indoor environment: A review. Wood Science and Technology [Relación de la madera con los seres humanos y su impacto con el estrés en espacios interiores: revisión. Madera Ciencia y Tecnología]. Physiological effects of wood on humans: a review (springer.com)

Greengage (2020). Sustentabilidad, beneficios de la madera contralaminada. <https://www.greengage-env.com/sustainability-benefits-cross-laminated-timber/>

Maderamen (2020). Primera obra con CLT en la Argentina fue una oficina corporativa en Villa María. Entrevistas realizadas por Todo Madera. <https://maderamen.com.ar/todo-madera/2020/12/01/clt-en-ar>

gentina-primera-obra-en-vi-
lla-maria-cordoba

Prado Lima, J. (2024). Ventajas y desventajas de construir con CLT en la región. Entrevista realizada por R. J. D. Bys a estudiante e investigador de pregrado de Ingeniería de la UNNE.

Prieto, C. (2022). La madera contralaminada alcanza nuevas alturas: ¿por qué utilizar CLT en la construcción? Archdaily <https://www.archdaily.cl/cl/992326/la-madera-contralaminada-alcanza-nuevas-alturas-por-que-utilizar-clt-en-la-construccion>

Todo Madera (2019). Posada turística, construida en 10 meses en Maldonado Uruguay <https://maderamen.com.ar/todo-madera/2019/02/01/uruguay-posada-paneles-clt/>