

COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y TÉRMICO DE UN PABELLÓN CON MADERA URUGUAYA

Alejandro Benitez¹ Néstor Giorello²



Resumen:

Actualmente, la **madera** tiene una gran diversidad de uso en el mercado mundial y junto con el crecimiento de la producción de montes forestados, además del aumento de procesos de materiales derivados, está llevando en mayor medida su utilización en la **construcción**. Por lo tanto, se hacen necesarias investigaciones para estudiar sus propiedades.

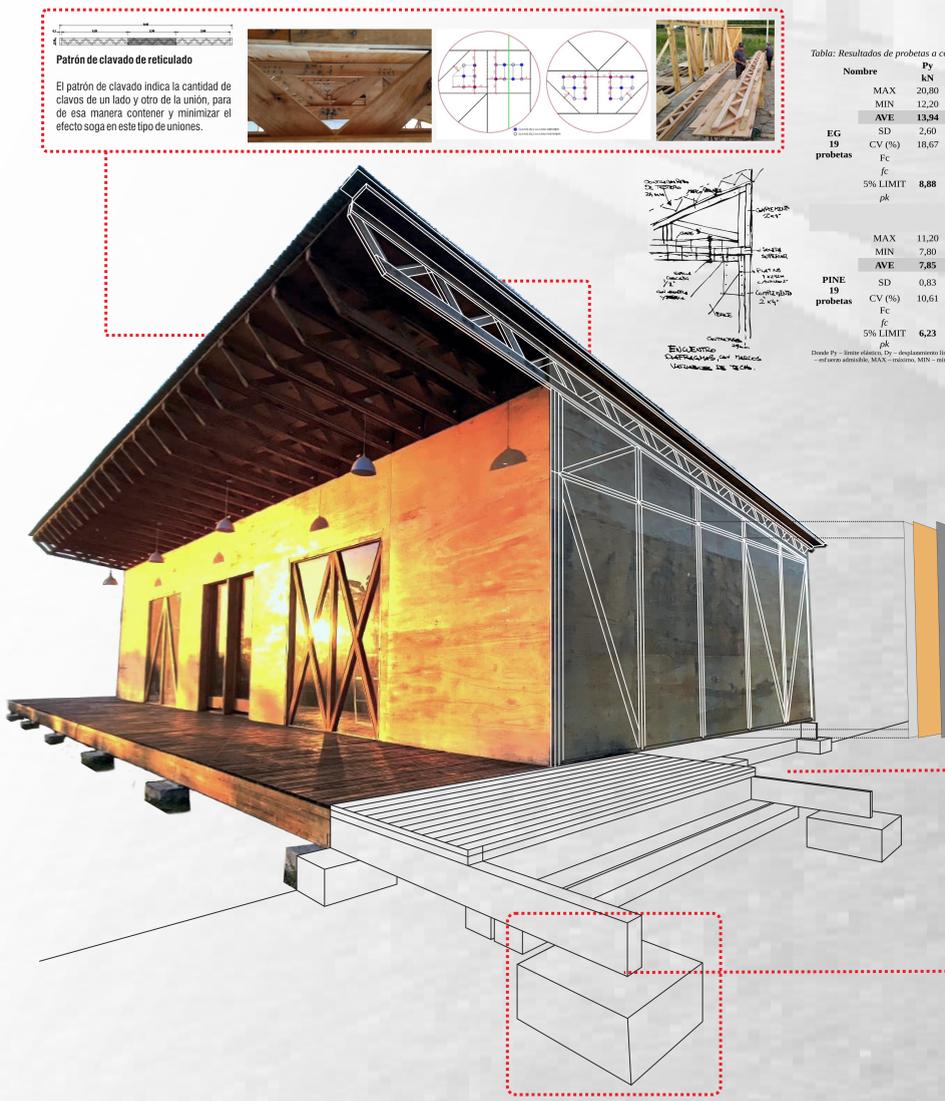
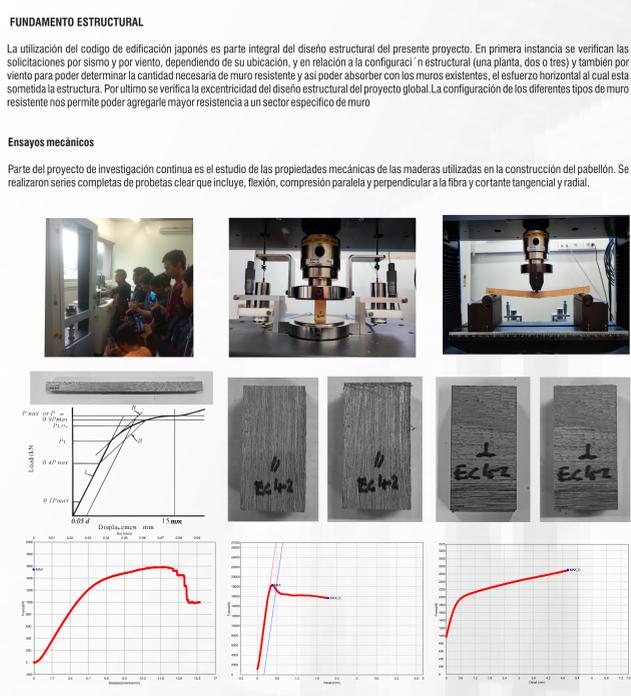
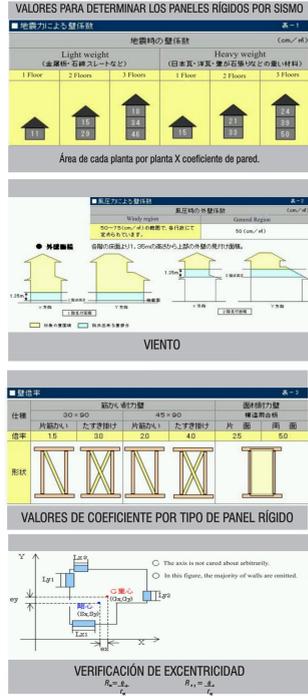
El diseño y la obra del **pabellón**, que empleó madera uruguaya, instigó a estudiar los **comportamientos mecánicos** y **térmicos** que se ven afectados por las condiciones climáticas locales. De hecho, el mismo se diseñó y ejecutó aplicando el **código de edificación japonés**, ante la ausencia de uno propio. Surgió como un **prototipo constructivo** para la investigación generada las bases, para dar respuestas a una necesidad funcional de la sede del Campus en el CENUR Noreste. Por otro lado, también tiene la peculiaridad de enfrentar el **desafío** y solución de diferentes opciones de uniones estructurales, como, por ejemplo, de cerramiento, que permite una evaluación continua de los factores mecánicos y del **acondicionamiento térmico**.

En vista de que no hay datos completos en las normas vigentes, se elaboró el **estudio de las propiedades mecánicas** de la madera utilizada en la obra (madera de pino y eucalipto), incluyendo **series completas** (flexión, compresión paralela y perpendicular, cortante radial y tangencial) de probetas clear para poder dar **soporte a normas nacionales** (UNIT). La **metodología** incluyó la elaboración de probetas, acondicionamiento según normas internacionales, ensayos y evaluaciones estadísticas, para posterior comparación y fortalecimiento con datos aún ausentes en la UNIT.

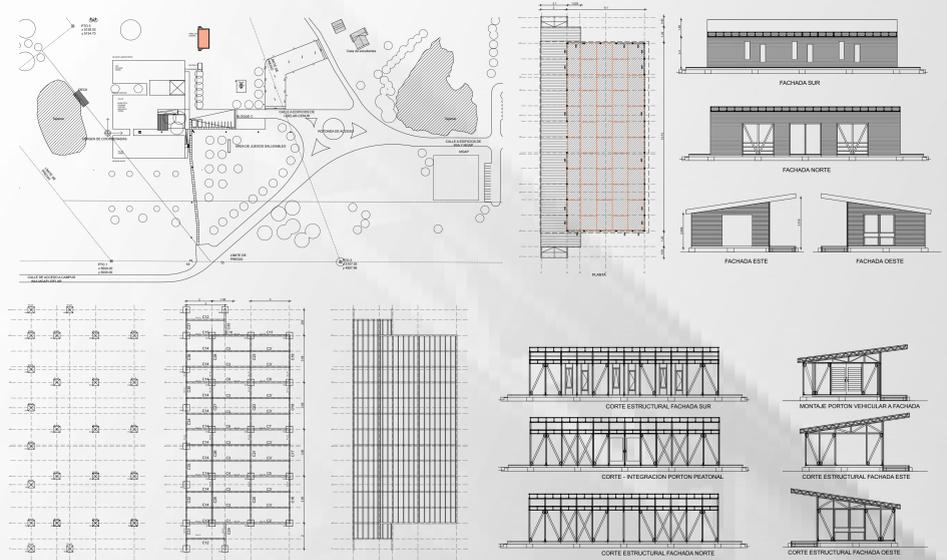
Dado que, la madera es un material natural con propiedades de aislamiento térmico y que puede ayudar a mantener la **temperatura** más estable en el interior, siendo benéfico tanto en climas fríos como cálidos, toda la construcción del pabellón incluye el **acondicionamiento térmico** para brindar adecuadas condiciones de temperatura. Algunos cerramientos verticales fueron acondicionados con **materiales reciclables**, en este caso cajas de **tetrapack**, con el fin de evaluar su comportamiento y poder incluirlo como material aislante. En algunos sectores de cerramiento vertical de orientación oeste y sur, se viene realizando una continua evaluación, utilizando dataloggers para constatar valores (humedad y temperatura) en las diferentes estaciones del año. Esta investigación, que aún sigue en proceso, es lenta ya que la toma de datos de los diferentes paneles y de las diferentes orientaciones, es interanual. El programa edilicio también, pretende mostrar y evidenciar los cuidados y necesidades al momento del diseño y ejecución de proyectos en madera. **Criterios de montaje**, desde su fundación hasta la elección de elementos metálicos imprescindible de acuerdo con las necesidades de cargas consideradas. Este prototipo, permite, además de evaluar nuevos elementos de protección a utilizar en madera, bien como, ver su comportamiento dando apoyo a el medio.

En resumen, la madera uruguaya puede ser una elección adecuada para la construcción, siempre que se sigan lineamientos adecuados para su **estabilidad estructural**. Es importante considerar el comportamiento tanto mecánico como térmico de la madera y de los materiales complementarios para asegurar adecuadas condiciones de habitabilidad. Podemos anticipar como una de las **conclusiones**, que los valores obtenidos al momento son prometedores, observando en los paneles oeste aislados con tetrapack, diferencias superficiales (exterior – interior) de 20 °C.

Fundamento estructural:



Proyecto:



Trabajo interinstitucional:



Ejecución de obra:



Resultados:

Tabla: Resultados de densidad (APU y LATU)

Unidad	APU					LATU	
	Bending	C ₉₀	S ₉₀	S _v	Bending	C ₉₀	
Exp	36	42	33	42	42	203	
N	36	42	33	42	42	203	
AVE	0,50	0,52	0,44	0,50	0,49	0,45	
MAX	0,60	0,60	0,52	0,56	0,59	0,54	
MIN	0,40	0,44	0,38	0,45	0,43	0,35	
SD	0,05	0,06	0,04	0,02	0,03	0,04	
CV(%)	10	11,53	9	6,72	9,49	12,40	
5%limit	0,48	0,50	0,43	0,49	0,48	0,44	

Tabla: Resultados de compresión paralela (APU y LATU)

Unidad	APU Lab.					LATU Lab.	
	ARW	MC	E	C ₉₀	S ₉₀	Densidad	C ₉₀
Exp	42	42	42	42	42	42	52
N	42	42	42	42	42	42	52
AVE	0,52	3,61	12,23	13061	40,98	10985	34,81
MAX	0,60	7,35	13,01	20461	47,82	18264	45,02
MIN	0,44	1,60	9,97	6796	32,48	4174	19,72
SD	0,06	1,06	0,47	2722	5,07	3479	7,41
CV(%)	11,53	29,36	3,84	20,84	12,37	14,57	21,28
5%limit	0,50	12,11	12,370	39,69	10101	32,93	0,52

Aislación

Este proyecto, abordó dentro del apartado aislaciones, algunas variaciones. Entre ellas el uso de cajas **tetrapack** para aislaciones verticales. Fue así que se decidió al comienzo de este proceso de investigación, comenzar a juntar cajas de tetrapack para poder abordar adecuadamente esta temática. Otras experiencias internacionales abordan el uso de las mismas de manera individual, engrapadas como se decidió usarlas en esta propuesta y otra posibilidad es soldarlas con una fuente de calor tipo plancha eléctrica. Esta operativa puede ser otra opción como así también, el poder usar la caja sin desplegarla, y retener sus coqueadas con restos de PET o material cortado de otras cajas tetrapack y colocadas como ladrillos engrapados (opciones a ser evaluadas en un futuro cercano). En primera instancia se decidió aplicar este aislante sobre la fachada oeste, por ser la más afectada en los meses de verano. Como pueda apreciarse, la diferencia de temperatura superficial entre exterior e interior sobre paneles llegó a constatare diferencias de casi 20 grados Celsius. La conformación de las capas de tetrapack considero panos con una capa simple, dos y tres, para poder evaluar continuamente el cerramiento en las diferentes estaciones. El otro aislante utilizado fue la manta de lana de vidrio de 5 cm con y sin aluminio según sea cerramiento vertical u horizontal.



¹ - PhD, Dept. of Architecture and Environment System Building Materials Laboratory, Faculty of Science and Technology, Akita Prefectural University, Akita, Japan, Research of MOMBUSHO, Profesor G° 3, PDU – Procesos Industriales de la Madera, CENUR Noreste – Sede Tacuarembó, UdelAR, Uruguay
² - Profesor G° 2, Unidad de Gestión Edilicia, CENUR Noreste – Sede Tacuarembó, UdelAR, Uruguay

Esta investigación y el proyecto "Pabellón" tuvo el apoyo de CENUR Noreste, Udelar, URUFOR S.A, FYMNSA, Aserradero Bonilla, Frutifor, Intendencia de Tacuarembó, INIA y Escuela Técnica UTU, Tacuarembó.

También la gran colaboración de los profesores Juan Pintos y Milton Vera de la Escuela Técnica de UTU, Bach. Ramiro dos Santos, Bach. Ernesto Meneses, Bach. Maicol Fagundes, Bach. Darwin Rodríguez, Bach. Jorge Rodríguez, Bach. Olga Etcheverría, Bach. Yennifer Silva, Bach. Brandon Barrios, Bach. Brahian Rodríguez, Bach. Estefani Silveira, Bach. Antony Benitez, Bach. Nicolas Leiva, Bach. Nahuel Conde, Bach. Ney sabia, Bach. Sebastián Rodríguez, Bach. Ximena Galarraga y Bach. Camilo Isidro.

