

## DESARROLLO DE ECO CABRIADA PARA TECHOS DE VIVIENDA SOCIAL A PARTIR DEL RECICLADO DE TABLAS PROVENIENTES DE TARIMAS (PALLETS)

Federico Strzelecky<sup>1</sup>, Natalia E. Fernández<sup>1\*</sup>, Alberto Floreano<sup>1</sup>, Miguel González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE)- Asociación de la Vivienda Económica (AVE)- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Tel. 0351 480-0883 – Fax 0351 480-0883 e-mail: nfernandez@ceve.org.ar

*Recibido 08/2023; Aceptado 10/2023*

**RESUMEN.-** La Eco Cabriada surge de la iniciativa de reutilizar tablas de tarimas, que en su mayoría se descartan luego de ser utilizadas por la industria, como material constitutivo de vigas reticuladas. Se propone reformular un elemento ampliamente explorado en el ámbito de la arquitectura, la ingeniería y la construcción: la cabriada, tomando en cuenta las condicionantes previas que presenta la madera utilizada para embalajes, que suele ser considerada de baja calidad. El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar un elemento estructural factible de ser utilizado en techos de viviendas de bajo costo, y estudiar su desempeño técnico. Se abordó el desarrollo, diseño y fabricación de un elemento constructivo reticular a partir de madera reciclada para luego someter la viga al ensayo de resistencia a la flexión según norma IRAM 9363 (adaptada para cabriadas). Se obtuvieron valores de colapso estructural a los 332 kg (cercha triangular) y 522 kg (cercha recta). Por otro lado, se definieron los pasos del proceso productivo. En conclusión, la madera reciclada utilizada en estructuras reticuladas para vigas es apta como una solución estructural constructiva para techos y mejoramientos de cubiertas en viviendas de bajo costo.

**Palabras clave:** Residuos, Reutilización, Madera, Vigas, Estructuras reticuladas.

## DEVELOPMENT OF AN ECO-ROOFING SYSTEM FOR SOCIAL HOUSING USING RECYCLED WOOD FROM PALLETS

**ABSTRACT.-** Eco Cabriada arises from the initiative to reuse pallet boards, most of which are discarded after being used by the industry, as a constituent material for reticulated beams. It is proposed to reformulate an element widely explored in the field of architecture, engineering and construction: the cabriada, taking into account the preconditions presented by the wood used for packaging, which is usually considered of low quality. The objective of this work is to develop a structural element feasible to be used in low-cost housing roofs, and to study its technical performance. The development, design and fabrication of a lattice construction element from recycled wood was approached and then the beam was tested for bending resistance according to IRAM 9363 standard (adapted for rafters). Structural collapse values were obtained at 332 kg (triangular truss) and 522 kg (straight truss). On the other hand, the steps of the production process were defined. In conclusion, recycled wood used in reticulated beam structures is suitable as a constructive structural solution for roofs and roof improvements in low-cost housing.

**Keywords:** Waste, Reuse, Timber, Beams, Reticulated structures.

### 1. INTRODUCCIÓN

La actividad de la construcción, se encuentra en constante crecimiento, en vistas a la necesidad y demanda social de resolver el problema humano de la habitabilidad básica. La ciudad de Córdoba, no es ajena a esta problemática, por lo que resulta pertinente proponer alternativas que contemplen mejoras habitacionales y al mismo tiempo utilicen recursos locales, incluyendo entre estos los residuos que son resultado de algunos procesos industriales. Lo habitual de estos materiales de descarte en procesos de construcción es su retiro de los lugares en que se erige la obra y disposición final, aumentando así, el enorme volumen de los basurales y zonas de sacrificio, o de rellenos sanitarios en donde sin ningún tipo de clasificación se mezcla todo tipo de residuos y se inhabilita su potencial uso posterior (Bóveda & Pilar, 2021).

Se trata entonces, no sólo de valorar el conocimiento científico que sustenta una tecnología, sino especialmente dar valor al conocimiento práctico que permite considerar el sentido de utilidad social-productiva, no agresiva con el ambiente (Massuh, 2009).

El reuso de materiales para la construcción de vivienda es una actividad que se realiza de manera recurrente por la población, principalmente de escasos recursos. Entre las causas está el encarecimiento de los materiales convencionales y la mano de obra (Olvera-García et al., 2018). Quizás sea el momento de señalar aportes válidos de entidades o de profesionales que, partiendo de componentes neutros, tangibles y asequibles, mediante acoples o ensamblajes sencillos aporten soluciones tecnificadas, capaces de convertirse en prácticas de referencia para la construcción del hábitat popular en el entorno latinoamericano (Salas Serrano et al., 2012).

Se denomina “pallet” a un bastidor o tarima de madera utilizado como embalaje para el transporte y la distribución de materiales (Lufiego, 2020). Una tarima o “pallet”, es creado originalmente para ser una plataforma de madera horizontal rígida, que es utilizada como base para apilar, almacenar, manipular y transportar cualquier tipo de cargas y suelen estar confeccionados de madera, plástico u otros materiales (Montañés Muñoz y Quiles Carrillo, 2018). En el caso de que estén realizados de madera, los pallets suelen provenir de los árboles de Pino (*Pino elliotis sp.*), Eucalipto (*Eucaliptus sp.*) y Álamo (*Populus sp.*). Ya que a estas maderas se las considera altamente resistentes y con gran durabilidad, siendo de aproximadamente 10 años el número de su vida útil para usos de transporte y embalajes (Moreno Muñoz y González Cabrera, 2018).

La iniciativa de construir cabriadas económicas a partir de tarimas de descarte o “pallet”, surge de la relación que establece el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) con la Asociación Civil 8 de Agosto, con la premisa de encontrar soluciones de habitabilidad básica mediante módulos sanitarios. Dicha organización barrial, se organizó en agosto del 2012 como un grupo de vecinos que reclamaban por un lugar donde poder construir sus viviendas en Alta Gracia. Es así como se inician las gestiones para obtener un permiso o cesión de terrenos fiscales frente al ex predio de las Canteras del Cerro. Actualmente, la A.C. 8 de Agosto, es un barrio que cuenta con más de 180 hogares, que albergan cerca de 200 familias.

En concordancia con la visión y misión del Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE), perseverante en el desarrollo de tecnologías constructivas dinamizadoras de la pequeña y mediana industria, que utilizan recursos locales convencionales y otros provenientes de insumos reciclados (Ferrero et al., 2012), es que se pueden identificar los siguientes actores sociales: la Asociación Civil 8 de Agosto, como futura beneficiaria de la tecnología, la empresa que dona el material, y por último CEVE, como ente generador de la nueva tecnología. Es a través del Arq. Luis Martínez (Asociación Civil 8 de Agosto), que conoce a personal de la empresa La Casa del Parabrissas, que la institución adquirió, mediante donación, una pequeña cantidad de maderas para iniciar la presente investigación. Por otro lado, se compraron maderas para la construcción de un modelo testigopara comparación.

Este trabajo propone la recuperación de embalajes de madera de parabrissas con el fin de revalorizar el material constitutivo como elemento constructivo, bajo las siguientes premisas: explorar el

tipo de madera utilizada para embalajes en tarimas, conocer las secciones presentes en las maderas de embalajes en tarimas, proponer alternativas de diseño de cabriadas teniendo en cuenta las maderas que se pueden recuperar y finalmente evaluar las mejores opciones en función de las necesidades de la comunidad. El objetivo de este trabajo es realizar ensayos de resistencia mecánica de prototipos de la Eco cabriada seleccionada en la etapa de diseño preliminar, y comparar con vigas de igual morfología, pero con madera comercial, para posteriormente optimizar el prototipo y confeccionar un manual de uso libre para la auto fabricación de dichos elementos y conformación de una cubierta liviana.

### 1.1. Madera de embalajes y sus principales características

Para la construcción de embalajes de madera se utiliza principalmente la madera de pino (madera blanda), en general en Argentina el más utilizado es el Pino elliotis (*Pinus elliotii sp.*), sin rajaduras y de longitud mayor a los 30 cm, con un contenido de humedad no mayor al 20 %, ni nudos que tengan un diámetro superior a la mitad del ancho de la tabla en la que se encuentren. Los nudos representan un corte en las fibras de la madera, por lo que representaría un problema estructural para dichas tablas si hay demasiados o son de diámetro mayor al permitido. Otras maderas utilizadas en menor medida son Eucalipto (*Eucaliptus grandis sp.*) y Álamo (*Populus sp.*). Ver figura 1.

En Argentina toda la madera de embalaje debe encuadrarse dentro de la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias n° 15 que regula el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional y que describe las medidas fitosanitarias para reducir el riesgo de introducción y/o dispersión de plagas relacionadas con el embalaje de madera (incluida la madera de estiba, material de bajo costo o de residuo, utilizadas para asegurar la carga durante el transporte de carga). Esta regulación contempla el uso de madera descortezada para la confección de los embalajes, el descortezado corresponde a la remoción de la corteza de la madera en rollo y no implica necesariamente que la madera quede libre de corteza. En este sentido, podrán permanecer las piezas de corteza que cumplan con ser: menores a 3 cm de ancho independiente del largo, y mayores a 3 cm de ancho, con una superficie total por pieza menor a 50 cm<sup>2</sup>.

El *Pino elliotis* reutilizado, al ser previamente un embalaje recibió tratamientos plaguicidas con productos químicos, al igual que las maderas que se comercializan para el uso en viviendas. A la madera de pino siempre hay que preservarla del insecto *Megaplatypus*



Fig. 1: Especies arbóreas mencionadas en este trabajo. (a). *Pinus elliotii sp* (b). *Eucaliptus grandis sp.* y (c). *Populus sp.*  
Fuentes: Agrositio.com; Forestalmaderero.com; Viveroarguello.com.ar

*sulcatus* (Chapuis) vulgarmente conocido como bicho taladro y también de los hongos saprófitos de la madera, teniendo la precaución de pintar con el producto impregnante también en el momento de cortar la madera (Liotta, 2000).

El material de las tarimas es de buena calidad ya que no presenta casi nudos. Como ventajas, esta madera presenta buenas condiciones de trabajabilidad: puede ser aserrada, cepillada y moldeada perfectamente. Se clava y atornilla con facilidad, es liviana por lo que resulta de sencilla manipulación. Como desventaja, presenta problemas de fijación, no absorbe bien pinturas, por la presencia de resinas. Los usos habituales de la madera de pino en construcción son: muros macizos exteriores e interiores; puertas placas; tirantes y estructura de techos; entablonados para techos; encofrados. Es decir, cerramientos en mayor medida frente a un escaso uso estructural.

Este tipo de madera que en un principio se usaba solamente como revestimiento (machimbre) hoy se está utilizando como estructura de sostén. Es una madera blanda, por lo tanto, deberá tenerse la precaución de aumentar su escuadría

para soportar las cargas del techo

1.2. Clasificación: tipos de embalajes y secciones más comunes

Los dos tipos de embalajes identificados son: tipo jaula y tipo tablero. El primero, es apto para transportar cargas compactas que no tengan piezas sueltas, la carga es visible. Pueden fabricarse desmontables, facilitando así su almacenaje. Sirven para envíos marítimos, terrestres y aéreos. El segundo es un producto de alta calidad y adecuado para la fabricación del embalaje industrial. Sirve para embalajes pequeños como así también de grandes dimensiones.

En cuanto a las secciones y dimensiones encontradas, se confeccionó una tabla para su clasificación (ver Tabla 1 y figura 2).

Los pallets utilizados en este estudio son los Pallet británicos, de un solo uso, también denominados “descartables”, de “fondo perdido” o “one way”, los cuales son construidos de madera y forman parte de la familia de Pallets Ligeros ya que se utilizan normalmente para cargas inferiores a los 400 kg y los pallets de ciclos limitados de 400 a 800 kg (ver Tabla 2).

Tabla 1: Clasificación de maderas de tarimas según dimensiones.

Tipo	Dimensiones	Código
Pallet Americano	1,291 x 1,016 m	ISO 6780
Pallet Británico	1,2 x 1 m	ISO 6780
Euro Pallet	1,2 x 0,8 m	ISO 6780
CP3 114 x 114	1,14 x 1,14 m	ISO 6780
Pallet Británico	1,2 x 1 m	IRAM
Euro Pallet	1,2 x 0,8 m	IRAM
CP3 114 x 114	1,14 x 1,14 m	IRAM

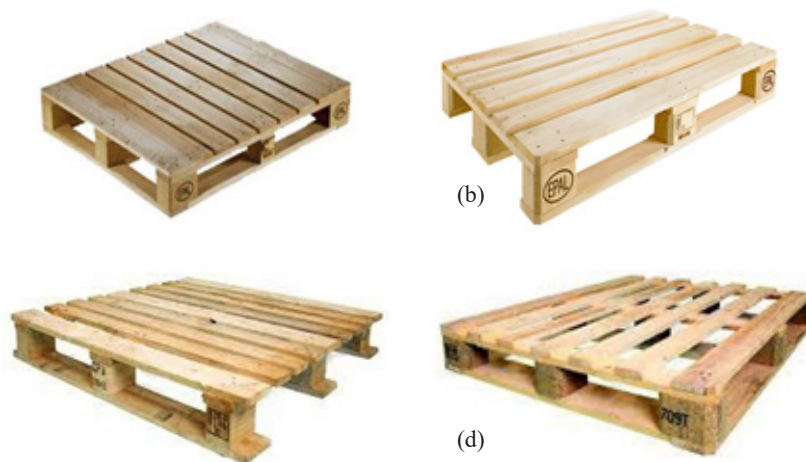


Fig. 2: (a). Pallet británico (b). Europallet (c). Pallet CP3 114 x 114 (d). Pallet Americano  
Fuentes: Associated-pallets.co.uk; Europallet.com; Europallet.com; Embalajesdemadera.net

Tabla 2: Características de pallets según su tipo

Pallets Ligeros	Carga admitida 0-400 kg	Uso único	espesor : 15 -17 mm
Pallets Semi-Ligero	Carga admitida 400 - 800 kg	Ciclos limitados	espesor : 17 - 20 mm

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Estudio de alternativas: desarrollo morfológico de la cabriada

El primer prototipo construido de madera reciclada se realizó copiando una antigua cabriada derivada de un sistema constructivo precedente del CEVE (Massuh et al., 2009). Este diseño inicial consistía en dos pares de cordones superiores, dispuestos a “dos aguas” y un cordón inferior uniendo a los dos anteriores, con los apoyos desplazados de la unión de los dos anteriores, por lo que se provocaba un momento que hacía más inestable la estructura (figura 3).



Fig. 3: Primer antecedente de cabriada desarrollada  
Fuente: CEVE.

La segunda alternativa, agregó un pendolón vertical, para reducir los esfuerzos y mejorar la resistencia, en la transformación de 1 triángulo grande a la de dos triángulos menores y reforzados (figura 4).

Una Tercera alternativa de diseño, definiendo la propuesta por la que se optó, contemplaba la reformulación de la cabriada con caída a un agua, uniendo tablas con dimensiones menores para poder utilizar pallets (figura 5).



Fig. 4: Primer antecedente de cabriada desarrollada  
Fuente: CEVE.

Una cuarta alternativa diametralmente opuesta, consistió en un prototipo recto y de gran simpleza en su diseño, que constó de 2 cordones, uno superior y otro inferior, paralelos entre sí, 4 pendolones rectos, 2 en los extremos y dos intermedios, y por último tres diagonales uniendo los nudos y generando las triangulaciones, con dimensiones que nos permitan utilizar las tablas de los pallets. (figura 6).

### 2.2. Fabricación del prototipo

Con los restos de pallet desarmado, se definió una luz de 3.50 m. y una altura de 0.5 m. en su lado más alto, generando una pendiente de 15 % suficiente para un buen escurrimiento de agua. Las medidas con las que se trabajaron fueron las indicadas en la Tabla 3.

Las uniones se realizaron con clavos de 3 mm de diámetro y de 2 pulgadas y media de largo. La disposición de los clavos se realizó según reglamento CIRSOC 601.

### 2.3. Diseño experimental de ensayos mecánicos

Se realizó un ensayo a la flexión en escala real según lo que

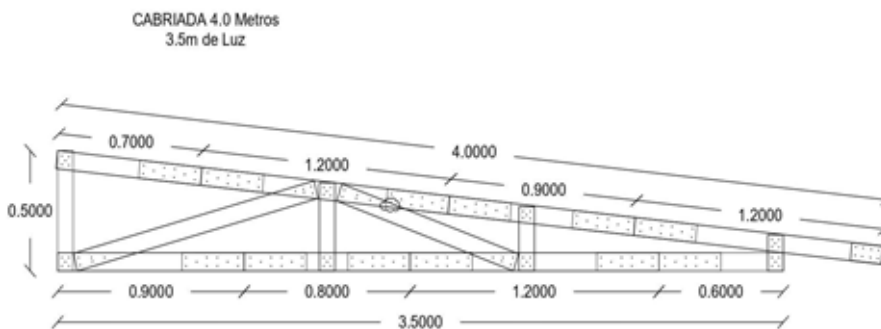


Fig. 5: Cercha Triangular. Elaboración propia.

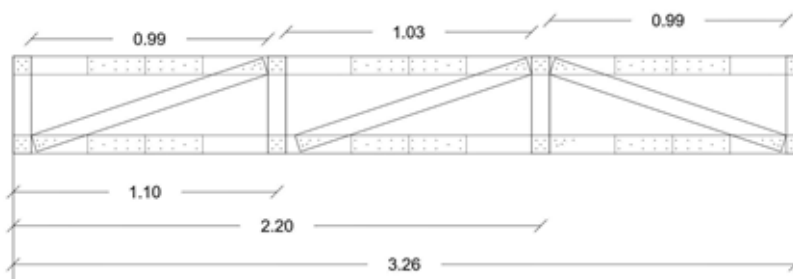


Fig. 6: Cercha rectangular. Elaboración propia.

recomienda la Norma IRAM N°9663 adaptada a cabriadas, colocando cargas a los tercios. Es decir, se colocaron los puntos de carga a 1.18 cm, y se fue cargando de a 50 kg y tomando deformación en el centro de la cabriada. La deformación admitida para el reglamento CIRSOC 601 es de  $L/200$ , en nuestro caso  $350/200 = 1.75$  cm.

#### 2.4. Descripción ensayo de Cerchas de pallets reciclado

Se construyeron 5 cerchas de cada tipo (triangulares y rectas) con las tablas extraídas de pallets, siguiendo los planos de la Figura 4 y 5.

Para el ensayo de cerchas triangulares, se utilizó una celda de carga de 20 Tn y se colocó un perfil IPN 200 que nos permitía llevar la carga a los tercios de la cercha (figura7).



Fig. 7: Ensayo en cercha triangular. Elaboración propia.

La cercha fue apoyada en caballetes y se restringió su rotación lateral a través de escuadras. Se la dispuso a plomo y se puso en línea con el pistón de descarga de la prensa. Para el control de la deformación se utilizó un comparador marca Mitutoyo colocado en el centro de la cercha.

Teniendo en cuenta que el perfil IPN tiene un peso de 30 kg, esta fue la carga que se tomó como inicial y con esta fue que se tomó la deformación inicial. Luego se fue cargando a tramos de, aproximadamente, 50 kg y tomando deformación. La carga se distribuyó en 2 puntos separados simétricamente en tercios como describe la normativa IRAM 9363.

Para el ensayo de cerchas rectas, la cabriada fue apoyada en caballetes y se restringió su rotación lateral a través de escuadras. Se la aplomó y se puso en línea con el pistón de descarga de la prensa (figura 8).



Fig. 8: Ensayo en cercha rectangular. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el perfil IPN tiene un peso de 30 kg, esta fue la carga que se tomó como inicial y con esta fue que se tomó la deformación inicial.

Luego se fue cargando a tramos de 50 kg, de la misma manera que en la cerca triangular.

Teniendo en cuenta que la deformación máxima según la normativa es de  $L/200$  se verificó la carga para flecha cercana a los 1.65 cm ( $330 \text{ cm} / 200$ ) en el centro de la cercha para cada elemento ensayado.

#### 2.5. Cerchas Testigo

Con el objetivo de comparar, se realizaron las mismas cerchas con las mismas medidas utilizando madera de pino comprada en aserradero. Las maderas se cepillaron hasta llegar al mismo espesor que las de pallets. Los cordones inferiores y superiores fueron piezas enteras, sin cortes (Figuras 9 y 10).



Fig. 9: Ensayo en cercha testigo rectangular con madera comercial. Elaboración propia.



Fig. 10: Ensayo en cercha testigo triangular con madera comercial. Elaboración propia.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. Definición del proceso productivo

Los pasos para el desarrollo y proceso de fabricación llevados a cabo fueron los siguientes:

- Elección de pallets. Se desecharon los pallets muy deteriorados y los que poseen tablas muy pequeñas.
- Se catalogaron las tablas de los pallets según dimensiones.
- Se hicieron los cortes correspondientes según la Tabla 3 (cercha triangular) y Tabla 4 (cercha recta)
- Se armó la plantilla de fabricación de la cabriada (figura 5 y 6)
- Se fueron colocando las capas de tablas según el orden que indican los planos.
- Se realizó el clavado con ayuda de plantillas.
- Se construyeron 5 (cinco) prototipos según planos.

Tabla 3: Resumen de resultados de ensayo a flexión en Eco Cabriadas triangulares

Nomenclatura	Carga control por deformación (kg)	Deformación (mm)	Carga límite de rotura (kg)	Deformación resistencia (mm)
M1	160	17,5	370	18
M2	180	17	300	20
M3	190	17,5	290	22
M4	180	18	300	-
M5	170	17	400	55
Promedio	176	17,4	332	28,7

Tabla 4: Resumen de resultados de ensayo a flexión en Eco Cabriadas rectangulares

Nomenclatura	Carga control por deformación (kg)	Deformación (mm)	Carga límite de rotura (kg)	Deformación resistencia (mm)
M1	351	16	400	40
M2	280	17	460	20
M3	330	17	470	30
M4	420	16	600	20
M5	420	17	680	30
Promedio	360,2	16,6	522	28,7

Tabla 5: Resumen de resultados de ensayo a flexión en cerchas testigo

Cercha triangular con madera comercial			Cercha recta con madera comercial		
Nomenclatura	Carga (kg)	Deformación (mm)	Nomenclatura	Carga (kg)	Deformación (mm)
T1	80	1	T2	300	10
T1	170	5	T2	350	12
T1	260	11	T2	391	15
T1	290	15	T2	455	20
T1	320	1,7	T2	560	- (rompe)
T1	350	- (rompe)	-	-	

### 3.2. Resultados de ensayos mecánicos

En cuanto al ensayo en Eco cabriadas triangulares, se obtuvieron valores de rotura entre los 300 y 400 kg., y para las Eco cabriadas rectangulares valores superiores cercanos a los 500 kg (Tablas 3 y 4)

Para la comparación, se analizaron los resultados obtenidos en cerchas testigo (Tabla 5)

## 4. CONCLUSIONES

La situación en cuanto a la gestión de residuo en la ciudad de

Córdoba es similar a la de muchas otras urbes de la región, donde grandes cantidades de pallets no son reutilizados y, por el contrario, son descartados en lugares inadecuados o son mal utilizados. La Eco Cabriada puede resultar una alternativa para la reutilización de madera y a su vez como solución habitacional.

Desde el punto de vista del componente, el peso propio de la Eco Cabriada es de 15 kg por lo cual resulta manejable y de fácil montaje. Desde el punto de vista de la producción, la fabricación de 12 vigas, llevó 5 horas de una persona para desarmar pallets, 6 horas para cortar y acomodar maderas y 16 horas para fabricar la viga en la matriz. Esto indica que se necesitan 2.25 h

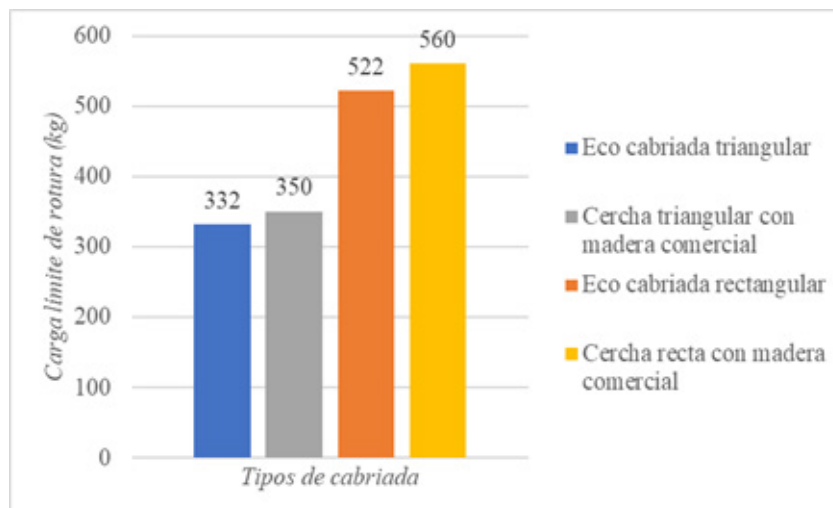


Fig. 11: Comparación entre límites de rotura (kg) de cerchas testigo y Eco Cabriadas. Fuente: Elaboración propia.

por Eco Cabriada por persona pudiéndose mejorar estos tiempos con el uso de la plantilla. A esto debe sumarse, el precio de los clavos de 2", utilizándose por cabriada triangular un total de 111 clavos y para cabriada recta 178 clavos.

Desde el punto de vista de la resistencia mecánica, la Eco Cabriada Triangular tuvo un promedio de colapso de 320 kg y la Eco Cabriada Recta tuvo un promedio de colapso de 522 kg. Estos valores están bastante cercanos a los valores de las cerchas hechas con maderas comerciales compradas en aserraderos, ya que el valor de rotura para la cercha recta es de 560 kg, y de 350 kg para la cercha triangular. Esto significa que tienen una buena resistencia y una gran deformación plástica, lo que nos permite "mucho aviso" antes de romperse. ver Figura 11.

Una desventaja a considerar, es que la madera de embalajes recibe en origen un baño de pentaclorofenol preventivo del biodeterioro causado por el ataque de los insectos y microorganismos (el cual aporta una tonalidad verdosa al principio). El CCA, es un sistema de autoclave al vacío que le incorpora a la madera Cobre, Cromo y Arsénico: El óxido de Cobre actúa como fungicida, el de Cromo como fijador irreversible, y el Pentóxido de arsénico como insecticida. Estos compuestos pueden resultar dañinos para la salud, con lo cual una línea de investigación futura podría abordar esta problemática y pensar alternativas para neutralizar estas sustancias de manera que no puedan afectar la salud de los habitantes.

Por otro lado, se está elaborando un manual de autoconstrucción de la cabriada para que sea difundido desde la página institucional.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE AVE CONICET), especialmente al Arq. Héctor Massuh, quien siempre alentó e impulsó la investigación y el desarrollo de estructuras de madera para el hábitat social dejando un gran legado a quienes continuamos la labor. Este trabajo fue apoyado con subsidios del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

#### REFERENCIAS

- Bóveda, A. E., & Pilar, C. A. (2021). Reutilización de residuos de construcción y demolición. Reúso y reciclaje de pallets. Relevamiento, diagnóstico y propuesta.
- Ferrero, A. A., Pipa, D. A., Gaggino, R., Gatani, M. P., Floreano, A. F., & Lucio, S. (2013). Integración tecnológica en una vivienda progresiva sustentable.
- Liotta, G. (2000). Los insectos y sus daños en la madera. Problemas de restauración (Vol. 4). Editorial NEREA. (libro)
- Lufiego, E. (2020). Construcción con Pallets. Arquitecto, (16), 119-128.
- Massuh, H., Navilli, N., Augusto, G., & O'Neill, J. (2009). Hacia las tecnologías apropiadas para viviendas de interés social en Latinoamérica. Chiapas: Universidad Autónoma de Chiapas. Pp 35-36
- Mac Donnell, Horacio Patricio (2011), "Manual de Construcción Industrializada" en: Revista Vivienda, Buenos Aires, Argentina
- Montañés Muñoz, N. & Quiles Carrillo, L.J. (2018). "Madera para Envases y Embalajes. Palets". Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10251/104403/>
- Norma IRAM 9363, Estructuras de madera, Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural, Determinación de las propiedades físicas y mecánicas.
- Olvera-García, D., Bojórquez-Morales, G., & Sotelo-Salas, C. (2018) Reutilización de palés para la construcción de vivienda alternativa Reuse of wooden pallets for alternative housing construction.
- Reglamento CIRSOC 601, REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE MADERA (2016)
- Salas Serrano, J., Ferrero, A., & Lucas Alonso, P. (2012). Utilización de componentes neutros de construcción en Latinoamérica. Revista invi, 27(76), 147-175.