

CLEM 2019

Informe

# **“Asistencia al 4° Congreso de Estructuras en Maderas (CLEM) 2019”**

Realizado en Montevideo, Uruguay,  
entre los días 18 y 20 de noviembre de 2019

(Asistencia financiada por el Proyecto CORFO: “Fortalecimiento de las capacidades tecnológicas del Instituto Forestal, para el desarrollo de la industria secundaria de la madera, a través de bienes públicos, orientados al sector de la construcción” código 18 FITP-89376)

Informe elaborado por:  
**Daniel Soto Aguirre**  
Investigador INFOR  
Asistente al CLEM 2019

## **OBJETIVO DEL INFORME**

El presente tiene como objetivo presentar un resumen de los apuntes de algunas de las presentaciones técnicas a las cuales se asistió.

## **INTRODUCCIÓN**

El año 2019 se cumplen diez años de la primera edición del CLEM en Concepción, Chile. Aquel congreso, pionero en América Latina, reunió a académicos, profesionales, técnicos y empresas del sector forestal- maderero, y logró construir una sólida base de masa crítica que a lo largo de los años devino en intercambios productivos, abordajes comunes y desarrollo de estrategias entre los países de la región. Las subsecuentes ediciones de 2017 en Junín (Argentina) y 2018 en San Carlos (Brasil) lo consolidaron como un foro sinérgico.

A nivel mundial las estructuras y construcción con madera han tenido un avance sostenido en los últimos años, debido al desarrollo de nuevos productos, la disponibilidad de software de diseño y cálculo, pero fundamentalmente debido a la creciente preocupación por el cuidado del medio ambiente y el ahorro energético en la producción de componentes. En América Latina, hay excelentes ejemplos de desarrollo forestal sostenible, que aseguran disponibilidad de este recurso natural en el largo plazo. La madera es el único material estructural que “se planta y crece”, siendo considerado en los países desarrolladores de tecnologías de construcción con madera como “el material del siglo XXI”.

Uruguay, como anfitrión del CLEM 2019, se suma a los esfuerzos de Chile, Argentina y Brasil para difundir el estado del arte, compartir experiencias y conocimientos. El CLEM 2019 combinó contribuciones científicas con sesiones plenarias presentadas por profesionales y académicos de prestigio internacional.

## **COMITÉ ORGANIZADOR:**

Vanesa Baño (Facultad de Ingeniería, Universidad de la República)  
Laura Moya (Facultad de Arquitectura, Universidad ORT Uruguay).  
Javier Doldán (Laboratorio Tecnológico del Uruguay)  
Silvia Böthig (Latitud, Fundación LATU)

## ORGANIZACIÓN DE LAS PRESENTACIONES TÉCNICAS

Las más de 120 presentaciones técnicas, con exposiciones simultáneas en tres salones, se agruparon en los siguientes 7 módulos:

| Módulo                                                        |
|---------------------------------------------------------------|
| Análisis de ciclo de vida                                     |
| Arquitectura en madera e industrialización de la construcción |
| Bioeconomía en base a productos de madera                     |
| Caracterización de madera estructural                         |
| Durabilidad y protección                                      |
| Educación y Análisis de ciclo de vida                         |
| Estructuras de madera                                         |

### ITINERARIO:

Domingo 17 de noviembre.

Viaje Chile a Uruguay:

Lunes 18 de noviembre:

Serie de presentaciones técnicas, desde 9:00 hrs hasta 18:00 hrs

Martes 19 de noviembre:

- Serie de presentaciones técnicas, desde 9:00 hrs hasta 13:30 hrs

- Visita a terreno: la Casa Uruguaya, en las dependencias del Laboratorio Técnico del Uruguay (LATU), de 15:00 a 16:30 hrs

- Visita a terreno al Laboratorio de Maderas del LATU, des 16:30 a 18:00 hrs

Miércoles 20 de noviembre:

- Serie de presentaciones técnicas, de 9:00 hrs a 18:00 hrs

Miércoles 20 de noviembre (16:00 hrs)

Regreso a Santiago.

# **“RELAMAD: Red Latinoamericana de Madera Estructural”**

Expositor: **Pablo Guindos**  
(18/11/2019)

Algunas reflexiones:

- En Latinoamérica existen cerca de 840 millones de ha de bosques. Construir con madera en Latinoamérica es tremendamente relevante para todos, en particular, para el rol que tienen los investigadores. Por ejemplo, si a los asistentes a este CLEM se le diera a gestionar esa superficie, sería unas 7 MM de ha por c/u y si la mayor parte de la población tuviera casas de madera, cada uno tendría que administrar unas 4,5MM de personas.
- ¿Cómo romper el paradigma de la construcción con madera? ¿Cómo hacemos para quitarle espacio a la construcción en albañilería y hormigón? Y lo más importante ¿si es razonable cambiar ese paradigma de manera individual?. Esto último fue la motivación para crear la Red.
- La Red partió con un modesto proyecto en Chile que consistió en una cooperación de algunas universidades de Latinoamérica. Los objetivos actuales de la Red son:
  - o General: Potenciar el uso de la madera estructural para el uso de viviendas de calidad en Latinoamérica.
  - o Específicos: Incrementar la sustentabilidad y productividad de la industria de la construcción latinoamericana. / Fomentar el uso de madera local de calidad y certificada. / Profesionalizar e industrializar la construcción con madera permitiendo que gran parte de la población pueda acceder a una vivienda segura y de calidad a un coste reducido. / Armonizar el progreso de la construcción con madera en Latinoamérica. / Fomentar la cooperación entre los distintos países, y en especial entre la academia, el sector público y la industria. / Divulgar al público general los avances y beneficios de la construcción con madera en la región.
- Se debe destacar todas las iniciativas que está desarrollando Latinoamérica en el ámbito de la construcción con madera. En Chile el interés por este tema es cada día creciente: se viene la organización del Congreso Mundial, se ha organizado un CLEM, existen obras demostrativas de edificación en altura, entre otros. Y en otros países existen cientos de iniciativas.
- Sin embargo, todo este avance individual no está exento de duplicidades. Existe un sitio web: [www.relamad.com](http://www.relamad.com).

# **“Potencial de Uruguay en la expansión global de la construcción con madera”**

Expositor: **Andrés Dieste**  
**(18/11/2019)**

- La expansión de la construcción en madera es un fenómeno que se percibe fuertemente en Sudamérica, Europa, también en Norteamérica. Algunas de las causas que están explicando esta expansión de la construcción en madera se puede mencionar las políticas para la reducción de los gases de efecto invernadero. Existen diversos acuerdos internacionales para reducir los efectos de la actividad humana en el calentamiento global. Esto lo que provoca, es básicamente, más contratos. La gente que sale a buscar contratos para construir más edificios y si dice que esos edificios los va a construir con madera, entonces está mejor posicionada respecto de otros. Pero lo importante es que no utilizan materiales sean poco amigables con el medio ambiente. En los contratos.
- Otro criterio o causa, es el aumento de la productividad en la construcción. La construcción como industria tiene una productividad muy baja y que no es reciente, ha ocurrido por largos años. La productividad de distintos materiales de construcción, concreto, mampostería, en metal es muy baja. Si la madera llegara a tener mayor productividad, tendría menos costos.
- Y por último, otra causa es la transición hacia la bioeconomía. La bioeconomía se puede transformar en un deseo y este deseo hace que las decisiones que tomen los consumidores estén influenciadas por esta idea de trabajar o vivir en un ambiente donde los combustibles fósiles se utilicen menos y la madera tiene un rol importante en estas decisiones.
- Esta transición hacia la bioeconomía de la madera tiene como criterio central la descarbonización. Esto quiere decir, reducir el uso del carbón fósil en la economía. El uso de Carbón fósil carbón mineral y gas tiene consecuencia que todos ya conocemos en el calentamiento global. La descarbonización propone sustituir estos materiales fósiles por biomasa. La biomasa, en cuanto al contenido de carbono es mucho menos densa.
- Porque se quiere hacer esto (de sustituir el carbón fósil), por la contaminación ambiental que generan, por el calentamiento global que es un fenómeno muy conocido. Pero también hay otros factores, como la corrupción, la guerra y la inestabilidad política. El petróleo está en unos pocos países productores, organizados entre sí, lo que genera gran inestabilidad política y muchos problemas.
- Una consecuencia del uso del carbón fósil es la generación de energía barata. Nos hemos acostumbrado a comprar energía barata, porque no pagamos todas las consecuencias de utilizar esta energía, simplemente pagamos el costo del producto en sí mismo, pero no se paga el sobre costo por inestabilidad política, no por calentamiento global.
- Al hablar del recurso forestal en Uruguay debemos referirnos a dos especies: pino

taeda y eucalipto grandis. Ambas tienen rápido crecimiento. La característica del eucalipto es que es una especie perfectamente aserrable pero tiene un aprovechamiento inferior, lo que hace que tenga un costo de aserrío superior. Es una especie que no es impregnable. En el caso del pino taeda es una especie de baja durabilidad y baja rigidez. Estas serían sus limitantes tecnológicas para usarse en la construcción en Uruguay.

- En Uruguay existe una industria local de transformación mecánica de la madera con una orientación muy clara: la producción de madera aserrada de apariencia. Existe un manejo silvícola de las plantaciones que produce madera de muy buena calidad, libre de nudos. Existe una clasificación visual para la madera. La estrategia de producción primaria de madera aserrada de apariencia se basa en el aprovechamiento del valor de cada árbol, porque no son producciones masivas, sino se pretende obtener el mayor valor de cada árbol. Otra estrategia sería, por ejemplo, la producción de madera aserrada para uso estructural y en este caso el aprovechamiento individual no es tan relevante, sino el factor clave es la producción en masa.
- Con respecto a las exportaciones de madera aserrada, incluyendo los paneles y las molduras, sería una industria y la otra es la industria de contrachapados. En el año 2018 estas exportaciones fueron de 270 millones de dólares. Es una cifra que ha venido creciendo gradualmente con la instalación de nuevas empresas. Pero que todavía demuestra mucho espacio de crecimiento. Si se compara esta cifra con la industria de la celulosa, esto es solo una fracción. En Uruguay existen dos plantas de celulosa, que producen por encima de los 2 millones de toneladas.
- El recurso forestal en Uruguay tiene clara ventaja para producir madera seca aserrada, cepillada y clasificada. Las empresas en Uruguay pueden realizar todo este proceso y son capaces de abastecer tanto el mercado interno como realizar exportaciones. Si Uruguay quisiera hacer productos más sofisticados como por ejemplo paneles, glulam, CLT, se requeriría una eficiencia industrial, un ecosistema industrial que permitirá avanzar en esa dirección y, al mismo tiempo se necesitarían un mercado que demandará esos productos. Y eso es un desafío muy interesante.
- El desarrollo de la construcción con madera en Uruguay es una oportunidad. Ante eso, dos preguntas 1) ¿qué potencial tiene Uruguay para consumir madera localmente? Y ¿qué capacidad tiene Uruguay para producir estos materiales y abastecerlos localmente y al mundo?. Una manera de analizar esto es ver cómo se posiciona a Uruguay con respecto al consumo de madera de otros países. Se muestra un gráfico de consumo aparente de madera per cápita y PIB per cápita, con datos de FAO y datos públicos. Se hace para una selección de países, relevantes. Existen países que tienen un consumo muy alto de madera como Lituania y Letonia sin tener un PBI per cápita tan alto. Destaca Chile por tener un consumo 4 veces el de Argentina, Uruguay, Brasil, México y mucho más que España y que Portugal, con un PBI medio. Chile apostó por el uso de madera (aserrada, tableros y otros). Otros países con un PBI alto tienen un consumo de madera bajo. La cual es contradictorio con la políticas que se conocen en esos países que apuntan a favorecer el consumo de madera.

- La caracterización de la madera en Uruguay es reciente, dado que la madera está madura solo recientemente. Por ejemplo, el módulo de elasticidad de la madera es bajo y esto se debe a que los ciclos forestales en Uruguay son relativamente cortos. La madera se corta a los 22-24 años y además porque en Uruguay nunca hubo un plan sistemático de mejora de las propiedades estructurales de la madera. Hay programas de mejora de la densidad y programas de mejora de la resistencia frente a agentes biológicos. Pero las propiedades estructurales de la madera aún no se observaron con tanto nivel de detalle. En ese sentido se puede observar el ejemplo de Nueva Zelandia, que en muy pocos ciclos logró incrementar la resistencia mecánica del pino radiata.

En los últimos años Uruguay marcó una estrategia de trabajo para lograr una normativa común para la madera como material de construcción. Recientemente se aprobó una normativa para clasificación visual de madera de pino y otra para madera de eucaliptus. Se está en proceso de aprobar para madera encolada y se seguirá con normas de cálculos estructural. Las normas de pino y de eucaliptus son del año 2018.

- También, últimamente empezó a aparecer el interés local por construir en madera producto de las ventajas que presenta este material. Entonces, si existe un mercado para estos productos y existe una demanda, ¿de qué manera Uruguay podría sumarse a esta corriente y poder utilizar la madera que tiene? Se realizó recientemente un estudio con un organismo de investigación finlandés para establecer el potencial de ciertos productos en el mercado de Uruguay. Se analizaron distintos productos, los costos, valor agregado e inversiones. Se vio que estos son perfectamente fabricables en Uruguay. A Uruguay le conviene fabricar productos que tengan alto contenido en madera, y no por ejemplo, de químicos, porque el país es poco eficiente en la producción de químicos.
- Por ejemplo, para madera laminada encolada el 60% del costo es madera. También se realizó un estudio de un proyecto de prefactibilidad considerando una planta tipo. Se analizaron distintos productos de ingeniería. Algunos resultaron poco atractivos, como plantas de OSB y otros muy atractivos como LVL y la madera laminada encolada. También, se demostró que existen diferencias sustanciales en lo que se puede hacer con pino y con eucaliptos, en función del costo de fabricación al usar una u otra especie. No obstante hay aspectos que se mantienen para ambas, como por ejemplo resulta tremendamente atractivo para Uruguay poner las fichas en la madera tratada térmicamente, CLT, madera laminada encolada (más atractivo en eucalipto que en pino).
- Integración en cadenas de valor. La madera es material de construcción, es fibra para producción de celulosa y también es energía. Por ejemplo es interesante observar que en un aserradero el 50% aproximadamente son tablas y otro 50% es chips. Entonces, si no existe una industria que pueda absorber este chip para fabricar papel, esta industria no se va a desarrollar. O se va a desarrollar a costa de tener que consumir la peor madera para hacer un producto barato a costos muy altos. Por ejemplo, usar trozas que, en otros países se utilizarían para hacer pulpa, en Uruguay habría que tratar de sacar madera de embalaje de ese material con mucho esfuerzo y con mucho costo.

- Este aspecto es central, y además hay que agregar el efecto del monte. Este se encuentra con muy alta densidad en donde los esquemas silviculturales deben aplicar raleo. Esa madera resultante del primer raleo es raro que se utilice para la industria del aserrío; lo natural es que esta madera pasara a trituración y luego a la industria del papel, y luego a la industria de biomasa. Ese encadenamiento es fundamental para la vitalidad de la industria.
- En el caso de Uruguay con el eucaliptus, el país tiene un mercado potencial en caso que éste se aserrara en grandes cantidades. Pero en el caso del pino no. Y esto es una de las causas principales que impide su desarrollo.
- Si le asignamos valor a ciertos productos, podemos hablar por ejemplo de que un trozo para hacer CLT cuesta aproximadamente US\$200 la tonelada seca y un trozo de madera para hacer pellets cuesta \$170 la tonelada seca. Es decir si utilizáramos los pinos de Uruguay para hacer pellet habría una pérdida de valor importante. Por lo tanto lo que habría que hacer es asignarle al recurso el producto adecuado y esto requiere tener un desarrollo de la cadena industrial apropiado en ese sentido los productos de mayor valor son aquellos que demanda la construcción, los arquitectos y los ingenieros.
- A partir de esto se pueden desarrollar otras cosas. En el estudio se hizo un análisis de la valorización de la madera de pino. Como se dijo en Uruguay existen aproximadamente 3 millones de metros cúbicos de pino disponibles en el cual una fracción importante no tiene destino industrial entonces lo que se hizo fue una estimación del 2019 con la oferta de trozos (3 MM de m3) y se propusieron 2 aserraderos grandes o 3 aserraderos grandes. una planta una planta de tableros, trozas para exportación (muy importante) y finalmente la biomasa. Todo esto generaría valor por unos US\$300 MM.
- Oportunidades. Formar ingenieros y constructores. Es poco probable que esto ocurra desde el sector forestal o del sector industrial. Por tanto hay que desarrollar los usos locales de la madera se puede trasladar tecnología desde otros países pero no replicada completamente. Por ejemplo, los químicos pueden ser diferentes a los que se usan en otros países, así como los ciclos biológicos. También otra oportunidad es la atracción de inversiones. Sean locales o extranjeras, para la creación de elementos estructurales. Actualmente el recurso está maduro. Integrar las cadenas de madera maciza y de celulosa, debería generar a través de una sinergia y no ser competidores. Otro punto es la estandarización, la fabricación y control de la calidad y cálculo de los productos estructurales.



# **“Encadenamiento productivo para la asociatividad de aserraderos pymes, basado en diseño de productos”**

Expositor: Mario Ramos  
Universidad del Bío Bío, Chile

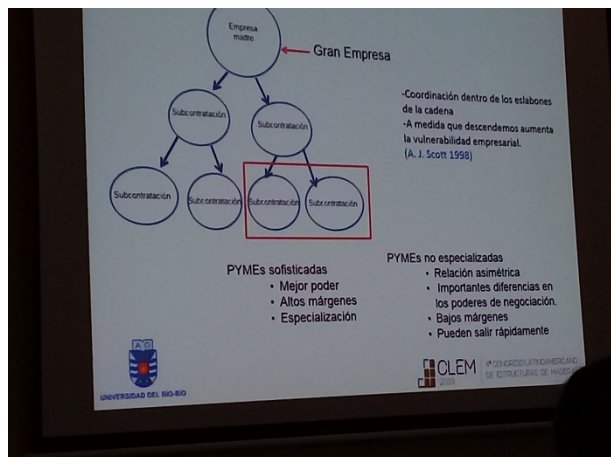
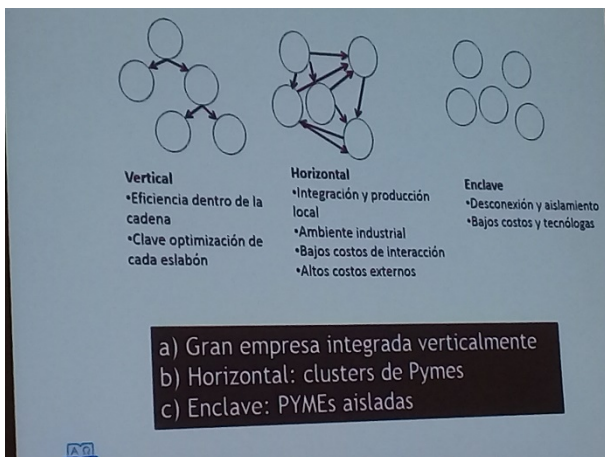
- Se presentan los resultados de un proyecto público – privado entre la U de Biobío y Pymes, al alero de CORFO. Participaron varios profesionales de diversas áreas: diseñadores, arquitectos, ingenieros, etc. Este proyecto se realizó entre 2017 y 2018.
- Estado del arte: el encadenamiento productivo es relevante para empresas vinculadas a RRNN, particularmente en las PYMES. Estas empresas son por lo general familiares que transforman la materia prima y la destinan principalmente al mercado doméstico. Son poco competitivas en productos de valor agregado complejo y lo mismo para exportaciones. Cuando las empresas están conectadas pueden aprovechar las diferencias de costos y actuar coordinadamente.
- Autores definen el encadenamiento productivo como el enlace de empresas, pero no solo transaccional, sino para ganar competitividad en conjunto. Existen diversos tipos de encadenamientos: vertical, tipo cluster (típico en pymes italianas) y el enclave, más básico, con interacción oferta-demanda de poco efecto duradero.
- Se presenta lámina de estructura piramidal. Se presenta lámina de El Sector Forestal Chileno. Se presenta lámina de la estructura del SF chileno en términos de productos.
- La idea del proyecto era fortalecer un “ecosistema empresarial” de un territorio concreto con fuerte vocación forestal y probar modelos de sustentabilidad para el encadenamiento productivo. Se aplicó a la Provincia de Arauco. La metodología fue: realizar un diagnóstico productivo y un diagnóstico de aptitud empresarial para el encadenamiento y asociatividad. Se contaba en un principio con 52 empresas PYMES madereras, de las cuales se entrevistó a 49. Se seleccionaron 25 de estas 49 para llevarlas a un escenario de cooperación y asociatividad, acompañando esto con talleres de actualización tecnológica (aserrío, corte, elaboración, secado, etc).
- Se involucró a estas empresas en un proceso de desarrollo de productos, desde la generación de ideas, oportunidades de mercado hasta la selección y elaboración de prototipos y fabricación en planta.
- La Provincia de Arauco está al sur de la Región del Bío Bío y en ella se encuentra el 11% de las plantaciones de P. radiata del país. Además es un territorio de conflicto mapuche.
- Resultados:
- Las empresas de la Provincia son principalmente del aserrío, también hay de industria secundaria, algunas realizan secado, impregnación, otras se dedican a los muebles.

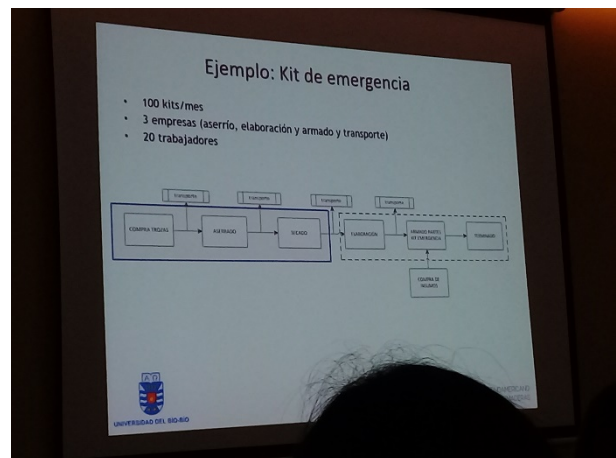
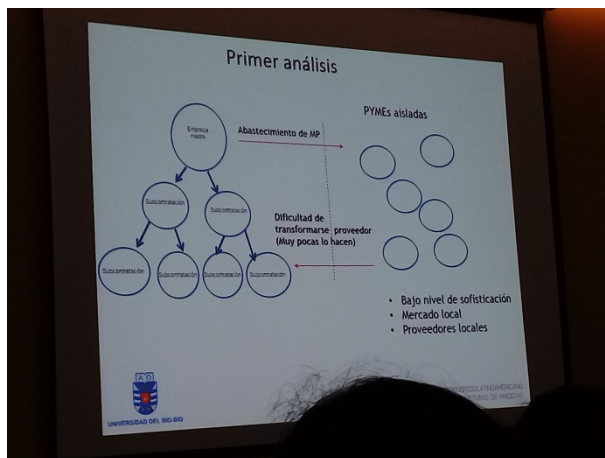
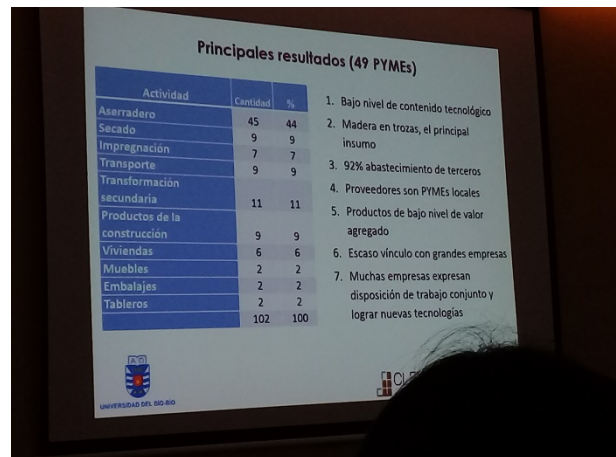
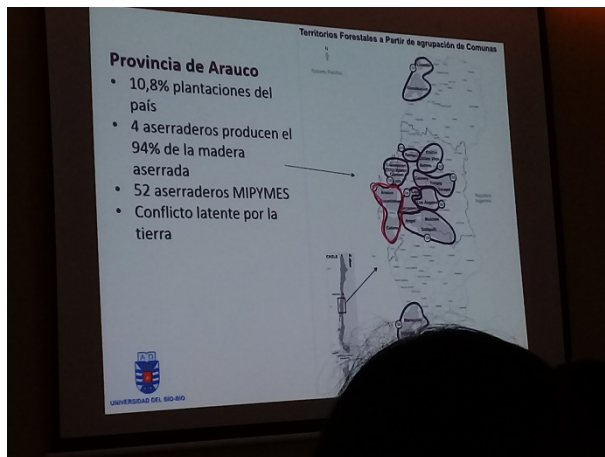
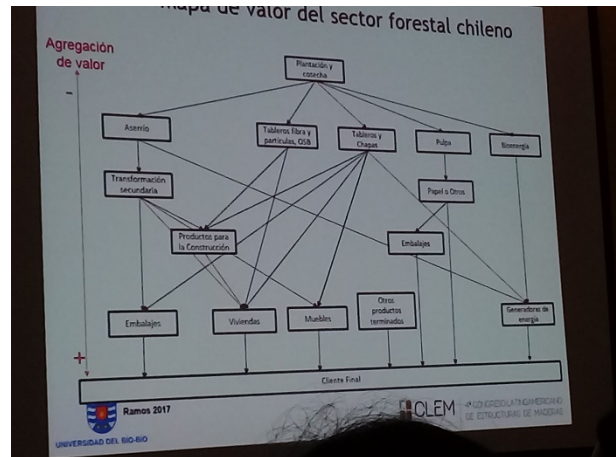
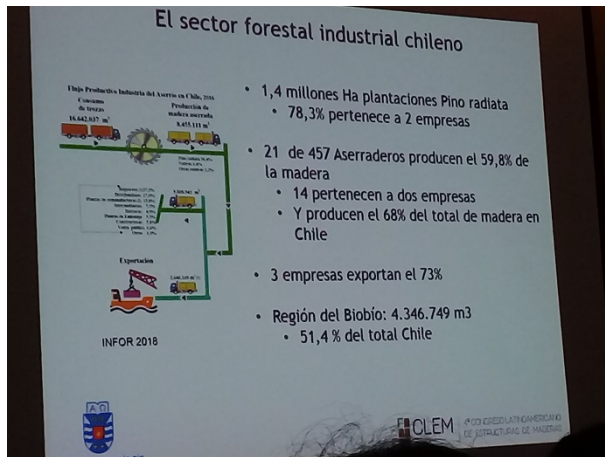
- 
 FACIA  
UNIVERSIDAD DE CHILE
- # ENCADENAMIENTO PRODUCTIVO PARA LA ASOCIATIVIDAD DE ASERRADEROS PYMES, BASADO EN DISEÑO DE PRODUCTOS
- Dr. Mario Ramos Maldonado  
 Depto. de Ingeniería en Maderas, Facultad de Ingeniería  
 Y  
 Grupo de Industria Inteligente y Sistemas Complejos  
 Universidad del Bío-Bío
- Co-autores  
 Francisco Gatica, Depto. de Economía, Facultad de Ciencias Empresariales  
 Alfonso Rebollo, Depto. de Diseño, Facultad de Arquitectura  
 Víctor Rosales, Depto. de Ing. en Construcción, Facultad de Arquitectura  
 Renato Vergara, Profesional asesor
- 

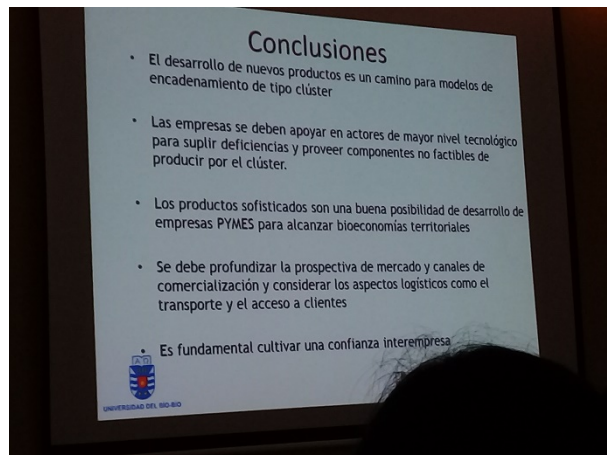
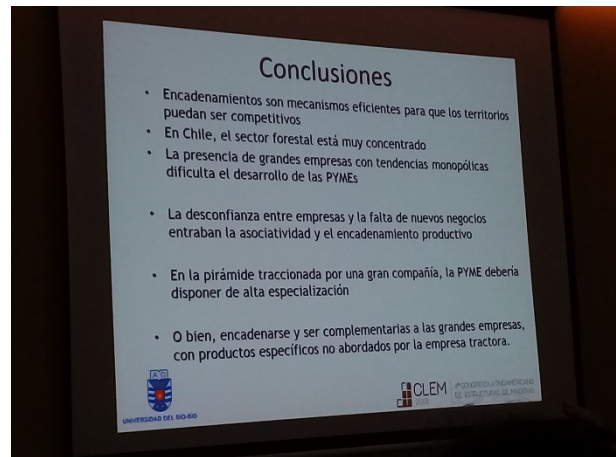
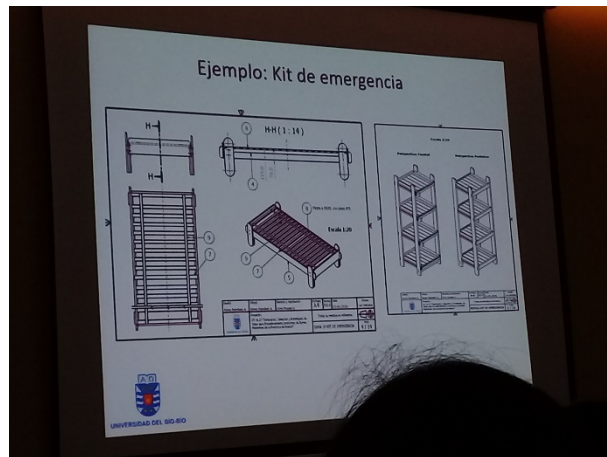
 Proyecto financiado por  


## Encadenamiento productivo 2

5. Empresas de tamaño relativamente homogéneo, altamente conectadas en encadenamientos, son capaces de aprovechar las diferencias de costos y pueden actuar coordinadamente entre los eslabones
6. Si existe una empresa tractora o "madre" demasiado grande el riesgo de monopsonio es alto
7. Al revés, si es alguna empresa proveedora es grande, el riesgo de monopolio es el alto







Visita a terreno

## **“La casa uruguaya”**

Expositor: **Laura Moya**  
**(19/11/2019)**

- Se trata de una vivienda autosustentable construida en madera, realizada por estudiantes, graduados y docentes de la Universidad ORT Uruguay. La casa fue galardonada con el primer premio del concurso Solar Decathlon 2015. El proyecto plantea una casa que genere hábitos responsables de consumo y promueva el uso eficiente de la energía, construida con la innovación y la tecnología necesarias para autoabastecerse y así mejorar la calidad de vida de los contextos sociales más críticos. La Casa Uruguay fue además declarada de interés ministerial por el Ministerio de Industria, Energía y Minería, y cuenta con la adhesión del directorio de UTE y el apoyo de la Ursea, Anmype, la Mesa Solar y la Cámara Solar del Uruguay, entre otras instituciones.
- El proyecto Casa Uruguay se enmarca dentro de la competencia “Solar Decathlon” es la competencia de arquitectura sostenible más grande del mundo y en 2015, tuvo lugar la primera edición para América Latina y el Caribe. Esta competencia es financiada por el Departamento de Energía de USA. La competencia del año 2015 consistió en construir una vivienda social autosustentable, que utilizara tecnología de vanguardia y sistemas innovadores a costos acordes al contexto al que estaba dirigido el proyecto.
- En diciembre del 2015 en Cali, Colombia, se desarrolló la competencia. Un grupo de 15 personas asistieron para crear la vivienda en representación de Uruguay. Los países que participaron de esta edición fueron: Alemania, España, EE.UU., Inglaterra, México, Panamá, Perú, Colombia y Uruguay.
- La casa fue diseñada para ser funcional y confortable, pensada para familias numerosas en un espacio reducido. Esto se logró dentro de un diseño de 80 m2 con una circulación clara en el interior que separa las zonas comunes, sala de estar, cocina y baño de las habitaciones privadas como son los dormitorios, además de contribuir con el flujo de la casa. Debido a razones bioclimáticas y sostenibles, la casa está cubierta por una protección solar vertical de madera que funciona como una protección solar externa que protege a la casa, aislándola de las amenazas exteriores y haciéndola térmicamente más eficiente.
- La primera sección de la casa es donde se desarrollan las actividades diarias, estos lugares son: sala de estar y comedor. Estas serán las salas más utilizadas por las familias para pasar más tiempo juntos, por lo que necesitan un lugar espacioso y cómodo, capaz de albergar diversas actividades. La segunda sección es donde tienen lugar las actividades más pasivas, habitaciones y la sala multifuncional que puede tener diferentes funciones dependiendo del dueño de la casa. La tercera sección contiene las instalaciones del hogar, baño y cocina.
- Para que el diseño y la construcción de la casa fuera más eficiente se proyectó el área del núcleo “húmedo”, construido independientemente del resto de la casa y



donde se encuentra la parte principal del sistema de tuberías. En estos 12 m<sup>2</sup> de núcleo “húmedo” es donde se encuentran el baño y la cocina, por lo que es posible que ellos se muevan como una unidad y será más fácil de resolver cualquier dificultad con respecto al sistema de plomería.

- El concurso daba ciertas pautas que se debían cumplir, por ejemplo una cierta cantidad de metraje útil por metros cuadrados construido. Entre estas pautas estaba el requisito de “solar envelope”, qué consistía en que la casa no debía provocar sombra a la casa vecina, de lo contrario, podría ser penalizada.
- Las bases indicaban que la casa debía ser aproximadamente de unos 80 metros cuadrados confortables, para 5 personas utilizando bien los espacios. Para lograr esto, los muebles fueron adaptados para contribuir a ese concepto, eran plegables o abatibles.
- El concepto inicial de la casa se basó en la arquitectura bioclimática, que es aquella que se adapta mejor a su entorno y, a la vez, utiliza el entorno a su favor.
- La característica principal en el diseño de la casa es que se trata de una casa dentro de otra. La “caja” interior está diseñada para ser hermética, conformada por paneles de pared, piso y techo completamente hechos en madera y las aberturas son de doble vidrio hermético.
- Esta primera caja está resguardada del entorno por la segunda “piel o segunda caja”, que envuelve toda la vivienda y que protege del sol y del viento a la caja interior. Tiene un sobretecho que también ayuda a bajar la temperatura (en Montevideo un techo horizontal puede llegar a tener durante enero una temperatura de 70 grados). Con este sobretecho se baja la temperatura, de modo que requiere menos energía para calefaccionar la casa.
- La casa fue construida con un tamaño de dormitorio de dimensiones mínimas según lo establece la norma uruguaya (la intendencia) y se maximiza el espacio de la sala de estar. Se hizo un único baño, compartimentado en tres partes, para que incluso tres personas pudieran estar ocupando al mismo tiempo.
- Las paredes son de plywood de 122 x 244, que es como viene el plywood de fábrica, así se busca evitar desperdiciar madera, aprovechando las dimensiones del mercado. El sistema constructivo es similar al “wood frame”.
- El concurso exigía utilizar solamente energía solar. Por lo tanto la casa contaba con 10 paneles solares y un solar térmico para calentar el agua. Con eso se abastecía toda la casa. Además, se utilizaron sólo electrodomésticos clase A e iluminación LED.
- El aire acondicionado fue uno de los aspectos innovadores de la casa uruguaya. Se toma el aire que despiden la unidad exterior para hacerlo pasar por la resistencia de los calefones, para precalentar el agua en el caso de que no pudieras usar el calefón.
- Otro punto importante de la casa fue el ítem tecnología. Los ingenieros crearon un sistema de domótica, un poco distinta a la que se encuentran en el mercado, ya que

no sólo controla la casa, sino que también concientiza al usuario sobre las buenas prácticas para hacer más eficiente su funcionamiento. Por ejemplo, si se tiene el aire prendido y se abre una ventana, el sistema indica que se está siendo poco eficiente y sugiere se apague el aire o se cierre la ventana. Lo mismo con las luces, si hay buena iluminación exterior, el sistema recomienda apagar luces.

- En relación con los materiales, los paneles son plywood de eucalyptus grandis. La “caja exterior” está hecha en madera cepillada de 2x4 de eucalipto grandis no tratado, solo con cobertura superficial. Esto, porque el proyecto fue pensado para competir en ciertas características ecoeficientes y no era la idea de tener una casa permanente. La casa ya tiene 4 años de creación y se ha mantenido bastante bien.
- Uno de los requisitos de la casa para la competencia era el uso de madera estructural. Dado que no existía en el país una norma al respecto, se solicitó a la Facultad de Ingeniería un informe de caracterización de la madera. Actualmente, se están generando dos normas en Uruguay para clasificación estructural visual: para pino y eucalipto.
- Una vez terminado el concurso en Colombia el equipo de trabajo se dio cuenta de que podía tener un mercado en Uruguay, por ello se decidió abrir una empresa y comercializar las casas. Actualmente trabajan cinco personas en la empresa. Han vendido algunas.
- El costo de la casa es aproximadamente US\$1400 / m<sup>2</sup>, sin cimentación. El costo de cimiento es aproximadamente entre un 15% a 18% adicional. La casa cuando se vende en el mercado incluye la domótica, los paneles solares, panel solar de agua caliente y las aberturas de doble vidrio.







Visita a terreno

## **“Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)”**

Expositor: **Director LATU**

**(19/11/2019)**

- El Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) es una organización de derecho público no estatal, creada en 1965 para la prestación de servicios orientados a la cadena productiva.
- El LATU es referente nacional e internacional en innovación, transferencia tecnológica y soluciones de valor en servicios analíticos, de evaluación de la conformidad, metrológicos y tecnológicos.
- El LATU constituye un respaldo para el desarrollo de la cadena productiva y la certificación de calidad ante el mundo con su apoyo analítico a la industria y a las cadenas agroindustriales, entre las que se cuentan: la industria láctea, forestal, textil, cereales, oleaginosos y sus productos derivados.
- Ofrece una amplia gama de servicios analíticos con ensayos acreditados por el Organismo Uruguayo de Acreditación (OUA) y por el Servicio de Acreditación del Reino Unido (UKAS). Su sistema de gestión de calidad en base a ISO 9001 está certificado por la Asociación Suiza para la Calidad y la Gestión (SQS). Desarrolla los métodos analíticos necesarios para el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales con el fin de superar barreras técnicas al ingreso de la producción nacional en otros mercados.
- El Estado ha confiado en el LATU para la certificación de productos—como alimentos y juguetes—, para el control medioambiental o el de los regímenes de promoción industrial. La capacidad analítica del LATU le permite brindar servicios medioambientales a la industria y asegurarles a las autoridades públicas competentes información sobre el grado de cumplimiento, por parte de los obligados, de los estándares nacionales o internacionales cuando corresponde.
- A través de su Parque Tecnológico, el LATU ha conformado un ecosistema de empresas y organizaciones vinculadas a las TIC.
- Es el Instituto Metrológico Nacional, un rol que implica asegurar que las mediciones que se realizan en el país sean exactas, confiables y comparables tanto a nivel nacional como internacional. Asimismo, tiene la responsabilidad del mantenimiento, custodia y diseminación de los patrones nacionales de medida, así como la de relacionarse con la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, y con organismos afines.
- El Ministerio de Industria Energía y Minería (MIEM) le delegó todas las actividades técnicas, jurídicas y administrativas inherentes a la Metrología Legal, relativas a la aprobación del modelo y al control de instrumentos de medición reglamentados; utilizados en la comercialización de bienes y servicios, en la salud pública y seguridad de personas; así como para el control de productos premedidos.

- Como organización ha asumido un rol articulador, compartiendo proyectos con otras organizaciones públicas y privadas, ofrece un brazo técnico al Estado, trabaja en cooperación con la academia y organismos internacionales. Asimismo, el LATU integra el Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad (Transforma Uruguay), cuyo cometido es impulsar una agenda en temas interrelacionados que impactan directamente en la capacidad de transformación productiva del país y su competitividad.
- A través de LATITUD, su fundación para la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) planifica y ejecuta proyectos adaptados a las necesidades de la industria y del país.
- Su directorio está integrado por un representante del Poder Ejecutivo (MIEM) que ocupa la presidencia y dos representantes, uno de la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU) y otro del Banco República (BROU), en calidad de directores.
- El LATU cuenta con servicios analíticos especializados para la cadena de valor de productos forestales/madera y celulosa/papel. Mediante muestreos y técnicas analíticas físicas, químicas, mecánicas e instrumentales, realiza la caracterización de la materia prima, el control de procesos industriales (evaluación de productos intermedios y parámetros de procesos) y el análisis de calidad de productos finales. El LATU brinda apoyo analítico a la cadena de productos forestales en todos sus usos:
  - o Madera
  - o Pulpa de celulosa
  - o Uso estructural
  - o Productos de ingeniería
  - o Papel y envases celulósicos
  - o Biomasa para energía
  - o Muebles
  - o Aberturas
  - o Otros
- Sus capacidades analíticas son:
  - o Determinar propiedades pulpables, papeleras y fisicoquímicas
  - o Caracterizar el poder calorífico y realizar un análisis elemental
  - o Evaluación de sillas, mesas y muebles contenedores
  - o Ensayos climáticos y resistencia mecánica en aberturas
  - o Otros

En lo relativo al Laboratorio de Productos Forestales, éste dispone de la capacidad tecnológica para evaluar propiedades mecánicas de la madera y las propiedades de preservación y secado. Cuentan con un horno secador para evaluar comportamiento de nuevas especies, utilizando tablas de 60 cm de largo, lo que permite estudiar pautas de secado sin incurrir en grandes costos de materia.

Existen los implementos para estudiar la preservación de la madera, como por ejemplo, un laboratorio químico para evaluar la retención de preservante. La evaluación de la efectividad del preservante se hace a través de una batería de ensayos que involucra agentes fúngicos (diferentes tipos de hongos) y ataque de termitas. También se analiza la durabilidad natural de las especies madereras cultivadas.

Otros aspectos que se analizan son los acabados superficiales, barnices y pinturas, revestimientos y se estudian las cualidades estéticas así como el desempeño.

El laboratorio también ha hecho estudios de propiedades de tableros (LVL) con una serie de ensayos para ello.

Se cuenta con una serie de equipos para la evaluación no destructiva de la madera, evaluaciones para la clasificación visual, para luego pasar a la rotura de la madera en equipos especializados, que permiten generar finalmente una normativa.

**El LATU cuenta con una unidad de aserrío, para la obtención de probetas:  
madera aserrada y chips**





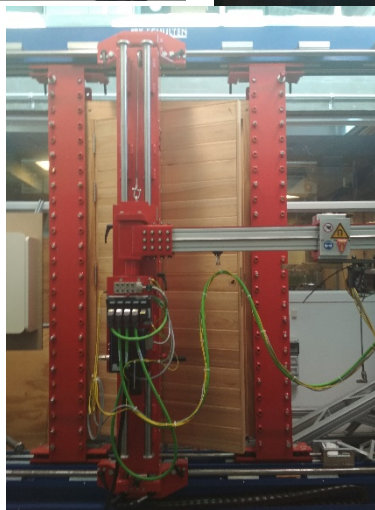
## **Análisis de madera: anillos de crecimiento, secado, pruebas mecánicas, entre muchos otros**



## **Análisis de chips**



## Análisis de muebles, puertas y ventanas.



# **“Technical and economic feasibility of a mid-rise clt building in high seismicity areas”**

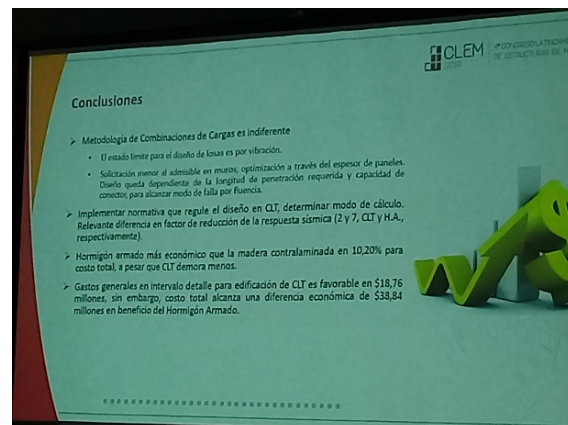
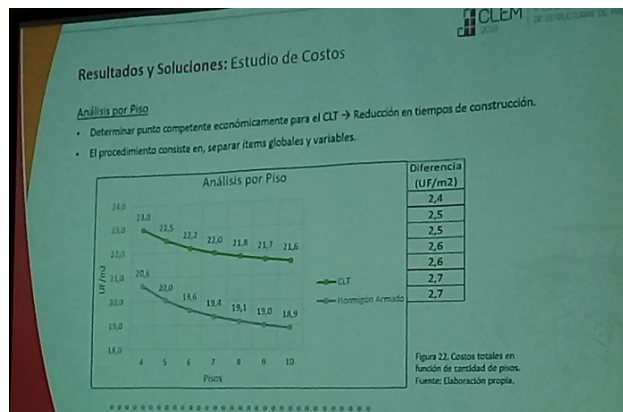
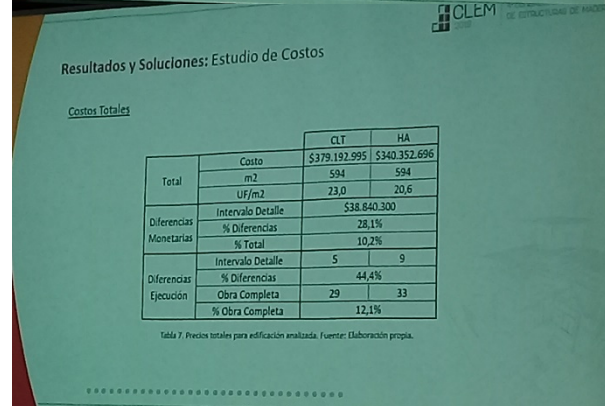
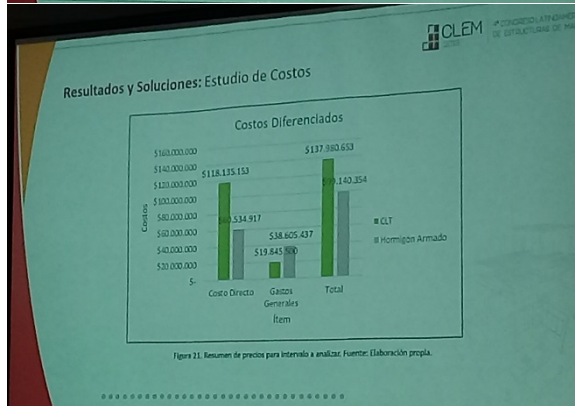
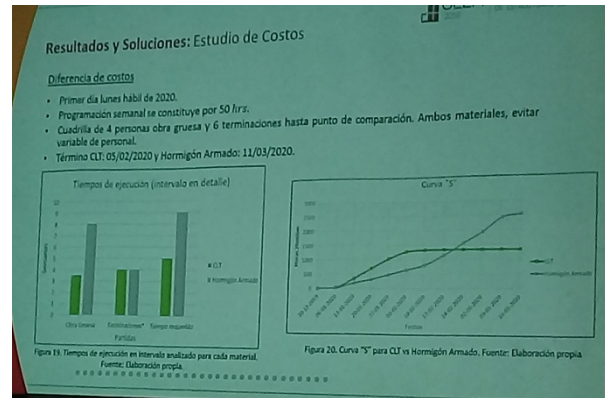
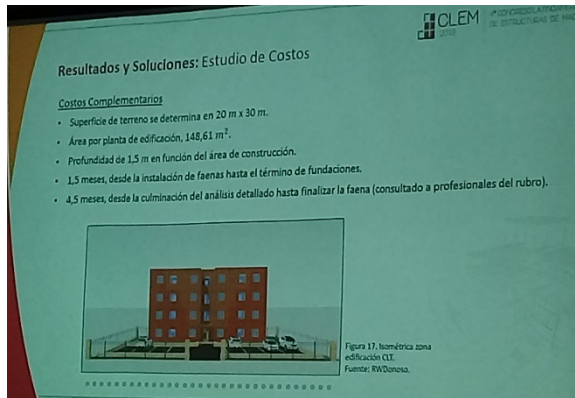
Claudio Zurita, Universidad Andrés Bello , Chile

Diego Valdivieso, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

- Presentación se basa en una memoria de pregrado que busca promover la utilización de madera contralaminada (CLT).
- Se desarrolla un proyecto de vivienda social de mediana altura construido en madera contralaminada cumpliendo los estándares del MINVU, con el objetivo de realizar una factibilidad técnico – económica.
- Para el diseño estructural se consideró marco regulatorio nacional e internacional.
- Como referencia, se utilizó proyecto presentado por grupo CLT Chile (González, 2014), ubicado en Concepción.
- La propuesta se comparó económicamente con una edificación de igual geometría elaborada en hormigón armado, equiparando capacidades térmicas de la envolvente en ambos tipos de estructuración.
- El análisis estructural, en ambos casos, entregó espesores incapaces de dar cumplimiento a normativa térmica y acústica nacional, por lo que se desarrollaron soluciones de esta índole.
- Posteriormente, se analizaron los tiempos de ejecución, donde la madera contralaminada posee ventajas, producto de su modalidad de construcción.
- A través de rendimientos del mercado nacional en cada material, se desarrolló una estructura de descomposición del trabajo (WBS), analizando obra gruesa y terminaciones.
- Resultado, el precio total para hormigón armado es menor en un 10,2% respecto de estructuración mediante CLT, a pesar que este reduce plazos de ejecución en un mes para el proyecto de estudio. Con mayor cantidad de niveles no se logra apreciar una tendencia favorable en el ámbito económico para el CLT.
- La finalidad del estudio económico se centra en la diferencia principal de ambos sistemas de construcción. Es decir, en obra gruesa, sobre el nivel de terreno, hasta el punto de comparación que se establece al igualar paramentos verticales entre ambos materiales. Este punto de equiparación de elementos verticales se debe a que el hormigón armado cuenta con una menor cantidad de muros resistentes que los dispuestos en estructuración de CLT; como estos son parte de las divisiones interiores, se deben agregar tabiques en el primer caso para lograr la igualdad.
- Desde aquí surge la necesidad de establecer precios y rendimientos de cada material a analizar, obteniéndolos desde el manual de precios materiales, análisis y presupuestos de obra (ONDAC, 2019), los cuales son complementados y/o contrastados con experiencia de profesionales de terreno consultados. Particular es el rendimiento del CLT.
- La WBS se determina para cada material estructural en análisis, utilizando programa Microsoft Project, obteniendo plazos de ejecución de cada material para sus principales diferencias antes comentadas.
- No obstante, esta memoria considera el análisis económico de una obra completa, desde excavación hasta terminaciones, incluyendo cierres perimetrales. Por lo cual, se determinan precios con mano de obra incluida para el resto del proyecto, con lo que se obtiene un precio global a integrar en cada costo resultante del análisis



detallado.





## Conclusiones



- A mayor cantidad de pisos, la construcción en CLT siendo más rápida, no alcanza a ser crucial para aventajarse respecto a su comparativa.
- Diferencia en valor de materiales por piso elevada → Impide que diferencia en tiempos de ejecución sea relevante para los costos totales.
- Al aumentar demanda de producto CLT, podría competir a la par con Hormigón Armado.
- Impuestos por desechos o contaminación, sería en directo beneficio a modalidad de CLT.
- Dos ventajas que pueden aplicar en la actualidad
  - Ejecución en plazo menor → Caso de catástrofes, costo de oportunidad.
  - Sector privado → Atractivo a personas dispuestas a pagar por ello.

## **SITIO WEB DEL CLEM**

<http://www.clem2019.uy/es/Pages/home>

## **PRESENTACIONES TÉCNICAS**

Las presentaciones técnicas se encuentran disponibles en el link:

<http://www.clem2019.uy/es/Pages/program/Fullpapers>

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ASISTENCIA AL CONGRESO**





