



CONCURSO

# INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

La VIII versión del concurso, tiene como objetivo destacar a aquellos alumnos de las carreras de Ingeniería y construcción civil que hayan desarrollado o se encuentren desarrollando **Memorias / Investigaciones / Proyectos de título / Patentes de Ingeniería y Construcción.**





EQUIPO ING2703

**ELABORACIÓN DE UNA LIBRERÍA DE OBJETOS  
DIGITALES DE MADERA CONTRALAMINADA  
PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO  
EN ETAPA DE DISEÑO.**

**CASO EDIFICIO PROTOTIPO PYME LAB  
MADERA**

# Introducción

## Enunciado de la investigación

Esta investigación pretende implementar la elaboración de una librería de objetos digitales para un sistema constructivo de madera contralaminada (CLT) bajo criterios de prefabricación y montaje para el caso de estudio proyecto Pyme Lab Madera “Plataforma de Innovación, prototipado y experimentación para Pymes del negocio de la construcción en madera”, de Innova Chile CORFO (Figura 1), una edificación de mediana altura que será construido en las instalaciones de la Universidad del Bío Bío. Mediante esta librería de objetos en CLT se busca la coordinación y comunicación de las distintas especialidades que participan, generando un flujo de trabajo colaborativo del diseño del proyecto, específicamente la comunicación entre diseñador y fabricante.



Figura 1: Render Pyme Lab Madera

Fuente: Antecedentes del proyecto

# Introducción

## Bases de la investigación

Como innovación tecnológica de un nuevo tipo de sistema constructivo surge un tipo de madera denominada madera contralaminada (CLT) (Figura 2). Este producto de madera ecológica de baja emisión de carbono, se usa ampliamente en varios tipos de edificios de madera en Europa y América del Norte, y el número de construcciones de madera de gran altura también está aumentando [1]. Al utilizar la innovación de los sistemas constructivos como el CLT y herramientas de gestión como la metodología BIM entonces emerge la necesidad de disponer de objetos digitales [2]. La gestión eficaz de los objetos digitales permite a una empresa planificar, diseñar de buena manera. Esto ahorra tiempo en el diseño, acelera y agiliza el comercio con los proveedores y proporcionar modelos digitales instantáneos [3].

Un Objeto digital: Es información detallada que define un producto dando una geometría que representa las características físicas de ese producto y datos de visualización le dan al objeto una apariencia reconocible. [4]

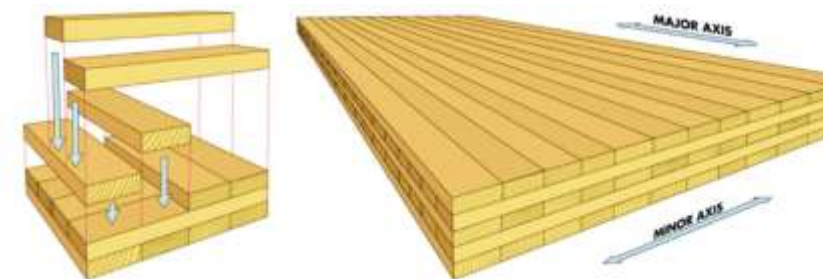


Figura 2: Panel CLT

Fuente: Propia

## Hipótesis

Es posible la elaboración de una librería de objetos digitales para un sistema constructivo de madera contralaminada (CLT) bajo criterios de prefabricación y montaje para el caso de estudio Edificio Pyme Lab Madera

## Objetivos

### *Objetivo General*

- Elaborar una biblioteca de objetos digitales de madera contralaminada (CLT) como librería para el diseño de proyecto del edificio PYME Lab Madera.

### *Objetivos Específicos*

- Caracterizar criterios de elaboración de objetos digitales según bibliotecas BIM vigentes para la definición de factores de diseño de partes y piezas de elementos de CLT.
- Identificar elementos del modelo presentes en el edificio prototipo PYME Lab Madera, con la finalidad de categorizarlos según su relevancia técnica.
- Modelar objetos digitales según los criterios del proyecto en estudio para definir estándares.
- Validar el sistema de objetos digitales bajo criterios de prefabricación, montaje y construcción.

## Metodología

Esta investigación consta de tres etapas, descritas según sus actividades en el esquema siguiente (Figura 3).

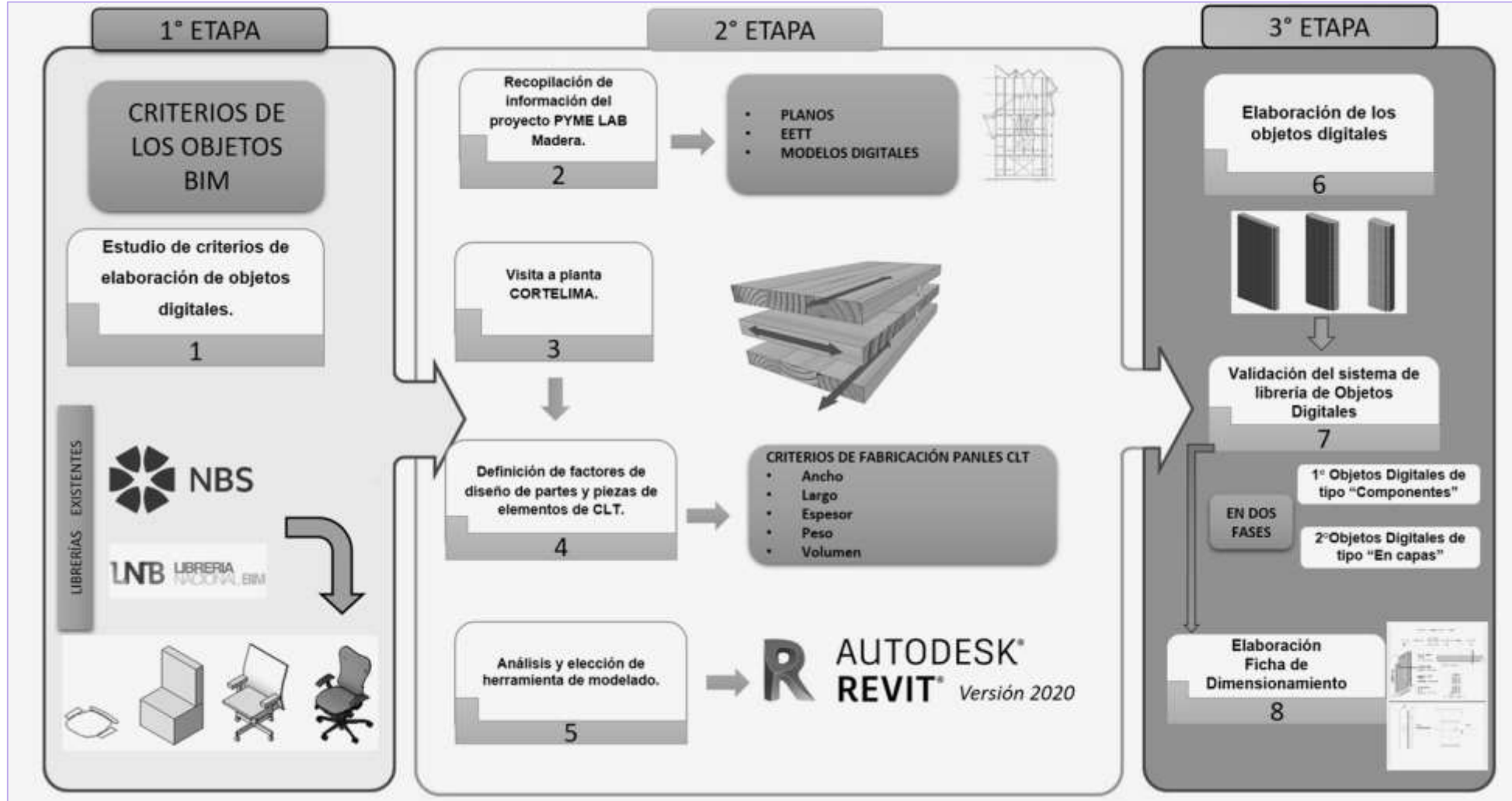


Figura 3: Esquema metodológico Fuente: Propia

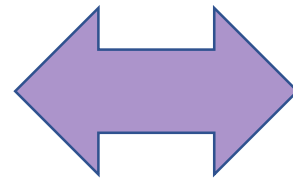
## RESULTADOS

### ETAPA 1

#### Criterios de Elaboración de Objetos digitales

Los criterios para la elaboración de los objetos BIM, fueron extraído mediante la literatura, de diversos manuales tanto nacional como internacional además de normativas ISO. Estos criterios se mencionan a continuación:

- Datos de dimensionamiento
- Datos geométricos
- Datos funcionales
- Aspecto visual reconocible
- Modelación escala 1:1
- Nivel de información
- Nombre del archivo con tipología
- Tamaño del archivo entre 300 y 500 kb



#### Manuales y Normativas



- **Normativas**
  - ISO 19650-1: 2018
  - ISO 19650-2: 2018
  - ISO 16739-1: 2018

## RESULTADOS

### ETAPA 2

Criterios de fabricación

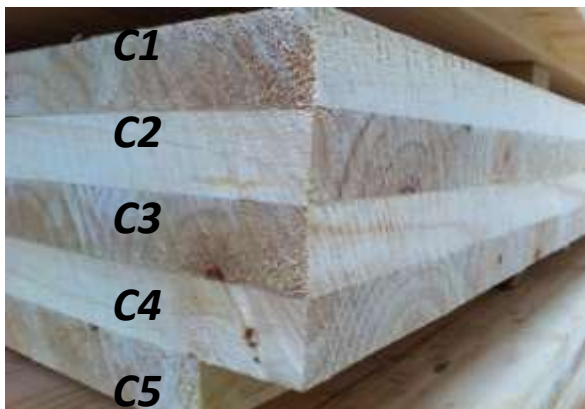
➔ Planta Maderas Cortelima



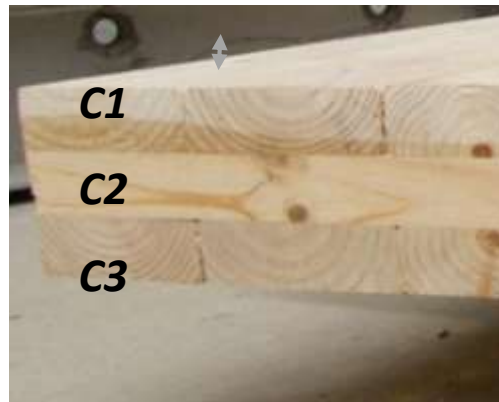
Dimensiones Máximas



Instalaciones Planta Maderas  
Fuente: Propia.



Espesores Según la composición de las capas



Paneles de CLT. Fuente: Propia

Los criterios de fabricación Y montaje de paneles fueron extraídos en terreno de acuerdo a las condiciones que entrega la planta que fabricará los paneles para el proyecto (Planta maderas cortelima). Estos se presentan en la siguiente tabla (Tabla 1).

Ancho máximo del tablero	2,95 m
Largo máximo del tablero	16,0 m
Grosor máximo del tablero	320 mm, según capas de 3 – 5 – 7
Tipos de madera	Abeto rojo, abeto común, pino y alerce
Tipo de clasificación de la lámina en bruto	C24 (según la homologación puede suponer hasta un 10% de láminas de clasificación C16) otras clasificaciones a petición.
Humedad de la madera	10% ± 2%
Adhesivo	Adhesivos sin formaldehído para la adherencia por los cantos, empalme dentado, y adherencia de superficie.

Tabla 1: Criterios de fabricación CLT.

Fuente: Propia

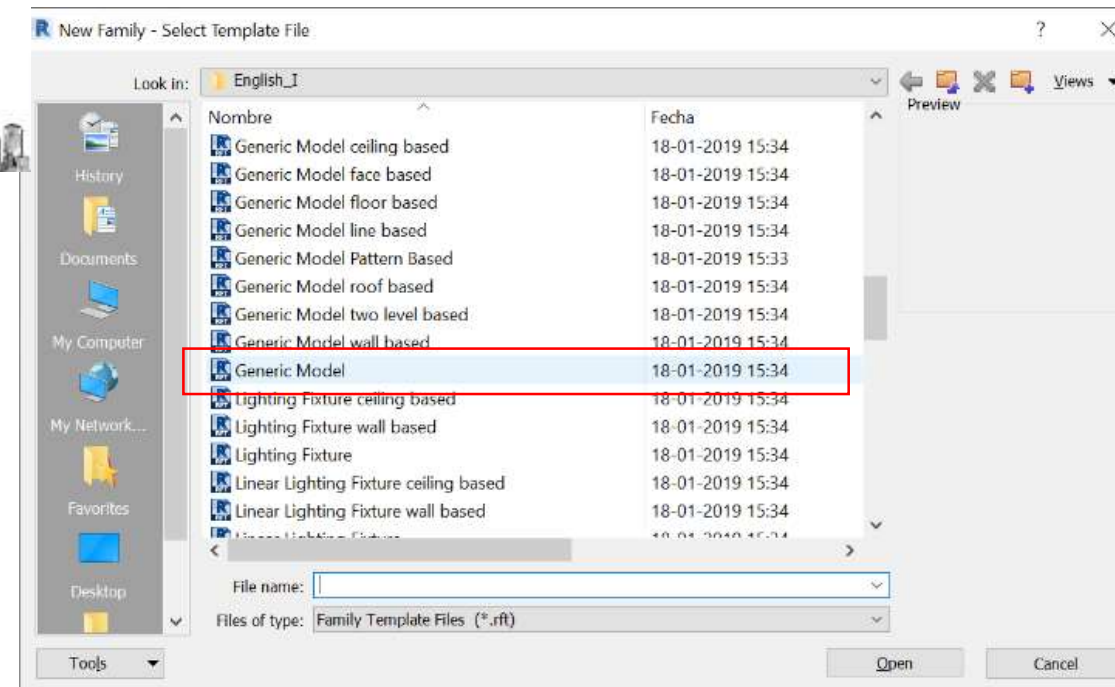
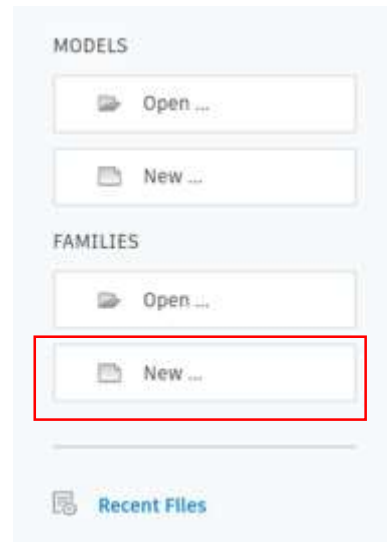


## RESULTADOS

### ETAPA 3

### Modelación de objetos digitales

Para el caso de esta investigación se desarrollará el modelado de los objetos digitales en base a la herramienta que ofrece Autodesk, que es Revit. La elección de esta herramienta por sobre otras, viene dada principalmente por una tendencia a nivel nacional. Hoy en día en nuestro país la herramienta de modelado más utilizada es Revit. Esto según un estudio de la Universidad de Chile. Desde el punto de vista práctico, Revit presenta mayor accesibilidad. Además, presenta una gran interoperabilidad con otras herramientas que se utilizarán en el desarrollo de esta investigación.



Secuencia de modelación software Revit

Fuente: Propia

## RESULTADOS

### ETAPA 3

#### Asignación de parámetros a los objetos digitales

Es muy importante dar la información relevante a nuestro objeto digital, definir a la categoría que corresponde (Figura 3), en este caso categoría de muro, además de los parámetros, como los que se ven a continuación (Figura 4).

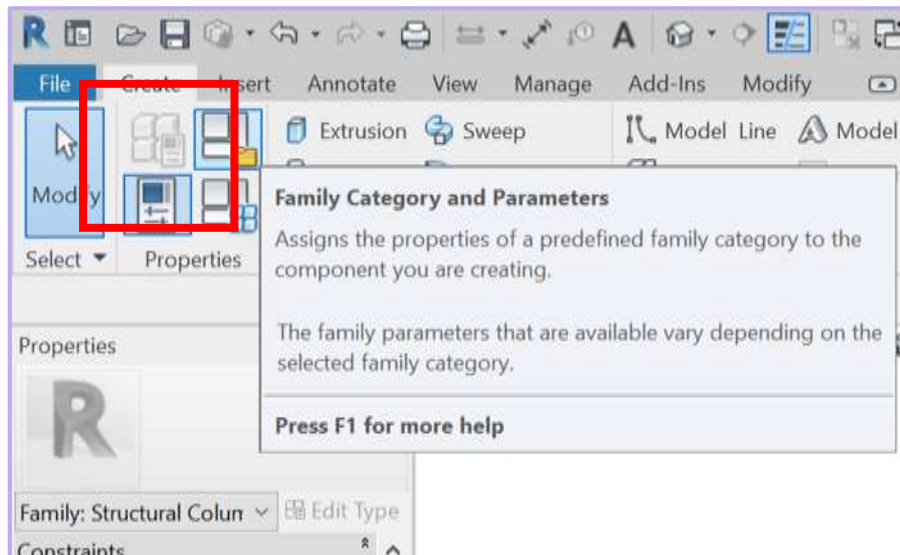


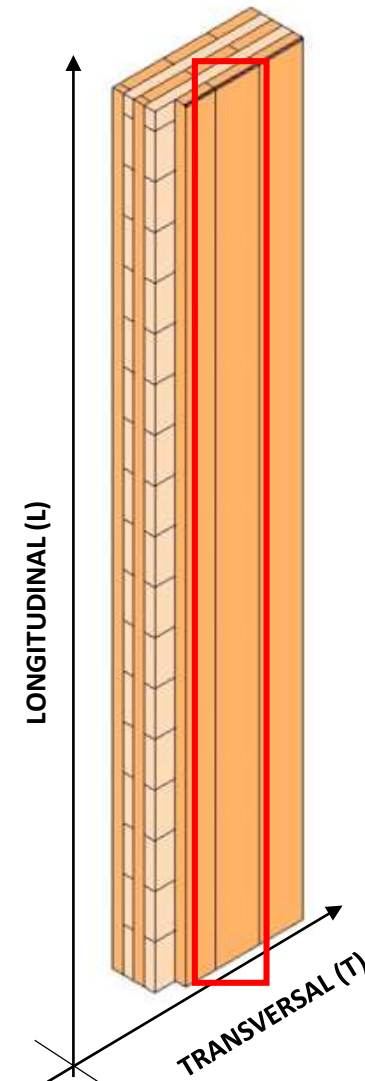
Figura 3: Asignación de parámetros. Fuente: Propia

Consideraciones Técnicas

Dimensiones

- Sistema internacional (Dimensionamiento en milímetros)

Dirección de la lamela



Propiedades Físicas

- Resistencia al fuego
- Hermeticidad
- Acústica
- Resistencia al vapor de agua

Figura 4: Parámetros Objeto BIM. Fuente: Propia

# RESULTADOS

## ETAPA 3

### Verificación de la validación

- ✓ Aspecto visual reconocible.
- ✓ Datos geométricos, y datos de dimensionamiento.
- ✓ Datos funcionales.
- ✓ Contenido de información que define el producto.
- ✓ Geometría que representa las características físicas.

#### CRITERIOS DE MONTAJE

TRANSPORTE	Dimensiones máximas	✓
	Facilidad de transporte	✓
PESO	Volumen	✓
	Facilidad de unión	✓
FRAGILIDAD	Fragilidad del panel	✓
	Eficiencia en tiempo de montaje	✓

The screenshot displays a software interface for defining a product family. On the left, a 3D model of a vertical wooden panel is shown. On the right, the 'Family Types' dialog box is open, showing the following parameters:

Parameter	Value	Formula	Lock
<b>Materials and Finishes</b>			
Structural Material	Madera	=	
<b>Dimensions</b>			
Alto	2400.00 mm	=	<input type="checkbox"/>
Ancho	435.00 mm	=	<input type="checkbox"/>
Area	1.04 m <sup>2</sup>	=	<input type="checkbox"/>
Espesor	165.00 mm	=	<input type="checkbox"/>
Volumen	0.17 m <sup>3</sup>	=	<input type="checkbox"/>
<b>Structural</b>			
Composition Bold	33-33-33-33-33		
No of Layers	5		<input type="checkbox"/>

Below the dialog box, the 'Type Parameters' table is visible:

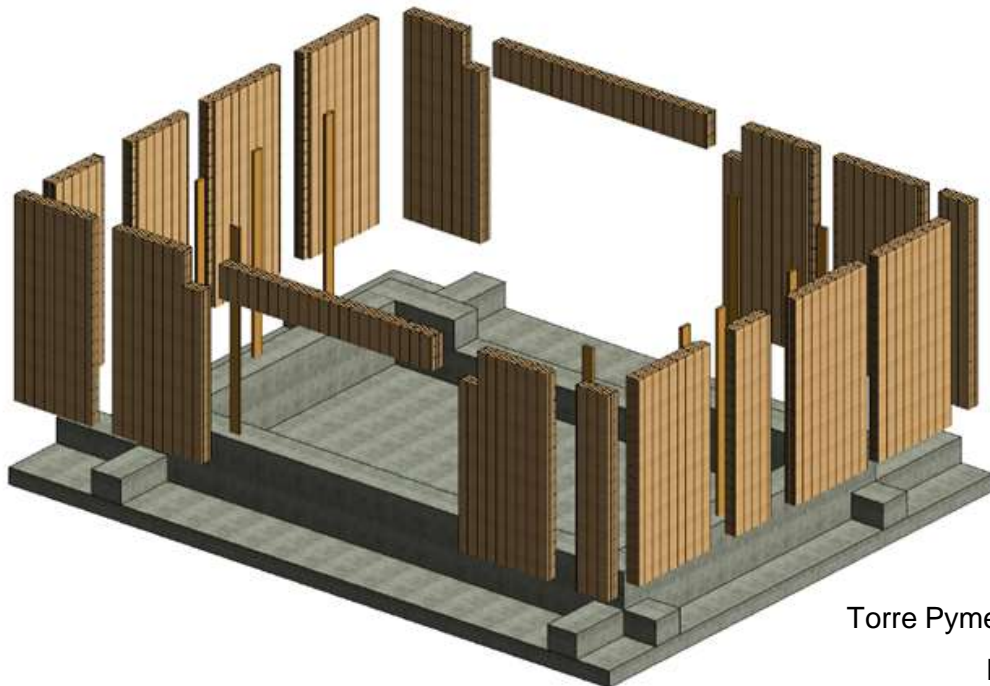
Parameter	Value
<b>Data</b>	
Fire Performance	F 30-B hasta F 90-B (incluso sin revestimiento cuando está certificado según DIN 4102). Partición probada para F30-B / F 90-B
Characteristic Density	pk = 470 kg/m <sup>3</sup>
Gluing	Encolado bajo pedido utilizando poliuretano o melamina dentro de la clase de emisión E1
Maximum Unit Length	16 m
Maximum Unit Width	4.8 m
Moisture Content	10 ± 2%
Surfaces	Industrial, Industrial visible, Special surfaces, Plasterboard and gypsum fibreboards
Resistance to Water Vapour diffusion	Resistencia al vapor de agua figura μ ~ 60. Valor sd con grosor del elemento de 8,5 cm, aprox. 5.0 m, construcciones permeables al v
Sound-proofing	Excelente aislamiento acústico como resultado del método de construcción sólida. Partición max. Rw = 68 dB
Thermal Insulation	Conductividad térmica λR ~ 0.13 W / mK
<b>Other</b>	

## RESULTADOS

### ETAPA 3

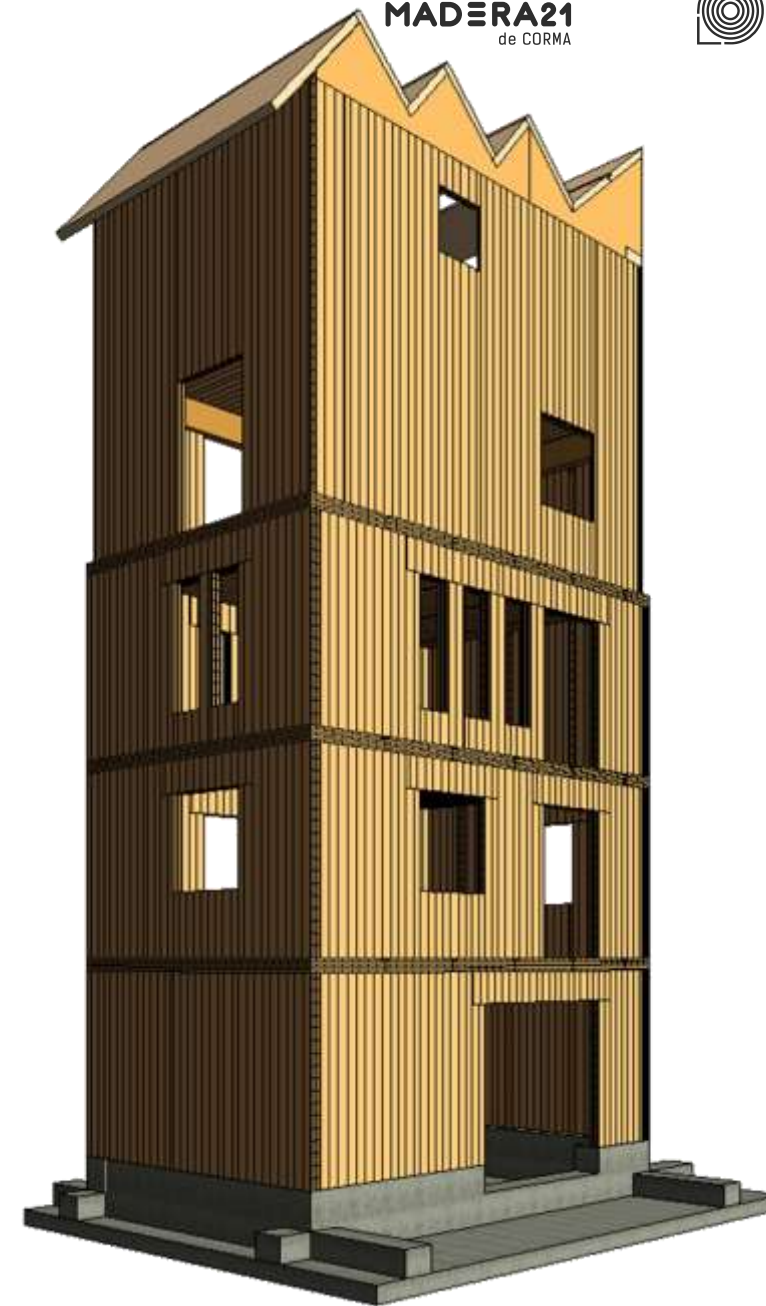
## Modelo de la torre Pyme Lab Madera de acuerdo a la librería de objetos digitales en CLT

El repositorio de los objetos Digitales en CLT. Nos permitió tener un modelo con un alto nivel de información, es información detallada que define su producto con una geometría que representa las características físicas de este. Los datos de visualización le dan al objeto una apariencia reconocible. Los datos de comportamiento, como las zonas de detección, permiten que el objeto se posicione o se comporte exactamente de la misma manera que el producto mismo.



Torre Pyme Lab Madera modelada.

Fuente: Propia

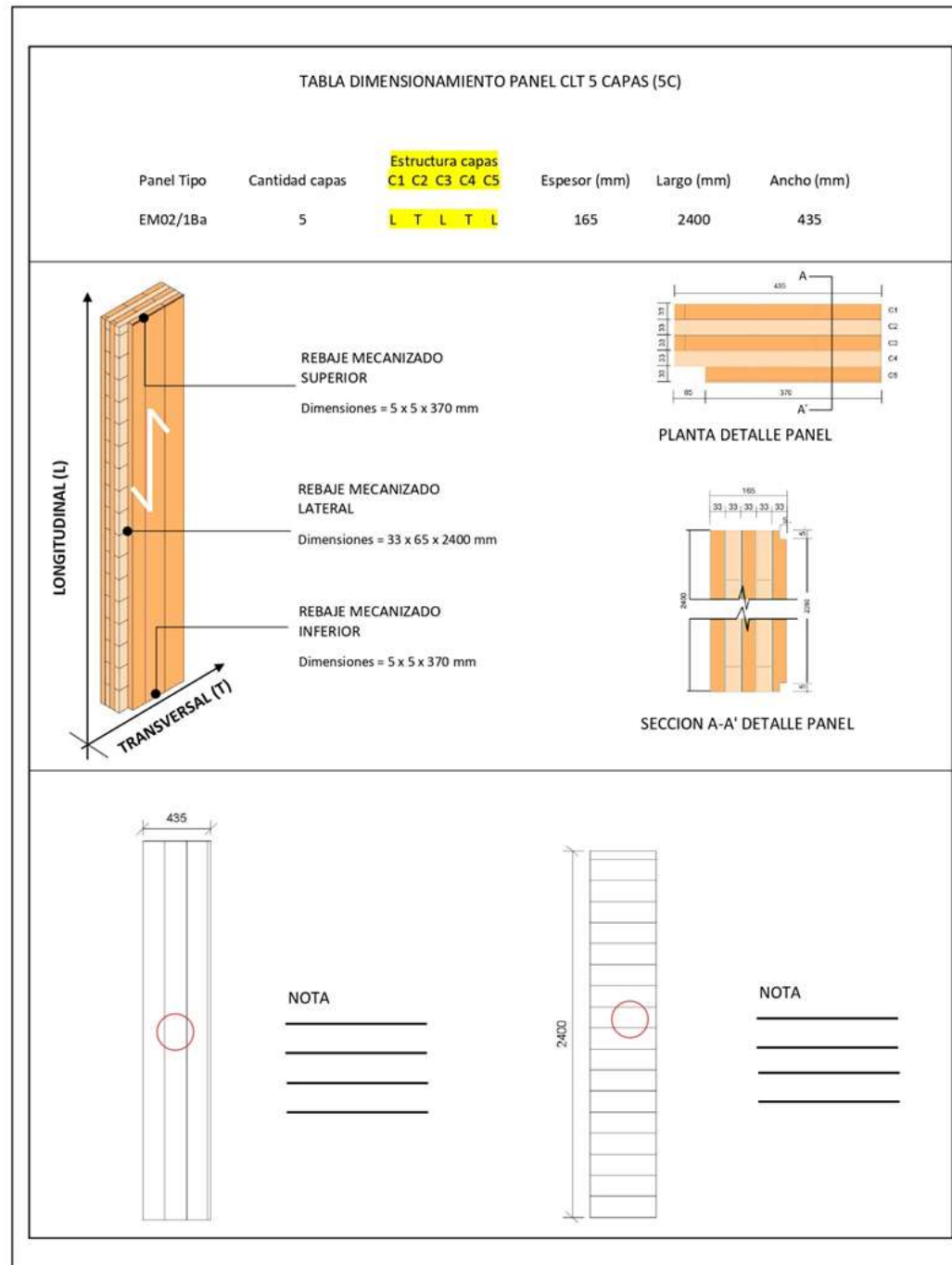


# RESULTADOS

## ETAPA 3

### Ficha Técnica de dimensionamiento

De los objetos BIM se obtuvo una ficha técnica para cada panel de CLT siendo muy relevante para la fabricación de este, es muy importante la manera en que esta información se puede digitalizar, y hace una gran relevancia, ya que se realiza de manera automatizada, validando así el sistema de objetos BIM bajo los criterios de prefabricación.



## CONCLUSIONES

La gestión del BIM nos aporta infinidad de posibilidades y opciones, pero para ello debemos saber utilizarlo, eso significa conocerlo bien, completamente, porque multiplica sus ventajas cuanto más interconecte toda la obra, su beneficio es el control absoluto de todo un proyecto de inicio a fin, en todas sus modalidades.

Si nos centramos en la etapa de diseño de un proyecto, se concluye que para poder implementar BIM se requiere un sistema de clasificación de información de bibliotecas con información sistemática y coherente requerida para esta fase del proyecto. Gracias estos sistemas de bibliotecas se nos permite optimizar y lograr una mejora en la coordinación y comunicación de las distintas especialidades que participan, generando de esta manera un flujo de trabajo colaborativo del diseño del proyecto (figura 6).

Es muy importante la información que puede proporcionar un objeto digital y la manera en que esta se puede digitalizar, en este caso con la ficha de dimensionamiento, esto hace una gran relevancia ,puesto que, marcan los inicios para un completa automatización de la construcción, pudiendo estas ser siempre mejores frente a la metodología actual, ayudando a la interconexión de los agentes del proyecto desde el inicio hasta el final del proyecto.



Figura 6: Coordinación de montaje.

Fuente: Propia

## Referencias

- [1] Li, H., Wang, B., Wei, P., Wang, L., (2018) Cross-laminated Timber (CLT) in China: A State-of-the- Art.
- [2] Xiaoyue Zhang, Md Riasat Azim, Pooja Bhat, Marjan Popovski, and Thomas Tannert. (2017) Seismic performance of embedded steel beam connection in cross-laminated timber panels for tall-wood hybrid system. Canadian Journal of Civil Engineering.
- [3] BimCommunity. (2018). The current situation of BIM in the world [La situación actual de BIM en el mundo].
- [4] NBS. (2019). The NBS BIM Object Standard. NBS BIM Object Standard, 2.1, 8.

## Agradecimientos

Mi gratitud se extiende a la Escuela de ingeniería en Construcción de la Universidad del Bío- Bío, y a los docentes que la componen, por brindarme los conocimientos que he adquirido hasta el día de hoy, agradecer a don Víctor Rosales Garcés, director del proyecto Pyme Lab Madera, por dejarme ser parte de este y contribuir en su etapa de diseño, y en especial mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, el sr. Jaime Soto Muñoz, por la paciencia y dedicación que tuvo durante todo este proceso.

