



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

Construcción Industrializada en Madera

Práctica Proyectual
E2E

Memoria de titulación para optar al Título de Arquitecto
Maicol González Campos

Profesor Referente: Pablo Silva
Profesor Co-Referente: Fernando Hammersley
Valparaíso, Chile. Diciembre 2022

"Material de referencia, su uso no involucra responsabilidad del autor o de la Institución"

Indice

• Resumen	6
• Abstract	7
• Práctica proyectual	8
• Presentación Empresa E2E	9
• Proyectos de la empresa	10
• Desarrollo de la Práctica	11
• 1er Tema de Investigación	13
“Optimización de materia prima en la construcción industrializada en madera”	
• Introducción	14
• Paneles Industrializados de madera	15
• Etapa de diseño	16
• Modelación 3D	17
• Fabricación	18
• Transporte	21
• Montaje	22
• Materiales principales	23
• Escantillón	34
• Vanos	35
• Control de madera	38
• Control de Placas	40
• Criterios de Optimización	41
• Conclusión	51
• 2do Tema de Investigación	53
“Arquitectura de un diseño industrializados eficiente - Casó Casa Fenix 2.0”	
• Introducción	54
• Viviendas sociales industrializadas	55
• Análisis de Casa Fénix 2.0 Familia Uribe Troncoso	57

• Cotización de Propuesta E2E	60
• Solución de Arquitectura	60
• Transporte Casa Fénix	64
• Comparación de Arquitectura	65
• Gestión de Nesting, madera y placas	70
• Optimización de materias primas	73
• Conclusiones	77
• 3er Tema de Investigación	79
“Reutilización de Materiales desechados por el diseño”	
• Introducción	80
• Residuos producidos en la fabricación industrializada	81
• Factores generadores de residuos	82
• Análisis de desechos en la industrialización [Caso Casa Fénix]	84
• Reciclaje de los elementos desechados	85
• Ejemplos de reutilización con materiales de construcción	94
• Conclusiones	96
• Referencias	97
• Anexos - Fichas mensuales	98
• Agradecimientos	107

Resumen

La presente memoria investigativa se presentan tres temas desarrollados para optar al título de Arquitecto, bajo la modalidad de "Práctica Proyectual" realizada durante el período del año 2022, en la empresa "E2E", la cual desarrolla, construye y monta proyectos industrializados en madera a lo largo de Chile.

El primer tema "Optimización de materia prima en la construcción industrializada en madera", veremos plasmado como la fabricación de elementos a nivel industrial presenta mayor garantías y beneficios en comparación a la construcción tradicional, al tener más control de cada elemento; aunque en ocasiones se requiere de mayor cantidad de materiales.

Un desglose de los diferentes procesos productivos para la creación de un nuevo proyecto, que va desde la interacción con los clientes hasta el montaje, deja en manifiesto los problemas que se presentan con la mala optimización de los materiales, como resultado final se analiza las posibles mejoras que puedan estandarizar los proyectos para hacerlos más eficientes mediante el uso de paneles tipo y con menor pérdida de material.

Como segundo tema "Arquitectura de un diseño industrializados eficiente - Caso Casa Fenix 2.0". Se toma la idea principal del primer tema para llevarlo

a un ejemplo real, que corresponde a la casa Fenix Uribe Troncoso; con la finalidad de industrializar la vivienda de reconstrucción, diseñada por estudiantes de la universidad Federico Santa María. Para ello se analizan las partidas principales en la construcción de la vivienda y se crea una propuesta abarcando solo la obra gruesa con el sistema de E2E industrializado en madera, realizando modificaciones al diseño original que permita una mayor optimización y eficiencia en el consumo de materiales. Como resultado final se obtiene una comparación de las viviendas señaladas, comprobando que se puede disminuir los costos con un buen diseño de vivienda industrializada.

Posteriormente con el tercer tema "Reutilización de Materiales desechados por el diseño" nos permite analizar y concientizar en cuanto a la cantidad de desechos que se generan mensualmente en trabajo industrializado en E2E.

En la investigación presento factores que influyen en el aumento de los desechos durante la producción, el cual se ejemplifica con los resultados obtenidos del desarrollo de la Casa Fénix, para luego dar a conocer los procesos de reciclaje de los diferentes materiales utilizados en la fabricación de los paneles, presentando claros ejemplos de su reutilización en la construcción.

Abstract

Through this dissertation three topics are presented to opt for the title of architect, under the "Design internship" performed during the year 2022 in "E2E", a company which develops, builds, and sets wood industrialized projects throughout Chile.

The first topic, "Raw material optimization in the industrialized in-wood building", will consist of portraying how the elements manufacturing at an industrial level submits better benefits and guaranties than traditional construction, since the first one has more control of each element, although sometimes it requires a larger quantity of materials.

A breakdown of different production processes for the creation of a brand-new project, which starts with the interaction with the client until the assembling, portray the issues that can feature a bad optimization of the materials.

And as a result, the possible updates that can standardize the projects are analyzed to make them more efficient by the use of standard panels and with a lower waste of material.

The second topic "Architecture of an efficient industrialized design - Case Casa Fenix 2.0". With the intention of industrializing the reconstruction dwelling, designed by a group of students

from Universidad Federico Santa María, the main idea of the first topic is taken to use it in an actual example, which is the Casa Fenix Uribe Troncoso. In order to do that, the main entrances in the dwelling construction are analyzed and a proposal addressing only the carcassing with the E2E system industrialized in wood is created, by undertaking modifications to the original design that allow to a better optimization and efficiency in the material uptake.

As a result, a comparison of the mentioned dwellings is obtained, proving that the costs of a proper industrialized dwelling design can be lowered.

Lastly, the third topic "Reutilization of materials discarded by the design" allows the analysis and awareness regarding the amount of waste that is generated every month in the E2E industrialized labor.

In this investigation I subject factors that influence in the waste rise during the production, which is exemplified with the results obtained in the Casa Fenix development, then the recycle processes of different materials used in the manufacturing of the panels are disclosed, featuring examples of its reutilization in the building process.

Práctica proyectual

La modalidad de "Prácticas Proyectual", es una de las 6 modalidades de título que presenta la Facultad de Arquitectura de la Universidad Federico Santa María. Esta modalidad permite que el estudiante en condición de egresado forme parte de una oficina de arquitectura en la cual tendrá la posibilidad de experimentar, aprender y colaborar con otros profesionales en el desarrollo de proyectos durante 8 meses. El objetivo es interiorizar al estudiante en el conocimiento normativos y de legislación vigentes, materialidades, sistemas constructivos, especificaciones técnicas [EETT], cubicciones, presupuestos, programaciones o planificaciones y gestión de los proyectos que se llevan a cabo en el ámbito profesional y que son fundamentales a la hora de comenzar a desarrollar un proyecto de arquitectura y construcción de este mismo. Durante su estadía o paso por la oficina, el estudiante deberá desarrollar 3 temas de investigación, referido a sus experiencia y trabajo desarrollado en la oficina. La definición del departamento es: Se establecerá un convenio con oficinas de arquitectura que aborden proyectos complejos. Esta instancia pretende insertar al

estudiante en el medio profesional futuro a través de la participación en algún proyecto complejo. Los estudiantes deberán centrar su atención en el conocimiento de la legislación y normativa vigente, materiales y sistemas constructivos existentes en el mercado EETT, cubicciones, presupuesto y programación, y gestión económica del proyecto.

[Práctica proyectual, departamento arquitectura UTFSM.]

Presentación Empresa E2E

E2E nace al amparo de dos empresas globales y líderes en sus segmentos de materiales de construcción, éstas son ARAUCO y ETEX Group. Es una empresa enfocada en diseñar soluciones constructivas amigables con el medio ambiente, con el fin de mejorar la habitabilidad de las personas y su planta de producción está ubicada en Maipú - Santiago.

En E2E se diseña y produce un sistema constructivo industrializado basado en paneles con estructura de madera, con un alto performance térmico, acústico y resistencia. Cuenta con un sistema altamente tecnológico y muy preciso, lo que implica costos menores y disminución de los tiempos totales de construcción, beneficiando al cliente y la empresa.

Además consta de una línea automatizada con portales de corte CNC, lo que genera productos con uniones y cortes precisos; también posee un área de sistema de aislación y otra de terminaciones, donde se instala el sistema eléctrico e hidráulicos, ventanas, revestimientos, etc.



E 2 E

Creando una nueva forma de habitar.

FELIPE MONTES

Gerente General

SALVADOR CORREA

Jefe de Ingeniería y Diseño

CRISTHIAN SALINAS

Jefe de Operaciones

CARLOS MARDONES

Jefe de Planificación

JUAN CARLOS MONETTA

Jefe de Administración y Finanzas

RODRIGO COVARRUBIAS

Jefe Comercial

Proyectos de la empresa



**Proyecto Clínica Costanera
Valdivia**



**Punto Copec + Oficinas
administrativas y servicios**



**Proyecto Amanecer
Fundo Santa Elisa, Linderos**



Casa Allipén

Desarrollo de la Práctica

En mi estadía realizando la práctica proyectual en la empresa E2E, tuve contactos con todos los procesos productivos de un proyectos industrializado. Formé parte del equipo de ingeniería y diseño; cuya función principal era el desarrollo, adaptación y diseño de proyectos principalmente privados, creando soluciones constructivas y modelación 3D de paneles.

Al comienzo de la práctica, tuve que crear planos de montaje de proyectos complejos, como lo era la clínica costanera en la ciudad de Valdivia; para luego pasar a la adaptación de proyectos, en donde me relacioné de forma más cercana con los clientes, proponiendo soluciones y modificaciones de las arquitecturas originales de ellos; es aquí donde se debe tener una mayor comunicación entre las diferentes especialidades, creándose un trabajo y desarrollo colaborativo entre E2E y la entidad patrocinante o constructora.

Además durante un largo periodo de tiempo tomé el cargo de Modelador BIM y mi labor fue modelar y acompañar en la fabricación de los proyectos de puntos Copec; los cuales fueron mon-

tados en las comunas de Dichato, Curaua y Villa Alemana, y actualmente se encuentran operativas.

La empresa E2E como tal, no es una oficina de arquitectura; sino más bien tiene un rol de desarrolladores, fabricantes y montajistas de paneles industrializados, basados en proyectos diseñados por externos. Sin embargo, al finalizar mi periodo de práctica comenzaron a realizar propuestas de viviendas base, en las cuales se diseñaron casas con paneles ya fabricados anteriormente, donde fui partícipe del desarrollo de la vivienda Bullileo que hoy en día se está comercializando.



- 1^{er} Tema de Investigación

“Optimización de materia prima en la construcción industrializada en madera”

Contenido:

- Introducción
- Paneles Industrializados de madera
- Etapa de diseño
- Modelación 3D
- Fabricación
- Transporte
- Montaje
- Materiales principales
- Escantillón
- Vanos
- Control de madera
- Control de Placas
- Criterios de Optimización
- Conclusión

Introducción

“A nivel nacional, tenemos escasez de mano de obra, los costos de materiales aumentan y tenemos altos índices de generación de escombros, pero cuando industrializamos nos hacemos más eficientes, necesitamos menos mano de obra para nuestros procesos, optimizamos los materiales, disminuimos la generación de residuos y obtenemos productos de mejor calidad, sin accidentes”

Karina Díaz
Administradora de Obra del proyecto
Altavista, AXIS

La construcción industrializada en madera se ha convertido en una alternativa cada vez más popular frente a los métodos tradicionales de construcción. La madera, como material de construcción, ofrece numerosas ventajas, tales como su ligereza, resistencia, durabilidad y capacidad de aislamiento térmico y acústico. Además, la construcción industrializada en madera permite una mayor precisión y rapidez en la ejecución de los proyectos, así como una reducción de los costos de mano de obra.

Si bien en el mundo de la Construc-

ción Industrializada ayuda a disminuir tiempos, costos, materia prima y menos generación de residuos que la construcción tradicional. Se enfrenta a problemas en sus procesos productivos que no permiten alcanzar la eficiencia esperada.

Entre las principales brechas para concretar la masificación de la industrialización se encuentran: la falta de estandarización y la integración de las diferentes disciplinas en las etapas de diseño de los proyectos.

En E2E se fabrican paneles de madera industrializados, cuya materia prima principal es la madera y placas; tanto estructurales como de revestimiento, estos materiales son comprados con dimensiones estándar en el mercado y muchas veces no existe compatibilidad con el diseño arquitectónico entregado por el cliente, causando una pérdida importante de materiales en el proceso productivo.

Paneles Industrializados de madera

Los paneles fabricados por E2E se denominan entramado ligero o construcción en seco de madera, o desde el punto de vista estructural es un sistema marco-plataforma, que consta principalmente de una estructura de pie derechos y soleras de madera, fijados a una placa estructural con un patrón de clavado dado por la exigencia estructural del panel, y al interior de este se incluye elementos no estructurales, como son la aislación y las instalaciones tanto eléctricas como sanitarias; además dependiendo del proyecto, se incluyen otros revestimientos tanto interiores como exteriores de la vivienda.

Los elementos horizontales son relativamente similares con entramados de vigas, placas estructurales y placas de revestimiento.

La estructuración de los paneles industrializados es similar a la construcción tradicional, pero en muchos casos el uso de materia prima es mayor, esto ocurre por que el panel debe ser diseñado para ser eficiente y funcional en todos los procesos productivos.



Montaje de panel horizontal

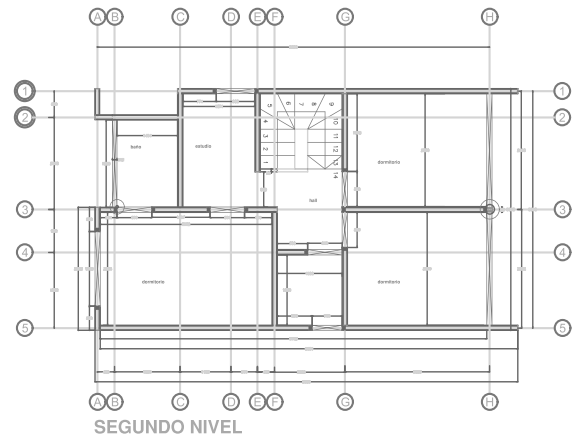


Montaje de panel vertical

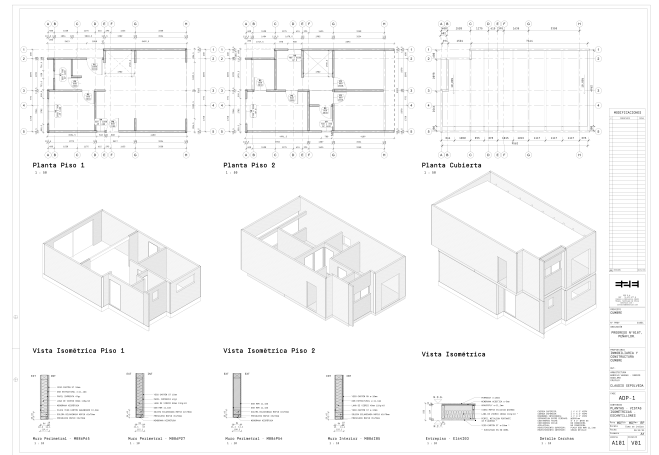
Etapa de diseño

El proceso comienza cuando se toma la arquitectura del cliente, la cual puede estar proyectada en sistema constructivo; por lo que se debe crear una adaptación del proyecto generando una propuesta panelizada con el sistema de muros E2E. Es en esta etapa donde se deben coordinar las diferentes especialidades del proyecto, ya sea; arquitectura, eléctrico, agua potable, gas, alcantarillado y cálculo estructural. Para luego consolidar un modelo que permita resolver todas las partidas posteriores.

Esta etapa se finaliza con la revisión y aprobación de un modelo virtual por parte de los mandantes, para luego dar paso a la modelación al detalle.



Archivos entregados por los clientes



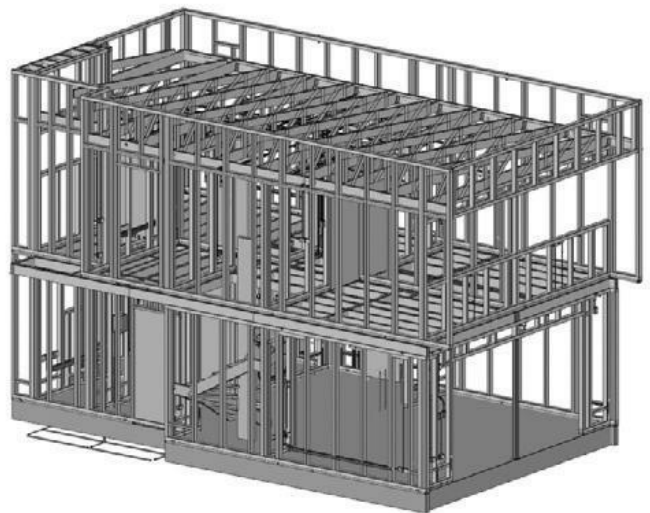
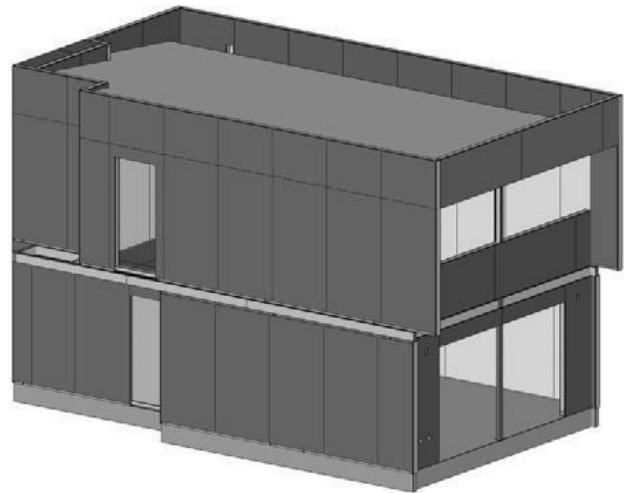
Adaptación con propuesta de panelización

Modelación 3D

Luego de contar con una propuesta aprobada por el cliente, se pasa al modelo 3D al detalle; para esto el software que se utiliza es Cadwork, que es una herramienta pensada para el diseño, la fabricación y el montaje de estructuras de madera.

Es en esta etapa donde se diseña y se piensa cada elemento del panel y de la vivienda en general, esto permite identificar y solucionar posibles conflictos antes de que ocurran en el sitio de construcción. Los equipos pueden identificar interferencias espaciales o problemas de instalación antes de comenzar la construcción física, lo que ahorra tiempo y costos asociados con las correcciones sobre la marcha.

Una vez resueltos todas las interferencias se da paso a la revisión del modelo y la posterior creación de archivos para la fabricación.



Fabricación

Dependiendo de la complejidad de los paneles se separa la producción en dos líneas: manual y automática. En la línea manual los carpinteros construyen los paneles con herramientas básicas en un espacio de trabajo controlado. Para la línea automática se fabrica en estaciones de trabajo, donde en cada una de ellas se realiza una labor diferente y se especializan a sus trabajadores para lograr la capacidad de producir en serie.

El proceso comienza en la estación 1, la procesadora de vigas, donde se dimensiona con una precisión milimétrica cada pieza de madera, realizando los rebajes y perforaciones correspondientes para luego ser enumeradas y dispuestas para el armado.

En la estación 2, se arma la estructura. Al contar con todas las piezas enumeradas, los operadores con ayuda de los planos pueden ejecutar fácilmente la labor de ensamblar y montar cada pieza, estos elementos son fijados con grapas corrugadas y tornillos donde sean requeridos.

Avanzado con la línea, en la estación 3 se agregan las placas de la primera



Procesadora de vigas



Armado de panel - estación 2

cara del panel, puede ser una capa o las que sean requeridas por proyecto. Estas placas son fijadas por los operadores con puntillas, para que cuando pase el Portal sobre la cara del panel, no deslice las placas de su posición.

El Portal es una máquina de control número modelo weinmann wms 150 blowtec la cual puede cambiar 12 diferente herramientas, y se mueve solo entre la estación 3 y 5, realizando funciones de clavado, cortes, rebajes y fresados de las placas.

Una vez finalizado el trabajo en la primera cara del panel, este se voltea y pasa a la estación 4, en donde se agrega aislación y las instalaciones eléctricas e hidráulicas.

Luego en la estación 5 se vuelve a repetir el procedimiento de instalación de placas, para que el portal vuelva a fijar y cortar.

Finalmente los paneles son almacenados y ordenados en el magazine de forma vertical, espacio donde también se puede realizar labores de instalaciones de revestimientos, puertas y ventanas.



Posicionamiento de placas - estación 3



Volteo de panel



Instalación eléctricas - estación 4



Panel de entrepiso finalizado



Corte de placas - estación 5



Magazine, zona de acopio de paneles

Transporte

Los paneles pueden ser transportados en cargas horizontales [paquetes] o en carga vertical [rack], de ambas formas se cuenta con un diseño en 3D previo para revisar los pesos y distribución en el camión. Transportar los paneles en paquetes tiene las ventajas de ser más práctico y económico; pero su desventaja, es que estos pueden sufrir mayor daño en cuanto a la manipulación.



	CARGA HORIZONTAL	CARGA VERTICAL [RACK]
ALTURA MÁXIMA DE PANELES	3200 mm [Horizontal]	2400 mm [Vertical]
COSTO	Variable según ubicación y dimensiones de proyecto	Horizontal + 60% debido a: - Devolución de racks - Menor rendimiento
VOLUMEN DE TRANSPORTE	750 m ³	588 m ³
RESTRICCIONES DE RECORRIDO	Ancho: Maximo para ruta es de 2.6 metros*	Altura: Alto maximo de ruta no debe superar los 4.30 metros de altura*
MÉTODO DE CARGA Y DESCARGA	Asociado a secuencia de montaje	Independiente de secuencia de montaje

*Según artículos 56° y 57° de la Ley de Tránsito N° 18.290

Montaje

Para el montaje de los paneles se analiza como si fuera un mueble, con planos de fácil lectura que permitan cumplir la función de instructivo. Todos los paneles contienen su codificación que permite identificarlos y saber su ubicación.

Una vez rectificadas las medidas y trazados de los ejes, se procede con la instalación de presoleras; estos elementos son piezas de madera del mismo espesor que la estructura del muro, pero de un largo máximo de 2400 mm. Cada una contiene su número de identificación y perforaciones para identificar en dónde debe ir la fijación.

Con la ayuda de un camión grúa se procede a la maniobra de izaje de los paneles para ubicarlos sobre las presoleras y fijarlos a ella desde la placa estructural.

Una vez posicionados todos los paneles se rectifican los plomos y se procede a fijarlos entre sí.

Si la casa es de un piso, se finaliza con la instalación de los módulos de cerchas o paneles de techos; en cambio, si es una construcción de más altura, se continúa con el montaje de los entrepisos y muros de los siguientes niveles.



Materiales principales

Para la construcción de los paneles se requiere de dos materias primas principales: madera y placas, siendo también las partidas de material con mayor costo

Madera

Para entender el tipo de madera a utilizar, se debe tener en conocimiento que todas las maderas son diferentes y esto principalmente se ve demostrarlo con solo ver un árbol. En Chile contamos con muchas especies forestales, ya que hay variaciones en cuanto a la incidencia de la luz, el clima, ubicación, diferencias de altitudes, entre otros. Todos estos factores influyen en la maduración del árbol, generando así una amplia variedad de maderas.

En procesos industriales tiene mucha relevancia el que toda la madera que ingrese, sea relativamente parecida. Debido a todos los factores mencionados, la selección y clasificación de maderas, es clave.

Clasificaciones que indica la norma Chilena.NCh 1198

En E2E se trabaja principalmente con madera de pino graduado "MGP", que

es una clasificación visual hecha por máquina, específicamente madera MGP10.

La impregnación, desde el punto de vista de protección para la madera, tiene dos enfoques: una de ellas es que se relaciona con los recubrimientos superficiales como pinturas, barnices y tintes; y la otra, se preocupa de asegurar su vida útil.

En cuanto a las formas de impregnación una de las más conocidas, es la madera verde SCA, la cual está prohibida en varios países ya que contiene arsénico y metales pesados como el cromo.

Para la construcción industrializada se utiliza otra opción, el Borosilicato. El borosilicato es transparente y pareciera que no tuviera impregnación, proceso que se realiza en cilindros, los cuales tiene una limitante en cuanto al largo máximo de la madera que se puede impregnar. Cabe destacar que la impregnación está pensada principalmente como protección en contra de las termitas.

Las escuadrillas se les llama a las dimensiones de la madera y según la clasificación MGP10 encontramos las siguientes:

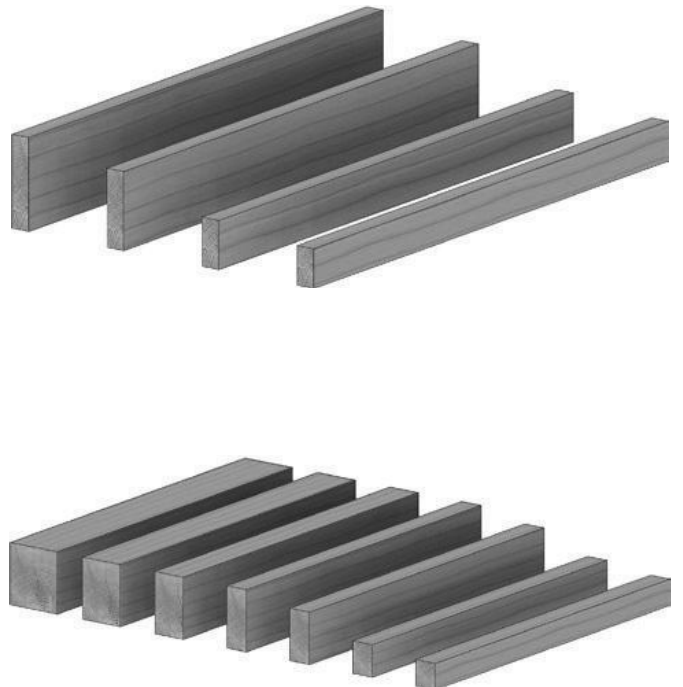
Especificaciones Técnicas

DENOMINACIÓN	ESCUADRÍAS		
	ESPESOR MM	ANCHO MM	LARGOS M
1 1/2x3	35	70	2,4-3,96
1 1/2x4	35	86	2,4-3,96
1 1/2x4	35	90	2,4-3,96
1 1/2x5	35	120	2,4-3,96
1 1/2x6	35	138	2,4-3,96
1 1/2x7	35	164	2,4-3,96

Es importante aclarar que en el pino, la mejor madera estructural está por los costados en el tronco de los árboles; esta se llama madera lateral. Es la madera con mayor densidad y la que se comporta mejor a las deformaciones. Debido a estos factores, el espesor de la madera que se utiliza es de 35 mm; es raro encontrar una madera lateral de más de 40 mm, pero de cualquier manera es importante tener presente que después con los procesos de cepillados se reduce aún más, es por eso, que no se encuentra madera estructural de buena calidad de mayores espesores.

El largo de esta madera está entre los 2.400 - 3.700 mm, se aserran hasta los 4 mts aproximadamente.

La empresa además ocupa madera bilaminada, obteniendo así varias mejoras. Primero, se logra un mayor espesor que bordea los 62 mm, logrando un mayor espacio para poder atornillar, clavar, etc. Por consiguiente, se obtienen mejoras en cuanto a la estabilidad dimensional; al ser bilaminada, generan una especie de soporte una sobre la otra y es posible alcanzar largos mayores, que permiten tener soleras de paneles más extensos.



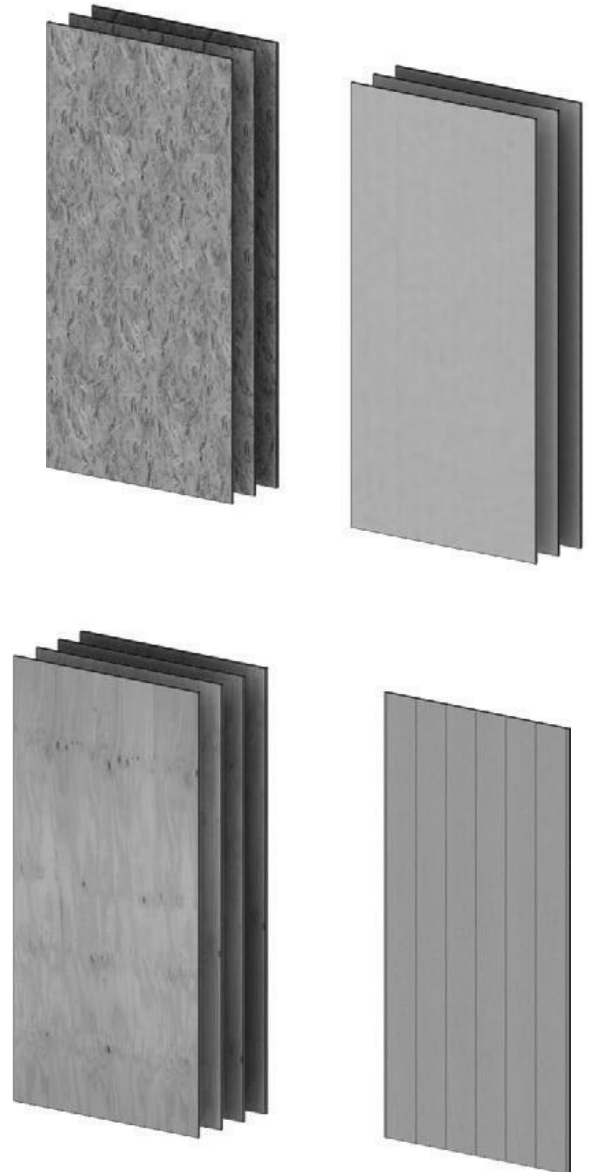
Placas

Se consideran de dos tipos: placas de terminación o revestimiento y placas estructurales.

Placas estructurales:

Se denominan así a los elementos estructurales de superficie, donde predominan los esfuerzos de flexión y corte. La madera debe ser utilizada con el fin de distribuir los esfuerzos en una dirección o en dos direcciones, para lo cual, considerando estos requerimientos, pueden ser resueltos en el primer caso con placas de machimbre [fibras en una dirección] o en el segundo caso con OSB o COMPENSADOS fenólicos [fibras trabajando en dos direcciones].

Su principal uso es en cielorrasos, pisos o paneles estructurales. Dependiendo de la exigencia estructural se considera una o dos caras con estas placas, y es fijada con clavos a todas las piezas de madera.



Placa de OSB

Oriented Strand Board, es un tablero formado por hojuelas de madera, orientadas en 3 capas perpendiculares entre sí, mezcladas con adhesivos fenólicos y de poliuretano prensados a alta temperatura y presión. Esta tecnología es muy eficiente en el uso de los recursos y como tablero es uno de los principales componentes estructurales que permiten la construcción de viviendas en países desarrollados.

Usos en:

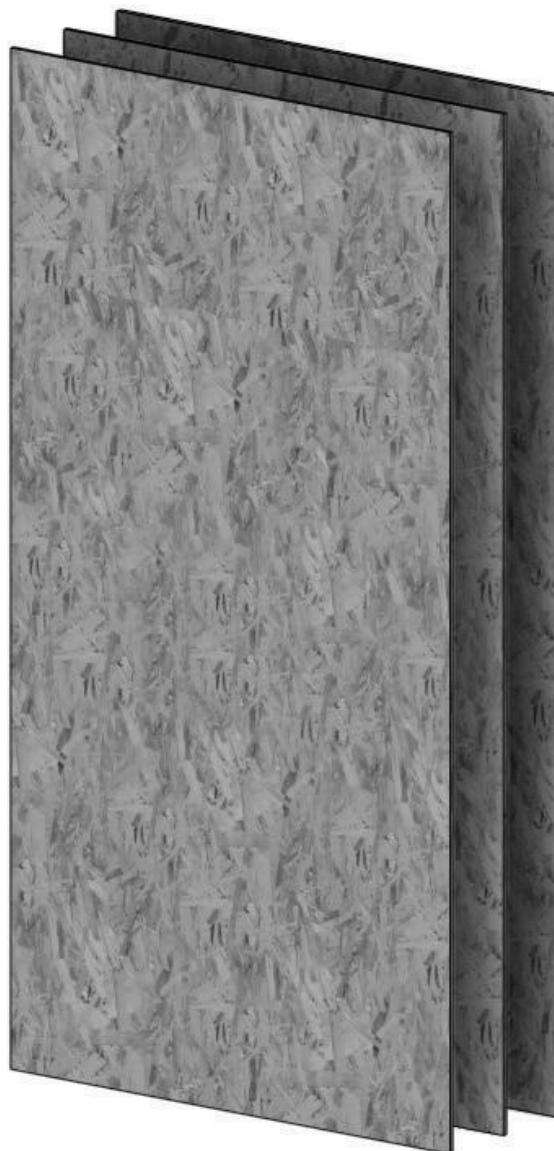
- Techumbres: 11,1 y 15,1 mm.
- Muros; 9,5 - 11,1 y 15,1 mm.
- Pisos: 15,1 y 18,3 mm.

Formatos:

Espesores: 9,5 - 11,1 - 15,1 - 18,3 mm

Ancho: 1,22 mt

Alto: 2,44 mt



OSB Housewrap

Tablero estructural que incorpora una barrera hidrófuga en una de sus caras, con una membrana saturada en resina fenólica, que protege el tablero del agua de lluvia y permite el paso de vapor de agua desde el interior al exterior de la vivienda. Además, este tablero permite un mayor grado de exposición a intemperie en zonas muy lluviosas.

Usos en:

- Techumbres: 11,1 y 15,1 mm.
- Muros: 9,5 - 11,1 y 15,1 mm.

Formatos:

Espesores: 9,5 - 11,1 - 15,1 mm

Ancho: 1,22 mt

Alto: 2,44 mt



Araucoply estructural

Tablero contrachapado de Pino Radiata proveniente de bosques sustentables, ideal para uso en aplicaciones constructivas de carácter estructural; tanto interiores, como exteriores. Gran estabilidad dimensional y cuenta con excelente aislación térmica. RESISTENCIA A LA HUMEDAD

Usos en:

- Techumbres: 12 y 15 mm.
- Muros; 9,5 - 12 - 15 y 18 mm.
- Pisos: 15 y 18 mm.

Formatos:

Espesores: 9,5 - 12 - 15 - 18 mm

Ancho: 1,22 mt

Alto: 2,44 mt



SmartPanel

SmartPanel R8 y R4 ranurado vertical [y LP SmartPanel H, ranurado horizontal], son los únicos tableros que revisten y estructuran la vivienda a la vez, incluyendo solución de traslape de unión, permitiendo la mayoría de las veces prescindir de diagonales y cadenas.

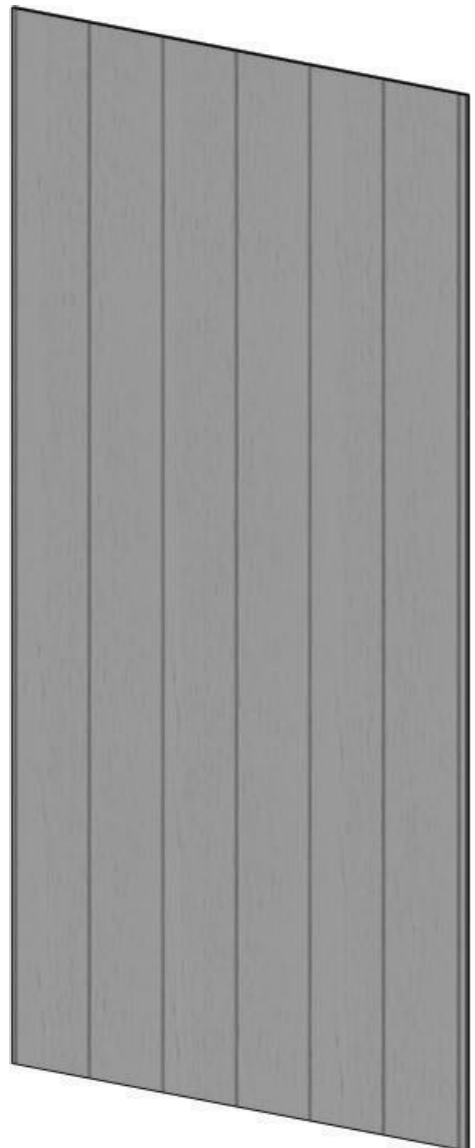
Son tableros industrializados, listos para pintar sobre su cara de terminación textura natural de cedro. Son muy resistentes a las condiciones climáticas; tales como el sol, viento, lluvia y nieve. Es incluso resistente a los impactos. Son fáciles de instalar y pintar, excelente terminación exterior y son extremadamente durables.

Formato:

Espesores: 11,1 mm

Ancho: 1,22 mt

Alto: 2,44 mt



Placas de Revestimiento:

Se le denomina así a la placa que le entrega la terminación a los muros, ya sea de interior de los recintos o fachada del edificio. Para su fijación se utilizan grapas o tornillos.

Yeso cartón St

La placa de Yeso cartón Standard [ST] es un material de construcción utilizado para la ejecución de tabiques interiores y revestimientos de techos y paredes. Suele utilizarse en formato de placas, paneles o tableros industrializados.

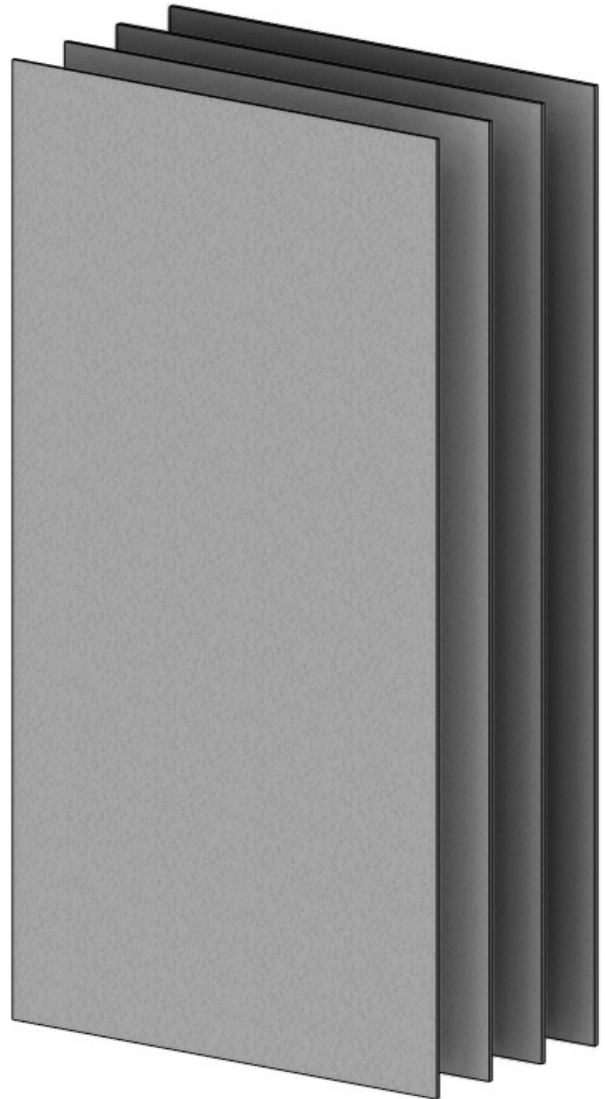
Está confirmado por una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón, siendo sus componentes generalmente yeso y celulosa, aprovechándose de la buena resistencia a la compresión del yeso con la buena resistencia a la flexión que le da el sándwich de cartón.

Formatos:

Espesores: 8 - 10 - 12,5 - 15 mm

Ancho: 1,20 mt

Alto: 2,40 mt



Yeso Cartón EH

La placa de Yeso cartón Resistente a la Humedad [RH] es un elemento constructivo que se compone de un núcleo de yeso con aditivos y que se encuentra revestido por ambas caras con un papel de celulosa altamente resistente, el cual retarda la absorción del agua y el crecimiento de hongos. La placa RH se emplea en locales húmedos e incluso donde pudiera estar expuestas a salpicaduras ocasionales; tales como, baños, cuartos de limpieza, cocinas, etc.

Además el núcleo de la placa contiene aditivos especiales para que no se manchen ni se desintegran.

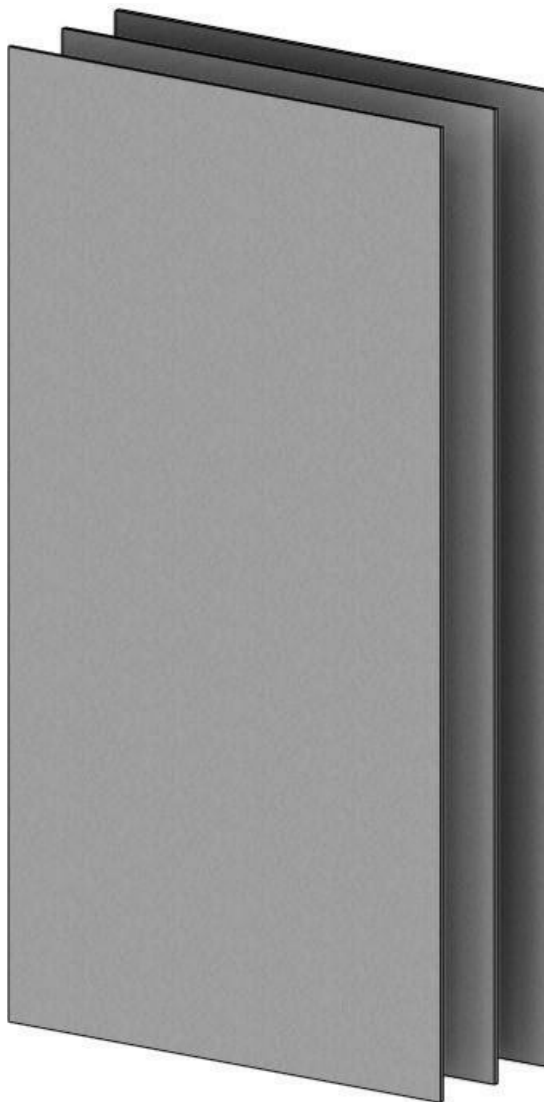
Si bien es cierto, las placas están diseñadas para resistir salpicaduras ocasionales de agua, estas no están recomendadas para estar expuestas a la lluvia ni en contacto directo o constante con agua, o con el vapor como regaderas, duchas o saunas.

Formatos:

Espesores: 10 - 12,5 - 15 mm

Ancho: 1,20 mt

Alto: 2,40 mt



Yeso cartón ER - ERH

La placa de Yeso cartón Extra Resistente [ER] y la placa de Yeso cartón Extra Resistente Hidro [ERH], son placas conformadas por un núcleo especial de yeso que permite obtener un mejor comportamiento al impacto que cualquier placa de yeso - cartón existente, característica que la hace ideal para ser especificada en los recintos que queden expuestos a golpes o con un flujo constante de personas, ya que esto aumenta las posibilidades de impacto en los tabiques. Adicionalmente, permite obtener la misma resistencia al fuego de un sistema constructivo, a base de placa de yeso - cartón [RF], con un menor espesor. Así también otorga una mayor aislación acústica, reduciendo la transmisión del ruido entre un recinto y otro.

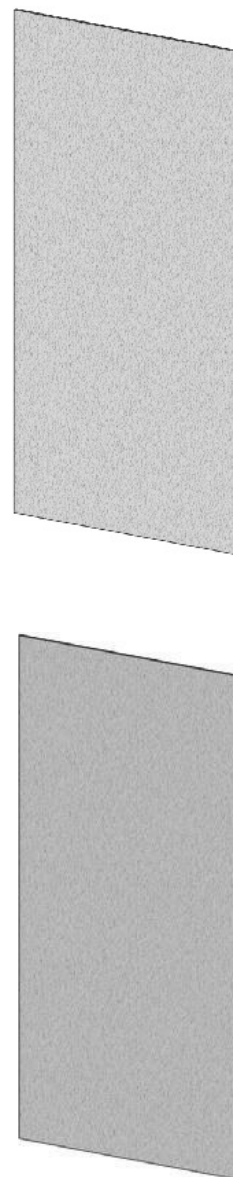
La placa ERH es la mejor alternativa para áreas comunes de alto tránsito y que tienen zonas húmedas.

Formatos:

Espesores: 15 mm

Ancho: 1,20 mt

Alto: 2,40 mt



Yeso cartón RF

La placa de Yeso cartón resistente al fuego [RF] es una placa de yeso laminado para usos interiores en ambientes secos, con requerimiento de altas prestaciones de resistencia al fuego.

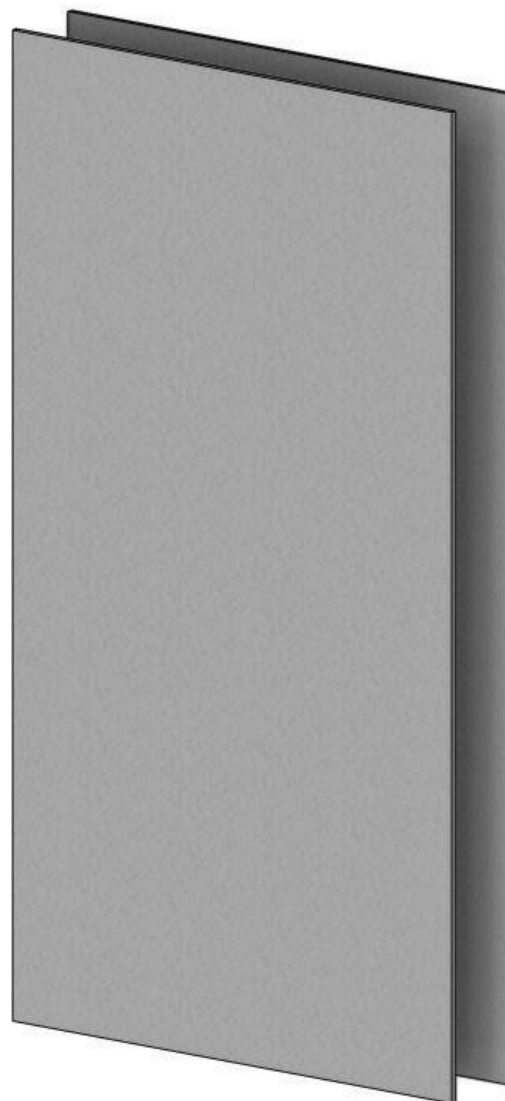
La placa RF posee un núcleo de yeso natural aditivado con retardadores de propagación del calor, además cuenta con fibras de vidrio que refuerzan su estructura aumentando la resistencia al colapso.

Formatos:

Espesores: 12,5 - 15 mm

Ancho: 1,20 mt

Alto: 2,40 mt

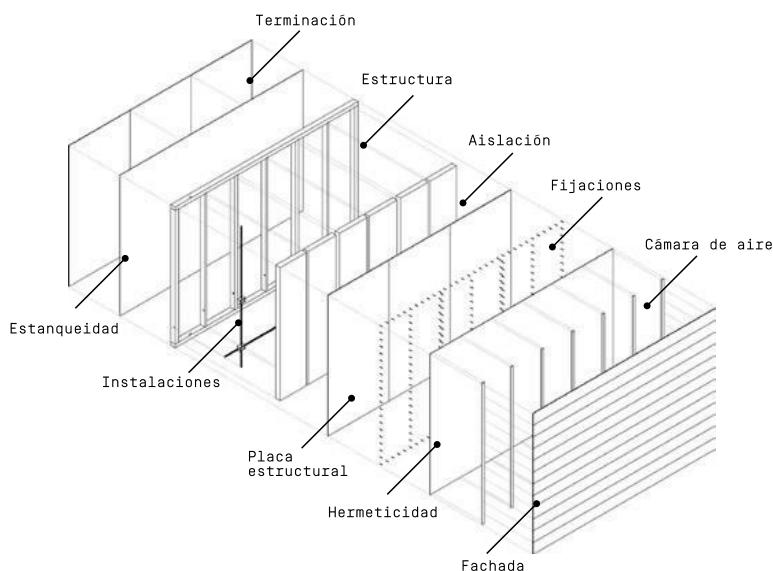


Escantillón

La solución constructiva básica de los paneles de E2E, considera madera Mgp10 de secciones 70 o 86 mm, con distanciamiento entre 400 a 600 mm entre pie derechos para la estructuración.

La cara del panel que está hacia el interior de los recintos considera una membrana de vapor que cumple la función de estanqueidad; como revestimiento interior depende de las especificaciones del proyecto, se puede utilizar placas de yeso cartón o fibrocemento, mientras que por la cara exterior se contempla una placa estructural fijada con clavos y cubierta con una membrana hidrofuga para lograr la hermeticidad de la fachada, en algunos casos se utiliza el OSB Housewrap el cual la incluye.

Los paneles incluyen la solución eléctrica e hidráulica por su interior; además de la aislación, lo que permite entregar un producto totalmente sellado. Los paneles pueden incluir la terminación de la fachada como por ejemplo, el siding ya que en la planta se cuenta con el espacio destinado para esa función.



Vanos

Dimensiones de vanos brutos

Puertas

A partir del diseño de arquitectura inicial, se deberán estandarizar las puertas en tamaños de hoja estándar del mercado, excepto si hubiera una solicitud expresa del mandante de tamaños especiales.

Estas son:

ANCHO	600	650	700	750	800	850	900
ALTO	2000	2100					
ESPESOR	35	40	45				

Los marcos también se considerarán en sus dimensiones estándar para marcos de madera: 20mm o 30mm, privilegiando el uso de 20mm.

Sobre la medida del marco y la hoja se considerará una sobredimensión de 10mm por eje, que contempla 5mm de tolerancia para montaje y 5mm de holgura de operación de la hoja.

Entonces, la dimensión del vano de obra gruesa se determina según la siguiente operación:

$$[[\text{Ancho Hoja}]+[2 \times \text{Marco}]+10\text{mm}] \times [[\text{Alto Hoja}]+[\text{Marco}]+10\text{mm}]$$

En resumen, considerando marcos de 20mm, a la dimensión de la hoja de la puerta, se le suman 30mm de alto y 50mm de ancho para dar con la dimensión final del vano a obra gruesa [canto vivo, madera visible].

En la siguiente tabla se indican dimensiones estándar para vanos de puerta, considerando marcos de 20mm:

ANCHO HOJA	ANCHO VANO
650	700
700	750
750	800
800	850
850	900
900	950

ALTO HOJA	ALTO VANO
2000	2030
2100	2130

NOTA: La altura del vano se debe medir a partir de Nivel de Piso Terminado del proyecto.

Ventanas

A todo rasgo de ventana proyectado se le deberán sumar 5mm en su eje vertical y 5mm en su horizontal, por efecto de tolerancias de montaje.

Esta holgura se condice con las EETT del proyecto y se suman a las tolerancias de fabricación y control de calidad mencionadas en el mismo documento, de $\pm 10\text{mm}$ en cada eje del vano.

De requerirse holguras adicionales o de eliminarse, será responsabilidad del mandante o su arquitecto patrocinante transmitir a E2E el requerimiento.

El cliente debe especificar en etapa de preadaptación si requerirá algún revestimiento en cantos de vanos, como placas de AquaBoard o Fibrocemento. El ancho de este revestimiento se debe considerar en la dimensión total de la apertura bruta en todas las caras interiores del vano, sobre la dimensión terminada especificada por arquitectura.

A continuación se detallan algunos de los casos típicos de posición de vanos dentro de un panel y su estructuración estándar. Estas medidas mínimas se deben considerar para evitar

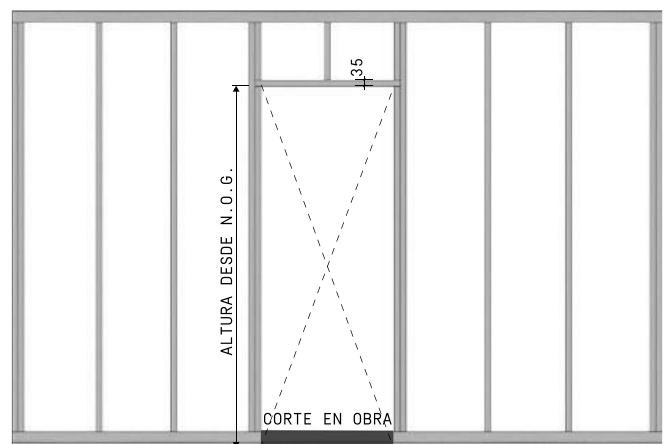
Estructura de vanos

problemas de coordinación y arquitectura. Serán corroboradas y corregidas en etapa de ADP-1.

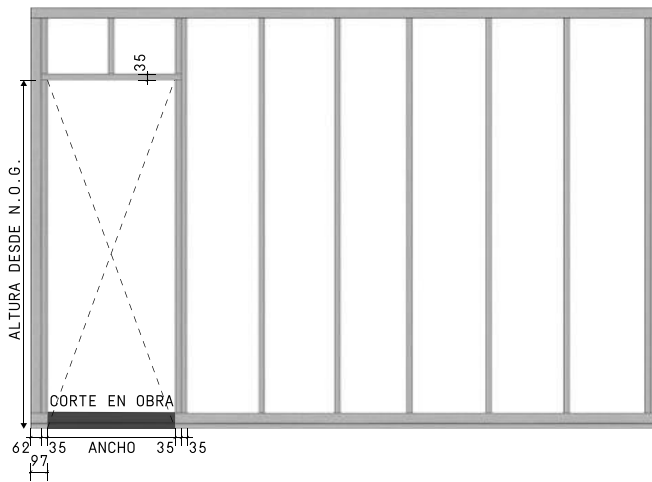
En ventanas, considerar las mismas medidas horizontales, manteniendo soleras inferiores y agregando un doble sólido de $35\text{mm}+35\text{mm}$ de altura como alféizar.

La factibilidad estructural de estas soluciones para cada proyecto deberá ser comprobada por cálculo.

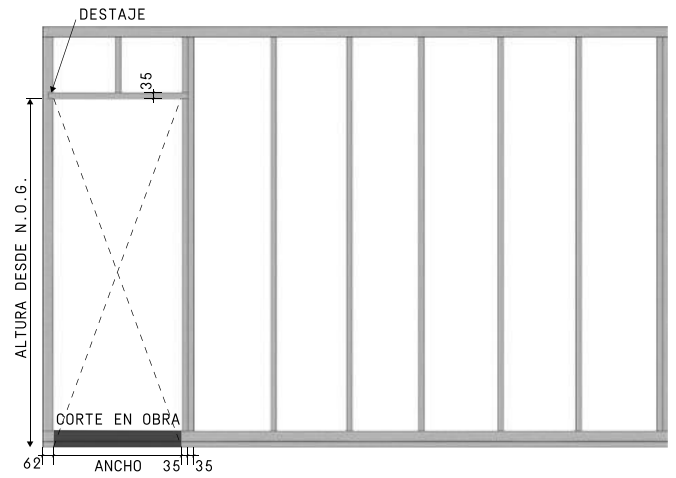
Caso 1: Vano en interior de panel.



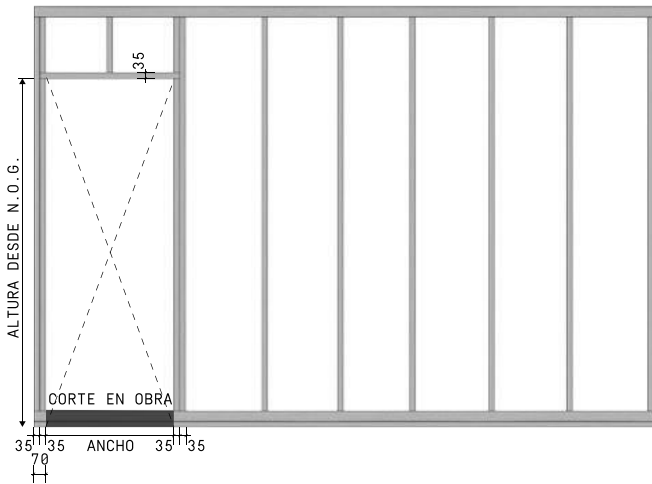
Caso 2: Vano en borde de panel estructural general.



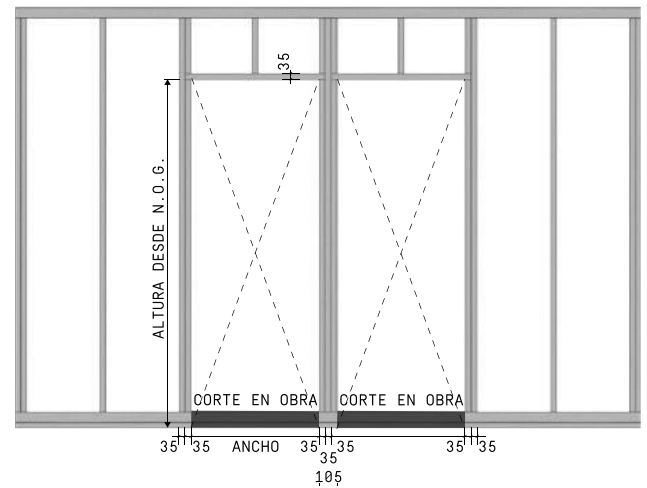
Caso 3: Vano en borde de panel estructural residencial[mínimo excepcional].



Caso 4: Vano en borde de tabique.



Caso 5: Puertas adyacentes [separación mínima].



Control de madera

¿Cómo se mide el consumo de madera?

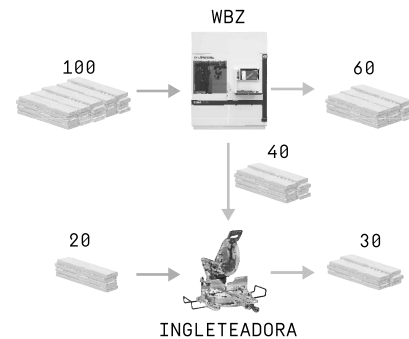


Proceso:

La madera es dimensionada en la procesadora de vigas; lugar donde se realizan cortes, perforación y rebajes con precisión milimétrica. Por otra parte, toda la madera que no requiere de mecanizados, es cortada de forma manual con la ingletadora, con el fin de mantener controlada la carga de trabajo que recibe la máquina para dar a basto.

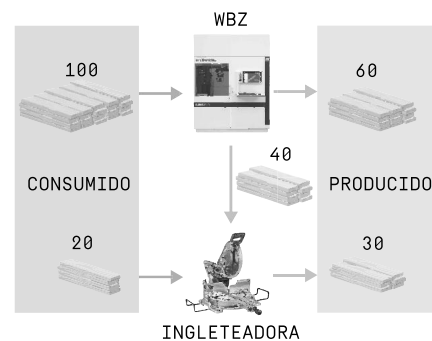
De cada 100 piezas de madera que ingresan a la procesadora WBZ, 60 unidades se utilizan en su totalidad y el sobrante es ingresado a la línea manual, la cual reutiliza los sobrantes de la procesadora e incorpora nueva madera, para obtener así el total de piezas a utilizar.

En resumen



Consumo:

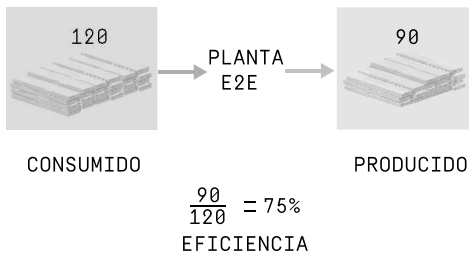
El consumo de madera de la planta se puede resumir en que a partir de 120 unidades que se consumen, solo 90 de ellas entran a la línea de producción; mientras tanto, la diferencia pasa a ser madera que se reutilizara en otro proyecto o en el peor de los casos, será desechada.



Eficiencia:

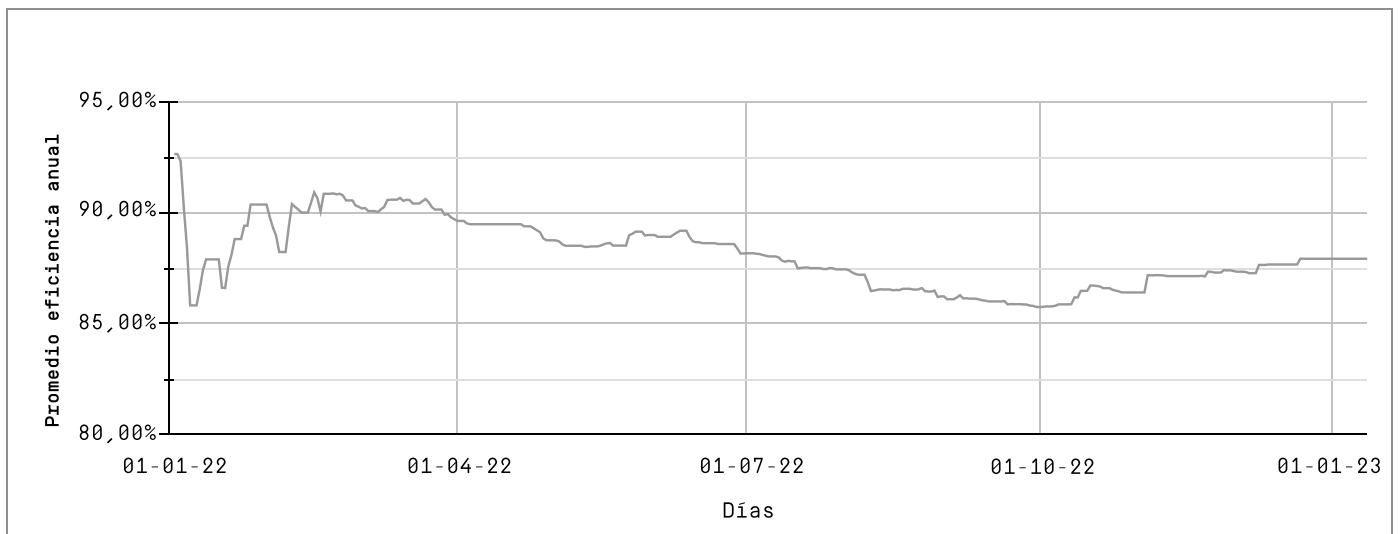
¿Cómo se mide la eficiencia de la madera?

La Eficiencia del consumo de madera se calcula dividiendo el material producido por lo consumido, y de esta forma se obtiene la eficiencia de la producción de madera de la planta.



Eficiencia anual 2022.

A continuación se puede observar la eficiencia anual con respecto al consumo de madera en la planta, para que la línea de producción sea eficiente con respecto a este material se debe superar el 90%.



Control de Placas

Por criterio estructural para el sistema de panel, se considera como mínimo una de sus caras con placas estructurales, esto va a depender de las cargas a resistir entregadas por el calculista, la terminación o el valor de la solución que se considera en el presupuesto; en base a estos criterios, es la cantidad de placas que se necesitará agregar.

La estructuración del panel no permite que las placas estructurales se fijen en el mismo elemento de madera que la placa de revestimiento, esto sucede por que existe variación entre la dimensión de ambas placas y además por solicitud del fabricante, se debe considerar una holgura de 3 mm en la unión de placas por efecto de dilatación de la misma, para solucionar esto es que se debe dimensionar previamente todas las placas estructurales a 1197 x 2397 mm y de esta forma ambas placas se logran fijar al mismo pie derecho o cadeneta.

Eficiencia

En el proceso de dimensión, cada placa estructural que ingresa pierde el 3,6% de su volumen total.

La eficiencia de una placa se da por la diferencia que hay en cuanto al volumen que se consume menos la totalidad de la placa, dando como resultado un 96,38% en el caso de la placa estructural y en el caso de la placa de revestimiento se utiliza el 100% de su volumen. Todos estos valores se consideran un panel rectangular sin vanos, ya que depende de cada proyecto la cantidad y tamaño de ellos.

Al igual que en el caso de la madera, se intenta reutilizar el mayor porcentaje de la placa; pero muchas veces no se logra, ya que utilizar retazos de placas, tiende a ser un proceso más lento.



Criterios de Optimización

La problemática a la que se enfrenta la empresa, consiste en la gran cantidad de materia prima que se desecha, y no cuenta con un plan de acción que ayude a disminuir el consumo de madera y placas.

Luego de analizar el proceso de fabricación de paneles en E2E, existen muchos factores que se deben considerar para mejorar la eficiencia de la producción.

• **Compatibilidad de placas**

Por cada placa estructural que ingresa, se pierde el 3,6% de su volumen total; solo en el proceso de dimensionar, ya que debe coincidir la fijación, con la placa de revestimiento. Esto afecta en gran parte la ejecución en la planta, ya que se debe contar con una persona extra que realice esa labor.

Esa pequeña cifra que da el total de pérdida de una placa, al llevarlo a número de un proyecto industrializado donde se deben ejecutar varias unidades, se obtiene por ejemplo que de cada 28 placas de OSB dimensionadas, se pierde el volumen de una de ellas.

Propuesta:

Con el fin de aprovechar la totalidad de las placas, inclusive cuando éstas deban ser dimensionadas; es que se debería evaluar la solución de traslapar ambas placas, de manera que sean fijadas a pie derechos diferentes. Esto se considera en dos casos, estructura con distanciamiento entre pie derecho a 600 mm y a 400 mm. A continuación se ejemplifica con uno de ellos..

Pie derecho a 600mm

Como la solución de E2E considera doble pie derecho en la unión de placas estructurales, el distanciamiento máximo entre pie derecho es de 559 mm. Para lograr un traslape de placa de manera correcta, se debe disponer del panel similar al detallado en la figura 1

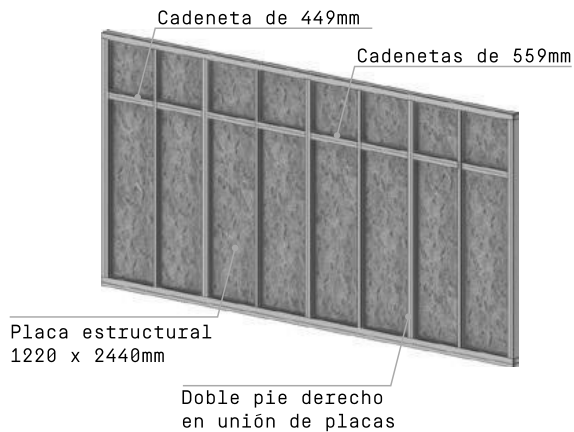


Figura 1. Estructuración de panel dimensión máxima de OSB

Al momento de modelar la placa de yeso, se debe fijar el punto medio de la placa, al punto medio del panel, tal como se describe en la figura 2. Esto tendrá como finalidad, centrar la distribución para no afectar demasiado el distanciamiento entre pie derechos.

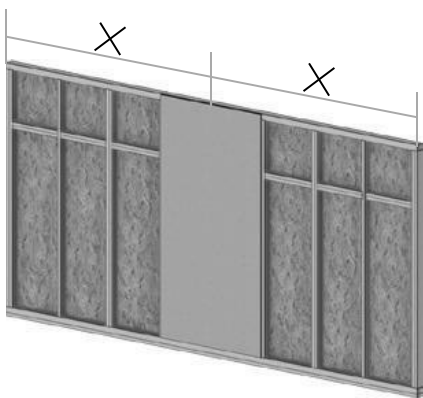


Figura 2. Ubicación de la placa de YC en el centro del panel

Como ambas placas tienen dimensiones y requerimientos diferentes, puede suceder que la placa de revestimiento, no se ajuste al pie derecho de la estructura descrita anteriormente; es por esto que el centro del pie derecho simple, se debe mover al borde de la placa, señalado en la figura 3.

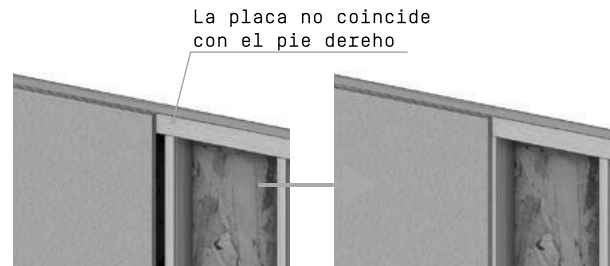


Figura 3. Solución de desfase entre YC y estructura

Se distribuye equitativamente en ambos sentidos las placas de yeso cartón en el panel, y a su vez se debe ajustar la ubicación de los pie derechos simples.

Como paso final, solo queda agregar la pieza sobrante en los bordes [Figura 4], este punto dependerá del largo del panel. A pesar de que se debe dimensionar la placa de revestimiento, la pérdida de material es menor en comparación al dimensionar una placa estructural.

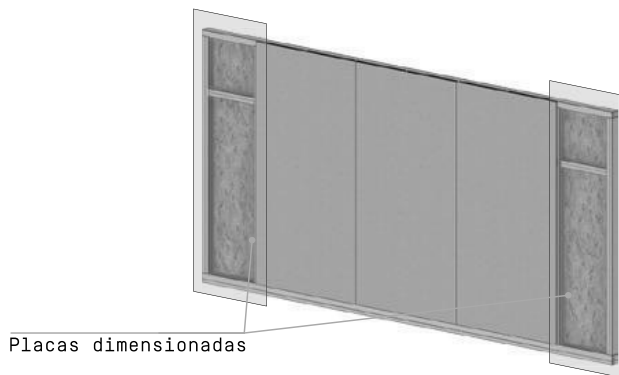


Figura 4. Detalle de placa en los bordes

Si bien los tiempos en la producción pueden disminuir, este proceso afectaría al tiempo de Diseño y Modelación, puesto que las operaciones descritas anteriormente se deben realizar en el modelo 3D. Es por ello que se debe considerar 1 minuto adicionales por m² a los tiempos de modelado. [Tiempo referencial obtenido de la ejecución de las operaciones por el Modelador Bim E2E].

• Altura de panel

La empresa E2E realiza paneles con altura máxima de 3200 mm; está limitado por la altura que permite la mesa de trabajo del portal y el transporte. También se considera la altura mínima para la línea automática que es de 1500 mm.

Como las máquinas cuentan con una precisión milimétrica, se pueden fabricar paneles de cualquier altura dentro del rango antes señalado, este punto depende de la altura solicitada por el proyecto de arquitectura.

Al contar con materia prima modular; madera y placa con dimensiones estándar, muchas veces no coincide con la arquitectura de los clientes, esta incompatibilidad causa la mayor pérdida de recursos.

El sistema marco plataforma permite en algunos caso disminuir la cantidad de madera, ya que la placa estructural le entrega rigidez al panel, sumado a la resistencia entregada por los clavos; es por ello que el sistema solo requiere de solera y pie derecho, y si el panel supera la altura de la placa, se considera doble cadeneta para su fijación.

Propuesta:

Considerando el tipo de madera que se ocupa y sus respectivas dimensiones, obtenemos que la altura del pie derecho es 149 mm menor que la altura del panel; es decir, si un panel es de 2400 mm, la altura de sus pie derechos es de 2251 mm, debido a que ambas soleras son de madera bilaminada de sección 62 mm, más la solera de fabricación que es de 35 mm. Con

esto podemos encontrar la altura de panel donde se utilice sobre el 90% de la madera.

Otro punto a considerar es la dimensión nominal de las placas estructurales, que normalmente es de 1220 x 2440 mm. Cuando un panel supera la altura de la placa se debe considerar cadenetas, es por ellos que la longitud de la madera debe ser compatible con esos factores, de tal forma que si una madera de 3200 mm se corta a 2500 mm, el sobrante se utilice en las cadenetas.

Tomando estos datos y analizando los posible casos, el resultado es el siguiente:

Paneles sin cadeneta

El primer caso de estudio corresponde a los paneles que no superan la altura de la placa, para ello la altura máxima considerada es de 2400 mm, puesto que para estos paneles no se requiere de cadeneteado, la pérdida de la madera no se puede reutilizar en la fabricación; por lo tanto, entre más cercana sea la diferencia de altura entre el pie derecho y la madera comercial, menor será la pérdida.

MADERA COMERCIAL	SEPARACIÓN	ALTURA-PANEL	SECCIÓN	LONGITUD PIE DERECHO	PERDIDA X/UN	MADERA COMPRADA	MADERA UTILIZADA	PERDIDA TOTAL	EFICIENCIA
2400	@400	1500	149	1351	1049	2400	1351	1049	56,29%
2400	@400	1600	149	1451	949	2400	1451	949	60,46%
2400	@400	1700	149	1551	849	2400	1551	849	64,63%
2400	@400	1800	149	1651	749	2400	1651	749	68,79%
2400	@400	1900	149	1751	649	2400	1751	649	72,96%
2400	@400	2000	149	1851	549	2400	1851	549	77,13%
2400	@400	2100	149	1951	449	2400	1951	449	81,29%
2400	@400	2200	149	2051	349	2400	2051	349	85,46%
2400	@400	2300	149	2151	249	2400	2151	249	89,63%
2400	@400	2400	149	2251	149	2400	2251	149	93,79%

Paneles con cadeneta

Para está solución el método de evaluación no puede ser el mismo, puesto que la cantidad de cadenetas varía según el largo del panel y no es compatible con la cantidad de pie derechos, por lo tanto en muchos de los casos se requiere de más madera.

Se tomó como ejemplo un panel compuesto por 5 placas estructurales a

lo largo sumando una longitud de 6118 mm y se evaluó con distanciamiento de pie derechos a 400 y 600 mm.

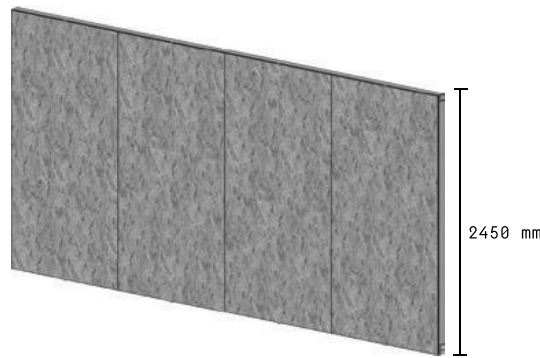
LONGITUD PANEL	MADERA COMERCIAL	SEPARACIÓN	ALTURA DE PANEL	MADERA COMPRADA [ML]	MADERA UTILIZADA [ML]	PERDIDA TOTAL	EFICIENCIA
6118	2400	@400	2500	64,80	62,41	2,39	96,30%
6118	3200	@400	2600	70,40	64,61	5,79	91,77%
6118	3200	@400	2700	73,60	66,81	6,79	90,77%
6118	3200	@400	2800	73,60	69,01	4,59	93,76%
6118	3200	@400	2900	73,60	71,21	2,39	96,75%
6118	3200	@400	3000	80,00	73,41	6,59	91,76%
6118	3700	@400	3000	81,40	73,41	7,99	90,18%
6118	3700	@400	3100	81,40	75,61	5,79	92,88%
6118	3200	@400	3100	83,20	75,61	7,59	90,87%
6118	3700	@400	3200	85,10	77,81	7,29	91,43%
6118	3200	@400	3200	83,20	77,81	5,39	93,52%
6118	2400	@600	2500	52,80	51,00	1,80	96,59%
6118	3200	@600	2600	57,60	52,70	4,90	91,50%
6118	3200	@600	2700	57,60	54,40	3,20	94,45%
6118	3200	@600	2800	64,00	56,10	7,90	87,66%
6118	3700	@600	3100	66,60	61,20	5,40	91,89%
6118	3700	@600	3200	66,60	62,90	3,70	94,45%
6118	3200	@600	3200	67,20	62,90	4,30	93,60%

¿Qué panel es más eficiente para la optimización de madera y placas en cada caso?

Los paneles industrializados de E2E más eficientes con respecto al consumo de materia prima son de altura 2450 mm y 2985 mm, en ambos casos con distanciamiento entre pie derecho cada 400 mm.

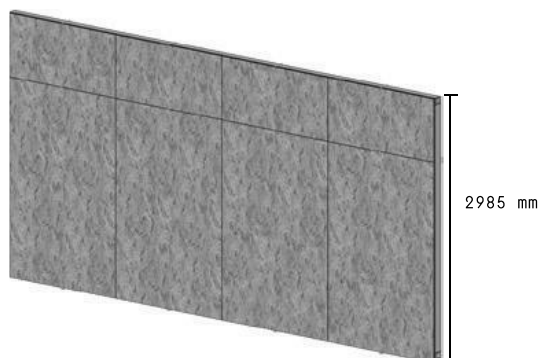
Panel de 2450 mm.

Se puede obtener una eficiencia de 95,88% de uso de madera y un 100% de uso de placa.



Panel de 2985 mm.

Se puede obtener una eficiencia de 97,97% de uso de madera y un 88,52% de uso de placa.



• Adaptación de Arquitectura

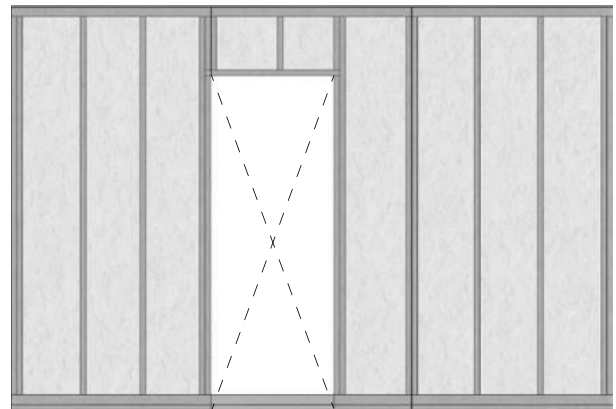
El principal problema al que se enfrenta la estandarización de los paneles, es que no existen estudios previos y los proyectos que se desarrollan no son diseñados pensando en industrializarse; es por ello que casas con otra infraestructura, son adaptadas por parte del equipo de E2E y son muy restringidos los cambios que se pueden realizar sin afectar a la arquitectura.

Propuesta:

Determinar la ubicación de los vanos, logrando que sea óptima para el aprovechamiento de materiales. Esta debe ser analizada con respecto a las dimensiones de las placas; por lo tanto, se obtienen cuatro casos en los cuales el uso de madera es variable.

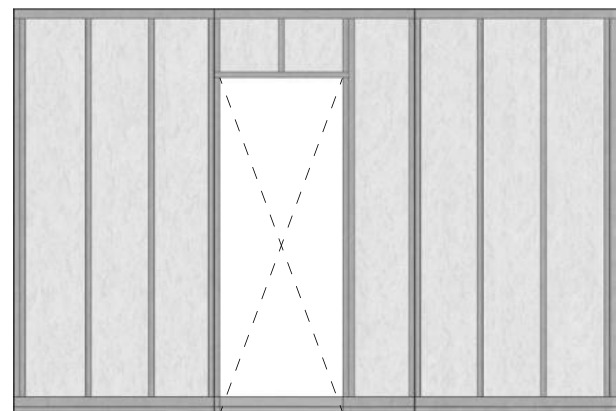
Puertas

Caso 1. Borde de vano en encuentro de placa.



Consumo de madera: 44.62 m³

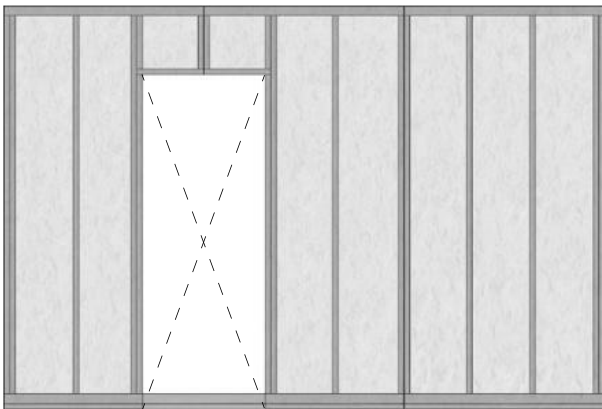
Caso 2. Solución de vano reemplazando doble pie derecho.



Consumo de madera: 44.29 m³

Ventanas

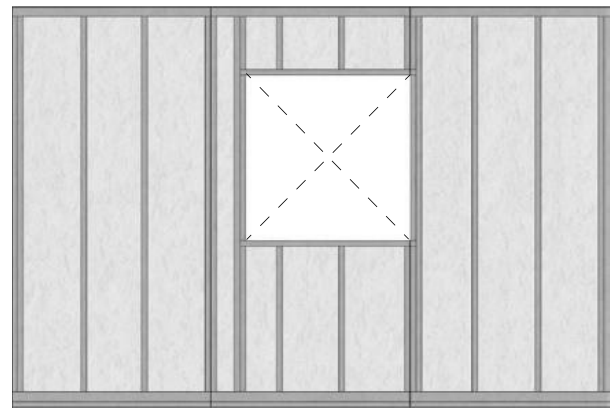
Caso 3. Encuentro de placas en dintel del vano.



Consumo de madera: 44.62 m^l

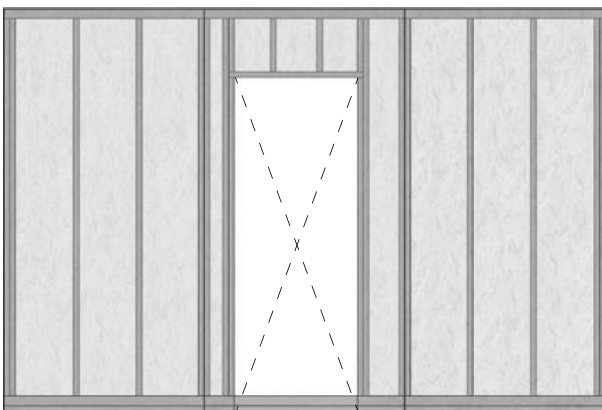
Caso 1. Borde de vano en encuentro de placa.

V1



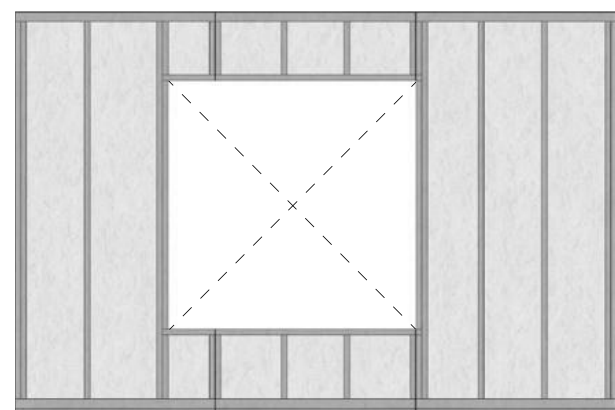
Consumo de madera: 48.90 m^l

Caso 4. Vano al interior de placa.



Consumo de madera: 49.22 m^l

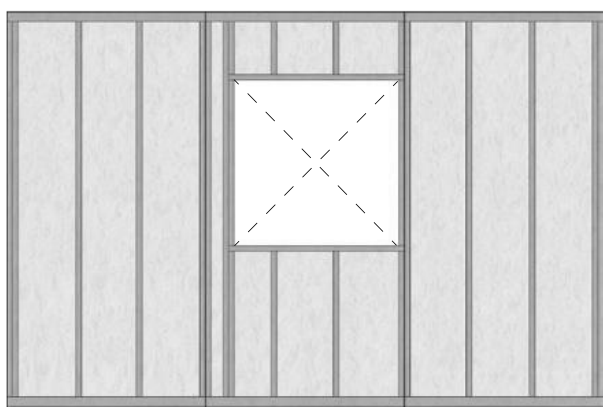
V2



Consumo de madera: 42.94 m^l

Caso 2. Solución de vano reemplazando doble pie derecho.

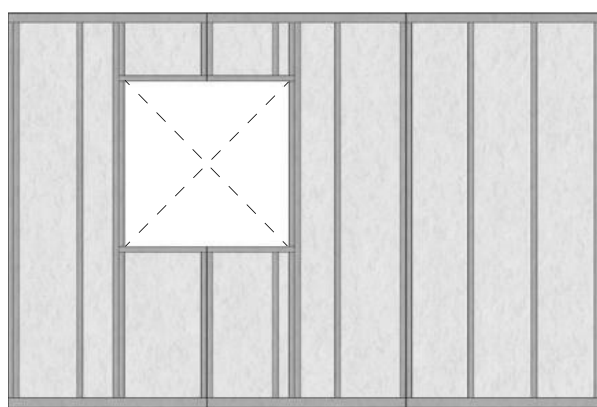
V1



Consumo de madera: 47.68 m^l

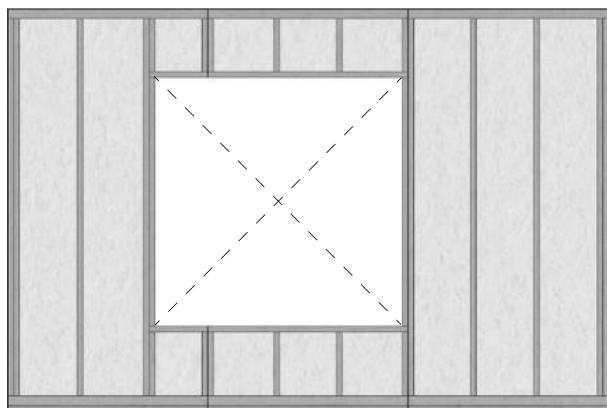
Caso 3. Encuentro de placas en dintel del vano.

V1



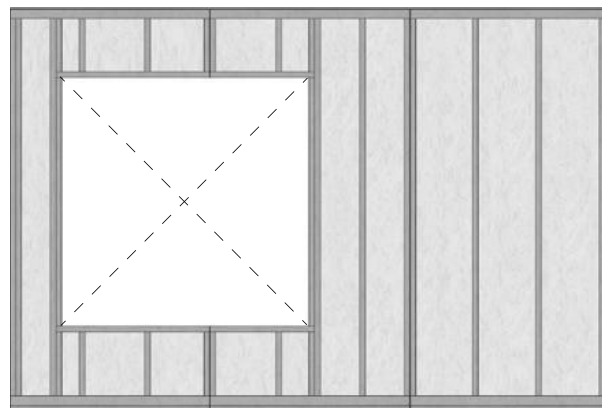
Consumo de madera: 48.89 m^l

V2



Consumo de madera: 42.22 m^l

V2

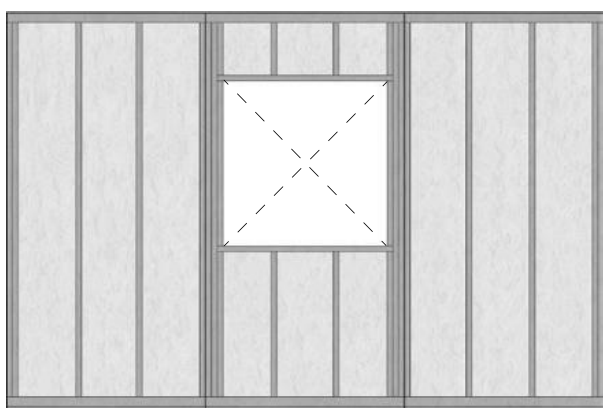


Consumo de madera: 47.54 m^l

Caso 4. Vano al interior de placa.

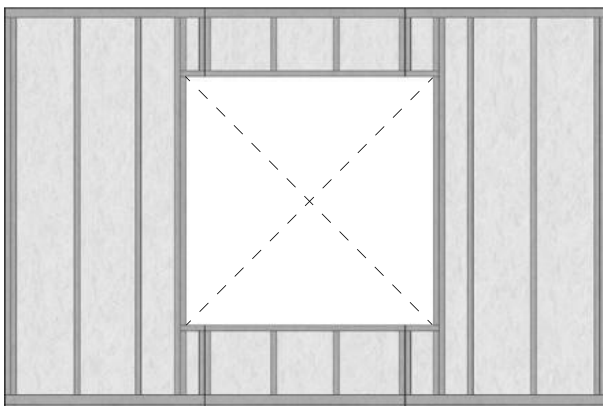
En este punto el diseño arquitectónico es clave para lograr que un proyecto sea eficiente, comparando resultados obtenemos que según la ubicación del vano es posible optimizar hasta 4.6 metros lineales de madera en paneles iguales.

V1



Consumo de madera: 52.28 ml

V2



Consumo de madera: 45.96 ml

Conclusión

La construcción industrializada al ser un sistema constructivo innovador, debe mantenerse en constante desarrollo de nuevas soluciones que ayuden a mejorar los procesos productivos.

Para lograr mejorar el consumo eficiente de los recursos en la producción, es necesario que los clientes tengan conocimiento previo de cómo funciona el sistema industrializado, ya que los diseños que presentan no son pensados desde el inicio con la idea de ser fabricado por E2E. Si bien la empresa cuenta con un equipo que se dedica a realizar adaptaciones de proyectos, muchas veces los mandantes no aceptan modificaciones al ya tener un diseño consolidado; como por ejemplo, cambiar la altura habitable de los recintos.


El alcance en el desarrollo de la investigación es solo un indicio de las múltiples mejoras que se pueden hacer a partir del diseño arquitectónico, con la meta de lograr los números de eficiencia ideales para la producción.

La empresa E2E debiera apuntar a la creación de una guía de diseño indus-

trializado, incluyendo las medidas de los materiales que existen en el mercado en Chile, para facilitar la creación de proyectos y que desde un inicio sean pensados en este sistema constructivo.

En resumen, la optimización de la materia prima en la construcción industrializada en madera se ha convertido en un factor clave para lograr proyectos eficientes y sostenibles. A través de técnicas y herramientas especializadas, es posible maximizar el rendimiento de los recursos forestales, reducir los costos y minimizar el impacto ambiental. La búsqueda constante de mejoras en este aspecto es fundamental para impulsar la adopción de la construcción industrializada en madera y promover una industria de la construcción más sostenible.





- 2^{do} Tema de Investigación

“Arquitectura de un diseño industrializados eficiente - Casó Casa Fenix 2.0”

Contenido:

- Introducción
- Viviendas sociales industrializadas
- Análisis de Casa Fénix 2.0 Familia Uribe Troncoso
- Cotización de Propuesta E2E
- Solución de Arquitectura
- Transporte Casa Fénix
- Comparación de Arquitectura
- Gestión de Nesting, madera y placas
- Optimización de materias primas
- Conclusiones

Introducción

Casa FENIX 2.0 es una vivienda solar social para la reconstrucción de Valparaíso. Es la primera vivienda reconstruida del incendio de Navidad 2019 en Cerro Rocuant, Valparaíso, diseñada especialmente para la Familia Uribe Troncoso.

Fuente: casafenix.org

El desarrollo de viviendas sociales por E2E no es algo ajeno, casos recientes como las viviendas Eco barrio y Ditec, son ejemplo de ello; sin embargo, para la empresa, el principal problema de estos proyectos es el bajo margen de ganancias, ya que los costos operacionales son elevados; por lo tanto, para obtener esa reducción debemos apuntar a un diseño arquitectónico eficiente para la construcción industrializada.

Tomando el primer tema de estudio para adaptar el diseño de la Casa Fenix 2.0, el objetivo será disminuir el costo en material, tiempo y logística.

Entregando una propuesta arquitectónica, con soluciones de muros E2E dentro de un presupuesto real para la construcción de obra gruesa de la vivienda.

¿Cómo saber si un proyecto mejora su eficiencia?

Se debe realizar comparaciones entre la vivienda tradicional y la vivienda industrializada, abarcando como tema central, la optimización de madera y placas.

Viviendas sociales industrializadas

Vivienda Ditec

Primera vivienda industrializada aprobada por el Minvu para el Plan de Emergencia Habitacional. Fue diseñada en conjunto por la División de Estudios y Fomento Habitacional [DITEC] del Minvu y E2E. Cuenta con arquitectura del Minvu y tecnología de E2E.

- DS49
- Vivienda aislada de 2 pisos.
- 2 dormitorios, 1 baño, con cocina de concepto abierto.
- 50.9 m², con altura de piso a cielo de 2,37 metros.
- Aislación térmica con fibra de lana de oveja de fabricación nacional.
- Ventanas de termopanel con marcos de PVC de perfil americano.
- Puertas exteriores metálicas, revestimiento exterior terminado en Smart Panel.



Proyecto Ecobarrio

Conjunto habitacional ubicado en la comuna de San Rafael, región del Maule. El proyecto considera 40 viviendas de 56,68 m² hasta 71,49 m² aproximadamente. Fue desarrollada por el centro de investigación en tecnologías de la construcción de la Universidad del Bío-Bío.

- DS10
- Vivienda aislada de 2 pisos.
- 2 o 3 dormitorios, 1 baño, con cocina y recinto complementario.
- 56.68 m² a 71,49 m², con altura de piso a cielo de 2,40 metros.
- Aislación térmica con fibra de lana de oveja de fabricación nacional.
- Concepto de doble altura con panel de techo inclinado, logrando una altura de 5,5 m.
- Fachada ventilada



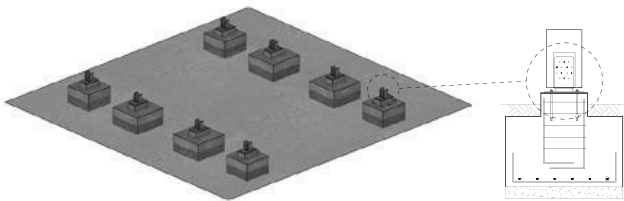
Análisis de Casa Fénix 2.0 Familia Uribe Troncoso

La Casa Fénix es una vivienda unifamiliar de 72,8 m², la cual fue diseñada por un equipo de estudiantes y profesores de la Universidad Técnica Federico Santa María para la familia Uribe Troncoso, como parte del programa de reconstrucción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo [MINVU], por medio del Subsidio Habitacional DS-1.

A continuación se analizarán diferentes etapas de la construcción de la vivienda.

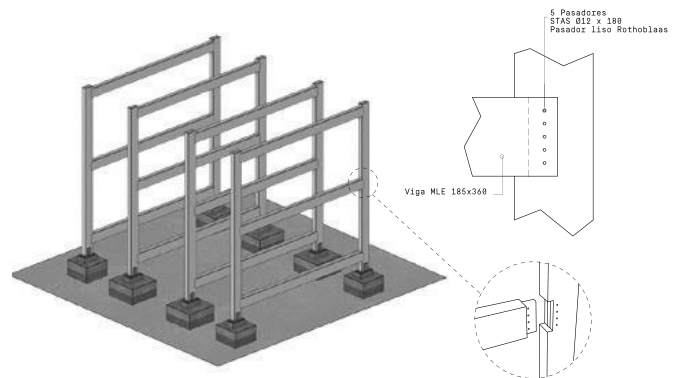
Adaptación al terreno.

Para adaptarse a la pendiente del Cerro Rocuant, la casa está fundada sobre ocho apoyos puntales, cada uno de ellos contiene un herraje metálico que permite conectar con la estructura superior de madera.



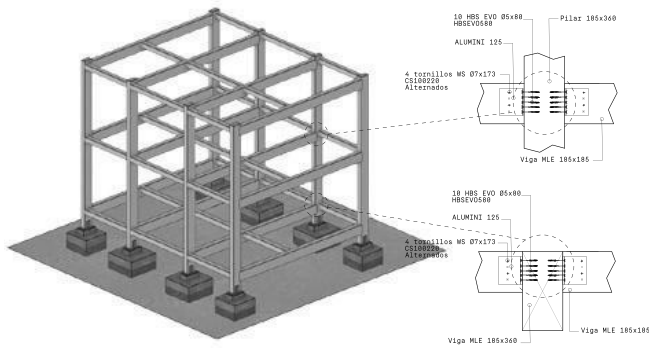
Estructura de marcos.

La estructura principal de la casa está construida con cuatro marcos de madera laminada en secciones de 185 x 360 mm, formado por pilares de 6,5 m y vigas de 6,3 m de longitud. La unión de estos elementos es a base de ensambles de carpintería de armar robotizada CAR y fijados con 5 pasadores lisos Rothoblaas en cada uno de ellos.



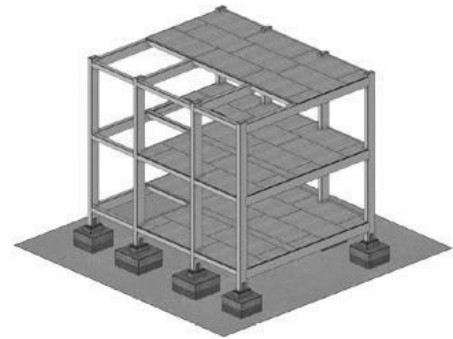
Unión de marcos.

Para rigidizar la estructura, se agregan vigas laminadas de sección 185 x 185 mm, perpendiculares a la dirección de los marcos conectándose entre sí, esta conexión se logra con ángulos L 100x100x3 y tornillos HBS.



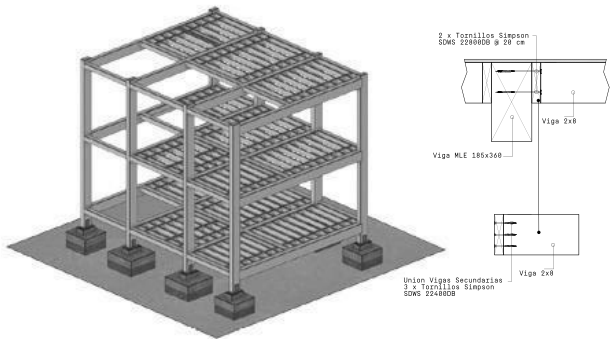
Estructura de Piso.

La estructura del piso ventilado, piso dos y cubierta, está diseñado con madera de pino radiata de grado G2 de sección 41 x 185 mm, son fijadas a la viga principal y secundaria con tornillos.



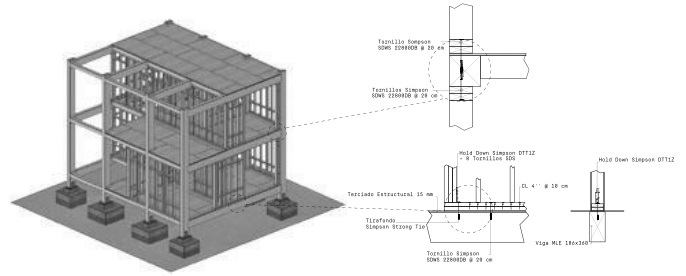
Estructura de muro.

Los muros son estructurados con madera de 2x6" @40cm de separación, con conectores Hold Down Simpson DTT1Z + 8 Tornillos SDS a piso y la conexión entre muros es realizada con Tornillo Simpson @ 30 cm. La altura máxima de los muros es de 2660 mm.



Revestimiento de Piso.

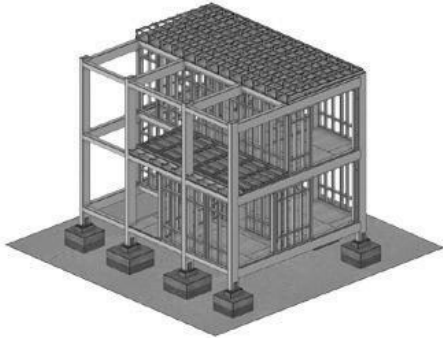
Como placa estructural de piso, es utilizado Arauco plywood de 15 mm, el cual es dispuesto de forma traslapada fijada con clavos a las vigas y cadenas.



Estructura de Cubierta.

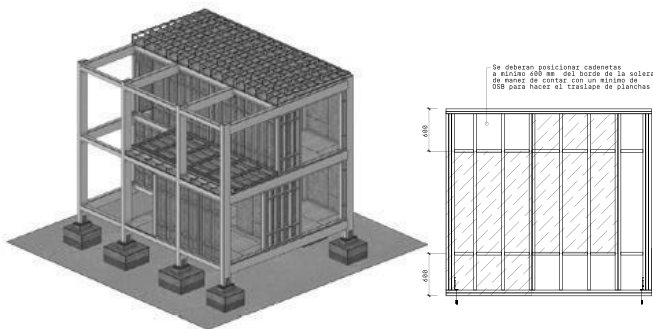
Como estructura de cubierta se consideran cerchas tipo 1 con madera de 1 x 4" y tipo 2 con madera de 2 x 2", ambas cerchas con costanera de 2 x 2", estos elementos están dis-

puestos sobre la estructura de piso por lo que no está sometida a muchos esfuerzos.



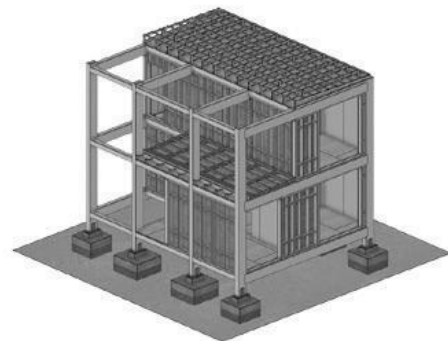
Revestimiento interior estructural.

Se considera OSB de 11,1 mm de espesor como revestimiento estructural, fijados con clavos de 4" @10 cm intercalados en los pies derechos de bordes, en los pie derechos intermedios y soleras se fija igualmente con clavos de 4" pero distanciados @20cm. Las placas al igual que en el piso deben ir dispuestas traslapadas.



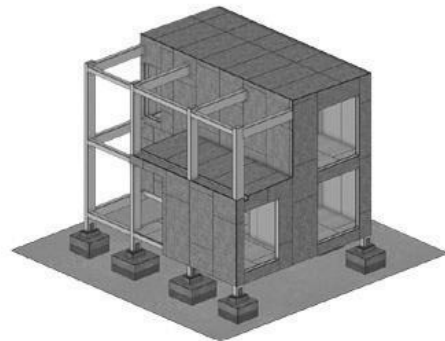
Revestimiento interior.

Para el revestimiento interior se considera yeso cartón estándar de 15 mm en zona seca y yeso cartón resistente a la humedad de 15 mm en zonas húmedas.



Revestimiento exterior estructural.

Para el revestimiento exterior de muros y techumbre se proyectó OSB de 11,1 mm fijados con el mismo patrón de clavados que el interior, está capa entrega un plomo exterior continuo para la posterior instalación de la fachada ventilada.



Cotización de Propuesta E2E

Considerando la arquitectura existente de la casa Fenix Uribe Troncoso, se presenta una propuesta económica para industrializar la vivienda con el sistema E2E, evaluando las partidas correspondientes a la obra gruesa de la construcción, sin contemplar fundaciones y solución de piso.

Valor UF: \$35.020 [23/12/22]

m2 Superficie: 72,85

m2 Paneles: 207,33

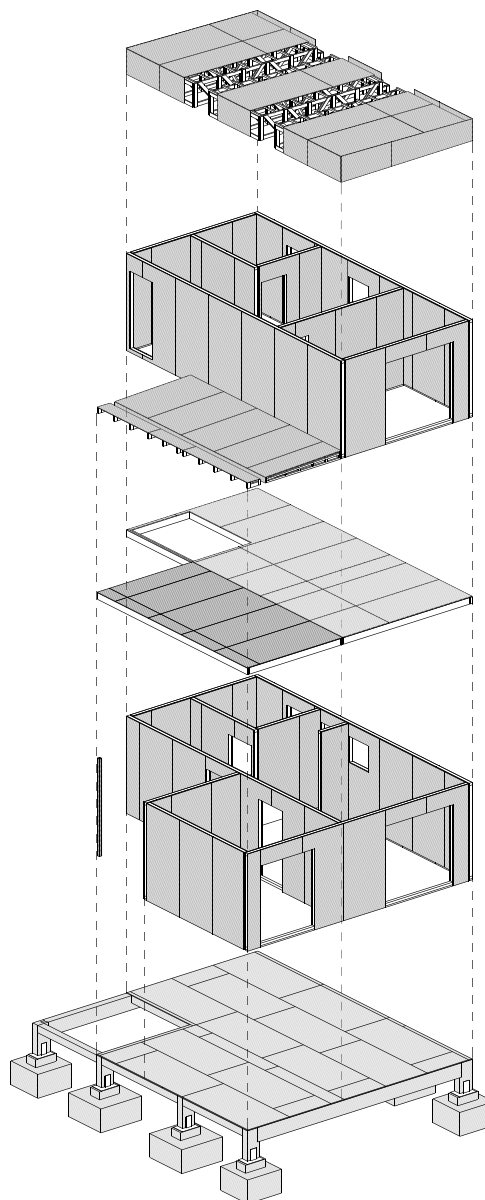
Unidades: 1

Propuesta	Valor [UF]	UF/M2
Soluciones E2E	570,89	7,84
Cerchas	55,78	0,77
Montaje	112,25	1,54
Transporte	14,45	0,20
Pilares Metálicos	4,02	0,06
Total	757,38	10,40

Unidades: 10

Propuesta	Valor [UF]	UF/M2
Soluciones E2E	439,48	6,03
Cerchas	55,78	0,77
Montaje	18,29	0,25
Transporte	11,94	0,16
Pilares Metálicos	4,02	0,06
Total	529,51	7,27

Solución de Arquitectura



A partir de la arquitectura existente de la casa Fenix 2.0, se presenta una propuesta de solución panelizada, abarcando todas las partidas de obra gruesa con excepción de las fundaciones y piso ventilado.

El desarrollo de la vivienda industrializada permite modificaciones que ayuden a la optimización de materiales en su producción, sin realizar grandes cambios al diseño original.

Se considera las siguientes soluciones de paneles:

Muro Perimetral

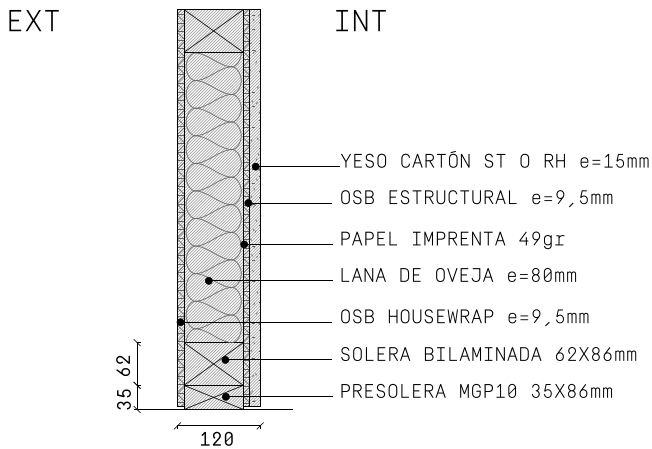


Figura 1: Solución Muro perimetral

Esta solución de muro perimetral se ejecuta en todos los muros exteriores especificados.

La entrega de E2E contempla el núcleo del panel descrito en la figura 1, que consta de la estructura en madera calidad MGP10 de escuadrías 35 x 86 y 62 x 86 mm, el aislante interior será lana de oveja de 80 mm, dispuesto en 2 capas de 40 mm de densidad nominal 15 kg/m³, placas estructural OSB Housewrap [con membrana de humedad incorporada] 9,5 mm en cara exterior, y en cara interior placas de OSB estructural 9,5mm y yeso cartón Gyplac ST 15mm.

En zonas húmedas se contempla placa de yeso cartón Gyplac RH 15 mm en todos los paneles de muros verticales del baño, cocina y logia.

La solución considera membrana de vapor mediante papel imprenta 49 gr/m² por cara interior.

Muro Interior

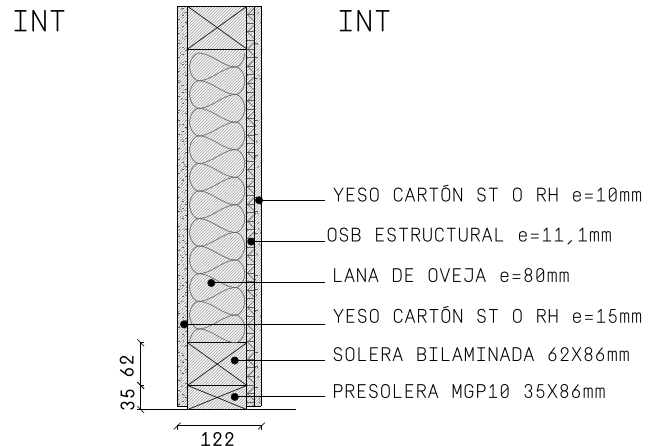


Figura 2: Solución Muro interior

Esta solución de muro interior se ejecuta en todos los muros interiores estructurales.

La entrega de E2E contempla el núcleo del panel descrito en la figura 2, que consta de la estructura en madera calidad MGP10 de escuadrías 35 x 86 y 62 x 86 mm, el aislante interior será lana de oveja de 80 mm [2 capas de 40 mm] de densidad nominal 15 kg/m³, se contemplan placas de OSB estructural 11,1 mm por una cara cubierta por yeso cartón Gyplac ST 10mm y por el otro lado del panel yeso cartón Gyplac ST 15mm.

En zonas húmedas se contempla placa de yeso cartón Gyplac RH en todos los paneles de muros verticales del baño, cocina y logia.

Entrepiso

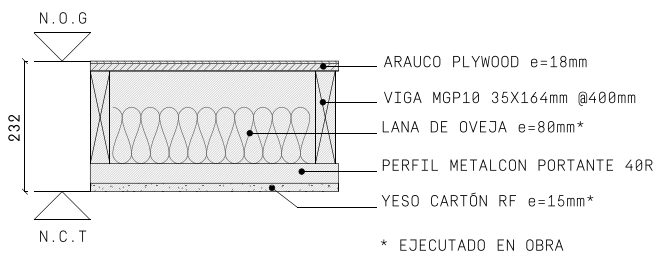


Figura 3: Solución Entrepiso

La solución de entrepiso cubre toda el área indicada como segundo piso. La entrega de E2E contempla el núcleo del panel descrito en la figura 3,

que consta de la estructura en madera de escuadría 35 x 164 mm y revestimiento superior con placa de terciado estructural de 18 mm. Se considera el suministro y la instalación del revestimiento inferior con placa yeso cartón Gyplac RF 15 mm, aislación de lana de Oveja de 80 mm [2 capas de 40 mm] densidad 15 kg/m³, y perfiles Metalcon 40R [este elemento se contempla para ocultar las salidas de los ductos de los muros].

En la zona perimetral de los paneles de entrepiso no está considerado llegar al plomo exterior, el cual está dado por los muros del piso 1. Se considera una separación de aproximadamente 9,5 mm para cubrir en obra con una franja OSB Housewrap de 9,5 mm. Este material será provisto por E2E.

Techumbre

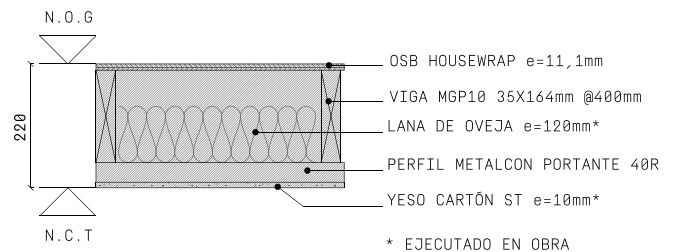


Figura 4: Solución Techumbre

La solución de Techumbre cubre el área indicada sobre el dormitorio principal.

La entrega de E2E contempla el núcleo del panel descrito en la figura 4, que consta de la estructura en madera de calidad estructural MGP10 de escuadría 35 x 164 mm y revestimiento superior con placa de OSB Housewrap de 11,1 mm. Se considera el suministro y la instalación del revestimien-

to inferior con placa de yeso cartón Gyplac ST 10 mm, el aislante de lana de oveja de 120 mm [3 capas de 40 mm] de densidad nominal 15 kg/m³, y perfiles Metalcon 40R [este elemento se contempla para ocultar las salidas de los ductos de los muros].

Cerchas

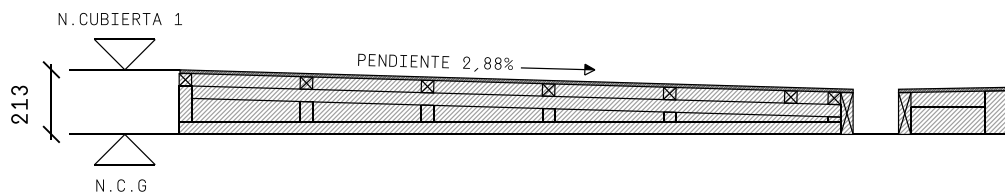


Figura 5: Solución de cerchas cubiertas 1

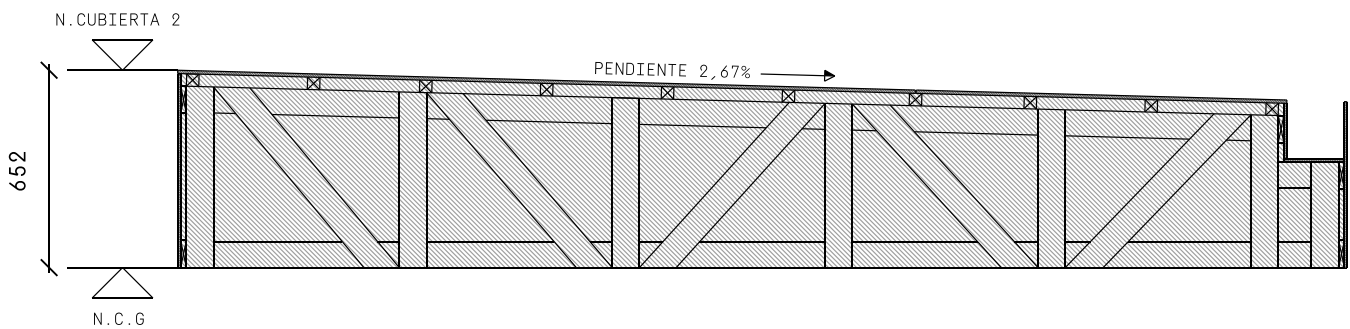


Figura 6: Solución de cerchas cubiertas 2

En la solución E2E, está considerado suministro e instalación de cerchas de madera según el siguiente detalle:

Transporte Casa Fénix

Cerchas de Cubierta 1

- Cuerda superior: 41 x 41mm
- Cuerda inferior: 41 x 41mm
- Miembros interiores: 41 x 41mm
- Separación entre cerchas: @800mm
- Costaneras techo: 41 x 41mm @400mm
- Costaneras cielo: No considera
- Aislación: No considera
- Revestimiento superior: Placa OSB HWR 11,1 mm
- Revestimiento inferior: No considera

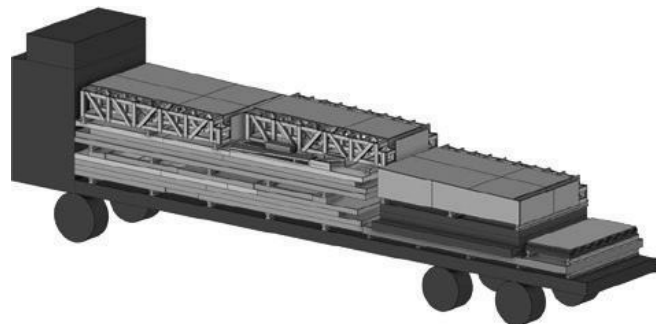
Cerchas de Cubierta 2

- Cuerda superior: 35 x 86mm MGP10
- Cuerda inferior: 35 x 86mm MGP10
- Miembros interiores: 19 x 90mm
- Separación entre cerchas: @600mm
- Costaneras techo: 41 x 41mm @400mm
- Costaneras cielo: No considera
- Aislación: No considera
- Revestimiento superior: Placa OSB HWR 11,1 mm
- Revestimiento inferior: No considera

El transporte está pensado con el fin de aprovechar al máximo la capacidad del camión en cuanto a la carga, los paquetes en promedio pesan 2300 Kg y se encuentran distribuidos según la secuencia de montaje, de modo que al momento de la descargar se pueda montar directamente desde el camión.

Carga 1:

Se transporta una casa en un camión con todos los paneles verticales y horizontales, más los módulos de cerchas y los elementos de montaje, como placas y picking.



Comparación de Arquitectura

Carga 2:

Se considera el transporte de dos casas en un camión; sin embargo, solo se consideran paneles verticales y horizontales, para no superar la altura máxima permitida por las carreteras.

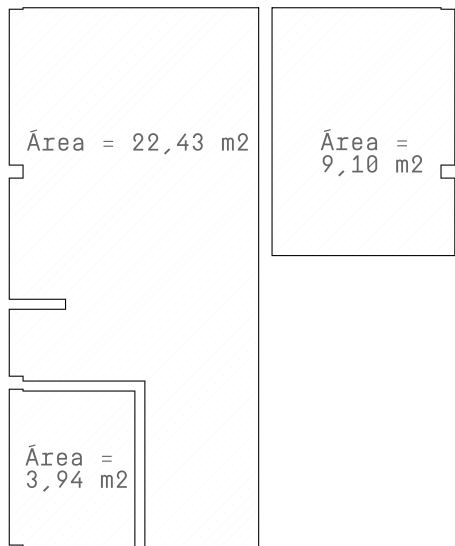
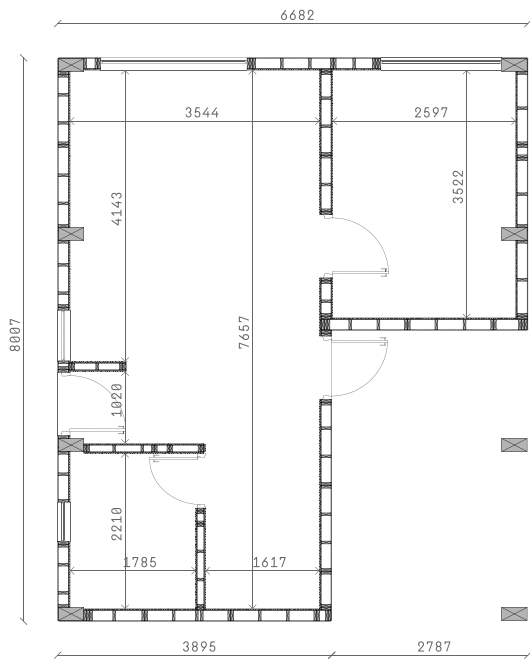


Durante la adaptación de arquitectura se priorizó la modulación de placas estructurales para lograr una mayor optimización, generando cambios a la arquitectura original de la casa Fenix 2.0.

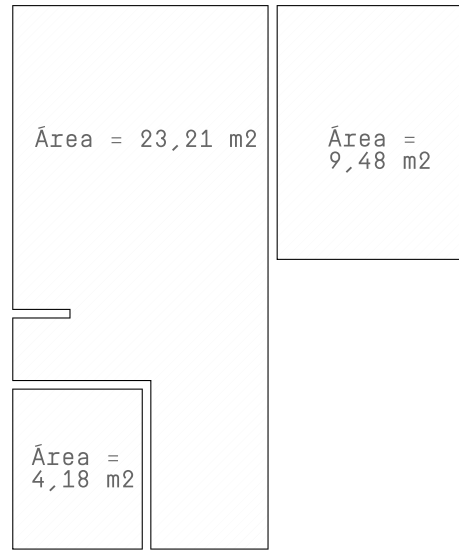
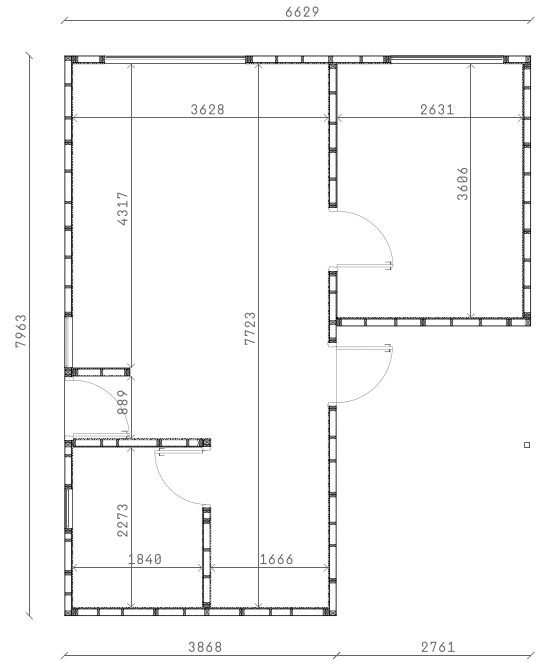
Principales cambios:

- Altura de muros se redujo de 2,66 a 2,45 metros, afectando a la altura habitable de cada piso y al diseño de la escalera.
- Se aumentó el área disponible de los recintos, ya que la solución de E2E es con muros de menor espesor.
- Se modificó la posición y tamaño de vanos, con el fin de disminuir la cantidad de madera.
- Nivel de Cubierta se disminuyó de 6,09 a 5,73 metros, obteniendo 36 cm de diferencia en altura de ambas casas
- Eliminación de la estructura de marcos de madera laminada, los paneles E2E se consideran estructurales.

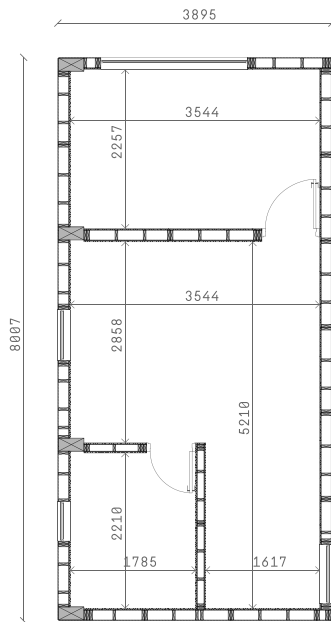
Planta nivel 1
Casa Fenix 2.0



Planta nivel 1
Casa Fenix Industrializada



Planta nivel 2
Casa Fenix 2.0

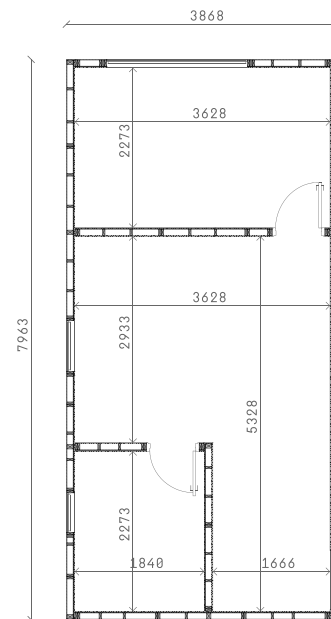


Área = 7,97 m2

Área = 13,92 m2

Área = 3,94 m2

Planta nivel 2
Casa Fenix Industrializada

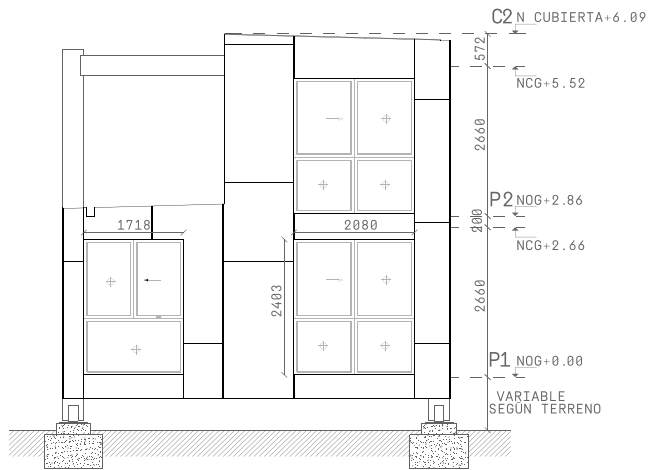


Área = 8,24 m2

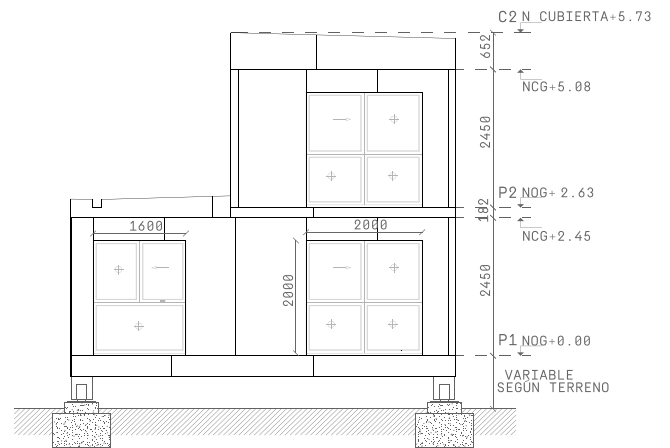
Área = 14,62 m2

Área = 4,18 m2

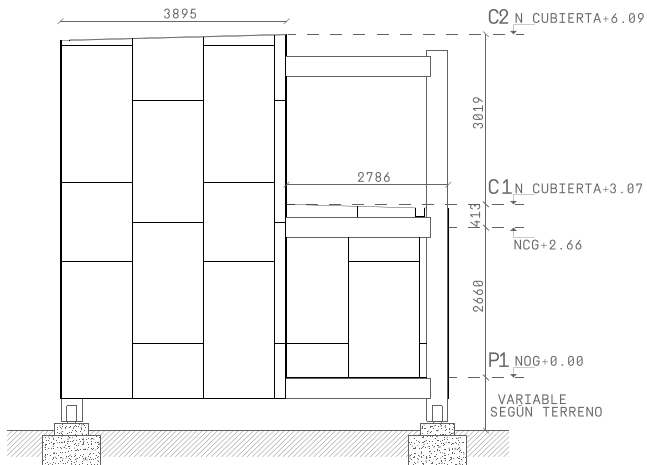
Elevación Frontal
Casa Fenix 2.0



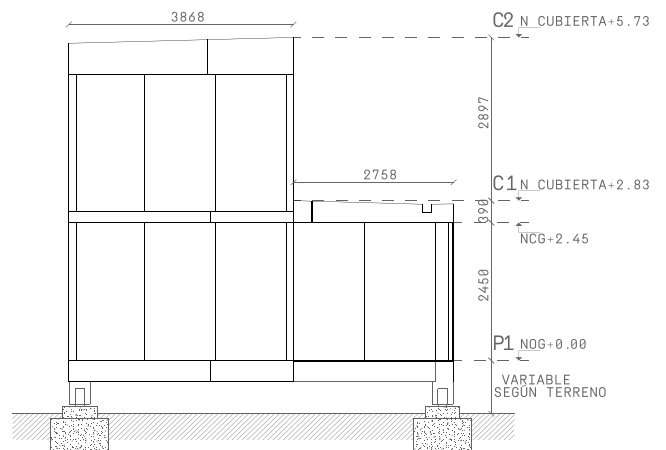
Elevación Frontal
Casa Fenix Industrializada



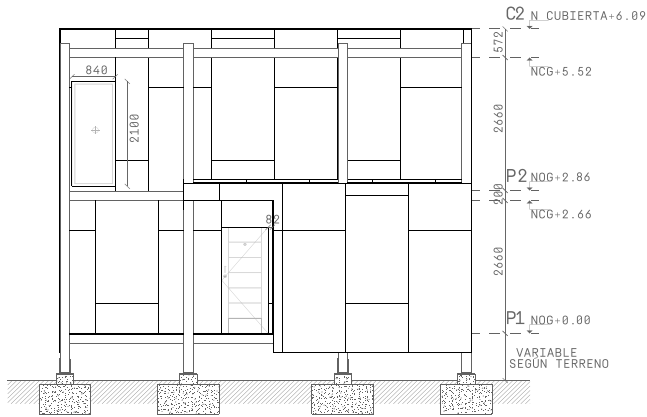
Elevación Posterior
Casa Fenix 2.0



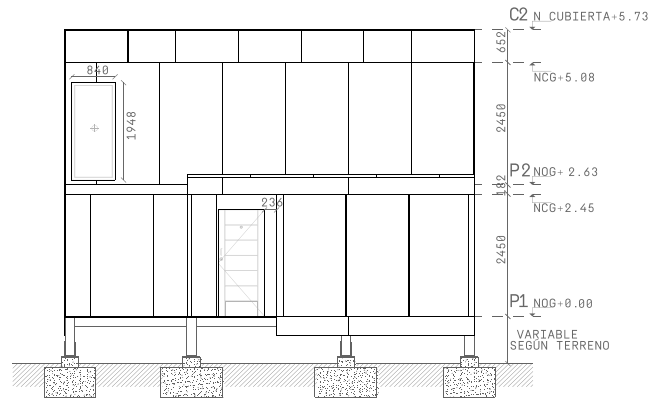
Elevación Posterior
Casa Fenix Industrializada



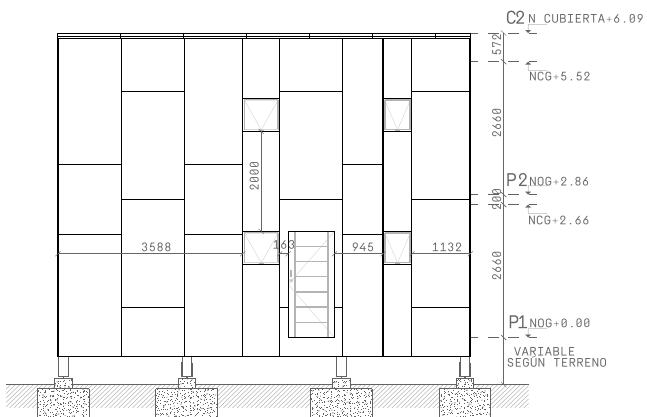
Elevación Lateral Izquierda
Casa Fenix 2.0



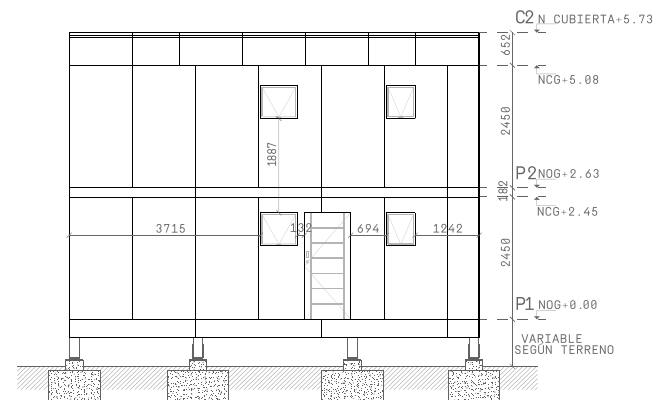
Elevación Lateral Izquierda
Casa Fenix Industrializada



Elevación Lateral Derecha
Casa Fenix 2.0



Elevación Lateral Derecha
Casa Fenix Industrializada



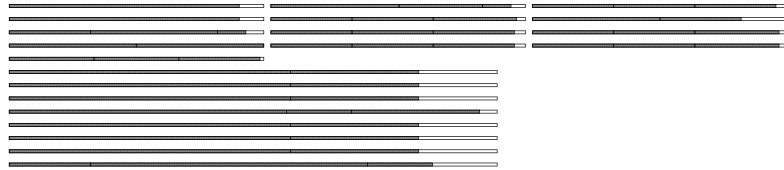
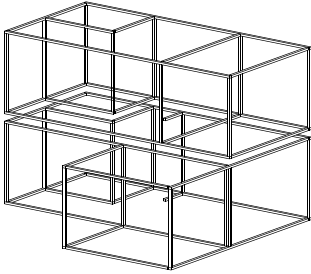
Gestión de Nesting, madera y placas

El nesting o anidado, es un sistema de software basado en algoritmos que aprovecha y optimiza al máximo las piezas que se desean cortar. Con esta función es posible determinar la cantidad real de materiales necesario para la fabricación y además la

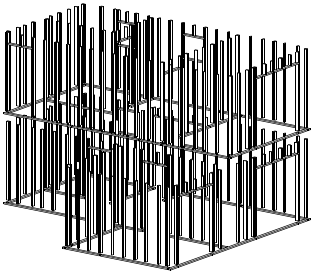
obtención de datos sobre la pérdida de recursos.

Se consideraron todas las placas y maderas de paneles verticales descritas a continuación.

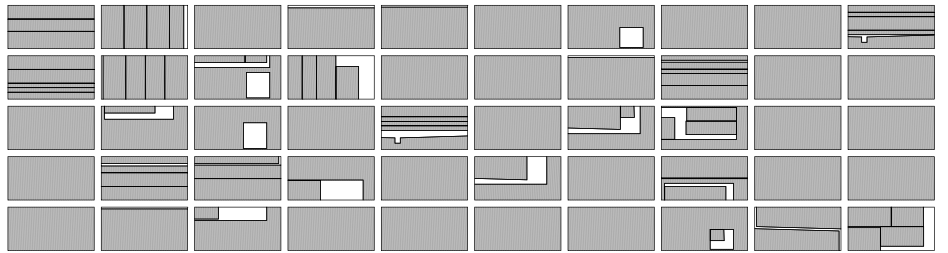
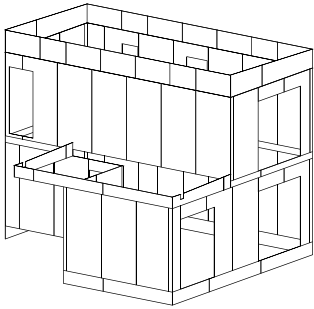
MADERA BILAMINADA 62X86mm
29 UNIDADES



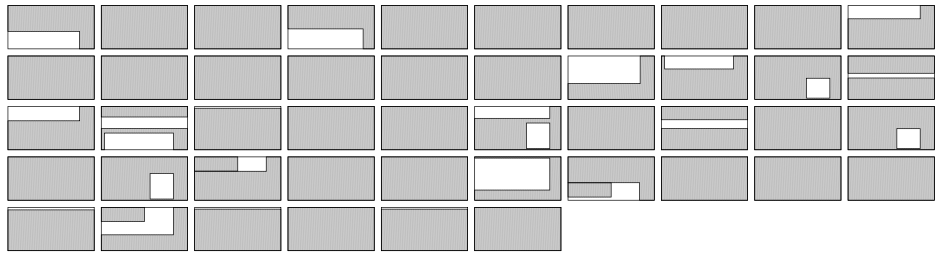
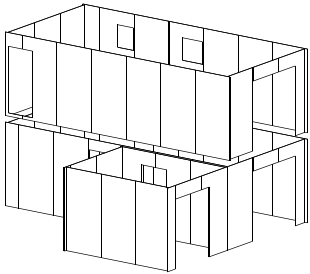
MADERA MGP10 35X86mm
262 UNIDADES



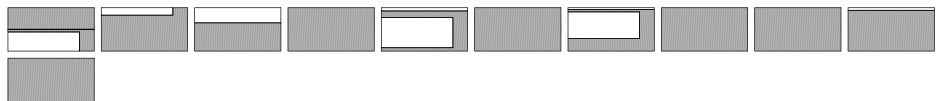
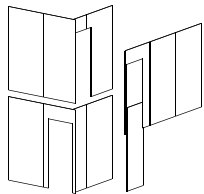
OSB HOUSEWRAP 9.5mm
50 UNIDADES



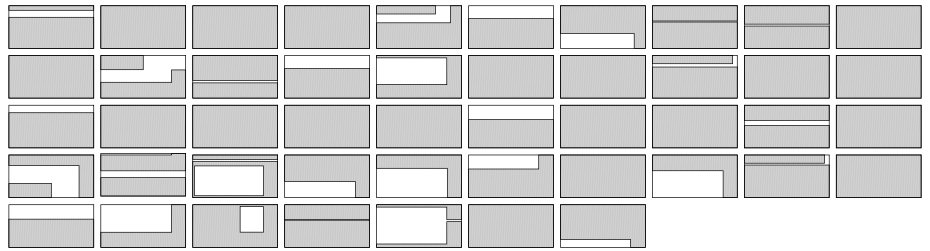
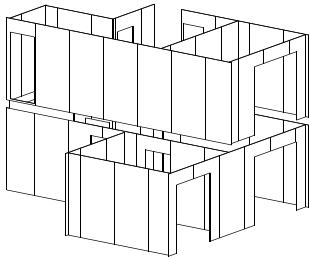
OSB ESTRUCTURAL 9.5mm
46 UNIDADES



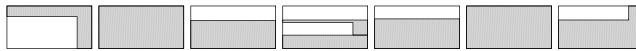
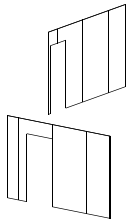
OSB ESTRUCTURAL 11.1mm
11 UNIDADES



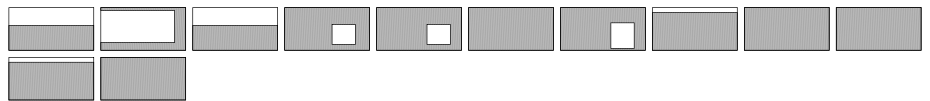
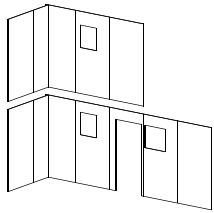
YESO CARTÓN ST 15mm
47 UNIDADES



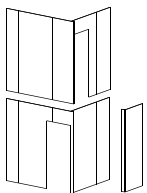
YESO CARTÓN ST 10mm
7 UNIDADES



YESO CARTÓN RH 15mm
12 UNIDADES



YESO CARTÓN RH 10mm
9 UNIDADES

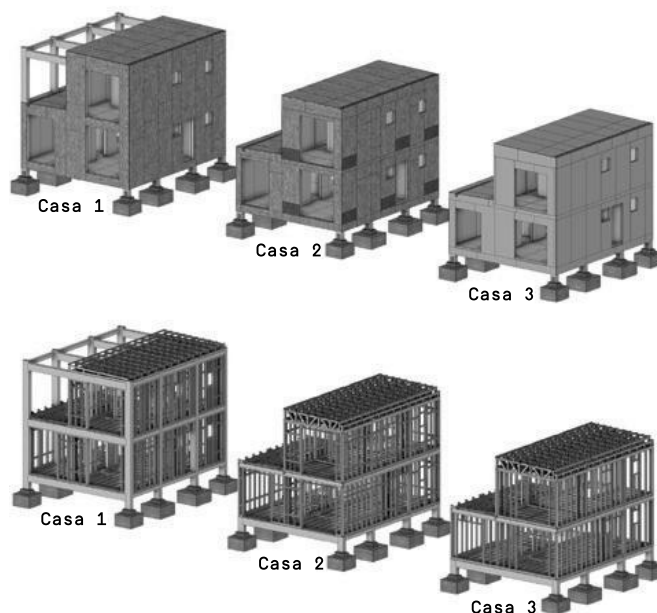
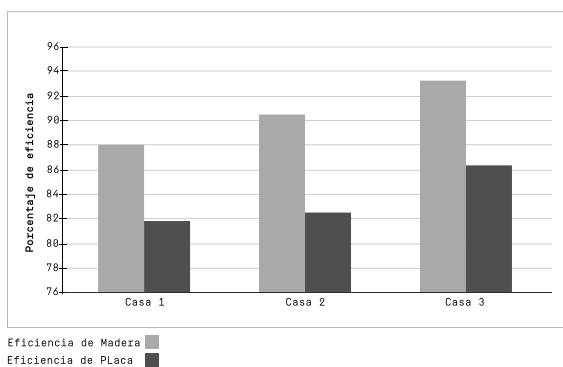


Optimización de materia prima

A partir de la obtención de datos entregados por la gestión de nesting en cuanto al consumo de madera y placa, es que realice la comparación tomando el resultado de tres tipologías diferentes de casas, señaladas a continuación:

- **Casa 1.** Vivienda Fénix 2.0
- **Casa 2.** Vivienda Fenix industrializada - no optimizada
- **Casa 3.** Vivienda Fenix industrializada - optimizada

La finalidad de comparar estas tres versiones, es demostrar que se puede disminuir el consumo de recursos, con un diseño pensado a partir de las especificaciones de los materiales utilizados. Este análisis consideró solo los muros verticales y los resultados se observan en el siguiente gráfico.



A continuación se detallará:

- La eficiencia en el consumo de madera
- La eficiencia en el consumo de placas
- Los costos totales de placas desechadas

Toda esta información se encuentra tabulada para cada una de las casas mencionadas anteriormente.

Casa 1. Vivienda Fénix 2.0

Eficiencia en el consumo de madera

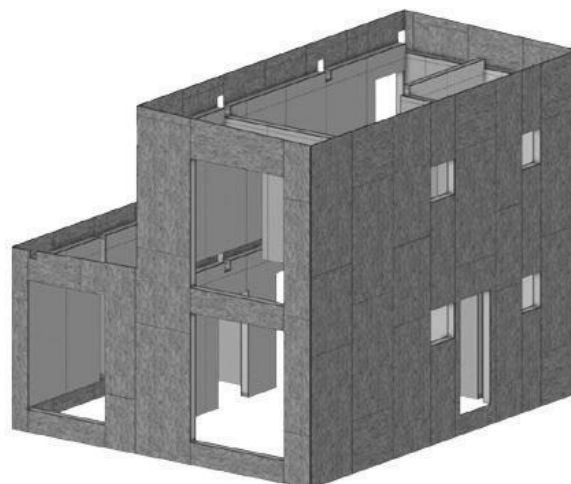
MATERIAL	ELEMENTOS	VOLÚMENES BRUTO	TOTAL LONGITUD	LONGITUD UTILIZADA	LONGITUD RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	EFICIENCIA
MADERA 41 X 138	584	284	908,8	801,895	106,905	33,4	88,24%
MADERA 41 X 90	107	51	163,2	141,875	21,325	6,7	86,93%
			1072	943,77	128,23	40,1	88,04%

Eficiencia en el consumo de placas

MATERIAL	ELEMENTOS	VOLÚMENES BRUTO	TOTAL SUPERFICIE	SUPERFICIE UTILIZADA	SUPERFICIE RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	EFICIENCIA
OSB 11.1	266	136	404,844	322,664	82,18	27,6	79,70%
YC RH 15	54	22	63,36	58,028	5,332	1,9	91,58%
YC ST 15	107	47	135,36	113,335	22,025	7,6	83,73%
			603,564	494,027	109,537	37,1	81,85%

Costos totales de placas desechadas

MATERIAL	SUPERFICIE RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	VALOR UNIDAD	COSTO PERDIDA
OSB 11.1	82,2	27,6	\$14.239	\$393.094
YC RH 15	5,3	1,9	\$13.600	\$25.179
YC ST 15	22,0	7,6	\$5.854	\$44.769
				\$463.041



Casa 2. Vivienda Fenix industrializada - No optimizada

Eficiencia en el consumo de madera

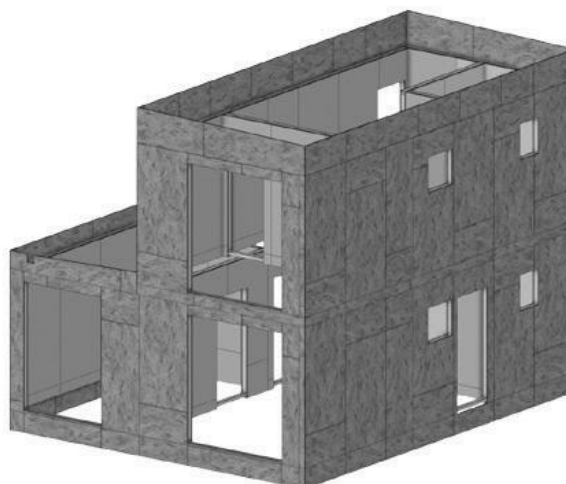
MATERIAL	ELEMENTOS	VOLÚMENES BRUTO	TOTAL LONGITUD	LONGITUD UTILIZADA	LONGITUD RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	EFICIENCIA
BILAMINADO 62 X 86	79	39	259,2	202,623	56,577	4,7	78,17%
MGP10 35 X 86	920	258	857,6	808,387	49,213	15,4	94,26%
			1116,8	1011,01	105,79	20,1	90,53%

Eficiencia en el consumo de placas

MATERIAL	ELEMENTOS	VOLÚMENES BRUTO	TOTAL SUPERFICIE	SUPERFICIE UTILIZADA	SUPERFICIE RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	EFICIENCIA
OSB 11.1	331	139	413,7752	327,3955	86,3797	29,0	79,12%
YC RH 15	39	21	60,48	54,1355	6,3445	2,2	89,51%
YC ST 15	118	50	144	128,3277	15,6723	5,4	89,12%
			618,2552	509,8587	108,3965	36,7	82,47%

Costos totales de placas desechadas

MATERIAL	SUPERFICIE RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	VALOR UNIDAD	COSTO PERDIDA
OSB 11.1	86,4	29,0	\$14.239	\$413.182
YC RH 15	6,3	2,2	\$13.600	\$29.960
YC ST 15	15,7	5,4	\$5.854	\$31.856
				\$474.998



Casa 3. Vivienda Fenix industrializada - Optimizada

Eficiencia en el consumo de madera

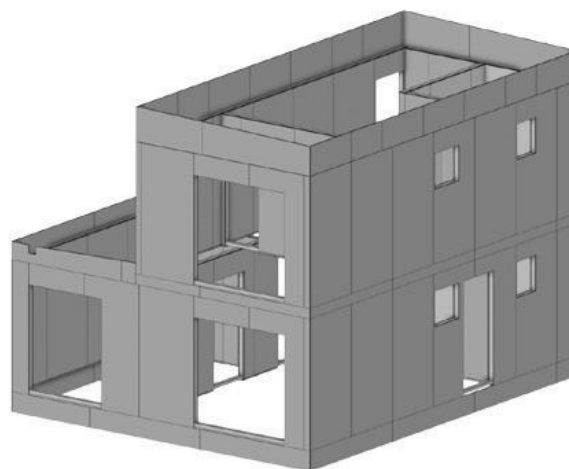
MATERIAL	ELEMENTOS	VOLÚMENES BRUTO	TOTAL LONGITUD	LONGITUD UTILIZADA	LONGITUD RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	EFICIENCIA
BILAMINADO 62 X 86	51	29	208,8	179,922	28,878	4,0	86,17%
MGP10 35 X 86	355	262	628,8	601,381	27,419	11,4	95,64%
			837,6	781,303	56,297	15,4	93,28%

Eficiencia en el consumo de placas

MATERIAL	ELEMENTOS	VOLÚMENES BRUTO	TOTAL SUPERFICIE	SUPERFICIE UTILIZADA	SUPERFICIE RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	EFICIENCIA
OSB 11.1	12	11	32,7448	26,4073	6,3375	2,1	80,65%
OSB 9.5	52	46	136,9328	121,4476	15,4852	5,2	88,69%
OSB HW 9.5	100	50	148,84	139,7497	9,0903	3,1	93,89%
YC RH 10	12	9	25,92	19,132	6,788	2,4	73,81%
YC RH 15	12	12	34,56	28,4019	6,1581	2,1	82,18%
YC ST 10	8	7	20,16	14,073	6,087	2,1	69,81%
YC ST 15	61	47	135,36	112,3578	23,0022	8,0	83,01%
			534,5176	461,5693	72,9483	25,0	86,35%

Costos totales de placas desechadas

MATERIAL	SUPERFICIE RESTANTE	UNIDADES PERDIDA	VALOR UNIDAD	COSTO PERDIDA
OSB 11.1	6,3	2,1	\$14.239	\$30.314
OSB 9.5	15,5	5,2	\$11.465	\$59.640
OSB HW 9.5	9,1	3,1	\$12.737	\$38.895
YC RH 10	6,8	2,4	\$8.092	\$19.072
YC RH 15	6,2	2,1	\$13.600	\$29.080
YC ST 10	6,1	2,1	\$4.132	\$8.733
YC ST 15	23,0	8,0	\$5.854	\$46.755
				\$232.491



Conclusiones


Si bien el diseño arquitectónico de la casa fénix sufrió modificaciones considerables, el resultado final de la vivienda industrializada resulta ser más eficiente en el consumo de materiales, ya que su adaptación se pensó desde el inicio en mejorar esta área.

Según los datos entregados por la gestión de nesting, se puede observar que los materiales con mayor porcentaje de pérdida son las placas de revestimiento. Como bien vimos en el desarrollo de la investigación, que uno de los factores es a causa de traslapar las placas de revestimiento con respecto a las placas estructurales, teniendo que ir dimensionando lo que falta para completar el panel, y otro punto a considerar es a causa del corte efectuado para realizar el vano, ya que ese material sobrante no se lograra utilizar en el mismo proyecto.

Para finalizar y como resultado de una mejora continua, pude observar que el consumo de madera bilaminada era muy alto y como opción para lograr un mayor porcentaje de eficiencia en la vivienda fénix industrializada, es disminuir la longitud de

los paneles y que no supere el largo de la madera, esto también ayudaría a la logística de transporte ya que se haría con camiones mas cortos y montaje con grúas de menor tonelaje en los cerros de Valparaíso.





- 3^{er} Tema de Investigación

“Reutilización de Materiales desechados por el diseño”

Contenido:

- Introducción
- Residuos producidos en la fabricación industrializada
- Factores generadores de residuos
- Análisis de desechos en la industrialización [Caso Casa Fénix]
- Reciclaje de los elementos desechados
- Ejemplos de reutilización con materiales de construcción
- Conclusiones

Introducción

El sector de la construcción genera grandes cantidades de residuos. Si bien la tasa de reciclaje de los residuos de construcción y demolición [C&D] varía en todo el mundo, el material recuperado siempre se recicla en materiales de menor calidad o acaba en el vertedero, esta última es una realidad muy presente en América Latina.

Fuente: CLA

Si bien la construcción industrializada genera menos residuos que la construcción tradicional, igual se ve enfrentada a una alta generación de desechos, en el caso de E2E genera un promedio mensual de 12 toneladas entre lo que es: madera, papel, pvc, yeso, fijaciones, adhesivos, etc.

A pesar de que se reutilizan restos de materiales en otros procesos, no se cuenta con un plan de acción para tener control de los residuos o bien darle otro uso. Se analizarán los diferentes métodos de reciclaje de las materias primas utilizadas en E2E, buscando tener la base para la construcción con retazos. En un mundo donde la producción y el consumo ex-

cesivo han llevado a una acumulación alarmante de residuos, es crucial explorar alternativas que promuevan la reducción, la reutilización y el reciclaje.

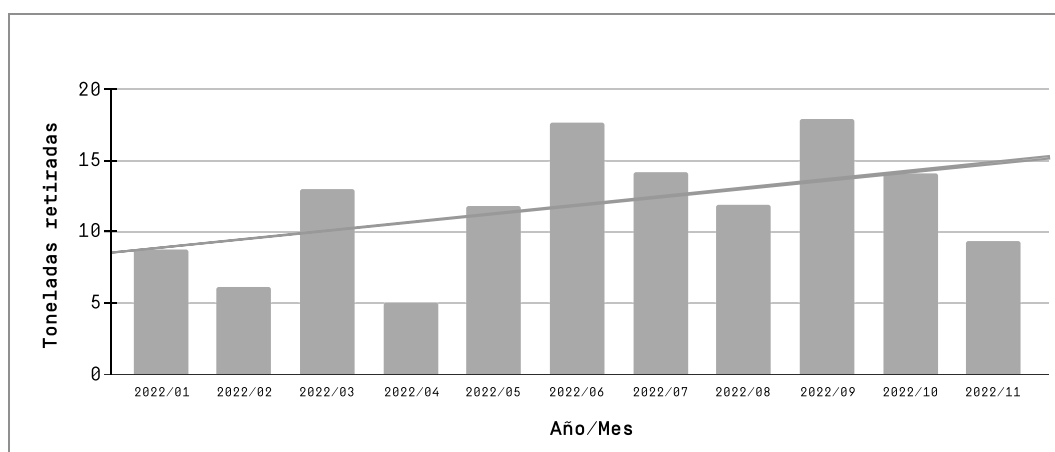
Residuos producidos en la fabricación industrializada

Durante el proceso de fabricación de los paneles, es inminente la producción de desechos en todas las etapas productivas.

En el presente año E2E lleva un total de aproximadamente 130 toneladas de desechos; los cuales siendo fácilmente reutilizables, no cuentan con el debido proceso.

En la siguiente tabla se puede apreciar un desglose de los retiros mensuales de desechos en la planta de Maipú y sus costos asociados.

Fecha	Cantidad de retiros	Toneladas Retiradas	Costo total	Costo total + iva	\$/Tonelada	Toneladas/ retiro	Ton/m3
01/01/2022	2	8,73	\$479.937	\$571.125	\$65.421	4,37	0,15
01/02/2022	2	6,14	\$415.187	\$494.073	\$80.468	3,07	0,10
01/03/2022	3	13,02	\$674.416	\$802.555	\$61.640	4,34	0,14
01/04/2022	1	5,04	\$306.388	\$364.602	\$72.342	5,04	0,17
01/05/2022	2	11,84	\$566.582	\$674.233	\$56.945	5,92	0,20
01/06/2022	5	17,69	\$983.414	\$1.170.263	\$66.154	3,54	0,12
01/07/2022	3	14,21	\$741.088	\$881.895	\$62.062	4,74	0,16
01/08/2022	3	11,93	\$682.093	\$811.691	\$68.038	3,98	0,13
01/09/2022	4	17,92	\$930.435	\$1.107.218	\$61.787	4,48	0,15
01/10/2022	3	14,14	\$739.277	\$879.740	\$62.216	4,71	0,16
01/11/2022	3	9,38	\$629.180	\$748.724	\$79.821	3,13	0,10



Factores generadores de residuos

La generación de residuos es una consecuencia del diario vivir. Desde actividades cotidianas básicas, como la preparación o consumo de alimentos, hasta complejos procesos productivos; todo esto genera residuos, los cuales deben ser gestionados dependiendo de su potencialidad o aprovechamiento.

En el caso de E2E, gran parte de sus desechos tienen un gran potencial de reciclajes, los cuales son:

- Cartón.
- Papel kraft.
- Madera.
- Aserrín.
- Tornillerías y clavos.
- Materiales aislantes.
- Materiales adhesivos.
- Retazos de placas de yeso-cartón.
- Retazos de placas contrachapadas y OSB.



La generación de residuos se puede separar en tres acciones:

Recepción de insumos de producción.

Todos los productos que ingresan a la planta vienen de un proceso productivo previo, donde fueron embalados y enviados a E2E. El proceso de embalaje requiere de elementos como cartón, plásticos y adhesivos.

Proceso de máquinas CNC. La madera ingresada requiere de procesos que generan restos; tanto de trozos de madera misma, como de aserrín. En cuanto a las placas, con el solo hecho de realizar un corte, se genera pérdida de material; cabe destacar que cada vez que se realiza una acción errónea que dañe la placa, ésta debe ser desechada.

Factor Humano. La acción humana es muy propensa a equivocarse, debido a que en situaciones puntuales donde por agilizar una tarea, caen en errores que se pueden evitar; como por ejemplo, la interpretación errónea de un plano, la incorrecta manipulación de las herramientas o incluso la falta de concientización en cuanto al reciclaje.

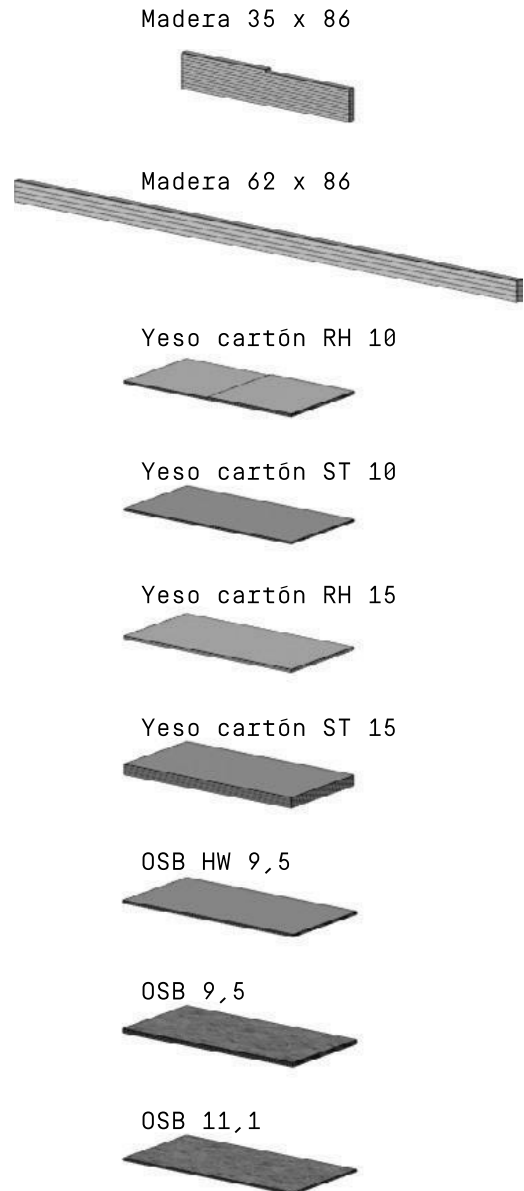


Análisis de desechos en la industrialización [Caso Casa Fénix]

Para demostrar la cantidad de desechos que se pueden llegar a obtener por proyecto, es que se tomó como ejemplo los datos entregados de la investigación anterior en cuanto a la pérdida de materiales de la casa Fénix. A continuación se detallan los desechos en kilogramos:

- Madera 35 X 86 = 41,5 Kg
- Madera 62 x 86 = 76,8 Kg
- Placa yeso cartón RH 10 = 51,1 Kg
- Placa yeso cartón ST 10 = 40,9 Kg
- Placa yeso cartón RH 15 = 61,3 Kg
- Placa yeso cartón ST 15 = 245,4 Kg
- Placa OSB HW 9,5 = 61,9 Kg
- Placa OSB 9,5 = 103,2 Kg
- Placa OSB 11,1 = 47,8 Kg

Se obtiene como resultado, que la cantidad total de residuos que se estima desechar de la casa Fénix Industrializada es de 0,73 Toneladas entre placa y madera, aunque un porcentaje de esto se utilizará en otros paneles.



Reciclaje de los elementos desechados

Papel Kraft

¿Qué es el Papel Kraft?

El papel Kraft es un tipo de papel de estraza o madera de color marrón, muy resistente y que presenta una superficie gruesa y rugosa. Está fabricado sin pasar por el proceso industrial de blanqueamiento y es sometido a un proceso de cocción breve. En ocasiones se le atribuyen connotaciones no muy acertadas y poco favorables que no son ciertas, ya que el papel Kraft es versátil, adaptable y con múltiples utilidades.

¿Cuál es el proceso de reciclaje del papel?

El proceso de reciclaje de papel es una de las formas de reciclar más ventajosas para el cuidado del medio ambiente. La mayor parte del papel se fabrica a partir de árboles, pero también se puede obtener de otras plantas como el algodón, el cáñamo, entre otros.

Debemos saber que del total de los residuos urbanos, el papel y el car-

tón suponen entre el 16% y el 25%, de los cuales se consigue recuperar más del 70%. En su mayoría, proceden de revistas y periódicos, envases de productos alimentarios, cajas de cartón, etc.

Para dar inicio al proceso de reciclaje, debemos convertir el papel en pulpa de celulosa mediante procesos químicos y mecánicos. Estos consisten en colocar la pasta química procedente de todo el material que se ha recuperado en un instrumento denominado pulper, donde se mezcla con agua.



Esta pasta de celulosa se pasa a través de un tamiz, que se encarga de expulsarla en una fina capa sobre la tela de la máquina de papel. Las fibras tienden a situarse en una posición paralela a la tela, en la parte superior. Forma una lámina que, situada sobre la tela o malla, empieza su secado; el agua atraviesa la tela y cae, mientras que las fibras de papel se quedan arriba.



Posteriormente se centrifuga todo el material para que sus distintos elementos se separen por su densidad. Continuamos con un lavado para eliminar pequeñas partículas que pudieran quedar. Es en este momento cuando se procede a la limpieza, el destintado y la separación de la pulpa limpia de los residuos.

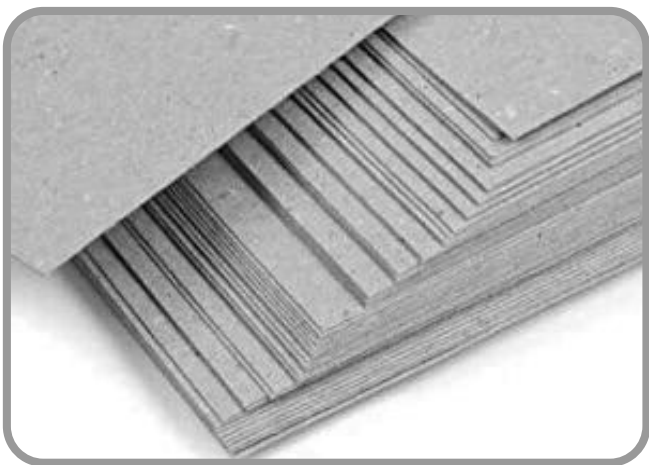


Luego, se blanquea bien el papel a través de dióxido de cloro, o bien mediante el método TCF. En este último procedimiento, los agentes blanqueadores suelen ser el agua oxigenada y el hidrosulfito de sodio, un agente químico no tóxico.



En cuanto a la elaboración del papel, debemos saber que la pasta pasa por una serie de rodillos y huecos, cuya parte exterior está formada por una malla; tras pasar por ella, se suprime el resto del agua de la pasta. Cuando haya obtenido cierta consistencia, se comienza a eliminar el resto de humedad mediante presión y calor.

Una vez seco, verás como las fibras que en un principio estaban separadas y mojadas, se han juntado y secado para formar lo que hoy conocemos como papel.



Yeso cartón

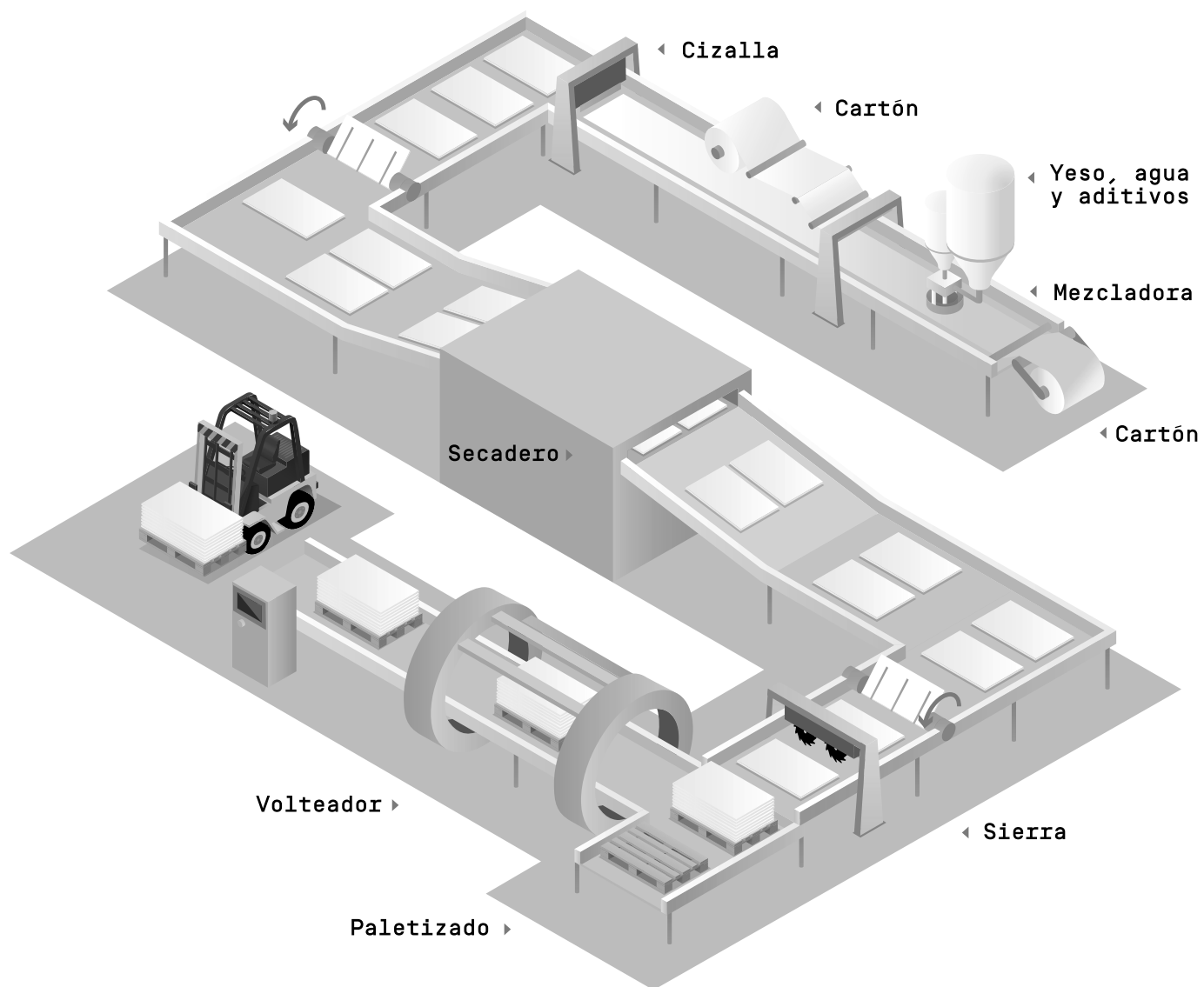
Según la "National Association of Home Builders" en EEUU se genera en la construcción de una vivienda familiar individual media americana [aprox. de superficie unos 185 m²] unos 5,5 kilogramos de residuo de placa de yeso laminado por metro cuadrado.

Fuente: conama10.es

Producción de placas de yeso

Como resultado de un proceso de producción continuo, las placas de yeso cartón comienzan como una mezcla de yeso y otros materiales que se extienden sobre papel de alta calidad. El papel se pliega por los bordes para fijar la forma, luego esta placa es entonces cortada en paneles y pasa por un gran secador para luego ser paletizado y despachado para su comercialización.

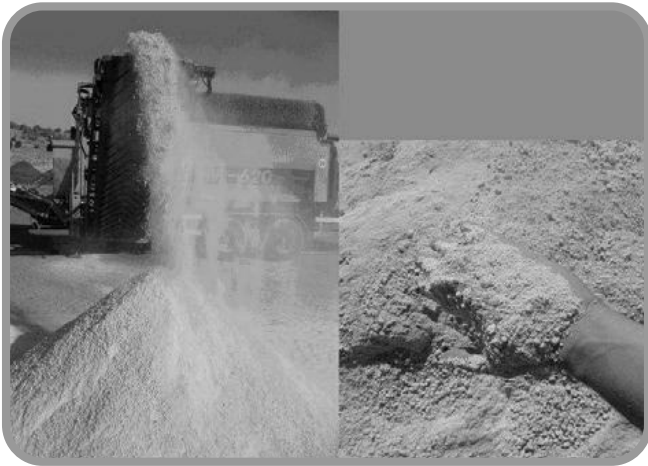
Producción de placas de yeso



Reciclaje Del yeso cartón

La planta de reciclaje se alimenta de tres tipos de materiales en función de su origen:

1.-Polvo de yeso: Es el procedente de otros procesos secundarios; tal como, en el proceso de corte de las placas al tamaño nominal.



2.-Material no conforme "húmedo": Son aquellas placas que no pasan los controles de calidad situados antes del secadero.



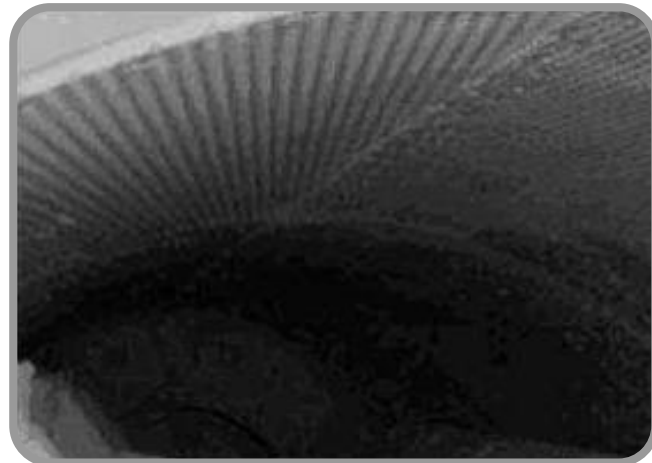
3.-Material no conforme "seco": Son los situados después del secadero.



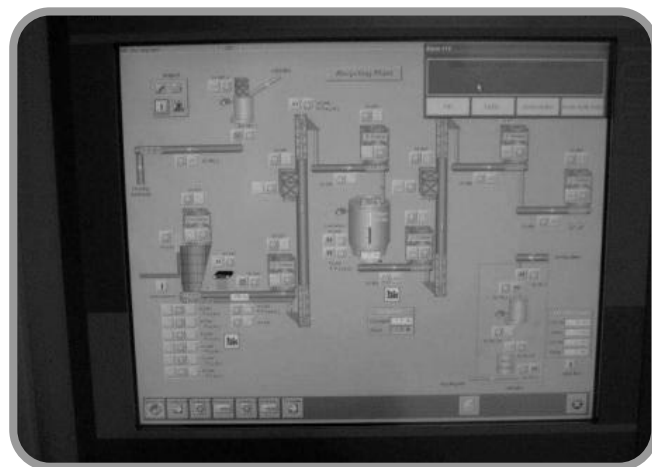
Los tres tipos de material se reciben en el hangar o almacén de materia prima de la planta de reciclaje. La planta se va alimentando de los tres tipos de material produciendo una mezcla homogénea en cada operación.



El material depositado en la tolva de recepción es posteriormente conducido a través de sinfines, elevadores y cintas transportadoras, hasta un sistema de molienda y cribado circular rotatorio. Posteriormente pasan un segundo proceso de cribado que permite eliminar el yeso aún retenido en las finas partículas de cartón.

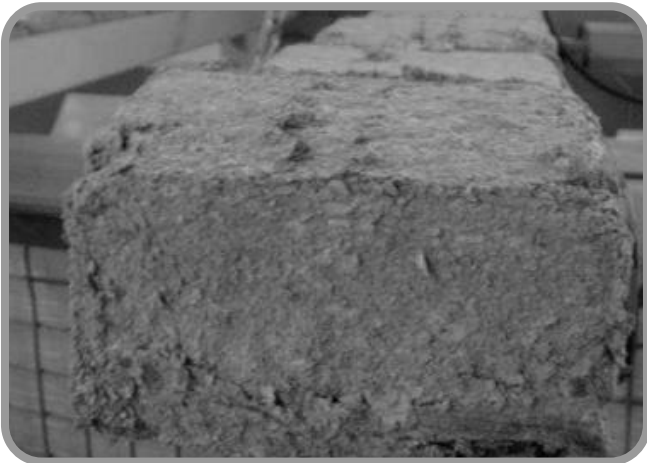


Durante el proceso y a través de un sistema de aspiración y filtrado totalmente automatizado, se consigue la separación del yeso y el cartón.



Madera

El yeso reciclado es conducido de nuevo a la entrada de calcinación donde entra a formar parte de nuevo del proceso para la fabricación de placa de yeso; por otro lado, el cartón es enviado a un sistema de prensado automatizado y en procesamiento continuo del que se obtiene briquetas de cartón listas para ser utilizadas de nuevo en el proceso.



Lo recientemente descrito, señala el proceso de reciclaje de las placas de yeso cartón estándar. Esto no es posible lograr con todos los tipos de placas; tales como, las RH y ER, ya que cuentan con adhesivos y elementos químicos que requiere de otro tipo de reciclaje; sin embargo, estas placas pueden ser recicladas en industrias cementeras.

La generación de residuos demuestra estar en un nivel alto y constante, y los residuos de madera no son una excepción. En Alemania se producen cada año 8 millones de toneladas de residuos de madera. Su fuente principal son los residuos sólidos de construcción y demolición. De los 8 millones de toneladas, alrededor del 80% se utiliza para la producción de energía, mientras que, a pesar de la creciente demanda de madera reciclada y los altos precios de la madera fresca, sólo el 20% se procesa y recicla para ser utilizado en la producción de tableros aglomerados.

Teniendo en cuenta el actual impulso de una mayor circularidad, una mayor productividad de los recursos y la búsqueda de la industria para operar de forma rentable, al mismo tiempo que se satisfacen las demandas del mercado, debemos hacer que nuestro objetivo sea recuperar tantos materiales reciclables de la madera de desecho como sea posible y dejar sólo las fracciones de menor calidad para la producción de energía.

Los recicladores y fabricantes de tableros de aglomerados, pueden obtener numerosas ventajas operativas al

desviar la madera reciclable de los flujos de residuos que acabarían quemándose, reduciendo así el carbono atmosférico.

Fuente: Panels and Furniture Asia



¿Cómo se realiza el proceso de reciclaje?

La madera es biodegradable y a su vez reciclable, esto contribuye a que pueda ser empleada con posterioridad en otros fines. Los destinos más habituales una vez reciclada la madera son:

Fabricación de tableros de aglomerado - Sin duda uno de los usos más extendidos para la madera; se trata de paneles, que podrán servir para la construcción de mesas o estanterías, entre otros productos.



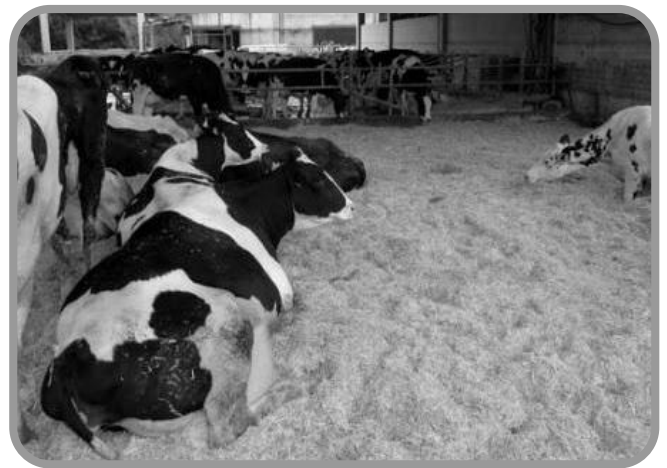
Fabricación de compost - La madera reciclada puede ser útil para la producción de abono orgánico, también denominado compost; un tipo de tierra hecha a base de desechos orgánicos.



Fuente de energía - La madera es ideal para, una vez reciclada, obtener energía. Tras pasar por diversos procesos como la incineración o la gasificación por plasma, la madera se convierte en una fuente ideal de electricidad.



Ganadería - En presentación de aserrín o virutas. Por ejemplo, la madera es de gran ayuda en el campo de la ganadería para los establos o la limpieza de excrementos.



Ejemplos de reutilización con materiales de construcción

Villa Welpeloo - Superuse Studios

En Roombeek, un barrio de la ciudad holandesa de Enschede, el estudio de arquitectura Superuse Studios construyó esta casa unifamiliar que se compone en gran parte con materiales de demolición y restos de fabricación.

La construcción de dos plantas ofrece la impresión de que hubiera nacido del ensamblaje y superposición de varias cajas de diferentes tamaños, una dentro de la otra. Las líneas claras y la utilización de pocos materiales determinan su aspecto. Las zonas cerradas de la fachada están revestidas de tablas de madera verticales y tiras de acero horizontales.



Viviendas de emergencia con materiales reciclados

Techo utiliza los desechos que donan las empresas para la construcción de viviendas de emergencia en los asentamientos del país argentino. Realizan pilotes y ecoplacas que buscan reemplazar la madera con material de descarte industrial, compuesto de celulosa y polímeros.

La organización social Techo realizó alrededor de 200 viviendas con material reciclado del descarte de plástico de distintas empresas, y evitó que más 900 toneladas fueran a la basura en los últimos dos años

Fuente: Agencia Télam



Árbol navideño E2E

En la empresa E2E como método de reciclaje se fabricó un árbol de navidad con retazos de planchas de plywood, el cual se dispone todos los años en la instalación de la planta, convirtiéndose en un elemento muy representativo de la construcción industrializada y el reciclaje.



Conclusiones

Si bien es cierto que hoy en día el reciclaje es algo que va in crescendo, aún falta generar más conciencia "eco-friendly" en todos los rubros; en el área de la construcción existen factores que son los responsables del incremento de desecho, los cuales son altamente modificables. Solo es cuestión de buscar estrategias e instaurar la correcta modalidad de trabajo, para así aprovechar al máximo los recursos y darles una segunda utilidad.

A pesar de todo no debemos olvidar que el principio básico de la sostenibilidad es aquella energía que se gestiona de una manera más limpia y más eficaz que nunca se llega a consumir. Como por ejemplo, el proceso para reciclar papel permite disminuir el consumo de madera, lo que favorece el desarrollo de las masas forestales y reduce los costos de tala, transporte y manipulación.

La reutilización de materiales desechados por el diseño no solo representa una respuesta inteligente y responsable a la problemática de los residuos, sino que también abre un vasto territorio de creatividad y posibilidades. Al adoptar esta menta-

lidad, podemos contribuir activamente a la construcción de un futuro más sostenible y equitativo, donde los materiales desechados se conviertan en recursos valiosos que alimenten la innovación y el progreso.

La construcción industrializada es menos contaminante que la construcción tradicional, ya que se puede tener un mejor control de residuos; sin embargo, en E2E faltan metodologías que ayuden a la gestión de sus desechos para que no termine en los vertederos, debido a que son altamente reciclables y reutilizables.

Referencias

Sitios web

- <https://www.e2echile.com/>
- <https://www.etexgroup.com/>
- <https://www.arauco.cl/>
- <https://casafenix.org/>
- <https://www.lavoz.com.ar/>
- <https://www.reciclaplanetalimpio.cl/>
- <https://r-acciona.cl/>
- <http://grupoconstrudeco.com/>
- <https://www.comercialaviles.com/>
- <https://madera-sostenible.com/>
- <https://processing-wood.com/>

Artículos

- Estudio "Acompañamiento Proyecto Construcción Industrializada", Pen "Productividad Y Construcción Sustentable" Santiago-2018.
- Guía de Construcción Industrializada Sostenible del País Vasco. Ihobe, diciembre 2021.
- Economía Circular
Vida infinita a las placas de yeso laminado Knauf.
- Reciclaje interno de los residuos en las fábricas. Reutilización del yeso reciclado para la fabricación de placas de yeso laminado.

Anexos - Fichas mensuales

FICHA 01 AVANCE NUMERO 01 MES DE OCTUBRE AÑO 2021	MAICOL GONZALEZ
<p style="text-align: center;">PROYECTOS</p>  <p>Proyecto Copec</p>  <p>Proyecto Clínica Costanera</p> <p style="text-align: center;">DESPIECE DE ELEMENTOS DE MONTAJE</p>  <p style="text-align: center;">LÁMINAS DE PLANOS DE MONTAJE</p> 	<p style="text-align: center;">Clínica Costanera, Copec Tomé, Copec Melipilla</p> <p>A principios del mes de Octubre del año 2021, inicié mi proceso de título en modalidad de práctica proyectual en la oficina de E2E, en dicha empresa diseñan, fabrican y montan proyectos industrializados en base a sistemas de paneles de entramado de madera fabricados de manera robotizada.</p> <p>Al momento de iniciar mi práctica, se encontraban trabajando en el proyecto Clínica Costanera, ubicado en la ciudad de Valdivia, que contaba con 802 m² de edificio repartidos en 3 niveles y además de un boulevard de 266 m²; cabe destacar que el primer nivel lo construiría Baumax en hormigón armado y todo el resto sería obra de E2E en entramado de madera.</p> <p>Mi trabajo consistió en la elaboración de planos de montaje, que son principalmente todos los insumos necesarios para que el personal en obra pueda montar de forma y posición correcta los paneles. Esta información era obtenida de un modelo 3D elaborado en Cadwork, el cual contaba con la información de los elementos del proyecto a fabricar; cabe destacar que cada panel cuenta con un código, el cual se puede identificar.</p> <p>Para este proyecto se requirió de mucha información de montajes, comenzando con planos de la ubicación de las Presoleras*, luego planos donde se muestran la posiciones y tipos de fijaciones de estos elementos, planos de ubicación de muros y tabiques con sus respectivas fijaciones, planos de entrepiso y/o techumbre, plano de ubicación de cerchas y planos de ubicación de vigas enrejadas. Toda esta información se requería para el nivel 2 y 3, más el boulevard.</p> <p>A la par de estar realizando esto, se me sumó una nueva tarea, que era la elaboración de los planos de montaje de otros proyectos que continuarán después de la clínica, estos son Copec Tomé y Copec Tocopilla, un proyecto mucho más sencillo y con una menor cantidad de elementos. Solo se requerían planos de ubicación y fijación de presoleras, ubicación de muros, ubicación de la techumbre, ubicación de los antepechos y además una lámina con los detalles de las conexiones entre paneles.</p> <p>En conclusión, lo trabajado durante el presente mes, considero que el ambiente de trabajo es muy reconfortante, ya que me pude desenvolver de manera fácil, rápida, a su vez, la cercanía y comunicación entre el equipo de ingeniería y diseño, me ayudó a trabajar y mejorar mis habilidades blandas. Para mi fue una gran responsabilidad las tareas asignadas, ya que era crucial que toda la información del montaje estuviera plasmada en pocas láminas de forma clara y simplificada, para que así los profesionales en terreno logran montar el proyectos sin complicaciones.</p>

Anexos - Fichas mensuales

FICHA 01 AVANCE NUMERO 02 MES DE NOVIEMBRE AÑO 2021 MAICOL GONZALEZ	
<p>PROYECTOS</p> <p>FRAY DAMIÁN</p> 	<p>Fray Damián, 70w, Cumbre, Pelc.</p> <p>En noviembre comencé a trabajar con Raimundo Pérez, Arquitecto líder de especificación y se encarga del área de experiencia de cliente.</p> <p>El trabajo del equipo consiste en que, una vez aprobada la cotización, se recibe el proyecto. Se realiza la recopilación de la planimetría, EETT de proyecto, programación, proyectos de especialidades y otras informaciones. Se coordina el cálculo y adapta la arquitectura según las dimensiones y condicionantes de diseño y constructivas del sistema, además de buscar acuerdos con clientes. Coordinar y asimilar todas las instalaciones incluidas en el producto. Junto con el equipo de soluciones, especificar detalles tipo y especiales según los requerimientos de cada proyecto. A momento de consolidar los acuerdos y adaptaciones de proyecto, se emite contrato y se procede a la construcción digital del proyecto</p>
<p>70 W</p> 	<p>Mi labor consistió en apoyar la elaboración de las adaptaciones de los proyectos, principalmente en las ADP-1, que es básicamente la adaptación de la arquitectura al sistema de entramado de madera de E2E, esta etapa se realiza en el software Revit.</p> <p>Durante el mes trabajé en 4 proyectos, los cuales fueron:</p> <p>Fray Damián, ubicado en la comuna de Las Condes, se trata de un condominio de 16 casas.</p> <p>Alto Hurtado-70W, ubicado en la comuna de Padre Hurtado, consiste en 46 viviendas pareadas.</p> <p>Cumbre, ubicado en la comuna de Peñaflores, consta de 23 viviendas de 93 m².</p> <p>Pelc, ubicado en la comuna de Quilicura, proyecto de 125 casas que contempla 6 modelos de viviendas.</p>
<p>CUMBRE</p> 	<p>Me encargué de modelar los proyectos mencionados, modificando la arquitectura y proponiendo una panelización de muros y entresijos. Dichas modificaciones fueron entregadas a los mandantes para que pudieran corregir aquellos cambios, mostrándose en plantas, elevaciones, cortes, escantillones y además de una vista en 3D.</p> <p>Con la intención de obtener experiencia y responsabilidad, es que se me delegó el proyecto "cumbre", para encargarme de lo relacionado con el tema de experiencia de cliente, ocupando así un rol importante dentro del equipo.</p>
<p>PELC</p> 	<p>En conclusión sobre mi trabajo realizado durante el mes de noviembre puedo rescatar lo aprendido en la modelación en el software Revit, ya que he logrado realizar entregas de documentos de alta calidad.</p> <p>También puedo agregar un tema que considero que retrasa mucho la modelación, es la falta de información definitiva de los proyectos, ya que se van cambiando cosas de arquitectura mientras se realiza la adaptación para el sistema de E2E, lo que provoca más modificaciones y horas de trabajo por proyecto.</p>

Anexos - Fichas mensuales

FICHA 01 AVANCE NUMERO 03 MES DE DICIEMBRE AÑO 2022 MAICOL GONZALEZ	
<p>PROYECTOS</p> <p>Proyecto Putú</p> 	<p>Putú, Copec Estandar.</p> <p>Durante este mes se me encargó realizar la actualización de las láminas con los planos del proyecto Putú, que consistía en 2 tipologías de viviendas sociales industrializadas, emplazadas en la comuna de constitución, casas de 51 m2 y con propuesta para ser ampliadas a 61 m2.</p> <p>La tarea consistió en agregar toda la información necesaria a los planos, para obtener el permiso de edificación, faltaba actualizar la ubicación del calefón, lavamanos exterior, corregir la altura del muro medianero, revisar los zonas de circulación y eliminar cualquier tipo de información innecesaria. Como era una tarea que se debía realizar rapido, cualquier duda o requerimiento de información se la hacía a la brevedad a Heriberto Zurita constructor a cargo de la obra, cabe destacar que este proyecto había sido cotizado por la empresa E2E pero aún no se encontraba en adaptación al sistema de paneles industrializados.</p>
<p>Proyecto Copec - Instalaciones</p> 	<p>A mediado de mes se me solicitó ayudar en la actualización de los planos de adaptación de arquitectura e instalaciones del proyecto Copec, se encontraban en ejecución el montaje del Punto Copec Tocopilla y Tomé, y en terreno llegaron planos de especialidades que no coinciden con la coordinación realizada por el equipo de E2E, esto conllevó a varios problemas de interferencias entre instalaciones, hasta el punto de tener que romper paneles en obra. Por lo tanto se me solicitó hacer un levantamiento de todos los cambios que existían en los nuevos planos con respecto a los anteriores, de esta forma se podía actualizar el modelo 3D para los siguiente proyecto de puntos Copec y así no tener retrocesos en obra. Los principales cambios fueron la incorporación de una puerta en la fachada trasera, rectificar dimensiones de vanos en puertas y ventanas, eliminación del lavamopa exterior y la incorporación de nuevos puntos eléctricos y de corrientes débiles.</p>
<p>Proyecto Copec - Arquitectura</p> 	<p>La adaptación de coordinación de instalaciones de este proyecto se realizó en autocad en un archivo 2D, lo que no permitía tener nociones previas de posibles conflictos entre ellas, y además al no tomar en consideración que los paneles tienen una escuadría de madera definida por el ancho de las placas y por cálculo, son varios los factores que se deben considerar, el gran problema de la primera coordinación, es que al no tomar en cuenta todos estos puntos y una vez que el cliente aprueba la propuesta entregada por el equipo, se convierte en un punto crítico cuando se modela en 3D y existen sitios donde colisionan el entramado de madera con instalaciones de agua o eléctricas. Se debería realizar una coordinación rápida de instalaciones en Revit, donde se puedan observar todos los puntos críticos previo a la aprobación por parte de los mandantes, para así evitar posventas futuras.</p>



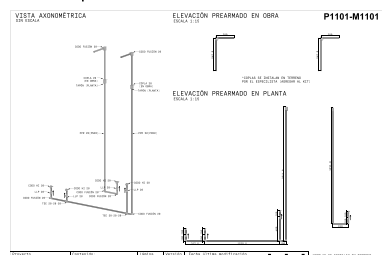
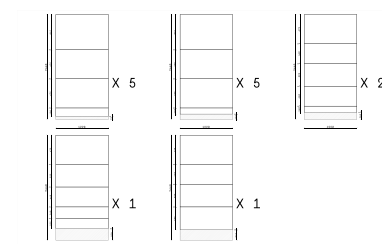
Anexos - Fichas mensuales

FICHA 01 AVANCE NUMERO 04 MES DE ENERO AÑO 2021	MAICOL GONZALEZ
<p>Modelo 3D coordinación especialidades - Cumbre</p> 	<p>Cumbre, Copec , 70 W</p> <p>A comienzo de este mes Raimundo Perez me solicitó ayudarlo en la propuesta de modulación del revestimiento exterior para el proyecto Copec, consistía en placas denominadas Cladboard, son planchas de fibrocemento impermeables muy utilizadas en revestimientos de fachadas; para su fijación requieren de múltiples elementos los cuales según el fabricante podrían ser reemplazados por una modulación de omegas y fijadas a ellas con remaches. La mejor forma de representar la información, fue a través de elevaciones de la modulación estructural de omegas y otras elevaciones con la modulación de placas de Cladboard, la indicación que se me entregó, fue que las placas deben ser distribuidas de manera horizontal y debía existir una separación de 1 cm entre ellas. Luego de múltiples correcciones logré llegar a un resultado que fue aceptado por el equipo y ejecutado en los Copec de Tomé y Tocopilla.</p> <p>Para las semanas siguientes mi labor fue realizar la adaptación de especialidades del proyecto Cumbre, instalación eléctrica y sanitaria de agua fría y caliente. Este modelo fue el primero en tener una coordinación completa de instalaciones en Revit, en conjunto al arquitecto e instaladores de especialidades, labor que permitió un rápido desarrollo y además disminuir los errores en los siguientes procesos.</p>
<p>Adaptación de especialidades - Cumbre</p> 	<p>Para el equipo de E2E fue de gran ayuda el desarrollo de familias para Revit que permitieran visualizar los conduit y puntos eléctricos conectados y terminales hidráulicos, ya que en proyectos anteriores, al no contar con esta información, al momento de hacer la exportación a Cadwork, el modelador Bim desconocía la información y cometía errores por mover cajas eléctricas o al eliminarlas.</p>
<p>Adaptación de arquitectura - 70W Casa B</p> 	<p>Otra tarea que tuve que llevar a cabo, fue la realización de la Adaptación de arquitectura de la segunda tipología del proyecto 70W. Los cambios no eran muy significativos con respecto a la anterior, pero cada semana los arquitectos a cargo enviaban modificaciones, lo que significaba tener que enviar una nueva versión de los planos de ADP.</p> <p>En conclusión considero que un punto importante fue que el Arquitecto del proyecto Cumbre se hizo muy participe de la Adaptación del proyecto, gracias a ello se lograban resolver de manera rápida, esto favoreció mucho en temas críticos ya que incluso no se veía interrumpido mi trabajo. Un aspecto positivo fue que resultó un modelo coordinado en todas sus especialidades, y el trabajo del modelador BIM en la empresa se le facilitó al ya contar con toda la información necesaria en un modelo 3D.</p>

Anexos - Fichas mensuales

FICHA 01 AVANCE NUMERO 05 MES DE FEBRERO AÑO 2022	MAICOL GONZALEZ
<p style="text-align: center;">PROYECTOS</p> <p>Proyecto Copec Industrializado</p>  <p>Revestimiento exterior - Cladboard</p> 	<p>Copec Dichato, Copec Curauma, Copec Villa Alemana</p> <p>Para este mes se me delegó una nueva tarea por cumplir, con nuevos temas relacionados a mi práctica, consistía en cambiar de rol dentro del equipo de ingeniería, pasando a coordinar y modelar los nuevos proyectos Punto Copec para Dichato, Curauma y Villa Alemana. Luego de tantas descoordinaciones de este proyecto por parte del mandante Copec y E2E, fue que Cristina Arriagada, project manager de E2E, tomó el manejo de los proyectos siguientes, y yo tomé el cargo de modelador Bim en Cadwork.</p> <p>La primera tarea fue recopilar y hacer un levantamiento de todas las interferencias e inconsistencias que existían entre las especialidades, los cuales retrasaban el montaje en terreno, esta tarea se realizó a través de requerimiento de informaciones (RDI), y de esta manera logramos levantar todos los puntos en conflicto en un archivo compartido con los especialistas de Copec para tener un respaldo.</p> <p>Me basé en el modelo Cadwork trabajado previamente en el equipo, sólo podía ocupar la arquitectura y estructura, pero agregando nuevos paneles solicitados y disminuir la altura entre ambos volúmenes, lo relacionado con instalaciones eléctricas y sanitarias debía actualizarse con los nuevos planos proporcionado por el arquitecto, que a pesar de ser versiones recientes seguían teniendo interferencias entre ellas.</p>
<p style="text-align: center;">LÁMINAS DE PLANOS DE FABRICACIÓN</p> <p>Marco de Acero</p> 	<p>A la par con este trabajo, realicé los planos de fabricaciones de las partidas extras que debía realizar E2E, estas fueron los marcos metálicos, la sala de arqueo (sala de seguridad brindada) y la nueva modulación de placas de Cladboard propuesta por el arquitecto para el revestimiento exterior, la cual presentaba errores de dibujo y la mejor opción para lograr una buena modulación, fue modelar las placas en el modelo 3D; de esta forma se lograba tener una cubicación más precisa y un detalle más certero de las uniones y juntas.</p> <p>La coordinación de este proyecto se logró después de muchas reuniones, horas de trabajo y retrocesos, puesto que existían partidas que no estaban claras y otras que aún no eran resueltas por arquitectura y en cada reunión nos entregaban nuevos cambios.</p>
<p>Sala de Arqueo</p> 	<p>En conclusión, este desafío planteado por Salvador lo considero la tarea más compleja que he realizado hasta el momento, tener que coordinar un proyecto complicado en un corto tiempo y en un software que acaba de conocer no fue un trabajo sencillo.</p> <p>Por otra parte, es evidente que la mala coordinación entre especialidades afecta mucho a su ejecución y esto no solo fue culpa del mandante Copec, si no que también la mala gestión del proyecto previamente por parte de E2E.</p>

Anexos - Fichas mensuales

FICHA 01 AVANCE NUMERO 06 MES DE MARZO AÑO 2022		MAICOL GONZALEZ
PROYECTOS		
Panel de entepiso fabricado		
		
Panel con solución hidráulica		
		
Plano de prearmado sanitario		
		
Placas de Cladboard		
		
001 Proyecto Copec - Villalba 002 Proyecto Copec - Villalba 003 Proyecto Copec - Villalba		004 Proyecto Copec - Villalba 005 Proyecto Copec - Villalba 006 Proyecto Copec - Villalba

Copec Dichato, Copec Curauma, Copec Villa Alemana

La primera semana de marzo recibimos una última actualización del proyecto Copec, y a continuación de recibir esa información tuvimos una reunión extraordinaria con todo el equipo de Copec y el squash de E2E para dar por finalizada la coordinación del proyecto.

Los días siguientes quedaba actualizar las últimas modificaciones, de esta manera poder exportar los archivos para la fabricación que tenía como fecha de inicio el 15 de marzo, anterior a ello se debía definir tipos y cantidad de prearmado, que son elemento que se pueden fabricar antes, para así agilizar las construcciones de los paneles, entre ellos estaban los encamisados eléctricos, los marcos de puertas y ventanas, doble pie derechos y araña sanitaria.

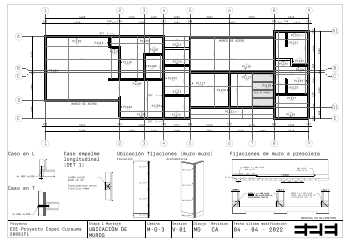
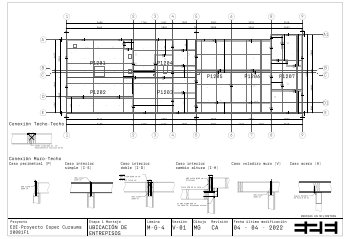
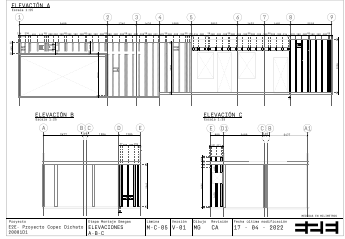
Previo al inicio de la construcción se debe presentar al equipo de planta el proyecto, donde se les muestra la cantidad y tipos de soluciones por paneles, metros cuadrados; además de las principales dificultades de la solución. Este proyecto a pesar de ser relativamente pequeño contaba con muchas partidas que dificultaron su fabricación y fue por lo mismo que se nos solicitó a mí y a Héctor Venegas que sería el profesional de terreno encargado del montaje en Dichato, que estuviéramos activos en los días de la fabricación en planta.

Durante la semana de fabricación cumplí la labor de estar en planta ayudando sobre todo en los paneles que contaban con muchas instalaciones o que la solución era diferente a las que los operadores estaban acostumbrados a ejecutar. Luego de cada jornada realizaba un levantamiento de las complicaciones que existían y de esta manera fui mejorando los archivos para que se ocuparían para la fabricación de los siguientes proyectos Copec, algunos cambios fueron corregir errores tales como la falta de piezas de madera con rebajes, la holgura de las placas de yeso cartón en vanos, la inexistencia de algunas perforaciones.

Durante la última semana del mes participé activamente en la fabricación del Copec que sería montado en la ciudad de Curauma, las mejoras realizadas del modelo anterior permitieron una disminución notoria en los tiempos y errores de fabricación, de igual forma seguí mejorado el modelo para que la elaboración del siguiente proyecto fuera mejor.

En conclusión, considero que la manera de abarcar la resolución del proyecto por parte del equipo de E2E fue de muy buena, la coordinación llevada a cabo facilitó la fabricación y considero que el hecho de hacer participe al montajista y al modelador en el momento de la elaboración disminuyó los errores que en ocasiones previas los operadores cometían por no contar con la información necesaria.

Anexos - Fichas mensuales

FICHA 01 AVANCE NUMERO 07 MES DE ABRIL AÑO 2022	MAICOL GONZALEZ
<p>Plano ubicación de muros</p>  <p>Plano que muestra la ubicación de los muros en los proyectos Copec Dichato, Copec Curauma y Copec Villa Alemana. Incluye detalles de fijaciones y conexiones de muros a presoleras.</p>	<p>Copec Dichato, Copec Curauma, Copec Villa Alemana</p> <p>Durante la primera semana del mes, se dio inicio a la fabricación del último Copec, que sería montado en Villa Alemana, su elaboración fue más rápida y sin errores de archivos. Como ya había realizado en meses anteriores los planos de montaje de este proyecto, contaba con el tiempo suficiente para mejorarlos, y agregar información requerida por los montajistas, me ayudó mucho tener la opinión de Matías Cartes profesional de terreno encargado de montar el proyecto en Curauma y de Héctor Venegas, ya que eran ellos los que sabían cuál era la información necesaria que debían llevar los planos, además que la revisión por parte de ellos, disminuía los errores del dibujo.</p>
<p>Plano ubicación entrepisos</p>  <p>Plano que muestra la ubicación de los entrepisos en los proyectos Copec Dichato, Copec Curauma y Copec Villa Alemana. Incluye detalles de fijación y conexión de los entrepisos.</p>	<p>Con respecto a los planos se mejoraron principalmente los de presoleras, contando ahora con información precisa de las ubicaciones, las fijaciones, e indicando los lugares donde se debían cortar en terreno. A los planos de ubicación de muros se le agregó el número del orden de montaje, coordinada con la carga de los camiones para que de esta forma se fueran montando los paneles desde el camión grúa y no tener que bajarlos previamente; además que se debía agregar la ubicación de los elementos que se iban a montar previamente como los marcos de acero y la sala de arqueo, en los planos de entrepiso y antepecho se agregaron los detalles de fijación y por último se solicitó agregar un nuevo plano para coordinar la solución de cubierta, consistía en la ubicación de las cerchas con los tacos de madera, con esta información se evitaría la interferencia con las instalaciones.</p>
<p>Plano montaje Cladboard</p>  <p>Plano que muestra la ubicación y detalles de montaje de los paneles de Cladboard en los proyectos Copec Dichato, Copec Curauma y Copec Villa Alemana.</p>	<p> Junto con los planos, otro insumo que ayuda bastante al montaje, es tener un modelo 3D que permite ver el proyecto en detalle, es por esto que se me solicitó modelar las partidas que eran externas a los paneles, tales como la sala de arqueo, los marcos de acero, las cerchas y la partida del revestimiento de Cladboard con la ubicación correcta de las omegas para el montaje.</p>
<p>Plano Ubicación de Omegas</p>  <p>Plano que muestra la ubicación de los perfiles Omega en los proyectos Copec Dichato, Copec Curauma y Copec Villa Alemana. Incluye detalles de fijación y conexión de los Omegas.</p>	<p>Para finalizar la información del montaje, realice una optimización de las placas de Cladboard para evitar pérdidas y que se logaran cortar previamente en la planta, y junto a la actualización de las elevaciones con la nueva modulación presentada por Copec.</p> <p>En conclusión, para este proyecto las partidas correspondiente al montaje requerían de mucha información y coordinación, en el montaje de los proyectos anteriores ocurrían casos donde las fijaciones no se detallan perfectamente y eso conllevaba a retrocesos en obra, impidiendo que el montaje fuera rápido. El coordinar los planos junto a los profesionales de terreno ayudó y mejoró los puntos más difíciles en obra.</p>

Anexos - Fichas mensuales

FICHA 01 AVANCE NUMERO 08 MES DE MAYO AÑO 2022		MAICOL GONZALEZ
<p>Primera Formato de Ficha</p>		<p>Casa Base: Bullileo, Yelcho, Allipén</p> <p>Ya con haber finalizado todas las partidas de Copec, y para no invertir más horas de ingeniería en ese proyecto, Salvador Correa me solicitó participar de un nuevo proyecto de casas bases, que consistía básicamente en la reutilización de paneles ya fabricados y que estaban registrados en la base de datos de la empresa para la elaboración de casas tipo, con la esperanza de que inmobiliarias pequeñas pudieran comprar unidades y realizar modificaciones con un bajo o nulo costo de ingeniería (que es el mayor valor el proyecto), es por ello que luego de un concurso interno dentro de la empresa se eligieron un total de 12 unidades para desarrollar siendo yo el encargado de realizar las fichas de presentación de cada casa. Durante dos semanas estuve trabajando en las fichas tipo, donde se debía presentar el modelo 3D de los paneles, con el listado de la información de ellos, además contaba con información importante de cada unidad como, la cantidad de metros cuadrado de planta, de paneles, y de superficie, una planta donde se mostrará la información de los recintos. Cada casa debía tener un valor base, el cual era la suma de los materiales y producción de cada solución de panel, no se contabilizaba el transporte ni el montaje.</p> <p>Posterior a las 2 semanas, participamos de una reunión en conjunto al equipo del área comercial para ver las mejores propuestas y ver cómo sería la mejor opción de presentar los proyectos, se eligieron 5 casas bases, cada una de diferente tamaño en un rango de 40 a 120 metros cuadrados, y el siguiente paso era desarrollar un poco más cada versión y entregar otra ficha más arquitectónica para subirla al mercado y que fuese más llamativa.</p> <p>La nueva ficha aparte de estar en un formato diferente, debía ser de más insumos gráficos, fue por ello que presenté propuestas de láminas arquitectónicas, con render, escantillones, vistas en isométricas, evitando tanto texto y que la información que se presentara fuera la necesaria para dejar cada partida clara.</p> <p>Durante el resto del mes logré desarrollar 3 de las 5 casas bases, las cuales fueron, Casa Bullileo, Casa Yelcho y Casa Allipén, logrando tener una buena aceptación por parte del equipo.</p>
<p>Segundo Formato de Ficha</p>		<p>En conclusión, el haber finalizado de esta manera mi práctica me sirvió para mostrar mis capacidades de diseño al equipo de E2E, además de tener una aproximación al costo real de las soluciones ya que tuve que realizar las cotizaciones de las tres últimas unidades.</p> <p>Otro punto que me di cuenta fue que el funcionamiento de la planta tiene un valor bastante elevado, es muy costoso la hora de fabricación, y una forma de disminuir ese punto son los proyectos repetitivos, entre más unidades iguales se fabrican la planta es más eficiente.</p>
<p>Render Casa Allipén</p>		





Agradecimientos

Viendo cumplido mi desarrollo formativo en la universidad, no me queda más que agradecer a todos las personas que me fueron apoyando a lo largo de está difícil carrera para lograr llegar a la meta, en especial a mi hermosa familia, mis queridos amigos, y a mi amada pareja. Y no puedo finalizar si darles las gracias a todos los profesionales que estuvieron presentes en mi formación como arquitecto [Universidad Técnica Federico Santa María - E2E].

