



Código: PICYDT-CAYT-02-2019

“DESARROLLO DE CERRAMIENTOS VERTICALES PREFABRICADOS PARA COMPLETAMIENTO DE LA VIVIENDA SOCIAL”

Directora: TABER, Elena

Co-Directora: HERMIDA, Adriana

INTEGRANTES: TUCCI, Adriana; RISSO PATRON,
Luciana

Año: 2022



Identificación del proyecto

Tipo de proyecto y año de convocatoria:	PICYDT UNM 2019
Nombre completo del proyecto:	Desarrollo de cerramientos verticales prefabricados para completamiento de la vivienda social
Director/a:	Elena Taber
Lineamiento prioritario ¹	Departamento De Ciencias Aplicadas Y Tecnología Construcción Social Del Hábitat. Calidad Y Habitabilidad. Desarrollo de componentes sustentables de saneamiento y de vivienda para su industrialización en fábricas sociales
Fecha de inicio:	Diciembre 2020
Fecha de finalización:	Diciembre 2021
Unidad de localización: Departamento/centro/ Programa	Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología
Resumen: <i>a(máx. 300 palabras)</i>	El objetivo planteado para el proyecto es desarrollar soluciones tecnológicas sustentables de componentes prefabricados en taller para el completamiento de la vivienda social en materia de cerramientos verticales. Soluciones que deben generar respuestas novedosas, pertinentes, claras y concretas, ponderables en su cumplimiento y alcanzables para un amplio sector de la población. Este proyecto es continuación de la línea de investigación iniciada por el equipo con el PDTs "Desarrollo de componentes sustentables de saneamiento y de vivienda para su industrialización en fábricas sociales" y en ese sentido se profundiza el concepto de abordar complementariamente vivienda popular y empleo a través de la innovación. A partir de los análisis, relevamientos y resultados del mencionado proyecto surge la propuesta de estos nuevos componentes a desarrollar con la modalidad y metodología utilizadas y probadas positivamente en el PDTs. Las tres variantes de cerramientos verticales que se propone desarrollar, involucran no solo soluciones tecnológicas diferentes, sino también problemáticas habitacionales diversas. Los cerramientos exteriores/exterior se relacionan con las necesidades de definición de lindes y protección de los predios; los cerramientos exteriores/interior se

¹ Según Resolución CS 326/17 Líneas de investigación científica y desarrollo tecnológico prioritarias 2016–21/6 Res. R 449/18 Lineamientos estratégicos generales de Investigación y transferencia 2019/21 del CEDET

	relacionan con las necesidades y posibilidades de completamiento y/o crecimiento de la vivienda; los cerramientos interiores/interior se relacionan con las necesidades y requerimientos de privacidad/intimidad al interior de la vivienda al permitir subdivisiones. Así, el desarrollo de estos componentes al incorporar diseño e innovación accesible, permitirán dar respuestas sistémicas en la vivienda popular a los problemas de cierre y seguridad, aislaciones (hidrófugas, térmicas, acústicas), resistencia al viento, privacidad y resguardo de la intimidad al interior de las viviendas. Entendemos que dar continuidad a este tipo de desarrollos, ampliando y enriqueciendo así un catálogo de soluciones con innovación, diseño y grados de prefabricación en talleres de baja complejidad, constituye un aporte concreto de la universidad a la mejora de las condiciones de habitar de los sectores populares de Moreno.
Palabras claves:	Cerramientos verticales—diseño—innovación—grados de prefabricación

1. Introducción y objetivos (mínimo 1 página- máximo 2 páginas)

- Realizar una presentación general del estudio (tema/problema) y una justificación de su relevancia (motivos para estudiarlo, aportes potenciales).
- Indicar el objetivo general de la investigación y los interrogantes efectivamente trabajados en el proyecto.

En el presente proyecto —planteado como continuación del PDTs-381, denominado “Desarrollo de componentes sustentables de saneamiento y de vivienda para su industrialización en fábricas sociales” desarrollado por el equipo de investigación— se rescata el planteamiento inicial del problema de entender que los planes sociales de vivienda —cuando estos han constituido o constituyen parte sustancial de las políticas públicas en materia de hábitat— por lo general abordan las problemáticas del acceso a la tierra, la vivienda y servicios; pero dejan en manos de los destinatarios aspectos relacionados al completamiento de la vivienda, tales como cierres, fachadas, veredas, divisiones interiores, etc.

Se pasa así de incorporar un conjunto de población, anteriormente excluida del derecho a una vivienda digna, a un producto que aún resta completar; y —dadas las características sociales de la población destinataria— estos completamientos se retrasan en el tiempo, o se realizan de forma individual y caótica o directamente nunca se producen.

Por otro lado, en la modalidad de autoconstrucción, que involucra por lo general a los sectores más desfavorecidos, los problemas señalados se agravan, ya que aún la propia vivienda queda resuelta en forma deficitaria, incompleta, sin contar en muchos casos con componentes indispensables. Complementariamente —por el lado de la “oferta”— al apuntar a necesidades insatisfechas por el mercado o inaccesibles para los sectores populares, la incorporación de innovaciones en productos con algún grado de prefabricación que den respuesta a necesidades específicas en la resolución de la vivienda popular y

² Se solicita brindar información detallada en los campos que componen esta Parte I, ya que será publicada en el Repositorio online de la UNM. Esto permitirá difundir de manera amplia la investigación, sus resultados y visibilizar la labor de los miembros del equipo de investigación.

que puedan ser implementados en fábricas sociales o de baja complejidad, se promueve una oportunidad de generación empleo con mayor calificación.

Este planteamiento inicial del problema —de abordar complementariamente vivienda popular y empleo a través de la innovación— verifica y se refuerza al presente, luego de lo que significó la profundización y complejización de estas problemáticas luego de los cuatro años de abandono de políticas públicas en materia de hábitat popular por parte del Estado primero y los efectos de la pandemia después y frente al desafío para la universidad pública, de hacer su aporte en esta nueva etapa.

En base a diagnósticos, desarrollos y resultados del mencionado PDTs, como así también de necesidades detectadas en la interacción con la entidad beneficiaria de aquel proyecto, la Asociación Madre Tierra de larga y profusa trayectoria de trabajo con los sectores populares en materia de hábitat y vivienda en el territorio, es que surge la propuesta de estos nuevos componentes a desarrollar —con la modalidad y metodología utilizadas y probadas positivamente en el PDTs— a saber: cerramientos verticales para la vivienda, tanto exterior/exterior, como exterior/interior e interior/interior.

Las tres variantes de cerramientos verticales, involucran no solo soluciones tecnológicas diferentes, sino también problemáticas habitacionales diversas. Mientras que los cerramientos exterior/exterior se relacionan con las necesidades de definición de lindes y protección de los predios; los cerramientos exterior/interior se relacionan con las necesidades y posibilidades de completamiento y/o crecimiento de la vivienda; los cerramientos interior/interior se relacionan con las necesidades y requerimientos de privacidad/intimidad al interior de la vivienda al permitir subdivisiones.

Así, el desarrollo de estos componentes al incorporar diseño e innovación accesible, permitirán dar respuestas sistémicas en la vivienda popular a los problemas de cierre y seguridad, aislaciones (hidrófugas, térmicas, acústicas), resistencia al viento, privacidad y resguardo de la intimidad al interior de las viviendas.

De esta manera, el objetivo general planteado fue el de “desarrollar soluciones tecnológicas sustentables de componentes prefabricados en taller para el completamiento de la vivienda social en materia de cerramientos verticales”. Así mismo se planteaba que “estas soluciones debían ser pertinentes, claras y concretas, ponderables en su cumplimiento y alcanzables para un amplio sector de la población, así como generar respuestas novedosas”.

En este marco del objetivo general y atendiendo a la situación de trabajo virtual durante los primeros 6 meses de desarrollo del proyecto impuesto por la pandemia, un primer interrogante efectivamente trabajado fue la investigación de desarrollos de sistemas de cerramientos prefabricados, a través de un trabajo profuso y sistematizado en la web de recopilación, investigación y análisis comparativo de sistemas constructivos existentes y en desarrollo en materia de cerramientos verticales en las tres variantes definidas en Argentina, Latinoamérica y resto del mundo, que fueron sistematizadas en tablas y textos

También se trabajaron propuestas de diseños y desarrollos de cerramientos verticales en sus tres variantes, para finalmente seleccionar uno de los diseños propuestos para ser llevado a escala de prototipo.

El diseño que se seleccionó para ser llevado a escala de prototipo —ya en modalidad presencial en el Taller de Construcciones de la UNM— dio lugar también a la indagación de la tecnología en fibra de vidrio —conocida y desarrollada en talleres de baja complejidad para otros usos— para el estudio de innovaciones en su aplicación a este diseño de cerramiento. Así mismo la indagación en alternativas ecológicas con el reemplazo de la fibra de vidrio por cáñamo.

2. Marco de referencia (mín. 2 páginas- máx. 5 páginas)

Describir en qué campo (temático, disciplinar) se inserta la investigación, indicando:

- estudios antecedentes (propios o no) sobre el tema, avances y áreas de discusión.
- marco teórico o encuadre de referencia de la investigación: con qué enfoque, conceptos, dimensiones o modelos se abordó el tema/problema.

El presente proyecto se inscribe, dentro de los Lineamientos Prioritarios del Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología, en el lineamiento de “Construcción social del hábitat. Calidad y habitabilidad. Desarrollo de componentes sustentables de saneamiento y de vivienda para su industrialización en fábricas sociales.”, dentro del área de conocimiento de Ingeniería y Tecnología, Arquitectura, con un objetivo

socioeconómico de producción y tecnología industrial. Es un tipo de actividad experimental, con un campo de aplicación local

Antecedentes

Propios

El antecedente inmediato propio de este proyecto lo constituye el mencionado PDTs de desarrollo de componentes sustentables de saneamiento y de vivienda para su industrialización en fábricas sociales.

El mismo consistía en plantear productos de bajo costo, con diseños innovadores en relación a los problemas de saneamiento y completamiento del hábitat en talleres de prefabricación local que incorporarán valor agregado. Se asociaba las mejores prácticas del construir en taller, bajo techo, sin desperdicios, con diseño y calidad, asociado a las premisas actuales de sustentabilidad. Se abordaban los temas de saneamiento y vivienda social. Y se generaron propuestas novedosas, con posibilidad de insertarse en el Mercado de consumo local.

Se visibilizaron respuestas y diseños, se transfirieron productos, capacitando a las cooperativas y a los especialistas de cada rubro. El objetivo principal era transformar estos escenarios locales de Moreno. El proyecto se desarrolló y desplegó en cuatro instancias:

I. El diseño y desarrollo de los componentes para la vivienda y el saneamiento, que incluía el relevamiento y análisis de soluciones existentes y de materiales locales y tecnologías disponibles:

- veredas prefabricadas (baldosones);
- módulo cobijo (cubierta)
- cabina de ducha y
- torre tanque.

II. El diseño e instalación de taller piloto (Taller de Construcción) en la UNM

III. La construcción de los prototipos, para su evaluación y prueba en el Campus de la UNM IV. Capacitación y transferencia a alumnos, cooperativas o emprendedores locales.

El proyecto —integralmente en cuanto a procesos, metodologías, productos y transferencias, como cada una de estas instancias en sí mismas— constituyen antecedente y base del presente.

Ya en la primera instancia del PDTs, los resultados del relevamiento y análisis señalaron los requerimientos y demandas en el territorio de desarrollos en materia de cerramientos verticales.

Así mismo, el diseño y montaje del Taller de Construcción de la segunda instancia, constituye una base material de gran valor para el desarrollo de este proyecto, ya que el mismo al contar con el espacio físico acondicionado, máquinas y herramientas posibilitaron llevar a cabo la experimentación con el diseño seleccionado para ser llevado a escala de prototipo.

No propios

Ya en el marco de la temática específica del presente proyecto —derivada como ya se señaló, de los resultados del relevamiento y análisis que señalaron requerimientos y demandas en el territorio de desarrollos en materia de cerramientos verticales— la indagación en antecedentes de sistemas constructivos existentes y en desarrollo en materia de cerramientos verticales en las tres variantes definidas (interior/interior, interior/exterior, exterior/exterior) en Argentina, Latinoamérica y resto del mundo, constituyó una primera instancia metodológica básica para el desarrollo del proyecto. Esta indagación fue sistematizada en fichas (las que se presentaron como anexo en el informe de avance) y que permitió un análisis comparativo de los sistemas.

A modo de síntesis como antecedentes no propios en materia de cerramientos verticales emanados de ese análisis, se puede decir que:

- Existe una profusa variedad de sistemas desarrollados por grandes empresas —por lo general multinacionales con sucursales o subsidiarias en Argentina— que cuentan con tecnologías avanzadas y que fabrican cerramientos con componentes en acero o aluminio como soportes estructurales (portantes o

autoportantes) y fibras, poliuretanos, termo paneles chapa, etc. con las que arman las capas de los cerramientos (<https://decibel.com.ar/fichas/Ficha%20PMA%20-%20Modelo%207600.pdf>, ACINDAR, TRILOGIC, Placas Cementicias Superboard, MDT, <http://www.acierargentina.com/>, www.grupoltn.com, <https://www.aluar.com.ar/sistemas>, Módulos FOD)

- También constituyen antecedentes aquellos sistemas que, si bien cuentan con instancias de prefabricación en taller, son tecnológicamente más accesibles para pymes y minipymes. Por lo general son desarrollos cuyo material predominante es la madera (<https://basani.com.ar/region-central/productos/modulo-oficina-evento-vip/> <https://arpaisajismo.com/> <http://www.ecosan.com.ar/JINXIANG>)

- Sistemas de bloques prefabricados que se montan en obra encastrándolos (Forpol es bloques de hormigón/Otros materiales, Ladrillos bloques de plástico)

- También constituyen antecedentes de interés aquellos sistemas ecológicos que utilizan materiales reciclados (Aserraderobiel, <https://www.ewar.com.ar/home> <http://www.ecochipsrl.com/>)

- Un tema de particular interés en el análisis de los diversos sistemas, lo constituye la forma en que se resuelven juntas y uniones o anclajes

Las áreas de discusión a partir del estudio comparativo de antecedentes en materia de cerramientos verticales, abordaron la relación compleja de las diversas variables involucradas en los procesos de construcción prefabricada con innovación, particularmente los problemas vinculados con el uso de tecnologías apropiadas que puedan ser implementados en fábricas de baja complejidad, que puedan generar empleo con mayor calificación y que den respuestas sistémicas a los problemas en materia de cierre y seguridad, privacidad y resguardo de la intimidad al interior de las viviendas de los sectores populares en el territorio

Ya en la instancia propositiva de diseños de componentes, selección de un diseño para ser llevado a escala de prototipo, su construcción y diseño definitivo habilitó un área de discusión de particular interés como es al uso de nuevos materiales o bien materiales conocidos para otros usos en su aplicación a procesos de prefabricación en taller de baja complejidad de cerramientos modulares.

Marco teórico o encuadre

El espacio arquitectónico está definido a partir de tres subsistemas: CERRAMIENTOS, estructuras e instalaciones. Se entiende por Cerramiento aquel subsistema que divide o separa dos espacios contiguos. Cumpliendo condiciones de aislamiento (hidrófugo, térmico, acústico), de imagen, autoportantes y en algunos casos según los requerimientos podrían transmitir cargas de otros elementos hacia otro subsistema estructuras. Clasificaciones de los cerramientos verticales:

- según su ubicación:

- Cerramientos verticales divisorios entre exterior y exterior
- Cerramientos verticales divisorios entre exterior e interior
- Cerramientos verticales divisorios entre interior e interior.

- si transmiten cargas o solo se autoportan (muros o tabiques). Los de características autoportantes, son aquellos que se sostienen a través de uniones secas o húmedas, a los elementos constructivos de carácter estructural (losas, vigas, columnas, etc.)

- según los materiales predominantes que los constituyen (cementicios, cerámicos, de yeso, eps, madera, plásticos, especiales etc), y sus aditivos.

- según el peso: livianos (menores a 100 kg), semipesados y pesados (mayores a 300 kg) - sus medidas, proporciones y referencias (normales, reales, huelgos de montaje, dimensiones moduladas, ejes, andariveles, sistemas de ejes de referencias auxiliares, retículas espaciales modulares, etc),

- por sus disposiciones constructivas (juntas y uniones),

- por su forma de fabricación: en cadena, de producción unitaria, en serie, puestos de montaje. Pudiendo ser Prefabricados in situ (a pie de obra) o en fábrica (a través de mesas de prefabricado).

Se entiende por Prefabricación, al proceso de fabricación de un elemento constructivo, siguiendo pautas de cierto grado de industrialización cuyos parámetros principales son:

1. La programación de las tareas (sin superposición de tiempos y recursos)
2. La estandarización de un elemento: repetición idéntica con controles de calidad, tiempo, mano de obra y procedimientos constructivos.
3. La minimización de tiempos, costos, desperdicios, aumentando la productividad (a menor precio mayor calidad, a menor tiempo mayor cantidad de productos repetidos iguales)

Nuestro proyecto lo encuadramos entre el marco de la Construcción Tradicional Racionalizada y Construcción Racionalizada. Llamamos:

1. Tradicional Racionalizada: aquella construcción de tipo tradicional, con mano de obra calificada y no calificada, técnicas tradicionales, pero con organización racional, programada, planificada, evitando improvisaciones y todo cuantificado y medido.

2. Racionalizada: este tipo de construcción dispone y ejecuta todas las secuencias de operaciones (con el fin de construir elementos constructivos y disposiciones constructivas) con criterio lógico y ordenado (sin superposiciones) para producir mayor cantidad, de mayor calidad, a menor precio y en menor tiempo. La mano de obra es especializada. Las herramientas, equipamiento y dispositivos auxiliares son de más alta especialización que la tradicional.

En ambos casos se cuenta con materiales y elementos constructivos del mercado local.

Se discriminan las fases de las tareas constructivas en:

- a) preparación,
- b) desarrollo,
- c) terminación.

Estas fases se racionalizan de manera de seguir un criterio lógico de organización de los recursos: humanos, materiales de construcción, de tiempo, económicos-financieros.

Este tipo de construcción Racionalizada está normalizada a través de Normas de medición estandarizadas por entidades nacionales.

Finalmente, los medios que favorecen la racionalización son:

1. PROGRAMACIÓN (organización del trabajo, ver método TOYOTA),
2. COORDINACIÓN DIMENSIONAL (uso del MÓDULO NORMAL en base 10 como unidad de medida),
3. DISPOSITIVOS AUXILIARES (de control y medición, de andamiaje y apuntalamiento, auxiliares de moldeo, de transporte vertical y horizontal, de compactación, de preparación de mezclas, de proyección, etc.),
4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES
5. PREFABRICACIÓN.

Los componentes a desarrollar propuestos en la presentación del proyecto fueron definidos como se dijo en base al diagnóstico elaborado en Proyecto anterior (PDTs).

3. Métodos y técnicas (min. 2 páginas- máx. 4 páginas)

Indicar el trabajo de campo, documental y/o de laboratorio realizado, la forma de recolección de datos y sus fuentes. Al respecto, describir los métodos, técnicas, instrumentos y materiales utilizados para indagar el problema de investigación. Explicitar las unidades de análisis, los criterios de selección de muestras o casos. Indicar asimismo las formas de procesamiento y análisis de los datos recolectados.

Las estrategias del proyecto apuntan a plantear desarrollos de productos, de bajo costo, con diseños innovadores en relación a los problemas de completamiento de la vivienda en materia de necesidades de

cerramientos verticales, que puedan ser producidos en talleres de prefabricación local que incorporen valor agregado. Se trata por un lado de asociar las mejores prácticas del construir en taller, bajo techo, sin desperdicios, con diseño y calidad, asociando a las premisas actuales de sustentabilidad.

En la metodología del proyecto se plantearon cuatro instancias para su desarrollo:

a) Relevamiento y análisis de las soluciones existentes en materia de cerramientos.

- Sistemas constructivos existentes y en desarrollo en Argentina, Latinoamérica y resto del mundo.

En esta instancia se llevó a cabo —en forma virtual a través de la web— una sistematizada recopilación, investigación y análisis comparativo de sistemas constructivos existentes y en desarrollo en materia de cerramientos verticales en las tres variantes definidas (interior/interior, interior/exterior, exterior/exterior) en Argentina, Latinoamérica y resto del mundo.

Estos sistemas constructivos investigados fueron sistematizados en fichas (presentadas como anexo en el informe de avance), que contienen diversos campos para habilitar un análisis comparativo entre ellos, tales como: ubicación en proyecto (sanitario, oficina, cocina, dormitorio, galpón, medianera); transmisión de cargas (portantes o autoportantes); materiales predominantes; condiciones de aislamiento (Hidrófugo, Térmico, Acústico); imagen; peso; disposiciones constructivas; proceso de prefabricación (en cadena/en serie, producción unitaria en fábrica, a pie de obra o in situ); porcentaje de prefabricación; mano de obra (calificada o especializada, complejidad de taller según uso de herramientas, de uso tradicional/doméstico o industrial); transporte; relaciones (tiempo/calidad de fabricación, tiempo/precio, calidad/precio); entre otros.



b) Relevamiento de mano de obra, materiales y talleres disponibles en Moreno para apropiar los diseños e innovaciones a esa disponibilidad (también en Anexo del Informe de Avance)

c) Diseño de los cerramientos verticales en sus tres variantes

En esta instancia se exploraron diversos diseños del componente a nivel de esquemas y croquis.

De los diseños concebidos y a partir de una evaluación crítica y comparativa de los mismos, se seleccionaron 5 propuestas, las que en instancia posterior fueron sometidas a análisis comparativos de costos, cualidades técnicas y procesos productivos, para la elección de uno de estos diseños a ser desarrollado hasta nivel de prototipo para su prefabricación en taller.

Los diseños seleccionados (que se presentaron en Anexo del Informe de Avance), fueron sistematizados de la siguiente manera:

- Sistemas de prefabricación en seco en taller, consistentes en paneles modulares que por peso y tamaño —altura piso a techo (2,40 / 2,60) y un ancho variable entre 60 y 80 cm (según material para máximo aprovechamiento con mínimo desperdicio)— sean transportables en vehículos de carga de porte mediano.

Los diseños enmarcados en este sistema, se componen de:

- Una estructura de soporte
- Paramentos que resuelven las aislaciones necesarias y concretan los cierres objeto del cerramiento
- Juntas
- Uniones y anclajes

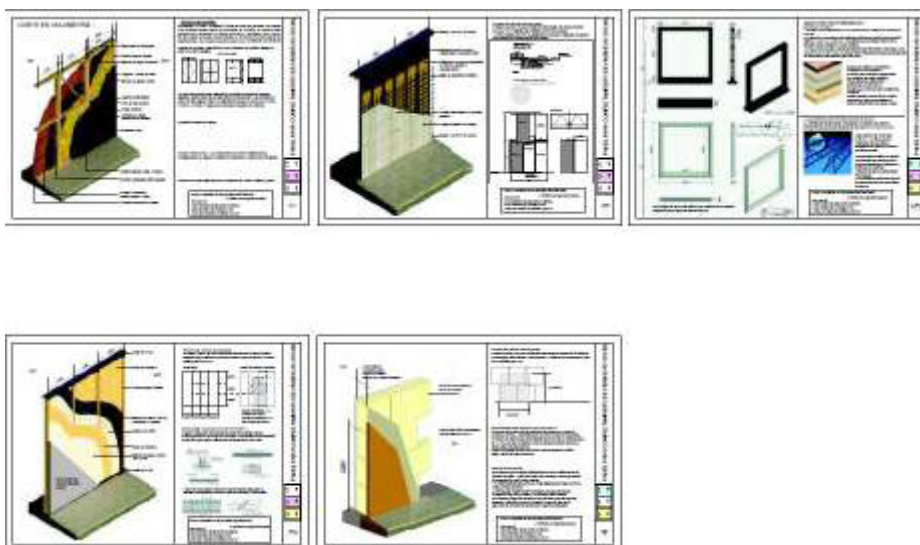
Dentro de este sistema de elaboración en seco se han desarrollado dos tipos de paneles, que se diferencian por el tipo de estructura de soporte:

- Una tipología con estructura oculta interior para su autosoporte
- Otra tipología que se conforman con un marco estructural exterior que también permite soportar transmitir cargas exteriores

Ambas tipologías de estructura de soporte se complementan con los mismos paramentos y juntas para conformar el cerramiento, adoptando en cambio cada uno de ellos uniones o anclajes específicos

- Sistemas de prefabricación húmeda en taller, consistente en bloques de hormigón celular livianos, con sistema de vínculo entre las unidades del sistema a través de encastre por forma, con una modulación relacionada al tamaño de los bloques (0,60m x 0,60m cada unidad, corresponde a 3 unidades por m²)

Cada uno de estos diseños, según materiales, formas de prefabricación en taller y montaje en obra, conformación de paramentos en cuanto a aislaciones, estructuras de soporte, etc., resultan aptos para la resolución de una, dos o todas las variantes de cerramientos en desarrollo, ya sea: exterior-exterior, exterior-interior o interior-interior (lo que es consignado en cada una de las fichas correspondientes).



d) Selección de sistema para ser llevado a nivel de prototipo y diseño a nivel de proyecto de sistema seleccionado

Del análisis comparativo —entre los 5 diseños seleccionados— en relación a: nivel de innovación, costos, cualidades técnicas y procesos productivos, se seleccionó el diseño identificado con **el número 3** en las fichas del Anexo correspondiente en el informe de avance.

Ese diseño de cerramiento resultaba el de mayor potencial innovador —y por ello su selección— a partir fundamentalmente de estar conformado por un paramento principal que trabaja estructuralmente por su forma, lo que le confiere ductilidad, liviandad, transportabilidad y a su vez, habilitaba la indagación en el uso de diversos materiales

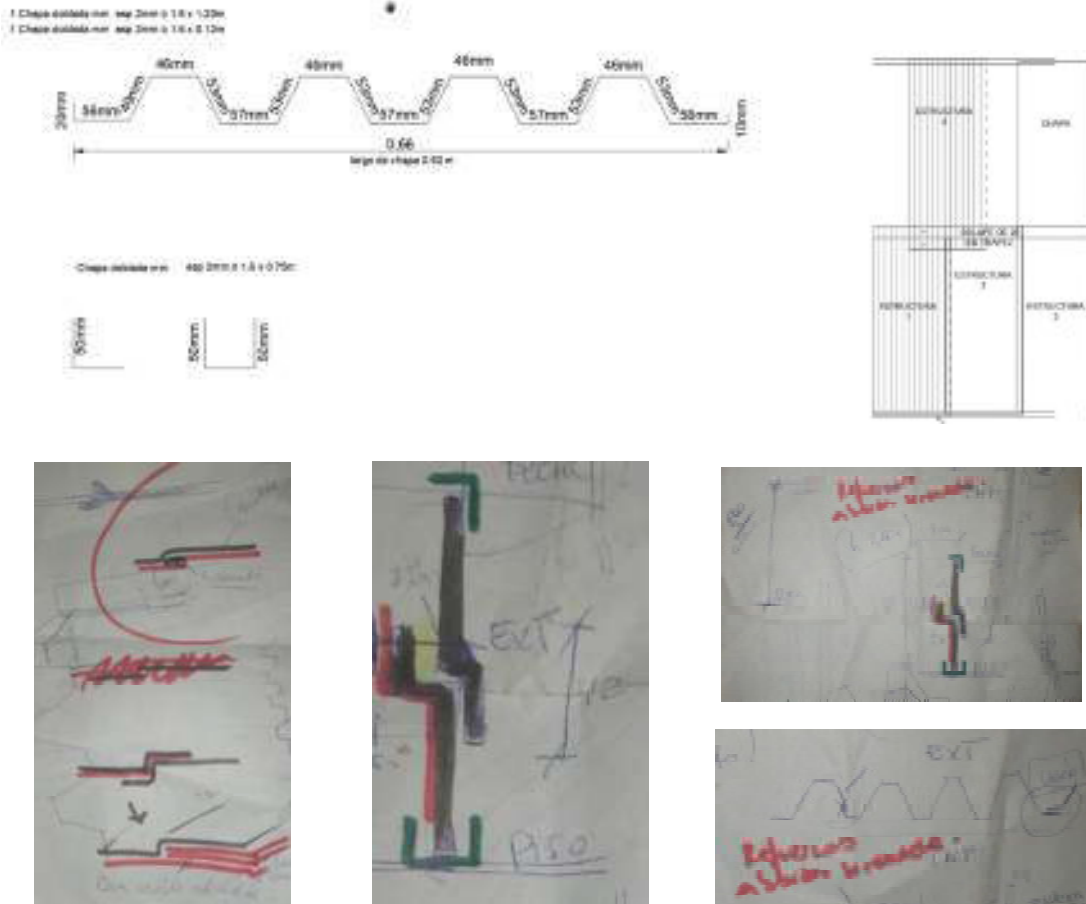
En un proceso iterativo para llegar al proyecto de prototipo se fue indagando, desarrollando y tomando decisiones en relación a materiales, proceso constructivo en taller, herramientas y equipos requeridos, procesos de montaje en obra, etc.

Esta indagación e investigación de posibles materiales dio como resultado la decisión de trabajar con la técnica de fibra de vidrio y resina poliéster para el paramento autoportante por forma, técnica muy utilizada en otros campos (como náutica, amoblamientos, etc. por lo que hay disponibilidad de talleres de baja complejidad con experiencia en el territorio, pero no en el ámbito de la prefabricación en construcción.

De tal manera, el prototipo es un cerramiento vertical del tipo interior-exterior, con sus paramentos de aislaciones y elementos constitutivos todos prefabricados en taller de pequeña escala o baja complejidad. En la idea original los materiales empleados eran: una estructura de pvc modelada en forma trapezoidal, la

cual fue sustituida por una estructura trapezoidal hecha en fibra de vidrio y resina de poliéster. Las capas de aislaciones y terminaciones superficiales fueron elegidas en función de la disponibilidad en el mercado local de materiales de uso tradicional que puedan prefabricarse en el taller: terminación exterior cara vista para pintar (con la forma trapezoidal) donde pudiera recibir un enmallado estructural para soportar una terminación lisa a gusto del usuario. Como aislaciones interiores se recurrió a dejar los huecos libres trapezoidales con aire estanco a modo de cámara. Un paramento de EPS (espesor a definir según zona climática mín.20 mm), barrera de vapor (pintura asfáltica) sobre terminación interior de fibrofácil o MDF (liso del lado interior para enduir y pintar).

Se presenta a continuación el proyecto del prototipo



e) Construcción de prototipo y pruebas piloto en el campus de la UNM

1) Se contrató en un taller de herrería la construcción de un molde para dar forma a la fibra de vidrio. Este molde se elaboró en chapa N°16 plegada de forma trapezoidal (acorde a proyecto). Este molde (negativo) contaba con un rebaje para permitir el solape de las piezas en el proceso de montaje. Se lo diseñó teniendo en cuenta la necesidad de terminación final deseada: lisa para pintar en taller o in situ. Estos modelos resultantes del modelaje presentan una cara lisa (donde apoya hacia la chapa) y una rugosa donde se van sumando las fibras adheridas con resina epoxi paso a paso



2) Un taller de baja complejidad especializado en producción de piezas en fibra de vidrio y poliéster, fue contratado para la fabricación de cuatro módulos de 60 x 60 cm del paramento exterior. Las medidas de módulos para el prototipo (la mitad en altura del módulo real según diseño) estuvo condicionado por las restricciones presupuestarias del proyecto y la necesidad de contar con 4 módulos para poder verificar en el Taller de Construcciones de la UNM los solapes, uniones y anclajes.

El espesor usado para el paramento exterior fue de 3 mm y corresponde a 2 capas de fibras cruzadas pegadas con la resina correspondiente.



3) El equipo de proyecto concluyó con el montaje del prototipo en el Campus de la UNM con:

- El paquete de aislaciones térmicas acústicas con una plancha de EPS (poliestireno expandido) de baja densidad de espesor 20 mm, barrera de vapor con un film de polietileno de 200 micrones. Además, por forma, el aire contenido en los tubos verticales actúa como cámaras de aire estancas, logrando aislación térmica acústica, al ser menores de 5 cm de lado lo que evita corrientes convectoras que anulen la aislación térmica deseada.
- Las juntas para cada paramento responden a la forma del material que lo compone: solapando en forma vertical y horizontal, según el caso acorde al armado in situ final. Este solape proporciona estanqueidad al agua, a los vientos, al polvo exterior, al aire por presión y al vapor de agua. También se utilizó una banda de neoprene en las soleras como medio de repartición de pequeñas cargas diferenciales provocadas por el montaje y puesta en régimen. A su vez favorece la estanqueidad del sistema.
- En el caso de las uniones se experimentó según el material de cada paramento: la unión con el perfil "Z" inferior o solera inferior a través de remaches, al igual que la unión con el perfil "U" o solera superior. Esto vincula fibra de vidrio con fibra de vidrio. Y estos perfiles o soleras a la estructura existente del proyecto se vincularían según el elemento portante de transmisión de cargas (variable según sea: LADRILLOS COMUNES, HORMIGÓN ARMADO, ACERO, MADERA). En nuestro prototipo se utilizaron tornillos autoperforantes tipo T2 con una junta elasto-plástica para asegurar estanqueidad también. Las uniones entre paramentos de aislamiento y terminaciones interiores se realizaron por adhesión.
- Se hicieron pruebas y testeos de pegamentos especiales para cada material y se analizó la eficacia en relación al paso del tiempo, a la exposición al clima (rayos solares, frío, calor, viento), vida útil del pegamento en uso: fibra de vidrio con el EPS, EPS con el film de polietileno, film de polietileno con la placa de MDF interior.
- La resultante es un cerramiento de tipo liviano de 20 kg/m², incluyendo todas las aislaciones y terminaciones finales con sus sistemas de unión y elementos de juntas verticales y horizontales
- El prototipo construido fue un panel exterior/ interior. El panel interior/ interior, responde a la misma forma de ejecución, solo que, al no haber condensación interior por diferencia de temperatura, se anula el agregado de la barrera de vapor (film de polietileno). Este tipo de panel responde a la propiedad de aislación acústica por absorción para favorecer el acondicionamiento de los espacios interiores. En este caso se emplea también el EPS y los tubos a modo de cámara de aire estanca.
- En caso que el panel sea exterior/ exterior, no requerirá aislaciones entre lados.



4. Resultados y discusión (min. 5 páginas- máx. 15 páginas)

Desarrollar los resultados, en relación a los objetivos del proyecto, especificando (de ser posible) los siguientes aspectos:

- nuevos conocimientos obtenidos sobre los casos o unidades bajo estudio.
- avances en materia de conocimiento científico sobre el tema bajo estudio, formulación de enfoques originales e innovadores (modelos, conceptos, etc.).
- Contribuciones para la resolución de problemas específicos y/o formulación de herramientas de intervención, diseño o mejora de productos y procesos.

Por último, desarrollar las conclusiones y reflexiones finales a las que se llegó luego de la investigación, en relación a los interrogantes y objetivos planteados.

La construcción y montaje de los cuatro módulos permitió, en primer lugar, poner a prueba los diseños de uniones, juntas, facilidad/dificultad de montaje *in situ*, efectividad/propiedad de diversos pegamentos para conformación de las diversas capas del cerramiento, etc. y, a su vez, realizar algunas verificaciones y pruebas de dureza/resistencia/punzonamiento/fragilidad.

En base a esta experimentación se resolvieron los problemas encontrados, se optimizaron soluciones, se evaluaron las ventajas y potencialidades del sistema, todo lo cual quedó consignado en el proyecto definitivo de rediseño del componente en cuanto a: modulación definitiva, composición del panel en sus diversas capas, detalles de uniones entre paneles, anclajes a estructura existente, terminaciones posibles.

Jornadas de pruebas para ensamble del prototipo experimental.

Tal como se señaló en el ítem anterior, una vez que contamos con todos los elementos necesarios para el ensamble del prototipo se realizaron las pruebas para el armado del mismo en el Taller de Construcciones del Campus de la UNM.

Previo al montaje se verificaron los distintos componentes tanto en su diseño que fue ajustado hasta nivel de proyecto, como a la ejecución de los mismos en taller, se procedió al control de calidad, se hicieron pruebas de cualidades requeridas como también los pesajes correspondientes.

Una vez dispuestos para el ensamble se requirieron distintos elementos y herramientas para el armado del prototipo estos fueron: Mesones de trabajo, alargues, agujereadora de mano con sus mechas, remachadora, pistola de calor con boquilla plana, balanzas y calibres.

Seguido a esto se pusieron a pruebas a los distintos tipos de pegamentos para verificar su adherencia a los distintos materiales y obtener el mejor resultado final.

Entre ellos se probaron Adhesivos para plásticos, adhesivos para poliestireno expandido, UNIPOX, cola vinílica, adhesivo poliuretánico, adhesivo para PVC.



Dado que las superficies a pegar son de diversos tipos de materiales con distintas características tuvimos que proceder a probarlos y sacamos en conclusión que deberemos utilizar para el montaje del prototipo entre la placa de fibra de vidrio que será la que nos da el soporte y el EPS el cual será nuestro aislante térmico y acústico, el adhesivo para poliestireno expandido tipo FANAPOR, su presentación es de pasta cremosa, su aplicación deberá ser por medio de rodillo, pincel o espátula se deberá aplicar el adhesivo en una de sus caras y unir inmediatamente a la placa de fibra de vidrio.



Seguidamente colocamos la barrera de vapor y la pegamos con el mismo adhesivo procediendo de la manera anteriormente descrita y por último la placa de MDF, dejamos secar y al probarlas sacamos como conclusión que esta última prueba no funcionó como deseábamos por lo tanto deberemos reemplazarlo por una pintura asfáltica colocada previamente al MDF antes de pegarlo sobre el EPS con el adhesivo a tal fin.



Otra de las pruebas que hicimos fue de estanqueidad del sistema y para esto probamos con bandas de neoprene, con silicona, bandas de espuma de poliuretano, el mejor resultado lo comprobamos con las bandas de neoprene que serán las que utilizaremos para la unión entre los distintos elementos de fibra de vidrio que componen el sistema.



Las placas de EPS al ser estandarizadas no tienen la depresión que necesitamos para el montaje sobre las placas de fibra de vidrio, se probó la forma de hacer esa depresión de dos formas una mecánica desbastando con un filo y la otra por medio de calor con pistola esta con una boquilla plana del tamaño mismo del ancho de la depresión requerida y esta fue la mejor solución y la que se llevará a cabo al momento del ensamble total del prototipo.



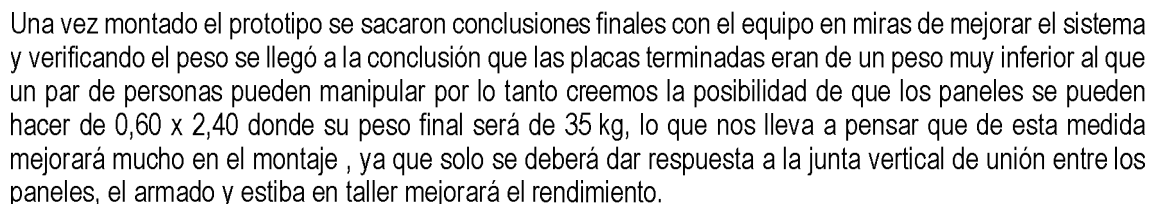
Verificamos las medidas necesarias de los remaches para tomar los distintos componentes de fibra de vidrio, de forma tal que tengan una buena sujeción



Se hicieron los cálculos del peso final de cada panel, teniendo en cuenta cada componente del sistema, luego fueron verificados.



Una vez practicados los diversos ensayos y pruebas a los componentes se procedieron al montaje del prototipo final sobre una estructura existente del anterior proyecto de investigación PDTs de nuestra autoría. Se verificó que el sistema de montaje es claro y factible de ser ejecutado por personas no especializadas, que los anclajes y sujeciones fueron los correctos, que el sistema se autoporta correctamente, que el sistema es estanco, que no existen filtraciones.

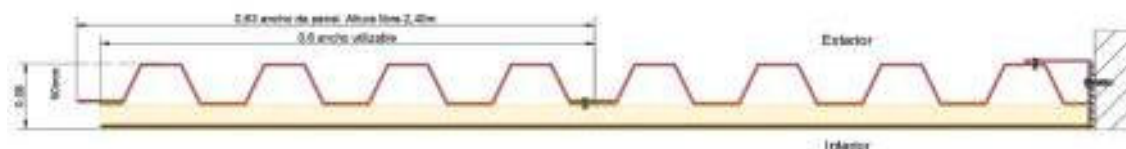


A continuación, se presenta la documentación técnica del componente rediseñado, así como también la evaluación crítica de los problemas encontrados, soluciones posibles, conclusiones, nuevos interrogantes

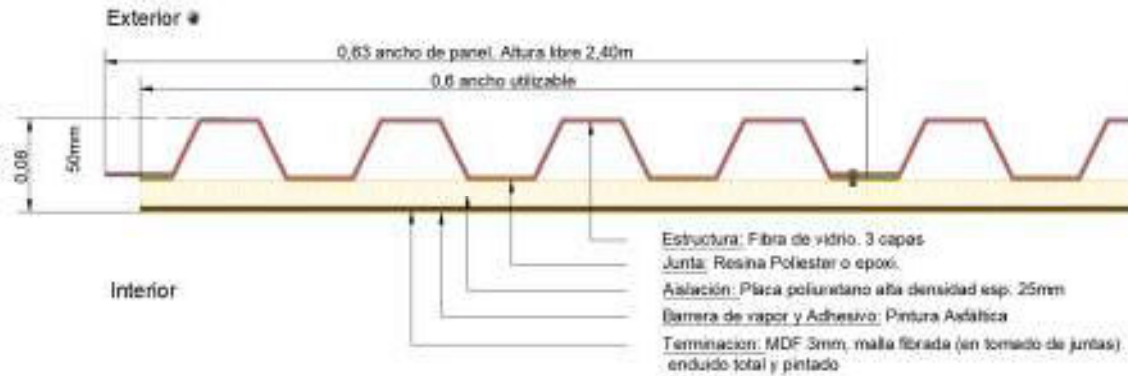
MOLDES DE CHAPA

Diagrama de uma chapa de aço com dimensões em milímetros. A chapa tem uma largura total de 28mm e uma espessura de 30mm. O comprimento total é de 0,83m, com uma indicação de "0,83 comprimento de chapa para molde 0,87 m". A chapa possui uma série de ondulações com alturas de 46mm e 48mm, e espaçamentos de 27mm, 53mm, 59mm e 57mm entre as ondulações.

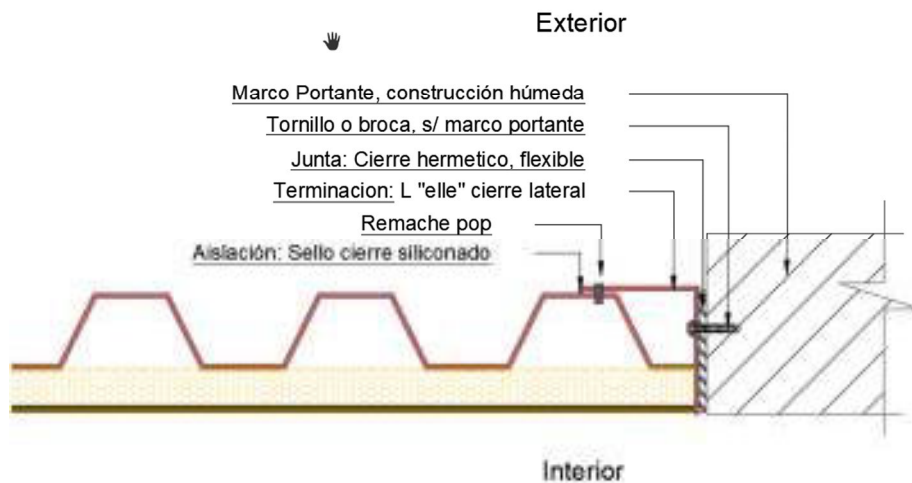
PLANTA de PANEL TIPO SANDWICH (confección en taller de baja complejidad).



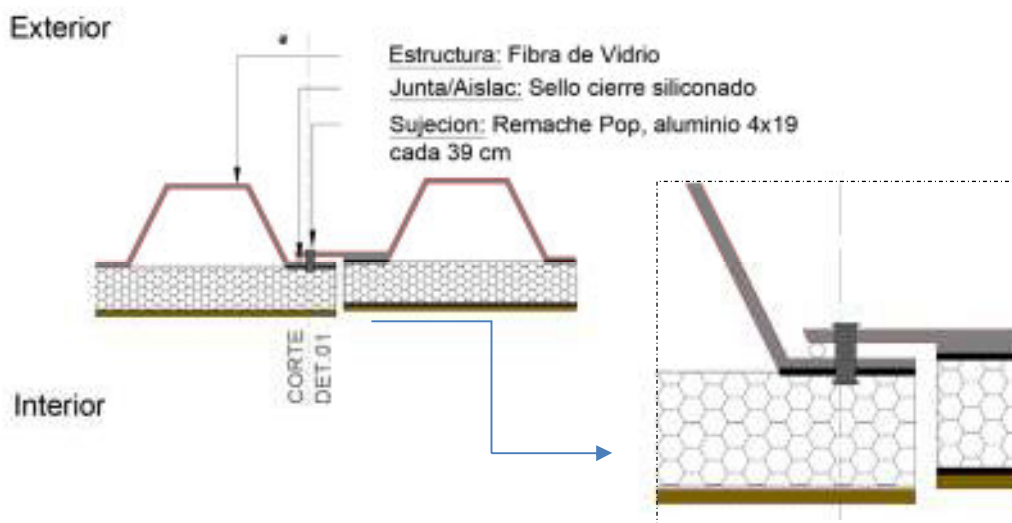
PLANTA de PANEL TIPO SANDWICH con referencias



PLANTA de PANEL TIPO SANDWICH ENCUESTRO CON ESTRUCTURA INDEPENDIENTE

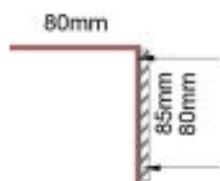


DETALLE DE ENCASTRE MECANICO (insitu) ENTRE PANELES



UNIONES-JUNTAS Y ACCESORIOS DE ENCASTRE

L "ELLE" SUPERIOR

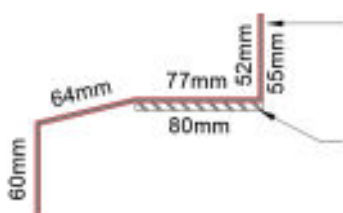


Estructura: Fibra de vidrio. 3 capas
Largo comercial 2,60m
Lado mayor con sujeción mecánica sobre Estructura Independiente
Cierre hermetico y nivelatorio
Banda de Neoprene, ancho 80mm

L "ELLE" PARA COLOCACION DE ABERTURA

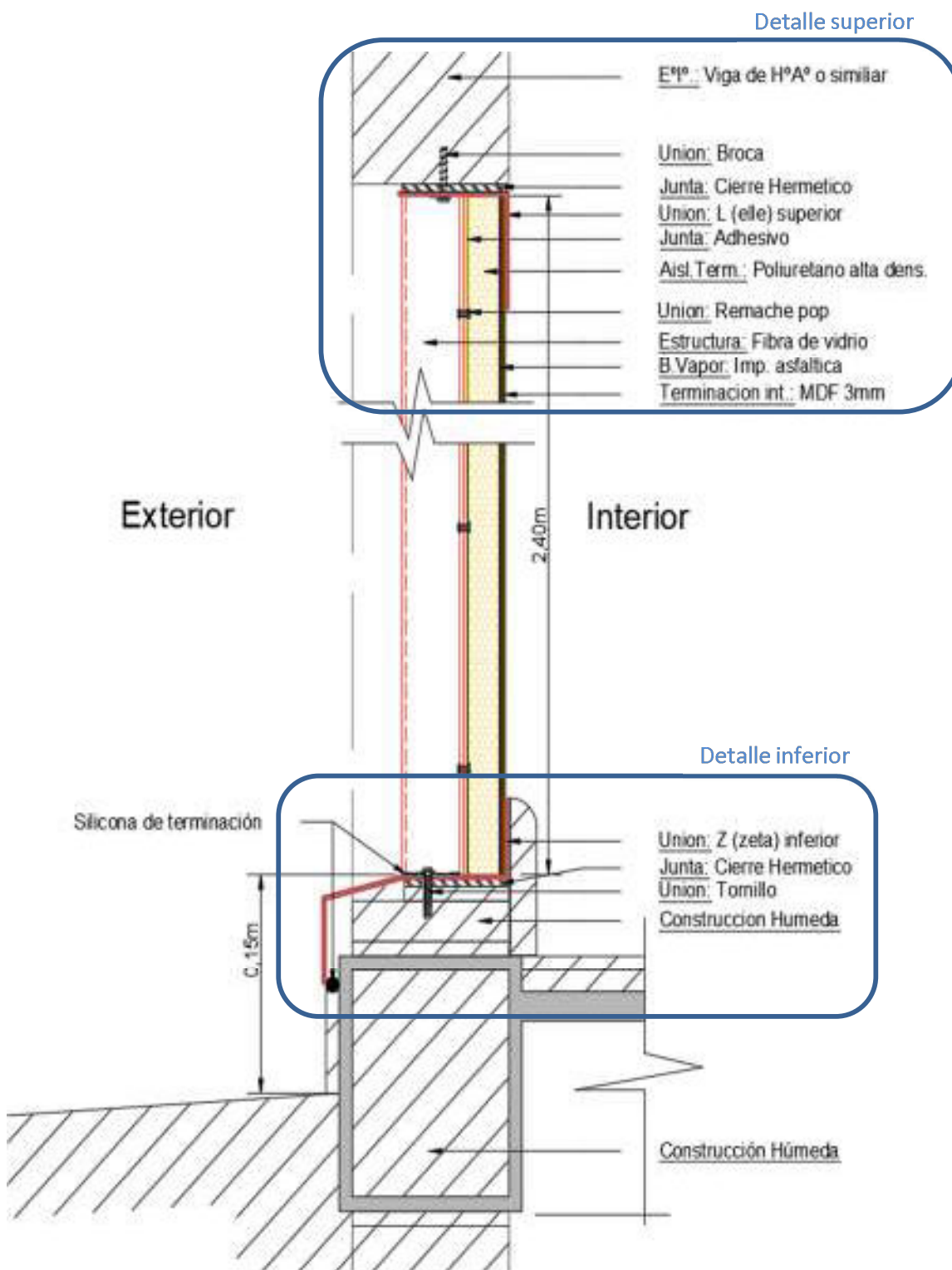


Z "ZETA" INFERIOR

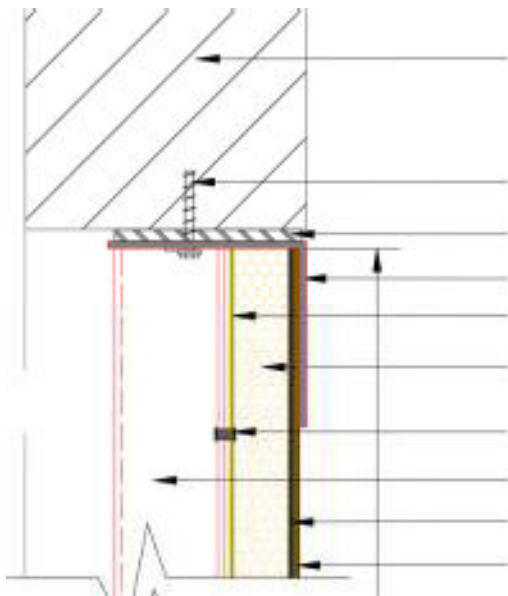


Estructura: Fibra de vidrio. 3 capas
Largo comercial 2,60m
Lado mayor con sujeción mecánica sobre Estructura Independiente
Cierre hermetico y nivelatorio
Banda de Neoprene

DETALLE CORTE 01 INTEGRAL



DETALLE SUPERIOR



E°I°: Viga de H°A° o similar

Union: Broca

Junta: Cierre Hermetico

Union: L (elle) superior

Junta: Adhesivo

Aisl.Term.: Poliuretano alta dens.

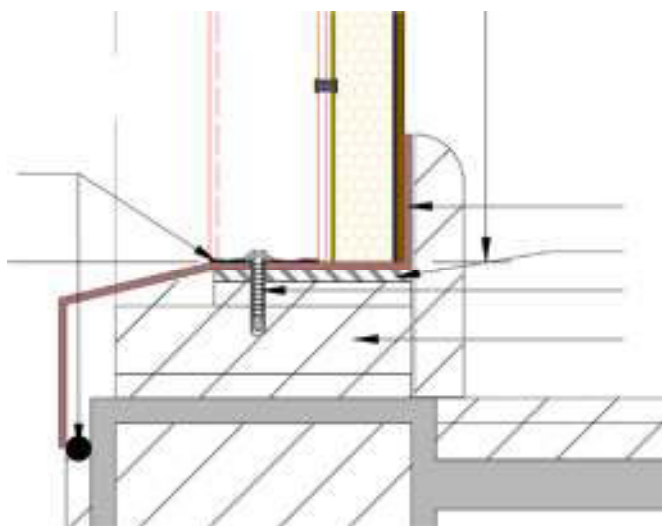
Union: Remache pop

Estructura: Fibra de vidrio

B.Vapor: Imp. asfáltica

Terminacion int.: MDF 3mm

DETALLE INFERIOR



Union: Z (zeta) inferior

Junta: Cierre Hermetico

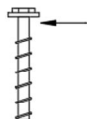
Union: Tornillo

Construccion Humeda

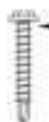
ELEMENTOS DE SUJECION-MECANICOS



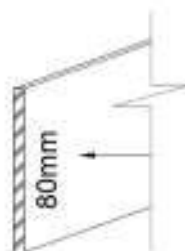
← REMACHO POP
Aluminio, zincado 4x19mm



← BROCA
Cabeza hexagonal autoroscante 12x85mm
con arandela de neoprene

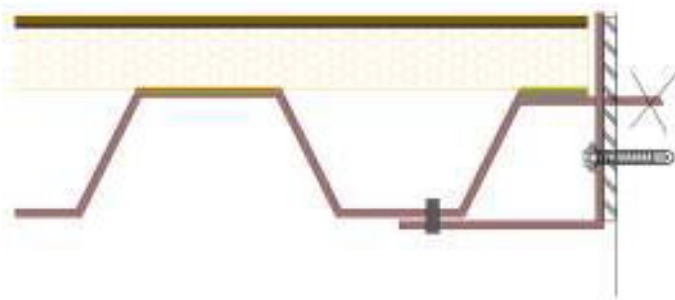


← TORNILLO AUTOPERFORANTE
Cabeza hexagonal Mecha
con arandela de neoprene



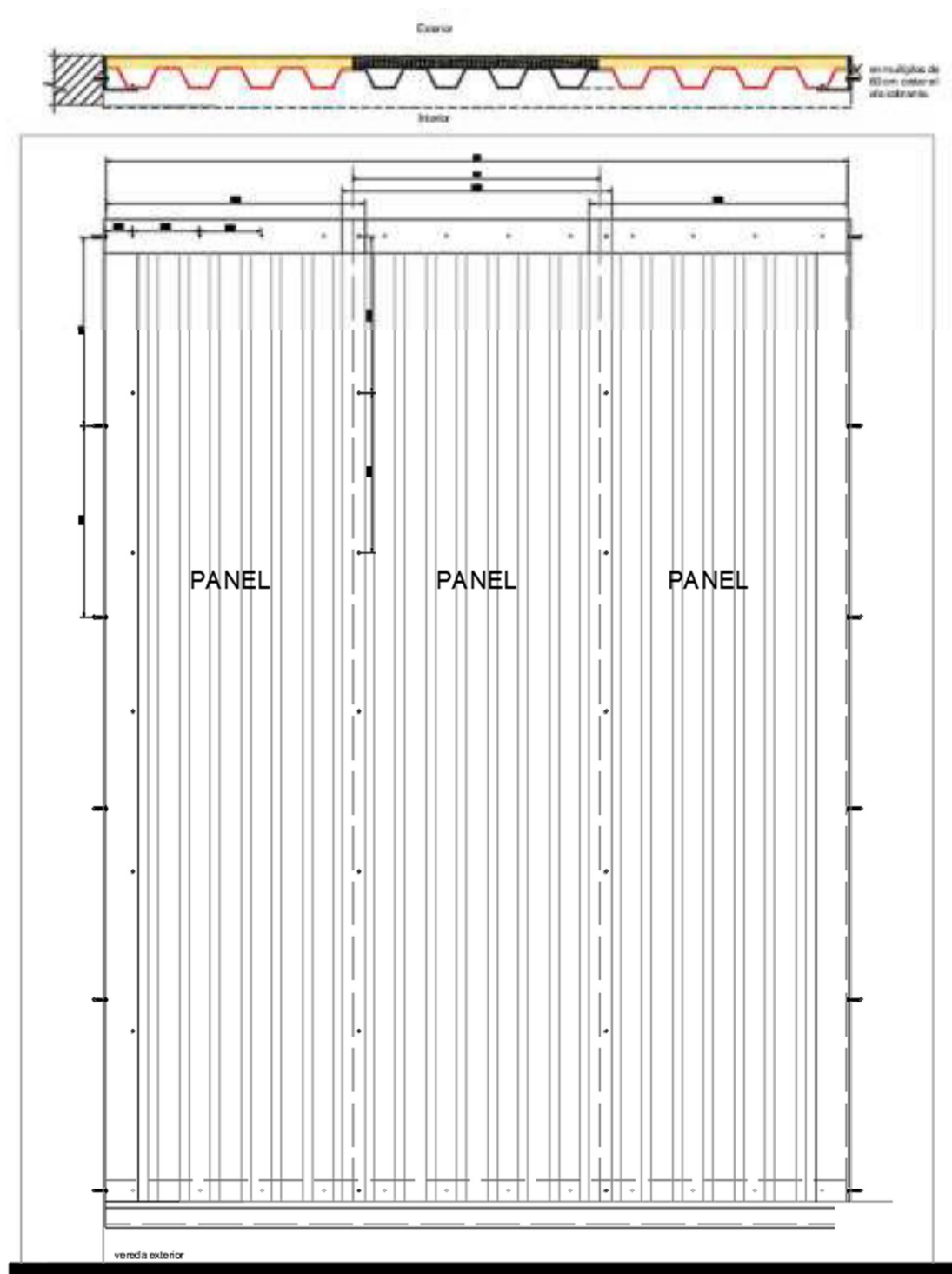
← CIERRE HERMETICO INF. Y SUP.
Banda de Neoprene
esp. 5mm, ancho 80cm, largo variable

DETALLE CORTE DE SOBRANTE

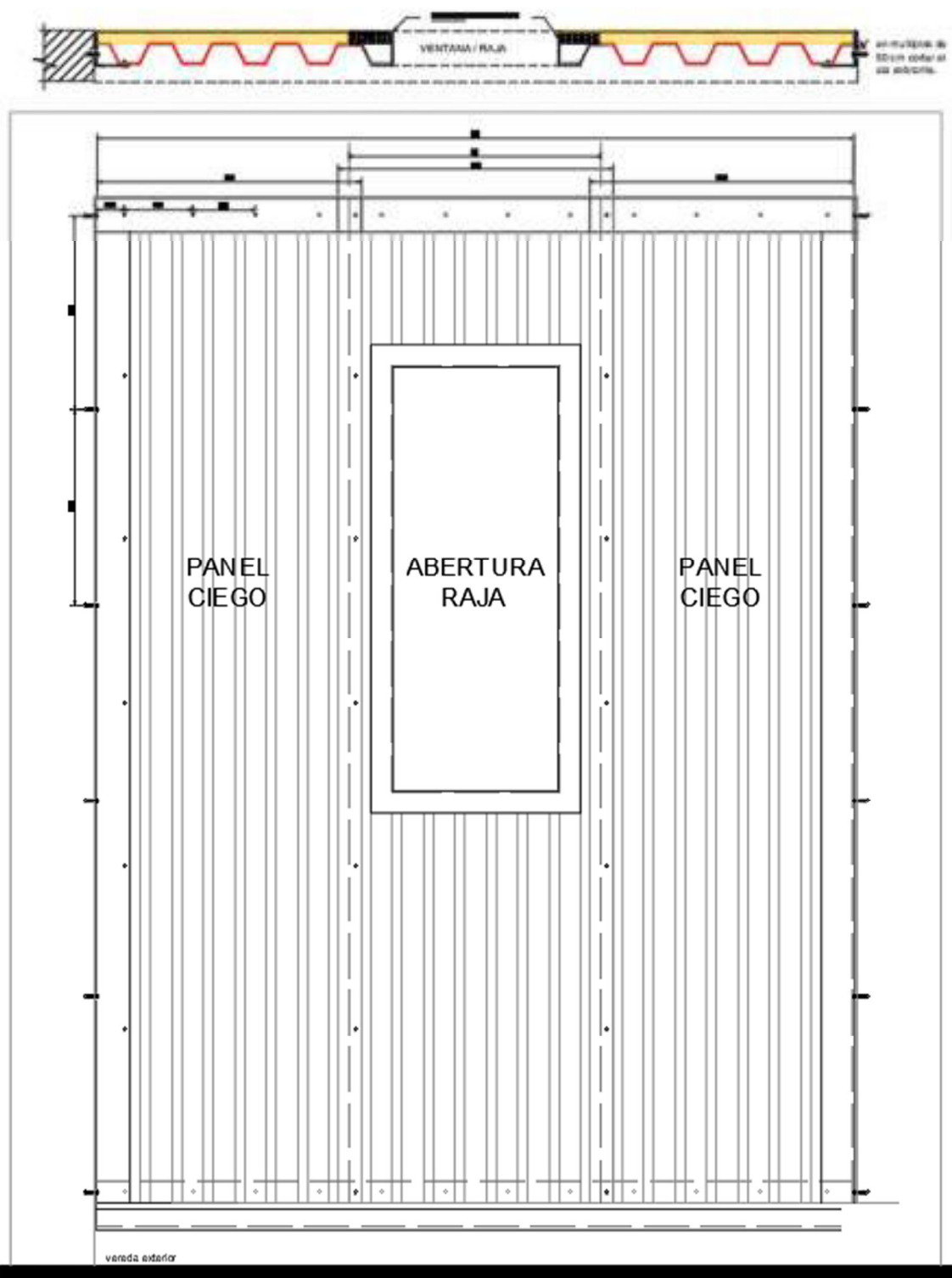


en multiples de
60 cm cortar el
ala sobrante.

PLANTA Y VISTA PANEL CIEGO



PLANTA Y VISTA PANEL CIEGO



Conclusiones y Reflexiones Finales:

PROCESO DE FABRICACIÓN Y DESAFÍOS DE MEJORAS EN EL USO DE LOS MATERIALES NUEVOS, SUS SISTEMAS DE JUNTAS Y SUS UNIONES

El tipo de panel que se testó como prototipo es el denominado SÁNDWICH constituido por una suma de capas (denominadas paramentos) adheridas entre sí conformando como resultado un panel heterogéneo. Sus materiales son: capa exterior (en contacto con el clima exterior) de placa o paramento de fibra de vidrio (3mm), capas medias o paramentos medios de EPS (20 mm), film de polietileno de 200 micrones y capa final (ubicada en el interior de la vivienda) para recibir una terminación según estética o diseño. Se detalla a continuación los procesos de fabricación de cada paramento y del sándwich completo, las distintas instancias en la obtención del material, las vinculaciones, armado y consideraciones de cada caso.

1. EL TALLER: seleccionado está funcionando hoy en día elaborando piezas de fibra de vidrio para la industria automotriz y la de refrigeración. Su mano de obra es semi especializada en el uso de herramientas de la construcción tradicional: amoladora de mano, serrucho, lijadora manual, rodillos, pinceles. Y los materiales como insumo para sus productos terminados son: fibras de vidrio (en mallas y en no tejido), de uso muy generalizado para refuerzos de matrices plásticas, compuestos estructurados y moldeados, siendo la de menor costo (comparativamente con fibras de carbono o Kevlar).

2. EL MOLDE: es el elemento que puede interferir en la buena realización de un vaciado de resina: por humedad de éste, temperatura recomendada para el trabajo, puntos de amarre, volumen, forma de la pieza a ser vaciada. La exotermia de la resina cambia y puede generar fracturas en ésta.

Se tuvo en cuenta en la confección del molde:

- Método de fabricación del molde: el material seleccionado determina su resistencia a las altas temperaturas. El tamaño y complejidad del diseño: dependerá de las piezas a confeccionarse, espacio que se disponga en el taller, costos, herramientas. –

- El planeamiento de particiones de los moldes, mecanizado, retoques, montaje, acabado. El requerimiento para acabado superficial es necesario conocer los requerimientos de brillo: mate, semimate, brillante. Requerimientos de resistencia al agua, al fuego y a los agentes químicos. El diseño debe contemplar: el material con que se va a realizar, espesor del molde, pliegues y cantos, gradiente del desmolde, tamaño de las superficies (si son de grandes dimensiones planas), posibilidades de retoques, color del molde, particiones, mecanismos de desmolde. En nuestro caso la selección del molde se ejecutó en chapa DWG N°16 plegada de forma trapezoidal.

- Este molde (negativo) contaba con un rebaje para permitir el solape de las piezas en el proceso de montaje. Se lo diseñó teniendo en cuenta la necesidad de terminación final deseada: cara lisa vista para pintar en taller o in situ. Estos modelos resultantes del modelaje presentan una cara sin rugosidades (donde apoya hacia la chapa) y una áspera o con textura irregular donde se van sumando las fibras adheridas con resina paso a paso.

- La ventaja del molde en chapa es la durabilidad y reutilización pero es más costoso que otros (madera o materiales compuestos plásticos). El espesor del molde debe asegurar cierta rigidez de la pieza para evitar posibles deformaciones o alabeos. Si los espesores no son uniformes pueden generar marcas de contracción o tensiones internas en distintos sectores del molde.

- Se recomienda que los espesores de los moldes sean de una vez a una vez y media el tamaño del espesor de la pieza. En este caso se hizo un molde de 1,5 mm pero lo que le daba rigidez a la pieza era la forma trapezoidal. Se puede decir que por experiencia podría haber sido más fino (chapa N°20 o 25) ya que la rigidez la daba la forma. Y se hubiera reducido el costo y el peso (por PE el material).

- Los pliegues y cantos no son vivos ya que en el modelaje la fibra solo admite pequeñas curvaturas en los pliegues: la distribución del laminado es desigual entre la fibra y la matriz: por la rigidez de la fibra no le permite adaptarse a zonas de curvatura muy brusca, los radios de curvatura deben ser generosos y no pequeños o rectos. (redondeados).

- Para favorecer el desmolde, el molde tuvo que estar diseñado con lados de forma cónica o inclinada (con pendiente) para poder desmoldar las piezas que sufren contracciones en el proceso de curado y que no queden aprisionadas dentro del molde. El desmolde debe ser simple sin fuerza excesiva.

- Posibilidad de retoques: el diseño del molde con detalle, disminuye el retoque de las piezas. Aristas y cantos pueden recibir pequeños ajustes de forma o simples retoques, pero siempre tratando de que éstos queden en lugares ocultos una vez montada la pieza.

- El uso del gelcoats, material fabricado a base de resinas, de propiedades termoestables, proporciona un acabado de alta calidad en la superficie visible de un material de fibra de vidrio moldeado. Se aplican sobre los moldes y pueden presentar fallas de agrietamiento por su carga excesiva o espesor grueso durante su aplicación. La capa debe ser uniforme tipo pintura y la propiedad sobresaliente es la flexibilidad, el alto brillo y la baja contracción durante el curado, proporcionando al molde características que mejoran la calidad de la pieza obtenida. Se los denomina gelcoat matriceros. En nuestro caso no se utilizaron ya que la terminación hacia el exterior del panel podría ser o no revestida. Este gelcoat incrementaría el costo inicial del panel.

- Desmolde: el desmolde de la pieza se ve favorecido con la confección de un molde con laterales en ángulo redondeados y lados con una pequeña inclinación. No se admiten moldes con ángulos rectos y cantos filosos. Las operaciones de desmolde suelen generar marcas y hasta defectos.

- Antes de empezar el trabajo de la pieza sobre el molde se deben seguir los siguientes pasos: **rodaje** (aplicación de cera desmoldante en 6 capas, agente de despegue, gelcoat si es requerido, despegar el gel coat en estado de gel firme, si no hay adherencia el molde está listo para usar.). Las capas de cera que se apliquen deben ser sobre una superficie limpia y sin polvo o suciedad.

3. LA FIBRA DE VIDRIO: Estas fibras de vidrio cuentan con una muy buena relación RESISTENCIA/PESO, buena estabilidad dimensional, buena resistencia al calor, frío, humedad, a la corrosión y buenas propiedades aislantes eléctricas.

Se encuentran en el mercado local en forma de tejido o fibras sueltas. En todos los tejidos sus hilos se entrelazan perpendicularmente. En cambio, un no tejido es una estructura plana, flexible y porosa constituida por una manta de fibras o filamentos orientados direccionalmente o al azar.

Para nuestro prototipo se emplearon fibras en forma de tejido logrando un espesor de 3 mm (3 capas de fibra) final incluyendo la resina. Las fibras de vidrio como tejidos de refuerzo cuentan con propiedades que se consideran en el presupuesto de costos/beneficios en el momento de su selección final.

Estas propiedades son: la densidad/la resistencia a la tracción/fuerza compresiva/rigidez/resistencia a la fatiga/resistencia a la abrasión/lijado y mecanizado/conductividad térmica y eléctrica/resistencia al calor/resistencia a la humedad/compatibilidad a las resinas/ costos. Analizando comparativamente con otros tipos de fibras, la de vidrio cuenta con una buena fuerza compresiva, muy buena a excelente resistencia a la fatiga, muy buena para lijar o mecanizar, excelente resistencia al calor y a la humedad. Y muy compatible con distintos tipos de resinas. También de costos bajos, siempre comparando con otras fibras estructurales como la de carbono y Kevlar.

4. LAS RESINAS: son materiales termoestables, y las que se usan comúnmente son de epoxi. Líquidos viscosos que por efecto de una reacción de endurecimiento pasa por un estado de gel y se transforma finalmente en un sólido.

El proceso donde las resinas pasan de estado líquido al estado sólido se denomina curado. A su vez se les debe agregar diferentes sustancias como aceleradores, catalizadores, endurecedores. La reacción de la resina depende del tipo de resina, de la temperatura ambiente de trabajo, tipo de sustancia agregada, espesor del laminado, proceso de curado y poscurado, humedad ambiente, presencia de cargas o no. Las que se encuentran en nuestro mercado son: la de poliéster, viniléster, y epóxica. El curado es el proceso de transformación de una resina de estado líquido a estado sólido, también llamado polimerización o endurecimiento y la reacción es exotérmica. Este cambio de estado no es inmediato dependerá de los promotores que se agreguen (aceleradores y catalizadores) y del tipo de resina. Es gradual pasando de un estado líquido, a gelatinoso y finalmente sólido. Todas las resinas tienen un tiempo de vida o Pot life desde su fabricación, distribución hasta llegar al consumidor, y puede afectar su calidad y viscosidad,

además el lugar y temperatura de almacenamiento pueden influir en forma negativa. Los envases abiertos de resina no deben permanecer en contacto con el oxígeno y su uso se limita por el deterioro de la calidad perdida de propiedades, se recomienda consumir todo el envase completo.

5. **LA RESINA POLIÉSTER:** Las resinas de poliéster se usan para fabricar moldes, matrices y piezas de fibra de vidrio. Son líquidas a temperatura ambiente y se las lleva a estado sólido por la adición de un catalizador, y / o acelerador. Son plásticos termoestables y son los que necesitan un agente externo (catalizador) para cambiar su estructura en otra diferente, éstas son irreversibles: una vez producida no puede volver a su estado anterior. Todas estas resinas disponen de una hoja técnica donde se indica la formulación y se especifica la cantidad de catalizador o en qué porcentajes. El chequeo es visual a decidir por el experto la cantidad de catalizador y/o acelerador para formar el gel siguiendo las instrucciones del proveedor de resina poliéster.

6. **LAMINADO MANUAL:** Es la más antigua de las técnicas, más sencilla y económica. De tipo artesanal. El taller de laminado con que contamos para hacer la experiencia es de la zona de San Fernando, es de escala pequeña y familiar. Desarrollan asientos para kartings y otras piezas para refrigeración. Se seleccionó este tipo de taller por la escala, la mano de obra y el conocimiento previo y la tecnología de herramientas con que cuenta. Preferentemente herramientas simples, usadas en la construcción tradicional. El uso del rodillo ayuda a la impregnación del tejido, quitar los residuos de aire que pueden quedar atrapados entre el tejido y la matriz provocando burbujas. La compactación del laminado ocurre cuando se aplica presión mediante el rodillo y puede presentar variaciones debido a la geometría de la pieza, la posición del laminado, la viscosidad de la resina y la presión ejercida por el operario. En este tipo de laminado manual se emplean resinas que para el curado no requieren altas temperaturas solo temperatura ambiente mayores a 16°C. En lo posible la primera capa utilizada en contacto con el molde es de fibra de bajo gramaje a fin de mejorar el aspecto superficial y evitar problemas de marcas en la pieza. Las ventajas de este sistema de laminado manual son: procesos sencillos de bajo costos, no requieren mano de obra calificada, no hay límite en el tamaño de las piezas, se pueden emplear todo tipo de resinas, favorece la construcción de estructuras monolíticas y sandwichs y no requieren procesos térmicos posteriores. En tanto que las desventajas son: los laminados son de calidad irregular, porosos, el resultado depende de la calificación del operario, baja productividad, la temperatura y humedad ambiente condicionan el proceso, provoca elevadas emisiones volátiles, producen gran cantidad de desperdicios, el acabado es bueno solo en la superficie en contacto con la matriz o el molde.

7. **LAS AISLACIONES y TERMINACIONES:** EPS, AIRE (tubos de aire por forma), FILM DE POLIETILENO, TERMINACIÓN INTERIOR (MDF) El panel resultante sandwich es una sumatoria de paramentos donde por adhesión se fueron agregando capas hasta llegar al espesor deseado para el cerramiento vertical exterior-interior.

- La capa de Poliestireno Expandido o EPS, variaría el espesor según el cálculo de gradiente, en nuestro caso usamos una de 20mm, la dificultad que tiene como material es la fragilidad y las complicaciones de adhesión con otros materiales. Los pegamentos para EPS son escasos y de alto costo. Esto nos desafía a pensar en otro material que pueda sustituirlo y con mejores propiedades mecánicas. La espuma de poliuretano, tradicionalmente usada en la industria naviera y de refrigeración, podría ser una opción. Es un material más rígido, no es tan costoso y es compatible con los sistemas de resina epoxi y de poliéster.

- Film de polietileno: empleado como barrera de vapor en un espesor de 200 micrones. La ventaja que encontramos en este material es que es seco y de fácil aplicación en la construcción tradicional. Como se decidió armar el sándwich pegando los paramentos, encontramos un problema en la adhesión. Se testeó con varios tipos de adhesivos, pero no resultó. Dejando pasar el tiempo de secado o curado del pegamento, las capas se desprendían fácilmente. Entonces se propone utilizar pintura asfáltica para reemplazar pero al ser un material no seco sino que se aplica con rodillo sobre otro material, habría que testear el MDF sobre el cual se pintaría. Siendo el MDF un material poco resistente a la humedad o aplicaciones de materiales húmedo

8. JUNTAS ENTRE CADA MATERIAL:

- Paramento exterior de fibra de vidrio, verticales y horizontales. Por solapado, o sea por forma. Se debe agregar un material elastoplástico para evitar el paso de polvo, viento, agua.
- Paramento EPS: poliestireno expandido en el caso del prototipo de 2cm, y este espesor puede variar según condiciones climáticas según cálculo de gradiente térmico de la zona. El cuidado con este material es la fragilidad de los bordes que especialmente en el traslado o montaje se pueden ver afectados por golpes. Se puede sustituir con un material como fibra de vidrio en plancha o celulosa aplicada en taller antes del montaje final. Ambos fácilmente comercializables. Solo que tienen costos variados y no bajos.

Paramento interior con placa de MDF y barrera de vapor que favorezca terminación estética interior: debe tener un acabado liso, solo con juntas verticales a tope para favorecer terminaciones planas con vendas y enduidos previo pintar o colocar revestimientos acrílicos texturados

**9. UNIONES: PEGAMENTOS PARTICULARES, REMACHES Y TORNILLOS
AUTOPERFORANTES**

- **ADHESIVOS:** el uso de adhesivos permite una superficie de contacto continua y una distribución pareja de las cargas entre ambas caras pegadas. El adhesivo absorbe esfuerzos de corte entre las piezas y axiales. Los que normalmente se emplean son resinas termoestables que solidifican por polimerización (pueden ser epoxy) y su formato más clásico es a través de una película o film. Se eligen según la temperatura de curado deseada, el peso específico del film y el flujo del adhesivo durante el curado. Los bicomponentes al ser mezclados previamente solo necesitan calor para curarse. El formato en película constituye una vía útil para cubrir grandes superficies con una cantidad uniforme y proporciona precisión y control durante el proceso de unión. De todas formas a través de la experiencia en el prototipo se pudo observar distintos comportamientos de los pegamentos utilizados: adquiridos en el mercado local, de uso diario, no industriales ni elaborados químicamente especiales para las superficies usadas. Cada material admite un pegamento particular a partir de su constitución química. Las superficies en contacto fueron diversas y eso representó un desafío de búsqueda y resolución en el taller del montaje de cada paramento del cerramiento. Así la capa de EPS con fibra de vidrio se vinculó con una cola de Telgopor o de uso exclusivo para pegar EPS, la cual funcionó. Testeando en el tiempo de 2 semanas ubicado en forma plana y horizontal. El pegamento se mantuvo estable en un lugar con temperatura interior aproximada a los 18 grados y sin luz natural, a oscuridad. Esto implica que no estuvo, en esos días en contacto con la intemperie, ni con la acción del sol, tampoco con humedad, agua de lluvia y viento. Superficialmente se mantuvieron las caras vinculadas en toda la superficie. Se testeó también con Silicona de pomo tipo Neutra empleada en la industria de la vidriería, la cual no funcionó no se adhirieron las capas, solo se generó entre ellas una película independiente entre ambos paramentos. El vínculo entre la capa de Telgopor y Nylon de la barrera de vapor se probaron con Silicona Neutra, con Unipox en pomo, y cola blanca de carpintero tipo Kekol. Nuevamente la Silicona no adhirió las partes, el que funcionó bien fue el pegamento universal de tipo Unipox. En cuanto a la cola blanca de carpintero no fue buena la adhesión con el nylon, también se generó una película independiente de las capas a pegar. Paramento de MDF con el Nylon: se probó con Silicona la cual no funcionó nuevamente. Con el Unipox y la cola blanca de carpintero tipo Kekol, ambos funcionaron en la adhesión con el MDF, pero el Nylon por su cualidad de material compacto sin poros no generó la adherencia deseada para luego recibir la capa siguiente. Conclusión de lo probado: el nylon es muy difícil de adherir con pegamentos adquiridos en el mercado local, y sería de una instancia más, el análisis de los diversos pegamentos para capas de distintos materiales. La silicona tipo neutra no funcionó en ninguno de los casos. Se la utilizará solamente como junta de sellado y no como material de unión.
- **REMACHES:** este vínculo que se usó corresponde a tipo Remache Pop de Aluminio, también de fácil adquisición el mercado local para uso de la construcción tradicional preferentemente del gremio de carpintería metálica de aluminio (armado de aberturas estándares). Las placas de fibra de vidrio se unieron entre sí a través de remaches. Se testearon de diversas medidas y la que finalmente resultó es la 4x19.
- **TORNILLOS AUTOPERFORANTES:** Este tipo de tornillos fueron empleados para vincular las placas de fibra de vidrio con la estructura resistente del sistema constructivo de soporte seleccionado para el prototipo de estudio. En este caso fueron unos tirantes de madera horizontales y verticales a modo de

vigas y columnas. En caso de que la estructura resistente sea hormigón o acero, se seleccionarán las uniones particulares para vincular materiales de distintas propiedades.

10. RAPIDEZ DE EJECUCIÓN EN TALLER, ARMADO IN SITU DE PANEL Y MONTAJE FINAL: en la descripción en Jornadas de pruebas para ensamble del prototipo experimental, se analizan paso a paso el armado y montaje del prototipo experimental. La ventaja de este sistema es el uso de herramientas de la construcción tradicional, con mano de obra no experimentada, pudiendo ésta capacitarse en acelerar tiempos para los montajes más rápidos.

En tanto al peso del sistema de cerramiento completo, se observó que siendo como producto final tan liviano, que se propone armarlo en forma completa en la altura de 2,40 metros ya que entre dos operarios(operarias) fácilmente se pueden montar, posicionar en el lugar. Para esto se idearon dos piezas adicionales al sistema: la UNIÓN L SUPERIOR, también elaborada en fibra de vidrio de idéntico espesor que el paramento exterior, y la UNIÓN Z INFERIOR, de fibra también. Ambas piezas elaboradas en el taller de fibra de vidrio, pudiéndose vincular entre ellas por forma y a través de remaches con la placa de fibra de vidrio de terminación exterior (ver detalles Técnicos adjuntados en el informe). Se observó que la forma de ambas piezas debe garantizar el fácil montaje del lado de afuera hacia adentro y que garanticen la estanqueidad del sistema evitando que entre agua, polvo, viento. A modo de babeta inferior la correspondiente a tapa junta y goterón inferior colocada antes del montaje. Y en forma vertical lateral también se emplearán las L como la UNIÓN L SUPERIOR. Vinculadas entre remaches con la placa de fibra y con tornillos autoperforantes a la estructura resistente del sistema. La función de estos perfiles elaborados en fibra es favorecer la estabilidad, alineamiento y estanqueidad final.

11. ANÁLISIS DEL USO DE HERRAMIENTAS DE MANO, SU ESPECIALIZACIÓN E INSUMOS EN EL MERCADO: Como se hizo referencia anteriormente, la mano de obra para la ejecución del paramento de fibra de vidrio es semi especializada, no necesitan una capacitación previa o práctica en el tiempo de herramientas. Corresponden a la industria de la construcción tradicional: amoladora de mano, serrucho, lijadora manual, rodillos, pinceles. Sobre bancos de trabajo a una altura de 1 m donde los operarios de pie despliegan la fibra sobre el molde ejecutado por herreros también de confección tradicional. En este sistema de tipo prefabricado es a partir de la tecnología de la construcción tradicional. En cuanto al cerramiento final con sus capas aislantes y de terminación también se emplearon técnicas simples de vínculos entre los paramentos entre si: remachadora, abulonadora. Para el montaje final el uso de herramientas de control de niveles de burbuja, plomada.

12. TESTEO FINALES DEL PROTOTIPO: (someterlo a pruebas en el tamaño final) una vez finalizado el montaje de cada paramento sobre la estructura prevista para el estudio, la intemperie empezó a poner en prueba sus propiedades de diseño. El testeo de los efectos climáticos, final, se observará con el paso del tiempo.

- DUREZA/PUNZONAMIENTO/FRAGILIDAD/RESISTENCIA AL IMPACTO/ABRASIÓN: también a testearse variando según el área de la forma o geometría donde se ejecuten las pruebas.
- RIGIDEZ/FLEXIÓN/TRACCIÓN/COMPRESIÓN/CORTE: la geometría del material ante estos esfuerzos, deberá someterse en una instancia futura.
- ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIAS: FIBRA DE VIDRIO CON UNO DE FIBRA DE CARBONO O POLIPROPILENO O PVC: estas prácticas comparativas implican inversión de material pudiéndose encarar en una instancia futura de desarrollo del proyecto.
- RESISTENCIA A LA HUMEDAD: en los cerramientos interior exterior, donde una de las caras debiera estar en contacto con un ambiente cerrado, se probaría el comportamiento ante la condensación. El agregado de un film de polietileno o pintura asfáltica, sobre el paramento más cercano al interior, como barrera de vapor, para la zona climática de Moreno, en un espesor final de 10 cm debiera funcionar.
- RESISTENCIA AL AGUA: la fibra de vidrio junto a la resina por ser un material previamente fundido y cuya propiedad de compacidad, es el requerimiento deseado del lado exterior de resistir al efecto del agua, vapor, viento, polvo. Se prueba y controla con el paso del tiempo, y se observa el comportamiento de las juntas tanto horizontales como verticales.

- AISLAMIENTO Y ABSORCIÓN ACÚSTICA: cada paramento según su ubicación exterior interior o interior interior también se testea en el comportamiento acústico (sonidos, ruidos) para generar confort acústico en el interior, y evitar el ingreso de ruidos molestos desde el exterior. Para ello el paquete de aislaciones diseñado cumpliría con tales propósitos.

- ENVEJECIMIENTO: DURABILIDAD ANTE EL CLIMA (rayos UV/ cambio climático frío calor, etc) Para testear su comportamiento, requiere el paso del tiempo.

- VIDA ÚTIL: Una vez finalizado el montaje cada uno de los paramentos y el conjunto de ellos como sistema deben cumplir con la vida útil esperada para un cerramiento vertical de vivienda en la zona de estudio. El valor de la inversión y la durabilidad a lo largo de los años, se comparará con la construcción tradicional.

Análisis del concepto de ECONOMÍA CIRCULAR, en el uso de los plásticos como derivados de hidrocarburos y su huella ecológica:

- reciclado de los plásticos
- tipos de plásticos y resinas
- uso de materiales biodegradables y sus cualidades de resistencia estructural/ al clima/ vida útil: resinas posibles naturales como la celulosa, azúcares, arroz, queratina (pluma de gallinas), etc.

Hoy se debate este concepto al elegir las propiedades de los materiales seleccionados, el análisis de los mismos: que no deriven de fuentes no renovables y que no dejen una importante huella de carbono, al igual que los modos de ejecución racionalizados (con menor número de desperdicios o descartes). La selección de materiales modulares racionaliza las técnicas de construcción representando una economía de recursos.

13. ABERTURAS: En el diseño del prototipo exterior interior, se incluyeron las puertas como vanos entre dos paneles contiguos de 60 cm libres (sin superposición de la junta vertical) dejando un espacio libre de paso de 80 cm, con la altura reglamentaria de paso 2,10 o 2,05 para recibir hojas y sus marcos de tipo estandarizadas. Para los cerramientos de tipo interior interior también se ejecutarán puertas con el mismo criterio. Al momento del diseño del prototipo se tuvo en cuenta la resistencia a los cambios climáticos que requieren los exteriores. Ventanas tipo V1 y V2 de 40cm y 80cm respectivamente en los cerramientos exterior interior. En todos los casos de vanos se dejará previsto un borde de cierre superior y lateral U materializado en fibra de vidrio de idéntica tecnología que el paramento prototipo, y un borde o perfil Z como antepecho de cada ventana y como solía a nivel inferior de puerta para garantizar la estanqueidad del sistema.

14. REDISEÑO: el peso resultante final de cada cerramiento y la consecuente facilidad del montaje entre dos operarios, nos interpeló en la modificación del tamaño del prototipo original. Se lograrían juntas más continuas sin cortes o juntas horizontales que puedan afectar su funcionamiento. En la continuidad estructural las uniones también serán menores ubicadas solamente en el sector superior e inferior del cerramiento vertical, no en sectores a mediana altura, lo que podría afectar la continuidad estructural del sistema.

5. Nuevos interrogantes y líneas de investigación a futuro

Consignar si la investigación hizo surgir nuevos interrogantes o si emergieron potenciales líneas de investigación a desarrollarse en el futuro a partir de los hallazgos.

1. Desarrollo de sistemas de cerramientos exteriores-interiores con materiales de bajo impacto ecológico y que favorezcan a sistemas pasivos de ahorro energético: muros captadores de viento, trombe, captadores de agua, transmisores de energía sana para favorecer el acondicionamiento de modo pasivo (ventilaciones naturales, frío calor generado por el propio muro de modo natural sin forzar, etc.), el no uso de materiales derivados de hidrocarburos para pegamentos, aislaciones hidrófugas, barreras de vapor: búsqueda de materiales compactos, elastoplásticos de origen animal vegetal.

2. Analizar e investigar el uso de los plásticos nuevos o como descartes de otras industrias, reciclados o deshechos, también estudio de los pegamentos que derivan del petróleo: la huella de carbono

y las ventajas sobre otros materiales que son por ahora insustituibles por cuestiones económicas, de acceso, de resistencia, de durabilidad.

3. Diseño de prototipos con materiales de origen vegetal como el cáñamo, variedad de la planta Cannabis, cuya fibra es de alta resistencia. Históricamente acompañó al hombre en el uso de cordajes, textiles resistentes, velas navales. Hoy en día es sustituida por fibras sintéticas, pero gracias al avance de la explotación del cáñamo, sería un punto de partida para el estudio de nuevos paramentos con un material de alta resistencia a los esfuerzos de tracción, a la humedad y durabilidad en el tiempo. Sus propiedades habría que testearlas para el uso de viviendas en sus cerramientos exteriores.

6. Bibliografía (min. 2 página- máx. 4 páginas)

Consignar los textos y fuentes utilizados en la redacción de los campos anteriores.

- BOUNCENTRUM ARGENTINA. Racionalización de la albañilería.
- J.V. ETTINGER. Racionalización en la construcción.
- SCHMITT Heinrich. Tratado de la construcción. Ed. Gili. Barcelona 1980.
- INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO. Construcciones en Bloques. - ZANI Enrique. Patología de la construcción y restauro de obras de arquitectura. Editorial Brujas. - Wischnivetzky, Gordin. Patologías habituales de la construcción. 1a ed. Buenos Aires: Nobuko, 2008. - Catálogo de Normas del Grupo 11600. IRAM Acceso por Internet.
- CARBONO COMPOSITES, manual, Curso de formación profesional en composites de Fibra de Carbono.
- ANÁLISIS DE LAMINADOS DE MATERIALES COMPUESTOS, S.K. GARCIA CASTILLO (2007)
- CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MATERIAL COMPUESTO, Dirección Nacional de Aeronavegabilidad
- ESTUDIO COMPARATIVO DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE FIBRA DE VIDRIO Y QUERATINA.
- INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO Y FIBRAS DE VIDRIO EN MATERIALES COMPUESTOS COMO MODELO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PISOS INDUSTRIALES, (2010) W. Aperador, A. Delgado, J. H. Bautista Ruiz
- FIBRA DE VIDRIO, repositorio
- MATERIALES COMPUESTOS Y SUS APLICACIONES EN EL REFUERZO A CORTANTE DE ESTRUCTURAS, de Materiales Compuestos y sus aplicaciones
- RESINA EPOXI CON FIBRA DE VIDRIO, Técnica de la fabricación en laminación a mano para juntas de tuberías de resina epoxi vinil ester reforzada con fibra de vidrio. Universidad de San Carlos de Guatemala., A. Pereira Berrios. (2008)
- <https://www.poxipol.com.ar/mas-acerca-de-poxipol>
- Ficha técnicas de adhesivos vinílicos: Kekol
<https://kekol.com.ar/producto/adhesivo-vinilico-k-1007/>
- <https://www.ar.weber/la-linea-mas-completa-de-impermeabilizantes/soluciones-asfalticas-megaflex/imprimantes/megaflex-pintura-asfaltica>
- <https://www.unipox.com.ar/>

-<https://fanaquimica.com/>

-Un Vitruvio Ecológico, Principios y Prácticas del Proyecto Arquitectónico Sostenible

- FRUTOS VIVAS, Las Casas Más Sencilla

-NIETO NEMESIO, Construcción de Edificios, Diseñar para Construir.

-Casas de Madera, Sistemas Constructivos

-Maderas INTI



Arq. Elena Taber

1. Balance de cumplimiento del Plan de Trabajo

Describir el grado de cumplimiento de las actividades planeadas. Dificultades encontradas y qué reorientaciones o soluciones se adoptaron para desarrollar el plan de trabajo. Actividades no planificadas.

La metodología y cronograma previstos en la presentación del proyecto, permitió su adaptación a las condiciones de trabajo impuestos por las restricciones de la pandemia.

De esta manera, fue posible alcanzar los objetivos de las dos primeras instancias del proyecto en forma virtual —a través de indagación individual en la web y reuniones virtuales de puesta en común y debate del equipo— durante los seis primeros meses de desarrollo del proyecto; y con las instancias del objetivo general del proyecto en cuanto a diseño, construcción de prototipo en el Campus y documentación técnica de proyecto definitivo del componente seleccionado en el segundo semestre; vale decir que se cumplieron cuatro instancias planteadas para el proyecto.

Entre las dificultades encontradas se destaca principalmente el bajo monto del subsidio —situación agravada por las condiciones inflacionarias—, que obligó por un lado a restringir la construcción de prototipos a solo uno de los diseños propuestos y en escala y, por otro, no permitió alcanzar los objetivos de producción de materiales en diversos tipos de soporte para la transferencia de procesos constructivos y prototipos

2. Consolidación del equipo de investigación

Apellido	Nombres	Rol ³	Pertenencia
Taber	Elena	Directora	Carrera de Arquitectura DCAyT

³ Director/a//Co director/a/ investigador/a/ Auxiliar docente/ Becario graduado/Becario estudiante//Auxiliar estudiante. Si es becario/a, consignar institución otorgante y tipo de beca (de iniciación, estímulo, doctoral, postdoctoral, etc.)