

## **Informe Beca Doctoral**

**Diseño de producto no tradicional para aislación térmica de la vivienda adecuada en el marco de buildtech regional**

**Rocío Belén Canetti FAUD – UNMdP [rocio2015canetti@gmail.com](mailto:rocio2015canetti@gmail.com)**

**Directora de beca: D.I Beatriz Sonia Martinez**

## Índice

	Página
Agradecimientos	3
Introducción	
Resumen	4
Definición del problema y estado de la cuestión	4
Exposición sintética de la labor desarrollada	6
Grado de cumplimiento del plan de trabajo	6
Métodos y técnicas empleados	7
Desarrollo: Objetivos alcanzados	
Relevar productos de guata de celulosa existentes, evaluando factores destacados en su producción	12
Proponer alternativas de materialidad; producir, verificar y analizar las muestras correspondientes	16
Definir un programa final de producto y realizar los ensayos correspondientes	20
Evaluar la inserción económica-productiva en el marco regional	25
Realizar prototipos funcionales evaluando impacto ambiental, aceptación del usuario y performance en uso	32
Conclusiones	37
Bibliografía y fuentes de información consultadas	40

Quisiera agradecer a colegas y profesionales que se han sumado a este trabajo. Primero, a la emprendedora D.I Caro Sansone del Proyecto Sin Huellas, con quien compartimos información y tuvimos la oportunidad de presentarnos en la Incubadora de la Universidad, como así también de difundir nuestro trabajo en programas de TV y radiales. También a las contadoras Lucía Faccio, Mercedes Martinez y Sofía Zwicker, por aportar su tiempo, ideas y experticia en el campo económico. Y por último, al diseñador industrial Javier Bazoberri, cuya experiencia en evaluaciones de impacto ambiental fue decisiva para esta investigación.

## Introducción

### Resumen

Durante el primer período de la Beca de Entrenamiento, nos enfocamos en los *textiles técnicos*, indagando sobre la factibilidad de desarrollarlos localmente para mejorar las condiciones de la vivienda, adecuadas desde una perspectiva sustentable. Mediante este análisis, se demostraron las potencialidades de los materiales no tradicionales frente a los requisitos del contexto marplatense desde una óptica sustentable; definiendo un nicho de mercado inexplorado. En particular, se observaron las fortalezas y debilidades, oportunidades y amenazas de la guata de celulosa.

Considerando este material como opción para la producción de aislantes térmicos, el trabajo se centra en proponer un producto que cumpla con los requisitos definidos anteriormente, mediante una etapa exploratoria-descriptiva para análisis de productos existentes, y otra experimental, de carácter evaluativo.

Durante este período, se ha establecido un procedimiento básico para producción de la guata de celulosa y producción de materiales para la construcción, bajo parámetros de diseño sustentable. Los prototipos funcionales resultantes fueron puestos a prueba y ensayados, determinando las características y posibilidades funcionales del producto; entre otros aspectos, se evaluó conductividad térmica del material, estabilidad dimensional y Huella de Carbono emitida.

A su vez, se realizó un análisis exploratorio mediante una matriz FODA para identificar posibilidades y restricciones productivas a nivel local. Actualmente, se está desarrollando el Plan de Negocios del producto, en conjunto con las Contadoras Públicas Lucía Faccio, Mercedes Martínez y Sofía Zwicker.

El trabajo desarrollado hasta el momento plantea aún algunos desafíos: cuantificar la performance de los materiales mediante modelos digitales, abordar los aspectos estéticos del producto –fundamentales en la comercialización del material–, y evaluar los impactos sociales del producto en la cadena de valor.

Cierto es que la búsqueda de confort se ha definido como una de las metas de las disciplinas

proyectuales; pero sólo a finales de siglo se entiende el diseño como una actividad que produce consecuencias físicas inmediatas que pueden ir en detrimento del ambiente y la sociedad.

Es imperativo, entonces, que los actores del conglomerado industrial aporten propuestas que conjuguen requisitos de confort y de sustentabilidad (social, económica y ambiental). Por tanto, desarrollar propuestas de producto accesibles a los productores locales, y competitivas en el mercado actual de materiales para la construcción, permitirán direccionar la producción hacia propuestas sustentables con un mayor valor agregado, que aporten al desarrollo de cadenas prioritarias de la Provincia de Buenos Aires, como lo es la de Materiales para la Construcción.

## **Definición del problema y estado de la cuestión**

En principio, la revisión bibliográfica permitió detectar un cambio respecto a la visión paradigmática de la vivienda, en particular la denominada vivienda social (Kullo y Murillo 2010). Los lineamientos de este cambio están en concordancia con una visión sustentable de la vivienda y el urbanismo, tal como lo describe Marlet Viñolas (2005). Los objetivos apuntan a aumentar la calidad de vida de los habitantes, propiciando una conservación de la diversidad étnica-cultural; interesándose en la seguridad y facilidad de uso, la incorporación recursos renovables y autóctonos, la generación de espacios verdes y en la reducción del gasto energético. En este marco, el Ingeniero Guillermo Canale (2009), retoma el concepto de Tim Cooper de Diseño Sustentable de Productos y describe un conjunto de estrategias respecto de la extracción y producción (replantear los sistemas y los propios productos minimizando la huella ambiental y energética) y de la disposición final (reciclar, recuperar, ralentando los ciclos de agotamiento).

Bajo estos temas, se indagó respecto a factores relevantes para la vivienda social, económica y ambientalmente sustentable: así se observó la importancia de considerar la condiciones del aislamiento térmico. Esto se debe tanto a aspectos relativos a la salud y bienestar de los habitantes (el denominado confort), como así también debido a los impactos que una aislación deficiente ocasiona en los consumos energéticos de la vivienda, con consecuencias económicas y ambientales negativas.

Trabajos de ACV demuestran que los mayores impactos de una vivienda se concentran en el uso (prestaciones, consumo de energía y agua y generación de residuos) (Sartori y Hestnes, 2007). En la localidad, Falabela y Stivale (2011) demuestran que la introducción de aislantes térmicos adecuados, mejora sustancialmente el intercambio energético en la vivienda y reduce el gasto energético y monetario (ya que se registra hasta un 35% de pérdidas energéticas por deficiente aislación). Así mismo, existen normativas a nivel local que definen las condiciones mínimas de acondicionamiento térmico exigidas en la construcción de edificios, por ejemplo la Ley 13059 de Eficiencia Energética, la cual se corresponden con diferentes normas técnicas (IRAM N°11601, IRAM N°11605).

Por tanto, se deberá tender a reducir la carga ambiental de la vivienda, en particular en la etapa de uso de la misma mediante productos pasivos -como lo son los aislantes térmicos-.

El relevamiento de la oferta de aislantes térmicos a nivel local como internacional, demostró, en principio, la existencia de dos grandes grupos: los Tradicionales (de producción extendida a nivel internacional, acaparan el mercado local, como la lana de vidrio) y los No Tradicionales (de producción aún incipiente o no presentes en el mercado local como los rollos de fibras de algodón o de lana de oveja). Así mismo, se observó que los productos tradicionales presentan un mejor desempeño en la etapa de uso de la vivienda que los no tradicionales; sin embargo, son los no tradicionales los que presentan un mejor perfil respecto de la producción y la disposición final. Se advierte, además, que los productos no tradicionales no se encuentran en el mercado local; lo cual genera un nicho dentro del mercado de materiales para la construcción (Canetti, 2015).

En particular, se evidencian las potencialidades de la celulosa insuflada frente a los requisitos prioritarios para el diseño de productos aislantes. La indagación se continuó, entonces, sobre este producto, siendo sólo uno de los posibles derivados de la guata de celulosa. En principio se trata del mismo material que se proyecta con presión entre tabiques de la construcción, tanto en casas por construir, como en viviendas en uso. Es por eso que la bibliografía utiliza ambos términos como sinónimos; en este trabajo, sin embargo, diferenciaremos entre la materia prima (celulosa de descarte en papeles, cartones), el material (guata de celulosa), y los productos (celulosa insuflada, panelería, ladrillos, etc), debido a la variedad de propuestas existentes en este último grupo.

La guata de celulosa, entonces, presenta un excelente perfil ambiental, debido a diferentes factores (comportamiento térmico, diversidad de presentaciones, etc); es interesante notar entre ellos, que el material se obtiene del procesamiento de un residuo sólido (papel, cartones). Al respecto, la gestión de residuos en Mar del Plata presenta características particulares debido a la suscripción de la ciudad a la iniciativa del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) "Ciudades Emergentes y Sostenibles" (ICES): en particular, debido a la separación en origen de los residuos entre orgánicos y reciclables, para su procesamiento en la planta de la Cooperativa CURA. Allí, la recuperación de papel y cartones llegó a 901.535kg, representando el 24% del total del material (entre agosto de 2012 y junio 2014) (Leis, 2015). Si bien en la actualidad, CURA y Enosur están en conflicto interrumpiendo el normal trabajo de la cooperativa, estos datos demuestran la existencia de grandes volúmenes de materia prima en la ciudad, que sumados al trabajo realizado por recuperadores independientes, permitirían el abastecimiento continuo de material para la producción de guata de celulosa.

Frente a esto, nos preguntamos si es posible realizar una propuesta de producto basado en la utilización de este material, y de qué forma articula con la planta productiva local. ¿Qué características productivas presentan los productos actuales realizados con guata de celulosa? ¿Qué mezclas serían las más adecuadas y cuál sería su comportamiento? ¿Cómo se producirían en la localidad? ¿Cómo pasar de una idea de producto a un plan de negocios competitivo?

La siguiente investigación, enfocada desde un perfil técnico-experimental, analizará estas problemáticas, apuntando a proponer un producto aislante térmico que cumpla con los requisitos identificados en el trabajo anterior, con el fin de analizar su performance, producción e inserción en el entramado productivo regional.

### **Exposición sintética de la labor desarrollada**

En este período se propone profundizar la investigación anterior, a través de un análisis de caso, mediante el diseño de producto. Para esto, se consideró la conclusión anterior, donde se detectaban las potencialidades de la guata de celulosa como material aislante.

En primera instancia, se realizó una revisión bibliográfica de investigaciones previas, patentes e informes técnicos sobre la guata de celulosa y productos derivados. Esto permitió identificar invariables en la producción de guata de celulosa, y la introducción de posibles cambios.

Segundo, se procedió a una etapa experimental-productiva, basándonos en los resultados precedentes y en el programa de diseño establecido anteriormente. Con la obtención de muestras se realizaron ensayos preliminares; llegando a obtener una serie de productos que cumplieran con los requisitos planteados.

En tercera instancia, se pasó por una etapa de ensayos, para determinar las características finales de los prototipos. Primero se revisaron las normativas para materiales para la construcción, con el fin de identificar los parámetros de performance para las placas aislantes. En base a esta búsqueda, se realizaron prototipos y se ensayaron localmente (además, un set de muestras se envió al INTI). A la vez, se procedió a determinar la Huella de Carbono del

material mediante una Evaluación de Impacto ambiental, realizada con SimaPro y planillas realizadas a medida para el caso (en este punto se trabajó con el Diseñador Javier Bazoberry).

En un cuarto paso, se buscó corroborar la posibilidad de producir este producto en la localidad. Para esto, se realizó una exploración mediante matriz FODA. Estos datos fueron ampliados mediante análisis del sector, y entrevistas a informantes clave (proveedores de revestimientos y aislantes en la ciudad). Actualmente, se está desarrollando un Plan de Negocios específico para el material, en conjunto con profesionales del área (Cont. Faccio, Martínez y Zwicker).

Actualmente, se espera abordar algunos puntos que completan el diseño de un nuevo material: desde el punto de vista ambiental se deben producir prototipos implementando estrategias para reducir la carga ambiental de la propuesta y debe evaluarse la performance térmica-estructural de la misma mediante modelos digitales. Desde el punto de vista económico deberá ajustarse el segmento de usuarios y compradores, mediante un análisis de experiencia de usuario que contemple aspectos estéticos y sensoriales, fundamentales para su éxito en el mercado. Desde la óptica social, será necesario revisar la dinámica de la cadena de valor de materiales de descarte, para lo que se espera trabajar en conjunto con la D.I Mariana González Insúa.

Por último, se realizará el informe final para el cierre de la beca; y se espera realizar una serie de publicaciones con los resultados obtenidos.

### **Grado de cumplimiento del plan de trabajo**

En la actualidad, los objetivos 1 (Relevar productos de guata de celulosa existentes...) y 2 (Proponer alternativas de materialidad...) se alcanzaron exitosamente, según el cronograma previsto. Hubo, sin embargo, algunos problemas respecto de la búsqueda bibliográfica: las patentes e informes técnicos no siempre proveyeron información completa respecto a los procesos productivos, por lo cual fue necesario “reconstruirlo” a partir de información fragmentaria.

Respecto del objetivo 3 (Definir un programa final de producto y realizar los ensayos correspondientes), se alcanzó exitosamente aunque fuera de término: se esperaba realizar los ensayos con guía de la Facultad de Ingeniería de la UNMdP, pero debido a la extensión

de los plazos para la generación de un Convenio Marco, se decidió recurrir al INTI. Cabe advertir que a medida que se avanza en la investigación, es necesario realizar pruebas antes no previstas o sobre mezclas mejoradas; es probable que en el período de prórroga deban repetirse algunos ensayos.

El objetivo 4 (Evaluar la inserción económica-productiva en el marco regional), se cumplió de forma parcial: se realizó un primer acercamiento de forma global a la industria, pero se continúa confeccionando el Plan de Negocios definitivo para el producto. Para esto, ya se han realizado entrevistas a informantes clave y encuestas a profesionales y consumidores.

En cuanto al objetivo 5 (Realizar prototipos funcionales...) se cumplió de forma parcial. De la misma manera que con los ensayos, los resultados obtenidos sobre la Huella de Carbono exigen cambios en el material propuesto. Se espera aplicar estrategias para mejorar la propuesta y terminar de evaluar los factores estéticos y funcionales, integrados con los aspectos ambientales y sociales de la propuesta.

## **Métodos y técnicas empleados**

En las instancias metodológicas se desarrolló una primera etapa exploratoria, de carácter descriptivo. Se realizó una revisión bibliográfica sobre informes técnicos, para la reconstrucción del proceso productivo de la guata de celulosa.

Posteriormente, se trabajó de modo experimental produciendo muestras en laboratorio y realizando ensayos preliminares. Basándonos en estos resultados se recabaron datos sobre normativas para certificación de materiales para la construcción. En base al CAT, se realizaron ensayos en laboratorio (absorción y deformación) y mediante el INTI<sup>1</sup>. Además, se realizó una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) utilizando la metodología del Análisis de Ciclo de

---

<sup>1</sup> Según informe de ensayo, la medición de la Conductividad Térmica, se efectuó siguiendo el método de ensayo de las propiedades de transmisión del calor en régimen estacionario mediante el medidor de Gradiente Térmico, de acuerdo a los lineamientos establecidos en las Normas ISO 8301:2010 y ASTM C518:2015.

Vida<sup>2</sup>: se confeccionaron planillas de cálculo adecuadas, y se registró información desde bases de datos (Sima Pro en particular).

En una tercera etapa, se trabajó en conjunto con profesionales contadores para realizar una investigación de campo desde la perspectiva económica-productiva. Se realizaron entrevistas con informantes clave, encuestas cerradas con profesionales arquitectos y posibles consumidores, como así también una revisión de informes sectoriales. Estos datos permitieron determinar el grado de aporte del material y comenzar a confeccionar un plan de negocios.

---

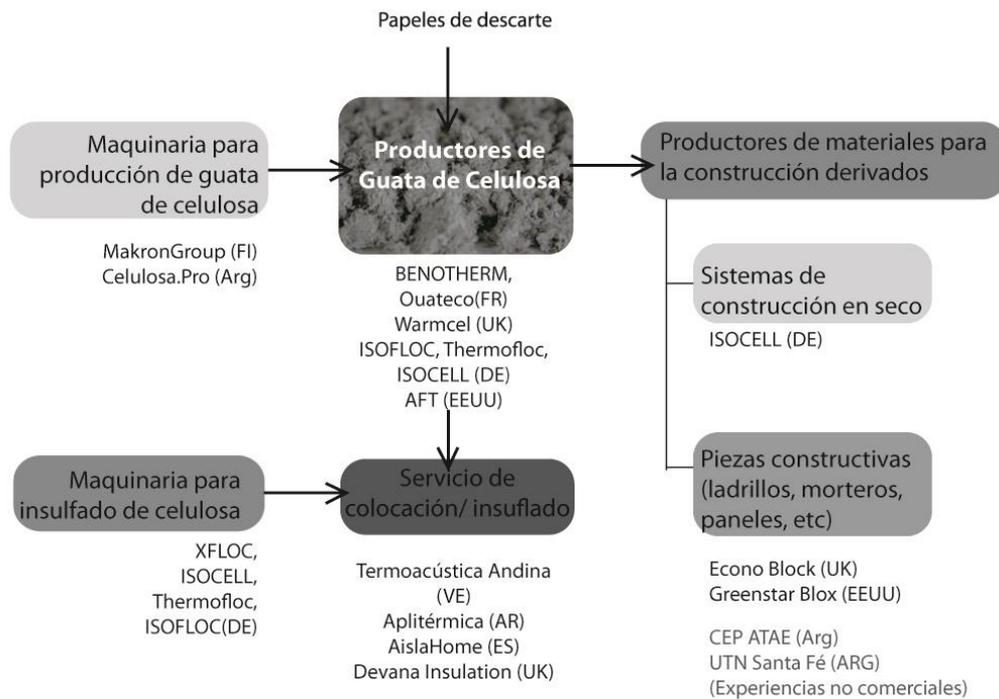
<sup>2</sup> Este método, analiza las entradas (recursos como materia prima y energía) a partir de una Unidad Funcional que define la cuantificación específica según la medida necesaria para el desempeño específico del objeto de estudio. En este sentido, define las salidas determinantes (Huella de Carbono) al medio según KgCO<sub>2</sub>-eq.

## Desarrollo: objetivos alcanzados

### Relevar productos de guata de celulosa existentes, evaluando factores destacados en su producción.

Durante la primera etapa de la investigación, se realizó un análisis de mercado centrado en la oferta de aislantes térmicos; se detectó así la existencia de dos grandes grupos de productos con diferentes perfiles sustentables. Respecto de los productos no tradicionales, ninguno de los relevados se ofrecía en el mercado marplatense, y presentaban un mejor perfil respecto de la producción y la disposición final, siendo la celulosa insuflada la que mejores coeficientes de aislación presentaba.

Retomando este primer acercamiento, se decidió trabajar sobre el material, realizándose una búsqueda de proveedores específicos de guata de celulosa. Esto permitió, en principio, mapear un conjunto de productos y servicios derivados de la misma (Figura 1).



#### REFERENCIAS



Figura 1 - Producción de Guata de Celulosa y Productos/Servicios derivados

A la vez, se esclarecieron los procesos del encadenado productivo (de la materia prima a la vivienda) y los productores/ proveedores presentes. En el mercado europeo fue posible reconstruir la totalidad de la cadena: la maquinaria de producción es adquirida por diferentes empresas, que proveen de guata de celulosa a los colocadores. En algunos casos (ISOFLOC, ISOCELL, Thermofloc), producen y venden también las maquinarias de insuflado. La empresa ISOCELL en particular, presenta una amplia gama de productos y servicios, llegando a ofrecer una línea completa de producción para la construcción de vivienda en seco: los paneles portantes de madera se insuflan con guata en fábrica, se trasladan y se colocan en el sitio ya terminados.

Un segundo conjunto de productores, ofrece materiales para la construcción (en particular, bloques y placas): los casos relevados utilizan diferentes proporciones de mezcla de guata de celulosa con ligantes tales como cemento. No fue posible verificar la existencia de relaciones directas entre los productores de guata de celulosa y los productores de piezas constructivas, tal como sucede entre los primeros y los colocadores. La información disponible indicaría que empresas como Econovate (Econo Block) y GreenStar (Blox Adobe) se proveen de materia prima sin procesar, siendo ellos mismos los productores del material.

En este grupo, en la Argentina, se identificaron dos proyectos no comerciales, que derivan de procesos de Extensión e Investigación universitaria. El primero, del Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda en conjunto con la UTN Facultad Regional Santa Fe, utiliza celulosa de descarte de una planta productora de embalajes, encontrándose la propuesta en fase experimental. El segundo, del CEP UBA, del grupo Arquitectura y Tecnología Apropriada a la Emergencia, desarrolla diferentes fórmulas a base de papel reciclado y fibras naturales mezcladas con ligantes (cemento, cal o arcilla) para la fabricación de materiales constructivos durables y económicos.

Por último, el análisis permite verificar el posible aporte de diseño en diferentes etapas de la producción, en particular, en lo referente a maquinarias, herramental y materiales para la producción (respecto a sus acabados, y morfología).

Con la intención de detectar posibilidades de replicar, y posteriormente introducir cambios en el proceso productivo de la guata de celulosa, se indagó respecto de los procesos actuales.

En base al análisis realizado anteriormente, se hizo foco sobre dos grupos: en principio, sobre los productores de guata de celulosa, que proveen material para insuflado; en segundo lugar sobre los productores de componentes o piezas constructivas, debido a que combinan diferentes materias primas y ligantes.

Para la reconstrucción de las secuencias productivas (Fig 4), se seleccionaron como ejemplos los casos con mayor volumen de información disponible: para representar al primer grupo, se tomó a la empresa francesa BENOTHERM; mientras que para el segundo, se trabajó con el Proyecto del CEP ATAE.

Si bien se trata de emprendimientos difícilmente equiparables, su análisis permite reconstruir los procesos posibles para la obtención de guata de celulosa y derivados. El cruce de estos procesos con los materiales aislantes relevados, indica que la producción de celulosa insuflada no sería adecuada debido a que se utiliza para casas pre-fabricadas. Viendo que la vivienda en la argentina es mayormente de material (tipo tradicional), el diseño de piezas constructivas o materiales para la construcción (ladrillos, placas, revestimientos) tendría mejores resultados.

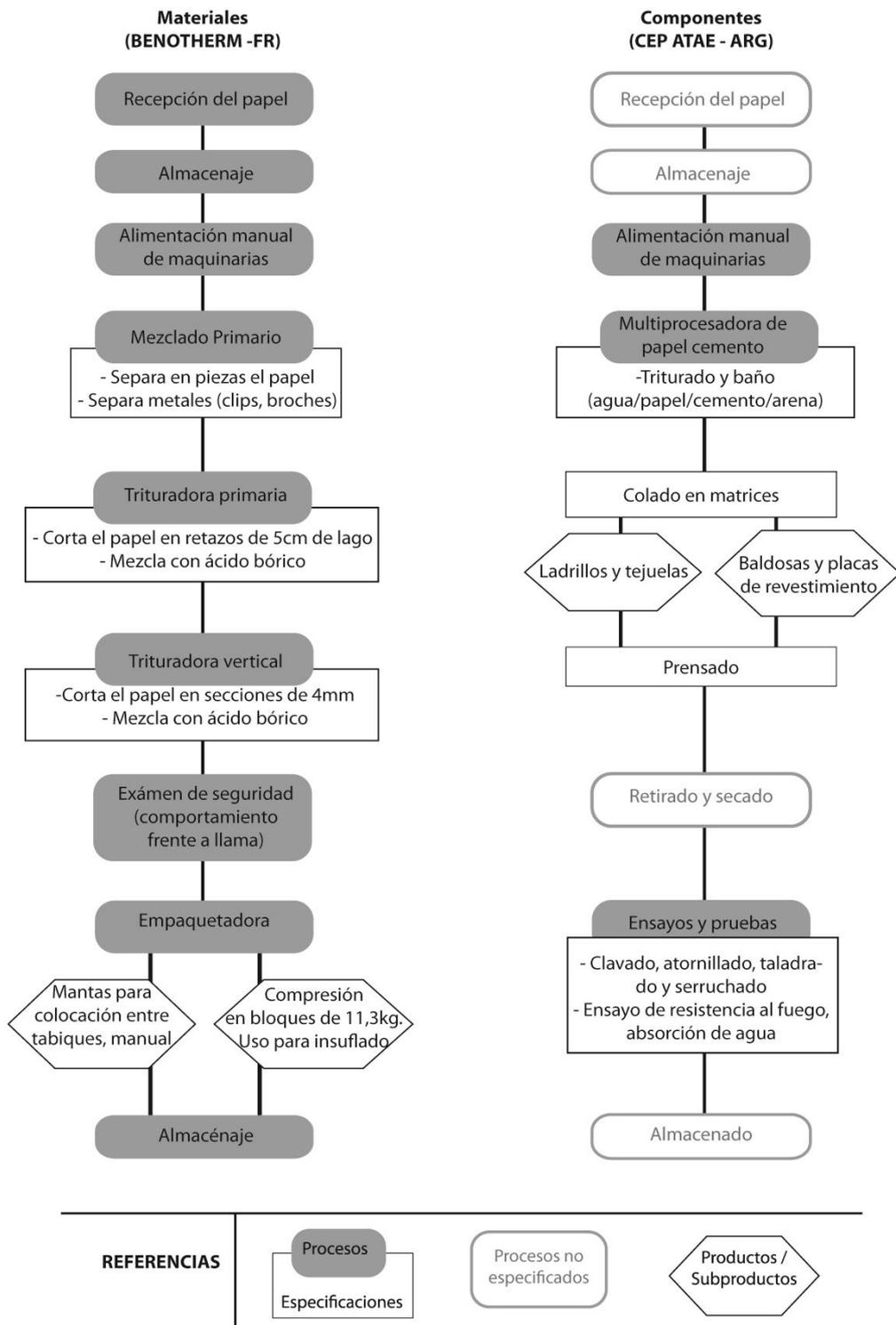


Figura 2- Comparación de secuencias productivas de guata de celulosa y productos derivados

## **Proponer alternativas de materialidad; producir, verificar y analizar las muestras correspondientes.**

La realización de muestras se correspondió con el análisis comparativo realizado entre la guata de celulosa y la lana de vidrio, en base a la Rueda Estratégica<sup>3</sup>. Aquí se demostraron las potencialidades del material desde una perspectiva ambientalmente sustentable; en esta etapa, la experiencia se revisó para detectar posibles acciones para la mejora.

La selección de estrategias a aplicar, comienza con la descripción del producto a intervenir; de aquí se evaluó que:

- Se trata de proponer un aislante mejore la eficiencia energética de la vivienda: se trata de un producto pasivo, ya que no consume energía para presar su función. Este tipo de productos presentan cómo áreas de impacto clave en la extracción y procesamiento de materiales, así como en la manufactura y en el fin de ciclo de vida.
- En base a esto, se deberá hacer foco en el nivel de Componentes del producto (Niveles 1 y 2 de la Rueda Estratégica, o Secciones A y B en el Manual de D4S); ya que no es posible intervenir por el momento en el sistema productivo industrializado del producto.
- A pesar del excelente desempeño de la celulosa insuflada, se trata de un producto aplicable en casas prefabricadas (sólo un 5% del total de la vivienda argentina actual); por lo cual, la propuesta deberá enfocarse a mejorar los materiales o elementos constructivos (ladrillos, placas, tejas)

De aquí se desprenden estrategias principales:

Nivel 1 - Selección de materiales de bajo impacto, mediante la eliminación de materiales tóxicos (por ejemplo, resinas de poliéster como aglutinantes) y la utilización de materiales

---

<sup>3</sup> Se trata de un modelo conceptual que muestra diferentes campos de interés del ecodiseño, agrupados en ocho estrategias que coinciden con los ocho radios de la rueda. Mediante la misma, se plantean una serie de acciones que tienden a mejorar el perfil ambiental del producto.

reciclados (papeles de descarte). Desde la morfología del producto es posible pensar en sistemas de encastre (u otro tipo de vinculación) para reducir también adhesivos en el uso.

Nivel 2 - Reducción en el uso de materiales, mediante la reducción de volumen del ligante (cemento portland y arena)

Nivel 3 - De ser posible, se evaluará el consumo de energía (en triturados, fraguado, etc) y de agua consumida durante el proceso, de manera de generar acciones para reducirlo.

Considerando los resultados obtenidos y las estrategias definidas, se propuso un proceso básico para replicar en laboratorio (Figura 3), en donde se intentó simular los procesos industrializados (trituración, mezcla de materiales, colado, prensado, secado).

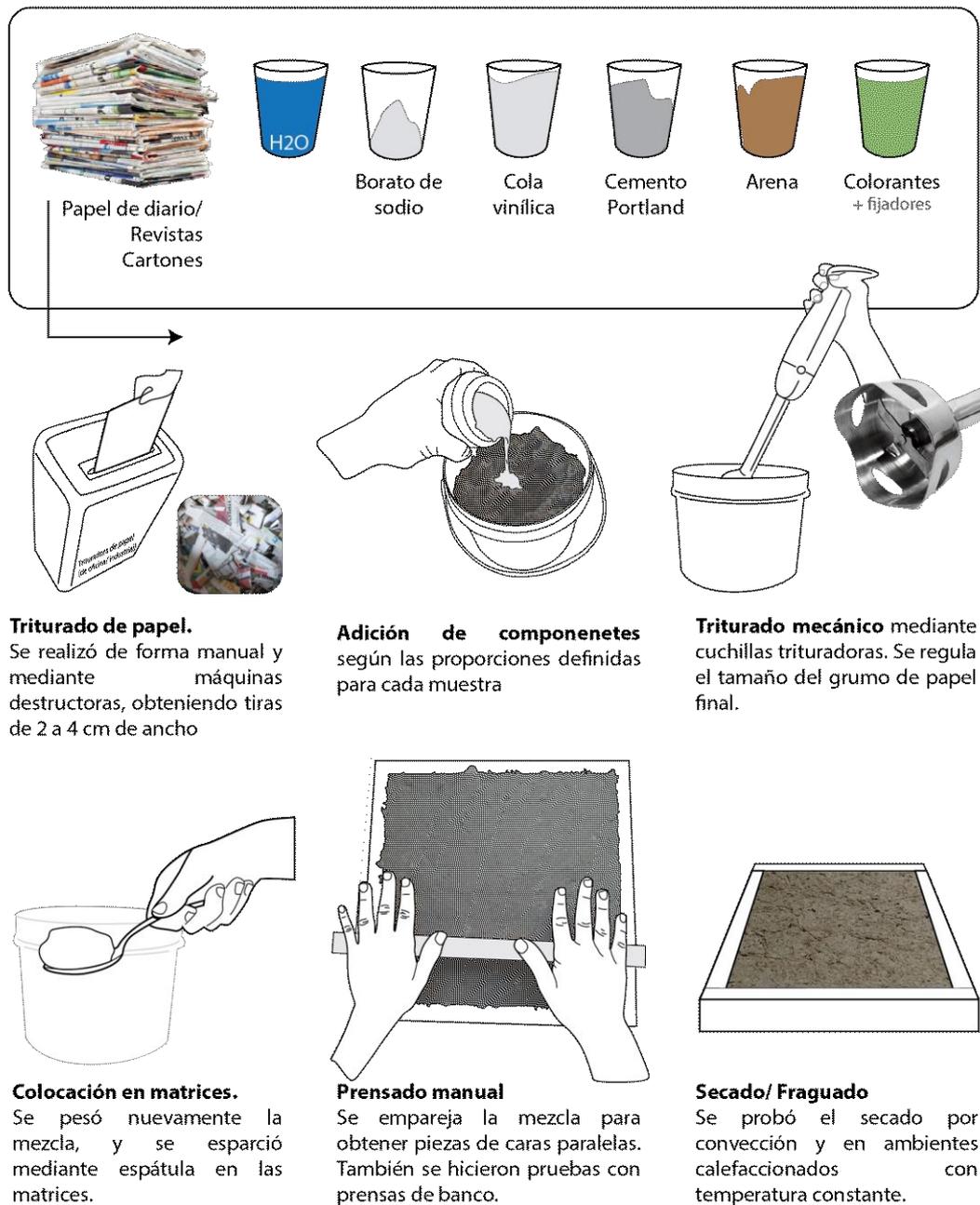


Figura 3- Secuencia de laboratorio para la obtención de muestras

Bajo el mismo método, se experimentó cambiando diferentes aspectos del proceso: se produjeron más de treinta muestras, generando variaciones en el tipo de papel utilizado y el tamaño del grano triturado. Las muestras fueron sometidas a una serie de ensayos

preliminares con el fin identificar aquellos aspectos del proceso que conllevan a los productos con mejor desempeño (Figura 4). Se trató de pruebas para comprobar su reacción frente al clavado, atornillado, serruchado, lijado y pintado: aunque ninguna de las muestra presentó dificultades, las piezas con granos grandes de papel mostraron deformaciones frente al clavado, siendo éste mucho menor en las piezas con mayor tiempo de triturado.

Proceso	Propuesta	Observación
1° Triturado	Manual	En la producción de laboratorio, el corte manual trabaja por desgarro del papel, dejando expuestas las fibras. Se entiende que por eso se obtuvo mejores resultados en el segundo triturado.
	Mecánico (trituradoras de oficina)	
Aditivos	Con Borax	Aunque no se observaron cambios en la placas finales, las mezclas con bórax resultaron duraderas, pudiendo reutilizarse varias veces (de la misma forma que el agua)
	Sin Borax	
Ligantes	Cola Vinílica	Las mezclas con cemento resultaron ser más resistentes. El volumen de Cola vinílica requerido para equiparar el funcionamiento, superaba el 30% de la mezcla
	Cemento Portland + Arena	
2° Triturado	Sin 2° Triturado	Se generan piezas robustas, de buena resistencia.
	Grano medio	Buena resistencia, requiere mayor cantidad de ligante
	Grano pequeño (guata)	Funciona bien con altas cantidades de ligante

Figura 4- Listado de variaciones propuestas para proceso base y resultados de ensayos preliminares

A la par, se realizó una indagación respecto de las normativas a cumplir por los productos propuestos. En la Argentina la aplicación de materiales, elementos y sistemas constructivos es avalada mediante la obtención del CAT (Certificado de Aptitud Técnica), el cual se rige por el Reglamento aprobado en la Resolución SVOA N° 288/90. A nivel nacional, es la Dirección de Tecnología y Producción (Dependiente de la Secretaría de Vivienda y Hábitat) la encargada de otorgarlo; mientras que a nivel Provincial esta tarea recae en el Instituto de la Vivienda.

El CATIVA puede presentarse en dos tipos:

- un Certificado General, de tres años de validez, se otorga a productos existentes en el mercado nacional que acrediten su aplicación en edificios de antigüedad igual o mayor a cinco años;

- El Certificado Limitado, de un año de validez o para una obra determinada, se otorga a productos con una antigüedad menor a cinco años en el mercado nacional.

En ambos casos, la presentación se realiza explicitando un conjunto de datos generales (nombre comercial, de patente, datos de la empresa, localización de fábrica); referencias de fabricación (relacionadas con las características y procesos de producción, controles de calidad, inversión realizada, uso de licencias, etc); referencias de utilización (nómina y características de las obras realizadas) y un informe técnica. Este último presenta información detallada sobre el comportamiento del producto, que variará de acuerdo a la función del mismo. Para los productos aislantes, por ejemplo, se propone ensayar compresión, corte, flexión, tracción; conductividad térmica, difusión de vapor de agua; absorción de agua y resistencia a la llama. Así mismo, para cada ensayo, se propone un conjunto de normativas para seguir (ISO, IRAM, las DIN y las ASTM, son las más utilizadas).

Mediante el relevamiento de la normativa técnica se identificó una serie de ensayos prioritarios

- Conductividad térmica: permitirá determinar el valor lamda ( $\lambda$ ) del material. Con este dato, será posible evaluar mediante modelos digitales, el funcionamiento térmico de un muro en dónde se aplica el producto.
- Ensayo de resistencia al fuego: debido a las restricciones para el uso de materiales altamente combustibles en vivienda
- Ensayo de absorción de agua y estabilidad dimensional: permitirá determinar, en principio, si el material puede ser utilizado en el lado exterior del muro.

### **Definir un programa final de producto y realizar los ensayos correspondientes**

En base a estas observaciones, se definió el proceso final<sup>4</sup>, para producción semi-industrializada. Con este proceso, se realizaron los prototipos para ensayos.

---

<sup>4</sup> Datos sobre el mismo (actividades, maquinarias, herramental) pueden verse en el objetivo 4 (Evaluar la inserción económica-productiva en el marco regional), pag 24

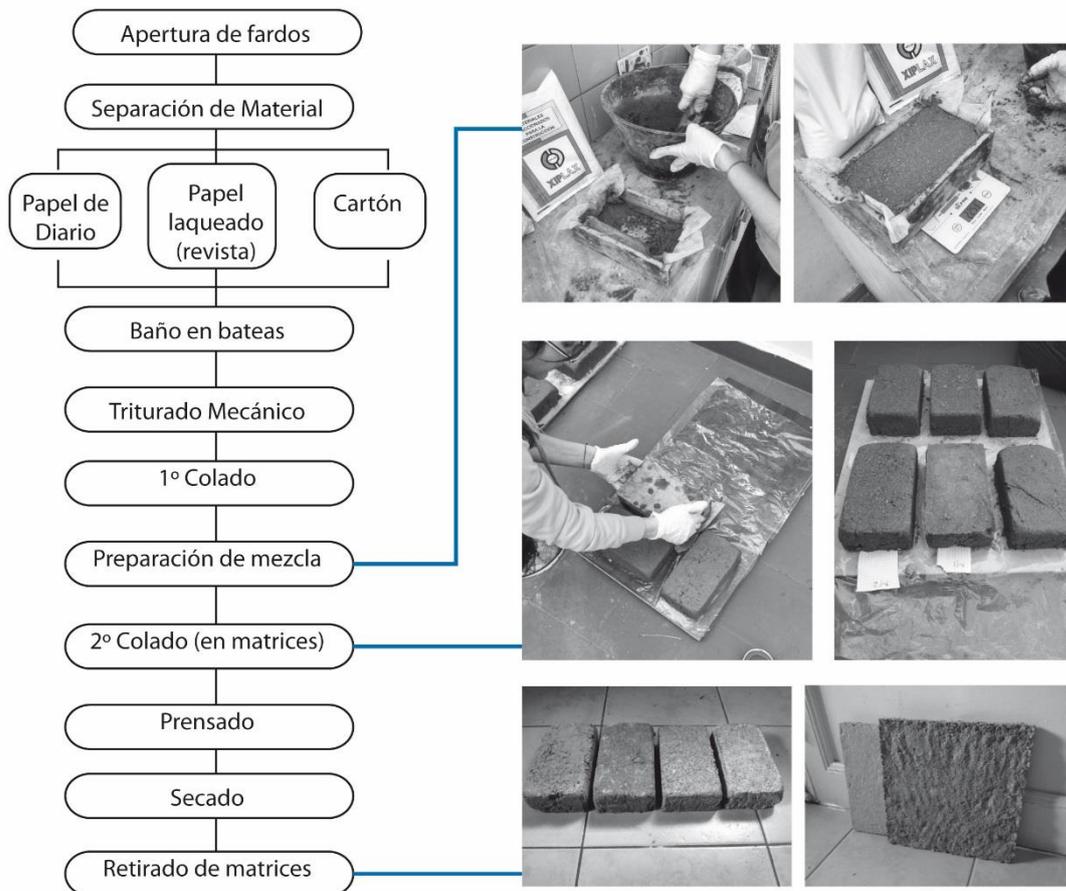


Figura 5- Proceso final y producción de prototipos

En la producción de prototipos, se decidió utilizar la mezcla de papel de diario ligados mediante cemento portland. El primer paso es realizar la mezcla cementicia. La receta utilizada fue 1:2: 1/4 (cemento portland, arena, agua). Una vez realizada, la mezcla se combinaba con papel ya triturado en agua y borato de sodio.

Con la intención de comparar las mezclas en los ensayos, se produjeron cuatro modelos con diferentes proporciones. En cuanto al producto, se produjeron dos conjuntos (placas y ladrillos) de cuatro mezclas cada uno, de manera de comparar la performance de cada propuesta.

En la Figura 6 se definen las mezclas (de M1 a M4), según la relación de los materiales utilizados. En la fila superior se identifica el volumen de la mezcla cementicia inicial, mientras la segunda indica el porcentaje de papel triturado incorporado. Estas combinaciones permiten relevar las características de los bloques tradicionales (la mezcla se realizó en base a la receta que propone el proveedor de bloqueras); de manera de utilizar estos resultados como parámetro para observar el comportamiento de las restantes mezclas.



Figura 6- Modelos y mezclas de los prototipos realizados. Ilustración de la autora.

Para la realización de los Ensayos, se consideraron los ensayos prioritarios (conductividad térmica, ensayo de resistencia al fuego; ensayo de absorción de agua y estabilidad dimensional, ensayo de degradación por exposición climática).

### Estabilidad Dimensional

La primera serie de pruebas se realizó sobre las placas para indagar su reacción al atornillado, clavado, corte y lijado. Todas presentaron una buena estabilidad dimensional frente a las presiones ejercidas, aunque las aquellas con mayores proporciones de cemento (M1, M2) presentaron mayor resistencia y estabilidad.

El ensayo de absorción de agua y estabilidad dimensional (Figura 7), se realizó sobre los ladrillos (producidos con igual mezcla que las placas), ya que al ser compactos resultaron más fáciles de examinar. Los ladrillos se pesaron para conocer el peso original de cada muestra. Luego se los colocó en una batea con agua, cubriéndolos completamente. En los primeros minutos se observó si las probetas flotaban o no, y la cantidad de aire interno despedido. Se los estacionó allí durante 24hs, tras lo cual se los retiró y se los pesó. A su vez, se le aplicó presión y golpes con un martillo, para verificar las deformaciones (tanto en las caras como en las aristas).

Según se hipotetizaba, a medida que se agrega papel a la mezcla los productos se hacen más absorbentes. De igual manera, se vuelven más susceptibles a la deformación. La mezcla M2 presenta características similares a las mezclas de arena y cemento puras, por lo cual puede verse como la mejor opción para construcción estructural. La mezcla M3, por su parte, puede utilizarse para muros no portantes, o para las placas, ya que sigue manteniendo una buena estabilidad dimensional, presentando sólo deformación en las aristas bajo golpes de martillo.

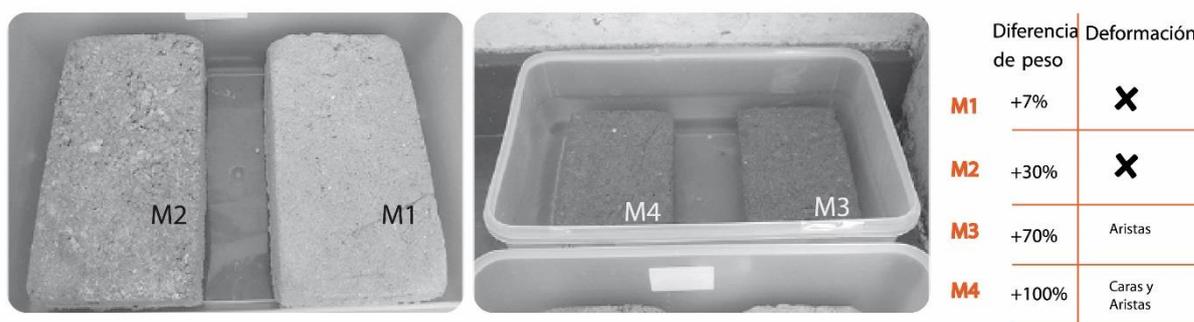


Figura 7- Ensayo de absorción de agua y estabilidad dimensional. Ilustración de la Autora

Por otra parte, un conjunto de ladrillos se expuso a las condiciones climáticas sin protección. Se los ubicó en una terraza abierta a los cuatro vientos desde agosto 2016 hasta la actualidad (un total de 487 días). Se realizaron dos evaluaciones visuales y mecánicas (cada 180 días).

En este sentido, las propiedades mecánicas no han presentado variación, aún estando sometidos a constantes lluvias y cambios de temperatura.

Sólo la M4 presenta un color amarillento en los grumos de papel, pero en el resto, este efecto no es perceptible. Una opción para evitar esta degradación es incorporar el papel sólo como mezcla interna, recubriendo el ladrillo o la placa con una mezcla tipo M1. Otra posibilidad es utilizar el ladrillo o placas M4 sólo para tabiquería interna. Cabe advertir, por otra parte, que la utilización de ladrillos conlleva terminaciones de yeso o estuco en la mayoría de las viviendas, lo que evitaría esta sobreexposición; pueden incorporarse también auxiliares en los acabados (por ejemplo, Hidrolaca Micromax de Tarquini).

Respecto al almacenaje en el exterior, las mezclas M1, M2 y M3 son factibles de permanecer a la intemperie sin cambios en sus prestaciones.

### Conductividad Térmica

En este ensayo se encargó al INTI CONSTRUCCIONES (evaluadores de los CAT). Las dos placas enviadas fueron sometidas a medición de la conductividad térmica a 24° de temperatura media, de acuerdo a los lineamientos de las normas ISO 8301:2010 y la ASTM C518:2015. De aquí se observa que el material M3 presenta un  $\lambda = 0,075 \text{ W/m.K}$  (Fig 8).

Material	Aislantes tradicionales	<b>(Propuesta Mezcla 3)</b>	Hormigón celular	Maderas, tableros	Placas de Yeso	Ladrillo Hueco
Conductividad Térmica [W/(m.K)]	0,026 – 0,050	<b>0,075</b>	0,09 – 0,18	0,10-021	0,14 – 0,152	0,49 – 0,76

Figura 8- Comparación de materiales según nivel de aislación.

En principio, existe una diferencia con los valores estimados hipotéticamente; probablemente se deba a que se trató de la Mezcla 3 que no es 100% papel reciclado, sino que incorpora el cemento como ligante. Sin embargo, si comparamos nuestra propuesta de placas con las placas de yeso (tipo Durlock, Botting, etc) esto no supone un problema, ya que hay una diferencia sustancial del  $\lambda$  a favor de nuestro producto.

En cuanto a los ladrillos, la mezcla mejora las propiedades de los ladrillos comunes y los bloques de hormigón; de manera que sería posible plantearlos como alternativas para estructuras sometidas a bajos esfuerzos.

A futuro, queda determinar la influencia de la conductividad en un análisis de impacto ambiental comparativo, que considere eficiencia energética y huella de carbono de los materiales de construcción. Así mismo, deberían ensayarse las otras mezclas, y probar teóricamente la performance de muros con diferentes aplicaciones de material. Aunque la propuesta no presenta los mejores valores, sí puede tratarse de mejoras sustanciales una vez incorporadas en la vivienda.

## **Evaluar la inserción económica-productiva en el marco regional**

Se realizó un análisis exploratorio mediante una matriz FODA para evaluar la factibilidad económica de las placas de celulosa; así se definieron las principales potencialidades y amenazas del contexto local, para luego profundizar en la construcción del Plan de Negocios.

Por un lado, se analizó el estado actual del mercado de la construcción (Figura 8). Cuando se comenzó con el proyecto, la industria presentaba un crecimiento sostenido; actualmente la inestabilidad del sector<sup>5</sup> se constituye como la mayor amenaza. La existencia de herramientas de apoyo disponibles para emprendedores con montos amplios (en particular el PAC

---

<sup>5</sup> El ISAC (Indicador Sintético de la Actividad de la Construcción) presentó en Octubre de 2016 una baja de 19,2 puntos, según el INDEC. Pero para octubre de 2017, el mismo indicador se presentó 25,3 en positivo.

Emprendedor) se constituye como la mayor oportunidad para esta cadena, que se encuentra enormemente afianzada en la región.

<b>Cadenas Locales de Construcción y Materiales para la Construcción</b>	<b>Peso= 1</b>	<b>Calificación (1-5)</b>	<b>Valor Ponderado</b>
<b>Oportunidades</b>			<b>2,3</b>
Red de proveedores/ clientes/ vendedores afianzadas	0,15	5	0,75
Presencia de mano de obra especializada	0,05	2	0,1
Herramientas de apoyo financieras disponibles (PyMes, y Empresas Sociales, etc)	0,25	5	1,25
Impulso de normativas de Eficiencia energética en vivienda y edificaciones nacionales y provinciales	0,05	4	0,2
<b>Amenazas</b>			<b>2,2</b>
Alta inestabilidad y desaceleración del sector desde 2016	0,35	5	1,75
Concentración y extranjerización de MB y MP	0,05	1	0,05
Carencia de indicadores confiables sobre el mercado local	0,05	2	0,1
Cultura sustentable no arraigada, resistencia socio-cultural al cambio	0,1	3	0,3

Figura 8- Matriz de evaluación FODA: mercado de materiales para la construcción y construcción.

Por otro lado, se consideró la posibilidad de insertar un nuevo producto en el mercado; el análisis se realizó de forma comparativa, de manera de evaluar las placas frente a productos ya establecidos. En primer lugar, la Lana de Vidrio (Figura 9) es un producto reconocido, y considerado tradicional; de manera que no sólo es consumido usualmente<sup>6</sup>, sino que no

<sup>6</sup> De las encuestas realizadas hasta la fecha sobre profesionales de la construcción, 47,5% la utilizan en sus obras de forma habitual.

requiere certificaciones de CAT para ser aplicada. Para competir con otros productores, sin embargo, se requiere una altísima inversión, debido a que su producción es intensiva en capitales (maquinarias e instalaciones industriales).

<b>Lana de Vidrio</b>	Peso= 1	Calificación (1-5)	Valor Ponderado
<b>Fortalezas</b>			<b>1,75</b>
Producto reconocido en el mercado y aprobado (no requiere certificaciones)	0,25	5	1,25
Excelente relación precio/rendimiento/eficiencia energética	0,1	4	0,4
MP vidrio: posibilidades de incorporar material de descarte	0,05	2	0,1
<b>Debilidades</b>			<b>2,85</b>
Competidores: alta presencia de marcas internacionales instaladas	0,2	5	1
Proceso productivo: dificultades de adaptación y alta inversión (intensiva en capitales)	0,35	5	1,75
Niveles de toxicidad altos en producción y disposición final	0,05	2	0,1

Figura 9- Matriz de evaluación FODA: Lana de Vidrio

Por su parte, las Placas de Yeso (Figura 10) también constituyen un producto reconocido y probado, aunque se lo utiliza mayormente en refacciones o ampliaciones de vivienda<sup>7</sup>. De los usuarios encuestados, la funcionalidad (variedad de prestaciones) y el precio fueron los factores determinantes al momento de la compra. Sin embargo, un 80% consideró que la percepción del material (factores estéticos, de decoración o comunicación) son importantes al realizar una selección. En el caso de los revestimientos, la inversión inicial también es

<sup>7</sup> De los usuarios encuestados, un 72% señaló el uso de placas de yeso o similares.

intensiva en capitales, a la vez que la alta presencia de competidores<sup>8</sup> en la localidad aumenta las barreras de ingreso.

<b>Placas de Yeso para revestimiento</b>	Peso= 1	Calificación (1-5)	Valor Ponderado
<b>Fortalezas</b>			<b>2,15</b>
Producto reconocido en el mercado y aprobado (no requiere certificaciones)	0,25	5	1,25
Variedad de prestaciones según marca (anti-humedad, acústicas, estructurales, etc)	0,05	4	0,2
Precio competitivo (aunque requiere pegamentos o estructuras metálicas extra)	0,15	3	0,45
Amplia variedad de acabados (simil piedra, texturados, etc)	0,05	5	0,25
<b>Debilidades</b>			<b>2</b>
Competidores: alta presencia de marcas locales e internacionales instaladas	0,15	5	0,75
Proceso productivo: alta inversión inicial (intensiva en capitales)	0,2	5	1
Impacto ambiental alto (uso MP mineral, no reciclable)	0,1	2	0,2
Muy baja capacidad aislante	0,05	1	0,05

Figura 10- Matriz de evaluación FODA: Placas de Yeso

En cuanto a los Paneles de Guata de Celulosa (Figura 11), sus potencialidades residen en el valor agregado: los factores sociales y ambientales del producto no sólo lo posicionarían frente a los competidores, sino también frente a herramientas de financiamiento que premian este tipo de emprendimientos. Además, el proceso de producción es factible de adaptar a una escala semi industrial y local. Sin embargo, al contrario de los otros productos, las placas son un producto en etapa propositiva, que requieren mayor tiempo de investigación y de certificaciones para ser aplicables. Además, la guata de celulosa no se encuentra instalada

<sup>8</sup> Al momento de cierre del informe, se registraban 5 marcas, con presencia mediante locales propios: Durlock, Blotting, Placas San José, Placas San Francisco y Pirka Stone.

en el mercado local, e incluso es poco reconocida por los profesionales<sup>9</sup>. Los paneles de guata de celulosa, requerirían, entonces, cierta inversión para inserción en el mercado.

<b>Paneles de Guata de Celulosa</b>	Peso= 1	Calificación (1-5)	Valor Ponderado
<b>Fortalezas</b>			<b>2,45</b>
Valor agregado: Impacto social y ambiental positivo (redes de proveedores + material de descarte local)	0,25	5	1,25
Acabados exclusivos y posibilidades de personalización mediante productos existentes	0,05	3	0,15
Factibilidad de adaptar el proceso productivo al marco local, con inversión inicial media (intensiva en RRHH)	0,2	5	1
Posibilidades de patentamiento (material y proceso productivo)	0,05	1	0,05
<b>Debilidades</b>			<b>1,9</b>
Producto en etapa propositiva, se requieren mayor tiempo de investigación	0,1	4	0,4
Requiere inversión para captación de consumidores (publicidad, marca, cartera de clientes minoristas)	0,05	3	0,15
MP papel: posibles irregularidades en suministro, (material de descarte)	0,05	2	0,1
Se requerirán certificaciones para su implementación (CAT)	0,25	5	1,25

Figura 11- Matriz de evaluación FODA: Guata de Celulosa

La comparación de resultados (Figura 12), demuestra las potencialidades de paneles de guata de celulosa en el contexto local. Este producto presenta menores debilidades frente a la lana de vidrio (1,9 pts. frente a 2,85 respectivamente), y mayores fortalezas (2,45 frente a 1,7pts.). Sin embargo, la comparación con las placas de yeso arroja debilidades similares

<sup>9</sup> Menos del 10% conoce otros materiales no presentes en el mercado, y sólo 5% señaló a la guata de celulosa o celulosa inyectada.

(1,9ptos para la guata y 2 para los de yeso clásico), mientras que las oportunidades de los nuevos paneles sólo están 0,7 pts más arriba que las de los existentes en el mercado.

Si bien las amenazas y oportunidades del sector se mantienen constantes para los tres productos, es posible proponer un producto competente frente a las placas existentes de yeso. Para esto, el plan de negocios deberá enfocarse en la funcionalidad, costo y estética del producto (factores determinantes para la elección y compra según las encuestas realizadas).

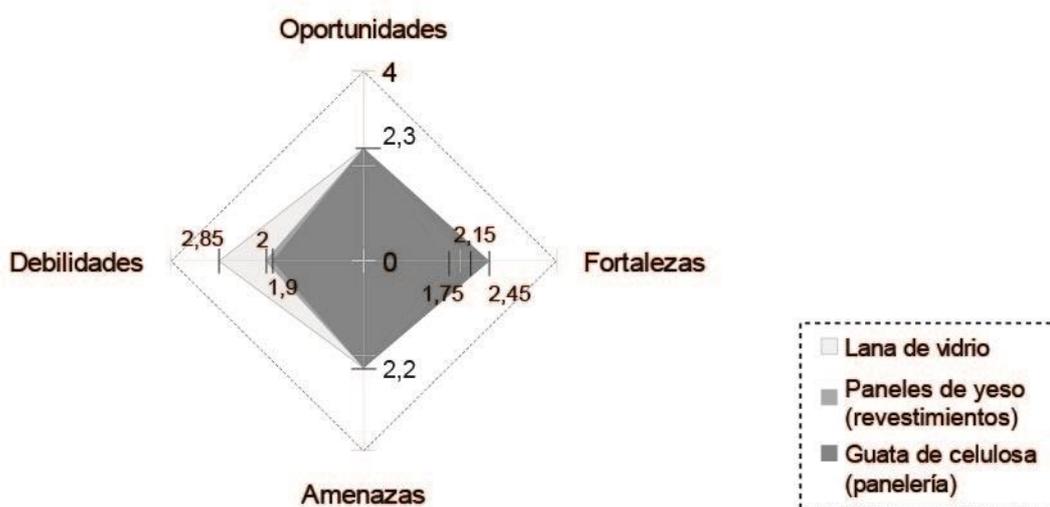


Figura 12- Matriz comparativa de materiales: fortalezas y debilidades frente a amenazas y oportunidades del mercado.

Con estas primeras aproximaciones, se comenzó a trabajar en conjunto con las Contadoras Contadoras Públicas Faccio, Martínez y Zwicker en el desarrollo de un Plan de Negocios para la Idea-Proyecto Placas de Celulosa. Aún no se tienen resultados en esta área, aunque sí se ha sistematizado información sobre el proceso productivo (incluyendo logística, compras y ventas).

En la Figura 13, por ejemplo, se sintetizan los datos referentes a las actividades, los empleados por sector y maquinarias utilizadas junto con sus costos. Viendo esto, se han detectado altos costos fijos, en particular sobre el transporte; se propone como primer medida la tercerización de esta actividad (tanto para recolección de materias primas como para

comercialización del papel). A su vez, evalúa la posibilidad de radicar la fábrica en el Parque Industrial General Sabio, en General Pueyrredón, debido a la reducción de costos en impuestos y servicios.

<b>Actividad</b>	<b>Empleados</b>	<b>Maquinarias / herramientas</b>	<b>Costos aproximados</b>
Obtención de materias primas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar sector Ventas</li> </ul>		
Transporte a planta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 empleados (se encargan también de transporte a punto de venta)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte liviano</li> <li>• Zorra manual</li> <li>• Zorra hidráulica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evalúa terciarizar la logística.</li> <li>• \$1144</li> <li>• \$6149</li> </ul>
Separación del material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 empleados para apertura de fardos y separación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinta transportadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$26500</li> </ul>
Baño en bateas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 operario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita</li> <li>• Termotanque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$6700</li> <li>• \$52900</li> </ul>
Triturado mecánico		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclador eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$7100</li> </ul>
1º Colado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decantadores manuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$8840</li> </ul>
Preparación de mezcla cementicia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 operario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcladora (trompito)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$10500</li> </ul>
Preparación del material		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcladora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$11400</li> </ul>
2º Colado en matrices	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 operario (= que retirado de matrices)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matricería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
Prensado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 operario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roladora, cilindadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$18900</li> </ul>
Secado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno de Curado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$163250</li> </ul>
Retirado de matrices y estacionado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estanterías metálicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$4629</li> </ul>
Empaquetado y almacenaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 encargado de almacén</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estanterías metálicas</li> <li>• Estantes para pallets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$4629</li> <li>• \$14035</li> </ul>

		• Zorra manual	• \$1144
Transporte a punto de venta	(Revisar Transporte a Planta)		
Administración y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 encargado de Compras y Ventas</li> <li>• 1 encargado en Administración</li> <li>• 1 encargado de maestranza</li> </ul>	• Computadoras de escritorio	• \$26772

Figura 13- Cuadro Tentativo de Procesos, empleados y maquinarias, como esquema previo para el desarrollo del Plan de Negocios.

### **Realizar prototipos funcionales evaluando impacto ambiental, aceptación del usuario y performance en uso**

Uno de los puntos destacables de la propuesta material –al menos, desde su proyección- es su carácter sustentable. Con el fin de dimensionar esta característica, se realizó una Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante EIA) a través del D.I Javier Bazoberry (nota, quien es Javi), en el marco del Proyecto GIRSU (que es el proyecto). La Huella de Carbono resultante y la discriminación de los impactos, permiten proponer mejoras y cambios en la propuesta realizada.

Para la EIA se aplicó la metodología del Análisis de Ciclo de Vida; se parte de analizar las entradas (recursos como materia prima y energía) a partir de una Unidad Funcional (UF) que define la cuantificación específica según la medida necesaria para el desempeño específico del objeto de estudio. En este sentido, define las salidas determinantes (Huella de Carbono) al medio; en este caso, según KgCO<sub>2</sub>-eq que es la medida de la cantidad (masa) de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y otros Gases de Efecto Invernadero (GEI), emitida por un producto.

En la Figura 13, se pueden observar todas las entradas según la etapa del proceso. En la segunda columna se detalla la cantidad requerida de cada entrada por unidad de medida sea

en Kg, ó en Tn.km por UF. El resultado verificable en la columna “SALIDA” es el producto del CO2 -eq, dependiendo el recurso, por cantidad y define en esta unidad comparable el impacto de cada etapa.

Se estableció como UF, el comportamiento de un m2 de material aislante para lograr una conductividad térmica de 0,075  $\lambda$  (insertar nota, lamda obtenido de los ensayos) con una vida útil de 10 años. De esta manera, será posible realizar comparaciones con otros materiales del mercado.

Por otra parte, el flujo de referencia determina los medios materiales por el cual se cumple la función y según el caso estudiado el flujo de referencia parte de utilizar 9,9 kg de este textil con una densidad de 495 kg/m3 .

Etapas de Proceso	Cantidad	Unidad	SALIDA KgCO2- eq/UF	% x UF	% x Subsistema
SUBSISTEMA 1 – Entrada Cemento					45 %
1.Extracción Y Obtención Cemento Portland + Transporte Pesado	3,05	Kg	1,92	42 %	
2.Transporte Liviano a fábrica	0,03	Tn.km	0,12	3 %	
SUBSISTEMA 2- Entrada Arena					20 %
3.Extracción y Obtención Arena	7,13	Kg	0,03	1 %	
4.Transporte Pesado de arena a MdP	1,87	Tn.Km	0,60	13 %	

5. Transporte fábrica	Liviano a	0,07	Tn.Km	0,28	6 %
SUBSISTEMA 3 – Entrada Papel					6 %
6. Obtención Reciclado	de Papel	4,07	Kg	0,12	3 %
7. Transporte fábrica	Liv. Coop. A	0,03	Tn.Km	0,06	1 %
8. Utilización Corriente	de Agua	8,15	kg	0,004	0 % (Despreciable)
9. Obtención Sodio	Borato de	0,25	Kg	0,05	1%
10. Transporte a Distrib.	Pesado BS	0.11	Tn.Km	0,02	0 % (Despreciable)
SUBSISTEMA 4 – Entrada Agua					0 %
11. Utilizacion	Agua	0,69	Kg	0,0003	0,0 % (Despreciable)
SUBSISTEMA 5 – Entrada Packaging					10 %
12. Construcción	Pack	0,34	Kg	0,45	10 %
13. Transporte distribuidora a fábrica.		0,00289	Tn.Km	0,02	0 %
PROCESO PRODUCTIVO AISLANTE					18 %

14.Termotanque	0,26 E	kWh	Elec = 0,095	2 %
15.Mezclador Eléctrico	0,21 E	kWh		
16.Mezcladora Trompo	0,01 E	kWh	Gas = 0,7	15%
17.Horno	2,22 G +0,29 E	kWh		
TRANSPORTE PUNTO DE VENTA				1 %
18.Transporte Liviano	0,03	Tn.Km	0,06	1 %
CO2 -eq TOTAL				
			4,53	100 %
				100 %

Figura 13- Análisis de Inventario, entradas y salidas según Aislante Propuesto. Autor: D.I Javier Bazoberri

El EIA arrojó diferentes resultados:

- Demostró que la sumatoria de GEI por UF da como resultado una huella de 4,52 KGCO<sub>2</sub>-eq. Este valor se encuentra dentro de los parámetros normales de los materiales aislantes para construcción: los valores de KGCO<sub>2</sub>-eq van desde 1,35 a 7,16, al igual que la conductividad térmica (0,075 λ) que varía entre 0,032 λ a 0,14 λ.
- Las etapas de extracción, manufactura y transporte de materiales concentran los mayores impactos. El uso de cemento portland -que interviene en un 42 % del valor total- genera el mayor impacto debido a su extracción y transporte pesado hacia la localidad. Por su parte, la arena (20%), aunque el valor de su extracción no sugiere gran impacto, sí lo genera el transporte pesado y liviano. Se debe tener en cuenta además que la producción del Packaging interviene en un 10% del total (Figura 14).

- Respecto de los procesos productivos en planta, comprenden un 15 %, a partir de la utilización de energía calórica con Gas Natural, cuyo fin es acelerar el fraguado de las placas.
- En cuanto al transporte del producto fina a puntos de venta, tiene un valor desestimable del 1% del total. Cabe aclarar que los transportes individuales de cada material han sido tomados como parte constitutiva del total de cada subsistema, y no sumados en un subsistema aparte: de este modo, en el caso de optar por un sólo material sustitutivo, la fase de transporte no presentará inconsistencias en sus cálculos.
- Por último, el papel reciclado sólo representa un 6 % del total, siendo el mayor factor contaminante el uso de camiones dedicados a la recolección de residuos urbanos.

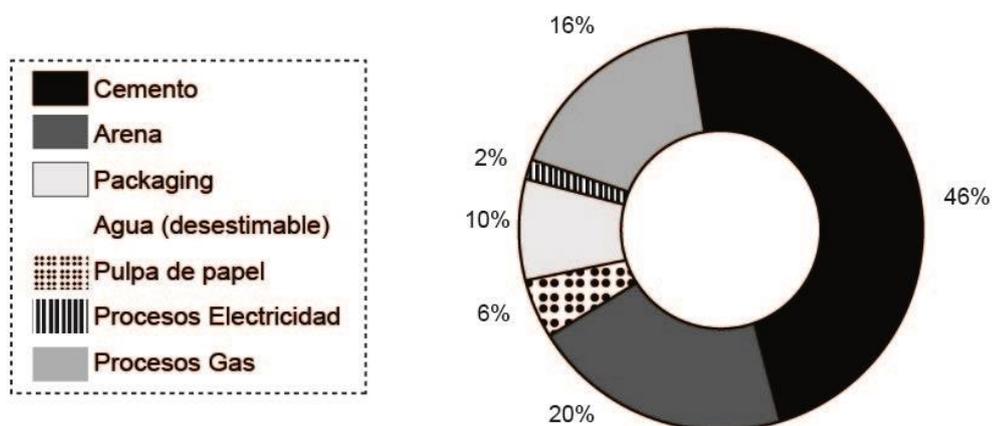


Figura 14- Clasificación del impacto por Recurso. Autores: Javier Bazoberry, Rocío Canetti

## Conclusiones

El trabajo desarrollado hasta el momento aporta conclusiones sobre dos cuestiones: primero, el producto aislante en sí (*performance*, segmentación de mercado, producción, etc), segundo, sobre la metodología empleada para el diseño de nuevos materiales.

Respecto al análisis y diseño de un material aislante no convencional, se establecen ciertos logros, y se plantean una serie de alternativas o acciones posibles, que permitirían mejorar y posicionar el producto:

- Se ha evaluado la factibilidad del producto, tanto desde una perspectiva productiva, como desde la óptica de mercado. Como primer logro, se ha establecido un proceso productivo de prototipos funcionales para placas y ladrillos.
- En segundo lugar, la mezcla ensayada ha presentado buenas características frente al atornillado, clavado y cortado, como así también en lo referente a absorción de agua y deformación. Sin embargo, el peso y la conductividad térmica del material aún se encuentran lejos de los valores presentados por aislantes térmicos existentes en el mercado.
- A su vez, esto se asocia a los resultados del estudio de impacto ambiental: la Huella de Carbono resultante se encuentra dentro de los parámetros medios, respecto de materiales para la construcción existentes. Los impactos son mayores en la etapa de extracción y manufactura de materiales, en particular debido al uso de materia prima mineral (cemento y arena) y la baja utilización de papel de descarte. Ante esto y observando los ensayos realizados, se plantea: ampliar el uso del papel reciclado para obtener menor conductividad térmica y disminuir el peso de las placas; disminuir el uso de ligantes minerales debido a su alto nivel de contaminación en la extracción y su elevada participación en el peso neto del producto final; disminuir el uso de energía calórica para el fraguado de las placas, ensayando energías alternativas o secado al sol.
- Un último aspecto, refiere a que es posible insertar el material en el mercado actual (incluso frente a la reciente inestabilidad de la industria de la construcción), pero ya no apuntando al sector de materiales aislantes, sino al de placas constructivas y de revestimientos. En principio, ciertas características del producto (la aptitud frente al colado en moldes, los efectos en sobre y bajo relieve, el lijado y pintado) permitirían

- generar una amplia diversidad de acabados. ¿Qué morfología resultaría más atractiva? ¿Qué valores, apreciaciones y experiencias tienen los usuarios frente a esta diversidad? Se espera realizar muestras de estos diseños, poniéndolas a prueba mediante un análisis de experiencia de usuario que recoja, no sólo cuestiones asociadas al funcionamiento o colocación de la placa, sino también al aspecto estético y sensorial, ya que es aquí donde el diseño industrial puede realizar su mayor aporte.
- Además, productores y emprendedores locales, indican que las exigencias del CAT ralentizan la aparición de productos innovadores y sustentables en el mercado. Los costos asociados (por sobre todos, los exigidos para la gestión y realización de ensayos) no siempre son saldados de forma inmediata por los nuevos productos, que tardan en incorporarse al mercado. Esto lleva a preguntarnos sobre la gestión de la innovación ambiental en la cadena de la construcción. ¿Alcanza, entonces, con proponer nuevos materiales? ¿De qué manera podría potenciarse el sector?

Por otra parte, el trabajo realizado genera preguntas sobre el proceso proyectual y las *buenas prácticas* (tal como se define en el Manual del INTI) en el diseño de nuevos materiales. Las acciones de los diseñadores e ingenieros deben ir desde las propiedades y características del material hasta la experiencia del material, su posible uso, aplicación y productos finales. A su vez, la premisa de la sustentabilidad involucra aspectos ambientales, pero también económicos y sociales. ¿Cuáles son los métodos más apropiados para el diseño de materiales? ¿Cómo articular las herramientas para cubrir diversos aspectos del producto?

El caso de Material Driven Design (Karana et al, 2015), es un primer intento de facilitar el diseño de materiales, considerando propiedades tecnológicas y características en relación a cómo son recibidas por los usuarios. El trabajo desarrollado durante estos tres años ha seguido –de forma intuitiva al menos- un camino similar, articulando herramientas y métodos de diferente origen para abordar el diseño de un material aislante desde diversos enfoques.

Desde el punto de vista ambiental, se han articulado dos tipos de herramientas de diseño sustentable. Primero, la Rueda de Estrategias y las D4S Rules of Thumb como métodos cualitativos, permitieron identificar factores clave en la definición del producto y estrategias para mejorar su carácter ambiental. Posteriormente, la evaluación de impacto ambiental (cuantitativa) realizada en conjunto con D.I Javier Bazoberri, corroboró numéricamente las hipótesis sobre el carácter sustentable del producto y los impactos asociados a su producción.

Con esta información, es posible tomar decisiones para reducir la carga ambiental de la propuesta. Además, se espera realizar un análisis comparativo de los productos aislantes y revestimientos mediante modelos digitales, comparando la performance de los mismos en la vivienda.

Desde el punto de vista económico, se realizó un primer avance mediante una matriz FODA para determinar las posibilidades de inserción del material en el mercado local. A su vez, en conjunto con las contadoras Faccio, Martinez y Zwicker, se avanza en el armado de un plan de negocios, en el que se delimita el segmento de mercado, costos, precios e inversión inicial, entre otros aspectos importantes. Determinar el segmento de usuarios y compradores, como así también las fortalezas del producto, requiere de un análisis de experiencia de usuario que contemple aspectos estéticos y sensoriales, determinando el valor y sentido asignados al material (actividad que planea realizarse en el período 4to de la beca).

Desde la óptica social, es necesario revisar la dinámica de la cadena de valor de materiales para la construcción, pero también la de materiales de descarte. Para esto, nos hemos puesto en contacto con la diseñadora industrial Mariana González Insúa, quien se encuentra analizando la gestión integral de los RSU en Mar del Plata, a través del caso Cooperativa Común Unión de Recuperadores Argentinos (CURA Ltda.). En conjunto con la profesional, se espera reconocer las posibilidades de agregar valor a la cadena mediante la incorporación del material aislante.

## Bibliografía y fuentes de información consultadas

- BILBAO, P.A; VOLANTINO, V.L (2007) *Uso racional de la energía. Ahorros mediante Aislamiento térmico en la construcción*. [En línea] INTI Construcciones. Disponible: [http://www.inti.gob.ar/construcciones/pdf/ahorros\\_aislamiento\\_termico.pdf](http://www.inti.gob.ar/construcciones/pdf/ahorros_aislamiento_termico.pdf)
- CANALE, Guillermo. (2014) *Selección de Métodos de evaluación en Ecodiseño: Criterios para Calificar la Rueda Estratégica*. [Apuntes de cátedra]: Curso de Postgrado Ecodiseño y Cadenas globales de Valor; FAUD, UNMdP.
- CANALE, Guillermo (2009) *Diseño Sustentable: sustentabilidad, Economía y Diseño*. Trabajo presentado en 5º Foro de Ética y Sustentabilidad; Buenos Aires. En línea: <https://www.inti.gob.ar/prodiseno/boletin/pdf/bol158-1.pdf>
- CARUSO, Susana; YAJNES, Marta Edith (2015) *Rehabilitation of a single-family housing in Buenos Aires, Argentina, using materials made out of recycled waste*. II Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes. Sevilla. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/41167>
- DUIJVE, Melchert (2012) *Comparative assessment of insulating materials on technical, enviromental and health aspects for aplication in building renovation to the passive house level*. (Tesis de Maestría) Faculty of Geosciences Theses, Países Bajos.
- FALLABELLA, María Teresita y STIVALE, Silvia. (2011) *Propuesta de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de políticas habitacionales*. [En línea] *Revista i + a*. N°14, Disponible: <http://faud.mdp.edu.ar/revistas/index.php/ia/article/view/23/19>
- KARANA, E., BARATI, B., ROGNOLI, V., & ZEEUW VAN DER LAAN, A. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35-54
- KULLOCK, Davis; MURILLO, Fernando. (2010) *Viviendas sociales en Argentina : un siglo de estrategias espontáneas y respuestas institucionales. 1907-2007*. Salta: Eucasa, Universidad Católica de Salta.

LEIS, A.N (2015) Análisis de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata desde un enfoque económico. (Tesis de Grado). UNMdP; Mar del Plata.

PELLI, Victor Saúl (2007). *Habitar, participar, pertenecer, acceder a la vivienda, incluirse en la sociedad*. Buenos Aires: Nobuko.

RUGGIRELLO, Hernán. (2011) *El sector de la Construcción en perspectiva: internacionalización e impacto en el mercado de trabajo*. Fundación UOCRA. Aulas y Andamios; Buenos Aires.

VIÑOLAS, Joaquim. (2005) *Diseño Ecológico*. Barcelona: Blume.

Acondicionamiento higrotérmico de edificios. Manual de aplicación Ley 13059. Instituto de la Vivienda, Buenos Aires. [Consultado junio 2013] Disponible: [http://www.vivienda.mosp.gba.gov.ar/varios/manual\\_ac\\_higrotermico.pdf](http://www.vivienda.mosp.gba.gov.ar/varios/manual_ac_higrotermico.pdf)

Manual Práctico de la construcción LP. CEA -Construcción Energitérmica Asísmica- y LP Building Products. Disponible en línea: <http://lpchile.cl/es-ES/bibliotecaactiva>

IHOBE Guías sectoriales de eco-diseño. Sociedad pública de Gestión Ambiental. (2010) Materiales de construcción

D4S. Design for sustainability. Disponible en: <http://www.d4s-de.org/>

Benolec - <http://www.benolec.com/>

Benolec. *Benolec - Beno-Therm isolant de cellulose thermique et acoustique Beno-Therm resistance au feu*. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=vwytFdguuLg>

Benolec. *Benolec- Beno-Therm isolant de cellulose thermique et acoustique Beno-Therm resistance au feu*. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=vwytFdguuLg>

DSCDocumentries. *How to make Cellulose Insulation*. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=WlunZJETceQ>

Celulosa.Pro - <http://celulosa.pro/>

Econovate - <http://www.econovate.com/>

Econovate LTD. *Econovate Presentation - Econoblok*. Recuperado de:

[https://www.youtube.com/watch?v=6\\_C7FMBtiJ4](https://www.youtube.com/watch?v=6_C7FMBtiJ4)

GreenStar - <http://masongreenstar.com>

MrGreenStar. *part-001youtube.mov.*. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=PLvyAITiVnw>

MrGreenStar. *part-002youtube.mov*. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=4A74Z4b8grQ>

Isocell - <http://www.isocell.at/>

IsocellGmbH. *Isoblow Elements*. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=zzC9aZioDeM>.

IsocellGmbH. *Isoblow Elements Holzbau Erni*. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=zzC9aZioDeM&list=PLKe6tMtCyIBCRPNUZTjMI808NKrXKwiTv>

IsocellGmbH. *Isoblow Großballenanlage und Isoblow Elements*. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=Qe2PgNx4EXk&list=PLKe6tMtCyIBCRPNUZTjMI808NKrXKwiTv&index=3>

IsocellGmbH. *Elements von Perbandt 8MB*. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=4xbOEZVDMD0><https://www.youtube.com/watch?v=4xbOEZVDMD0>

Isofloc - <http://isofloc.es/>, <http://www.aislayahorra.es/>

Makron Technology.- <http://www.makron.fi/>

MakronEngineering MakronTechnology. *Fibretec - Cellulose Insulation Production Line*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=GSR6JPnX2h0>

MakronEngineering MakronTechnology. *Cellulose Fibre Machinery - Fibretec*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=5aXj85qi0rw>

Ouateco Producteur D'isolant écologique - <http://www.ouateco.com/es>

Thermofloc, Intelligent Insulation system. - <http://www.thermofloc.es/>

X-Floc Insulation Blowin Technology - <http://x-floc.com/en/>

Aislayahorra. *EM300 maquina x-floc de insuflado de aislantes de celulosa*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=u81dzhYJfY>