

PRODUCTOS NO TRADICIONALES PARA
AISLACIÓN TÉRMICA:
UN POSIBLE APOORTE DESDE EL DISEÑO MARPLATENSE

NON-TRADITIONAL PRODUCTS FOR
THERMAL ISOLATION:
A POSSIBLE CONTRIBUTION FROM THE MARPLATENSE
DESIGN

Rocío Belén Canetti

Diseñadora Industrial egresada de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Becaria Doctoral CIC perteneciente al Centro de Investigaciones Proyectuales y Acciones de Diseño Industrial (CIPADI) FAUD, UNMdP. Estudiante de la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad (UNQUI), ha participado de la Pre-Incubadora UNMdP 2016 con el Proyecto "Sin Huellas", que comparte con la D.I Sansone. Actualmente se encuentra realizando, junto con el D.I Javier Bazoberri (Becario Doctoral, CIPADI, UNMdP), la evaluación de impacto ambiental del producto presentado en este artículo.

faudcipadi@mdp.edu.ar

Fecha de recepción: 7 de agosto, 2017 / Aceptación: 30 de noviembre, 2017.

Resumen

El incremento de la construcción en Mar del Plata, Argentina, y el interés por la sustentabilidad, interpelaron la tarea de los proyectistas y determinaron la pregunta que aborda esta investigación: ¿qué aportes pueden realizarse desde el diseño y la industria local para afrontar ambos cambios? Tras un análisis del mercado de materiales para la construcción, se identificó un nicho inexplorado en la localidad, la guata de celulosa. Lanzamos una propuesta de producto empleando este material. Este artículo, en concreto, expone la investigación, experimentación y ensayo de paneles y bloques producidos con material de descarte, cuyo coeficiente de conductividad permite mejorar sustancialmente la aislación de viviendas construidas y por construir.

Palabras clave: aislación, diseño sustentable, guata de celulosa, materiales para la construcción, viviendas adecuadas.

Abstract

The increase in the construction industry in Mar del Plata (Argentina) and the interest in sustainability question the labor of designers. At the same time, this determined the question for this investigation: What contributions can be made from the design and local industry? After an analysis of the materials used in the construction market, an unexplored niche was identified. Considering the potential of cellulose wadding, a product proposal was made. This article outlines the research, experimentation and testing of panels and blocks produced with discarded material. The coefficient of conductivity of this material allowed the researchers to substantially improve the insulation of built and to be built homes.

Keywords: adequate housing, cellulose wadding, insulation, materials for construction, sustainable design.

Introducción

Pelli (2007) define a las viviendas adecuadas como aquellas que cumplen con las mínimas condiciones culturales, económicas y funcionales del habitar, un concepto que se relaciona íntimamente con el de vivienda social. Kullock y Murillo (2010) resaltan un cambio de la visión paradigmática de la vivienda, un cambio que responde a una visión sustentable de la vivienda y el urbanismo (Viñolas, 2005). Los objetivos de esta visión apuntan a aumentar la calidad de vida de los habitantes, a propiciar una conservación de la diversidad étnica-cultural, se interesan 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, Canale (2009) retoma el concepto de Tim Cooper sobre el 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).

En esta investigación, considerando lo dicho, se indagó respecto a factores relevantes para la vivienda social, económica y ambientalmente sustentable y se pudo apreciar la importancia de considerar las condiciones del aislamiento térmico. Este aspecto se valora porque considera aspectos relativos a la salud y bienestar de los habitantes (el denominado confort), y por los impactos económicos y ambientales que una aislación deficiente ocasiona en los consumos energéticos de la vivienda.

Ciertamente, trabajos de Análisis de Ciclo de Vida (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 Mar del Plata, Fallabella 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 nacional 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 corresponde con diferentes normas técnicas (IRAM N°11601, IRAM N°11605).

Puede decirse que los proyectistas tienden a reducir la carga ambiental de la vivienda, en particular en la etapa de uso, mediante productos pasivos como los aislantes térmicos. Ante esta situación, reclamamos el rol de diseñador industrial y cuestionamos cómo funciona la industria de los materiales para la construcción, qué perfil ambiental presenta. Y teniendo en cuenta que el sector textil constituye una de las industrias locales más fuertes, junto con la construcción, nos preguntamos las posibilidades de las que disponemos para efectuar un aporte a la industria local.

Este artículo, por lo visto, indaga sobre la factibilidad de desarrollar productos aislantes térmicos destinados a paliar inconvenientes de aislación en viviendas destinadas a población de bajos recursos. Se persiguen dos objetivos; por un lado, posibilitar el desarrollo de nuevos campos de acción en el sector construcción afín a los buildtech, que incorpore la premisa sustentable y, por otro, facilitar prestaciones económicas destinadas a la vivienda social. La incursión en esta temática debe comprenderse desde diferentes vertientes. La primera, referida a los beneficios intrínsecos que representaría para la solución de patologías presentes en la vivienda. La segunda, frente a la factibilidad de desarrollo de un nicho poco explorado en la industria de materiales para la construcción. Y, por último, porque se pone en relieve las posibilidades del campo buildtech, como espacio de acción de los diseñadores industriales.

El proyecto se desarrolló en dos etapas bien definidas. La primera se centró en analizar las limitaciones/necesidades técnicas de la vivienda adecuada local, la oferta local e internacional de buildtech y la capacidad productiva local. La segunda parte, aún en desarrollo, tiene como objetivo principal efectuar una propuesta de producto con base en los resultados obtenidos. Demostraremos así las potencialidades de los materiales no tra-

dicionales frente a los requisitos del contexto marplatense desde una óptica sustentable, lo que implica un nicho de mercado inexplorado; en particular, se observaron las fortalezas y debilidades, oportunidades y amenazas de la guata de celulosa para un estudio experimental¹.

Materiales y métodos

Durante la primera etapa del trabajo se llevó a cabo un relevamiento del mercado de materiales para la construcción centrado en aislantes térmicos. Se recabaron datos mediante búsqueda bibliográfica y entrevistas a informantes clave (comerciantes marplatenses de materiales para la construcción). Posteriormente esta información se trabajó mediante una triangulación de datos con matrices de análisis para evaluar comparativamente performance y factibilidad productiva de los materiales relevados. Los productos con mejores resultados fueron comparados mediante una matriz FODA para identificar posibilidades y restricciones productivas a nivel local. La valorización de los resultados permitió determinar el conjunto de requisitos básicos para la generación de una propuesta de diseño, apoyados en la utilización de herramientas de ecodiseño, en particular, de la rueda estratégica.

Durante la segunda etapa del trabajo del trabajo se desarrolló una exploración de carácter descriptivo, luego una revisión bibliográfica sobre informes técnicos para la reconstrucción del proceso productivo de la guata de celulosa. Y posteriormente se trabajó de modo experimental para producir muestras en laboratorio y realizar ensayos preliminares. Basándonos en estos resultados se recabaron datos sobre normativas para certificación de materiales para la construcción.

Etapas exploratoria - descriptiva: materiales no convencionales en la industria de la construcción

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 como la lana de vidrio, acaparan el mercado local) 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). Observamos que, si bien los productos tradicionales presentan un mejor desempeño en la etapa de uso de la vivienda (mejor aislamiento, con menor espesor y menor peso), sus impactos ambientales en el resto de las etapas se incrementan.

Comparativamente, la lana de vidrio rinde mejor y posee menores impactos energéticos en su producción gracias al uso de materia prima de desecho/reciclado, aunque posee un precio mayor en el mercado. Respecto de los productos no tradicionales, presentan un mejor perfil respecto de la producción y la disposición final. Ninguno de los productos se encuentra en el mercado nacional: este vacío puede ser considerado como un posible nicho dentro del mercado de materiales para la construcción. En particular, se evidencian las potencialidades de la celulosa insuflada frente a los requisitos prioritarios para el diseño de productos aislantes. En principio, su coeficiente de conductividad térmica da cuenta de un grado de aislación alta, que corrobora lo pautado en la Ley 13059. La materia prima es un material de desecho (papel de diario), de reducido consumo energético en producción y de menor impacto energético en la vivienda³. La guata de celulosa puede tratarse con aditivos para mejorar su desempeño frente al fuego; además, puede ser compostable o reutilizable (según ligantes utilizados). Al secarse y endurecerse permite obtener diversidad de diseños mediante colorantes, texturas superficiales o gráficas.

Guata de celulosa: mercado actual y características de producción

En vistas de estos beneficios, se relevó el mercado de la guata de celulosa para mapear sus productos y subproductos derivados. En la figura 1 se identifican los procesos del encadenado productivo (de la materia prima a la vivienda) y los producto-

res/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. Un segundo conjunto de productores ofrece materiales para la construcción (en particular, bloques y

placas). En este encontramos proyectos locales no comerciales que derivan de procesos de extensión e investigación universitaria. El más avanzado corresponde al CEP UBA, Arquitectura y Tecnología Apropiaada a la Emergencia, que desarrolla diferentes fórmulas con base en papel reciclado y fibras naturales mezcladas con ligantes (cemento, cal o arcilla) para la fabricación de materiales constructivos durables y económicos.

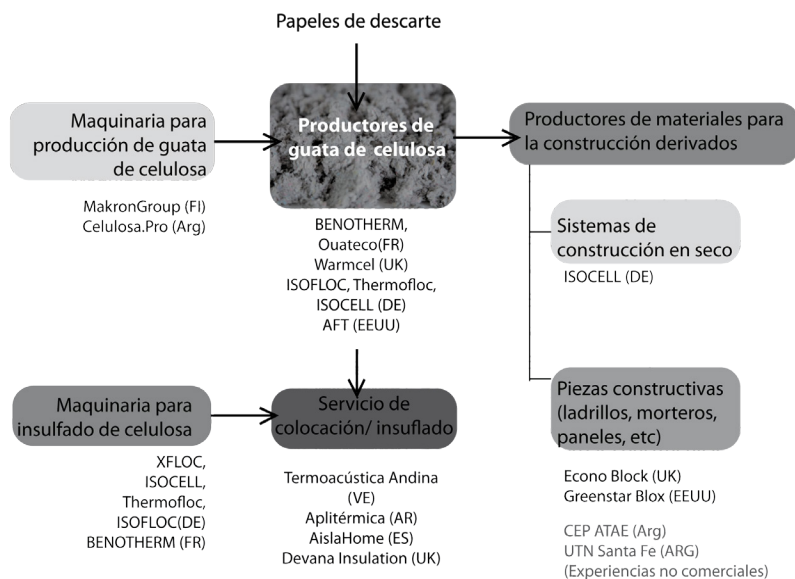


Figura 2. Comparación de secuencias productivas de guata de celulosa y productos derivados (Autoría propia).

Con la intención de detectar posibilidades de replicar y posteriormente introducir cambios en el proceso productivo de la guata de celulosa, indagamos los procesos actuales de su producción. El análisis efectuado anteriormente focalizó los productores de guata de celulosa que proveen material para insuflado y los productores de componentes o piezas constructivas, debido a que combinan diferentes materias primas y ligantes.

Para la reconstrucción de las secuencias productivas (figura 2) se seleccionaron como ejemplos los casos con mayor volumen de información disponible. Para representar al primer grupo se

tomó a la empresa francesa BENOTHERM y para el segundo, el Proyecto del CEP ATAE. Aunque 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 resultaría adecuada puesto que se utiliza para casas prefabricadas y como la vivienda en la Argentina se construye fundamentalmente de material tipo tradicional, el diseño de piezas constructivas o materiales para la construcción (ladrillos, placas, revestimientos) brindaría mejores resultados.

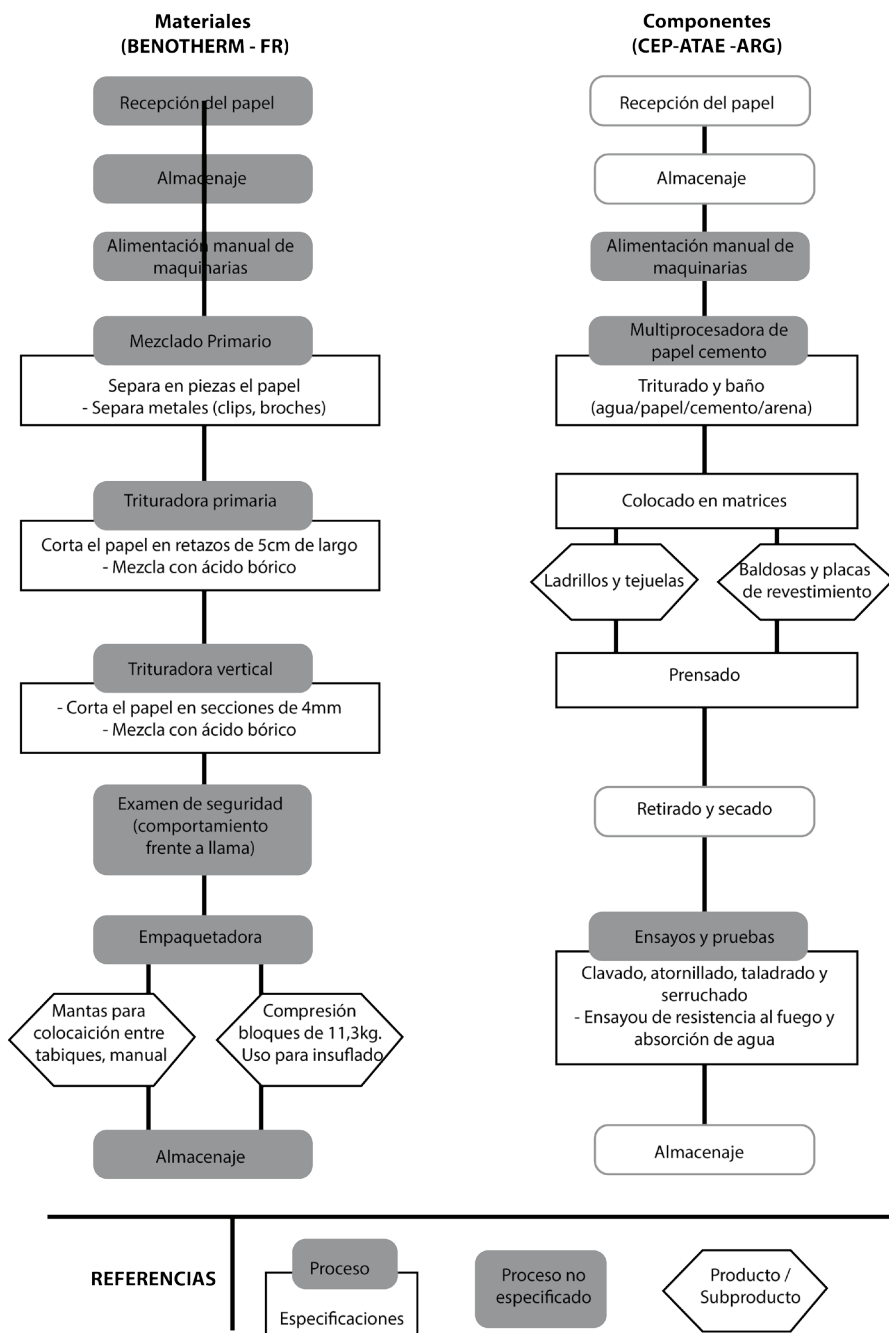


Figura 1. Mapa de productos y servicios asociados a la Guata de Celulosa (Autoría propia).

Etapas experimentales: rueda estratégica, una herramienta para la definición de la propuesta

Anteriormente, el análisis comparativo entre la guata de celulosa y la lana de vidrio, con base en la rueda estratégica (D4S), demostró las potencialidades del material desde una perspectiva ambientalmente sustentable. En esta etapa, se buscó detectar posibles acciones para la mejora. La selección de estrategias que debía aplicarse comenzó con la descripción del producto que debía intervenir.

Obtuvimos algunos resultados. En primer lugar, ya que se intenta proponer un aislante que mejore la eficiencia energética de la vivienda, el material es un producto pasivo² que no consume energía en su funcionamiento, por tanto, presenta como áreas de impacto clave la extracción y procesamiento de materiales, así como en la manufactura y en el fin de ciclo de vida. Por lo dicho, se deberá enfocar 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, por el momento, no es posible intervenir 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 (solo un 5% del total de la vivienda argentina actual), por lo cual la propuesta deberá enfocarse en mejorar elementos constructivos como ladrillos, placas o tejas.

De aquí se desprenden estrategias principales:

Nivel 1: selección de materiales de bajo impacto mediante la eliminación de materiales tóxicos (resinas de poliéster como aglutinantes) y la utilización de materiales reciclados (papeles de descarte). Desde la morfología del producto es posible pensar en sistemas de encastrado (u otro tipo de vinculación) para reducir también adhesivos en el uso.

Nivel 2: reducir el uso de materiales mediante la disminución de volumen del ligante (cemento portland y arena).

Nivel 3: de ser posible, evaluar el consumo de energía (en triturados, fraguado, etc.) y de agua durante el proceso, de tal manera que se puedan proponer acciones para reducirlo.

Primeras experimentaciones y definición de proceso productivo

Considerando los resultados anteriores, se propuso un proceso básico para replicar en laboratorio, base de la primera serie de experiencias. Se trabajó cambiando diferentes aspectos del proceso con el fin de identificar aquellas tareas que conllevan a los productos con mejor desempeño. El siguiente cuadro (figura 3) muestra los resultados de esas experimentaciones.

Proceso	Propuesta	Observación
1° Triturado	Manual	En la producción de laboratorio, el corte manual trabaja por desgarro del papel, deja expuestas las fibras. Se entiende que por eso se obtuvo mejores resultados en el segundo triturado.
	Mecánico (trituradoras de oficina)	
Activos	Con Borax	Aunque no se observaron cambios en la placas finales, las mezclas con bórax resultaron duraderas, pueden 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 triturado 2°	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 3. Listado de variaciones propuestas para proceso base (Autoría propia).

Con estas observaciones definimos el proceso final, tal como se presenta gráficamente en la figura 4. Se produjeron diferentes muestras, generaron variaciones en el tipo de papel utilizado y el tamaño del grano triturado, sometiéndolas posteriormente a una serie de ensayos preliminares. Se

trató de pruebas para comprobar su reacción frente al clavado, atornillado, serruchado, lijado y pintado, aunque ninguna de las muestras presentó dificultades, las piezas con granos grandes de papel mostraron deformaciones frente al clavado, mucho menor en las piezas con mayor tiempo de triturado.

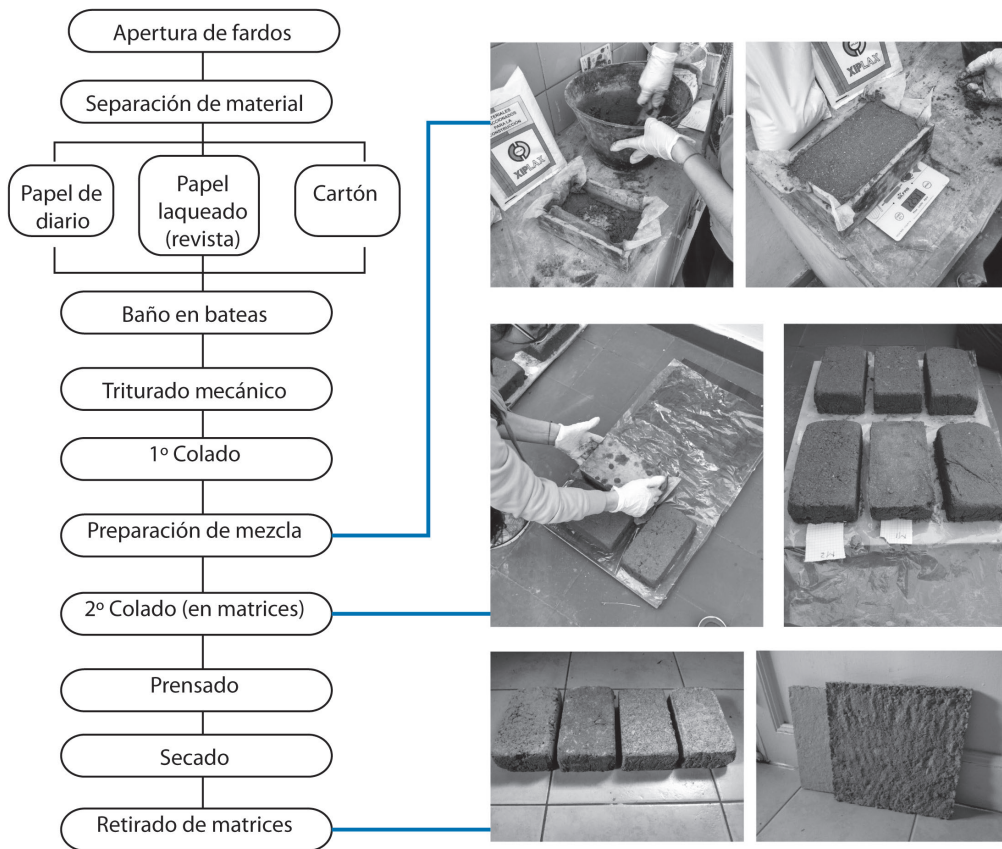


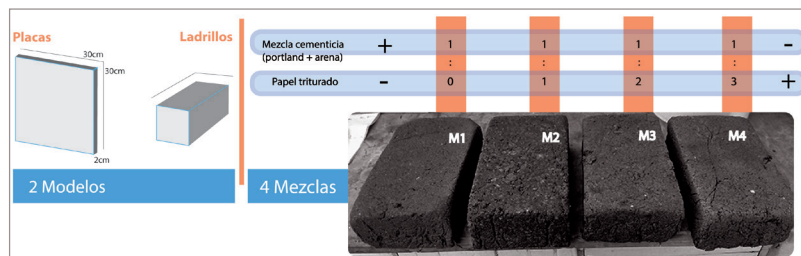
Figura 4. Proceso productivo para la generación de muestras y prototipos (Autoría propia).

Producción de prototipos

En la producción de prototipos se decidió utilizar la mezcla de papel de diario ligados mediante cemento portland. El primer paso consistió en preparar la mezcla cementicia. La receta utilizada fue

1:2: 1/4 (cemento portland, arena, agua). Una vez obtenida, la mezcla se combinó con papel ya triturado en agua y borato de sodio.

Figura 5. Modelos y mezclas de los prototipos realizados (Autoría propia).



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

En la figura 5 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 efectúa usando la receta que propone el proveedor de bloqueras); de manera que se utilizan estos resultados como parámetro para observar el comportamiento de las restantes mezclas.

Certificación de ensayos

Para los ensayos, indagamos las normativas que deben cumplir los productos propuestos. En la Argentina la aplicación de materiales, elementos y sistemas constructivos se avala mediante la obtención del CAT (Certificado de Aptitud Técnica), que a su vez se rige por el Reglamento aprobado en la Resolución SVOA N° 288/90. A nivel nacional, quien se encarga de otorgarla es la Dirección de Tecnología y Producción (Dependiente de la Secretaría de Vivienda y Hábitat) y a nivel provincial, esta tarea recae en el Instituto de la Vivienda.

En ambos casos, la presentación supone explicar 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, uso de licencias, etc.); referencias de utilización (nómina y características de las obras) y un informe técnico. Este último entrega información detallada sobre el comportamiento del producto y variará de acuerdo con su función. 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. Para cada ensayo se propone un conjunto de normativas que deben observarse (ISO, IRAM, las DIN y las ASTM).

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

* Conductividad térmica: para determinar el valor λ del material. Con este dato fue posible evaluar, mediante modelos digitales, el funcionamiento térmico de un muro en donde 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 para determinar, en principio, si el material puede utilizarse en el lado exterior del muro.

* Ensayo de degradación por exposición climática que, sumado al ensayo anterior, permite evaluar diferentes posibilidades de almacenamiento (considérese que muchos materiales de construcción se almacenan en corralones a cielo abierto).

Estabilidad dimensional

La primera serie de pruebas se llevó a cabo sobre las placas, esto con el fin de indagar su reacción al atornillado, clavado, corte y lijado. Aunque todas presentaron una estabilidad dimensional frente a las presiones ejercidas, aquellas con grumos de papel de menor tamaño mantuvieron los cantos más limpios al ser cortadas a serrucho. La segunda serie de pruebas se efectuó sobre los ladrillos, considerando que están producidos con igual mezcla que las placas, pero al ser compactos resultan más fáciles de trabajar en estos exámenes.

Para el ensayo de absorción de agua y estabilidad dimensional (Fig. 6), se pesaron los ladrillos para conocer el peso original de cada muestra. Luego se los colocó en una batea con agua, cubiertos completamente. En los primeros minutos se observó si las probetas flotaban o no, así como la cantidad de aire interno despedido. Se los estacionó allí durante 24 horas, 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 tornan más absorbentes y 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 adecuada estabilidad dimensional y una deformación en las aristas bajo golpes de martillo.

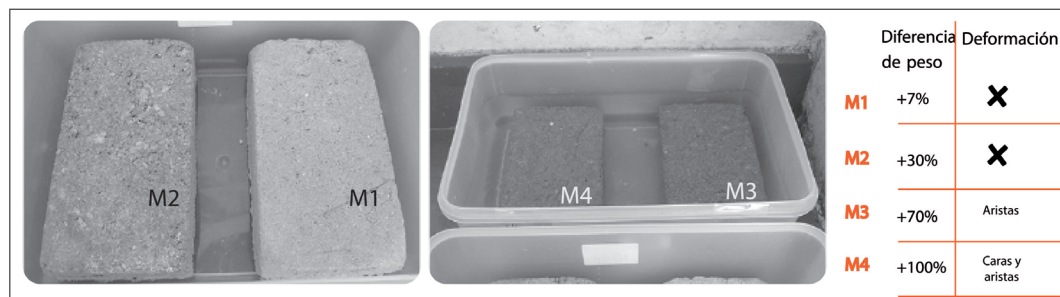


Figura 6. Ensayo de absorción de agua y estabilidad dimensional (Autoría propia).

Por otra parte, se expuso un conjunto de ladrillos a las condiciones climáticas sin protección. Se los ubicó en una terraza abierta a los cuatro vientos durante seis meses (agosto a enero), por un total de 180 días. Pasado este período se los evaluó visual y mecánicamente. Como resultado, apreciamos que las propiedades mecánicas no ofrecen variación, aun estando sometidos a constantes lluvias. La mezcla 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 sería incorporar el papel en mezclas internas (recubriendo el ladrillo con una mezcla tipo M1); otra es utilizar el ladrillo o placas M4 solo para tabiquería interna. Cabe advertir, además, que la utilización de ladrillos conlleva terminaciones de yeso o estuco en la mayoría de las viviendas, lo que evitaría esta sobreexposición. 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 trabajó con el INTI, organismo encargado de la evaluación de los CAT. El material fue sometido a medición de la conductividad térmica a 24° de temperatura media, conforme los lineamientos de las normas ISO 8301:2010 y la ASTM C518:2015. De ahí se observa que el material presenta un $\lambda = 0,075 \text{ W/m.K}$ (figura 7).

Material	Aislantes tradicionales	(Propuesta mezcla 3)	Hormigón celular	Maderas, tableros	Ladrillo hueco
Conductividad térmica [W/(m.K)]	0,026 - 0,050	0,075	0,09 - 0,18	0,10-021	0,49 - 0,76

Figura 7. Comparación de materiales según nivel de aislación (Autoría propia).

En principio, existe una diferencia con los valores estimados hipotéticamente; probablemente porque se trató de la Mezcla 3 que no es 100% papel reciclado, sino que incorpora los ligantes. Si bien para las placas esto puede suponer un problema, si consideramos los ladrillos, la mezcla mejora las pro-

piedades de los ladrillos comunes y los bloques de hormigón. Asimismo, deberían ensayarse las otras mezclas y probar teóricamente diferentes muros con la inclusión de las placas. Aunque no presenta los mejores valores, sí puede tratarse de mejoras sustanciales una vez incorporadas en la vivienda.

Conclusiones

La valorización de los resultados, permitió, en primera instancia, definir ciertas problemáticas de la vivienda social, particularmente la importancia de la aislación térmica como herramienta para mejora del confort, reducir el gasto energético y monetario y el impacto ambiental. En segundo término, el análisis comparado de productos aislantes demostró las potencialidades de los materiales no tradicionales frente a los requisitos del contexto marplatense desde una óptica sustentable (es decir, frente a las variables económicas, sociales-culturales, institucionales y ambientales). Los resultados ayudaron a definir un nicho de mercado inexplorado y diferentes áreas de abordaje y aporte, no solo desde la materialidad, sino también desde el proceso productivo, maquinarias y patentes. En particular, se observaron las fortalezas de la guata de celulosa.

Retomando esta idea, se ha establecido un procedimiento básico para la producción de la guata de celulosa y producción de materiales para la construcción a escala de laboratorio. Las mezclas producidas han intentado responder a parámetros de diseño sustentable. En este sentido, se ha interactuado con diferentes herramientas (Rueda de Estrategias, D4S Rules of Thumb, entre otras), de manera que surgen algunas preguntas, referidas a la concepción de buenas prácticas de diseño (tal como se define en el Manual del Instituto nacional de Tecnología Industrial INTI) en relación con la aplicación de estrategias para la sustentabilidad en el proceso de diseño.

A su vez, se identificaron una serie de ensayos y de certificaciones, como requisito para la producción seriada. En este sentido, las primeras aproximaciones a 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 ensayos) no siempre se saldan de forma inmediata, por lo que los nuevos productos tardan en incorporarse al mercado.

Respecto a los resultados de los ensayos, se establece que la mezcla con mejor performance es la M3 (cuya cantidad de ligante y papel está equiparada). Se trata de una mezcla con propiedades mecánicas adecuadas, resistente al golpe y la intemperie. Con ella se introduciría una mejora en la aislación térmica de los bloques tradicionales de cemento, mientras las placas, aunque no suplirían los aislantes tradicionales con excelentes coeficientes, sí mejorarían la climatización de la vivienda. Por otra parte, ciertas características del

producto (la aptitud frente al colado en moldes, los efectos en sobre y bajo relieve, el lijado y pintado) sugieren que el campo de aplicación puede llegar a ampliarse a otros sectores (por ejemplo, mobiliario).

En cuanto a la producción semindustrial, se está trabajando en la realización de un plan de negocios en donde consten cuestiones como la inversión y el retorno, como así también la clara definición del mercado y su tamaño. Se espera continuar trabajando en esa línea con la intención de convertir este proyecto de investigación en un emprendimiento productivo a escala.

Notas

¹Esta parte del trabajo se enmarcó en el programa "Universidad, Diseño y Desarrollo Productivo", del Ministerio de Educación, del cual participó nuestra facultad.

²Al respecto, la gestión de residuos en Mar del Plata incluye la separación en origen de los residuos orgánicos y reciclables. Estos se procesaron en la planta de la Cooperativa CURA entre agosto de 2012 y junio de 2014; la recuperación de papel y cartones llegó a 901.535kg, representando el 24% del total del material total (Leis, 2015).

Referencias bibliográficas

- Canale, G. (2009). Diseño Sustentable: sustentabilidad, economía y diseño. Trabajo presentado en 5º Foro de ética y sustentabilidad; Buenos Aires. Recuperado de: <https://www.inti.gov.ar/prodiseno/boletin/pdf/bol158-1.pdf>
- Fallabella, M. T. y Stivale, S. (2011). Propuesta de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de políticas habitacionales. Revista i + a. N°14, ISSN 2250-818X. Recuperado de: <http://faud.mdp.edu.ar/revistas/index.php/ia/article/view/23/19>
- Kullock, D. y Murillo, F. (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). Mar del Plata: UNMdP.
- Pelli, V. (2007). Habitar, participar, pertenecer, acceder a la vivienda, incluirse en la sociedad. Buenos Aires: Nobuko.
- Ramírez, R. (Coord.) (2012). Guía de buenas prácticas de diseño: herramientas para la gestión del diseño y desarrollo de productos. San Martín: Inst. Nacional de Tecnología Industrial - INTI.
- Sartori, I. y Hestnes, A. (2007). Energy use in the life cycle of conventional and low-energy building. Revista Energy and Buildings, N° 39, pp 249-257. Recuperado de: www.sciencedirect.com
- Viñolas, J. (2005) Diseño Ecológico. Barcelona: Blume.
- Fichas de productos. Biocompass; Durlock; Etisol; Inrots; Isocell; Isopanel; Isover; Termosip; Ultra-touch. D4S. Design for sustainability. Recuperado de: <http://www.d4s-de.org/>

Figuras

Figura 1. Canetti, R. (2016). Mapa de productos y servicios asociados a la Guata de Celulosa.

Figura 2. Canetti, R. (2016). Comparación de secuencias productivas de guata de celulosa y productos derivados.

Figura 3. Canetti, R. (2016). Listado de variaciones propuestas para proceso base.

Figura 4. Canetti, R. (2016). Proceso productivo para la generación de muestras y prototipos.

Figura 5. Canetti, R. (2016). Modelos y mezclas de los prototipos realizados.

Figura 6. Canetti, R. (2016). Ensayo de absorción de agua y estabilidad dimensional.

Figura 7. Canetti, R. (2016). Comparación de materiales según nivel de aislación.