



## REÚSO DE RESIDUOS INDUSTRIALES\*

### REUSE OF INDUSTRIAL WASTES

ALEJANDRO SOFFIA

Docente Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Andrés Bello

SEBASTIÁN OGNO

Arquitecto Universidad Andrés Bello

#### RESUMEN

Frente a la crisis de generación de basura y el gasto energético en la producción de materiales, este sistema constructivo, desarrollado como proyecto de investigación de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Andrés Bello, enfrenta el problema específico del reciclaje de los insumos para la preparación de periódico, integrando dentro de una crujía constructiva tipo, componentes constructivos diseñados a partir de los residuos del proceso de impresión.

#### Palabras claves

Sostenibilidad, reciclaje, residuos, componentes, prototipo.

#### ABSTRACT

*In the face of waste generation and energy consumption involved in mass production, this constructive system -developed as a research project in the Faculty of Architecture and Design of the University Andres Bello- tackles the specific problem of the reuse of the newspaper production, designing a complete construction system based on it.*

#### Descriptors

*Sustainability, recycling, reus,e components, prototype.*

### SUSTENTABILIDAD COMO PARADIGMA DE DESARROLLO

Si bien el concepto de sustentabilidad trasciende históricamente el enfoque contemporáneo, hoy en día se ha tornado un paradigma para el desarrollo humano. Para nadie es ajeno el fenómeno mundial del cambio climático cuando ya es más que una especulación, una verdad comprobada y en curso. Para nadie tampoco son ajenas las causas de este fenómeno, que radican en una mal entendida visión del desarrollo. Una visión principalmente centrada en el crecimiento económico, y que cada vez deja más lado la calidad de vida de las personas. El concepto de desarrollo económico se ha convertido en un fin en sí mismo, más que en un instrumento para alcanzar el objetivo superior de mejorar las condiciones de bienestar general de los seres humanos.

Como un fenómeno global, es decir, que afecta tanto a aquella población del mundo inserta dentro del sistema como aquella que está fuera de él, el pensamiento sobre el Desarrollo ha tenido tres fases diferenciadas de evolución (Griffin, 2001). La Primera Fase es aquella de un mundo feliz de la alta teorización (final de la II Guerra Mundial, nacimiento de la ONU y de la cooperación para el desarrollo). La segunda comprende la Edad Dorada de la expansión mundial (crecimiento de los países capitalistas industrializados; fuerte integración de la eco-

Figura 1. Secuencia fotográfica Alejandro Soffia



1



2



3



4

Fotografía: Daniel Soffia

\* Soffia, Alejandro; Ogno, Sebastián. Reúso de residuos industriales. *Arquitecturas del Sur*, [S.l.], p. 44-53, may 2015. ISSN 0719-6466. Disponible en: <<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/838>>. Fecha de acceso: 10 nov. 2017.

nomía internacional y explosión del comercio mundial. Por último, habría una tercera fase de un brusco despertar (aumento del subdesarrollo; crisis de la deuda externa; recesión generalizada y retroceso del comercio mundial). En la fase en que nos encontramos hoy, entre otros hechos se han superado muchos problemas de la fase anterior y recuperado el comercio mundial, sin embargo, y a pesar de –o quizás producto de– los grandes avances tecnológicos en diversas materias que potencian el desarrollo económico, el equilibrio medioambiental está empezando a acusar gravemente el descuido de su consideración dentro del proceso de crecimiento.

Es en este contexto que la Organización de Naciones Unidas a través del “Informe Brundtland” de 1987, formaliza por primera vez el concepto de Desarrollo Sostenible o Sustentable, manifestando luego en el 3<sup>er</sup> principio de su “Declaración de Río” de 1992, el imperativo de “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender a sus propias necesidades”. En esta declaración se propone además que la clave del Desarrollo Sustentable está en la integración y armonía de las tres variables conceptuales de la sustentabilidad a saber, Económica, Medioambiental y Social. Toda visión de desarrollo entonces debe considerar ser respectivamente viable, benigna y equitativa.

Históricamente, el reconocimiento por parte de los seres humanos acerca de su impacto sobre la tierra ha estado consistentemente retrasado en relación a la magnitud del daño que han causado, lo cual debilita seriamente los esfuerzos por controlar este daño (Constanza, 1999). Es así como sólo gracias a las evidentes manifestaciones del cambio climático global de los últimos años, este paradigma de Desarrollo ha empezado a tomarse en cuenta de manera cualitativa y cuantitativa.

En el caso específico de la disciplina del Diseño (Territorial, Arquitectónico, Industrial), si bien la Bioclimática ha sido a lo largo de la historia de la arquitectura vernácula un tema bastante considerado la hora de diseñar bajo el paradigma de la Sustentabilidad, hasta hace poco además, era quizás el único foco temático –y tratado muy lateralmente– dentro de la arquitectura académico y profesional, al menos en nuestro país. De esta manera los urbanistas, arquitectos y diseñadores industriales estamos como profesionales del diseño, enfrentados a una gran oportunidad, tanto por las nuevas temáticas de diseño que aparecen, los nuevos nichos de mercado que se abren, como por el aporte específico posible desde la reflexión y el ejercicio disciplinar, al paradigma del Desarrollo Sustentable.

## PRINCIPIOS PARA EL DISEÑO SUSTENTABLE

Ahora bien, el concepto de sustentabilidad aplicado al diseño produce una amplitud temática tan grande como abstracto es el concepto. Es decir, hay muchos principios de la sustentabilidad que pueden en su conjunto o por separado detonar operaciones de diseño. Es en este sentido que la institucionalidad Mundial dio otro paso significativo con respecto a la construcción de este nuevo paradigma al declarar en la Feria Mundial del año 2000 en Alemania los “Principios de Hannover”. En él se estipulaba que “diseñar para la sustentabilidad requiere la atención de todas las consecuencias que el corto y largo plazo produce cualquier transformación del medioambiente y que el diseño sustentable consiste en la concepción y realización de expresiones medioambientalmente sensibles y responsables que son parte de la matriz envolvente de la naturaleza” (Mc Donough, 1992).

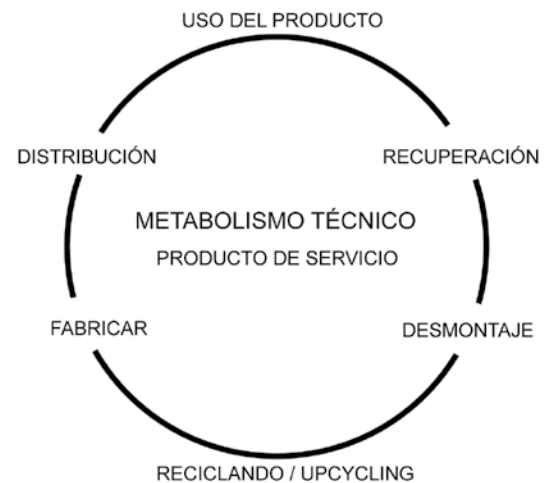
Dentro de los principios enunciados en este documento, se plantea la eliminación del concepto basura (*waste*), mediante la evaluación y optimización de la totalidad del ciclo de vida tanto de productos como de procesos. Afirma Mc Donough años más tarde que “En lugar de los produc-

Los sistemas basados en el modelo de Tomar-Hacer-Pérdida del último siglo, la Próxima Revolución Industrial es aquella en la que se diseñan productos y servicios basados en modelos encontrados en la naturaleza, eliminándose el concepto de pérdida completamente y creando una abundancia que es saludable y sostenida” (Mc Donough, 2002).

Pero, ¿cómo aplicar este principio a productos y servicios existentes hoy en día?, o ¿cómo transformar los residuos de algunos productos y procesos e insumos de diseño para que dejen de ser basura (*waste*)?

Ahondando en el planteamiento de este principio, el mismo Mc Donough plantea un concepto donde define al material como un nutriente. sí define el “Metabolismo técnico” como el término para los procesos de industria humana que reutiliza valiosos materiales sintéticos y minerales en ciclos cerrados. De esta manera es posible entender el reciclaje como un ciclo dentro del proceso productivo, en donde el material de desecho es parte del proceso que genera un producto de servicio que es recuperado para ser reutilizado (figura 2). Esto constituye principio de sistemas naturales que eliminan el concepto de pérdida. En él, todos los materiales se ven como continuamente valiosos y circulan en ciclos cerrados de producción, uso y reciclaje. De esta manera el sistema de “tomar-hacer-pérdida”, se reemplaza con el de “recuperación-desmontaje-reciclaje”.

Figura 2. Diagrama del concepto de Metabolismo Técnico



## DISEÑO A PARTIR DE DESECHOS

“Daniela Brogi: Su forma de emplear los materiales. Usted elige materiales pobres, simples y ligeros, y luego los transforma en otra cosa, mediante la arquitectura. ¿Cuál es el motivo de tal elección?

Shigeru Ban: ¡Yo no pienso en absoluto que se trate de materiales pobres! Este es un prejuicio del público. Para mí no es pobre, es precioso. ¡Evidentemente tengo una visión totalmente diferente de lo que significa material”.

Entrevista de Daniela Brogi a Shigeru Ban. Disponible en <http://www.floornatura.com/worldaround/articulo.php/art1/5/en/arch2>

Gran parte de los sistemas constructivos existentes en el mercado inmediato (nacional-latinoamericano) basan su desarrollo en la creación de sus partes desde cero, y en la materialización de estas a través de plataformas tecnológicas preexistentes. La precariedad técnica de nuestro contexto constructivo –en el ámbito de la arquitectura y no así, por ejemplo, en aquellos ámbitos productivos más relevantes del país– limita las posibilidades de un desarrollo de sistemas interesantes para el contexto mundial contemporáneo de la disciplina mientras éste se base en medios antiguos y/o limitados. De esta manera, el presente proyecto busca deshacer la base de su desarrollo a partir de las virtudes de las plataformas tecnológicas existentes –para la industria de la construcción– aprovechando aquellas vinculadas a otros procesos industriales que cuentan con una plataforma de mejor nivel técnico.

Desde la perspectiva de Mc Donough, se indagará más precisamente en el ámbito del reciclaje para encontrar una base tecnológicamente diferente a la de los sistemas constructivos tradicionales. Este ámbito se compone a su vez de al menos tres conceptos que vale la pena diferenciar. Mientras el “reciclaje” maximiza el valor constitutivo del material para volverlo a ocupar (el material), la “reutilización” no sólo reutiliza además la forma inicial sino que para el mismo uso anterior.

De esta manera surge un tercer concepto que es “reúso”, donde la forma inicial del desecho se mantiene pero es ocupada con otro fin (Bertolini, 2007). Es interesante hacer incluso un gesto a la memoria la idea de resignificancia de los objetos planteada por Marcel Duchamp a inicios del siglo pasado.

## ESTADO DEL ARTE

Como en muchos ámbitos de la exploración disciplinar, el nicho de la vivienda –pequeña, elemental o de emergencia– es aquel que contiene la mayor cantidad de casos de estudio en torno al diseño con elementos de reúso, reciclaje o reutilizados.

Si hacemos una rápida aproximación al estado del arte del diseño de sistemas constructivos a partir de desechos, nos encontramos con casos muy interesantes desde la década del '70. Uno paradigmático de esa época lo constituye la WOBO (*World Bottle*) de John Habraken para la Empresa de Cervezas Heineken. El proyecto consistía en la modificación del diseño de la lata de cerveza que consideraba cuatro caras ortogonales y rugosas que permitieran unirse entre ellas para formar un plano vertical, como lo hacen los ladrillos. Si bien el componente constructivo resultante no constituía parte de un sistema completo, sobresale el hecho de que el componente viene diseñado a priori para su “reúso”.

Otros casos interesantes de la época incluyen una experiencia muy particular desarrollada en nuestro país, cuando en la misma década en Chile se armaban automóviles. Esta experiencia –de la cual queda poco registro– estaba orientada a la utilización de algunos componentes de autos con fines arquitectónicos, como por ejemplo, la construcción de planos verticales a partir de puertas. El concepto interesante en este caso lo constituye la utilización de la lógica duchampiana del *ready made*, es decir, donde un objeto de distinta procedencia y destino es ocupado como un componente constructivo. En este caso el diseño aborda la completitud del sistema, y se concentra en las resoluciones de las uniones de los nuevos componentes.

No cabe duda que en los últimos años la experiencia más significativa en el ámbito lo constituye la vasta línea experimental de Shigeru Ban. El caso más emblemático es la Paper Log House, diseñada como vivienda de emergencia luego del terremoto de Kobe, Japón, en el año 1995. En este caso se diseña un sistema constructivo completo, integrado tanto por componentes de reúso como nuevos. Esta vivienda se inserta en el amplio tema de investigación tecnológica de BAN en torno a las propiedades arquitectónicas de los tubos de papel, que por lo demás tiene su origen en los tubos de papel reciclado (Mc Quaid, 2005). En este caso se diseñan componentes de unión que permiten en gran parte constituir un sistema constructivo a partir de elementos “reusados” (fundaciones, muros, estructura de techo), completándose éste a través del diseño sencillo de componentes nuevos (suelo, cubierta).

## “REÚSO” DE RESIDUOS INDUSTRIALES

Los residuos industriales los vamos a entender como desechos de un proceso productivo que mediante una identificación pasan a transformarse en insumos, con una especificidad técnica, un stock determinado y almacenados. Con el objetivo de transformar estos residuos desde una condición de basura a una condición de insumos, y por lo tanto, trasladar su participación en dentro del ciclo productivo desde su carácter terminal a uno inicial es que se planteó una investigación para identificar algún proceso productivo cuyos residuos pudieran constituir insumos de Diseño.

Es importante aclarar que la pregunta de investigación en este caso se encuentra dentro del campo temático de las tecnologías constructivas, y específicamente, en el marco de una investigación acerca de sistemas constructivos prefabricados para la vivienda llevada a cabo dentro del Laboratorio de Componentes Constructivos (LCC) de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Andrés Bello (FAD UNAB). Desde este punto de vista, la visión acerca del “reúso” de residuos industriales está enfocada específicamente a la hipótesis acerca de la posibilidad de extraer lógicas de diseño a partir de la coordinación modular de insumos no sistémicos en donde el desecho de este proceso productivo se identificará a partir del aspecto técnico y de la materialidad que determinará el uso predominante dentro de las partes de la vivienda, rescatando lo estrictamente necesario para esa nueva aplicación.

Luego de la búsqueda y observación de varios procesos productivos propios de la industria nacional, se identificó que la industria del periódico incluía en varias partes de su proceso productivo el uso de insumos de los cuales derivaban a su vez varios desechos. Vinculado a la Silvicultura, una de las áreas productivas más importantes del país, la producción del periódico involucra varios procesos que a su vez requieren de diversos insumos que se transforman en residuos de interesantes propiedades tectónicas posibles de trasladar al ámbito de la construcción de la arquitectura. Un interés particular de trabajar en relación a la industria del periódico tiene que ver con la magnitud y constancia de su proceso productivo, lo que garantiza una cantidad y stock de sus residuos suficiente como para satisfacer la demanda que puede detonar la utilización del sistema constructivo.

En el caso de la producción de periódico, se identificó dentro de su proceso una cantidad de 5 residuos de interés para el diseño de un sistema constructivo. El primero consiste en un tubo de cartón que corresponde al soporte de los rollos de papel para imprimir el periódico (figuras

Figura 3. Rollo de papel en el proceso de producción del periódico



Foto: Alejandro Soffia

Figura 4. Tubos de papel desechados



Foto: Alejandro Soffia

3 y 4). El segundo es un taco de madera que viene en los extremos del tubo anterior y que sirve para conservar su estabilidad geométrica. El tercero se trata de una mantilla de goma que se ocupa para la inyección de la tinta que imprime el papel (figura 5 y 6). Siguiendo con el proceso productivo nos encontramos con planchas de aluminio que contienen el contenido a imprimir en cada página, para terminar con un residuo de papel compactado constituido por todo el papel eliminado dentro del proceso. Además de la diversa variedad de residuos y el interés morfológico de estos, se pudo cuantificar que estos residuos eran producidos debido a la naturaleza del producto en grandes cantidades, lo que aseguraba un abastecimiento y número considerable para constituir una nueva línea de producción (tabla 1).

Una vez determinados los elementos de desecho se define una matriz de los insumos del proceso, en donde se determinan clasificaciones que permitirán definir el tipo de interfase de

Figura 5. Disposición de planchetas de aluminio



Foto: Alejandro Soffia

Figura 6. Planchetas de aluminio desechadas



Foto: Alejandro Soffia

Tabla 1. Planilla de tipos y cantidades de residuos del proceso productivo del periódico

Producto	Dimensiones (cm)		Unidades	Envoltorio	Tapas (red)	Rueda madera	Papel blanco
	A	L		ml	unidades	unidades	kg (10xu)
Tubo 1	10,5	63,5	550	55000	1100	1100	5500
Tubo 2	10,5	101,5	850	85000	1700	1700	8500
Tubo 3	10,5	127	3500	350000	7000	7000	35000
Totales			4900		9800	9800	49000
Mantilla	73,5	117	200				
Planchas AL	35	58	30000				
Planchas AL	70	58	200				
Fardo-cortes	50 / (70 profundidad)	105					
Diario	35	58	800000				

unión o piezas para lograr una coordinación modular y de esta manera definir las lógicas de diseño.

## PROTOTIPO RRI

El Laboratorio de Componentes Constructivos de la Universidad Andrés Bello reúne una serie de cursos enfocados al estudio de las tecnologías constructivas, específicamente en el área de la industrialización. Estos cursos a veces toman avances de uno para desarrollarlos desde otra perspectiva en otro, complementando así temáticas que finalmente terminan en productos más elaborados.

De esta manera, parte del planteamiento presentado lo constituye una primera investigación alojada en el curso de "Seminario de Investigación"<sup>1</sup>, donde se estudiaron desde el punto de vista de la vivienda de emergencia, alternativas para solucionar los problemas de costo y calidad de este tipo de edificaciones. En paralelo, las hipótesis proyectuales de la investigación se trasladaron al ámbito de diseño de un sistema constructivo, en el marco del "Taller de Arquitectura a partir de Componentes Constructivos"<sup>2</sup>. En este curso se desarrolló un primer sistema a partir de la combinación de las piezas que resultaron elegidas dentro de los residuos del proceso de producción del periódico. Posteriormente, este sistema fue sometido a la observación y prototipado en una escala más pequeña, con los conocimientos propios del diseño industrial. Así es como dentro del curso "Práctica de Laboratorio"<sup>3</sup> el sistema se analizó en tanto conjunto de piezas relacionadas, probando partes, uniones, y los resultados espaciales que estas producían. El resultado de esta experiencia fue una segunda versión del sistema constructivo que básicamente cambiaba su topología, optimizando la relación entre la cantidad de piezas necesarias y la superficie habitable resultante. Una segunda experiencia del mismo curso<sup>4</sup> ajustó el diseño de las piezas lo que derivó en la versión final del sistema que se ilustra en el presente escrito.

Quizás el avance más interesante de esta investigación proyectual lo constituye el hecho de haber diseñado un sistema cuya mayoría de sus componentes provienen de residuos de un solo proceso productivo. Esto en gran parte se debe al descubrimiento de un proceso que no solo desechaba residuos en grandes cantidades sino, además, en varios tipos. No cabe duda que los aciertos sísmicos están muy relacionados con la cantidad y cualidad de estos desechos.

La claves del desarrollo del presente proyecto están basadas en la elección de los tres residuos más importantes del proceso de producción de periódico. La primera clave de desarrollo se trata del "Encapsulamiento tecnológico". Esta es-

Figura 7. Mantillas de goma desechadas



Foto: Alejandro Soffia

Figura 8  
Isométrica explotada de la crujía espacial tipo

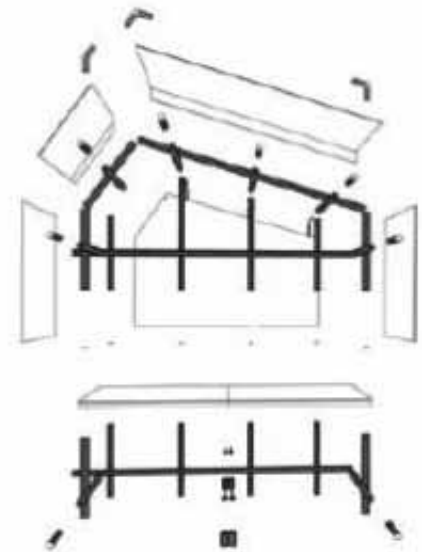


Foto: Alejandro Soffia

- 1 Profesora María José Castillo y Nicolás Rebolledo. Estudiante Sebastián Ogno. Escuela de Arquitectura FAD UNAB, 1er semestre 2005.
- 2 Profesores Fernando Portal y Alejandro Soffia. Estudiante Sebastián Ogno. Escuela de Arquitectura FAD UNAB, 1er semestre 2005.
- 3 Profesor Alejandro Soffia. Estudiantes Michelle De Dompierre, Francisco Ossa, Michael Landskrom, Bárbara Reyes. Escuela de Diseño FAD UNAB, 1er semestre 2006.
- 4 Profesor Alejandro Soffia. Estudiantes Felipe Espinoza e Ignacio Moyano. Escuela de Diseño FAD UNAB, 2do semestre 2006.

trategia consiste en atribuir la mayor cantidad de prestaciones a la menos cantidad de elementos. De esta manera, ciertas piezas son modificadas mediante varios y sencillos procesos técnicos para asegurar su multifuncionalidad como parte de un componente constructivo (figura 8). Desde un punto de vista opuesto en cuanto a escala y estrategia, una "simplificación de procesos" trató de modificar los residuos/insumos iniciales mediante operaciones simples que no requieren ni maquinarias complejas ni procesos extensos, ni conocimiento experto (figuras 9 y 10).

En el mismo sentido de ambas estrategias descritas, todas aquellas funciones basadas en características topológicas que los residuos/insumos no pudieran resolver por su naturaleza homogénea y dispersa (no son parte originalmente de un sistema), se concentraron en nuevos componentes diseñados que resultaron principalmente ser "uniones" (figura 11), como también una solución mixta para la constitución del componente de suelo (figura 12).

La construcción de un primer prototipo del sistema permitió diagnosticar un problema de trabajar en base a una lógica modular de punto y línea. Esta estrategia topológica se aleja de dos de las premisas básicas de la prefabricación como lo son la garantía por la rapidez (el proceso es más largo) y por la calidad (a más procesos, más riesgo). Esta experiencia llevó a transformar el sistema a una lógica modular de "superficies" (figuras 13 y 14).

Finalmente, debido a las observaciones del punto anterior, se decidió que las modificaciones

Figura 9. Componentes de unión de componentes estructurales Mantillas de goma desechadas

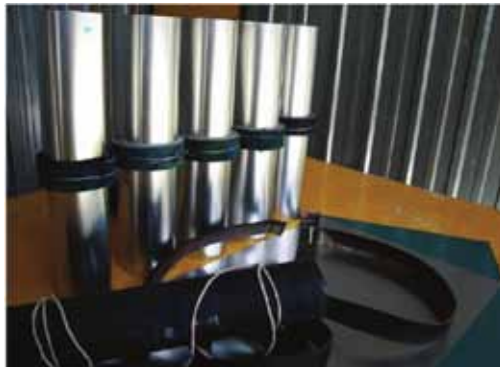


Foto: Alejandro Soffia

Figura 10. Componentes de revestimiento

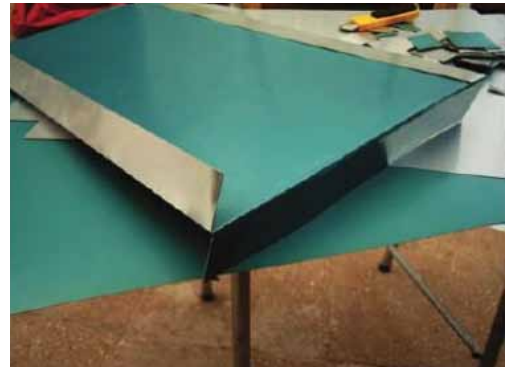


Foto: Alejandro Soffia

Figura 11. Vértice de unión de componentes

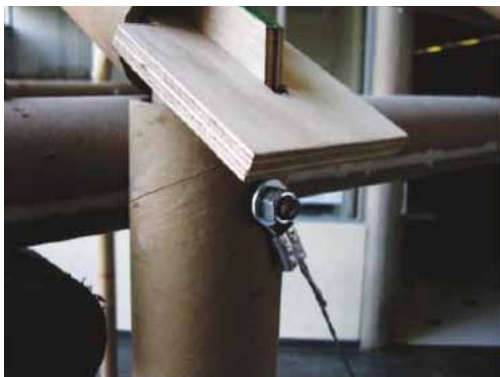


Foto: Alejandro Soffia

Figura 12. Componentes de suelo

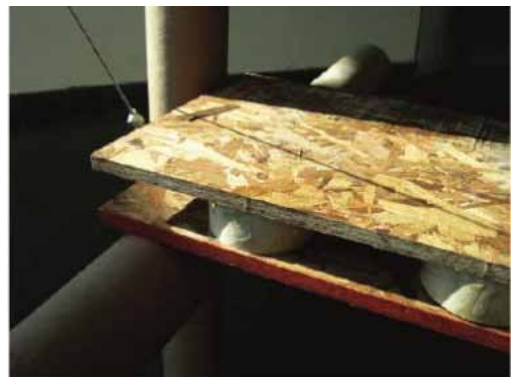


Foto: Alejandro Soffia





Figura 13. Superficie vertical constituida por componentes estructurales y de revestimiento



Foto: Alejandro Soffia

Figura 14. Superficie vertical constituida por componentes estructurales y de revestimiento



Foto: Alejandro Soffia

del sistema –debido a necesidades tales como el crecimiento o dimensionamiento– se realizaran en base a un módulo espacial constituido por una estructura de crujía que pudiera adaptarse en base a la multiplicación de su eje, y no en base a una versatilidad multivectorial. Esta decisión se tomó en base a distintas experiencias de diseño modular en el ámbito de la vivienda en las cuales se observaron los múltiples problemas que surgen del diseño multisectorial. Por lo demás, como el caso trataba específicamente de vivienda mínima, o de emergencia, se aisló la pregunta sobre la distribución interior del espacio y sus consecuentes exigencias sistémicas.

El resultado final de esta experiencia es un prototipo de vivienda que consta de una serie de cualidades en tanto objeto arquitectónico. Uno de los principales puntos de interés está asociado a su costo. Si bien varios de los desechos reusados pueden formar parte del mercado del reciclaje, actualmente casi ninguno de ellos es hasta ahora vendido. Esto quiere decir que el costo máximo de los insumos podría ser el de su eventual venta a la industria del reciclaje. Sin embargo, la consideración del alto valor de la maximización de la energía en el proceso del reciclaje, como sus consecuencias contaminantes, puede hacer en el corto plazo mucho más deseable la estrategia del “reúso” que la del reciclaje. Eso nos devolvería nuevamente a que el costo del sistema sea simplemente la suma de los sencillos procesos de transformación de los desechos en componentes y el costo de los componentes de unión.

Otro punto interesante del proyecto lo constituye su logística (figura 15). Posible de construir con un equipo de dos personas (óptimo de cuatro), tanto el grano como el diseño mismo de los componentes contribuyen a la reducción de espacio y peso, aspectos tan importantes a la hora de agregar el valor de su traslado. Gracias a la utilización de los com-

Figura 15. Secuencia constructiva resumida en 16 pasos significativos

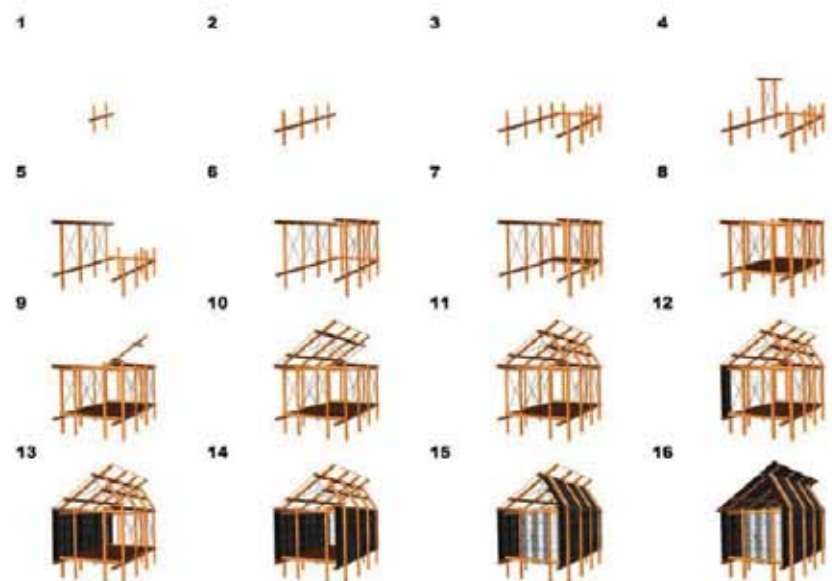


Foto: Alejandro Soffia

ponentes estructurales que definen superficies virtuales en vez de construidas (más espacio con menos elementos y menos operaciones) (figura 16), y a componentes de unión de lógicas de ensamblado sencillo, tanto los conocimientos específicos de la mano de obra como los tiempos de armado son reducidos. En particular, el diseño de los componentes de fundación (figura 17) permiten reducir a un solo día la construcción de una vivienda de emergencia de aproximadamente 12 m<sup>2</sup>.

Este punto es especialmente significativo cuando se compara con los dos días de construcción de los 9 m<sup>2</sup> de la única vivienda de emergencia existente en el mercado (mediagua). En este caso, el proceso de fundaciones constituye aproximadamente el 50% del tiempo total.

Ahora, si bien el diseño del presente prototipo está medido por los requerimientos de la vivienda de emergencia, una mayor durabilidad y confort ambiental son posibles para progresar hasta una vivienda de tipo básica. La materialidad del papel presenta a la vez un problema y una oportunidad en términos de resistencia al paso del tiempo. Si los tubos de papel no son sellados contra la humedad, los costos son menores ya que se pueden utilizar directo desde el basurreo. Algunas pruebas informales de resistencia a la humedad y al agua mostraron un deterioro progresivo de sus capacidades estructurales. Sin embargo, una vez sellados, mediante la aplicación de películas impermeabilizantes, los componentes presentan gran estabilidad, sin haberse comprobado el desgaste en el tiempo. Por su parte, desde el punto de vista del confort térmico, tanto los parámetros dimensionales como la especificidad de las partes del sistema permiten la complementación de otros componentes que puedan resolver específicamente los requerimientos de aislación térmica y/o acústica.

## HACIA UNA SOCIEDAD SUSTENTABLE

Si revisamos la producción intelectual del contexto docente chileno, nos daremos cuenta que varias de nuestras escuelas de arquitectura han estado explorando en los últimos años el gran

Figura 16. Prototipo estructural



Foto: Alejandro Soffia

Figura 17. Componentes de fundación



Foto: Alejandro Soffia

tema de la prefabricación, y en el caso específico de la vivienda, recientes concursos internacionales de diseño arquitectónico confirman que esta tendencia tiene un alcance global. Además, en ambos contextos las reflexiones en muchos casos han estado orientadas al caso específico de la vivienda de emergencia. Su enfoque es paternalista y está orientado a colaborar en la solución de las emergencias sociales (indigencia, *homeless*, etc.) y catastróficas (huracanes, inundaciones, etc.) del tercer mundo, de los pobres, de los lejanos.

Frente a este hecho surge una última reflexión en base a dos preguntas: ¿no le parece indigno que frente a una emergencia el sistema social le entregue a los desamparados una vivienda hecha de basura?, o poniéndonos a prueba nosotros mismos: ¿vivirá usted en una casa hecha con basura? Sin poder entrar en detalle aquí en el constante problema de la desigualdad, parece más importante pensar que las estrategias del reúso, el reciclaje y la reutilización de materiales y componentes deben estar orientadas a trascender no sólo el problema de la vivienda desde su categoría del "emergencia" a la categoría de "definitiva", sino también trascender desde el caso de la vivienda a otros casos de infraestructuras arquitectónicas.

Tal como el paradigma del desarrollo sustentable ha de modificar completamente los más diversos aspectos de nuestra vida, el diseño sustentable, y en este caso específico la arquitectura a partir de componentes constructivos reusados, debe considerarse en un alcance mayor al planteado en el presente experimento. Lo que comprueba el presente ejercicio es la posibilidad de diseñar a partir de residuos. Lo que queda ahora por comprobar es que el diseño es importante para el desarrollo sustentable (figura 18).

Figura 18. Fotomontaje de crujía espacial tipo

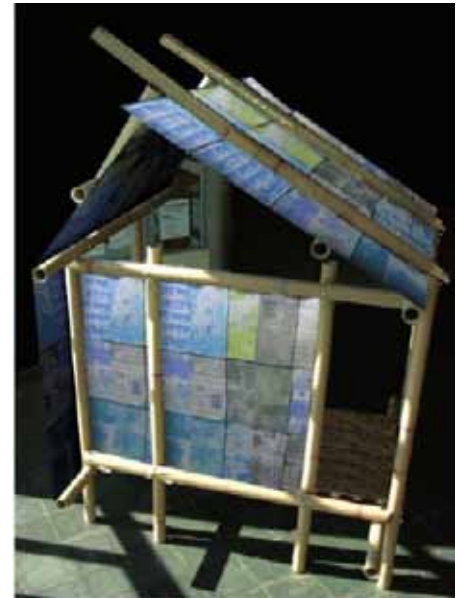


Foto: Alejandro Soffia

## BIBLIOGRAFÍA

- Bertolini, Gérard. "Gestion des déchets: my poubelle es rich!". *Arquitectura d'aujourd'hui*, 2007 Sept.-Oct., n° 372, p. 52-60.
- Broggi, Daniela. *Architectur Interviews*, Shigeru Ban (en línea). Disponible en [www.floornature.com/world-around/articulo.php/art1/5/en/arch2](http://www.floornature.com/world-around/articulo.php/art1/5/en/arch2)
- Constanza, Robert. *Introducción a la economía ecológica*. CEGSAM, Ciudad de México. CECSA, 1999.
- Griffin, Keith. *Introducción. Desarrollo Humano: origen, evolución e impacto*, en Ibarra, Pedro y Unceta, Koldo (coord.) *Ensayos sobre el desarrollo humano*. Barcelona, Icaria, 2001, p. 25-40.
- Mc Donough, William. *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*. 1ª ed., New York: North Point Press, 2002.
- Mc Donough, William. *Glossary of Key Concepts* (en línea). Disponible en: [www.mbdc.com/ref\\_glossary.htm](http://www.mbdc.com/ref_glossary.htm).
- Mc Quaid, Matilda. *Shigeru Ban*. 1ª Ed. London: Phaidon, 2005.
- Kieran, Stephen y Timberlake, James. *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to transform Building Construction*. 1ª Ed. New York. McGraw Hill, 2004.
- Pawley, Martin. "Towards an unoriginal architecture", en Hughes, Jonathan; Sadler, Simon: *Non-plan: Essays on Freedom, Participation and Change in Modern Architecture and Urbanism*. Oxford, Architectural Press, 2000, p. 222-231.