

# Soluciones constructivas alternativas en el reciclado de residuos de materiales de construcción

DAVID SANZ ARAÚZ<sup>1</sup>  
Madrid (España), marzo de 2004.

*Director del taller:* David Sanz Araúz.  
*Alumnos participantes:* Jesús Gómez García.

## Oportunidades de la I+D+i en la sostenibilidad de la arquitectura

Una de las misiones de la arquitectura y del urbanismo es ordenar el espacio para que su aprovechamiento por la sociedad como un recurso básico para la vida sea eficaz en cuanto a seguridad, funcionalidad, y belleza.

Desgraciadamente esta actividad, realizada de un modo irreflexivo, genera impactos negativos, tanto en la sociedad como en el propio sector, que amenazan su sostenibilidad futura y que nos provocan males en el presente, pues acabamos habitando en espacios degradados.

La construcción arquitectónica es una de las partes más importantes de la arquitectura, por su importancia estratégica en nuestra sociedad y por su cercanía a las personas, los usuarios de la arquitectura. Éste es un sector que se caracteriza entre otras cosas por su escaso grado de tecnificación, lo que provoca que se den, incluso más que en otras áreas de la arquitectura, impactos incontrolados sobre el medio.

Uno de los impactos más importantes debidos a la construcción es el de la generación de residuos, tanto en la fabricación de materiales como en las obras de edificación y de demolición.

Resulta clave actuar sobre este punto. Una de las vías es la investigación:

El *Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación (2004-2007)* del Ministerio de Educación y Ciencia tiene un programa específico de construcción, en el que se cita como primer objetivo general «alcanzar un desarrollo sostenible de las actividades de construcción». En los objetivos específicos habla de «reducir el impacto ambiental de los materiales y productos utilizados en la construcción» y también llama la atención sobre «el elevado impacto ambiental de la actividad de la construcción (producción de residuos y ruidos, emisión de partículas a la atmósfera, etc.) [...]», áreas que «requieren un esfuerzo colectivo de investigación, desarrollo e innovación para reducir su impacto negativo en lo social y lo económico. Incrementar el grado de industrialización y tecnificación de los sistemas y procesos de construcción redundará en una mejora de la calidad de los edificios e infraestructuras, un incremento de la competitividad y de la sostenibilidad general del hipersector [...] mediante la reducción del impacto ambiental de los sistemas y procesos de construcción y promover el concepto de eco—construcción».

En el taller que propusimos como actividad complementaria a las jornadas de sostenibilidad, se pretendía interesar a los alumnos de arquitectura en el ámbito de la investigación de materiales y sistemas constructivos de cara a la reducción de los impactos antes citados.

La metodología de trabajo fue el estudio de casos: se expusieron y se analizaron en grupo investigaciones recientes publicadas en revistas de ámbito internacional. Tras este análisis, los alumnos realizaron propuestas de soluciones constructivas alternativas, que buscaran reducir el impacto ambiental pero que se pudieran ejecutar con facilidad y que supusieran una innovación tecnológica que pudiera competir en el mercado de la construcción. Las investigaciones analizadas se referencian a continuación.

## Extractos de trabajos

### Referencias bibliográficas:

BOVEA, M. Y VIDAL, R.

2004 «Materials selection for sustainable product design: a case study of wood bases furniture eco-design»  
*Materials and Design*, nº 25, pp 111-116

FATTA ET AL

2003 «Generation and management of construction and demolition waste in Greece, an existing challenge»  
*Resources Conservation & Recycling*, nº 40, pp 81-91

---

<sup>1</sup>DAVID SANZ ARAÚZ es profesor del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la *Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid*

**CAJA-CONTENEDOR DE DESECHOS DE LA CONSTRUCCIÓN.**

Una caja que sea capaz de recibir todos los materiales de desecho para poder aparejar muros o taludes. Sólo fabricamos la caja para que el usuario decida qué poner en su interior. Es el usuario el que, en última instancia la hace ecológica, él decide su aspecto final y su uso.

No se trata tanto de un objeto ecológico (en su fabricación se usan procesos tradicionales que, aunque pretenden ser no contaminantes, no lo consiguen del todo) es mas una caja que tiene vocación de ser ecológica y sostenible, pero sólo lo consigue cuando es usada para tal fin.

Ha sido diseñada para soportar y contener materiales de desecho, sobre todo de la construcción. También ha sido diseñada para que sea un producto asequible, que no requiera mucha mano de obra y que sea capaz de competir con otros productos, tales como bloques de hormigón o cerámicos para hacer cerramientos ventilados o taludes en exterior. Su diseño es un compromiso con las necesidades de un pequeño usuario y de las grandes empresas, se ha pensado en su apilamiento, en su versatilidad, en el proceso de fabricación, en el precio, en el montaje. No es un objeto inmediato y se pretende que pueda llegar a sustituir a otros cerramientos en algunos ámbitos de la construcción. Quizá el mercado mas asequible sea el de los pequeños usuarios y medianas empresas rurales de la construcción, si bien es cierto que parece incompatible con la manera de construir y ahorrar espacio de las grandes ciudades, sin embargo éste mercado es lo suficientemente solvente como para reportar beneficios, su destino es un usuario comprometido con la ecología al que se le hace llegar un producto que es capaz de satisfacer esta necesidad y otras de tipo funcional y constructivo.

El material de la caja es acero inoxidable, aunque también se contempla la posibilidad de que sea galvanizado. El acero no será de gran calidad incluso se harán aportes de acero reutilizado.

Las bisagras que permiten el apilamiento y fácil almacenaje serán corridas de acero inoxidable o galvanizado, estarán ancladas a los chapones por medio de remaches.

El perfil de esquina ha sido dimensionado para que puedan apilarse diez cajas, dando una altura de tres metros. El perfil doble de 30x30x4mm absorbe la mayoría de la carga superior. Sin embargo, para algunos casos y según el relleno (que sea capaz de soportar cargas) se podrá aumentar la altura. En talud no existen problemas de carga si se colocan según el machihembrado.

Las piezas de esquina vienen preparadas para recibir los tirantes y rigidizar la caja haciendo que se comporte como un elemento finito y consiguiendo que todos los chapones colaboren tanto en los esfuerzos provocados por el empuje de la carga interior, como en los momentos provocados por excentricidades o dilataciones excesivas. Estas mismas piezas son la que permiten el machihembrado, éste se realiza de manera sencilla, como muchos de los muebles de Ikea, sólo hay que colocar un taco del mismo material de la caja o madera (si son pequeñas cargas) en el hueco dispuesto al efecto.

Las mallas serán de PVC reutilizado si se prevé su colocación en el exterior y de malla plástica (polibutileno o polipropileno) si se colocan en zonas de vivienda. Serán metálicas si el empuje de la carga así lo requiere.

Los tirantes se harán trenzando acero o cobre reutilizado de cables de instalaciones eléctricas. Los cables son pasantes y dan una vuelta para acabar en una pieza de anclaje del mismo material. Si se usa cable de cobre se pondrán fundas plásticas. Según el relleno y el empuje provocado se colocarán uno, dos o tres cables en los agujeros dispuestos para ellos.

PASO 5. Se colocan las mallas que evitan que el contenido se derrame.

PASO 6. Finalmente se introduce el contenido y se cierra la caja. Luego se machihembra con las piezas de esquina para aparejar un muro o talud.

PASO 1. La caja esta plegada para facilitar el almacenaje. El primer paso consiste, evidentemente, en desplegarla.

PASO 3. Se colocan y remachan los perfiles de esquina que rigidizan la caja.

PASO 2. Una vez desplegada se adaptan las caras laterales.

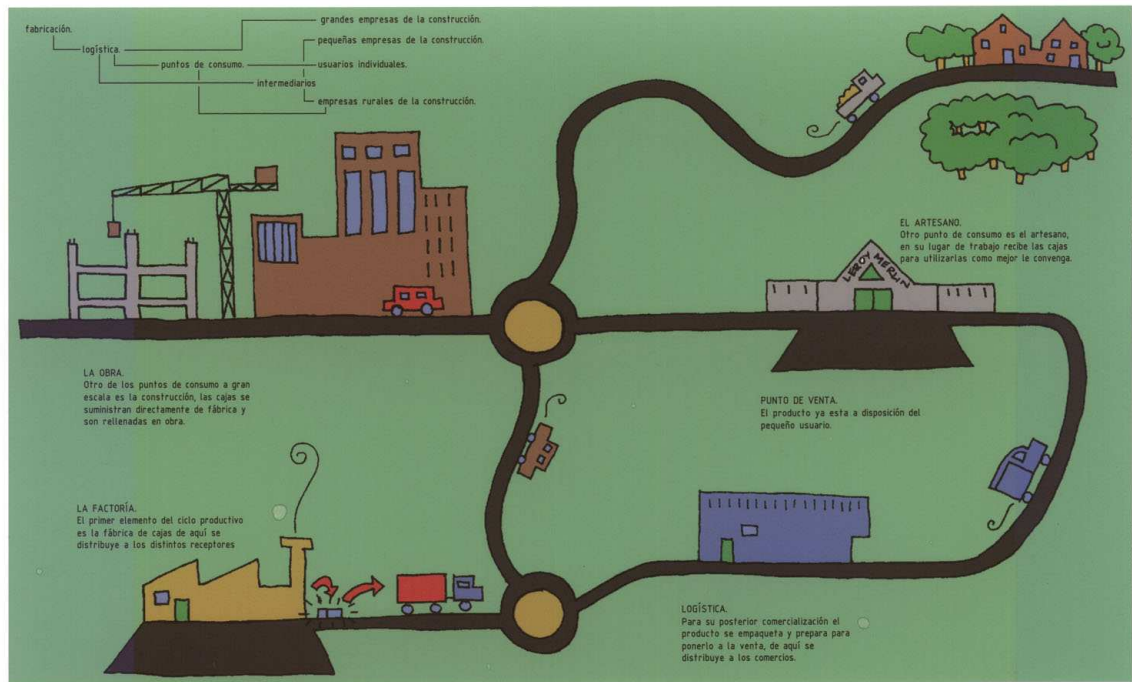
PASO 4. Atranzan las caras. El número de tirantes varía según el contenido.

**ALGUNOS EJEMPLOS DE MATERIALES QUE PUEDEN SER USADOS Y LA VARIACIÓN DE LA CAJA.**

MATERIAL	densidad aparente	tipo de malla	cantidad de tirantes uso
arena	1700 kg/m <sup>3</sup>	metálica	tres talud preferiblemente
desecho de granito (granulometría media)	2500 kg/m <sup>3</sup>	pvc o metálica	dos o tres talud y cerramiento
pizarra	2700 kg/m <sup>3</sup>	pvc o metálica	dos o tres talud y cerramiento
casco de ladrillo	1300 kg/m <sup>3</sup>	pvc, metálica o plástica	una o dos talud y cerramiento
virutas de madera	650 kg/m <sup>3</sup>	pvc o plástica	una talud y cerramiento
restos de moquetas y textiles	850 kg/m <sup>3</sup>	pvc o plástica	una o dos talud y cerramiento

faller 5. prof. david sanz  
jesús gómez garcía 99071

soluciones alternativas al reciclado de los materiales de desecho de la construcción



**PROCESO DE FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN.**  
Ningún material es sostenible si no es capaz de competir en el mercado. Por eso ello hemos elaborado la caja para que se pueda comercializar en distintos puntos y así poder llegar a un mayor número de usuarios. Tras varios estudios de mercado realizados para elementos semejantes hemos llegado a la conclusión de que es necesario diversificar y zapparar la fabricación, logística y la comercialización. De esta manera el uso no se restringe a la gran empresa de construcción sino que el aficionado al bricolaje también podría usar nuestra caja-contenedor de desechos de la construcción.

faller 5. prof. david sanz  
jesús gómez garcía 99071

soluciones alternativas al reciclado de los materiales de desecho de la construcción

FIGURA 1: Extracto del trabajo de Jesús Gómez García

HERNÁNDEZ—CRESPO, M.S. Y RINCÓN, J.M.

2001 «New porcelainized stoneware materials obtained by recycling of MSW incinerator fly ashes and granite sawing residues»

*Ceramics International*, nº 27, pp 713-720

HUANG ET AL

2002 «Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process»

*Resources Conservation & Recycling*, nº 37, pp 23-37

INYANG ET AL

2003 «Simplified calculation of maximum allowable contaminant concentration in waste-amended construction materials»

*Resources Conservation & Recycling*, nº 39, pp 19-32

KLANG ET AL

2003 «Sustainable management of demolition waste and integrated model for the evaluation of environmental, economic and social aspects»

*Resources Conservation & Recycling*, nº 38, pp 317-334

LIN ET AL

2003 «The reuse of municipal solid waste incinerator fly ash slag as a cement substitute»

*Resources Conservation & Recycling*, nº 39, pp 315-324

MOREL ET AL

2001 «Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction»

*Building and Environment*, nº 36, pp 1119-1126

RIBEIRO, L Y CAMAPUM, J.

2003 «The use of quarry waste in pavement construction»

*Resources Conservation & Recycling*, nº 39, pp 91-105

SICADILIS ET AL

2002 «Utilisation of municipal solid wastes for mortar production»

*Resources Conservation & Recycling*, nº 36, pp 155-167