



Construcción con Tierra Patrimonio y Vivienda X CIATTI 2013

Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos
2013.

Coordinadores: José Luis Sáinz Guerra, Félix Jové
Sandoval.

ISBN: 978-84-617-0473-6

DL: VA 470-2014

Impreso en España

Junio de 2014

Publicación online.

Para citar este artículo:

ARIAS MADERO, Javier; BLANCO MARTÍN, Javier. "La tierra en la construcción de cerramientos con materiales de reciclaje". En: *Construcción con tierra. Patrimonio y Vivienda. X CIATTI. Congreso de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2013*. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2013. P. 389-396. Disponible en internet:

<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2014/389-396-arias.pdf>

URL de la publicación: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

LA TIERRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CERRAMIENTOS CON MATERIALES DE RECICLAJE

X CIATTI 2013. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra
Cuenca de Campos, Valladolid.

Javier Arias Madero, arquitecto. Profesor del Departamento de Construcciones Arquitectónicas.

*Javier Blanco Martín, arquitecto. Profesor del Departamento de Proyectos Arquitectónicos.
Universidad de Valladolid, España.*

PALABRAS CLAVE: reciclaje, tierra, botellas, neumáticos, palés.

1. Sostenibilidad y construcción

Si definimos la sostenibilidad como *las acciones llevadas a cabo en pos de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades*, el mundo de la construcción y lo que comportan los edificios en sí en los países industrializados, se sitúan hoy en día en las antípodas de lo que podemos entender por actividad sostenible, los datos son alarmantes:

Los edificios son responsables aproximadamente del:

36% del uso total de la energía.
65% del consumo de electricidad.
30% de las emisiones de Gases Efecto Invernadero.
30% del uso de materias primas.
30% de los residuos que van a vertedero.
12% del uso del agua potable.

Queda patente de este modo, la responsabilidad de los que trabajamos en el mundo de la construcción de establecer mecanismos que no sólo perjudiquen lo menos posible al medio ambiente, sino que sirvan para paliar en lo posible el daño que la sociedad actual está infringiendo al planeta. Uno de esos mecanismos pasa por la incorporación de residuos de diversos modos en la propia construcción. La



Figura 1. Río contaminado con botellas PET. Puerto Príncipe. Haití. Los países menos desarrollados no cuentan con la capacidad del reciclaje del material a pesar de constituir un importante negocio en zonas más avanzadas. Foto F.



Figura 2. Muro de tierra y botellas PET. Puede observarse el sistema combinado de muros y pilares ejecutados con el mismo sistema. Kajunga Uganda. 2010. Foto Eco-tec.

reducción de estos residuos tiene consecuencias importantísimas para el medio ambiente, pues su almacenamiento supone un gasto importante para las administraciones, contribuyen al calentamiento global por la emisión de metano y son una posible fuente de contaminación para el agua, la tierra y el aire.

2. La Tierra en la construcción sostenible

El material más sostenible en construcción, es aquel que necesita menos manipulación tanto industrial como humana en su utilización y que se encuentra lo más cerca posible de la obra. Cuanto menos se manipula y menos hay que transportarlo, menos energía se consume, menos residuos se generan y menos emisiones de CO₂ a la atmósfera se desprenden. En este sentido la utilización de la tierra cruda obtenida de modo local, como material constructivo, se sitúa en la cima de los materiales más ecológicos. Su uso en cerramientos incorporando residuos, constituye una solución de incontestable valor sostenible. Por otro lado, desde el punto de vista técnico, su consistencia plástica y moldeable, posibilita modos de utilización versátiles, aglutinando

diferentes tipos de residuos de distintos tamaños o permitiendo su introducción en diferentes moldes.

Los tres ejemplos que analizaremos de cerramientos ejecutados con tierra cruda, incorporan residuos, sin interferir en su ulterior reciclaje. Analizaremos sistemas constructivos formados por tierra en combinación con botellas de plástico PET, neumáticos de automóvil y palés de madera.

3. Muros de tierra y botellas de plástico PET

El PET (tereftalato de polietileno) se produjo por primera vez en los años 40 para la fabricación de fibras. Aparte de otros usos actuales, su gran resistencia a agentes químicos, gran transparencia y menores costes de fabricación que el vidrio, lo han encumbrado como el material contenedor de líquidos preferido por la industria de nuestros días (refrescos, agua, detergentes, etc.).

Aunque absolutamente reutilizable, las botellas de PET constituyen uno de los mayores



Figura 3. Muro de tierra y botellas PET. Manos no especializadas revocan los paramentos del muro con arcilla, la malla de nylon que une las botellas ayuda a la fijación de la capa. Kajunga Uganda. 2010. Foto Eco-tec.

residuos a nivel mundial ya que su reciclaje sólo esta conseguido en una pequeña parte: se recicla un 20% de los 12 millones de toneladas que se fabrican al año. En países como Méjico, que es uno de los mayores consumidores de estos envases por habitante en el mundo, sólo se recicla el 15% de las botellas fabricadas con este material. Esto implica un problema medio ambiental de gran relevancia para este país. Hay que recordar que la degradación espontanea del PET se estima en más de 200 años.

Los sistemas constructivos que aúnan tierra y envases de PET se basan en la utilización de las botellas como un verdadero ladrillo aparejado. De los múltiples ejemplos que exploran la construcción de este sistema, uno de los más exportados y conocidos es el sistema *eco-tec* desarrollado por Andreas Froese, uno de los mayores activistas en el campo de la construcción con residuos. Se trata de una solución que puede reducir el coste de la edificación hasta en un 40% y que evita al máximo el uso del cementos y derivados.

En este sistema, las botellas de PET se rellenan de tierra o escombros y se disponen de



Figura 4. Vivienda construida con muros de tierra botellas PET y botellas de vidrio. Bolivia 2002. Foto www.casasconbotellas.com.

modo reticular a tresbolillo, arriostrándose con hilos de nilón o alambre por ambos extremos de las botellas (boca y base), rellenándose los huecos dejados entre las botellas también con tierra y con escombros mayores hasta completar la masa del muro. La mezcla de la tierra varía y se adapta al lugar de la edificación. De modo habitual se utilizan tierras arcillosas, a las que les añade cáscara de arroz, grama o paja. Si es factible Cada 4-6 hiladas se suele utilizar una mezcla de cal y cemento para estabilizar el conjunto. Una vez erigido el muro, se revoca por ambos lados con barro y se pinta, las redes de hilo de arriostramiento de las botellas sirven para mejorar la adherencia del revoco.

El sistema constructivo utiliza muros de carga complementados con pilares circulares contruidos de similar modo, colocando botellas de modo radial y atándolas entre sí. Estos pilares para los que se utiliza cemento cuando es factible, se disponen en los extremos de los muros y en los sitios que soportan cargas más importantes de la cubierta.

Se obtiene un muro muy resistente y con gran inercia térmica. La bondad del sistema actúa



Figura 5. Prototipo de vivienda Earthship. El Muro de contención de tierra neumáticos permite una de las características más relevante del sistema: la ejecución de viviendas semienterradas que posibilitan el aprovechamiento de la inercia térmica del terreno natural. Foto Mike Reynolds.

en una doble dirección con respecto al reciclado; por un lado se reciclan las botellas de plástico y por otro el muro sirve para incorporar escombros de distintos tamaños: los más gruesos en la cimentación, los medianos para rellenar huecos en la retícula de botellas y los más finos que se introducen en su interior.

4. Muros de tierra y neumáticos fuera de uso

Tan habitual y cotidiano como peligroso para el deterioro medio ambiental, la gestión del neumático fuera de uso NFU ha sido una de las grandes problemáticas del siglo XX. El geométrico desarrollo de los transportes ha propiciado su uso de modo masivo y como consecuencia, su esparcimiento por todo el planeta de modo descontrolado en campos y ríos.

Aparte de otros métodos de integración de los neumáticos triturados en sistemas constructivos, como pavimentos flexibles o como aditivos para hormigones, nos centraremos en ejemplos de muros de tierra que incorpo-

ran llantas de neumáticos enteras. Aprovechamos en este punto para mencionar a Mike Reynolds, otro de los arquitectos que más ha trabajado sobre la integración de los residuos en construcción. Su propuesta más contundente los *earthship* (barcos de tierra) constituyen prototipos de vivienda ecológica auto-suficiente: tratan de aprovechar al máximo las condiciones medioambientales del entorno y reducir los costes de construcción mediante la incorporación de residuos y componentes reciclados en los distintos sistemas constructivos.

Los muros de contención de tierra y neumáticos constituyen uno de los componentes más interesantes de las viviendas *earthship*. Su sistema básico de construcción consiste en la utilización de las llantas como piezas de aparejo o sillar, disponiendo hiladas de neumáticos que se rellenan con tierra o arena, la cual se compacta de modo minucioso con diferentes herramientas: picos, mazas, pisones, etc. Se consigue de modo con cada llanta, un bloque apto para ser comprimido que puede llegar a pesar mas de 100kg. La siguiente hilada en la construcción del muro se desplaza



Figura 6. Prototipo de vivienda Earthship. Se puede apreciar el sistema de ejecución del muro y de los elementos de remate finales realizados con mezcla de cemento. Foto Mike Reynolds.

lateralmente medio neumático repitiéndose la operación. En los extremos de los muros y en la coronación se suele utilizar cemento para obtener elementos más resistentes para apoyo de la estructura de la edificación.

Los muros se revocan con barro, la superficie estriada de los neumáticos permite que no sea necesario ningún tipo de malla que asegure la adherencia del revoco al muro. Se obtiene un muro impermeable, con importante inercia térmica y con una capacidad mecánica excepcional, apto para zonas de actividad sísmica.

5. Muros de tierra y palés reciclados

El interés de la inclusión del palé en la construcción, viene motivado más que por la necesidad de eliminar un residuo molesto o nocivo, por la posibilidad de utilizar un elemento universal de características invariables a lo largo de todo el planeta y siempre presente en situaciones post-desastre, pues los palés se utilizan para el transporte de material de auxilio, comida, ropa, medicinas, etc. En estas

situaciones la necesidad de alojamientos de construcción rápida y económica es un hecho.

El palé es un elemento ingenioso: constituye en si mismo una pequeña estructura formada por piezas de madera de mala calidad que sin embargo, debido a la optimización de su diseño, es capaz de soportar cargas importantes. El palé debidamente ensamblado y arriostrado puede dar lugar a construcciones de pequeño porte pero perfectamente válidas para ser utilizadas en viviendas, escuelas, etc.

Estos ejemplos, se sirven de la tierra cruda, en solitario o mezclada con paja u otros aditivos, para formar con el pale una superficie continua que sirva como cerramiento. Estos sistemas, son en realidad, una versión renovada de modos tradicionales de construir con entramado de madera y barro que podemos encontrar en ámbitos rurales de la geografía española e iberoamericana.

Son numerosos los ejemplos que proponen prototipos de vivienda utilizando los pales como estructura y materiales locales, tierra, paja, textiles, papel, como relleno interior de



Figura 7. Prototipo de vivienda Earthship. Proceso de construcción del muro y revocado final con barro. Foto Mike Reynolds.

los mismos. Se trata de soluciones sencillas, unidas con tornillos o clavos, ejecutables fácilmente por manos no cualificadas y sin necesidad de medios auxiliares. La protección al agua necesaria, sobre todo en los faldones de cubierta, se consigue también con materiales de desecho ligeros apropiados: goma, planchas plástico, etc.

Hay modelos que simplemente cierran la superficie exterior de los palés a modo de la quincha peruana, con una mezcla de tierra

o paja y propuestas donde la totalidad de los palés se rellena con la mezcla, obteniendo un cerramiento de mayor inercia térmica. Una variante interesante que mejora aún más la capacidad aislante del cerramiento, consiste en la inclusión de botellas de PET vacías o rellenas de algún residuo con capacidad aislante: tela, papel, etc. Los paramentos tanto interiores como exteriores se suelen revocar con barro o en ocasiones se atornillan planchas de diversos materiales para incrementar la integridad del cerramiento.



Figura 8 (arriba izquierda). Prototipo de palé relleno de barro y paja. Festival Internacional de Arte y Construcción IFAC 2013. Covarrubias. Burgos. Foto del autor. Figura 9 (arriba derecha). Vivienda construida con pales reciclados rellenos de barro y paja. San Pedro de Alcántara. Chile. Foto unificando alcántara. Figura 10 (abajo izquierda). Vivienda construida con palés reciclados rellenos de barro y paja. Revocado con barro de los palés como acabado exterior. San Pedro de Alcántara. Chile. . Foto unificando alcántara.

Bibliografía

V.V.A.A. *Arquitectura y construcción con tierra. Tradición e innovación.* Mairena libros. 2002

BAHAMÓN, ALEJANDRO. SANJINÉS, MARÍA CAMILA. *Rematerial. Del desecho a la arquitectura.* Parramón. Arquitectura y Diseño. Barcelona 2008.

EDWARDS, BRIAN. *Guía Básica de sostenibilidad.* Editorial Gustavo Gili. Barcelona 2008.

De Garrido, Luis. *R4House.* Ediciones Anavif. Valencia 2007

V.V.A.A. *Houses and cities built with earth. Conservation, significance and urban quality.* Culture 2000 program. Argumentum. 2006.

<http://www.eco-tecnologia.com>

<http://www.casasconbotellas.com>

<http://earthship.com>

<http://paletproject.blogspot.com.es>

<http://unificandoalcantara.tumblr.com>

