



La arquitectura construida en tierra, Tradición e Innovación

Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos
2004/2009.

Coord.: José Luis Sáinz Guerra, Félix Jové Sandoval

Editor: Cátedra Juan de Villanueva, Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Valladolid

ISBN: 978-84-693-4554-2

D.L.: VA-648/2010

Impreso en España

Valladolid
Septiembre de 2010

Publicación online.

Para citar este artículo:

SEISDEDOS, Jorge. "Unidad de producción de bloques de tierra comprimida - BTC". En: *Arquitectura construida en tierra, Tradición e Innovación. Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2004/2009*. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2010. P. 289-294. Disponible en internet:

http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2010/2010_9788469345542_p289-294_seisdedos.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.

UNIDAD DE PRODUCCIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA - BTC

V Congreso de Tierra en Cuenca de Campos, Valladolid, 2008

Jorge Seisdedos, Rafael López
Hábitat Tierra-CEETyDeS - Centro para el desarrollo sostenible del hábitat. Ayuntamiento de Berzosa del Lozoya, Madrid, España

Resumen

La enorme incidencia del sector de la construcción en el medio ambiente hace necesario el desarrollo de técnicas constructivas de mínimo impacto ambiental, capaces de ofrecer un entorno más natural y saludable para las personas. Hábitat Tierra-CEETyDeS es una asociación especializada en la promoción de proyectos integrales de desarrollo sostenible del hábitat. Entre sus objetivos destaca la promoción de materiales y técnicas de bioconstrucción y el desarrollo de proyectos de arquitectura bioclimática.

En esta línea de actuación, se ha desarrollado desde el año 2006 el proyecto Unidad de Producción de Bloques de Tierra Comprimida (BTC). El proyecto propone la puesta en marcha de un equipo de producción de este material de bioconstrucción como estrategia de creación de empleo e integración social de la población en situación de desigualdad o riesgo de exclusión social en la Sierra Norte de Madrid.

El empleo de bloques de tierra comprimida (BTC) en la edificación constituye uno de los sistemas constructivos actuales más adecua-

dos en términos ecológicos por el mínimo impacto ambiental de su Ciclo Global de Vida. El material se compone básicamente de tierra de excavación (con un adecuado porcentaje de arcilla) y un reducido volumen (6-8%) de estabilizante (cemento o cal hidráulica natural).

La estabilización aporta a la tierra (entre otras características) propiedades de resistencia a la humedad, aspecto que supone una importante mejora respecto a las técnicas tradicionales de construcción con tierra cruda. Una vez realizada la mezcla y tras la fase de prensado y secado, el bloque está listo para su utilización en obra, sin requerir cocción, aspecto que resulta fundamental a la hora de evaluar su impacto medioambiental y que confiere al bloque sus destacadas propiedades térmicas (permeabilidad al vapor de agua y alta inercia térmica, lo que favorece el confort interior y la reducción del consumo energético en la edificación), acústicas y estéticas.

Al emplear materiales naturales obtenidos de la propia obra (excedentes de excavación, que en otro caso serían residuos) y procesos de muy bajo consumo energético (no se precisa cocción de la tierra), el proceso productivo resulta de mínimo impacto medioambiental.

El proyecto propone la utilización de maquinaria móvil, transportable a la obra en construcción o a otra zona donde resulte adecuada la producción de los bloques de tierra comprimida (como pueden ser zonas de extracción de tierra para la confección tradicional de adobes o vertederos de tierras de excavación), lo que constituye una interesante opción además de la producción en taller.

En la actualidad, la Unidad de Producción de Bloques de Tierra Comprimida (BTC) puesta en marcha por Hábitat Tierra-CEETyDeS, con la cofinanciación de Obra Social Caja Madrid y el Programa Leader Plus, y el apoyo de los ayuntamientos de Somosierra y Berzosa del Lozoya (Madrid), está en funcionamiento en la Sierra Norte de Madrid, y ya se han realizado cuatro edificaciones en la zona que incorporan BTC en varios de sus elementos constructivos, resultando un material de bioconstrucción viable y competitivo en términos técnicos y económicos.

Objetivos

El proyecto persigue tres objetivos fundamentales:

- Formación ocupacional e integración socio-laboral del colectivo de personas en riesgo de exclusión social en la zona de actuación.
- Desarrollo sostenible, a través de la promoción de la arquitectura bioclimática y la bioconstrucción, apoyadas en la recuperación de valores de la arquitectura tradicional y en la protección del entorno natural de la Sierra Norte de Madrid.
- Promoción socio-económica, en una zona caracterizada por núcleos rurales de reducido tamaño, baja densidad y envejecimiento de la población, así como escaso tejido productivo.

El bloque de tierra comprimida - BTC - como material de bioconstrucción

El bloque de tierra compactada y estabilizada se constituye como uno de los materiales preferentes en bioconstrucción debido al mínimo impacto ambiental producido en las diferentes etapas de su Ciclo Global de Vida:

BTC - ANÁLISIS DEL CICLO GLOBAL DE VIDA

Etapas I: Extracción y producción

- Empleo de recursos naturales muy abundantes y disponibles;
- Reducida transformación del medio para su obtención por la posibilidad de empleo de excedentes de excavación (que en otro caso serían residuos);
- Coste energético y contaminación mínimos para su producción (no precisa cocción);
- Reducido coste energético de transporte (al emplear tierras locales o realizar la producción in situ).

Etapas II: Puesta en obra y vida útil

- Facilidad de puesta en obra con bajo coste energético (según técnicas convencionales)

de albañilería, lo que facilita su implementación);

- Larga vida útil (a través de procesos de estabilización);

- Alta inercia térmica (lo que favorece el acondicionamiento térmico de la edificación y el ahorro energético);

- Capacidad de regular la humedad ambiental (al resultar permeable al vapor de agua);

- Reducido coste energético de transporte (al emplear tierras locales o realizar la producción in situ).

Etapas III: Deconstrucción

- Facilidad de recuperación, reutilización y reciclado;

- Residuos naturales de nulo impacto ambiental (al estar compuesto de tierra, con un bajo porcentaje de aglomerante en su caso).

Producción de bloques de tierra comprimida - BTC

El ciclo productivo se desarrolla de acuerdo a las siguientes fases:

Fase 0. Identificación

La Unidad de Producción se compone de maquinaria móvil, lo que permite su empleo en la propia obra en construcción, en el taller de la unidad o en otras zonas donde resulte adecuada la producción por las características del proyecto, todo ello con el objetivo de

FASE 0.- IDENTIFICACIÓN	ANÁLISIS Y PRUEBAS ACOPIO - SECADO
FASE I.- PREPARACIÓN	CRIBADO TRITURADO
FASE II.- MEZCLADO	DOSIFICACIÓN SECA DOSIFICACIÓN DE AGUA
FASE III.- PRENSADO	PRENSADO DESMOLDEO
FASE IV.- SECADO	CURADO SECADO
FASE V.- STOCKAJE	ACOPIO EN PALETS EMBALAJE

Fuente: elaboración propia

aprovechar las tierras locales para su empleo en obra. Esto conlleva la utilización de tierras de diversas procedencias y características, por lo que resulta necesario realizar un análisis inicial de la viabilidad técnica y económica de cada proyecto.

El primer paso consiste en conocer las propiedades físico-químicas de la tierra a emplear, lo que puede realizarse de manera pormenorizada a través de pruebas de laboratorio (lo que resulta costoso además de no ser siempre necesario) o bien de forma aproximada a través de pruebas de campo:

Tabla inferior: Principales propiedades de la tierra.

Las diferentes pruebas de campo (que la experiencia acumulada ayuda a interpretar) nos dan una aproximación en muchos casos suficiente sobre la idoneidad del suelo a emplear, completándose con la elaboración de diferentes pruebas de bloques, que deben

PRINCIPALES PROPIEDADES DE LA TIERRA

PROPIEDAD	ANÁLISIS DE LABORATORIO	PRUEBA DE CAMPO
<i>Propiedades químicas:</i>		
Sales, óxidos, sulfatos, etc	Ensayos químicos	Aspecto (color, olor, sabor, tacto)
<i>Propiedades físicas:</i>		
Granulometría	Ensayo granulométrico	Prueba del rollo o la cinta
	Ensayo sedimentométrico	Prueba de la botella
Plasticidad	Límites de Atterberg	Prueba de la pastilla
Compresibilidad	Ensayo Proctor	Prueba de la bola

Fuente: RIGASSI, Vincent - CRATerre-EAG. Blocs en terre comprime. Volume I.- Manuel de production. GTZ



Figura 1. Vista del proceso de preparación de la tierra: Criba y pulverizadora



Figura 2. Vista de la fase de mezclado en taller: Mezcladora planetaria

ser testados para ofrecer resultados definitivos sobre la calidad del producto final realizado con dichas tierras.

La viabilidad productiva y económica del proyecto también debe determinarse, en caso de ejecución in situ, analizando las posibilidades de transporte y montaje de la Unidad de Producción (superficie disponible, protección a la intemperie, abastecimiento de agua, movilidad, etc.), los costes de extracción y de transporte de las tierras, así como sus condiciones de acopio, que deben garantizar el adecuado secado de las mismas antes de la fase de preparación. Todos estos aspectos pueden hacer aconsejable el traslado de las tierras y la producción en taller.

Fase I. Preparación

Las operaciones a llevar a cabo para la preparación de las tierras dependerán de las características de la misma, pudiendo ser necesarios diversos equipos o sólo algunos de ellos, como son: Trituradora, pulverizadora y/o criba, así como maquinaria diversa de movimiento de tierras que pueda facilitar el trabajo y mejorar el rendimiento productivo.

Se trata de obtener un tamaño de grano adecuado de la tierra, que permita realizar las siguientes fases de mezclado y prensado, dando lugar a un bloque de calidad. Como se ha mencionado, esta fase requiere que la tierra se encuentre suficientemente seca. Resulta necesario prever las adecuadas condiciones de protección frente al polvo generado y al ruido de la maquinaria (máscaras,

gafas y/o protectores auditivos), lo que hace aconsejable realizar las operaciones en lugares bien ventilados o al exterior. Esta fase puede realizarse independientemente del resto del ciclo productivo, dejando las tierras acopiadas en lugar seco y protegido para su utilización posterior.

Fase II. Mezclado

Esta fase de producción se realiza en dos etapas, la mezcla seca, en la que se incorporan los demás componentes que conforman el BTC (arcillas, arenas, aglomerantes, colorantes) si estos son necesarios, y la mezcla húmeda, en la que se incorpora el agua en la cantidad adecuada y de manera homogénea.

La adecuada dosificación de cada uno de los componentes, de acuerdo a las conclusiones de las pruebas realizadas en la fase de identificación, debe ser permanentemente controlada por el personal responsable de la producción.

La dosificación en volumen del agua total en cada amasado (a través de sistemas automatizados) y la forma de incorporación de la misma (mediante difusores) influye de manera decisiva en el adecuado prensado posterior de la tierra y en la calidad final del bloque producido, por lo que el proceso de mezclado debe ser continuamente controlado por personal experto.

En esta fase de trabajo es necesario el empleo de mezcladoras adaptadas al trabajo con tierras en estado hídrico húmedo, no



Figura 3. Vista de la fase de prensado: Prensa mecánica semiautomática

resultando adecuadas las hormigoneras convencionales para la producción de morteros y hormigones de obras, que no consiguen realizar una mezcla homogénea y sin formación de bolos.

Se definen como tiempos de retención aquellos que resultan aconsejables para una adecuada mezcla de la masa, así como el reposo de la misma antes de pasar a la siguiente fase, y que dependen de los componentes de la misma (Ver apartado: Estabilización de la tierra en la producción de BTC).

Fase III. Prensado

La compresión de la tierra es la operación principal del proceso productivo de BTC, sin embargo, la calidad final del bloque dependerá en gran medida del resto de las fases, tanto las anteriores (elección de la tierra, componentes, preparación y mezcla) como las posteriores a su paso por la prensa (curado, secado, stockaje y transporte). Si el control de todo el proceso productivo es adecuado, el tipo de prensa utilizado no será determinante en la calidad final del producto.

El rendimiento productivo viene determinado en parte por la velocidad de trabajo de la prensa y el esfuerzo que requiera su empleo, pero no hay que olvidar que la prensa no podrá trabajar a buen ritmo si no recibe la tierra adecuadamente preparada y mezclada, por lo que será necesario disponer de los medios adecuados (cintas transportadoras, equipos de medida y dosificación, etc.) para

cubrir las fases anteriores, con sus tiempos de retención, a una velocidad que nos permita aproximarnos al máximo al rendimiento nominal de la prensa.

El continuo mantenimiento de la maquinaria de producción, a través de protocolos establecidos para cada equipo, resulta también fundamental para que no se produzcan paradas en la producción que puedan afectar al rendimiento productivo, y con ello a la viabilidad económica del proyecto.

Fase IV. Secado

La fase de secado tiene una especial incidencia en la calidad final de los bloques, por lo que debe realizarse de manera controlada. Se diferencian dos etapas: Periodo de curado (si se incorporan aglomerantes para la estabilización de la tierra) y periodo de secado.

En cualquier caso, se trata de evitar un secado demasiado rápido (por lo que hay que mantenerlos al abrigo del sol y del viento) ya que se producirían fisuras de retracción, lo que afectaría a la resistencia final de los bloques.

Los bloques producidos en una jornada se van colocando en filas, con una pequeña separación entre ellos para ventilación, apilándose hasta cinco alturas y cubriéndose con un plástico de color oscuro para mantener una temperatura y una humedad más elevadas (en caso de empleo de aglomerantes). Es importante colocarlos de tal manera que se facilite su recuento rápido, lo que posibilita un mejor control de la productividad y de las cantidades de componentes empleados.

Fase V. Stockaje

La siguiente jornada de trabajo tras la compactación, ya pueden manipularse los bloques para su colocación en palés, que deben ser embalados con plástico para mantener las condiciones de humedad adecuadas (en el caso de empleo de aglomerantes).

En esta fase final, los BTC quedan ya preparados para su almacenaje, venta, transporte y entrega en obra. En el caso que nos ocupa, se comercializan en palés de 200 unidades, con dimensiones similares a las de otros materiales de construcción. Es importante tener en cuenta que el peso del palé completo será en

OBJETIVOS DE ESTABILIZACIÓN DE LA TIERRA

INTERVENCIÓN	OBJETIVO
Actuar sobre la porosidad	Reducir las variaciones de tamaño frente a la acción del agua
Actuar sobre la permeabilidad	Mejorar la resistencia a la erosión del agua y del viento
Actuar sobre los enlaces entre partículas	Aumentar la resistencia mecánica a compresión

MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE BTC

TIPO DE ESTABILIZACIÓN	MÉTODO
Estabilización mecánica	Compactación
Estabilización física	Control de la granulometría
Estabilización química	Adición de aglomerantes: Cemento - Cal

Fuente: RIGASSI, Vincent - CRATerre-EAG. Blocs en terre comprime. Volume I.- Manuel de production. GTZ.

torno a los 1.500 kg (variable en función del espesor de los bloques).

Estabilización de la tierra en la producción de BTC

La estabilización de la tierra consiste en intervenir sobre sus características (estructura y textura) para mejorar sus propiedades, especialmente la resistencia a la compresión y a la humedad. Se pueden establecer tres posibilidades de intervención sobre la estructura y la textura de la tierra para su mejora:

Tabla superior: Objetivos y métodos de estabilización de la tierra

En cualquier caso, la incorporación de aglomerantes para la estabilización química de la tierra no siempre resulta necesario para la producción de BTC, ya que si el elemento constructivo no queda expuesto a la acción del agua y el viento, ni a especiales esfuerzos mecánicos, el BTC presentará un buen com-

portamiento sin la presencia de estabilizantes químicos.

Conviene recordar que para determinar la proporción adecuada de aglomerantes como aditivos de los BTC es necesario realizar una primera producción de bloques de prueba con diferentes dosificaciones y proceder a su ensayo.

Fase actual

Actualmente se ha iniciado la siguiente fase del proyecto, en colaboración con Obra Social Caja Madrid y la Residencia de Discapacidad Intelectual del Ayuntamiento de Berzosa de Lozoya, gestionada por la Fundación Jicoteca, consistente en la puesta en marcha de un Taller Ocupacional de Producción de BTC adaptado para el trabajo de personas con discapacidad intelectual, con la previsión de su transformación en Centro Especial de Empleo en un futuro próximo.

Bibliografía

DE OLARTE, Jorge Luis y GUZMÁN, Evelin - CEETyDeS. Edificación con tierra armada. D.G. de Arquitectura de la Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid. Madrid, 1993. España.

RIGASSI, Vincent - CRATerre-EAG. Blocs en terre comprime. Volume I.- Manuel de production. GTZ, Eschborn, 1995. Alemania.

GUILLAUD, Hubert; JOFFROY, Thierry y ODUL, Pascal - CRATerre-EAG. Blocs en terre comprime. Volume II.- Manuel de conception et de construction. GTZ, Eschborn, 1995. Alemania.