

T2 Los sistemas de construcción con tierra (una nueva aportación en aras de una arquitectura más sostenible)

LUIS MALDONADO RAMOS
DAVID RIVERA GÁMEZ
Madrid (España), mayo de 2004.

S1 Antonio Valero
S2 José Manuel Naredo

Título original del taller: Los sistemas de construcción con tierra, una aportación en aras de una arquitectura más sostenible.

Fecha: Taller celebrado entre el 9 y el 13 de marzo de 2004.

Director del taller: Luis Maldonado Ramos.

Secretario: David Rivera Gámez.

Profesores: Miguel Ángel Gálvez Huerta, Santos García Álvarez, Fernando Vela Cossío, Luis Maldonado Ramos y David Rivera Gámez.

Participantes: Carmen Acién Lorca, Laura Agendo Díaz, Antonio Aguado Santoyo, Marta Patricia Alba Albarracín, Ana Alcauza Moreno, Santiago Aparicio Martínez, Laura Bejerano Iglesias, Leonardo Bueno Ramos, Laura Cabello Fuentes, Antonio Canseco Pérez, Ramón Cantero Castro, Ana Casivo Carrasco, María Teresa Castillo Pastor, Julia Chamorro Capa, Viviana Civito, David Contreras Esteban, Ferdinand Cookson Zueco, Martín Delgado Alfaro, Paula Domínguez Cardoso, José Luis Domínguez Delgado, Borja Dorado García, Miguel Echanove Pasquín, Ana Fernández Cubero, Blanca García Alvarez, José Antonio García Ares, Ignacio Javier Gil Crespo, Patricia Gil Gutiérrez, Javier Gil Vielo, Carmen María González De La Aleja, Lorenzo Guadalupe Hernandez, Marcos Guardiola Martín, Guadalupe Hernandez Lorenzo, María Ibarra Gordia, Emilio Larrodera Baca, Rocío Maira Vidal, Nerea Malagón Egido, María Manresa García, Beltrán Marín Inha, Palmira Martín García, Elena Mier Torrecilla, Gustavo Navarro, Carlos Ruiz Jiménez, Luis Sanchez Caamaño, Jorge Sánchez Santa-Cruz, Judith Sastre Arce, Pablo Taecchia, Isabel Tarrío Alonso y Jacobo Used Alonso.

El taller de construcción con tierra, que fue planteado como parte de las Jornadas para una Arquitectura y un Urbanismo Más Sostenibles, tenía como misión familiarizar a los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM) con un material de construcción tan antiguo como la arquitectura misma pero que sin embargo ya no es utilizado en Europa en la construcción convencional.

Los objetivos del taller incluían el *conocimiento de los sistemas tradicionales y modernos de construcción con tierra* y sobre todo el *planteamiento de las relaciones estrechas que existen entre las nuevas exigencias sociales planteadas a la arquitectura y la construcción con tierra actual*, pues, en efecto, aunque aún limitada al restringido panorama *alternativo*, la utilización de la tierra en la arquitectura adopta una importancia creciente desde el último tercio del siglo XX. Difundir el uso (o más bien los diversos usos) habituales de este material en la arquitectura hoy en día es tanto más importante en un contexto propiamente universitario.

No tenemos más remedio que admitir que la *arquitectura convencional* se ha desgastado en algunos puntos importantes y arroja una serie de interrogantes que hasta ahora no ha sabido contestar. Fundamentalmente se trata de una crisis en su relación con el equilibrio bioclimático del planeta y con el grado de confort que es capaz de proporcionar en muchos ambientes sociales y culturales en los que ha sido implantada por la fuerza y desde arriba, partiendo de decisiones políticas precipitadas que buscaban un mimetismo fácil con los países originarios de la arquitectura moderna.

De forma paralela al desencanto que este tipo de arquitectura estandarizada y concentracionaria ha ido generando en los países en vías de desarrollo, en Europa y Estados Unidos se han ido recuperando, mejoradas, las tradiciones de construcción con tierra abandonadas en el siglo XIX. Ambas líneas confluyen en el momento actual, cuando la célebre *globalización* permite compartir experiencias y poner en contacto inmediato a todos aquellos profesionales que trabajan sobre un mismo objeto. En conjunto, se puede afirmar que hoy existe una cultura arquitectónica alternativa que se basa en la tierra como material de construcción y que posee, de forma sorprendente, su propio mundo de códigos, procedimientos y herramientas, del mismo modo que cuenta ya con una pequeña historia que cubre varias etapas.

Esta cultura alternativa puede rastrearse hasta las últimas experiencias sistemáticas de construcción con tierra en la primera parte del siglo XIX, mientras que se constata una etapa de interrupción o minimización de su desa-

rollo a partir de la expansión de la construcción industrializada a mediados de ese siglo. Aunque la construcción moderna no haya retrocedido ni perdido hoy por hoy ninguna de sus prerrogativas esenciales, la arquitectura de tierra parece haberse recuperado del impacto que le produjo la aparición de la construcción industrializada y ha reconstruido una cierta tradición que se adapta a los tiempos que corren, proponiendo opciones diferentes que luchan por hacerse un lugar junto a la inercia de las corrientes dominantes y el volumen de los intereses establecidos. Un camino difícil e incierto que sin embargo ya ha sido recorrido al menos de forma parcial.

Por lo tanto, aparentemente, la tierra es un material pobre y arcaico que ya ha cumplido su lugar en la historia, pero más allá de las apariencias descubrimos prácticas constructivas relacionadas con la tierra —incluso en la implementación de sistemas tradicionales— ininterrumpidamente presentes y mejoradas a lo largo del mundo hasta hoy, y no solamente como medio de paliar situaciones de emergencia social, sino en medios docentes y empresariales de los países del *primer mundo*.

El taller que proponíamos como parte de las jornadas se adentra de forma directa en los antecedentes y entresijos de esta situación. Para ello debía prestar atención tanto al aspecto más práctico de la construcción con tierra —con la ilustración lo más directa posible de las últimas tecnologías— como a la presentación en sí de un material que los estudiantes desconocen, el público no toma suficientemente en serio, e incluso se halla hoy en día en desventaja legal con respecto a los demás materiales (no existe una normativa al respecto).



FIGURA 1: Adobes secando en el suelo



FIGURA 2: Bloques de tierra comprimida, fabricación

Desarrollo del taller:

El profesorado del taller fue el siguiente:

- LUIS MALDONADO RAMOS, Dr. Arquitecto, Catedrático de la ETSAM.

- FERNANDO VELA COSSÍO, Dr. En Geografía e Historia, Profesor Titular Interino de la ETSAM.
- MIGUEL ÁNGEL GÁLVEZ HUERTA, Dr. Arquitecto, Profesor Asociado de la ETSAM.
- DAVID RIVERA GÁMEZ, Historiador, Profesor Asociado de la Universidad Alfonso X.
- SANTOS GARCÍA ÁLVAREZ, Arquitecto, Profesor Asociado de la ETSAM.

El programa teórico de las jornadas se desarrolló a través de las siguientes conferencias, y siguiendo el calendario propuesto:

- **Martes 9 de marzo (16.30, en aula X-S-2 de la ETSAM):**
 - Presentación del seminario (DAVID RIVERA GÁMEZ).
 - La construcción con tierra y su convergencia hacia una arquitectura más sostenible (LUIS MALDONADO RAMOS).
 - Ensayos y caracterización de tierras (SANTOS GARCÍA ÁLVAREZ).
 - Sistemas tradicionales de construcción con tierra: técnica del tapial, fábricas de adobe y soluciones de entramado (FERNANDO VELA COSSÍO).
- **Miércoles 10 de marzo (16.30, en aula X-S-2 de la ETSAM):**
 - Sistemas actuales de construcción con tierra: técnica del tapial mecanizado, bloques de tierra comprimida y soluciones mixtas (DAVID RIVERA GÁMEZ).
- **Jueves 11 de marzo (16.30, en aula X-S-2 de la ETSAM):**
 - Valores bioclimáticos de la arquitectura construida con tierra (MIGUEL ÁNGEL GÁLVEZ HUERTA).
- **Sábado 13 de marzo (todo el día):**
 - Esta sesión tuvo lugar en el Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional (CIAT), creado por convenio entre la Universidad Politécnica de Madrid y el Ilmo. Ayuntamiento de Boceguillas (Segovia), que cuenta con talleres y campo experimental apropiados para la realización de las prácticas previstas. Se salió de la ETSAM a las 8 de la mañana y se aprovechó el día completo dentro de las instalaciones del CIAT y en su campo experimental.

El profesor SANTOS GARCÍA ÁLVAREZ se encargó de supervisar las prácticas, las cuales se concentraron por completo en el sábado e incluyeron:

- Ensayos de campo y caracterización de tierras.
- Iniciación a la ejecución de tapiales.
- Fabricación de adobes.
- Fabricación de bloques de tierra comprimida (BTC).
- Introducción a los sistemas americanos: la quinchá y el bahareque.

Se hicieron dos grupos con los alumnos y todos los asistentes tuvieron ocasión de participar en las prácticas moldeando adobes o produciendo bloques de tierra comprimida, cuyas propiedades de resistencia y características principales fueron experimentadas *in situ* siguiendo métodos tradicionales. Un coloquio final y puesta en común clausuró la sesión en Boceguillas.

Como complemento a las prácticas realizadas y con el fin de establecer un baremo para otorgar a los interesados los dos créditos de que se hacían acreedores con su asistencia a las 20 horas del taller, se propuso un trabajo práctico, consistente en el diseño de un edificio auxiliar construido con tierra (sistemas tradicionales o modernos).

Se pretendió con ello introducir en la formación de los estudiantes la preocupación creciente por una arquitectura ecológica, alternativa y sostenible; en este caso, el material básico de construcción era desde luego la tierra cruda, pudiendo inspirarse en los avances realizados en este terreno en algunos centros especializados de Francia, Alemania y otros países, de los cuales se habló a los alumnos durante las conferencias. Como base del ejercicio, se partía del hecho de que la tierra es un material abundante, de bajo coste y eficaz, posee importantes propiedades aislantes y reguladoras (bioclimáticas) y ha sido consagrado a lo largo de la historia de la humanidad por un uso continuado y con buenos resultados en muchas partes del mundo, aunque esta tradición constructiva se ha perdido en casi toda Europa.

De hecho, y esto entra de lleno en el objetivo de las jornadas de arquitectura y urbanismo sostenibles, actualmente la construcción con tierra se ha industrializado y ha obtenido un nivel de calidad y normalización modernos en muchos países. Es un momento en que parece presentarse la posibilidad de su recuperación en el ámbito europeo y, en concreto, en el contexto español.

El trabajo planteó la creación de un Aula Cultural construida con tierra en la localidad de Boceguillas (Segovia), en concreto en el campo experimental del CIAT, donde se celebraron las prácticas del taller el sábado 13. Debía proyectarse la construcción de un espacio arquitectónico en el que se pudieran realizar exposiciones, celebrar actos o conferencias u organizar otros eventos propios de un centro de información o interpretación. Se valoró para la admisión del trabajo la utilización correcta del material en sus propiedades térmicas y acústicas, así como la creación de un espacio o varios espacios apropiados para el uso polivalente que se pretendía dar al aula o pabellón.

El objetivo principal del trabajo era pues la experimentación con las técnicas tradicionales y nuevas de construcción con tierra, de modo que el edificio pudiera utilizarse teóricamente como elemento demostrativo de los sistemas constructivos empleados. La superficie total de actuación era de 150 m² en una sola planta, que incluía aula polivalente, zona de exposición permanente, recepción, aseos, oficina y almacén. Se pidió resolución en el grado de anteproyecto, con memoria descriptiva y detalles constructivos, todo ello en formato A2, pudiendo presentarse un máximo de 4 planos sobre soporte rígido. Algunos de los trabajos finalmente presentados fueron expuestos con el resto de los trabajos producidos por los demás talleres.

Los resultados generales del taller fueron enormemente satisfactorios, para empezar por la gran afluencia de alumnos que decidieron inscribirse en el taller, pero también por el interés demostrado durante las conferencias, por el esfuerzo que se hizo para acudir al Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional durante el sábado y finalmente por el interés demostrado a través de la presentación de trabajos finales, los cuales mostraron un buen grado de comprensión de los sistemas de construcción con tierra o por lo menos de imaginación en su incorporación al conjunto de los materiales de construcción convencionales.

Como experiencia de difusión y de formación, habida cuenta del breve período de tiempo disponible, el desarrollo del taller cumplió sobradamente sus objetivos. Una serie de alumnos, por lo demás, expresaron su interés en continuar investigando acerca del problema de la construcción con tierra actual en el sentido de orientar su futura práctica profesional, lo que sin duda constituye un buen augurio acerca de la utilidad de enseñar.

Extractos de trabajos

Extracto del trabajo de Nerea Malagón

Autora: NEREA MALAGÓN

«La tierra, por conceptos diferentes como textura, proximidad e inmediatez, es un material directamente relacionado con el medio natural. Éste es un valor atractivo que podría potenciar su utilización. El proyecto tratará de llevar este aspecto al extremo, se pretende crear estancias donde la relación interior—exterior se confunda dotando así de una permeabilidad conceptual al cerramiento del edificio. Se convierte así en una especie de refugio que nos protege de las agresiones de la naturaleza pero nos permite disfrutar de ella.

Las zonas de las salas cercanas al cerramiento sur se convierten en una especie de jardín interior, el suelo es de tierra apisonada (algo común en la tradición japonesa) donde se deja crecer la vegetación que se cree oportuna, creando una importante confusión dentro—fuera».

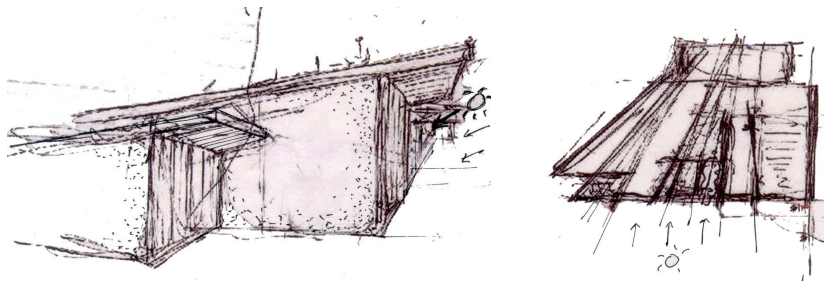


FIGURA 3: Extracto del trabajo de Nerea Malagón

Extracto del trabajo de Ignacio Álvarez Monteserín, María Ibarra y Emilio Larrodera

Sistema CET

Autores: IGNACIO ÁLVAREZ MONTESERÍN, MARÍA IBARRA y EMILIO LARRODERA.

«En la presente investigación se propone un sistema constructivo que utilice la tierra como material fundamental. En la mayoría de los países en vías de desarrollo, una cantidad importante de la población vive en casas construidas con tierra y son muchos miles de familias las que siguen edificando con este material.

La propuesta del Sistema de Componentes Estructurales con Tierra cruda (CET) posibilita la construcción mixta de uno, dos y tres niveles en zonas altamente sísmicas, aunque restringida a una altura no mayor de 10,5 m. En este sistema el primer nivel es edificado con muros CET, los cuales son fabricados compactando el suelo dentro de unos encofrados con formas variables: L, T, X, S... a manera de tapial.

La elección del Sistema Constructivo del tapial (suelo apisonado) obedece a diversas razones. Si se compara la edificación de tapial con la de adobe, pueden anotarse las siguientes diferencias: las construcciones con adobe —a nivel de componentes— presentan mayores problemas estructurales de estabilidad a consecuencia de la fragilidad en la unión de los bloques y la poca resistencia a los esfuerzos de flexión en el plano del muro; en cambio una edificación de tapial puede ser mucho más estable siempre y cuando los encuentros entre muros sean solucionados adecuadamente (zonas más vulnerables al sismo). Otra diferencia es que un edificio construido con tapial puede llegar a ser un 40 % más económico que otro similar hecho de adobe. La razón se sustenta en que el proceso constructivo del tapial es infinitamente más simple. Mientras que para la fabricación de un muro de adobe se debe contar previamente con adobes fabricados varios días antes (extraer el suelo, remojar la tierra, pisar y mezclar con paja, allanar un terreno amplio, moldear los adobes, voltear —de costado— cada adobe para facilitar su secado, igualar las aristas de cada adobe, apilarlos y finalmente trasladarlos a obra para la fabricación del muro), la construcción con tapial requiere tan sólo tres etapas: extraer la tierra, humedecerla con muy poca agua y compactarla con pisones manuales o neumáticos dentro de un encofrado. La elección de un sistema tan simple pero con un alto rendimiento lleva a disminuir la cantidad de mano de obra y consecuentemente a reducir el coste total de la edificación.

Los muros CET además de tener variadas formas y refuerzos que incrementan su resistencia sísmica, poseen un dimensionamiento modular que facilita su organización espacial por medio de tramas modulares. El sistema CET utiliza la trama danesa, que consta de una red de 0,30 m subdividida en dos bandas de 0,20 y 0,10 m, lo que facilita la distribución tanto de los muros CET de 0,30 m de espesor como de los muros tipo panel de 0,10 m de espesor (plantas segunda y tercera).

Las plantas superiores pueden ser identificadas utilizando uno o más sistemas mixtos—entramados, es decir, con características que correspondan en primer lugar a edificaciones livianas debido a los materiales utilizados, como la caña, paja, bambú, ramajes u otros similares, y en segundo lugar a edificaciones flexibles por la utilización estructural de materiales con mejor resistencia a esfuerzos de flexión, como madera o bambú.

Si se tienen en cuenta los aspectos sociales, culturales y técnicos que provienen de las tecnologías autóctonas y se aplican en la propuesta de un sistema constructivo contemporáneo, se conseguirá una alternativa de edificación más equilibrada y coherente con la historia y a la vez comprometida con el futuro socioeconómico de nuestras comunidades».

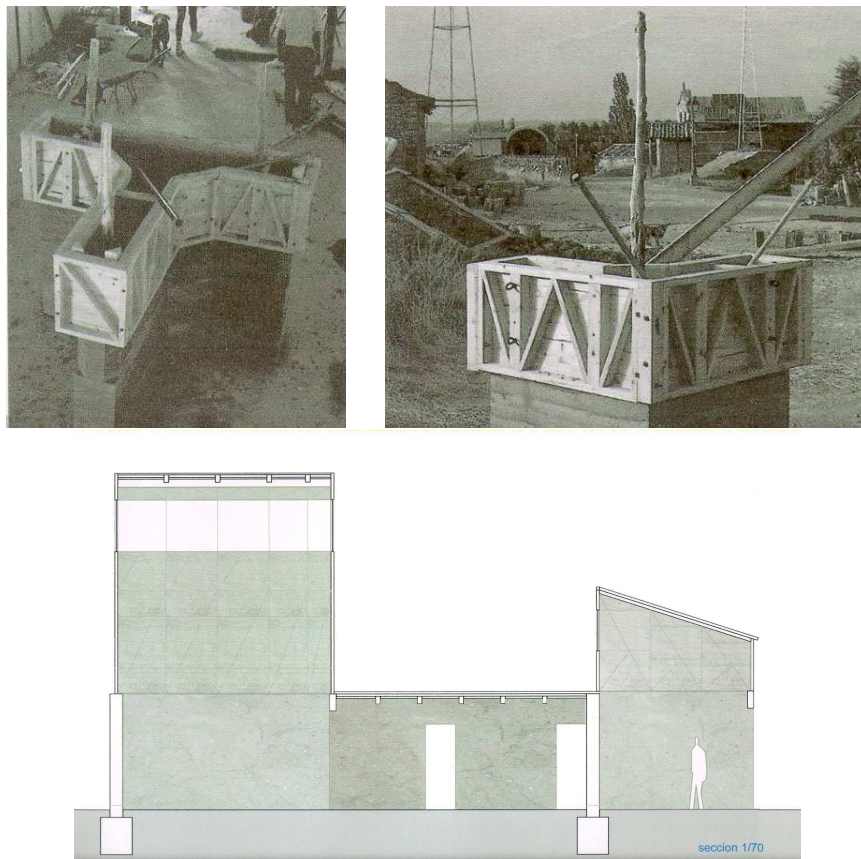


FIGURA 4: Extracto del trabajo de Ignacio Álvarez Montesión, María Ibarra y Emilio Larrodera