

---

## **EL PAPEL LIBERADOR DE LA NUEVA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN LA EVOLUCIÓN DE LA ARQUITECTURA ACTUAL**

**Luis Maldonado Ramos**

Dr. Arquitecto  
Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid  
*Codirector del Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional - CIAT (Boceguillas, Segovia)*

### **Palabras-clave**

Líneas de investigación, nuevas aplicaciones, restauración

### **1. Nuevas exigencias para la arquitectura moderna**

La transformación que supuso el Movimiento Moderno dentro de la arquitectura implicó un replanteamiento de la misma y empezó a suscitar una serie de cuestiones que hasta entonces se hallaban marginadas: la preocupación higienista, la importancia de alcanzar un nivel apropiado de confort en cuanto a la iluminación, ventilación, la adecuación a los espacios, a la función y uso, el problema de la vivienda mínima, etc. Esta evolución fue de tal alcance que todavía hoy en nuestros días se siguen manteniendo y utilizando estos principios del racionalismo.

Actualmente se está produciendo una segunda reconversión o un segundo replanteamiento de la arquitectura en el cual, una vez aplicadas las reformas del Movimiento Moderno, se están planteando nuevas exigencias que debería cumplir la arquitectura actual, siendo la adecuación de la construcción con tierra a estas nuevas exigencias el objeto de nuestra reflexión. Uno de los mayores defectos del planteamiento moderno fue el diseño recurrente y la adopción de un estilo homogéneo para todo tipo de países y todo tipo de climas. El concepto de globalización, en realidad, no puede aplicarse a la arquitectura ya que ésta no responde por igual a los factores determinantes en distintos países y lugares. Como consecuencia de ello, es un hecho importante que una serie de circunstancias habituales en la habitabilidad moderna, por lo menos en la europea, se estén replanteando hoy en día, suponiendo este proceso nuevas exigencias para la arquitectura. Está claro que estas nuevas exigencias no se definen con la perentoriedad con que tuvieron lugar las transformaciones posteriores a la Primera y la Segunda Guerras Mundiales en Europa, pero van creando poco a poco un lento goteo de descontento y también de ideas que acabarán por cuajar en la necesidad de hacer frente a esos nuevos deseos, que provienen tanto de la sociedad como de los arquitectos.

---

Entre los motivos de preocupación recurrentes se hallan:

- 1) El problema del coste energético
- 2) El carácter “no saludable” de los materiales modernos
- 3) Las repercusiones climáticas generales de la arquitectura moderna
- 4) El desarrollo sin control ejemplificado por la arquitectura de grandes bloques de viviendas
- 5) El carácter no reciclable de los nuevos materiales

Cuestiones importantes que se plantean actualmente en la arquitectura, por lo tanto, son la del almacenamiento y **reciclaje de residuos** y su transformación en nuevos materiales de construcción, pues evidentemente hasta ahora no se planteaba a la hora de diseñar un edificio qué era lo que iba a ocurrir cuando ese edificio se demoliera (aunque incluso existiera la posibilidad de aprovechar esos materiales). Otra cuestión importante es la que afecta al **equilibrio bioclimático**, tratando de evitar la contaminación y la destrucción del medio ambiente, pues este es en efecto un tema que está en la mente de todos.

Una cuestión relevante es la que afecta a los sistemas constructivos y al **control en el gasto energético**; hay que equilibrar el riesgo, controlar cuánto nos cuesta un nuevo material, un nuevo sistema constructivo, unos gastos de desplazamiento, lo que influye en el gasto energético, en el denominado coste mina-vertedero, es decir, desde que se inicia la extracción del material hasta la fabricación del material, el transporte del material, la puesta en obra del material, y la eliminación de ese material, cerrándose así el ciclo. Por último, pero no menos importante, existe un interés por la utilización de **sistemas** de alta tecnología **compatibles con el impacto estético** que se produce con la arquitectura (y las decisiones de escala urbana). Todas estas preocupaciones se enmarcan en los contornos más generales del concepto de “**desarrollo sostenible**” que cada vez abarca más ámbitos y se encuentra más difundido a escala internacional.

## 2. La aparición de la tierra como nuevo material en el contexto moderno

Si la sociedad continúa durante un tiempo en esta línea, pasaremos tarde o temprano a considerar colectivamente las ventajas de las energías renovables y de aquellos sistemas que garanticen la *arquitectura saludable* (como se le ha dado en llamar). Los nuevos materiales para conservar el patrimonio arquitectónico y la innovación en sistemas de construcción con objetivos sociales, es decir, en políticas de cooperación y desarrollo, se alían de forma fundamental para incentivar la cooperación con vistas al desarrollo entre los países. Pues bien, estas exigencias que plantea la sociedad a los nuevos arquitectos -y también a los nuevos estudiantes- están muy relacionadas con los materiales biológicos, es decir, entre otros, con **la tierra**. La tierra puede plantear una posible solución o competir con nuevos materiales que no resultan tan inocuos. Aporta ese carácter de material reciclable, de material de bajo coste energético, de material integrado en el

paisaje, de material respetuoso con el medio ambiente; se trata de un material que permite la reutilización y que puede desarrollarse a través de proyectos de investigación actualmente de forma muy fructífera en cooperación con otros países, aplicándose también en el desarrollo de nuevas tecnologías.

En el campo de la construcción con tierra, existe sin duda la necesidad de motivar a los alumnos a través del diseño, así como de explicarles las ventajas de los sistemas constructivos de tierra, y de esta forma intentar motivar al alumno para entrar en este mundo y plantear el uso de este material como posible e incluso necesario para la evolución de la arquitectura actual. La tierra tiene un futuro muy claro y muy inmediato. Para comprender mejor sus posibilidades, resulta útil reflexionar sobre otro material tradicional como la cal. En el caso de España, el uso tradicional de este material se había perdido, y se había perdido igualmente el oficio, se había perdido la técnica de aplicación, etc.; llegó sin embargo un momento en que por una necesidad social o administrativa se decidió proceder a recuperar el procedimiento tradicional, revocando con mortero de cal la fachada de los edificios restaurados, y hoy el sistema se haya firmemente implantado. Ocurre en estos casos que la necesidad impuesta desde la administración empieza a transmitirse a la empresa, al profesional, y así a lo largo de toda la cadena, y hoy en día, en España, la cal es un material que totalmente recuperado para la construcción. Podemos conseguir cualquier tipo de cal, como material industrial de uso común.

La trayectoria que recorrió la cal hasta su plena incorporación arquitectónica en el contexto actual es el espacio que intuimos que va a recorrer la tierra en el marco de la nueva realidad que señalábamos al principio. El Grupo de Investigación Nº 70 de la UPM, del que soy responsable, mantiene su actividad en el campo de investigación relacionado con el uso y las aplicaciones de la construcción con tierra, que tan ligada se encuentra a nuestro patrimonio antropológico, vernáculo e histórico. El grupo ha investigado con regularidad y profundidad en el campo de la construcción con tierra moderna y tradicional, tanto desde el punto de vista del estudio de las técnicas tradicionales como -en una línea cada vez más desarrollada- desde el punto de vista de las nuevas tecnologías y aplicaciones de la construcción con tierra actual.

Este planteamiento puede ser explicado refiriéndonos a dos líneas de investigación en las que el grupo trabaja, confiando en que durante el próximo seminario podamos contar ya los resultados de su desarrollo. Para ilustrar el posible futuro de ambas líneas de investigación recurriremos además a la exposición de sendos ejemplos de propuestas existentes hoy día en el ámbito español.

A. Una de ellas se basa en la utilización de un proceso industrial para la obtención de un material constructivo dado: el ladrillo sílico-calcareo, que se obtiene alterando el proceso habitual en la fabricación del ladrillo; si analizamos el proceso de definición del nuevo ladrillo comprobamos que tiene una similitud importante con el bloque de tierra comprimida y pensamos que puede ser interesante plantear la posibilidad de reconvertir este producto y esta maquinaria para la producción del bloque de tierra comprimida (BTC) o

incluso abrir una nueva línea de fabricación aprovechando la industria, la tecnología y la distribución existente.

Igual que en los casos de bloque de tierra comprimida, el material fundamental en el ladrillo es la tierra (silíceo), tierra que ahora se va a mezclar con un aglomerante, la cal, y esa tierra dosificada y mezclada con ese aglomerante es la que nos va a permitir fabricar diferentes piezas. En este caso existe ya el proceso industrializado, completamente automatizado desde el origen, incluyendo la tierra y el aglomerante, hasta el propio prensado y curado, aunque este proceso supone un gasto energético añadido (el curado). Se trata de que la producción tenga lugar de una forma acelerada, controlada, para obtener así el máximo rendimiento en todo este proceso, como es propio del proceso industrial, acortando tiempos.

Los componentes van a la prensa, y luego directamente a las cámaras de curado, configuradas como grandes túneles donde entran las piezas y en donde se produce una atmósfera adecuada de vapor de agua. Estas condiciones nos recuerdan en parte al fraguado del hormigón, al menos en cuanto al sistema de elaboración de piezas prefabricadas. La ventaja de estos sistemas es que al estar automatizados se puede controlar todo el proceso, obtener una calidad uniforme de las piezas y cumplir con las exigencias en cuanto al material que plantea la norma española, así como las oficinas de control técnico que son las que luego, de hecho, tendrán que aceptar el sistema.

Las piezas ya curadas se almacenan, y el proceso termina con un curado al aire apropiadamente protegido. Esta reutilización de un sistema industrial existente es la base de uno de los trabajos que estamos desarrollando, el cual permitiría en el futuro la creación de un sistema industrial propio para la obtención de bloques de tierra comprimida.

B.      La segunda línea de investigación en la que estamos trabajando está relacionada con el patrimonio histórico, y más concretamente con la conservación y restauración de este patrimonio. En España tenemos una realidad diferencial muy importante que es la constituida por el patrimonio construido con tierra, fundamentalmente de herencia hispanomusulmana. Existen dos grandes ámbitos propios de este tipo de patrimonio: el patrimonio arquitectónico popular -estamos ya en una fase en la que el desarrollo cultural y económico impone su conservación y su mantenimiento- y el patrimonio marcadamente histórico del que las murallas y alcazabas musulmanas son una muestra especialmente relevante.

Este proyecto pretende desarrollar, a partir de los morteros industriales existentes, una serie de productos que puedan ser utilizados para la restauración de edificios históricos construidos con tierra. Las empresas del sector tienen catálogos de morteros adecuados para la restauración, reparación, incluso para la reintegración de materiales diversos, pero no disponen de aquellos que podrían ser utilizados precisamente en el tratamiento de la arquitectura de tierra. Aquí nos encontramos con la posibilidad de investigar al mismo

---

tiempo en el ámbito tradicional (en parte perdido ya para nosotros) y en el ámbito industrial (que puede proporcionar nuevas soluciones si se orienta adecuadamente la búsqueda de resultados con un fin concreto, en este caso la arquitectura de tierra).

Para justificar la necesidad del desarrollo de este proyecto, acudamos al estudio de un importante intervención de gran repercusión en el ámbito español, la restauración del castillo de Toral de los Guzmanes, obra de los arquitectos Eloy Algorri y Mariano Vázquez Espí. El castillo se halla en la zona de León, es de origen cristiano y se halla compuesto de tapial como técnica dominante. Aquí se trató no solo de una cuestión de material de construcción sino de una cuestión importante de adecuación de los medios auxiliares disponibles para la aplicación y mejora de la técnica tradicional del tapial.

La fortaleza había sufrido un proceso de degradación dilatado en el tiempo, y se encontraba en un estado que hacía urgente la intervención y sobre todo la toma de decisiones de proyecto que afectaban a la “autenticidad” del mismo, hecho insoslayable si es que se quería salvarlo. La actuación de los arquitectos supuso la recuperación de las zonas más afectadas del castillo utilizando las técnicas tradicionales de construcción con tierra, sobre todo en lo referente a la fabricación y puesta en obra del tapial.

Al analizar el trabajo de estos arquitectos, lo que se plantea por encima de todo es que no existe ninguna recomendación para la utilización de la técnica del tapial, ni materiales preparados, ni se dispone de información apropiada generada por intervenciones o actuaciones parecidas; cuando los arquitectos se plantearon la intervención en estos edificios tuvieron que iniciar el trabajo de investigación desde cero, enseñando a los operarios los sistemas tradicionales y fabricando sus propios materiales, a través de un período de experimentación que no excluyó la asesoría de artesanos o campesinos que alguna vez fabricaron tapial.

Si tenemos en cuenta los resultados enormemente positivos de este precedente, veremos que nos encontramos ante un momento propicio para idear una posible vía para industrializar la tierra, estabilizándola, y para aprovechar la maquinaria actual en el proceso de su fabricación. La tierra, estabilizándola o aditivándola, puede responder a las necesidades de distintos climas y tipos de edificios.

A través de los proyectos de investigación del Grupo N° 70 de la UPM queremos que todo el proceso de caracterización y fabricación del material, recogiendo estas experiencias y viendo las capacidades de la industria, empiece a ser una realidad mucho más efectiva y general, desarrollando recomendaciones acerca de cómo intervenir correctamente en los numerosos ejemplos existentes aún de patrimonio arquitectónico construido con tierra, ya sea en tapial o en adobe, lo que deberá ser afrontado de cualquier manera en un futuro próximo. Ciertamente es cuando se empieza es cuando se tienen problemas básicos como por ejemplo estabilizar de modo adecuado la tierra.

De hecho, en el caso de Toral de los Guzmanes, uno de los problemas que tuvieron los arquitectos fue el de la de la rapidez de la ejecución, es decir, cuando va siendo depositado, el tapial debe ir ofreciendo resistencia. El sistema fue de ejecución más rápida que el tradicional, y ocurre que las tapias de abajo pueden no haber aguantado para soportar las de arriba; si se acelera industrial o mecánicamente el proceso, el tapial podría responder más efectivamente, controlándose la resistencia que van aportando las tapias de abajo para saber si hay resistencia suficiente para aguantar el peso de las tapias de arriba, dado que este es un proceso que se dilata en el tiempo.

El problema de instalación de los encofrados a cierta altura, la utilización de martillos neumáticos para conseguir una buena compactación, existen una serie de campos en los que la “modernización de la construcción tradicional”, por llamarlo de algún modo, constituiría un avance decisivo en la intervención en el patrimonio. Hay que adaptar la maquinaria a las condiciones del tapial y recuperar técnicas de encastrado a la tapia real para conseguir la protección; la tierra como material de construcción tiene una resistencia, como se está comprobando a menudo, incluso superior a materiales modernos, aunque depende de un adecuado índice de conservación y mantenimiento.

La necesidad de desarrollar un plan de control que garantice las condiciones apropiadas durante la puesta en obra de la tierra resulta evidente hoy en día; nuestro objetivo a este respecto debe ser lograr que el mantenimiento y la conservación de los monumentos construidos con tierra se alarguen en el tiempo. Una vez que se consiga normalizar el proceso en el tratamiento del material tierra, se podrá generalizar la aplicación de recomendaciones prácticas y técnicas que aún tardarán un tiempo en ser interiorizadas por la práctica de la restauración. En el caso de Toral de los Guzmanes fue preciso echar mano de soluciones diversas y recursos originales, lo que en última instancia demuestra que el ingenio siempre ayuda a resolver los problemas puntuales; pero está claro que para poder universalizar el empleo y el tratamiento correcto de la tierra necesitamos disponer de un corpus de prácticas suficientemente consagradas y un costumbre adquirida en el trato con el material. Para lograrlo, el único modo viable es la industrialización, aun cuando se trate de una industrialización orientada y selectiva.

Finalmente, y como conclusión de esta breve exposición indicativa de la situación en España, nuestro grupo de investigación de la UPM se mueve por lo tanto entre las coordenadas que consideramos fundamentales para la extensión y el desarrollo del trabajo con la tierra. Por una parte, la experimentación con nuevos procesos industriales, con materiales modernos e industriales de nueva fabricación; por otro lado, la recuperación de materiales y técnicas tradicionales que impliquen al yeso, la cal y por supuesto las diversas fábricas y técnicas de construcción con tierra tradicionales y modernas que tengan como objetivo la restauración del patrimonio arquitectónico.