

El Tapial, un sistema constructivo patrimonial

20
FORO
ACADÉMICO

Luis Fernando Guerrero Baca

Arquitecto, Maestro en Arquitectura con especialidad en Restauración,
Doctor en Diseño con especialidad en Conservación Patrimonial.
Profesor de la Maestría en Arquitectura de la ENCRyM-INAH. Profesor-
Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
Coordinador del Comité Científico de Tierra del ICOMOS Mexicano y de
la Red Iberoamericana PROTERRA.

Si se compara la arquitectura de tierra con otros métodos y sistemas de edificación, es posible darse cuenta de sus marcadas cualidades en el campo de la sustentabilidad ambiental. Como ha sido expuesto en otros textos¹, estos atributos se derivan, entre otros aspectos, del bajo impacto hacia la naturaleza que representa la extracción y transformación de su materia prima, así como de su adaptación bioclimática a diversos contextos geográficos.

Entre los tipos de arquitectura de tierra existentes se destaca por su armonía con el medio ambiente el sistema constructivo conocido como “tapial”, “tapia pisada” o “tierra apisonada”. Como se detallará a lo largo de este texto, este sistema consiste en la realización de muros mediante un proceso de compactación de capas de tierra dentro de una cimbra. La tierra utilizada para este sistema requiere poca cantidad de agua para poderse comprimir adecuadamente.

Este hecho marca una notable diferencia con respecto a otras tecnologías de edificación con tierra cruda como el adobe, el cob o el bajareque, en los que la humedad de las mezclas es un factor determinante para su elaboración.



Fig.1. Elaboración de tapiales en un taller organizado por la Universidad de Colima.

Además de compartir las cualidades ecológicas del resto de los sistemas constructivos de tierra, la técnica de tapial presenta la ventaja de su austeridad material: para su ejecución sólo se requiere la energía del sol, tierra local, un poco de agua y la fuerza de tres o cuatro personas.

Finalmente, estudios de resistencia de materiales realizados en años recientes, han demostrado que los muros de tapial soportan en promedio un 40% más esfuerzos de compresión, tensión y cortante que aquellos edificados con base en mampostería de adobe, que, a pesar de su frecuente uso y difusión en todo el mundo, lle-

gan a desarrollar fallas estructurales debido a la falta de homogeneidad entre las piezas y el mortero que las une. [Vargas, 1993:507]

La arquitectura de tapial tiene un origen milenario y ha sido aplicada en diferentes latitudes en las que se han generado estructuras de un destacado valor patrimonial. Desafortunadamente, la falta de interés y conocimiento acerca de sus características y cualidades han incidido en el hecho de que en la actualidad en nuestro país se encuentre casi extinta.

El presente trabajo expone algunos rasgos de la arquitectura de tapial, con la finalidad de contribuir a su valoración, conservación y desarrollo. El texto se centra específicamente en la caracterización de la manera tradicional de ejecución de esta técnica, como sustento para el avance de sus principios tecnológicos y como medio de difusión de sus posibilidades de implementación en proyectos arquitectónicos y de restauración de edificios realizados con los diversos sistemas de edificación con tierra.

Los componentes materiales

Es evidente que las características de la materia prima básica resultan determinantes para la construcción de tapiales. La tierra está integrada por partículas de diversa dimensión en función de la cual se clasifican esquemáticamente de la siguiente manera. Los elementos de mayor ta-

maño se denominan gravas, luego le siguen las arenas, después están los limos y finalmente las arcillas. Cada uno de ellos cumple funciones específicas dentro del sistema. Los tres primeros se consideran materiales “inertes”, ya que no se ven afectados por el agua que conforma la mezcla. Sin embargo, su papel en el conjunto consiste en la conformación del “esqueleto” o estructura portante que lo mantiene estable. Por su parte, la arcilla presenta una forma de organización cristalina que permite su fácil hidratación e inserción entre las partículas mayores, y que al secarse se convierte en un aglutinante que evita que el conjunto se disgregue.

Las propiedades de los suelos varían en función de las proporciones relativas de estos materiales. Si la tierra es arenosa, a pesar de poseer gran estabilidad ante los cambios de humedad o temperatura, la falta de arcilla la hará frágil y será presa fácil de la erosión. En cambio, una tierra arcillosa tiene una alta cohesión, pero cuando se presentan fenómenos de humidificación y secado continuos, sufre cambios volumétricos capaces de generar fuertes agrietamientos en su constitución. (Guerrero, 1994:22)



Fig.2. Tapiales agrietados por el uso de tierras arcillosas. Valle de Aconcagua, Chile.

Para los fines de la arquitectura de tierra resulta tan importante la variedad dimensional de los componentes del suelo como sus características químicas. La tierra constructiva compuesta por partículas de distintos tamaños, al estar intercaladas entre sí, forma un conjunto estable. Sin embargo, es aconsejable la eliminación de las piedras y grava de dimensiones mayores a un cuarto de pulgada, ya que, como se detallará más adelante, se ha comprobado que debilitan las estructuras ante esfuerzos sísmicos.

Lo que es un hecho irrefutable es que existen edificios de tapial en casi cualquier latitud en los que se ha empleado prácticamente todo tipo de tierra. En aquellos sitios en los que los suelos naturales no reúnen las condiciones ideales para la labor, de manera tradicional se han establecido medios empíricos para identificar las proporciones más adecuadas de relación granulométrica, la necesidad de agregar arcilla o arena a las mezclas o el requerimiento de materiales estabilizantes adicionales.

El agua constituye el otro elemento fundamental dentro del proceso constructivo y cumple dos funciones sustantivas. En primer lugar, permite el movimiento de las partículas sólidas de la mezcla al transportar a las más pequeñas entre las de mayor tamaño. Y en segundo lugar, activa las propiedades “adhesivas” de los cristales de la arcilla que al hidratarse generan atracciones electrostáticas sobre del resto de los componentes. (Rodríguez, 2001: 84)

Sin que se trate de una regla estricta, normalmente los rangos de humedad que se requieren para la realización de los tapiales gira en torno a un valor de 10%. Cantidades menores producen mezclas heterogéneas que se vuelven frágiles con el tiempo, mientras que el exceso de humedad dificulta la compactación y genera al-

teraciones o deformaciones en las estructuras a lo largo de la fase de secado.

Se puede hacer una simple prueba durante la marcha, para determinar qué tan lista está una tierra para usarse. Primero se debe ver húmeda pero no empapada. Se debe poder apretar fácilmente, a mano, un puñado de la tierra hasta formar una bola firme. En esta prueba, una tierra con un contenido de humedad demasiado alto se sentirá pegajosa y no formará una bola firme y sólida al apretarla. Por otra parte, si hay poca presencia de humedad, la tierra no se compactará ni permanecerá ligada en absoluto. La bola de tierra exitosamente compacta será firme y sólida, no dura o pegajosa. La tierra compactada a mano se puede dejar caer sobre una superficie firme desde una distancia de aproximadamente un metro. Si la bola se rompe, el contenido de humedad es adecuado, si no, hay demasiada humedad presente. (McHenry, 1996: 112)

Como se expuso anteriormente, resalta la evidente ventaja ecológica que representa el bajo consumo de agua, si se compara la técnica de tapial con los otros sistemas constructivos de tierra como el adobe, el barro modelado y el bajareque. Debido a la gran cantidad de agua que manejan se hace necesaria inclusive la incorporación de sustancias estabilizantes tales como la paja, las hojas, el estiércol o materiales bituminosos. Estos aditivos tienen como función el conformar una estructura que evite que la tierra se contraiga y se dilate deteriorando las estructuras. La mayor parte de los ejemplos de tapiales tradicionales que existen en el mundo han sido edificados sin el uso de este tipo de materiales agregados y en la mayoría de los casos se conservan en un notable nivel de estabilidad.



Fig.3. Fortaleza medieval de Paderne, Portugal.

Evolución de la tecnología

Desgraciadamente la historia de la arquitectura de tierra no ha sido realizada ni documentada de manera sistemática. El interés académico por este material es bastante reciente por lo que en muchas investigaciones arqueológicas anteriores a los años sesenta ni siquiera se menciona, por estar centradas preferentemente en materiales considerados más “nobles” como la piedra o la madera. Además, debido a la debilidad de las estructuras de tierra no siempre se cuenta con restos materiales suficientemente conservados como para realizar análisis adecuados.

No obstante, existen múltiples evidencias que demuestran que la tierra ha acompañado al desarrollo urbano de la mayor parte de las civilizaciones conocidas, durante diversas etapas de su evolución.

Un elemento que resulta muy interesante acerca de la arquitectura de tierra, es el desarrollo inconexo de sistemas constructivos muy similares en distintas regiones culturales. La construcción térrea tuvo una evolución independiente en sitios tan distantes como el norte de África, Mesopotamia, India o China, desde muchos siglos antes de la era Cristiana.



Fig.4. Edificios de planta circular hechos con tapial en Tulu, China.

En la actualidad se han identificado diversos procesos evolutivos, así como influencias culturales, que permiten armar algunas piezas del rompecabezas. Estos datos indican que en todo el orbe la técnica que mayor sofisticación y difusión alcanzó fue el adobe, mientras que el uso exclusivo de estructuras de tapial fue mucho menos común.

Aunque difícilmente se podrá encontrar un punto de origen, se sabe que en torno al mar Mediterráneo se utilizó y desplegó la tierra compactada por lo menos desde la época de los fenicios y griegos. En la His-

toria Natural que escribió Plinio decía que “los muros de tierra compactada que podemos ver en Barbaria (Cartago) y en España, donde son llamados ‘muros moldeados’, la tierra se coloca entre dos tablas... no hay cemento o mortero que es más duro que la tierra... las torres de vigía y miradores construidos por Aníbal en España... son de tierra compactada”. Las excavaciones que se han realizado en Cartago en la colina de Byrsa han confirmado que el tapial se usó para construir viviendas. Se sabe que en esta ciudad que llegó a tener 700,000 habitantes durante el siglo segundo antes de Cristo, eran comunes los edificios de tierra compactada, a veces recubiertos con cal o con mármol. (Houben, 2001: 10)

En nuestro continente hay datos del uso de tapial desde épocas muy anteriores a la conquista europea. Un ejemplo relevante es el Perú en donde existen sofisticadas estructuras de tiempos preincaicos en las que se utilizó tapial tanto de manera aislada como en combinación con técnicas como la quincha y el adobe. Los palacios que conforman la ciudad de Chan Chan son mudos testigos del avance tecnológico que alcanzaron las culturas Mochica y Chimú para la edificación de imponentes murallas.

La ciudad de Paquimé, así como en las impresionantes casas en acantilado de la Sierra de Chihuahua, en el norte de nuestro país, resultan también casos ejemplares. Sin embargo, aunque durante varias décadas se aceptó casi sin discusión que el sistema con el que se habían edificado los muros de sus monumentales conjuntos habitacionales era el tapial (Gamboa, 2001: 55), investigaciones recientes han abierto la posibilidad de que esto no sea del todo exacto. Los patrones de deterioro que presentan las estructuras, así como la inexistencia de juntas entre bloques, características de las cimbras para tapial, hacen suponer que el sistema predominante pudiera haber sido el moldeado en húmedo (Cano, 2001: 84) que también se conoce como “barro colado”.

Esta técnica que desde luego está emparentada con el tapial, se diferencia de éste en el hecho de que, para su elaboración, las cimbras son llenadas con lodo en estado plástico que por su consistencia hace imposible su compactación. Se consigue la elaboración de piezas monolíticas pero su consistencia se basa en procesos de fraguado similares a los que suceden con el concreto hecho a base de cemento.



Fig.5. Patrones de deterioro de los muros de la cueva de Sirupa, Chihuahua.

Lo que es un hecho muy claro es que en nuestro país los ejemplos de arquitectura de tapial son proporcionalmente mucho más escasos que los de adobe. Y, al igual que sucede en la mayor parte de América Latina, la tradición constructiva de tapias que ha llegado hasta nuestros días, se

deriva fundamentalmente de la tecnología europea traída por los colonizadores y perfeccionada durante el siglo XIX.

El proceso constructivo

En nuestro país resulta relevante el caso de las obras que se han realizado desde hace muchas décadas en la región limítrofe entre los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Es necesario aclarar que no existen suficientes estudios que permitan conocer la datación precisa de la arquitectura de tapia en la demarcación.

Se trata de una zona en la que existe una gran cantidad de sitios prehispánicos en los que se ha identificado el manejo frecuente del adobe, pero los datos arqueológicos no hablan en ningún caso de tapial. Se piensa que los colonizadores de la zona pudieron haber sido originarios de provincias españolas donde se utilizara esta técnica constructiva y que fueran ellos los que la difundieran.

Sin embargo, también es posible que la tecnología sea posterior a la época virreinal y que haya sido introducida de manera paralela a muchas otras influencias arquitectónicas que llegaron de Francia a fines del siglo XIX. En esa época se verificó un alto desarrollo en varias haciendas agrícolas en las que esta tecnología se utilizó de manera muy destacada todavía hasta mediados del siglo pasado, como lo constatan algunas personas mayores que participaron todavía en la edificación de tapias en los años cincuenta y sesenta.

Además del origen local de esta técnica, se presentan dudas acerca de su acotada expansión regional. Resulta extraño que a pesar de las evidentes cualidades del tapial y del intercambio cultural que existió durante siglos entre esta comarca y otros valles centrales del país, no se encuentren huellas de su difusión.



Fig.6. Vivienda de tapial en Calpulalpan, Tlaxcala.

Los bloques de tapia característicos de esta demarcación se utilizaban básicamente para realizar bardas delimitantes y muros perimetrales de las viviendas. Al interior de los locales, la técnica se combinaba con el adobe para construir muros divisorios o para generar la vertiente de las techumbres de vigería y teja.

Las tapias miden alrededor de 3 metros de largo por 90 centímetros de alto y 60 de espesor. La cimbra o cajón hecho de tabloncillos de madera se fijaba mediante una serie de estacas clavadas en el suelo y reforzadas por puntales y horcones atados en la parte superior para evitar su separación y con barrotes transversales en el interior, con el objeto de mantener un grosor uniforme del muro.

El método constructivo consistía en el llenado del molde por capas de 30 cm de tierra, sobrepuestas para ser sucesivamente compactadas hasta conformar bloques seccionales de muro. Para que el proceso fuera continuo, al concluir cada bloque, la cimbra era desplazada horizontalmente hasta cerrar el perímetro de la primera "hilada". Posteriormente se repetía el procedimiento, colocando una nueva serie encima de la anterior, hasta completar la altura requerida.

Existen muchas otras maneras de realizar muros de tapial, aunque la diferencia básica entre cada método casi siempre está en función de la cimbra o encofrado que se utiliza. El proceso constructivo generalmente consta de los mismos pasos.

En primer lugar se debe procurar el uso de tierra recientemente extraída de su fuente, para que mantenga parte de su humedad natural.

En el texto de Doat (1996: 25) se refiere que se debe “picar la tierra, deshacer los grumos con la cabeza de la pica o con las palas, a fin de dividirla bien. Después se hace un montón, lo cual es esencial, porque los obreros lanzando paladas de tierra hacia lo alto del montón, obligan a las piedras y grumos a rodar al pie de éste. Allí se retira fácilmente con la ayuda de un rastrillo que no toma sino las piedras de tamaño superior al de una nuez”.

“No se prepara más tierra, amontonándola así, que aquella que los pisadores puedan utilizar en un día y si el tiempo es lluvioso conviene tener cerca de sí, algunas tablas, esteras o telas viejas para cubrir el montón a fin de que la lluvia no moje la tierra. En efecto, no se puede utilizar la tierra sino cuando no está completamente seca ni empapada. Es imposible apisonar la tierra mojada por la lluvia. Durante las grandes sequías, se tiene el recurso de humedecer la tierra al grado deseado con una regadera. Se deben excluir todos los vegetales de la tapia pisada: raíces, hierbas, briznas de paja o pedazos de madera que puedan pudrirse”.

Los muros se levantan después de construir una cimentación de piedra braza o ladrillo que sobresalga entre 60 y 80 cm del nivel de piso para proteger las bases de la humedad. Sobre esta mampostería aun fresca se coloca y se fija la cimbra, comenzando en una esquina de la construcción y verificando el plomo y nivel de sus paños. Se recomienda que antes de echar la

primera capa de tierra se extienda un poco del mortero utilizado en la cimentación para nivelar su corona y evitar que al comenzar a compactar se salga la tierra entre las juntas.



Fig.7. Proceso de elaboración de muros de tapial. Dibujo de CraTerre, [CONESCAL, 1982: 36].

Posteriormente el pisador entra en la cimbra y recibe las cubetas con tierra y la extiende con los pies para proceder a compactarla en capas de 10 a 15 cm de espesor. Es importante que los golpes de pisón comiencen en los bordes del muro y continúen en su centro pero procurando que los golpes se den en todos sentidos para lograr una presión lo más homogénea que sea posible. Después de repetir esta operación hasta llenar la cimbra ésta se desarma inmediatamente para colocarla nuevamente en el paño del bloque recién concluido. Se verifica nuevamente el plomo y nivel y se repite la operación de llenado y compactación por capas hasta cerrar el perímetro de toda la construcción. En ese momento el

secado de la primera hilada será suficiente como para que esta soporte el peso de los obreros, la cimbra y la siguiente hilera. Resulta fundamental que las juntas verticales entre los bloques no vayan a coincidir con los de la hilada ya terminada, por lo que se debe desplazar hasta la mitad de la pieza inferior, bajo la misma lógica de traslape de todo tipo de mampostería.

La instalación para puertas y ventanas se puede dejar antes de la colocación de las hiladas de tapial sin embargo debido a la complejidad de esta previsión resulta bastante común que estos vanos se realicen mediante un proceso de horadación, cuando el material ha sido desmoldado. Los muros se pueden perforar siempre y cuando se haga de manera cuidadosa y buscando que la ubicación y dimensiones de los huecos introducidos no debiliten las estructuras.

Una vez que se han concluido los tapias de los muros ya es posible construir la techumbre que, debido a la flexibilidad del sistema, bien puede ser resuelto con vigería o bóvedas, en techo plano, con una o más vertientes, dependiendo de las condiciones climáticas locales.

Conclusiones

Los sistemas constructivos de tierra forman parte de nuestra cultura tanto por su remoto origen como por el hecho de que siguen siendo vigentes gracias a sus cualidades económicas y ecológicas. Pero el reconocimiento de estos valores no ha sido plenamente difundido.

Aunque muchos de los moradores de casas edificadas con tierra reconocen su elevado grado de confort térmico, desprecian su materialidad debido a que la asocian con ideas de pobreza y retraso. Las comunidades tradicionales aspiran a tener el dinero necesario para poder demoler sus “viejas tapias” para hacerse de una “vivienda digna” hecha “de material”.

Para poder conservar los ejemplares de estructuras patrimoniales hechas con tierra y en especial, con tapial que son aún más escasas, es necesario partir por su correcta identificación. Es de llamar la atención que cuando se revisan estudios hechos por académicos o instituciones en las que se realizan estadísticas o conteos de vivienda, los muros de tapial sean confundidos con muros de adobe, pues en general nadie tiene idea de su diferencia. Como se ha repetido hasta el cansancio, no se valora lo que no se conoce por lo que es necesario seguir avanzando en estas labores de caracterización de los materiales y sistemas constructivos que están vivos a pesar de su antigüedad.

Para concluir esta ponencia se presenta el fragmento de un texto que fue escrito en 1790 por “El ciudadano Coitereaux”, de la Escuela de Arquitectura Rural de París, en donde se detalla que:

¡No! Nada es más barato que la casa en tapia pisada.

La tapia pisada que excluye los demás materiales.

La tapia pisada con la cual se puede construir en cualquier lugar o país es un presente que Dios dio a todos los pueblos.

Si la agricultura es la base de todas las ciencias ¡la tapia pisada es la primera de todas las artes!

Ojalá que mis conciudadanos valoren el bien que mis variados y nuevos conocimientos pueden procurarles...

¿Debido a qué fatalidad ha permanecido este arte limitado a una sola provincia? ¿Por qué razón, hoy mismo, es olvidado o ignorado en casi todo el mundo?

El precioso arte de la tapia pisada es para una nación esclarecida, el medio seguro de hacer florecer su comercio y su industria al servicio

y para la felicidad de los hombres, para aliviar la humanidad doliente...” (Doat, 1996:56)



Fig. 8. Integración de tapias en una remodelación contemporánea. Foto Arq. Ramón Aguirre.

Bibliografía

Bardou, Patrick y V. Arzoumanian, 1979, “Arquitecturas de adobe”, Barcelona, Gustavo Gili.

Cano, Olga, 2001, “Paquimé y las casas acantilado” en *Arqueología Mexicana*, Vol IX, No. 51, septiembre- octubre, México D.F., CONCA-Raíces.

CONESCAL, 1982, “Tecnología de construcción en tierra sin cocer”, México D.F., CONESCAL No. 59/60, Diciembre.

Doat, Patrice et. al., 1996, “Construir con tierra, Bogotá”, CRATerre-Fondo Rotatorio Editorial.

Easton, David, 1993, “The restoration and revitalization of rammed earth in California”, *Memorias de la 7ª. Conferência Internacional Sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra*, Lisboa, DGEMN.

Gamboa, Eduardo, 2001, “Paquimé y el mundo de la cultura de Casas Grandes”, en *Arqueología Mexicana*, Vol. IX, No. 51, septiembre-octubre, México D.F., CONCA-Raíces.

Guerrero B., Luis, 1994, *Arquitectura de tierra en México*, U.A.M.-Azcapotzalco, México D.F.

2002, “El tapial, una técnica constructiva ecológica”, en el *Anuario de Arquitectura Bioclimática 2002*, Limusa-U.A.M.-Azcapotzalco, México D.F.

2007, “Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva”, en *Apuntes*, Vol. 20, No. 2, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Houben, Hugo y H. Guillaud, 2001, “Earth construction. A comprehensive guide”, London, ITDG Publishing. (Primera edición, *Traite de construction en terre de CRATERre*, Parenthèses, Marseille, 1989).

McHenry, Paul, 1996, “Adobe. Cómo construir fácilmente”, México D.F., Trillas. (Primera edición, *Adobe and rammed earth buildings*, Tucson, The University of Arizona Press, 1984).

Palma, D., Gabriel, 1993, “Uso da taipa no alentejo: apontamentos em defesa da sua reutilização”, *Memorias de la 7ª. Conferência Internacional Sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra*, Lisboa, DGEMN.

Puccioni, Silvia y C. Lyra, 1993, “O uso da taipa-de-pilão em construções Luso-Brasileiras”, Memórias de la 7ª. Conferência Internacional Sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra, Lisboa, DGEMN.

Rodríguez V., Manuel et al., 2001, “Introducción a la arquitectura bioclimática”, LIMUSA-U.A.M.-Azcapotzalco, México D.F.

Vargas, Julio, 1993, “Earthquake resistant rammed-earth (tapial) buildings”, Memórias de la 7ª. Conferência Internacional Sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra, Lisboa, DGEMN.

Woolley, Tom, 2000, “Natural materials, ‘zero emissions’ and sustainable construction”, Terra 2000, Preprints, Torquay, Devon, U.K., ICOMOS-English Heritage.

Notas

1 Véase por ejemplo Arquitectura de tierra en México, Introducción a la arquitectura bioclimática, “Caracterización de la arquitectura de tierra. Aplicaciones con criterios de sustentabilidad” y “Recursos de control térmico en viviendas vernáculas del norte de México y Perú”.