



Construcción con Tierra

Investigación y Documentación

XI CIATTI 2014

Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos
2014.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz
Guerra.

ISBN: 978-84-606-9543-1

D.L.: VA 758-2015

Impreso en España

Julio de 2015

Publicación online.

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.

ANÁLISIS DE LA REPERCUSIÓN DE LOS TRATADOS Y MANUALES HISTÓRICOS EN ESPAÑA Y EUROPA EN EL ESTUDIO DE LA TÉCNICA DE LA TAPIA.

XI CIATTI 2014. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra
Cuenca de Campos, Valladolid.

Mónica del Río Muñoz, Arquitecta, Estudiante de doctorado, ETS de Arquitectura de Valladolid, España.

Jesús Ignacio San José Alonso, Dr. Arquitecto, Profesor titular de la ETS de Arquitectura de Valladolid, España.

Félix Jové Sandoval, Dr. Arquitecto, Profesor titular de la ETS de Arquitectura de Valladolid, España.

PALABRAS CLAVE: tapia, Tratado de Construcción, Manual, España, Europa.

1. Introducción

El objetivo de este estudio es realizar un recorrido por los distintos Tratados y Manuales de finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX en el marco español, europeo y norteamericano, ver las relaciones entre ellos y realizar un análisis de su contenido en relación al sistema constructivo de la tapia.

Hasta la mitad del siglo XVIII la arquitectura histórica basada en la tierra no había presentado un interés en arquitectos y teóricos, es a partir de ese momento, y durante el siglo XIX cuando se empezaron

a valorar sus técnicas. El motivo de esta valorización respondía a la reacción ante materiales de origen industrial que suponían un mayor coste. Se empezó a aprender de la arquitectura regional y de los materiales tradicionales. Como se analiza a lo largo del artículo, son numerosos los autores a lo largo de la geografía, tanto española como europea y americana, que tratan el tema, realizan una investigación y plasman las pautas para una construcción de calidad en tapia.

El Movimiento Moderno interrumpió el interés por las técnicas tradicionales, fue en ese momento cuando se puso en valor el

pensamiento racionalista y las nuevas formas no contaminadas por soluciones antiguas. Luis Guerrero Baca (2010:8) a colación de esta ruptura con la tradición, indica que se perdió la continuidad histórica de las construcciones y que se generó la pérdida de un lenguaje arquitectónico común.

Los textos históricos aportan datos de enorme interés para la realización de un trabajo de investigación anterior al siglo XX. Los documentos más recientes no consiguen plasmarlos con detalle debido a la falta de uso de las técnicas. En el caso de la arquitectura y la ingeniería, los Tratados llegan a un alto nivel de descripción, es por ello que son tan interesantes. En la opinión de González Moreno-Navarro¹ (1.996), 'los tratados son una cantera en la que ni siquiera se ha iniciado su explotación'.

2. Los Tratados de Construcción en España

Tras una primera consulta general de los Tratados se han seleccionado algunos que se consideran más representativos y que aportan mayor información acerca del sistema constructivo de la tapia:

- Arte de albañilería, escrito por Juan de Villanueva (1827). Contiene láminas que ilustran el texto.
- Manual del Ingeniero y del arquitecto, escrito por Nicolás Valdés (1870). Contiene un atlas de 133 láminas.
- Manual del Albañil, escrito por Ricardo Marcos y Bausá (1879). El texto se estructura en tres partes: Materiales usados en las construcciones, herramientas y medios auxiliares de la albañilería y ejecución de las obras de albañilería. También está ilustrado con láminas.
- El constructor moderno, Tratado

Teórico y Práctico de Arquitectura y Albañilería, escrito por Francisco Nacente (1890). Contiene texto y 244 láminas ilustrativas.

- Tratado de construcción civil, escrito por Florencio Ger y Lobeiz (1898). Compuesto por texto y atlas de 68 láminas. Posteriormente se publicó una segunda edición ampliada en 1915.

Contienen descripciones de los materiales de construcción, de la forma de ejecución, incluso consejos y advertencias a tener en cuenta por los maestros albañiles; algunos de ellos además cuentan con ilustraciones cuyos dibujos representan tanto las herramientas que se utilizaban como ejemplos de los sistemas constructivos.

2.1 Análisis de los Tratados en España

Con objeto de hacer un volcado de toda la información que aportan los Tratados, y así entender mejor la forma que tenían de construir los maestros albañiles, la metodología a seguir va a consistir en ir desggranando parte por parte lo que indica cada uno de ellos en relación a una misma cuestión: Dimensiones de los tapiales, características de la tierra, tongadas, tapias armadas, etc.

a. Dimensiones y espesores de los tapiales

La importancia de las dimensiones, y con ello, el peso de estos tableros, radica en que en el proceso de ejecución son móviles: encofrar, desencofrar, levantar a la hilada superior, etc. Por otra parte, a menor tamaño del cajón, menor superficie de muro ejecutado y menor rendimiento del trabajo. Cuchí i Burgos (1996) considera que los tapiales eran lo más grandes posibles pero sin superar los 25 kg. de peso. Ése era el peso que se consideraba que podía manipular un operario sin ayuda, sujetándolo con un solo brazo.

	Arte de Albañilería. Villanueva	Manual del ingeniero y del arquitecto. Valdés	Construcción general. Rebolledo	Manual del Albañil. Ricardo Marcos y Bausá	El constructor moderno. Francisco Nacente	Tratado de construcción Civil. Ger y Lobeiz
Dimensión	Largo: 7 ó 9 pies 2 (195,04-250,77 cm) Alto: 2,5 ó 3 pies (69,65 ó 83,59 cm)	Largo: 2 a 3 m	-	Alto: 68 a 83 cm (2 ½ á 3 piés)	Largo: 2 o 3 m Alto: 1 m	-
Espesor	1,5 ó 2 dedos de grueso	-	-	34 milímetros (dos pulgadas)	-	-

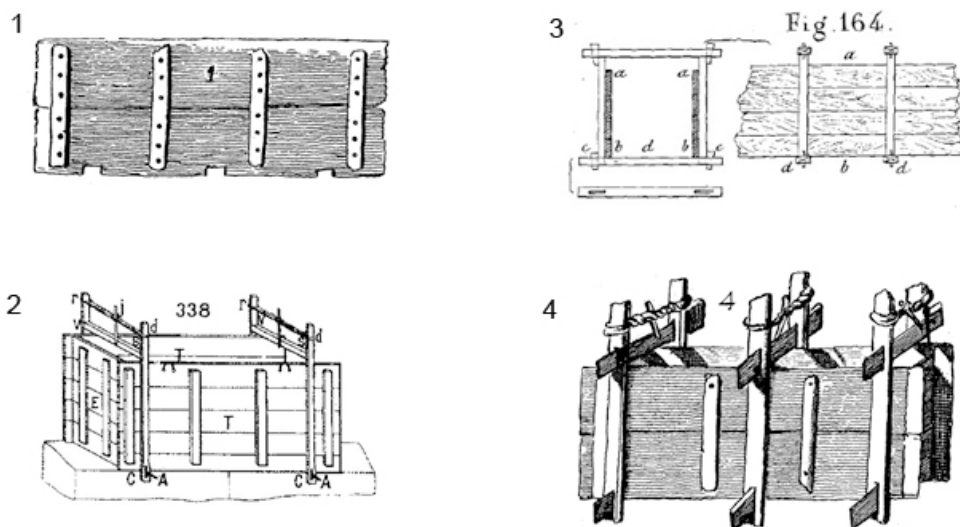


Figura 1.: 1.Tapial. Villanueva, Arte de Albañilería. Lámina III, figura 1; 2.Tapial. Rebolledo, Construcción general. Fig. 164; 3.Cajón. Villanueva, Arte de Albañilería. Lámina III, figura 4; 4.Cajón. Ger y Lobe, Tratado de Construcción civil. Fig. 338.

b. Tipo de tierra y humedad de la tierra

Los materiales para construir los cajones de tapia que describen los Tratados son diversos, no tratan únicamente la tierra. En el caso del *Arte de Albañilería* detalla que pueden ser de tierra, de cascotes, mampostería, de piedra o ladrillo, yeso ó cal. En el caso de ser la tapia de tierra, las características que debe cumplir son que sea franca, vegetal, fuerte, gredosa, unida, ni muy grasa ni muy magra, sin cantos y con poco cascajo y arena. No debe tener raíces o hierbas, porque su posterior pudrición provocaría huecos, pero sí podría tener paja, ya que en ciertas tierras impide que se agriete. También podría tener algo de arena, ripio calizo o de ladrillo o piedrecillas redondeadas. La tierra debe desmenuzarse bien haciéndola pasar previamente por una zaranda para quitarle todas las piedras que sean mayores de una avellana, según el *Manual del Ingeniero y del Arquitecto*, y de una castaña, según el *Tratado de Construcción Civil*.

También se puntualiza acerca de la humedad de la tierra, indicando que si está seca se debe de rociar con un poco de agua, pero no demasiado, para evitar que al secar se produzca mucho retranqueo con el posterior riesgo de provocar fisuras. Se debe conservar amontonada, para que conserve *el jugo*. El *tratado de Construcción Civil*, nos da la clave

del punto justo de humedad:

(...) humedecida, ha de conservar la forma de la mano le dé apretada, sin que pegue á los dedos. Es un indicio de su buena calidad, cuando removida con un pico ó azadón se abre en terrones que es preciso desmenuzar.

El *Manual del Ingeniero y del Arquitecto* indica que si la tierra no es de muy buena calidad, es bueno rociarla con una lechada de cal. En el caso de que la tapia estuviera formada por cal y canto, este mismo Tratado, propone que el volumen de las piedras de mampostería menuda sea el doble que el del mortero común o hidráulico.

Si en vez de utilizar agua para humedecer la tierra se utiliza lechada de cal, la tapia resultante se denomina tapia real y adquiere bastante consistencia. Otra forma de adquirir dicha consistencia, es extendiendo sobre las tongadas cal apagada en polvo, que con la humedad de la tierra fragua al cabo de cierto tiempo y da gran dureza a la tapia.

c. Tongadas: espesor y apisonado

En la siguiente tabla se han extraído las determinaciones que relatan los tratados en cuanto a las tongadas.

	Arte de Albañilería. Villanueva	Manual del ingeniero y del arquitecto. Valdés	Construcción general. Rebolledo	Manual del Albañil. Ricardo Marcos y Bausá	El constructor moderno. Francisco Nacente	Tratado de construcción Civil. Ger y Lobez
Espesor tongada de tierra sin apisonado	½ pie de alto (13,93 cm.)	0, 68 m. ó 4 pulgadas ¹	-	14 centímetros ó 6 pulgadas	Unos centímetros de espesor	10 cm
Espesor tongada de tierra apisonada	-	Reducidas a la mitad: 0,36 cm. o 2 pulgadas	-	34 milímetros (dos pulgadas)	5 ó 6 cm.	Hasta que da un golpe seco, que es la mitad, 5 cm. del volumen
Espesor tongada de calicanto sin apisonado	Las capas o tongadas se harán de poco espesor.	-	-	-	-	-
Espesor tongada de tierra apisonada						

d. Tapias armadas con machos y verdugos.

Con el objeto de aumentar la resistencia y la durabilidad del muro, las tapias se encajonaban entre machos de mayor y menor o *rafas*, realizados con materiales más sólidos como el adobe, ladrillo, lancho ó rajuela, como indica el *Tratado de Construcción Civil*, o entre cascote, piedra ó ladrillo, yeso ó cal, como indica el *Manual de Albañilería*. El *Manual del Albañil* especifica que el término '*rafas*' se lo da a los machos contruidos con cascote y yeso o pedernal³, hecho que no especifican el resto de Tratados.

Por otra parte, con el objeto de regularizar, aumentar la resistencia del muro y darle trabazón, se extiende una tongada de mortero o se colocan una o dos hiladas, que pueden ser de ladrillo, lanchas o rajuelas⁴ (*Tratado de Construcción civil*). Estas hiladas se llaman verdugos, y se colocan cubriendo todo el espesor de la pared. También se colocan ladrillos de forma discontinua, de manera que presenten sus cantos en los paramentos para que sirvan de trabazón o clavo al revestido de la mezcla.

El espesor de este tipo de muros viene referenciado en *El Constructor Moderno*, reza que es el triple que el de un muro construido en ladrillo, no por necesidad, sino por la máxima aplicada en innumerables ocasiones que es: '*la de así lo hacían mis padres ó mis antepasados*'. Aunque este tipo de muros fuera empleado en monumentos que debían soportar el empuje de pesadas bóvedas, no era necesario tal grueso semejante al de las murallas.

La separación entre los machos era variable, de unos 2 a 3 metros, normalmente coincidente con la longitud del tapial y así con el del cajón de tapia.

e. Recomendaciones durante la ejecución

Durante la ejecución de las tapias, el *Tratado de Construcción Civil*, considera que la dureza y solidez del tapial varía de uno a otro y de la mañana a la tarde, ya que depende de la destreza y la fuerza de los operarios, que no trabajan siempre del mismo modo. A medida que avanza el día, el cansancio se va acumulando y el esfuerzo se reduce. Aconseja no hacer más de 6 o 7 metros cúbicos de tapial al día por cuadrilla.

Al acabar la jornada laboral y paralizar los trabajos, el *Tratado de Construcción General*, indica que se debe proteger la parte superior de la construcción con esteras de paja. Al reanudarla al día siguiente, de debe limpiar, quitando las parte de mortero que se hayan deteriorado, y se debe mojar con agua o lechada de cal la superficie por la que se vaya a continuar.

3. La tapia en Francia y su impulsor Francois Cointereaux

En Francia la tapia se denomina con el término *pisé*, que según indican Cellauro y Richaud (2005:173) es un una palabra local del área de Lyon que deriva de la palabra *pisey*, y que aparece escrita por primera vez en 1555¹, proviene del verbo franco-provenzal *piser*, que deriva de vocablo latin *Pi(n)siare* or

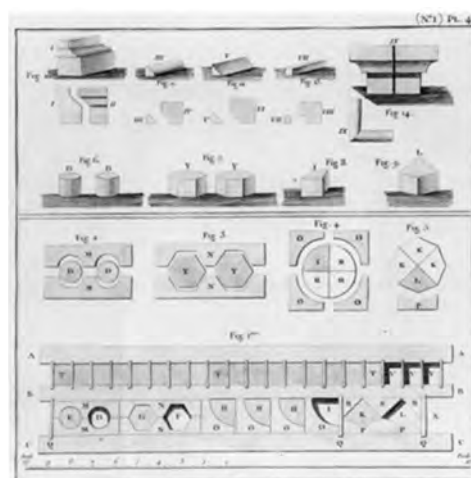
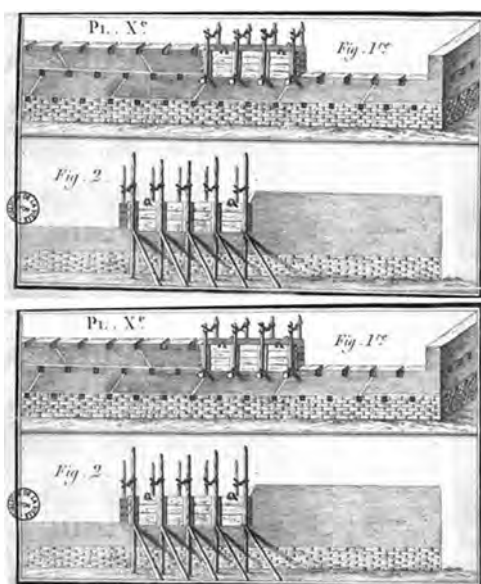


Figura 2 (izquierda): *Ancient Pisé*. Francoix Cointereaux, *École d'Architecture Rurale*, Paris, 1790
 Figura 2 (derecha): *Nouveau Pisé*. Francoix Cointereaux, *École d'Architecture Rurale*, Paris, 1790

Pisare, cuyo significado es golpear.

Hasta el S XVIII la arquitectura de tapia, se producía con más intensidad en el sureste, en el valle Rhône, se trataba de una arquitectura popular. A partir de ese momento, su figura más representativa fue Francois Cointereaux, se dedicó intensamente al estudio de la reforma de la arquitectura rural y publicó numerosos artículos y tratados entre 1790 y 1816. Cointereaux indicó que el *pisé* en Francia fue introducido por los Romanos (*opus formarium* or *formaceum*).

El texto que más difusión obtuvo de los publicados fue el tratado: *École d'Architecture Rurale*, publicado en Paris en 1790 y traducido posteriormente a seis idiomas (alemán, ruso, danés, inglés, finés e Italiano). En el primer y segundo fascículo describió la técnica tradicional del *pisé*, él la denominó *ancien pisé*. Al final del segundo fascículo introdujo la técnica del *pisé décoré*, que consistía en pintar la tapia mediante fresco con motivos de imitación de otros materiales, como sillares en las esquinas, mármol, etc. En el cuarto fascículo publicó su propia técnica de pisé, el *nouveau pisé*, que consistía en eliminar cualquier elemento de madera y realizar los edificios totalmente de tapia, para obtener así, edificios incombustibles. Se basaba en realizar bloques comprimidos de tierra semi-seca sin ninguna fibra vegetal comprimidos

en moldes de madera. La técnica derivó en lo que hoy en día se conoce como BTC. El pionero fue Cointereaux. Los bloques adquirían tanto formas prismáticas (15x12x9 cm) para levantar muros, como otro tipo de formas para realizar arcos, pilares, bóvedas, cornisas o cualquier forma necesaria según el diseño de la construcción o del ornato. En 1807 creó la máquina para manufacturar los bloques de tierra, la llamó *crécize* y obtuvo su patente en Junio de 1807.

3.2 Otros Manuales franceses

Guillaume-Marie Delorme, *Memoire sur la construction des murs en terre*, March, 1745.

Paul Méjean. *Sur un Type d'habitation rurale en bas-dauphine*.

Jean-Baptiste Rondelet. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. Paris, 1802.

Francois Cointereaux, *Du Nouveau Pisé Ou L'art De Faire Le Pisé Par Appareil*. Paris, 1806.

Diderot et d'Allembert, '*Encyclopédie* ', publicó un artículo titulado 'pisay, pisey, pisé ' hacía referencia a las vivienda rurales de la región de Châlons (Saône).

Goiffon Jean-Claude, '*L'art du maçon piseur*'

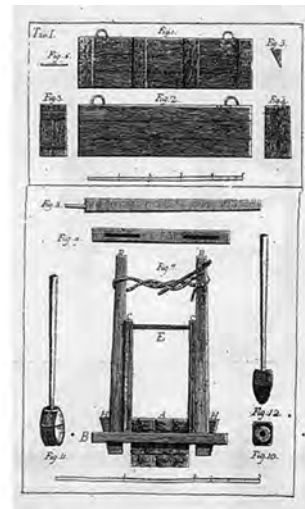
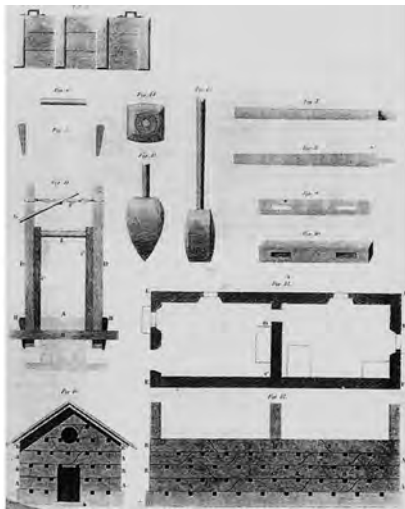


Figura 3 (izquierda): Hoja del libro 'Cyclopaedia' de Abraham Rees, Londres, 1819, retomando las ilustraciones sobre las herramientas del pisé y modelos de casa de Cointereaux.

Figura 3 (derecha): Hoja de Dell' Economica costruzione delle case di terra publicada en el año 1793 por Guiseppe del Rosso, como una adaptación crítica de Ecole de architecture rurale de Francois Cointereaux.

en 1772, que constituye un primer tratado técnico de esta forma de construcción.

3.3 La importancia de los textos de Cointereaux en el extranjero

Guillarud (1997) realiza un análisis amplio de la influencia que tuvieron los textos de Cointereaux en el extranjero, llega a la conclusión de que otros arquitectos y teóricos continuaron su labor en otros países. Posteriormente, Cellauro y Richaud (2005) describen la relación de Cointereaux y Tomas Jefferson en EEUU lo que deriva en la valorización de la construcción con tapia en este país.

La influencia de Cointereaux fuera de Francia fue muy significativa, especialmente en Europa, donde muchos arquitectos utilizaron la tapia para levantar viviendas rurales. Fue sorprendente ver el repentino interés por esta técnica vernácula, que coincidió con la edad neoclásica en la Europa revolucionaria. Sin lugar a dudas, este éxito se explica por el deseo de resucitar la arquitectura rural, así como por el bajo coste de la material y su carácter incombustible.

4. Los Tratados en Inglaterra

Tradicionalmente en Inglaterra el uso de la tierra como material de construcción se utilizó en forma de adobes y de 'cob', anteriormente al S. XVIII no se conoce el uso de la tapia en este

país. A finales del S XVIII, Henry Holland (1746-1806) lleva a cabo experiencias constructivas basadas en la obra de Cointereaux, es él quien traduce alguno de sus textos. Es a partir de entonces cuando se producirá una influencia inmediata en otros autores:

William Barber, *Farm Buildings*. 1805.

Abraham Rees, *Farmer's Dictionary*, 1807.

J. B. Papworth, *Rural Residences*.

Abraham Rees, *Cyclopaedia or Universal Dictionary for Science and Literature*. 1819.

5. Los Tratados en Italia

En Italia, la construcción con tierra se remonta a los tiempos romanos en las construcciones defensivas: *l'agger terreus carianarum*. Guillarud (1997:35) menciona a Eugenio Galdieri como teórico de la construcción con tierra italiana, indica que fueron los romanos los que comenzaron a levantar fortificaciones de tierra.

La tapia se ha desarrollado principalmente en dos regiones en Italia: Piamonte meridional y el sur de Alessandria (San Guiliano Nouvo, San Guiliano Vecchio y Madragna). Se trata de viviendas sencillas y compactas destinadas a los obreros, no adoptan los elementos de composición característicos del S XVIII y XIX

como puede ser el caso de Francia, Alemania, Suiza (escuela de Thundorf, 1843) o España.

En 1793, Guisepppe del Rosso, publica una adaptación crítica de *Ecole de architecture rurale* de Francois Cointereaux: *Dell' Economica costruzione delle case di terra*. Lo que pretende la autora es mejorar las condiciones de la vida rural, estaba segura que la construcción con tapia garantizaba la salubridad, la durabilidad, la incombustibilidad, y todo, haciendo referencia a un ahorro económico. Por otra parte, propone una tipología de viviendas de tapia en la Toscana denominadas 'case rustiche alla Francese', por la relación con el tratado anteriormente mencionado.

tierra apisonada. Finalmente, en 1803, tras la muerte de L'vov, la escuela cerró.



Figura 4. Diseño de viviendas rurales realizadas por Adam Menelaws, 1793.

6. Los Tratados en Rusia y su impulsor L'vov

Nikolai Aleksandrovich L'vov (1751-1803) fue un arquitecto y teórico de la construcción ruso vinculado a la agricultura. Desarrolló la técnica de la tapia en las construcciones potenciando sus cualidades de inercia térmica, ventilación y bajo coste. Escribió el *Traktat o Sadovo-Parkovom Iskusstve*.

El primer edificio que construyó L'vov en Rusia con la técnica de la tapia fue en el año 1793, ayudado por albañiles escoceses que conocían la técnica, como Menelaws. Las referencias se pueden encontrar en el libro *'Picturesque and Architectural views for Cottages, Farm Houses and Country Villas publicado por Charles Middleton* publicado en 1793. Posteriormente, L'vov utilizó en la construcción del Palacio del Priorat los métodos que sugería Coitereaux: los bloques de tierra comprimida realizados con tierras seleccionadas dentro de moldes de madera.

En 1799 creó la Escuela de Construcción con tierra en Tiukhili, cerca de Moscú, y convenció a Menelaws para que fuera uno de los profesores. El objetivo de esta escuela era introducir la técnica de la tapia, el 'pisé', en la arquitectura rural. Impartió charlas durante un periodo de 18 meses para dárselo a conocer a los campesinos de la zona. La escuela publicó en 1801 un álbum ilustrado con 42 edificios, sirvió como método de propaganda para dar a conocer los logros que estaban realizando. A partir de 1801 comenzó el declive debido a la falta de patrocinio oficial, las nuevas autoridades comenzaron a mostrarse escépticos sobre la utilidad de la

7. Tratados en Alemania

El primer texto elaborado en Alemania que trata la construcción con tierra se remonta a 1736, fue escrito por un arquitecto llamado Richter, estaba interesado en mejorar las condiciones de vida y también en el carácter incombustible del material. Propone en uno de sus artículos un modelo arquitectónico, 'la casa incombustible', cuya estructura se realiza con pilares portantes de tierra y la cubierta plana con un conglomerado apisonado de piedras y tierra.

Posteriormente Wilhem Tappe (1769-1823) trabajó en la realización de modelos de vivienda con tierra destinados a las clases más desfavorecidas. Estas viviendas tenían formas de cúpulas ojivales que eran construidas con adobes. La idea se basaba en que se pudieran desarrollar mediante la técnica de la autoconstrucción, con el fin de suprimir gastos. Estos modelos se trasladaron posteriormente a edificaciones de mayor envergadura, como edificios públicos, iglesias, puentes, etc.

El arquitecto David Gilly (1748-1808), fundador de *Bauakademie* se interesó por la construcción con tapia antes de que llegaran los textos traducidos franceses (*Ecole de architecture rurale*), pero fue después de este momento, cuando encontró el apoyo necesario por parte de Schleswig-Holstein para realizar sus trabajos. Posteriormente Gilly siguió trabajando en el tema y publicó fascículos entre 1797 y 1836 que estaban dirigidos a los maestros albañiles.

En 1803 Christian Ludwig Seebass, profesora

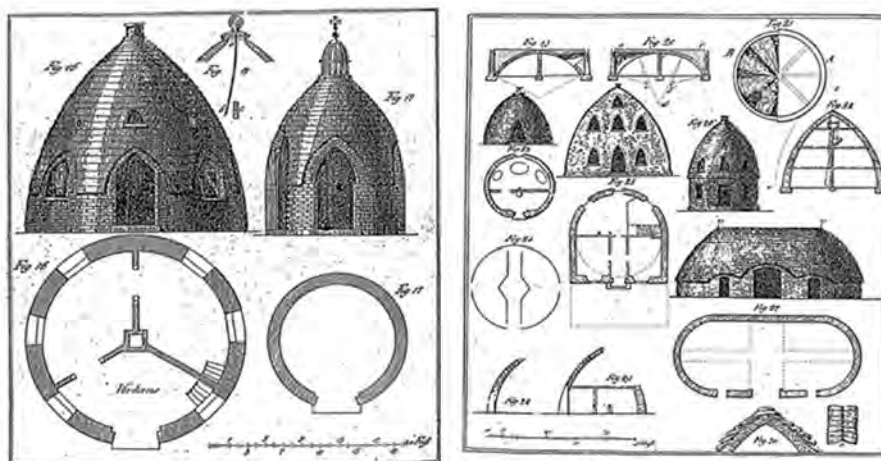


Figura 5. Modelo de casas coupoles ogivales, construidas ladrillos de tierra o mottes de gazon, de Wilhelm Tappe (1769-1823). Extraído de una comunicación de Jochen Georg Güntzel, in *Adobe* 90, pp. 57-65

de Filosofía de la Universidad de Leipzig tradujo íntegramente los *Cuadernos de arquitectura rural* de Cointereaux.

En Alemania la construcción con tapia se desarrolló con más intensidad que en otros países de la Unión Europea, otros autores que empujaron a ello fueron Emst Conrad³, Wimpf, A. Engelhardt, R. Jobst, C. Kuntzel, o. Ritgen, que publicaron en torno a los años 20. Los poderes públicos de Prusia, concretamente el *Wohlfahrtsministerium*, ayudaron con la educación y la formación, crearon escuelas para especialistas y talleres de estudio.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Alemania quedó muy deteriorada (1944-45) y en ese momento Richard Niemeyer (*Del Lehmabau und seine praktische Anwendung*, 1982) y William Fauth (*Der praktische Lehmabau*, 1946) publicaron Tratados técnicos para ayudar a la reconstrucción con el material de tapia.

8. Los Tratados en Suiza

Luis Raimond publicó en 1857, *Mémoire Sur La Bâtisse en Terre*, que explicaba la técnica de la tierra comprimida y la tapia dentro de un entramado de madera (*banchage*). La publicación se realizaba dentro del Instituto Nacional de Industria y Agricultura, el cual tenía un interés en construcciones sólidas, económicas e higiénicas para las clases más pobres.

9. Los Tratados en Estados Unidos

Cellauro y Richaud (2005:191) describen como Thomas Jefferson, ministro de la corte de Luis XVI (1784-1789), mostró un enorme interés en la técnica de la tapia. Éste visitó edificaciones cerca de Lyon y conoció a Cointereaux personalmente en París en 1787, en ese momento creyó que sería una buena técnica para exportar a América. Posteriormente, Jefferson escribió un artículo titulado *Pisé Walls. Cointereaux's new method for 1808* en el cual describía el método de los bloques de tierra comprimida del arquitecto francés.

En la práctica, Jefferson nunca llegó a utilizar la técnica de la tapia en su propia arquitectura, se mostraba escéptico y cuestionaba la técnica para la zona este de Norte América por cuestiones climáticas. Sus materiales predilectos fueron los ladrillos y la madera. Se sabe que su amigo el General John Hartwell Cocke, entre los años 1815 y 1821 construyó al menos cuatro edificaciones en tapia en el estado de Virginia, tres de ellas con la técnica del *ancient pisé* y la última con la del *nouveau pisé*.

El Primer tratado que hace referencia a la técnica de la tapia publicado en EEUU lo realizó Stephen W. Johnson's (New Brunswick, NJ, 1806), llamado *Rural Economy: containing a Treatise on Pisé Building; as recommended by the Board of Agriculture in Great Britain, with improvements by the autor*. Estuvo basado indirectamente en la técnica de Cointereaux.

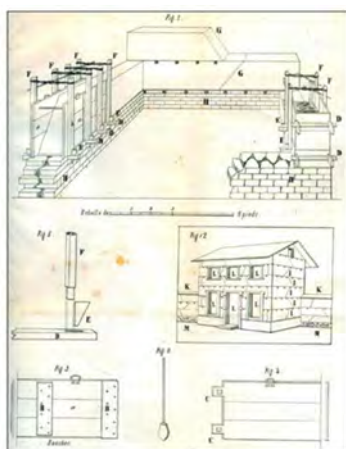


Figura 6 (Izquierda): Louis Raymond, en *Mémoire Sur La Bâtiſse en Terre*.

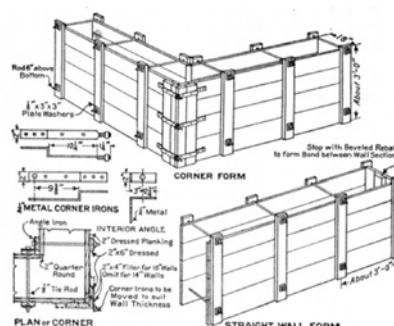


Figura 7 (Derecha): *Rammed Earth Walls for Buildings* de B.C. Betts, arquitecto y T.A.H. Miller, ingeniero agrícola publicado por el United States Department of Agriculture. *Framers' Bulletin* nº 1500. Washington DC 1936.

Otros textos Americanos fueron: *The American Farmer*, 1821, de John Stuart Skinner. Describe el conocimiento europeo sobre los muros construidos con tapia por Norte América y publica las experiencias que se estaban desarrollando en el momento en Norte América.

Rammed Earth Walls for Buildings de B.C. Betts, arquitecto y T.A.H. Miller, ingeniero agrícola publicado por el United States Department of Agriculture. *Framers' Bulletin* nº 1500. Washington DC 1936.

10. Conclusiones

En España la técnica de la tapia mantiene la tradición constructiva heredada de los romanos y desarrollada posteriormente por los árabes. La técnica es recuperada por los países del norte de África, el Magreb y desarrollada más tarde en la España de la Edad Media. A partir de ese momento se desarrolla y evoluciona hasta los sistemas mixtos. Destacaron estas estructuras en la construcción de edificaciones defensivas, eclesiásticas y palaciegas.

Los sistemas constructivos de la Edad Media, fueron recogidos con gran detalle por grandes tratadistas durante el S. XVIII y principios del S. XIX. Las pautas que siguieron, su estructura y grafismo, fueron similares a los tratados romanos.

En Francia, el mayor impulsor de la técnica de la tapia fue el francés Cointereaux, con él se recupera y desarrolla la técnica (pisé), que se

ve influenciado por la técnica romana (*opus formarium or formaceum*). También realiza una gran labor de investigación desarrollando sistemas propios como el *nouveau pisé*, lo que ahora conocemos como BTC, que publica en su texto más conocido *École d'Architecture Rurale*. Desde Francia hay una gran expansión al resto de Europa, América y Australia gracias a la traducción de los textos.

Desde España no se exportaron ideas, a pesar de ser un país con una gran tradición constructiva en tierra, pudo ser debido a la falta de textos traducidos.

Los tratadistas españoles Villanueva y Rondelet son contemporáneos de Cointereaux en Francia, pero no hay referencias cruzadas, por lo que no se puede confirmar ninguna influencia entre ambos.

En cuanto a la tapia mixta, no se ha encontrado ninguna referencia en los Tratados extranjeros, hecho que hace pensar que no se desarrolló de la misma forma que en España.

En Europa y América los departamentos de agricultura fueron los que se encargaron de realizar la propaganda del sistema constructivo de la tapia, como forma de construcción salubre, incombustible y con posibilidad de realizar autoconstrucción. No ocurrió lo mismo en España, que fueron los Tratados de construcción y arquitectura, destinados a los maestros albañiles los que difundieron la técnica.

Bibliografía

GUILLAUD, Humbert. Les carents de l'architecture de terre. Une grande figure du patrimoine regional Rhône-Alpes. Francois Cointeraux (1740-1830). Pionnier de la construction moderne en pisé. Monographie n° 3. CRATerre-EAG. Grenoble 1997 (on line)

Rammed Earth Walls for Buildings. United States Department of Agriculture. Framers' Bulletin n° 1500. Washington DC 1936.

MAKHROV, Alexei. Earth Construction in Russia: A Scottish Connexion. En el libro Architectural History. Vol. 40 (1997), pp. 171-183. Article URL: www.jstor.org/stable/1568673

Web de Historia de la Construcción: www.sedhc.es/biblioteca/tratados.php

CACCIAVILLANI, C.A. *Earthen building: A comparative analysis of three texts* en: Mileto, Vegas y Cristini. *Rammed Earth Conservation*. Taylor and Francis Group, Londres, 2012. http://books.google.es/books?id=A41rcHptt38C&pg=PA475&lpg=PA475&dq=Jean-Baptiste+Rondelet+rammed+earth&source=bl&ots=bGRxfmBso&sig=fXIQitSqKkyLjTdNaH4WGY7_oM&hl=es&sa=X&ei=BMQGVOnfLcTgaJ7OgWA&redir_esc=y#v=onepage&q=Jean-Baptiste%20Rondelet%20rammed%20earth&f=false

CELLAURO, L y Richaud, G. Thomas Jefferson and Francois Cointeraux, Professor of Rural Architecture in Revolutionary Paris. Architectural History, vol 48 (2005) pp. 173-206.

GUERRERO BACA, L. La herencia de la Arquitectura Tradicional. Revista Digital Alarife. Universidad Piloto de Colombia. 2012. Pags 8-26.

GONZÁLEZ MORENO-NAVARRO, J.L. *Los tratados históricos como documentos para la historia de la construcción*. Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996, eds. A. de las Casas, S. Huerta, E. Rabasa, Madrid: I. Juan de Herrera, CEHOPU, 1996.

CUCHÍ I BURGOS, A. La técnica tradicional del tapial. Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996, eds. A. de las Casas, S. Huerta, E. Rabasa, Madrid: I. Juan de Herrera, CEHOPU, 1996.

BETTS, B.C. y MILLER, T.A.H. *Rammed Earth Walls for Buildings* United States Department of Agriculture. Framers' Bulletin n° 1500. Washington DC 1936.

VILLANUEVA, J. *Arte de albañilería*. Editora Nacional. Madrid. 1984.

VALDÉS, N. *Manual del Ingeniero y del arquitecto*. 1870.

MARCOS Y BAUSÁ, R. *Manual del Albañil*. 1879. Ger y Lobe, F. *Tratado de Construcción civil*. 1898.

ESPINOSA, P.C. *Manual de construcciones de albañilería*. Madrid, 1859.

NACENTE, F. *El constructor moderno*. 1890.

Citas y notas

1. GONZÁLEZ MORENO-NAVARRO, J.L. *Los tratados históricos como documentos para la historia de la construcción*. Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Madrid, 19-21 septiembre 1996, eds. A. de las Casas, S. Huerta, E. Rabasa, Madrid: I. Juan de Herrera, CEHOPU, 1996.
2. Pie castellano: 27,86 cm.
3. Pedernal: Variedad del cuarzo de color gris amarillento.

4. Rajuela: piedra delgada y sin labrar que se usa en la construcción.
5. Conrad Gesner (traducción francesa Barthélemy Aneau) Trésor de Evonyme Philiate des Remedes secretz (Lyons, 1555), pag. 71: 'aussi importe cela si du commencement les matièrres son meses en vases ou broyées and pisées, car les bronyées and pisées veulent plus brief temp par autre de la moytié que celles qui sont entières'.