

A cura di
AGOSTINO CATALANO
E **CAMILLA SANSONE**

Concrete 2009

THE BUILDING TECHNIQUES

I International congress

Technological development of concrete
Tradition, actualities, prospects

LUCIANOEDITORE



ISBN 88-6026-094-9



9 788860 260949

A TRADITIONAL REINFORCED RAMMED LIME & EARTH TECHNIQUE: THE CASE OF STUDY OF *TAPIA VALENCIANA*

Valentina Cristini, José Ramón Ruiz Checa

Universidad Politécnica de Valencia - España
e-mail: vacri@upvnet.upv.es - joruiche@csa.upv.es

KEY-WORDS: rammed lime & earth technique, *tapia valenciana*, bricks, reinforced ancient concrete walls, Valencia

ABSTRACT

Rammed earth technique in Spain was as appropriate for the construction of rural architecture as for luxurious work symbol and treasure of Muslim Architecture. In spite of these great examples in Valencia city centre is still possible to find walls with parts made by reinforced lime and earth walls, with bricks, called *tapia valenciana*. The research presents the study of dividing walls and façades made by these reinforced rammed earth walls. They consist basically of rammed earth and lime structure with embedded bricks. This type of wall could be honestly mistaken for a "traditional" brick wall, with deep joints, if it's not carefully studied. When tamped the shell flows out between the bricks so that their surface appears partly covered by mortar. Their state of conservation is quite good. In fact several deterioration agents can be reduced due to the presence of these reinforcing bricks. Above all considering the existence of the protective/structural presence of bricks assumes great importance. Due to the presence of bricks it's possible also to improve walls performances. Their disposition also guarantee the balance of expansion/retractions which in turn may induce separation between layers, when open porosity does not allow enough space for those expansion. The compatibility between the earth walls and the applied materials, in this case bricks, are really crucial in terms of assuring good performance of the walls.

1. LA TAPIA REFORZADA EN ESPAÑA

La extensión temporal y geográfica de la tapia en España se explica por su relativo bajo coste, el buen aprovechamiento de materias primas presentes en el lugar de construcción, y un buen comportamiento mecánico. De hecho, la presencia de tapia es constante en todo tipo de construcciones, en casas modestas, en palacios, edificios religiosos, elementos defensivos y obras civiles. Plinio documenta en la Península fortificaciones hechas de tierra, a las que atribuye un origen cartaginés. La llegada de los romanos impulsa el uso del encofrado como sistema de construcción de grandes obras mediante el *opus caementicium* recubierto de obra *lateralicia* o ciclópea (fig.1). Pero es con la llegada de los primeros musulmanes, a principio del siglo VIII, cuando la técnica de la tapia conoce su mayor expansión y diversificación, introduciendo las tradiciones constructivas norteafricanas. Tras la conquista de los territorios musulmanes por los reinos cristianos, la tapia sigue usándose sin interrupciones hasta principios del siglo XX, cuando empieza a ser sustituida, sobre todo en zonas rurales, por paramentos de fábrica de ladrillo y el inicio del empleo masivo del hormigón armado.

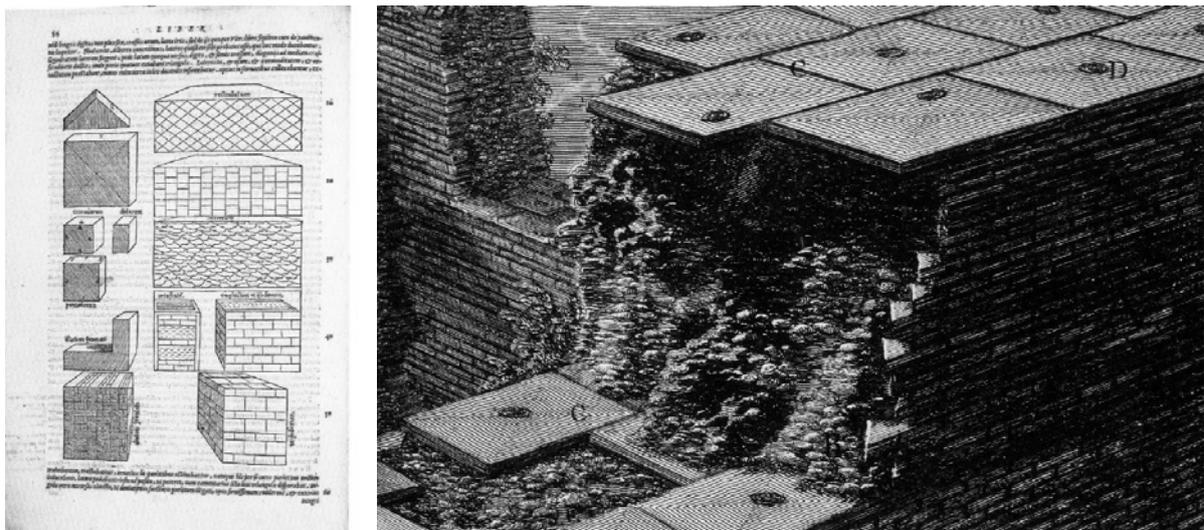


Fig.1 Puesta en obra de ladrillos en fábricas vitruviana (hipótesis de Barbaro) y referencia a grabados de Piranesi, en el que se definen los ladrillos dispuestos a cuña en las fábricas (Cambell)

La definición más exacta y sintética de tapia y tapial puede ser la siguiente: "Tapia es todo muro realizado con una horma denominada tapial" (Algorri García y Vázquez Espi). Otras características añadidas son el uso de materiales baratos, presentes en el entorno de la obra o de fácil transporte, que el material de encofrado sea recuperable, fácil de transportar y sujetar, y estable durante los trabajos de vertido de material y su posterior apisonado. La tapia más simple se compone de una mezcla de tierras con agua, compactada entre tapias (nombre de los encofrados), recubierta por un revestimiento protector y con refuerzos en las esquinas (sillería, machones de yeso o ladrillo...) La técnica del tapial propicia

una gran variedad de materiales y formas para las tapias, añadiendo mampuestos, paja, cañas, madera, ladrillos o cal.

Como todas las obras basadas en la tierra como material primordial, las construcciones usando tapiales y convenientemente protegidas y mantenidas tienen una extraordinaria duración y resistencia, como se puede apreciar en los numerosos edificios levantados con esta técnica que persisten en toda la Península desde el período andalusí.

El relleno de tierra que forma la tapia, una vez asegurados los tapiales a ambos lados de la estructura, se va vertiendo en capas, compactándose mediante el empleo de herramientas conocidas como pisones. Los pisones presentan una gran diversidad de tamaños y tipologías, pero en lo esencial constan de un elemento pesado y con forma troncocónica, de piedra, madera o metal, que es la parte que entra en contacto con la tapia y la va compactando. Un mango vertical unido a la cabeza del pisón permite su agarre y el movimiento de golpeo vertical necesario para la compactación. Un relleno bien compactado garantiza una larga vida a la tapia formada.

La tierra se va vertiendo en el cajón en capas de diez a veinte centímetros, controlando la humedad en todo momento mediante aspersiones en la cara superior. Sobre la cara húmeda suele añadirse una ligera capa de tierra que impide que la tierra húmeda se pegue en exceso al pisón. Se procede entonces al compactado, el pisado. El cambio de sonido indica el grado de compactación necesario, e incluso hay autores que relacionan el sonido de la mezcla compacta (un "tap") con el origen onomatopéyico de tapia. Puede citarse, como anécdota, que en comarcas del sur de Valencia se denomina "tap" a unas tierras amarillentas o blancas, compuesta por margas travertinas muy pulverizadas. Los estratos de esta tierra suele indicar el fin del suelo fértil y antecede al afloramiento de los estratos profundos de roca caliza. El "tap", por lo tanto, era utilizado con mucha frecuencia como material de tapias, en ocasiones sin demasiado tratamiento.

El ritmo de compactación de las capas del relleno del encofrado es rápido, y trabajadores experimentados son capaces de levantar grandes segmentos de muros en una jornada. Fuentes históricas, durante el asedio final a la ciudad nazarí de Granada por parte de las fuerzas cristianas, señalan la celeridad en la construcción de murallas y torres de defensa de tapia de tierra por parte de los defensores musulmanes. Frente a la ciudad de Baza, los obreros nazaríes levantaron una red de murallas de defensa en apenas una noche.

2. LA TAPIA EN EL ENTORNO VALENCIANO

Existe una gran variedad de tapias en Valencia y su Provincia, diferentes entre sí según los elementos que la componen y sus refuerzos estructurales. Las principales que se pueden detectar son tanto ordinarias como más elaboradas.

Los tapiales monolíticos son aquellos en los que el propio muro constituye todo el elemento estructural y por lo tanto funciona como un todo. Las diferencias en

esta categoría vienen dadas por la composición de la tierra empleada y al tratamiento de las juntas entre las diferentes tongadas de tapia.

La técnica más sencilla, es por lo tanto la que utiliza la tierra vertida y apisonada dentro del tapial de madera. La tierra apenas se prepara con su aireado y humedecido.

Las tapias mejoradas son aquellas donde la tierra empleada se enriquece añadiendo "aditivos" de tamaño variable para obtener un mejor compactado de la masa. Con mucha frecuencia, el producto añadido es cal, que permite dar mucha mayor consistencia y duración que las tapias ordinarias. Similar a esta técnica está la colocación del careado con pelladas de cal.

La tapia acerada cuenta con la protección de la base de tierra por medio de un guarnecido en sus paramentos de alguna mezcla o argamasa.

La tapia calicastrada, por otro lado cuenta con un guarnecido de cal obtenido por la adición de pellas de cal a las diferentes tongadas, que con la compactación permite una perfecta adhesión a la tapia y la presión de los costeros le da un acabado exterior bastante alisado y homogéneo.

Finalmente la tapia valenciana se fabrica con la adición de ladrillos y elementos cerámicos sobre la tongada húmeda, colocados a bofetón durante la ejecución en las caras del tapial (fig.2). El aspecto final de la tapia valenciana suele llevar a engaño, al confundirse con una fábrica de ladrillo con llagas y tendeles sobredimensionados respecto a las medidas habituales en fábricas *lateralicias* o bien con un revestimiento continuo de poco espesor que se haya deteriorado en las zonas coincidentes con las caras de las piezas cerámicas.

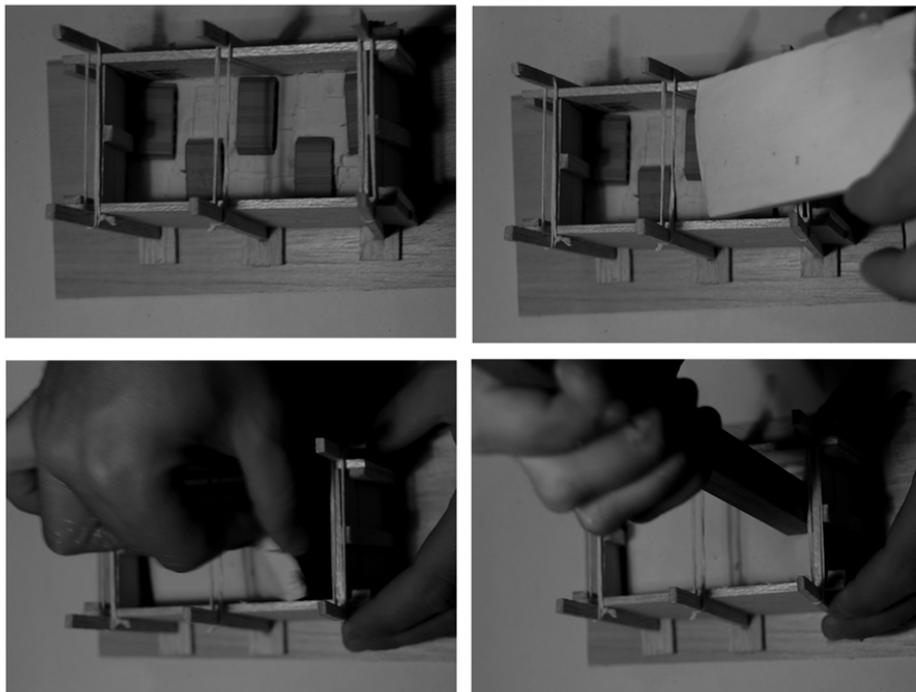


Fig.2 Fases de modelización de un "mini encofrado" para tapia valenciana (Cristini/Ruiz Checa)

Dentro de estas tapias reforzadas pueden encuadrarse las tapias que cuentan con verdugadas de ladrillo y mampostería y las tapias con verdugadas de mortero de cal. En ambos casos, las tongadas de tierra se alternan con verdugadas de los materiales nombrados, consiguiendo una superficie homogénea que garantiza la transmisión de cargas.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA TAPIA REFORZADA CON LADRILLOS

La historia de la técnica constructiva de la tapia valenciana soporta el doble lastre del desconocimiento y de una general incomprensión. El conocimiento histórico todavía limitado de estas fábricas se debe a que no han sido valoradas desde una perspectiva temporal de larga duración ni tampoco valoradas en su justa medida si las comparamos con el interés que se ha dado a las fabricas de cantería o de ladrillo.

Así, se ha vinculado la aparición de muros de tapia¹ o adobe a la tradición tardo romana, luego islámica. Con el paso de los siglos, la técnica ha ido perdiendo su pervivencia y asimilación, asociando sus características a una presunta escasez de recursos económicos y/o técnicos en la construcción.

Después de la conquista cristiana, en la arquitectura vernácula, aparece la tapia, no solo de tierra, sino como fábrica de hormigón de cal, siendo la precursora de la variante regional de la tapia valenciana (Serra Desfils A.)².

A lo largo del tiempo, las variantes de tapia entendida como mezcla de cal y tierra fueron experimentadas y contrastadas, de manera que marcaron una evolución observable en los tipos de tapia de cal y tierra:

Fray Lorenzo de San Nicolás, indica ya en 1663 que ³ *"Tapias valencianas se hacen con tierra, medios ladrillos y cal, echando lechos de unos y otra, es obra fortísima..."* se puede considerar como una de las citas más claras y sintéticas sobre la existencia de una técnica constructiva.

Sin embargo, afirma con rotundidad que es obra fortísima, concepto importante para reforzar la idea de un muro resistente, bien construido, merced a la alternancia de estratos de cal y ladrillos, como "receta" fundamental para la realización de los muros.

Según Manuel Galarza Tortajada⁴ *" Aunque los primeros datos monumentales pertenecen al siglo XVI, la tapia valenciana se utilizó en construcciones autóctonas, de donde adoptó el nombre con anterioridad al siglo XV, quedando testimonios aún visibles en edificios construidos en aquella época: pero siguió utilizándose hasta principios del siglo actual"*.

Siempre la tapia valenciana, debido justamente a su nombre se ha considerado como parte de la "familia" de las técnicas constructivas de las fábricas que adoptan como material básico la tierra. En ella se consigue, no sólo la necesaria cohesión entre los materiales para garantizar su resistencia, durabilidad y su buena respuesta a asientos accidentales o acciones dinámicas, sino incluso un acabado final permanente que permite su conservación sin los necesarios procesos de mantenimiento periódico, a la vez que confiere a la fábrica una superficie de acabado decorativa y estable: y todo esto se consigue con sólo una única aplicación del material.

Pero realmente, si consideramos la definición de Fray Lorenzo de San Nicolás, y la racionalidad con las que se conforman los lechos entre un material y el otro, se podría hablar de una técnica constructiva unión de las fábricas de ladrillos y de tapia, justo debido a esta secuencia regular y organizada de capas y materiales por un lado y por otro, a la utilización de un encofrado reutilizable, el tapial.

La principal diferencia se basa en el hecho de que, después de haber apisonado las tierras de cada tongada, se colocaban los ladrillos en ambas caras de la tapia, a bofetón, con su testa pegada a las puertas del encofrado, dejando entre pieza y pieza, el espacio correspondiente a la dimensión del tizón del ladrillo situado en la cara opuesta de la tapia. Adquiere así la tapia un aspecto exterior como de muro de ladrillo con las llagas y juntas muy anchas, sobresaliendo respecto del plano vertical que forman las testas de los ladrillos, quedando una costra parecida a la de una tapia calicastrada.

Una vez realizada la cimentación, la tapia valenciana para su puesta en obra, necesita la construcción de un zócalo o puntido, que podría ser de varios materiales, bien ladrillos, bien pedestales de piedra picada. La construcción de la tapia necesita un riguroso sistema de colocación de los tableros del encofrado, que tienen que ser bien aplomados, alineados, y arriostrados;

A partir de este momento se inicia la secuencia de tongadas:

- Distribución de la primera tongada de masa de cal y tierra
- Colocación de capas de ladrillos, con su testa hacia el tapial y una separación mayor o igual que la dimensión del tizón, embebidos estos la mitad del espesor en la tierra sobre su tabla, la cara opuesta de la tapia se realiza del mismo modo.
- Vertido y apisonado de la capa de tierra y cal de un espesor igual o un poco mayor al de la capa de cal más la mitad de un ladrillo, resaltando así las piezas.

El compactado se hacía desde el centro hacia los tableros, las piezas cerámicas embebidas hasta la mitad de su espesor sobre el lecho de la tongada inferior, hacía que al apisonar la tongada superior deformara parcialmente las puertas del tapial y parte de la lechada fluyera entre estas y las piezas, otros autores consideran que este recubrimiento parcial de las piezas es fruto del impacto de colocación de la pieza, en el presente estudio se considera irrelevante este efecto.

Así, el llagueado de los ladrillos sobresale más que ellos, quedando rehundidos respecto a la superficie frontal del muro. A veces también se empleaban

encofrados con estratos de cal extendida sobre los tableros laterales con un grosor de 2 cm, en las esquinas siempre se aplicaba más cal de manera que se formaba un sellado de las juntas entre los módulos de tapia que se realiza no a posteriori, sino simultáneamente a la construcción, visible una vez desencofrado el tapial (fig.3).

La sección transversal del muro de tapia valenciana, según una comparación con textos referidos a construcción antigua⁵ se puede apreciar como la sección transversal de un muro romano (de doble hoja, por ejemplo) o griego (el *emplecton* griego), sustituyendo la piedra o sillar de las caras por ladrillo y costra, y el relleno interior del hormigón por tierra apisonada. Su aspecto superficial es el de un acabado que no precisa de ningún tratamiento protector. Es decir, cuando se quitan las puertas del tapial, el muro queda ya totalmente terminado.

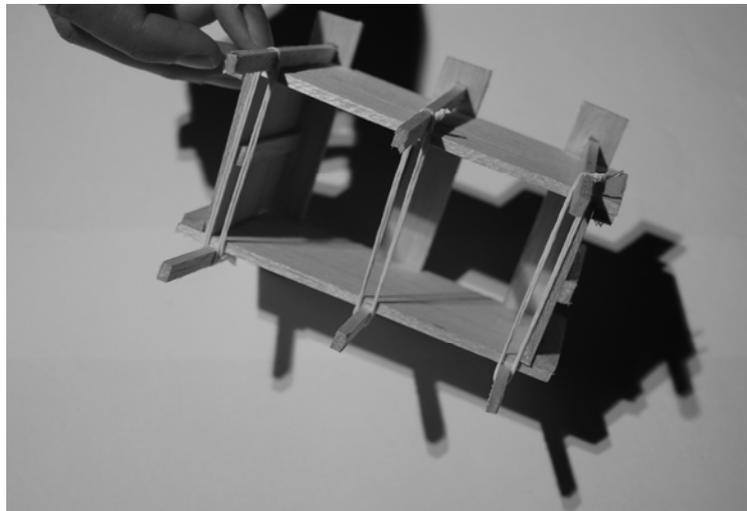


Fig.3. "mini encofrado"; pruebas para la realización de una maqueta de tapia valenciana (Cristini/Ruiz Checa)

4. PROPIEDADES DE LADRILLOS EN TAPIA

Bien la tapia, bien los ladrillos presentan un denominador común, en su composición, y en su materia prima, la arcilla (silicatos de aluminio). Sin embargo, aunque se considere este denominador común, es necesario tener presente al resto de materiales utilizados como son el tipo de mortero o en el caso de la tapia, el tipo de argamasa, cuya unión con el ladrillo es necesaria para garantizar la estabilidad y durabilidad del conjunto.

Podríamos destacar varios modos de empleo de piezas de ladrillo en la confección de la tapia, uno de ellos correspondería al uso que se le da en la tapia:

Verdugadas-hiladas de ladrillos. En este caso los ladrillos se disponen entre módulos, con el objetivo de mejorar la respuesta ante la elevación de humedad por capilaridad. Este proceso se basa en la relación directa entre la succión

capilar y la porosidad entre el ladrillo y la argamasa. Este tipo de recurso se puede encontrar en Castilla y León.

Dentro de este tipo y a modo de variante, podemos encontrar ejemplos de arquitectura vernácula en las zonas rurales del interior de España donde se muestran hiladas regulares, aparejadas de sogá y tizón, sustituyendo lo que deberían ser las primeras tongadas de tapia. Se puede ver como una o al máximo dos hiladas de ladrillos, en correspondencia del zócalo, garantizan una mejora de la estanquidad del muro de tapia, además, estas verdugadas garantizarían la regularización de la superficie y una transmisión homogénea de las cargas.

Machones de ladrillos. El uso de fábrica de ladrillo y tapia se puede detectar en Castilla y León, donde se presentan muros de tierra apisonada en los que los ladrillos se emplean aparejados regularmente, en machones de carga. Estos pilares, visibles en fachada, sirven a la vez para reforzar las esquinas de las construcciones y para favorecer la traba de los módulos de tapia. En este caso el empleo de ladrillos es identificable en un sistema de estructura portante que deja a la tapia un empleo sólo como tabique/relleno entre machón y machón.

Los machones presentan una forma con dientes, salientes y entrantes, que favorecen la traba; y el ritmo de los mismos dientes de los pilares es vinculado a la altura de las tongadas de la tapia.

Tapia valenciana. Este caso es sin duda el más completo de los tipos de refuerzo que se acaban de nombrar; el empleo del ladrillo no se limita a unas hiladas sueltas en correspondencia del zócalo; al revés, la presencia de estos es uniforme en cada tongada, siempre aparejados a tizón. (fig.4)



Fig.4. reflexiones relativas a la colocación de ladrillos en la tapia valenciana (Cristini/Ruiz Checa)

5. PROPIEDADES DE LADRILLOS EN TAPIA VALENCIANA

Pero, entonces ¿Qué función tienen aquí los ladrillos?, el papel jugado por estos habría que estudiarlo desde dos perspectivas, siempre con el denominador común de la mejora en su comportamiento mecánico y de una mayor eficiencia en la ejecución:

Aumento de la capacidad de la sección a esfuerzos rasantes.

El artículo 47º de la nueva disposición española Instrucción sobre Hormigón Estructural (EHE) de reciente aplicación, analiza el esfuerzo rasante en juntas entre hormigón determinando que:

$$\tau_{r,d} \leq \tau_{r,u}$$

$\tau_{r,d}$ Tensión rasante de cálculo

$\tau_{r,u}$ Tensión rasante de agotamiento correspondiente al estado límite último de resistencia a esfuerzo rasante.

Considerando que la tensión rasante de agotamiento $\tau_{r,u}$ tiene como valor:

$$\tau_{r,u} = \beta (1.30 - 0.30 (f_{ck}/25)) f_{c,d} > 0.70 \beta f_{ctd}$$

β Factor que adopta los siguientes valores:

0.80 superficies de contacto rugosas compuestas en las que existe imbricación tal que se impide el cabalgamiento de una sección sobre otra (configuraciones en cola de milano).

0.40 en superficies rugosas.

0.20 en superficies de baja rugosidad.

f_{ck} Resistencia característica a compresión del hormigón más débil de la junta.

f_{ctd} Resistencia de cálculo a tracción del hormigón más débil.

La instrucción penaliza la presencia de acciones dinámicas en un 50 % sobre el resultado de $\tau_{r,u}$. Del mismo modo cuando aparecen cargas colgadas desprecia la contribución por cohesión de los hormigones.

Si extrapolamos este análisis del esfuerzo rasante en juntas de hormigón a las juntas producidas entre tongada y tongada de la tapia valenciana, vemos como afectan del mismo modo, dependiendo de la adherencia entre las superficies y de la existencia o no de elementos conectores entre ambas capas.

Así, se puede apreciar como la superficie de contacto entre tongadas se confía en la mayor o menor rugosidad de dicha superficie (β = entre 0.40 y 0.20), muchas veces muy reducida por el efecto del pisón. Ante una sollicitación horizontal los esfuerzos rasantes únicamente serían absorbidos por esta rugosidad, esto ocurre con la tapia convencional.

Si a la sección de la tapia se le introducen piezas de ladrillos, caso de la tapia valenciana, estas actuarían a modo de conectores ($\beta \cong 0.80$), y serían las encargadas de absorber estos esfuerzos rasantes, mejorando su comportamiento ante esfuerzos rasantes, con el consiguiente aumento de la tensión de agotamiento ante esfuerzo rasante.

Hay que tener en cuenta que la buena disposición de las piezas influye en este buen comportamiento y a la viabilidad de esta solución(fig.5); dando de este modo respuesta a esfuerzos horizontales, producidos, por una acción sísmica (la zona de Valencia atendiendo a la norma NCSE--Norma Sismo resistente española año 2002—tendríamos una aceleración sísmica básica $a_b=0.06g$), o por las tensiones rasantes provocadas por asientos puntuales de la fábrica (El área de la ciudad de Valencia se asienta dentro de una zona con un subsuelo de limos con una tensión admisible bastante baja).

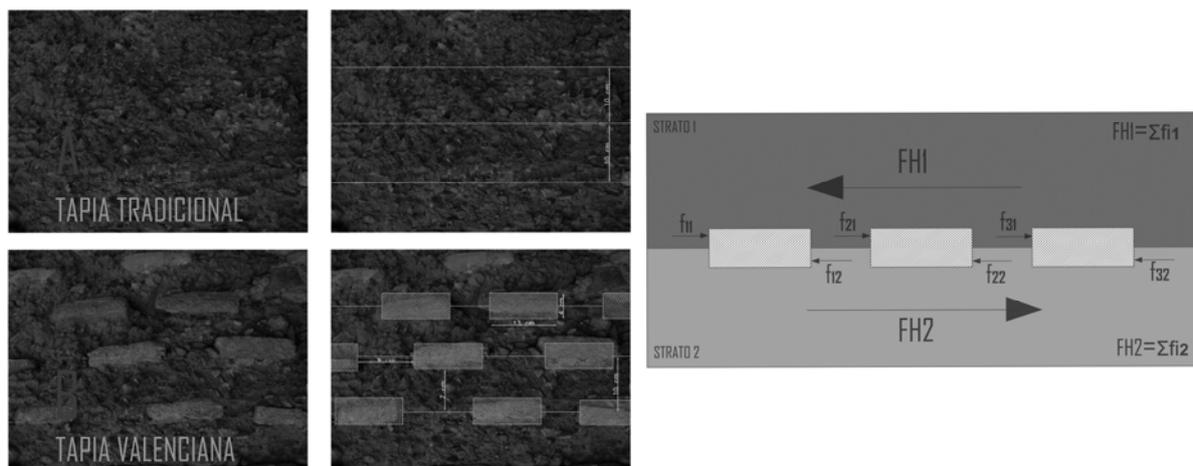


Fig.5. Rol de los ladrillos, una "cremallera" en las fábricas de tapia valenciana (Cristini/Ruiz Checa)

Atendiendo a la datación de los edificios realizados con esta técnica: Almudín (1417), Convento de la Trinidad (1445), Colegio del Patriarca (siglo XVI) y contrastando estos datos con la cronología de terremotos, llama la atención que en 1395 se produce un sismo en la ciudad. Factor que podría invitar a la elección de esta técnica constructiva, para los edificios más significativos de la urbe, hay que destacar aquí que la muralla de la ciudad realizada con esta técnica data ya del siglo XII, por lo que la misma se habría mantenido en pie.

Mejora en el rendimiento durante la ejecución.

No hay que olvidar que la tapia valenciana es un sistema de argamasa confeccionado in situ, por lo que cobra un papel fundamental la calidad durante su elaboración en obra.

El apisonado, tensión a compresión, se traduce en empujes horizontales en toda la tongada, provocando una deformación, aumentando la compactación tanto en sentido vertical como horizontal. La tierra que estaría en contacto con la tongada inferior, superficie de adherencia, quedaría confinada entre pieza y pieza (las piezas están colocadas a tizón y no a soga como habría que suponer si fuera una función estética) (fig.5) evitando en parte las deformaciones horizontales, se aumenta la tensión, se mejora sin duda su mayor compacidad, y por tanto también se incrementa la mejora en la adherencia entre tongada inferior y superior.

En el caso del hormigón armado, donde tenemos elementos verticales continuos encargados de hacer frente a los esfuerzos rasantes, se compensa de algún

modo en la tapia valenciana, con la inclusión de pequeños conectores cerámicos. Todo ello hace de este método una singular solución tanto en su respuesta mecánica, en su aspecto superficial final como en su proceso constructivo.

5. CONCLUSIÓN

La presencia combinada de ladrillos y tierra en un módulo de encofrado, garantiza un resultado mejorado de la tapia ante esfuerzos rasantes provocados por sismo o asentos, merced todo ello a la combinación de propiedades, que la arcilla cruda y/o de la arcilla cocida aportan.

A la vez se mejora el rendimiento económico y rapidez de ejecución que lleva la ejecución de estos muros; La disponibilidad de alternar ladrillos en las tongadas mejora el asentamiento de la tierra, en un proceso de reparto de cargas que se hace más controlado y regularizado. No se trata de un refuerzo excesivamente caro como ocurre con el empleo de morteros de cal, pero es una mejora que proporciona un significativo aumento de la prestación estructural del muro. El muro, entonces, presenta una mayor rapidez de ejecución y una menor cantidad de de ladrillos empleados respecto a los que se necesitan en una fábrica aparejada.

La presencia de ladrillos sueltos, como una "cremallera" al interior de la fábrica de tapia optimiza el efecto de la trabazón, que permite una mayor altura de los muros construidos (se vea por ejemplo el caso del *Castillo de Alacuas*, que llega casi a los 15 m de altura en sus torres laterales realizadas en tapia valenciana, o la más humilde *Alquería de Chirivella*, en las afueras de *Valencia*, (Fig.6).



Fig.6. Ejemplo edificios analizados en Valencia y provincia; Alqueria de Chirivella, Muralla de Mascarell, edificio residencial en la Plaza del Autor s/n-Valencia (Cristini/Ruiz Checa)

No solo se trata de aumentar la altura de los muros, sino que a la vez se puede garantizare un acabado "todo en uno", que no necesita un acabado a posteriori, sino que la costra de acabado de la tapia se realiza a mismo tiempo, junto al muro y no necesita un ulterior enlucido o revoco, una vez desencofrado el muro.

La misma capa-costra de protección del muro garantiza una doble protección frente a los agentes atmosféricos y a la degradación mecánica de la superficie, bien sea la superficie de la argamasa de tierra bien sean los bordes de los ladrillos utilizados de refuerzo.

Realmente el empleo "combinado de ladrillos y tierra" fragua en una técnica constructiva las "categorías vitruvianas" de *utilitas, firmitas, venustas*, como se puede apreciar en el sencillo método de refuerzo de estos muros con ladrillos, donde el acabado nace desde el mismo proceso constructivo.

Hay un incremento de las propiedades mecánicas-estructurales, un aprovechamiento de las condiciones económicas-constructivas y un contemporáneo acabado estético del muro. Esto, porque gracias al ritmo modular y regular de los ladrillos se garantizan juegos de claro-oscuro, vibración de las superficies, sombras rasantes y mejora de la uniformidad neutra y anónima de las tongadas de argamasa.

Bibliografía

- Cristini V., "Hacia la conservación de fábricas históricas de ladrillo en Valencia: estrategia y conocimiento para preservar ejemplos de edificación residencial", en *IV Seminario internacional de Conservación de Patrimonio*, Mérida, México, abril 2008.
- Cristini V., Ruiz Checa J.R., "Tapia valenciana, caratteristiche di muri in terra cruda rinforzata " en *Mediterra 2009, First mediterranean conference on earth architecture*, Cagliari, Italia, en imprenta.
- De Hoz Onrubia, J., Maldonado Ramos L., Vela Cossio, R., *Diccionario de construcción tradicional de Tierra*, Nerea Ed., San Sebastián, 2003.
- Eslava Galan, J., 'Fortificaciones de Tapial en Al Andalus y Al Zagreb', in *Castillos de España*, n.98, Garbí Ed., Madrid.1998.
- Font, F.& Hidalgo, P., *El Tapial, una tecnica constructiva milenaria*, Litografía Ed., Castellon, 1991.
- López F.J.& Martínez, J.A., *Arquitectura de Tierra*, Ministerio de Fomento Ed., Madrid,1998
- Keable, J., *Rammed earth structures: a code of practice*, Intermediate Technology Publications, London, 1996.
- López Martínez, F.J., 'Tapias y tapiales', *Loggia-Arquitectura y Restauración*, n.8, UPV Publicaciones, Valencia, 1996.
- Sanz Lahoz J.M., 'Técnicas y oficios tradicionales: barro, adobe tapial', *B/A*, n.185, Barbí Ed., Madrid, 1996.
- Olcese Segarra, M., *Arquitectura de Tierra, Tapial y Adobe*, Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid Ed., Valladolid, 1993.

Notas

[1] El termino tapia se recoge por la primera vez en 1247, documento del fuero de Huesca. Derivado de Tapia que es palabra muy antigua de origen incierto, común a los tres romances hispánicos y a la lengua de occidente y probable onomatopeya del apisonamiento. Plinio el Viejo, en su *Historia Natural*, dice que las *formacei parietes* (paredes ejecutadas con moldes u hormas) son algo típico de Hispania. En el siglo X Ibn-Hawqal describe varias cercas de ciudades bereberes como algo típico de España, con el término *tábyia*, que también aparece citado por Al-Idrisi (siglo XII), Ibn-Adari (siglo XII) y en documentos árabe toledanos.

De la descripción concreta de la técnica posteriormente tenemos descripciones de Fray Lorenzo de san Nicolás (*Arte y Uso de la Albañilería*) y en el Siglo XVII de Juan de Villanueva (*Arte de Albañilería*) Corominas J., Pascual A., *Diccionario Crítico Etimológico Castellano y Hispano*, Ed. Grados, 2007 (primera edición 1982).

[2] Amadeo Serra Desfilis, "Tapial y Adobe: fabricas de Tierra Cruda en la Historia de la arquitectura medieval española", en *Houses and cities built with earth, conservation, significance and urban quality*, Argumentum Ed., Lisboa, 2006, pp.72.

[3] Fray Lorenzo de San Nicolás, *Arte y Uso de la arquitectura*, Imprenta Petrus Villafranca y Hervada, 1663-67, Cap. XXXIX.

[4] Manuel Galarza Tortajada, "La Tapia Valenciana: una técnica construida poco conocida", en *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, 16-21 septiembre 1996, Instituto Juan de Herrera Ed., Madrid, 1996.PP.211.

[5] Adam J.P., *La construcción Romana, materiales y técnicas*, Editorial los Oficios, Barcelona, 2003, PP.61-68.