

*Immagine di apertura: Partinico, intradosso di una volta realina parzialmente crollata in un edificio in via Levatrice (foto di D. Giardina).*

Salvatore Di Maggio

*The paper is aimed to trace a historical-geographical framework in which the thin shells, in the form of tiled vaults, were born and developed. Starting from Catalonia, where there is evidence of their first development and which still hosts the leading experts of this technique, the attention will then move to Portugal and to France, in which the Iberian influence was manifested in the solutions adopted. The last area investigated within the Mediterranean basin is Sicily, where there is evidence of the construction of such vaults until the second half of the last century.*

*Keywords: Thin shells, Tiled vaults, Construction technique, Construction history*

## Introduzione

Scopo di questo contributo è quello di analizzare le diverse declinazioni che la tecnica costruttiva dei gusci sottili, nella accezione di volte sottili in laterizio, ha assunto nel tempo nei Paesi dell'Europa mediterranea -Penisola Iberica, Francia e Italia- e più in particolare nelle aree della Catalogna, dell'Alentejo, del Roussillon e della Sicilia; qui le tecniche di cui ci si è avvalsi, così come i materiali adoperati, presentano delle evidenti analogie, tanto che è ragionevole pensare ad una loro comune origine.

Con gusci sottili, in generale, si indicano dei sistemi strutturali a semplice o doppia curvatura in cui la terza dimensione, cioè lo spessore, è di gran lunga inferiore rispetto alle altre due, che in tal modo risultano preponderanti, e tale definizione non è dissimile da come si definiscono i gusci presenti in natura (gusci di noci, gusci d'uovo, conchiglie, secondo quel settore dell'architettura chiamato "Architettura biomimetica"). Permane tuttavia il quesito di una quantificazione in termini numerici del rapporto che intercorre tra le tre misure anzidette, ossia in che rapporto lo spessore deve stare rispetto alle dimensioni planimetriche e superato il quale non si può più parlare di gusci sottili, ma piuttosto di un'altra tipologia costruttiva.

Il sistema costruttivo dei gusci sottili appare uno dei più interessanti e degni di nota da analizzare, sia dal punto di vista della sua evoluzione storica, sia della tecnica costruttiva; Guastavino [Gulli, 2006, 105], parlando delle volte a tamburello già presenti nell'Antico Egitto, afferma: «è evidente che il sistema coesivo, così come il tipico arco a tamburello e l'arco in generale sono, per così dire, "nati" spontaneamente e non sono stati inventati [...] da ciò deduciamo che né le volte a mattoni, né quelle a tamburello, sono il prodotto di una particolare civiltà.

Circostanze simili comportano la loro realizzazione in qualsiasi paese».

Al fine di metterne in evidenza quali sono i tratti in comune e gli aspetti in cui differiscono, verranno considerate e descritte le tecniche di costruzione delle volte sottili in laterizio per ognuna delle zone sopra menzionate, sia dal punto di vista qualitativo che, per quanto possibile, qualitativo.

## Stato dell'arte

La definizione ponderata dall'ing. Chris Williams sui gusci sottili appare una delle più complete per la varietà di casi, non riguardanti prettamente l'ambito architettonico, che vengono presi in considerazione:

A shell is a structure defined by a curved surface. It is thin in the direction perpendicular to the surface, but there is no absolute rule as to how thin it has to be. It might be curved in two directions, like a dome or a cooling tower, or it may be cylindrical and curve only in one direction. This definition would clearly include birds' eggs and concrete shells, and nobody would argue with that. It would also include ships, monocoque car bodies (coque is one of the French words for shell) and aircraft fuselages, drinks cans, glasses cases, all sorts of objects. But this definition would also include tension structures such as sails, balloons and car tyres. [Adriaenssens et al., 2014]

Per ciò che riguarda le volte sottili oggetto della presente esposizione, se alcuni studiosi, fra cui Antoine Choisy, considerano come prototipo della tecnica, anche se in uno stato ancora germinale, il sistema di cassetatura con mattoni *bipedales* delle volte ad *opus coementicium* di epoca romana, è dalla seconda metà dello scorso millennio, in particolare a partire dal Seicento, che principia uno sviluppo che ha portato al miglioramento e conseguentemente alla trattazione teorica di tale tecnica, per cui si è reso ad esempio possibile l'avanzamento delle *bóvedas tabicadas* in territorio ispanico o dei "tetti ammattonati" in alcune zone del Languedoc-Roussillon in Francia. Peraltro è dal secolo scorso che, a fronte di una più ampia gamma di materiali e tecniche costruttive innovative (coadiuvate da programmi di calcolo elettronici

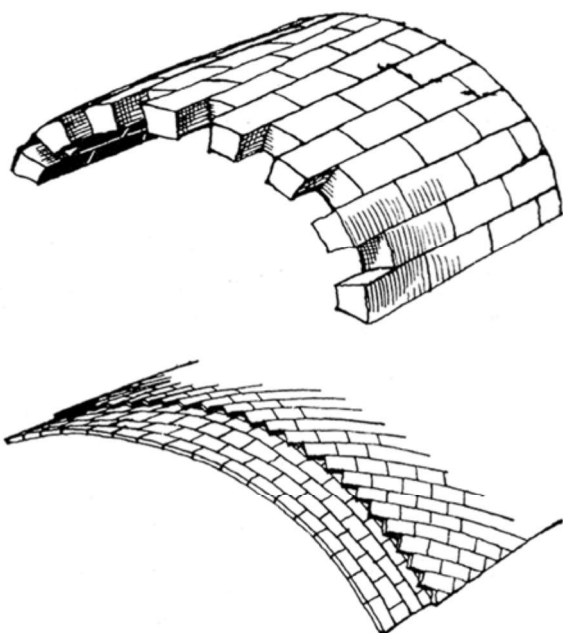


Fig. 1. Confronto tra una volta costruita secondo il sistema a gravità, in alto, e una volta eseguita secondo il sistema coesivo, in basso (Moya Blanco, 1947).

ci sempre più avanzati), si assiste all'evolversi delle tecniche costruttive relative ai gusci sottili anche con forme audaci in molti Paesi a livello internazionale. Esiste un'ampia letteratura sullo studio dei gusci sottili al fine di verificarne importanti proprietà ad essi intrinseche; partendo da questi presupposti, e dal fatto che l'efficienza e l'efficacia di un guscio sottile dipendono imprescindibilmente dal legame tra forma e flusso delle tensioni che su esso agiscono, si prospetta negli anni venturi un ulteriore incremento della tecnica, che potrà condurre alla definizione di forme ottimizzate allo scopo per cui sono progettate, che la renda sempre più appetibile e preferibile rispetto ad altre soluzioni costruttive; in tal senso vanno gli studi condotti dal Block Research Group di Philippe Block (ETH di Zurigo), la cui attività di ricerca mira principalmente alla determinazione di gusci sottili dalle forme eterogenee soggetti a soli sforzi di compressione [Adriaenssens et al., 2014].

## Aree di indagine

### Spagna, le bóvedas tabicadas

La regione spagnola della Catalogna viene considerata il luogo, se non della nascita, sicuramente dell'importante sviluppo della tecnica, che qui si presenta nella forma delle cosiddette *bóvedas tabicadas*<sup>1</sup> o volte catalane, delle quali si ha notizia già dalla fine del XIV secolo<sup>2</sup>, tanto che perdura ancora oggi con la costruzione di opere ardite.

Alla fine dell'Ottocento è stato l'ingegnere Rafael Guastavino Moreno, a cui si è prima fatto riferimento, uno tra i primi ad aver tentato una trattazione della tecnica prendendo in considerazione anche aspetti fino ad allora omessi, tanto che proprio al suo lavoro si deve l'aggettivazione delle *bóvedas tabicadas* come "costruzioni coesive".

Egli suddivide le costruzioni in due classi con caratteristiche diverse tra loro: le costruzioni meccaniche (o a gravità) e appunto le costruzioni coesive. Le prime sono basate sulla resistenza alla forza di gravità di un solido rispetto ad un altro con cui è in contatto, quindi tutte le parti di cui sono costituite possono essere separate l'una dall'altra e allo stesso modo ricongiunte. La seconda classe di costruzioni, in cui le volte catalane sono comprese, si basa sulle proprietà di coesione ed assimilazione di alcuni materiali che finiscono così per assomigliare ai conglomerati naturali; si intende perciò che i materiali componenti non possono essere separati senza distruggere l'intera massa [Fig. 1].

Attraverso l'opera dei Guastavino (padre e figlio) la

diffusione della tecnica costruttiva delle bóvedas tabicadas è arrivata anche oltreoceano, negli Stati Uniti. È qui che, con la Guastavino Fireproof Construction Society, ebbero la possibilità, attraverso la progettazione di oltre cinquanta edifici voltati, di affinare ancora di più, grazie alle numerose prove e sperimentazioni, l'arte costruttiva di cui erano detentori. Un altro obiettivo da loro raggiunto, e al quale altri seguiranno, è quello di avere esteso il sistema costruttivo anche ad opere di pubblica utilità e ad edifici industriali, aprendo così un nuovo orizzonte di possibilità oltre i confini fino ad allora invalicati [Fig. 2]. L'influenza che questi sistemi voltati ebbero nel Movimento Moderno si palesa considerando che anche uno dei più grandi architetti spagnoli di quel periodo, Antoni Gaudí, si avvale dell'uso di questo genere di orizzontamenti in molte delle sue opere ed a questi si ispirò Le Corbusier per sperimentare egli stesso la tecnica tabicada in alcune ville in India.

Le volte catalane sono generalmente caratterizzate dalla sovrapposizione di tre o più strati di mattoni sottili messi in opera con malta; i mattoni in laterizio, chiamati *rasillas*, hanno dimensione di 150x300x15 mm (o, secondo altre fonti, 145x290x15 mm) per un peso di circa 1,2 chilogrammi, mentre la malta adoperata, se un tempo era esclusivamente quella di gesso, con l'evolversi della tecnica è stata affiancata o completamente sostituita da quella cementizia a presa rapida per le migliori prestazioni che questa

offre. La realizzazione prevede delle specifiche modalità operative a principiarsi dal primo strato, quello cioè che costituirà l'intradosso della volta terminata, denominato *sencillo* o *sencilado*. Le *rasillas*, precedentemente inumidite per evitare che assorbano l'acqua dell'impasto, vengono collocate di piatto in modo da seguire la curvatura della volta; la soluzione migliore tra quelle adottate appare essere quella di disporre i mattoni secondo una «successione di archi costruiti progressivamente, dove il precedente costituisce la linea di imposta del successivo» [Gulli e Mochi, 1995, 209]; l'estradosso del *sencillo*, prima dell'apposizione degli strati successivi, viene rivestito con malta cementizia.

Caratteristica peculiare della tecnica, che contribuisce non poco anche all'economicità, oltre che alla velocità di messa in opera è il fatto che durante il processo non ci si avvale dell'uso di centinature; in alcuni casi si ricorre però a dei fili, a delle lenze dunque, che hanno la sola funzione di guida alla giusta posa dei mattoni. La velocità di posa delle volte si rende manifesta anche con il fatto che tutti gli strati di cui esse sono costituite vengono eseguiti simultaneamente; infatti, nel momento in cui è in costruzione il primo strato già si inizia la realizzazione del secondo, chiamato *doblado* così come i successivi la cui posa avviene nello stesso momento.

Al di sopra dell'ultimo strato di mattoni viene colata una cappa in malta cementizia in modo da unifor-



Fig. 2. Rafael Guastavino, a destra, sopra uno dei costoloni delle volte catalane del Mc Kim Building a Boston (1895).

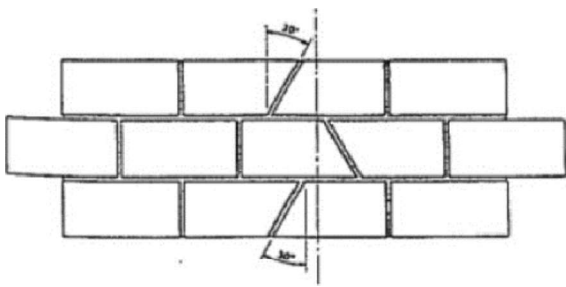


Fig. 3. Conformazione dei mattoni, tagliati secondo un angolo di 30°, al cervello della abobadilha (Rei, 2021).

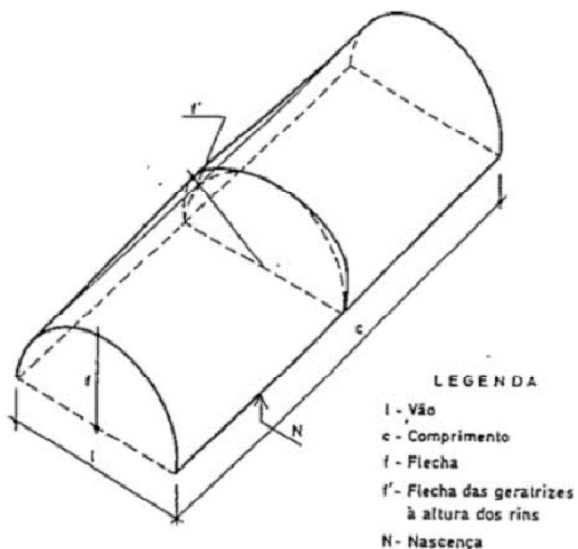


Fig. 4. Variazione della sezione trasversale della volta portoghese (Rei, 2021).

mare l'estradosso; la malta cementizia ha sostituito la malta di gesso in quanto quest'ultima risultava di minore durabilità nonché più sensibile alle condizioni igrometriche.

Particolare attenzione durante tutto il processo di formazione delle bóvedas va posta nell'assicurare lo sfalsamento dei giunti tra i diversi strati, in modo da garantire un migliore ammorsamento e dunque la resistenza per forma tipica di questi sistemi voltati. Altro aspetto da non sottovalutare è la quantità di malta che viene posta negli interstizi tra i giunti e tra i vari strati, in quanto questa influisce significativamente nella qualità della struttura voltata nella sua interezza.

Oltre che per le volte a copertura di ambienti (volte cilindriche, a crociera, a padiglione, sferiche), la tecnica tabicada è adoperata per la costruzione di scale, le cosiddette *escaleras tabicadas*, che possono essere di quattro differenti tipologie, ognuna con le sue peculiarità: a tessitura indipendente, a *montacaballo*, *empechinados* (sopra pennacchi) ed elicoidali.

### Portogallo, le abobadilhas alentejanas

Sviluppatesi nella regione meridionale dell'Alentejo a confine con la Spagna, le omonime volte (*abobadilhas*) costituiscono un'altra delle varianti di gusci sottili sviluppatesi nel corso del tempo nella penisola iberica. La letteratura a tal proposito non è considerevolmente ricca, e il fatto che questa tecnica oggi sia stata completamente obliata non giova a descriverne minutamente tutti gli aspetti caratterizzanti; tuttavia è possibile rintracciare dei tratti che le contraddistinguono.

I materiali costituenti sono i mattoni in laterizio, delle dimensioni di 15x30 cm e spessore variabile da 3,5 a 7 cm, e la malta di gesso. A quest'ultima venivano additate diverse sostanze secondo precisi rapporti in modo da garantire una presa più rapida e conseguentemente una veloce posa in opera; come riferito da diversi autori [Rei et al., 2021, 403] infatti la miscela poteva essere di calce e gesso nel rapporto di 3:2, ovvero gesso e sabbia fine nel rapporto di 3:1.

Se il processo di costruzione è abbastanza simile a quello descritto per le bóvedas catalane, quindi procedendo -nel caso di una volta a botte- contemporaneamente dai due bordi fino ad arrivare alla chiusura del cervello, tuttavia emergono alcune particolarità. In primo luogo gli strati di mattoni sono soltanto uno o tutt'al più due (uno per campate inferiori ai 3 m, due per campate di lunghezza superiore ai 3 m), e ciò come conseguenza del maggiore spessore dei mattoni adoperati; altra situazione singolare è la conformazione dei mattoni a chiusura dei filari laterali, dunque al coronamento della volta, tagliati all'estremità secondo un angolo di 30° in modo da garantire una maggiore coesione dei giunti<sup>3</sup> [Fig. 3]. Ulteriore caratteristica, che in questo caso si riscontra anche nelle volte catalane, consiste nel modificare la sezione trasversale al centro della volta -quando questa è di una lunghezza superiore ai 2 m- in modo da garantire una maggiore stabilità della stessa<sup>4</sup> [Fig. 4]; a tal fine un'altra soluzione adottata, chiamata *vamento* (corrispondente al *retumbo* spagnolo) è quella di innalzare leggermente la quota del coronamento rispetto alla linea direttrice della volta.

### Francia, le combles briquetés

Il Conte Félix François d'Espie di Tolosa nel suo breve trattato pubblicato nel 1754 (*Manière de rendre toutes sortes d'édifices incombustibles; ou Traité sur la Construction des Voutes, faites avec des briques et du plâtre*) si attribuisce la scoperta di una tecnica, quella di costruzione delle cosiddette *combles bri-*

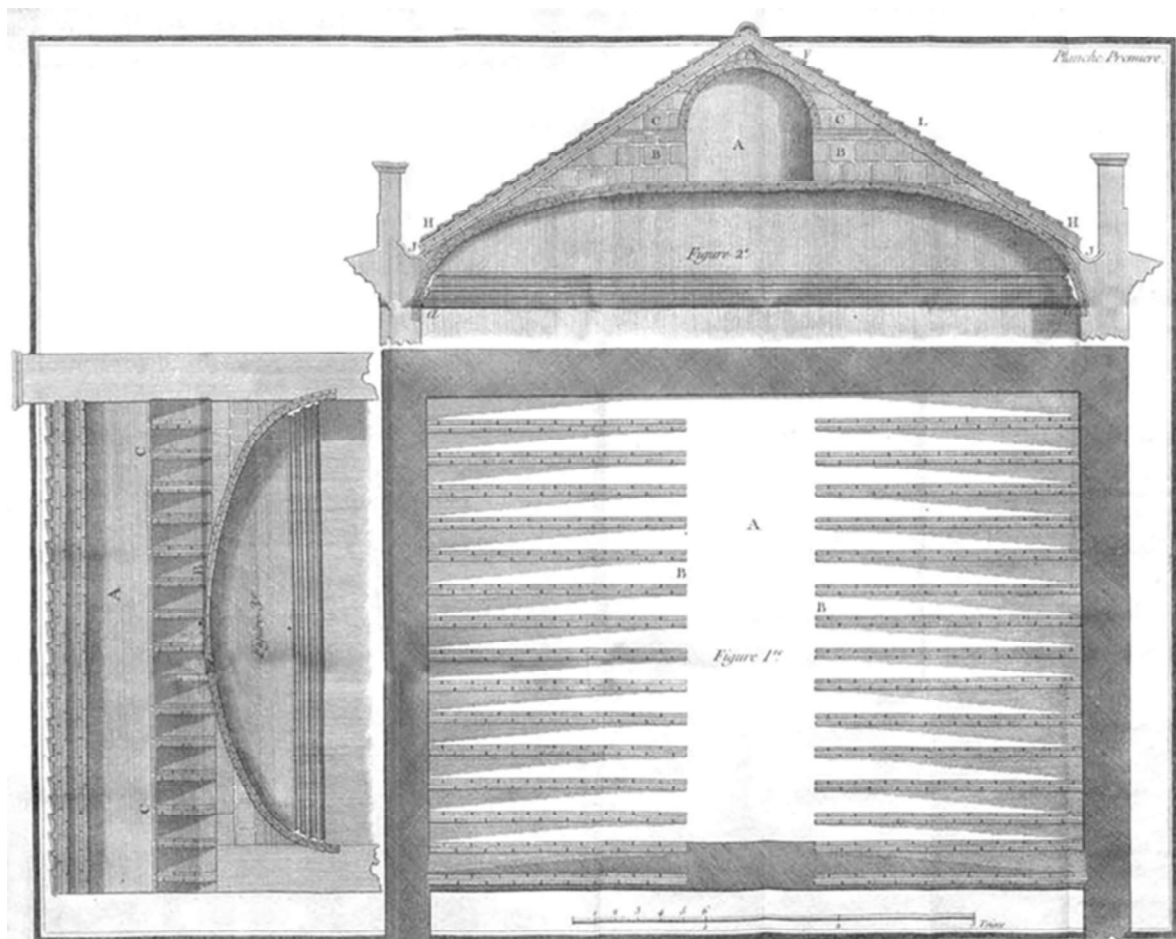


Fig. 5. Tetto ammattonato costituito da tre strati di mattoni sottili a cui si addossano una serie di muretti che sorreggono la copertura (D'Espie, 1754).

quetes, o volte Roussillon (dall'omonima regione del Languedoc-Roussillon a sud della Francia nonché a confine con la Spagna; proprio da una delle regioni spagnole, la Catalogna, ha subito nel tempo influenze di carattere culturale, e in particolare architettonico), che fino ad allora era stata soltanto tramandata di generazione in generazione dalle maestranze edili di diverse località attigue; anche se tale affermazione non corrisponde a verità<sup>5</sup>, è tuttavia innegabile il fatto che egli sia stato uno dei primi a mettere per iscritto le principali qualità della tecnica.

Alle volte Roussillon D'Espie, dopo avere descritto il procedimento di messa in opera, attribuisce molte caratteristiche peculiari, tra cui il comportamento monolitico dei mattoni assemblati a formare le volte e soprattutto, come suggerisce il titolo della sua opera, la loro incombustibilità, cosa che le rende singolari rispetto ad altri sistemi di orizzontamento<sup>6</sup>.

Altra caratteristica importante delle volte di questo genere è quella di non esercitare alcun tipo di spinta sui muri perimetrali<sup>7</sup>. La spiegazione per questo particolare comportamento viene attribuita all'aderenza tra gesso e laterizio, che in questo modo formano un

corpo unico, e a sostegno della teoria nel trattato vengono indicati una serie di esempi [Fig. 5].

Le volte, in due strati posti in modo da sfalsare i giunti, erano costituite da mattoni delle dimensioni di 10 pollici di lunghezza, 5 pollici di larghezza ed 1 pollice di spessore allettati con malta di gesso. Non erano necessarie delle centine provvisorie ma soltanto delle dime a cui fissare delle cordicelle che servissero da guida alla posa.

Se il Conte d'Espie fu uno dei precursori ad indagare e sperimentare sul comportamento di queste strutture voltate caratterizzate fin dai primordi da audacia costruttiva, solidità e ridotta deformabilità, è Joseph-Albert Chassinat, nel suo trattato del 1874 (*Cours de construction. Notions pratiques sur les éléments, la forme, les dimensions et la construction des maçonneries*), a riprendere e ampliare la tecnica delle cosiddette *voûtes légères en briques*. In particolare viene estesa la possibilità di costruire tali orizzontamenti anche in vani con luci maggiori a fronte dell'aggiunta di altri strati oltre ai due indicati da D'Espie; così saranno sufficienti, sopra una centinatura formata con tavole di risulta del cantiere, due strati per volte con

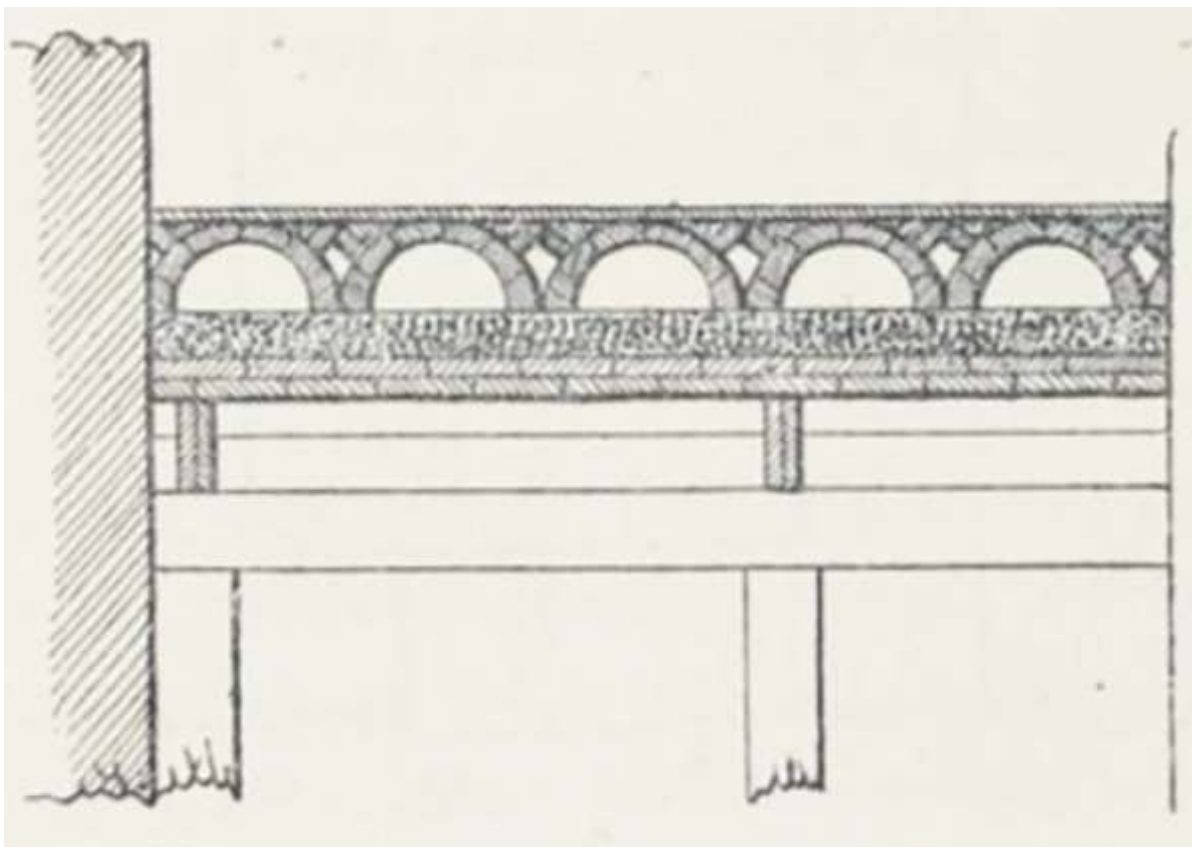


Fig. 6. Sezione di una voûte légère en briques, in cui si notano, sopra i due strati di mattoni della volta, le voltine e le controvoltine in mattoni e, sopra queste, un solaio di piano (Chassinat, 1865).



Fig. 7. Volta a botte realina, costruita intorno al 1860, presente a Palermo; da notare è la somiglianza del coronamento al sistema portoghese (Fatta et al., 2016).



*Fig. 8. Elementi di rinforzo di una volta a botte parzialmente crollata in via Levatrice a Partinico; si riconoscono due frenelli in mattoni e gesso e, in secondo piano, la sagoma della controvoletta e della doppia controvoletta (foto di D. Giardina).*



*Fig. 9. Estradosso di una delle volte realine della chiesa di Maria SS. Annunziata (chiesa Madre) di Partinico; si nota, oltre alla cappa di malta di gesso che rende ancora visibile l'orditura dell'ultimo strato, la presenza di costolonature realizzate in corrispondenza delle zone più vulnerabili (foto di C. Di Maggio).*



luce da 1 a 8 m, mentre per luci fino a 25 m, come indicato da Chassinat, occorreranno ben 5 strati di mattoni sovrapposti.

L'estradosso della volta poteva essere completato, oltre che da uno strato in materiale sciolto applicato fino alle reni, da una serie di voltine (*voûtains*) e in alcuni casi anche controvoltine (*contre-voûtains*) in mattoni<sup>8</sup> poste ortogonalmente alla generatrice, e ciò sia per rinforzo che per consentire la sovrapposizione di un solaio di piano [Fig. 6].

Questo sistema costruttivo «un peu compliqué à la vérité, a l'avantage d'allier à une grande légèreté une solidité considérable, car il constitue en réalité, dans son ensemble, une voûte extradossée de niveau» [Chassinat, 1865, 275].

### *Sicilia, le volte realine*

In Sicilia, e particolarmente a Palermo, la diffusione delle volte cosiddette *realine*, la cui tecnica è stata recepita direttamente dalla Spagna, si ebbe prevalentemente a metà del XVIII secolo.

Data l'originalità della tecnica, in un primo tempo si preferiva aggiungere dei rinforzi all'estradosso delle volte, in particolare nelle parti considerate a rischio statico. Nella seconda metà del XVIII secolo uno dei promotori in ambito siciliano fu Marvuglia che in alcune sue fabbriche preferì il sistema realino ad altri

sistemi costruttivi a gravità. Nell'arco di pochi anni, dopo le prime sperimentazioni, si è avuto un forte sviluppo della tecnica in tutto il territorio e relativamente a tutti i tipi di costruzione, dalle più umili alle più facoltose, dalle abitazioni private all'edilizia ecclesiastica [Fig. 7]. È a Partinico, piccolo centro poco distante da Palermo, che la tecnica costruttiva venne importata direttamente dalla provincia catalana, negli stessi anni (Settecento-Ottocento) in cui si diffondeva anche nella cultura francese. A testimonianza di ciò si legge nell'opera di Di Bartolomeo [(1805) 2007, 230]: «Mastro Niccolò Maria Patti, insigne fabbricatore, apprese da maestro Brù, spagnuolo e qui abitatore, l'arte di costruire i dammusi, ovvero volte di camere di mattoni e gesso, in cui uguagliò il maestro e introdusse tanto in questa che nella capitale, in cui fermò domicilio e i primi che pose in assetto furono nella casina del dr. don Stefano Ajroldi, allor presidente del Tribunale della regia Gran Corte, e con ciò acquistosi della fama e s'introdussero in detta capitale»<sup>9</sup>.

Il 5 marzo del 1823 un terribile terremoto<sup>10</sup> con conseguenze devastanti colpì la città di Palermo; l'Ing. Carlo Ferdinando Dolce nel suo scritto a proposito di questo cataclisma descrive la rovinosa caduta della volta della Chiesa di San Nicolò Tolentino<sup>11</sup>, costruita secondo la tecnica realina e, criticando il non corretto uso che si era fatto proprio di quella tecnica, indica come il primo ad averla imparata dagli spagnoli e ad



Fig. 10. Particolare dell'intradosso della scala a pozzo, costruita secondo la tecnica realina, di accesso al campanile della chiesa di Gesù e Maria a Partinico (foto di D. Giardina).

averla diffusa in territorio siciliano fu il già menzionato Niccolò Patti da Partinico durante la metà del Settecento. Se qualche dubbio su questa precisa attribuzione potrebbe derivare dal fatto che Dolce (la cui opera risale al 1823) abbia potuto ricavare la notizia da Di Bartolomeo (il cui testo è del 1805), resta comunque indiscusso che a Partinico si ha una estesa produzione di orizzontamenti voltati proprio in quegli anni e negli anni a venire.

La tecnica costruttiva di cui le maestranze si sono avvalse ha subito poche variazioni nel corso del tempo, restando così legata alla tradizione catalana. La malta adoperata è quella di gesso (non si sono riscontrati casi in edifici storici in cui diversamente sia stata utilizzata malta cementizia); i mattoni di cui le volte realine sono formati -chiamati palmari, per le loro dimensioni, o *pantofali*- hanno generalmente dimensioni di 125x250 mm e spessore di circa 10 mm: si constata come tali grandezze siano inferiori alle rasillas iberiche e ciò consente una migliore conformazione del profilo della volta; lo spessore inoltre è significativamente ridotto per cui anche la terza dimensione della volta nella sua forma finita è inferiore alle bóvedas (si ha testimonianza di volte in tre strati dello spessore di 8 cm, dunque molto leggere). La soluzione realina prevede la posa in opera di due (nel caso di volte usate come controsoffittature, dunque non portanti) o tre strati di mattoni (se la volta è portante e a sostegno di un solaio di piano o di copertura) disposti di piatto e, a seconda della monta della volta, con il lato più lungo disposto ortogonalmente ovvero parallelamente alla direttrice. Generalmente tra uno strato e l'altro i mattoni sono ruotati in modo da garantire un maggiore ammorsamento e soprattutto lo sfalsamento dei giunti di malta.

Per l'esecuzione dello strato di mattoni all'intradosso era previsto un sistema di centinatura molto semplice con dei listelli in legno, il cui scopo era, più che quello di sorreggere la volta, fornire una guida per una corretta posa secondo la forma predefinita. Elementi di completamento all'estradosso, nel caso di volte portanti, che servono a garantire un migliore irrigidimento delle stesse e che in parte si sono riscontrati anche nelle altre località indagate, sono i rinfianchi (particolarmente fino ai piani alle reni), i frenelli, le controvoltine (parallele alla linea di imposta), le doppie controvoltine e le nervature in corrispondenza delle zone più a rischio statico [Fig. 8]. Le tipologie costruttive maggiormente presenti, sia in edifici civili che religiosi [Fig. 9], sono quelle a botte e a botte con teste di padiglione (entrambe a sesto ribassato) e, in misura minore a crociera e a collo d'oca (queste ultime soprattutto per la costruzione di scale [Fig. 10]).

## Conclusioni

Dalla disamina condotta alcuni aspetti sono risultati di particolare interesse. In primo luogo, è evidente la declinazione in aree tra loro molto distanti di una stessa tecnica che si è saputa adattare ai diversi contesti nonché alla cultura architettonica locale in cui è stata utilizzata ma che, al contempo, ha mantenuto delle caratteristiche comuni quali ad esempio i materiali adoperati o le modalità di esecuzione.

La facilità di messa in opera, rispetto ad altri sistemi di orizzontamento, dovuta anche alla mancanza, o tutt'al più alla minima richiesta, della centinatura provvisoria è un altro aspetto da mettere in evidenza, insieme alla leggerezza dovuta ai mattoni di ridotte dimensioni ma che messi in opera unicamente con della malta formano un corpo unico dotato di grande resistenza, tanto da potere ridurre al minimo la dimensione della monta. Non meno incisivo è l'aspetto relativo all'incombustibilità di tali strutture, messo in risalto da autori -primi fra tutti D'Espie e Guastavino- vissuti in epoche in cui gli incendi delle strutture in legno erano frequenti. I sistemi di rinforzo all'estradosso a cui si è fatto cenno, potrebbero costituire, dopo averne studiato la risposta strutturale, una valida alternativa ai sistemi di rinforzo più moderni applicati su strutture esistenti e il loro uso potrebbe risultare da preferirsi sia per la migliore affinità con le strutture voltate da recuperare, sia per l'economicità nonché per la facilità di messa in opera. Un tratto negativo che si vuole evidenziare è quello dell'igroscopicità del gesso, a cui però in alcuni casi, come praticato in particolar modo dal già citato Guastavino, si è fatto fronte sostituendolo con malta cementizia. Se la volta sottile ha conosciuto un periodo di notevole sviluppo approssimativamente fino agli inizi del XX secolo (in Sicilia si protrasse fino agli anni '50-'60 del Novecento), è con l'introduzione e la diffusione di nuovi materiali, primo fra tutti il calcestruzzo, e di nuove tecniche costruttive che il suo uso è rapportato soprattutto a necessità legate al recupero di edifici storici, mentre per ciò che riguarda opere *ex-novo*, se in Spagna vi è un vivido impulso in tal senso e molte sono le maestranze operanti (Salvador Gomis Aviño, Jordi Domènech Brunet ed altri), in altri contesti, come quello siciliano o quello portoghese, si rilevano pochi casi isolati.

Salvatore Di Maggio, Ph.D Student  
Dipartimento di Architettura  
Università degli Studi di Palermo  
salvatore.dimaggio@unipa.it

## Note

1. Il termine, che letteralmente si traduce come “volte ammattonate” viene usato per la prima volta da Fray Lorenzo de San Nicolas nel suo scritto *Arte y uso de Arquitectura*.
2. Il riferimento è alla Cappella reale della Cattedrale di Barcellona, la cui costruzione della bóveda tabicada risale al 1382.
3. Una soluzione simile si ritrova anche in alcuni edifici storici di Palermo, dove i due filari che principiano da lati opposti sono uniti al centro da un corso di mattoni posto obliquamente rispetto alla generatrice della volta [Fig. 7].
4. Come afferma Gurrea [1841, 48]: «se le darán dos ó tres dedos de curva ó monteá, á fin de romper la línea recta; pues este pequeño ángulo que forma con su monteá, impede y se opondrá que puedan desprenderse los ladrillos en su elaboración».
5. Pierre Patte, nei *Cours d'Architecture* di Blondel, afferma che nel Roussillon strutture siffatte si erigano «da tempo memorabile per voltare le chiese, i dormitori dei conventi, dei granai [...]» [Lemma, 1996, 17].
6. Per il trattato del Conte d'Espie si fa riferimento anche all'opera di Massimo Lemma, *Dei tetti ammattonati. Nuova edizione critica del trattato scritto da Félix Francois d'Espie (1754)*, in cui viene riportata anche la traduzione in italiano del trattato in questione.
7. A tal proposito scrive il Conte D'Espie: «[...] le volte piatte invece, essendo di una natura differente, non hanno bisogno che nella loro costruzione si seguano le stesse regole e gli stessi principi delle volte tradizionali. È quindi inutile esaminare lo spessore dei muri: sarà sufficiente che essi siano solidi e ben costruiti: e questo perché io non sono affatto d'accordo con coloro che ritengono che queste volte esercitino una spinta sui muri» [Lemma, 1996, 120].
8. Nel trattato di D'Espie anziché voltine e controvoltine, all'estradosso sono sopraggiunti dei muretti, dei frenelli dunque, in laterizio.
9. In un altro passo si legge inoltre: «Vero si è che per quest'arte di costrurre detti finti dammusi di mattoni la portò nel passato secolo in questa nostra città il celebre mastro Francesco Brù, spagnuolo, ma i di lui scolari, nostri concittadini, l'appresero sì finalmente che non ci è ardire l'assicurare che superarono e tuttora superano il lor maestro ed inventore» [Di Bartolomeo, (1805) 2007, 105].
10. Come racconta Padre Daniele Lo Grasso [1935, 178], a Partinico la scossa, «che mise lo spavento nella cittadinanza, non produsse danno veruno, mentre in Palermo ebbero a deplorarsi considerevoli rovine di Chiese e di palazzi, e morti di cittadini».

11. Il cedimento di questa come di altre volte realine, così anche l'igroscopicità del gesso, saranno alcuni dei motivi che spingeranno ad abbandonare per qualche decennio, a partire proprio dagli anni Venti dell'800, questa tecnica.

## Bibliografia

- Adriaenssens S., Block P., Veenendaal D., Williams C. (2014). *Shell Structures for Architecture: Form Finding and Optimization*, Routledge, London.
- Arslan Selçuk S., Sorguç A. (2004). *Similarities between “structures in nature” and “man-made structures”:* biomimesis in architecture, 2nd Design and Nature Conference Comparing Design in Nature with Science and Engineering, 73, Rodos, Yunanistan.
- Bonni S. (1969). *Partinico nella Storia*, SEGR Palermo, Palermo.
- Chassinat J. A. (1865). *Cours de construction. Notions pratiques sur les éléments, la forme, les dimensions et la construction des maçonneries, I Partie, Tome 1*, Lith. de l'École Impériale d'application de l' Artillerie et du Génie, Parigi.
- Choisy A. (1873). *L'Art de bâtir chez les Romains*, Ducher et C. éditeurs, Parigi.
- Davis L., Rippmann M., Pawlofsky T., Block P. (2012). “Innovative funicular tile vaulting: A prototype vault in Switzerland”, *TheStructuralEngineer*, volume 90, pp.46-56.
- D'Espie F. F. (1754). *Manière de rendre toutes sortes d'édifices incombustibles; ou Traité sur la Construction des Voutes, faites avec des briques et du plâtre, chez la veuve Duchesne*, Parigi.
- Di Bartolomeo G. M. (2007). *Storia di Partinico. Manoscritto inedito del 1805*. Trascrizione e commenti di G. Schirò e G. Nania, Regione Siciliana, Assessorato BBCCAA e Pubblica Istruzione, Palermo.
- Dolce C. (1823). *Sul tremuoto avvenuto in Palermo il giorno 5. Marzo 1823. Riflessioni di \*\*\**, Tipografa del fu Francesco Abbate Q.mDom, Palermo.
- Fatta G., Campisi T., Vinci C. (2007). “Le volte “realine” e solai in gesso nella tradizione siciliana”, in Calvanese V. (a cura di) “COSTRUIRE IN “PIETRA” fra innovazione e tradizione International Conference and Exhibition - CITTAM 2007, Napoli, 22-23 febbraio 2007, Luciano editore, Napoli.
- Fatta G., Campisi T., Vinci C. (2016). “Timbrel vaults in Sicily: analysis of a little-known construction technique”, *Construction History*, pp. 107-132.
- Fornés y Gurrea M. (1841). *Observaciones sobre la Práctica del Arte de Edificar*, Imprenta de Cabrerizo, Valencia.
- Guastavino Moreno R. (1893). *Essay on the theory*

*and history of cohesive construction, applied especially to the timber vault*, Ticknor and Company, Boston.

Gulli R. (1994). *La memoria delle tecniche. Le Corbusier e la volta catalana*, clua edizioni, Ancona.

Gulli R. (2006). *La costruzione coesiva. L'opera dei Guastavino nell'America di fine Ottocento*, Marsilio Editori, Venezia.

Gulli R., Mochi G. (1995). *Bóvedas tabicadas. Architettura e costruzione*, CDP, Roma.

Lemma, M. (1996). *Dei tetti ammattonati, Nuova edizione critica del trattato scritto da Félix Francois d'Espie (1754)*, il Cardo editore, Venezia.

Lo Grasso, D. (1935). *Partenico ed il culto di Maria Ss.ma di Altofonte e del Ponte sua Celeste Patrona e del Ss.mo Crocifisso*, Tipografia Gaspare Puccio, Partinico.

Moya Blanco L. (1947). *Bóvedas tabicadas*, Dirección General de Arquitectura, Madrid.

Rei J., Sousa Gago A., Fortea Luna M. (2021). "Portuguese timber vaults—description and constructive tests", *History of Construction Cultures*, volume 2, pp. 402-410.

Salemi E. (1872). "Sulle volte cementizie", *Nuovi Annali di Costruzioni, Arti ed Industrie di Sicilia*, tomo III, 21, pp. 21-25.

Truño A. (2005). *Construcción de bóvedas tabicadas*, Instituto Juan de Herrera, Madrid.

Vinci C. (2009). "Terremoti e pregiudizi nella cultura costruttiva della Sicilia occidentale del XIX secolo", in Fiandaca O., Lione L. (a cura di) *Il sisma. Ricordare prevenire progettare*, ArTec 5, Firenze, Alinea Editrice.