Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

Le volte sono strutture di copertura derivate dal sistema costruttivo dell'arco[1], le cui principali caratteristiche sono:
- **la concavità della superficie interna (*intradosso*);**
- **la convessità della superficie esterna (*estradosso*);**
- **l'azione di spinta laterale degli elementi che le compongono.**

Le volte sono storicamente e strutturalmente legate agli archi, che formalmente le originano e di cui continuano e accrescono l'azione statica ed estetica all'interno dell'organismo architettonico.

Volta a botte - Museo delle Terme di Caracalla.

Breve introduzione storica alle coperture voltate

La storia delle coperture a volta è molto antica: si incontrano esempi di tecniche costruttive assimilabili alle volte nelle coperture a cerchi concentrici sovrapposti di costruzioni sumere di 5000 anni fa, in Egitto e in Persia.

Le volte non sono quasi mai state utilizzate dagli architetti greci (in età classica) mentre hanno avuto una vasta applicazione, come del resto l'arco, nell'architettura romana. I costruttori romani, infatti, ricollegandosi alle tradizioni e alle nozioni della civiltà etrusca, seppero studiare e sviluppare la tecnica e gli effetti delle coperture voltate.

Volta a Botte - Criptoportico Forense (Aosta).

Volta a botte - Forte di Fenestrelle (TO).

Questo sapere continuò nelle costruzioni bizantine con ulteriori sviluppi tecnici e artistici prettamente orientali (come la volta *leggera* realizzata utilizzando laterizi cilindrici cavi – i famosi tubi *fittili* utilizzati nella Basilica di San Vitale a Ravenna – fissati con getti di malta).

Con l'architettura romanica prima, e con la gotica poi, si ebbe la maggior diffusione della volta con la tipologia a crociera e le sue molteplici varianti formali.

Volta a Crociera - Westminster Abbey, Londra (v. dis. pag. 8).

[1] La terminologia infatti è uguale a quella degli archi (piano d'imposta, intradosso, estradosso, freccia o monta, chiave, luce o corda).

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

Più tardi, nel Rinascimento, vi fu un ritorno ai modelli romani con preferenza per le volte a botte e a cupola. Nei secoli successivi furono sperimentate possibilità di combinazione dei vari tipi di volta dando vita alla classificazione ancora oggi in vigore tra **volte semplici** e **volte composte**.

Come si distinguono le diverse tipologie di volte

La prima grande distinzione tra le tipologie di volte è in base alla loro struttura e forma geometrica: se sono caratterizzate da un'unica superficie curva si collocano nel gruppo delle **volte semplici**, mentre se sono il risultato della combinazione di due o più volte semplici si riuniscono nel gruppo delle **volte composte**.

Tra le **volte semplici** iniziamo a riconoscere:

• **Volte a botte**: sono generate dallo "scorrimento" di un arco (che può essere a tutto sesto, a sesto ribassato, acuto, ellittico ecc.), che prende il nome di **direttrice**, sui due piani di imposta corrispondenti ai muri portanti e opposti di un vano.

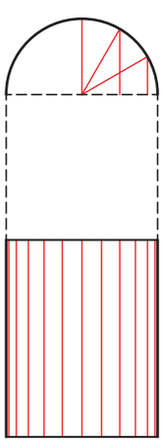
Dalla forma del vano (rettangolare, romboidale trapezoidale) dipende un'ulteriore articolazione delle volte a botte in **volte a botte rette**, **a botte oblique**, volte **a botte coniche**. Una quarta tipologia, le volte **rampanti**, deriva dalla coppia di direttrici parallele ma inclinate rispetto alla linea di terra (la chiave di volta non mantiene la stessa quota durante la traslazione).
La nomenclatura della volta deriva dal nome della direttrice, come è evidente nei due esempi grafici in assonometria.

Ricorda che ...

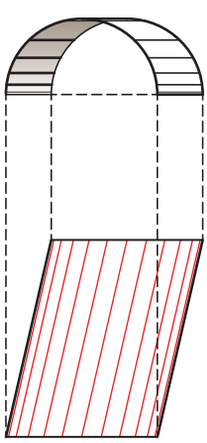
... il **piano di imposta** (sia di un arco che di una volta) corrisponde alla prima sezione piana orizzontale (procedendo dal basso verso l'alto).

Volta a botte - Portico in Via Santo Stefano a Bologna.

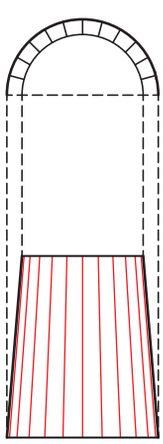
Disegnare le volte a botte in proiezione ortogonale



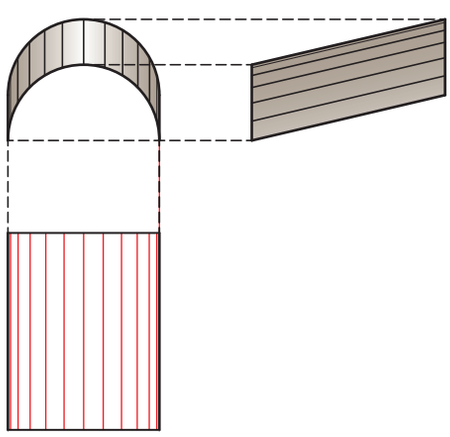
VOLTA A BOTTE RETTA
su ambiente a pianta rettangolare



VOLTA A BOTTE OBLIQUA
su ambiente a pianta romboidale



VOLTA A BOTTE CONICA
(o a tronco di cono) su ambiente trapezoidale

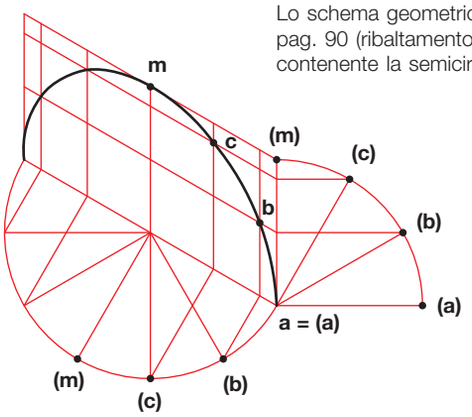


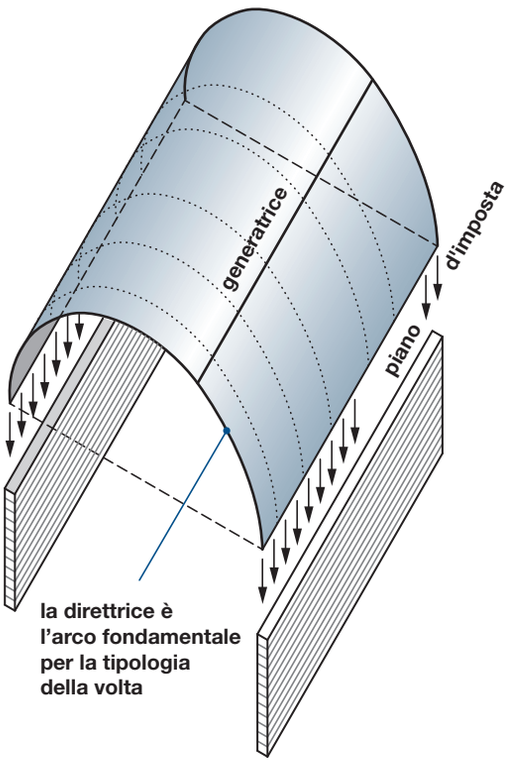
VOLTA RAMPANTE
su ambiente rettangolare ma con piani di imposta inclinati

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

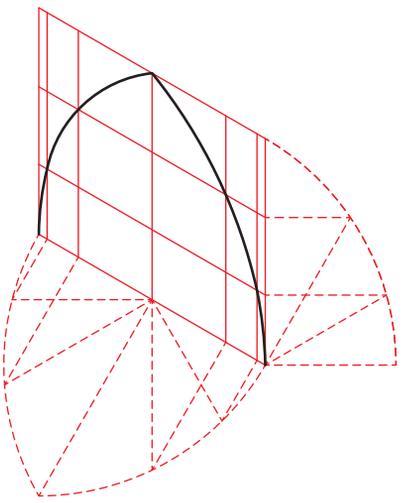
Disegnare le volte a botte in assonometria

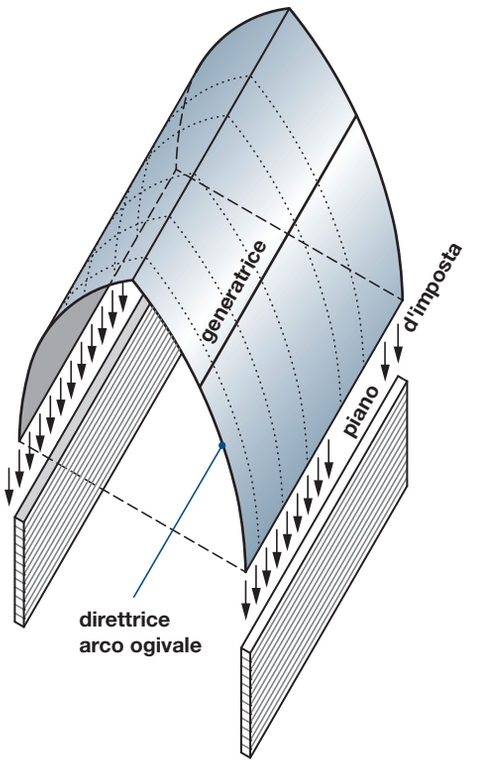
Lo schema geometrico è lo stesso di pag. 90 (ribaltamento del piano ausiliario contenente la semicirconferenza dell'arco)





VOLTA A BOTTE CILINDRICA
(da un arco a tutto sesto)





VOLTA A BOTTE OGIVALE
(da un arco a sesto acuto equilatero)

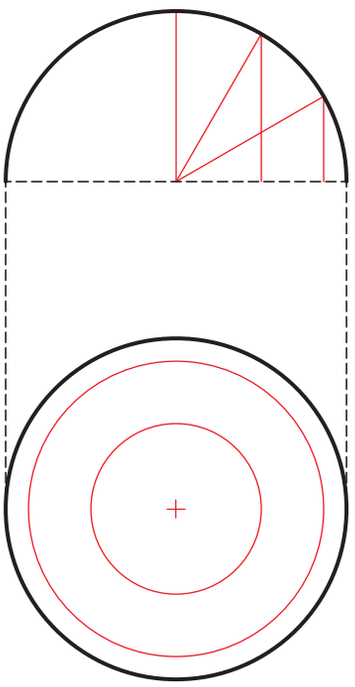
Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

• **Volte a cupola**: conosciute anche con il nome di **volte a bacino**, o **a catino** sono ottenute dalla rivoluzione di un qualsiasi arco attorno al proprio asse; per visualizzarle è utile ripassare la formazione dei solidi di rotazione a pag. B15 del 1° volume. La volta a cupola non è quindi limitata solo al caso della superficie semisferica generata da un arco a tutto sesto, ma può essere ellissoidale o policentrica, a seconda del tipo di direttrice, e rialzata o a calotta in base alla posizione del piano d'imposta.

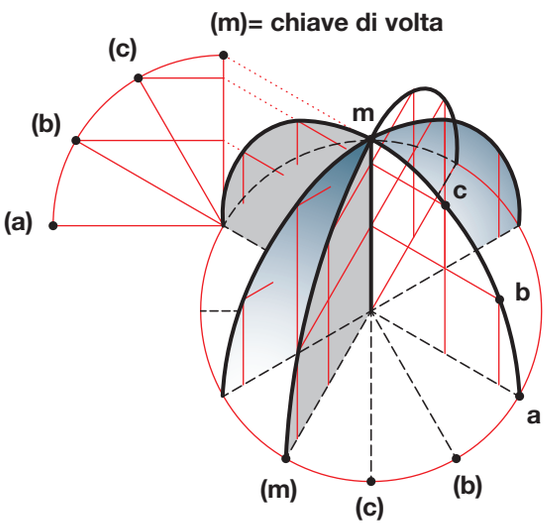
Ricorda che ...

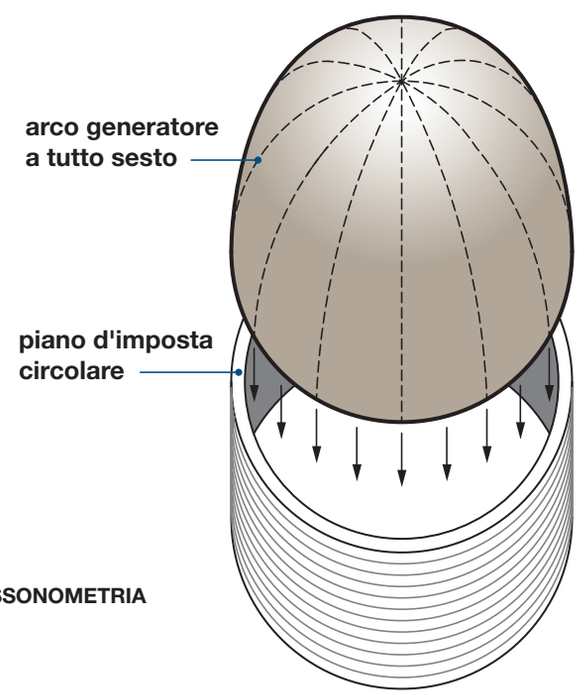
... la formazione dei solidi di rotazione può essere l'occasione per ripassare le sezioni coniche a pag. A46, A47, A 48.

Disegnare le volte a cupola (anche dette volte a bacino oppure a catino)



VOLTA A CUPOLA IN PROIEZIONE ORTOGONALE





VOLTA A CUPOLA IN ASSONOMETRIA

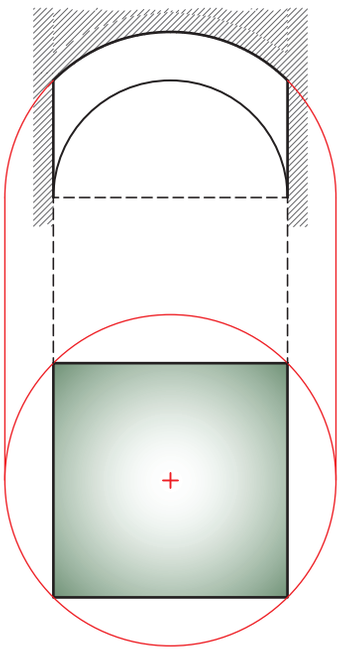
© 2017 Franco Lucisano Editore • N. Fava - Geometria e disegno - Volume 2

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

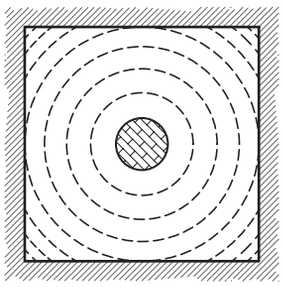
• **Volte a vela**: si ottengono intersecando una volta a cupola con piani ortogonali al piano d'imposta, aventi per prima traccia i lati di un poligono inscritto nella proiezione orizzontale della volta stessa. In altri termini, assumendo il caso più semplice di un quadrato inscritto in una circonferenza, se sezioniamo la volta emisferica con quattro piani verticali, corrispondenti ai quattro muri dell'ambiente, otteniamo una volta a vela. L'imposta di una volta a vela può essere anche su campata rettangolare come nella foto sottostante.

Volte a vela su vano rettangolare nel Forte di Fenestrelle (TO).

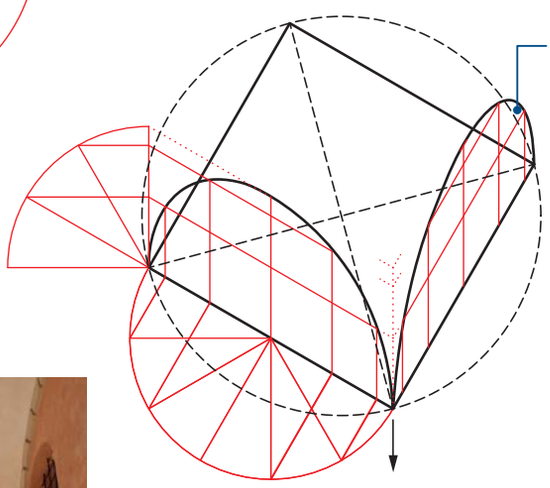
Disegnare le volte a vela

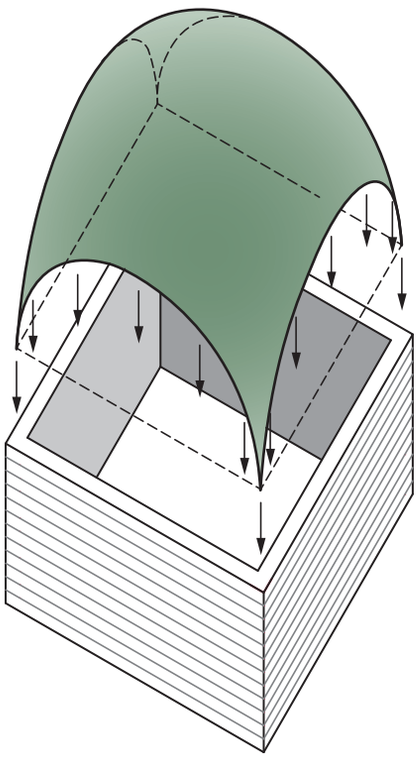


VOLTA A VELA IN PROIEZIONE ORTOGONALE



VISTA dall'alto con la disposizione dei laterizi in chiave di volta





VOLTA A VELA IN ASSONOMETRIA

Volte a vela in Piazza Santo Stefano a Bologna.

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

Le più importanti **volte composte** sono:

• **Volta a padiglione**: è il risultato dell'intersezione di due volte a botte, anche non ortogonali fra loro ma di eguale freccia, di cui si considerino i soli **fusi cilindrici**, cioè le superfici curve comprese tra i semiarchi delle diagonali e una linea retta d'imposta (vedi figura a lato).

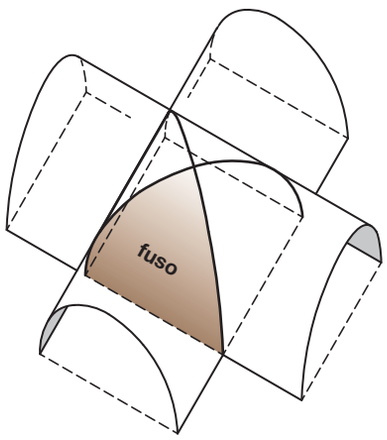
Se si seziona una volta a padiglione in chiave di volta mantenendosi paralleli a uno dei lati-parete si ottiene una sezione ad arco a tutto sesto, mentre se si posiziona il piano secante sui piani degli archi diagonali si ottiene una sezione ad arco ellittico.

Ricorda che ...

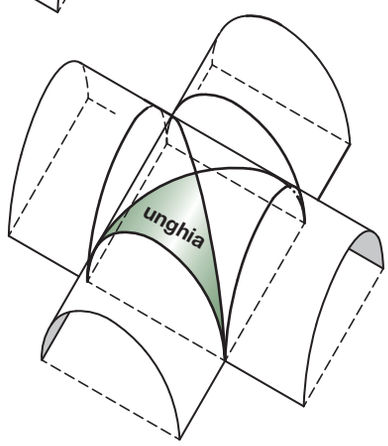
... la **sezione ad arco ellittico** si ottiene perché la freccia (o monta) dell'arco direttrice e dell'arco diagonale sono uguali ma la **corda** nel secondo caso è **maggiore**.

La volta a padiglione distribuisce il carico in modo uniforme su tutti i muri perimetrali.

In vani rettangolari molto allungati ha prevalso la variante della **volta a botte con teste a padiglione**.

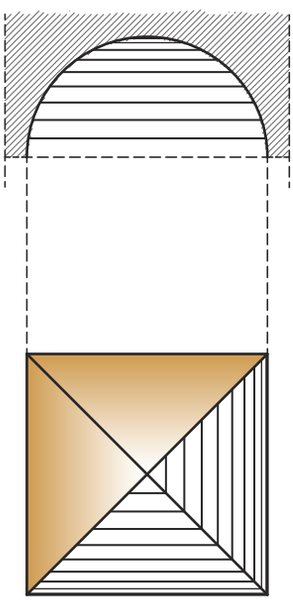


Volta a padiglione

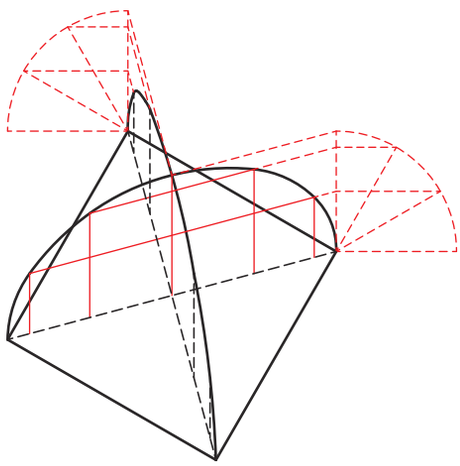


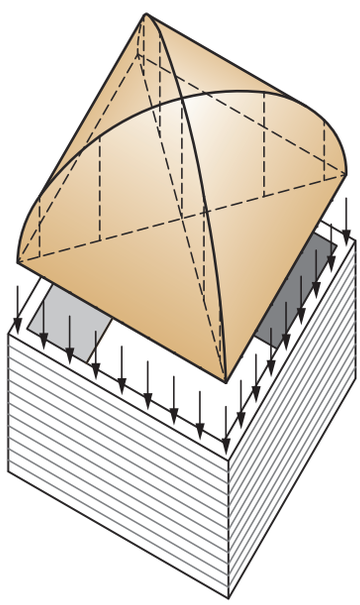
Volta a crociera

Disegnare le volte a padiglione



PROIEZIONE ORTOGONALE





ASSONOMETRIA

© 2017 Franco Lucisano Editore • N. Fava - Geometria e disegno - Volume 2

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

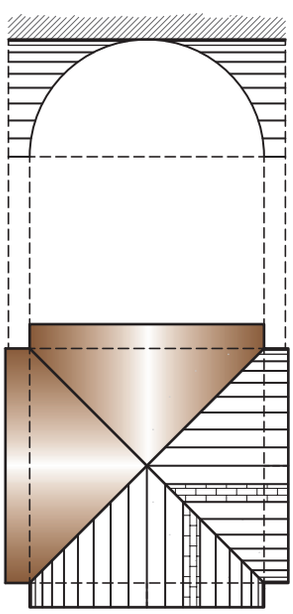
• **Volta a crociera**: è il risultato dell'innesto di due volte a botte, anche non ortogonali fra loro ma di eguale freccia: a differenza della volta a padiglione si considerano però solo le **unghie** (chiamate anche **lunette**), cioè le superfici cilindriche comprese tra i semiarchi delle diagonali e le direttrici, cioè gli archi a tutto sesto. È caratterizzata quindi da sei archi, quattro a tutto sesto sui lati e due ellittici sulle nervature delle diagonali (la chiave di volta è alla stessa altezza per tutti gli archi).

Il comportamento statico della volta a crociera è molto diverso da quello della volta a padiglione perché scarica tutto il peso **solo** sugli angoli, dove colonne o pilastri possono sostituire i vincolanti e continui muri d'ambito: è questo il principale motivo del successo della volta a crociera, già in uso nell'architettura romana di età imperiale, diventata poi carattere dominante dell'architettura romanica dell'Europa centrale (nella versione formata da sei archi a tutto sesto), e approdata al suo massimo splendore nel periodo gotico.

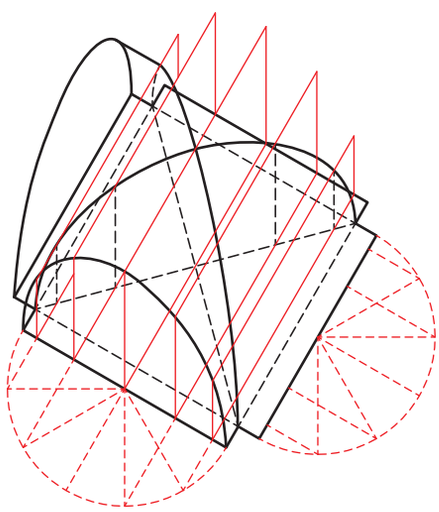
Portici con volte a crociera (Bologna).

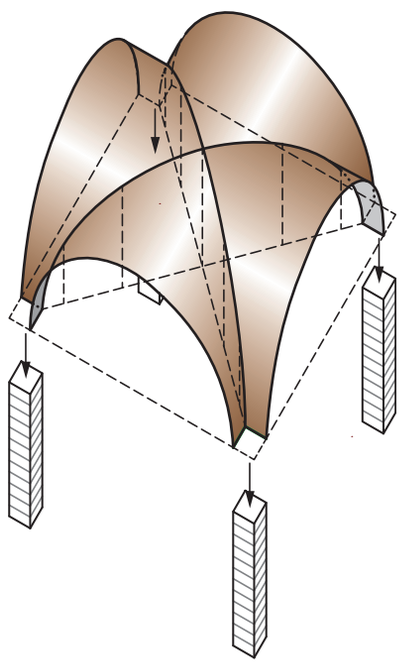
Volte a crociera nel portico della Chiesa di San Bartolomeo (Bologna).

Disegnare le volte a crociera



PROIEZIONE ORTOGONALE



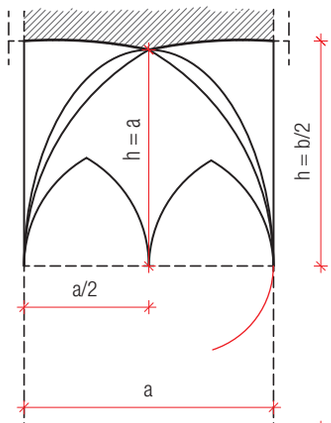


ASSONOMETRIA

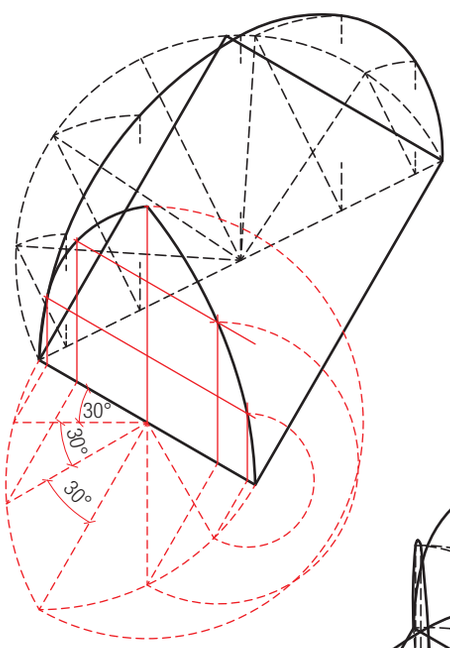
© 2017 Franco Lucisano Editore • N. Fava - Geometria e disegno - Volume 2

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

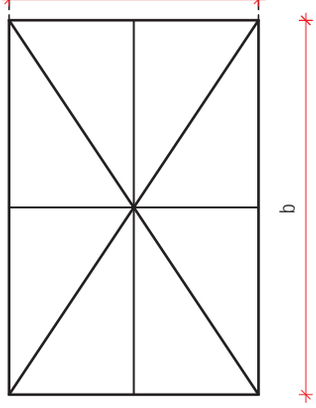
• **Volta a crociera gotica**: nell'architettura gotica si sperimentarono moltissime varianti anche su campate rettangolari, alternando archi a tutto sesto e archi ogivali, o aumentando i punti di appoggio da quattro a sei come nella **volta a crociera gotica esapartita**. L'esempio illustra una volta caratterizzata da archi ogivali sui lati minori, e quattro archi a tutto sesto, due sui lati maggiori del vano rettangolare e due sulle diagonali. Ne deriva una diversa quota delle chiavi di volta, raccordata da costoloni curvi. Vi è anche una variante con colmo piano e cordonature intermedie, formata interamente da archi ogivali (Abbazia di Westminster, Londra, 1260).



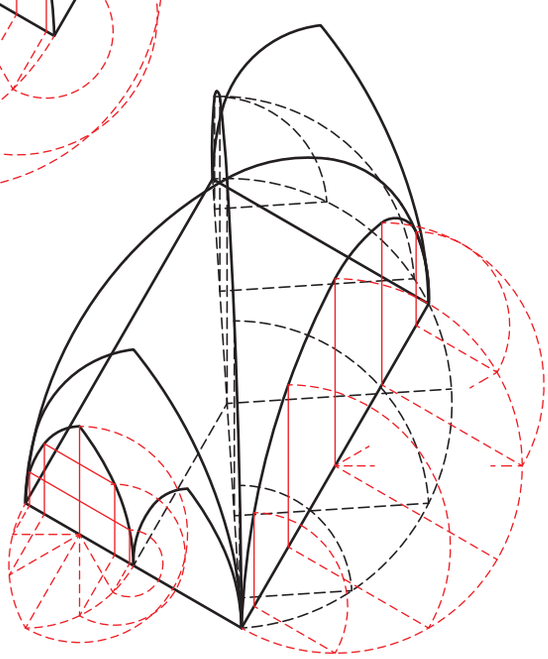
Disegnare le volte a crociera gotica

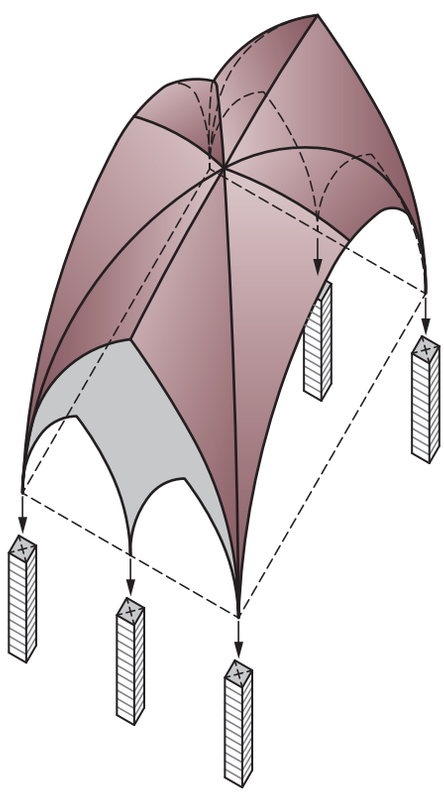


PROIEZIONE ORTOGONALE



ASSONOMETRIA



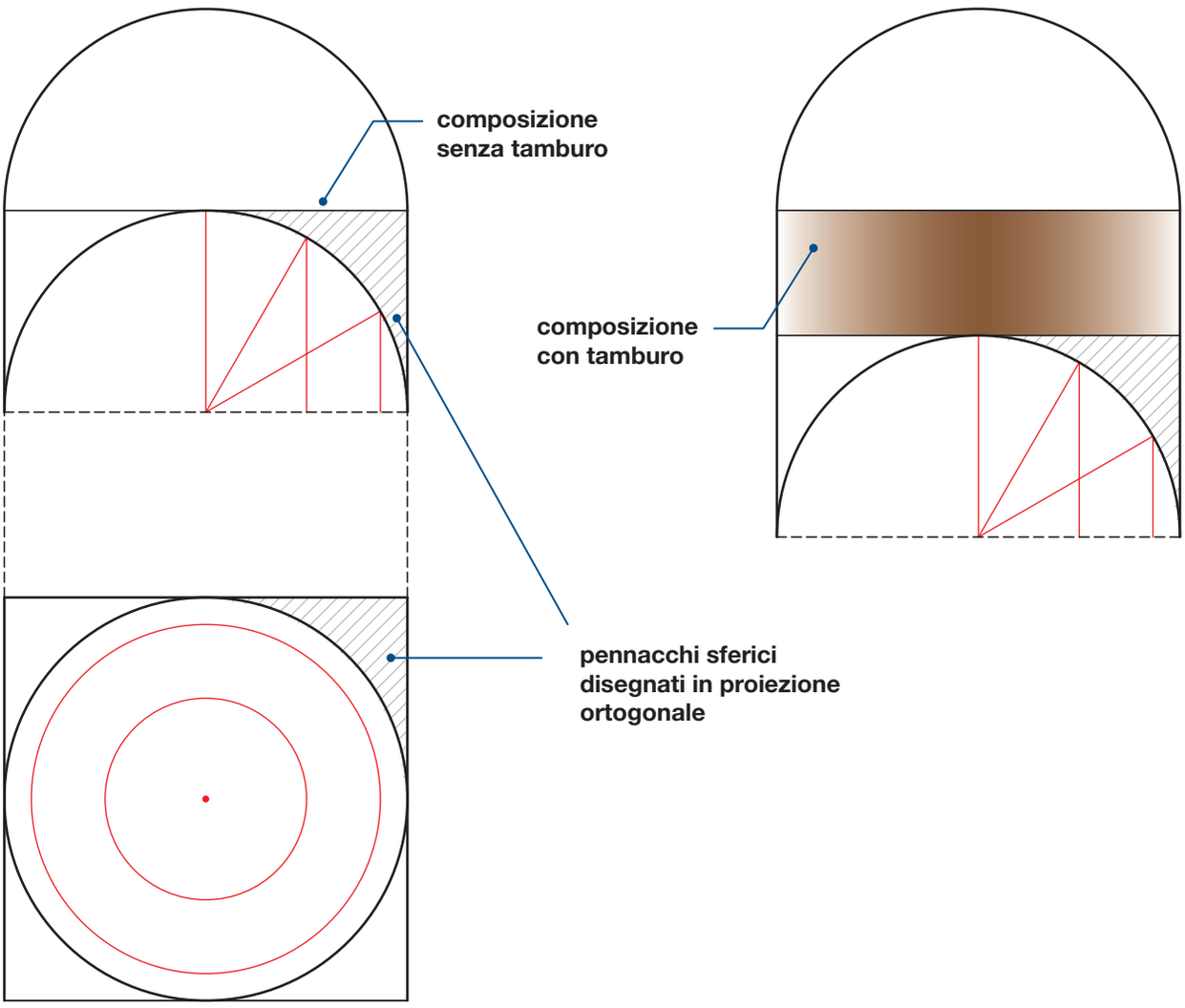


Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

• **Volta a bacino su pennacchi sferici**: volta composta da una cupola innestata su una volta a vela, originata dalla difficoltà di far coincidere la linea d'imposta circolare del *catino* con il perimetro quadrangolare dell'ambiente da coprire: gli elementi più importanti di questa tipologia sono i **pennacchi**, porzioni di volta a vela che raccordano gli angoli sul piano d'imposta con le linee d'intersezione della cupola. Può anche essere presente il **tamburo**, una superficie cilindrica utile ad innalzare il piano di imposta della cupola, come nell'immagine a lato, dove la presenza del foro circolare in sommità e finestre rettangolari potenziano l'ingresso della luce.

Volta a catino su pennacchi nella Cattedrale d San Tommaso ad Ortona (CH): la cupola è rialzata da un tamburo finestrato.

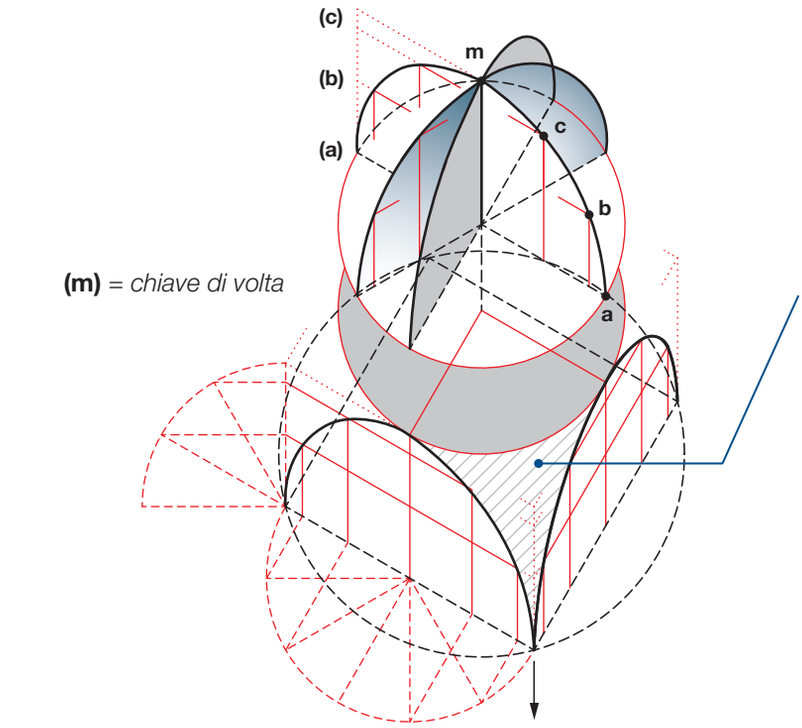
Disegnare le volte a bacino su pennacchi sferici in proiezione ortogonale



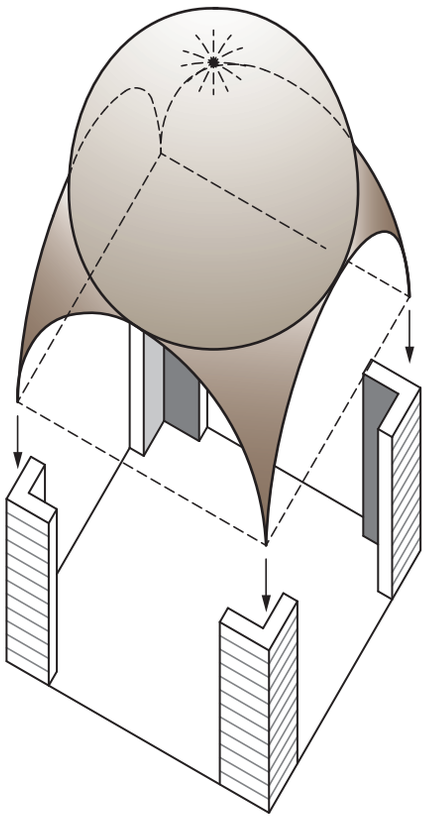
© 2017 Franco Lucisano Editore • N. Fava - Geometria e disegno - Volume 2

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

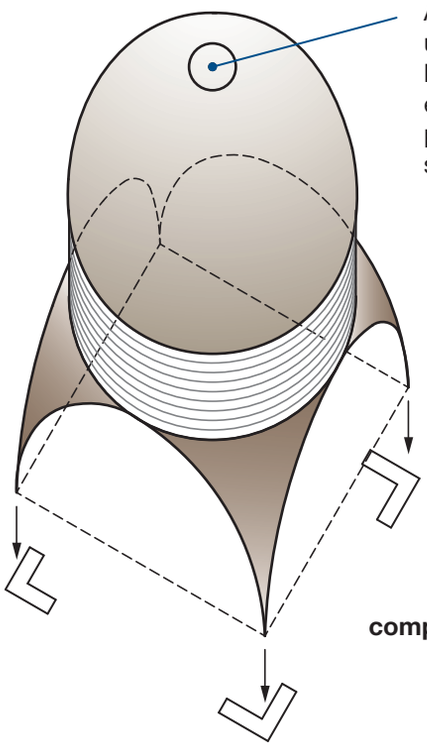
Disegnare le volte a bacino su pennacchi sferici in assonometria



pennacchi sferici
perchè derivati dalla sezione orizzontale di una volta a vela (a sua volta ottenuta con 4 sezioni ortogonali tra loro di una calotta emisferica)



composizione senza tamburo



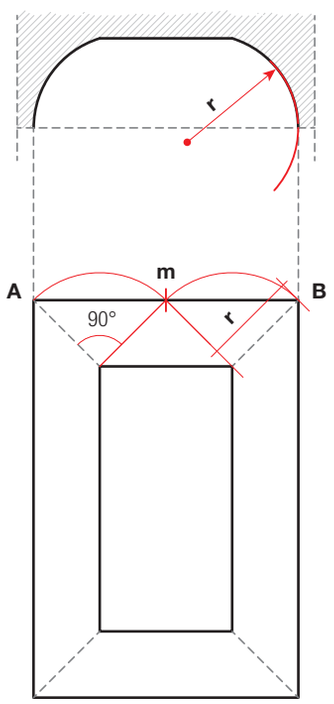
Alla sommità della cupola un foro circolare consente l'ingresso della luce e spesso è l'imposta per una ulteriore sopraelevazione (lanterna)

composizione con tamburo

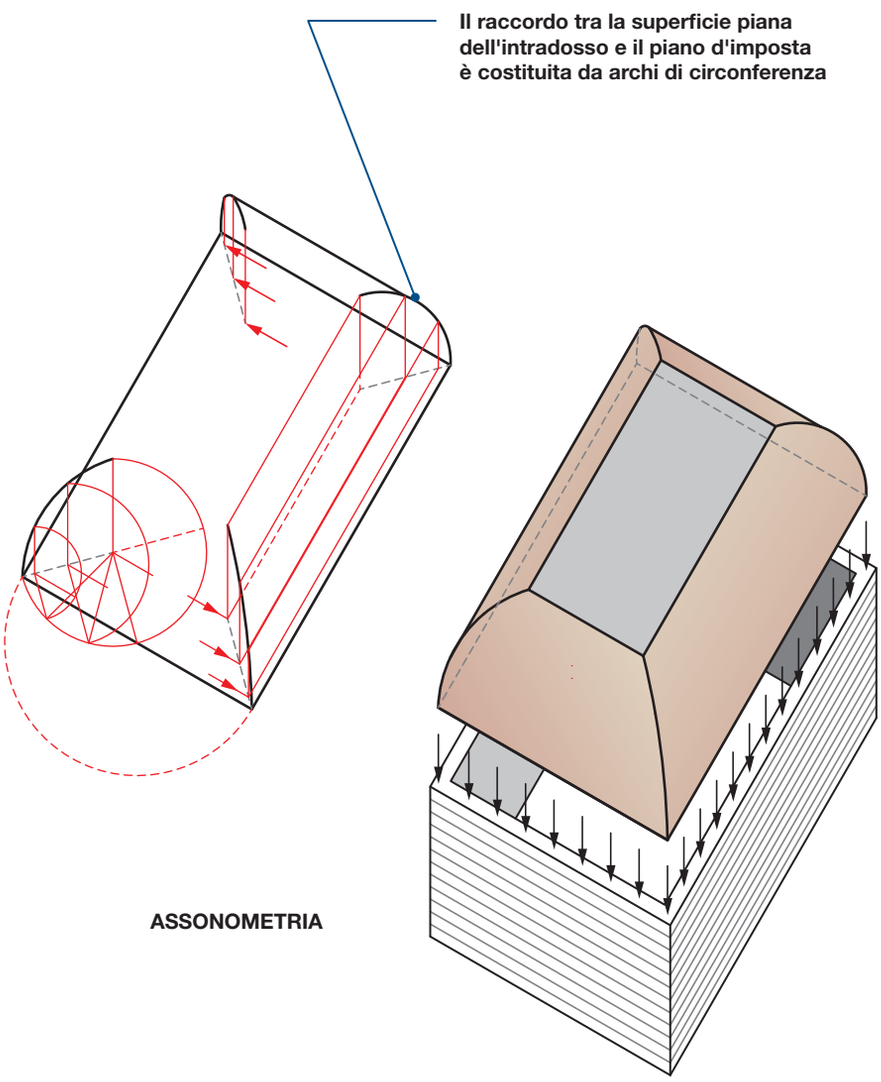
Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

• **Volta a schifo**: volta composta, utilizzata prevalentemente su campate rettangolari, caratterizzata da un'ampia superficie piana all'intradosso e raccordata ai piani d'imposta da archi di circonferenza di raggio variabile. Nell'esempio illustrato il raggio adottato è quello della circonferenza il cui angolo al centro è retto e la cui corda $\overline{\mathbf{mB}}$ è pari alla metà del lato minore del vano (per ripassare la nomenclatura della circonferenza vai a pag. B8-B9 del vol. 1).

Disegnare le volte a schifo



PROIEZIONE ORTOGONALE



ASSONOMETRIA

© 2017 Franco Lucisano Editore • N. Fava - Geometria e disegno - Volume 2

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

Come si disegnano le volte

Per la rappresentazione grafica delle volte si dovranno adottare diversi accorgimenti a seconda della scala del disegno, seguendo le seguenti linee guida, a partire dalla scala 1:100 fino alle scale descrittive e di dettaglio (1:50, 1:20, 1:10).

In pianta è uso proiettare, a tratteggio, le linee significative per la comprensione della geometria della volta.

- **Volte semplici**:
  – per la **volta a botte** si tratterrà di disegnare il ribaltamento degli archi che determinano esattamente la forma della *curva direttrice*;
  – per la **volta a cupola** si disegnerà la proiezione della calotta (circonferenza od ellisse);
  – per la **volta a vela** si disegna il perimetro della curva chiusa del piano di imposta con il ribaltamento degli archi generati dai piani secanti.
- Per le **volte composte** si disegnano le proiezioni e i ribaltamenti necessari, in particolare:
  – nella **volta a crociera** si disegneranno le diagonali del poligono interessato e il ribaltamento degli archi generatori;
  – nella **volta a padiglione** si disegneranno le sole diagonali.

In sezione si evidenzierà con forte spessore l'intradosso della volta nel punto in cui è tagliata dal piano verticale considerato; si vedranno proiettate le linee che determinano la configurazione geometrica e la **disposizione dei materiali**, se **in vista**.

Per semplificare è consueta la collocazione del piano di sezione in chiave di volta.

Nei disegni di dettaglio e negli elaborati destinati al restauro conservativo è necessario conoscere e illustrare il sistema costruttivo dei materiali utilizzati.

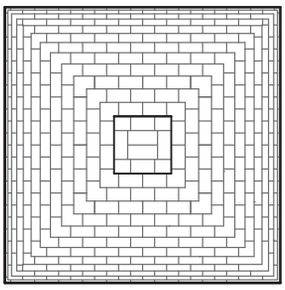
In passato, a causa delle difficoltà costruttive si ricorreva alla pietra da taglio solo per le nervature (costoloni), impiegando mattoni legati con malta cementizia per le superfici voltate.

Nel disegno a lato sono indicati alcuni dei sistemi più utilizzati nella disposizione dei laterizi.

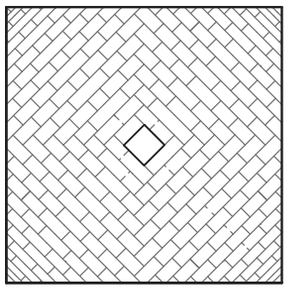
Giacitura a spina di pesce sulle linee di incontro di due porzioni di una volta a vela nel Forte di Fenestrelle 1728-1850 (Torino).

Tessiture murarie delle volte in laterizio

VOLTA A PADIGLIONE

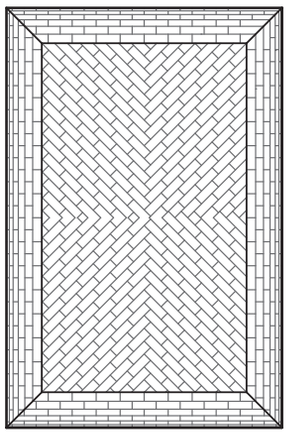


Posa in opera // all'imposta

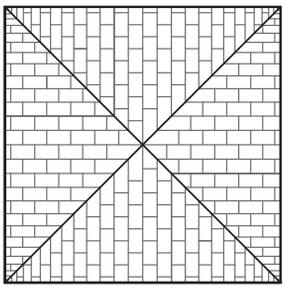


Posa in opera a spina di pesce

VOLTA A SCHIFO



VOLTA A CROCIERA



Posa in opera a filari ortogonali all'imposta

Approfondimento C1.5 – Riconoscere e disegnare le volte

Per le volte a botte la tessitura poteva assumere molte variabili, essere cioè a
- corsi (filari) longitudinali cioè paralleli ai muri di imposta;
- corsi trasversali cioè perpendicolari ai muri di imposta;
- corsi obliqui;
- spina di pesce.

Per la volta a padiglione e per la volta a crociera erano molto usate la disposizione a filari longitudinali con spina di pesce nella parte centrale vicino alla chiave.
Per le volte a vela si usavano i sistemi più vari, come quello a filari paralleli o a meridiani: le varianti costruttive nelle disposizioni dei mattoni nei pennacchi o nei raccordi, oppure i materiali usati per il riempimento dei rinfianchi seguono le tecniche e le risorse tipiche di ogni zona: viaggiando potrete osservare soluzioni originali e imparare da innumerevoli esempi.

L'intonaco scrostato di una volta a crociera a Curtatone (Mn) rivela i dettagli costruttivi della posa in opera dei laterizi.

© 2017 Franco Lucisano Editore • N. Fava - Geometria e disegno - Volume 2