



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Prof. Carlo Antonio Stival
via A. Valerio 6/1
34127 Trieste
+390405583478
cstival@units.it

TEMA

29

Chiusure orizzontali superiori

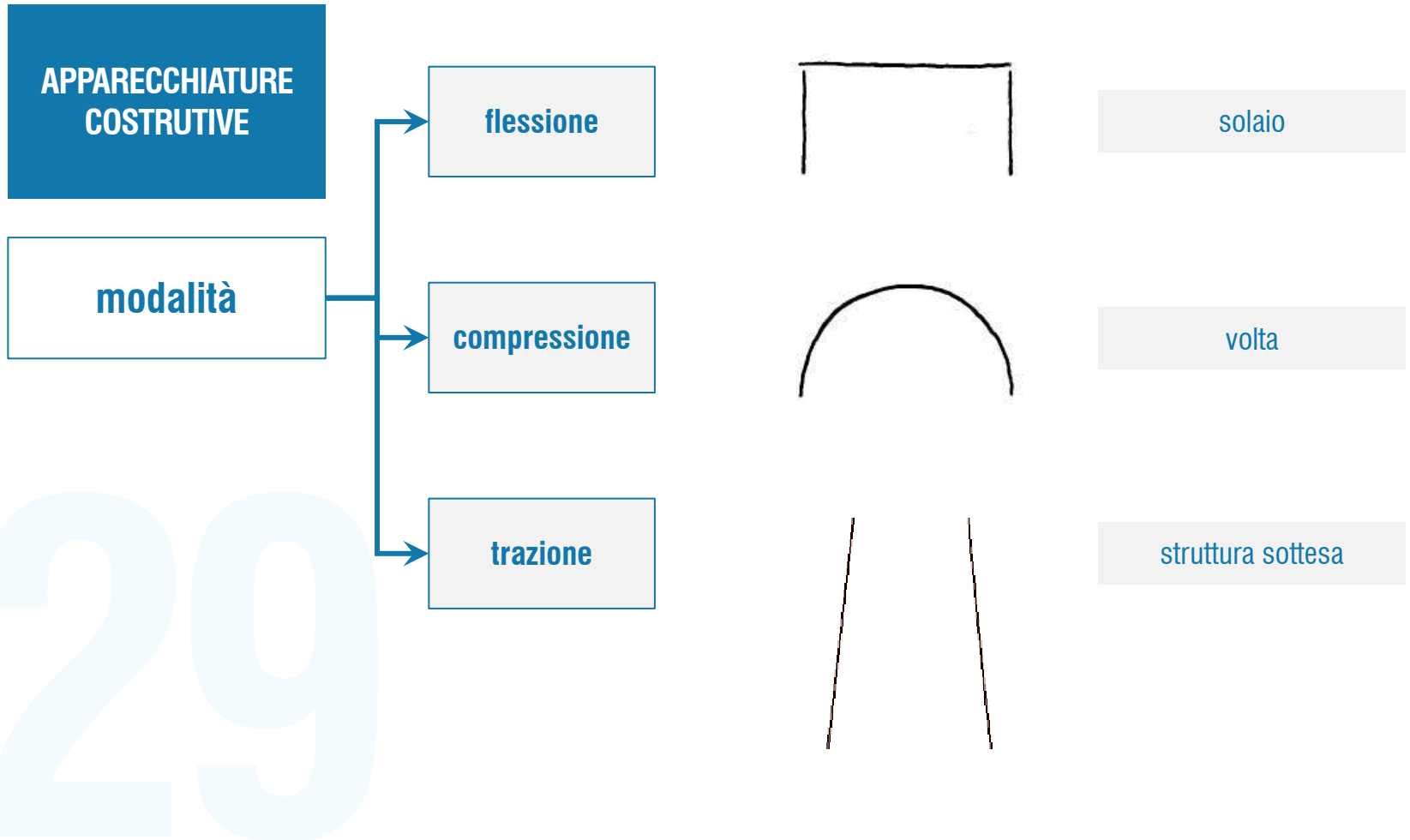
Trasmissione dei carichi

Laboratorio di **Progettazione Tecnologica dell'Architettura**
Corso di **Metodi e Strumenti di Progettazione Tecnologica**

29.1

La trasmissione dei carichi

Modalità di trasmissione dei carichi



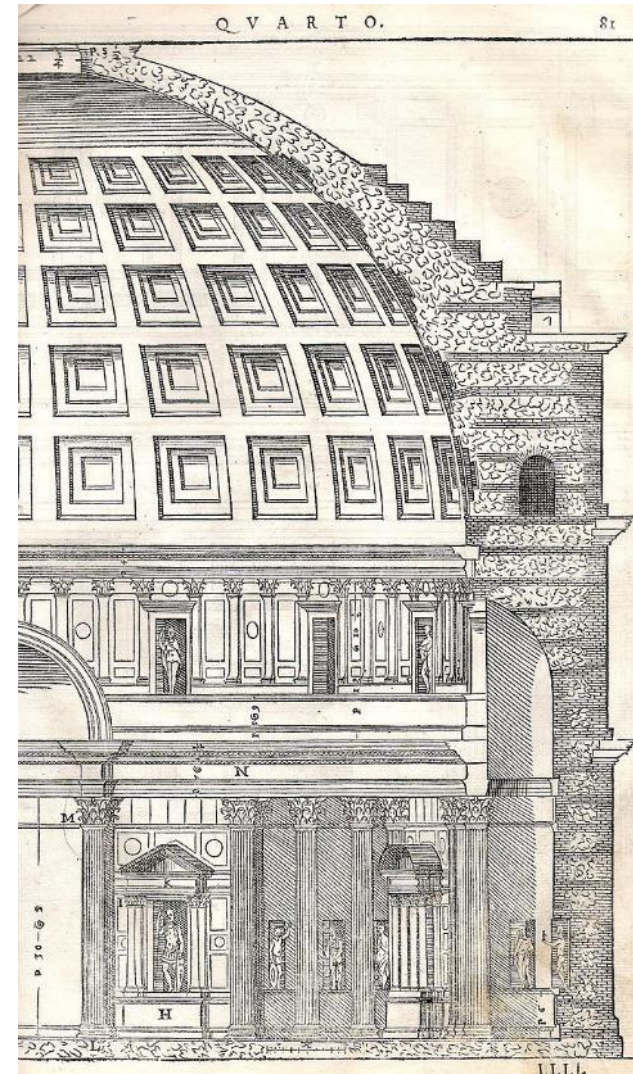
Modalità di trasmissione dei carichi



Modalità di trasmissione dei carichi

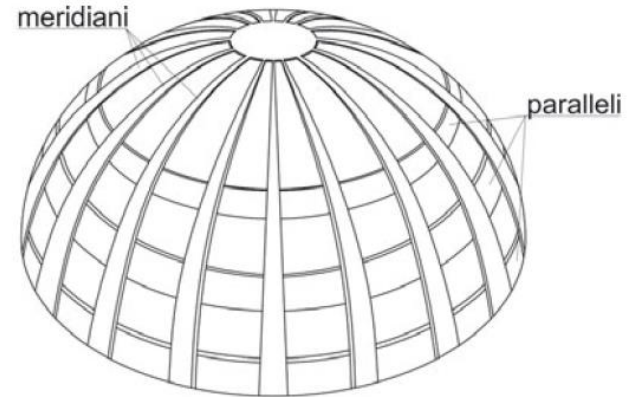


Modalità di trasmissione dei carichi

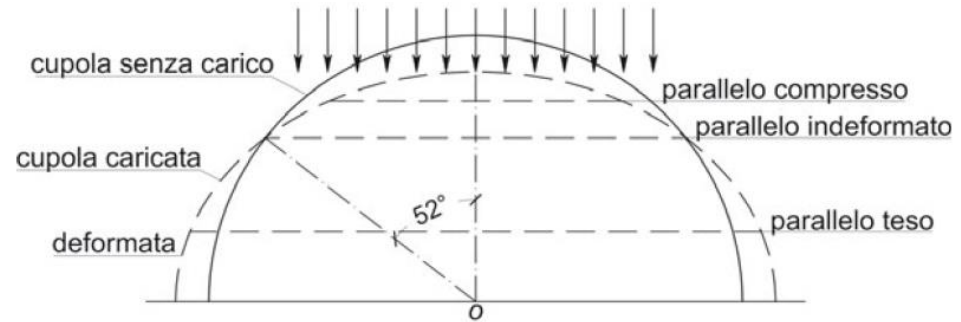


Cupola: Struttura spingente operante a sola compressione.
La spinta orizzontale è contrastata dal rinfiaco emergente dal tamburo.

Modalità di trasmissione dei carichi



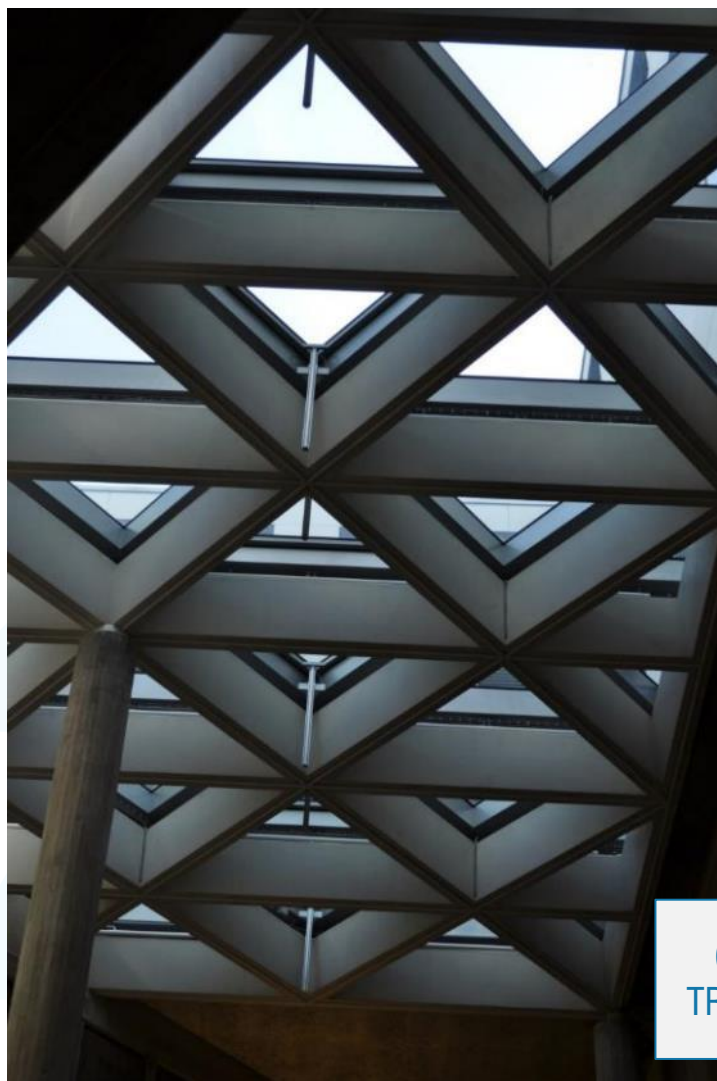
a) meridiani e paralleli



b) deformazione di una cupola

Cupola di rotazione, autoportante.

Il problema delle grandi luci



GRIGLIATO DI TRAVI E PIASTRA

Il problema delle grandi luci



SUCCESSIONE
DI TELAI

Il problema delle grandi luci

VOLTE SOTTILI



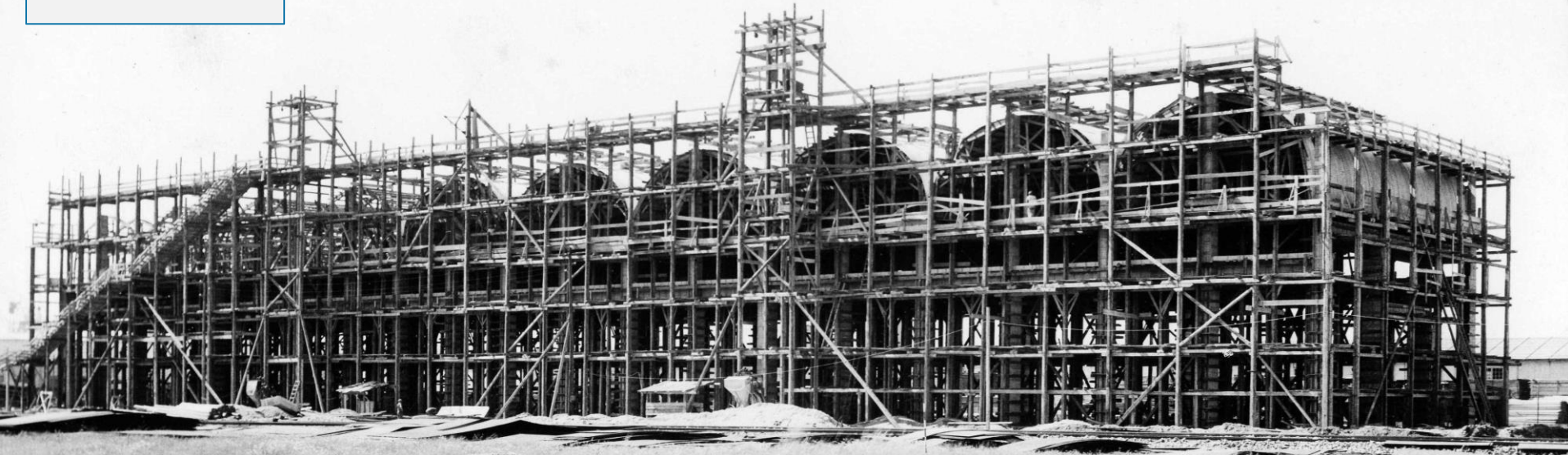
Il problema delle grandi luci



VOLTE SOTTILI

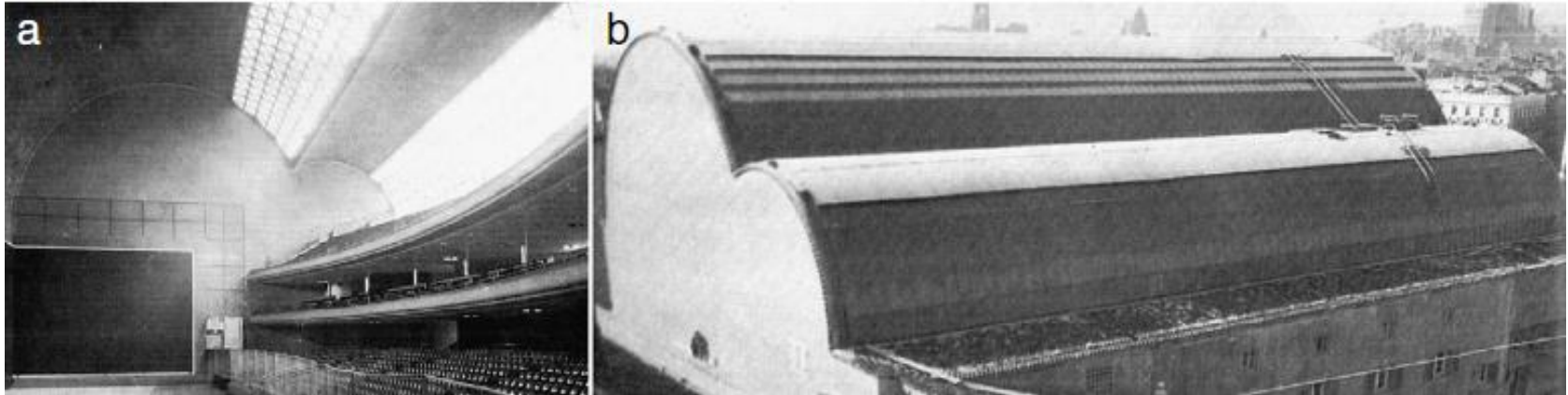
Il problema delle grandi luci

VOLTE SOTTILI



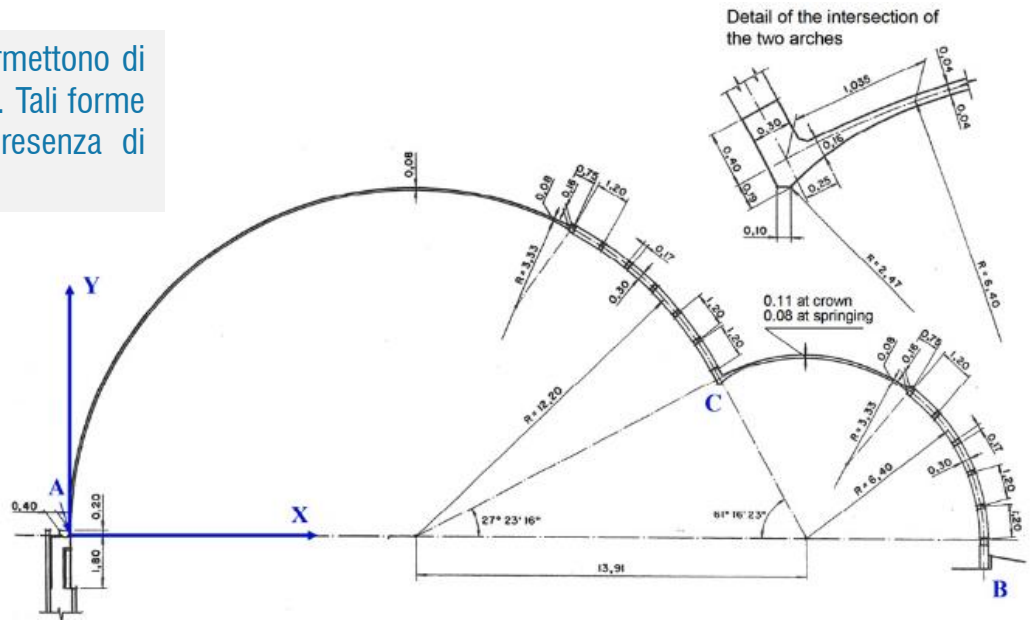
“Non esistendo ancora norme ufficiali per il calcolo delle forme a volta portante, si provvide [...] all’esecuzione di una volta modello a scala ridotta a 1/3 del naturale che, dopo sole tre settimane dal getto, era sottoposta a severe prove con carichi tre volte superiori al normale. Le deformazioni elastiche davano assoluta tranquillità sull’esito della costruzione del tetto”. La prova sperimentale, “più probatoria e meno soggetta ad errori materiali che non il calcolo matematico”, mostrò deformazioni elastiche trascurabili. Il comportamento ottimale delle volte del fabbricato era da ricercarsi nella forma descritta dalla direttrice lungo l’asse longitudinale: tra diverse forme della sezione – catenaria, parabola, cicloide, semiellittica – è proprio quest’ultima a fornire le prestazioni migliori.

Il problema delle grandi luci

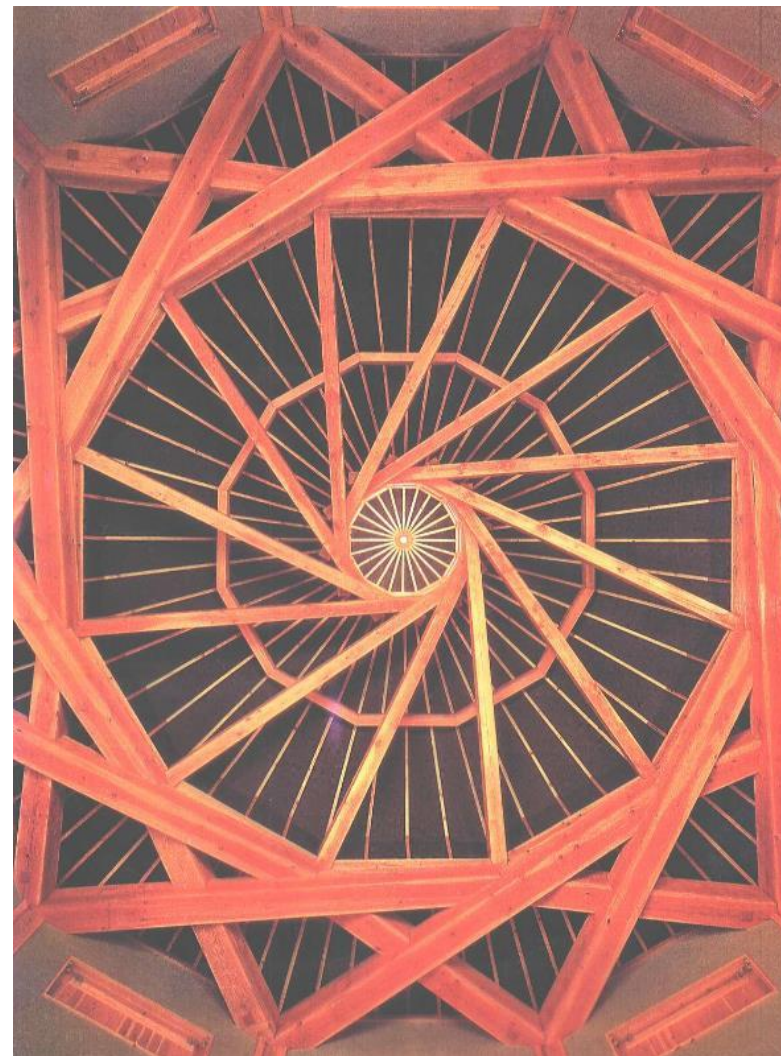
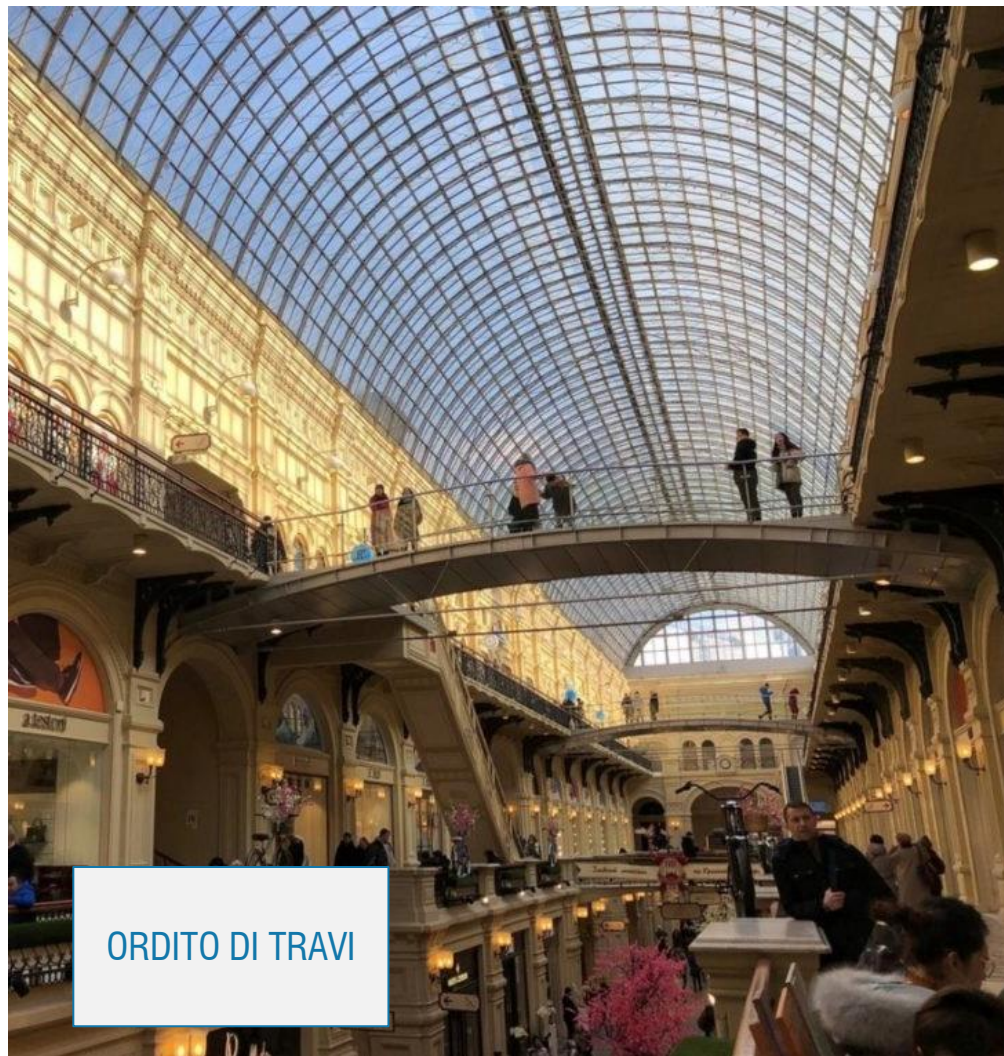


Le costruzioni a guscio in calcestruzzo armato permettono di creare spazi a grandi luci, senza appoggi intermedi. Tali forme non tollerano carichi puntuali e escludono la presenza di forme aggiuntive.

VOLTE SOTTILI



Il problema delle grandi luci

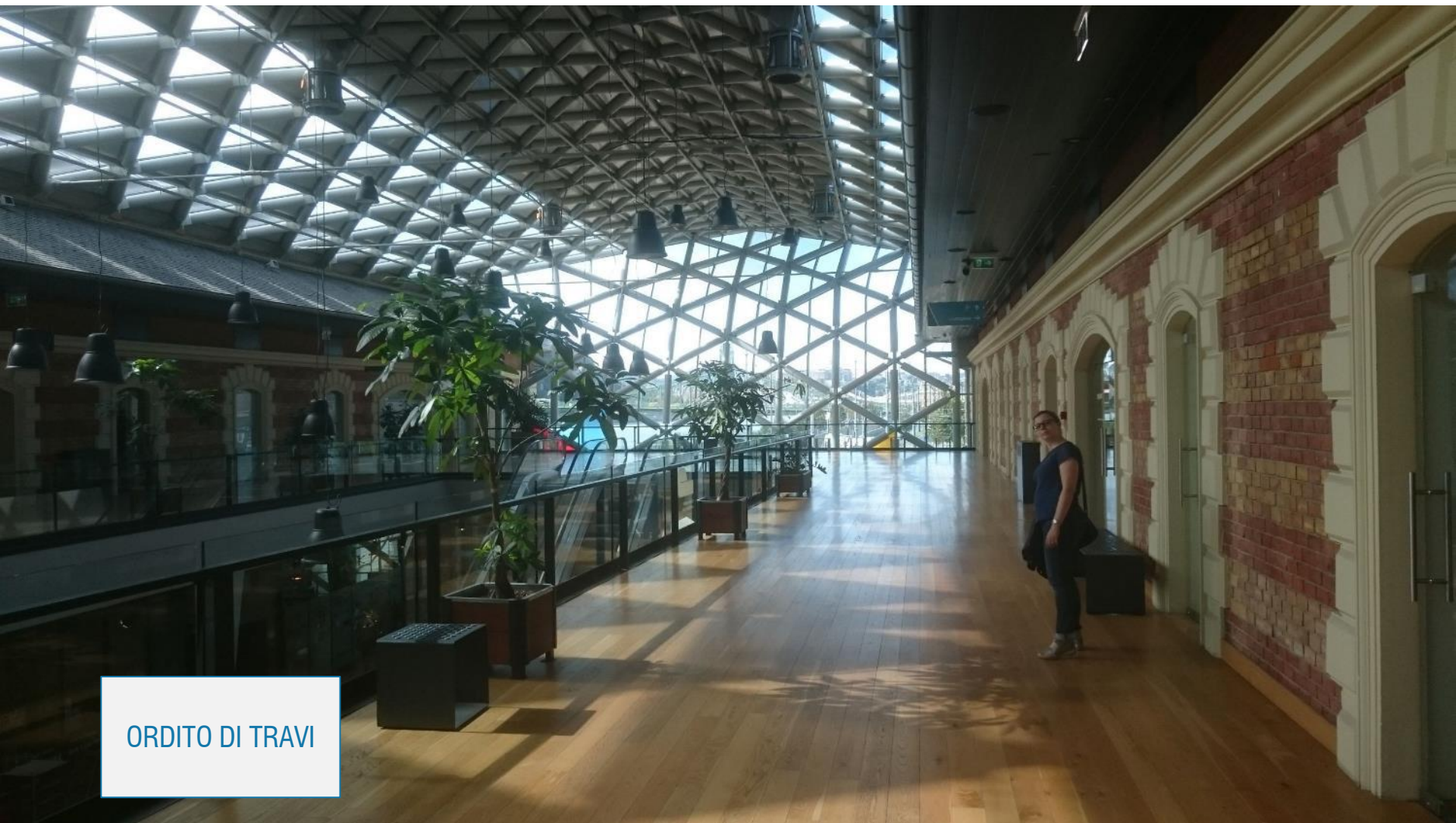


Il problema delle grandi luci



ORDITO DI TRAVI

Il problema delle grandi luci



ORDITO DI TRAVI

Il problema delle grandi luci

COPERTURA
APPESA

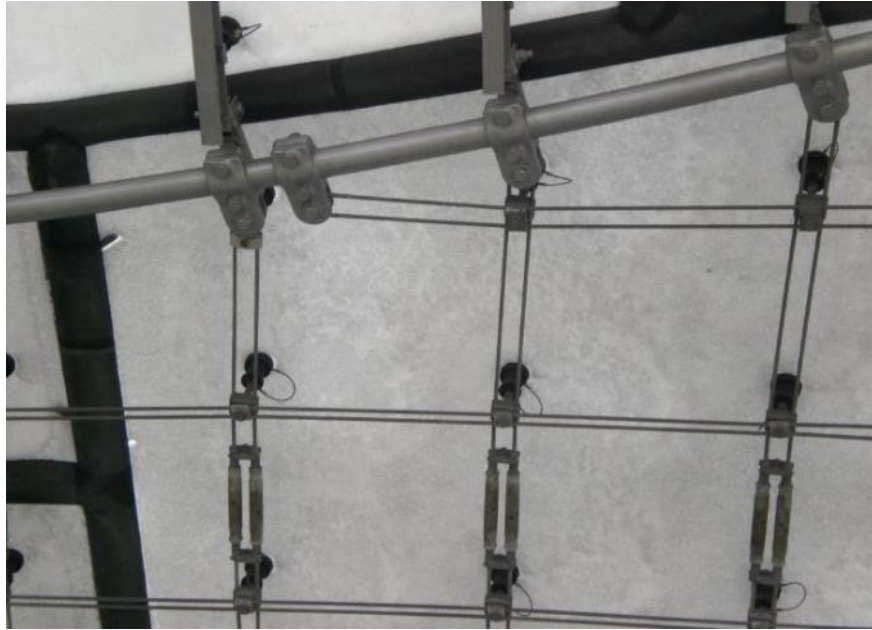


Il problema delle grandi luci

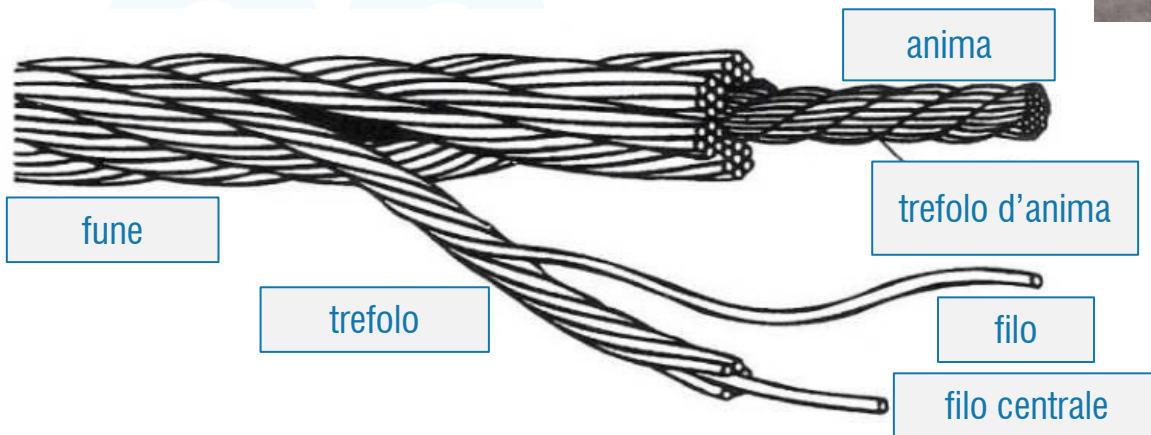
VOLTE SOTTESE
A CAVI



Il problema delle grandi luci



VOLTE SOTTESE
A CAVI

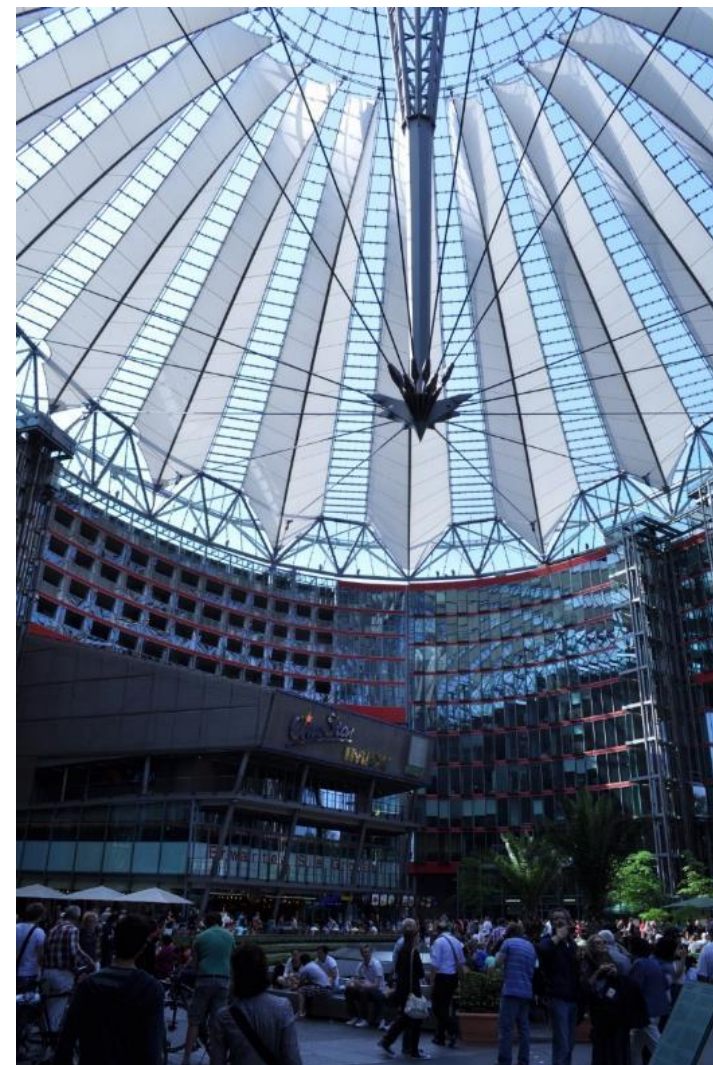


Il problema delle grandi luci



VOLTE SOTTESE
A CAVI

Il problema delle grandi luci



VOLTE SOTTESE
A CAVI

Il problema delle grandi luci



29

IMPALCATI
MEMBRANALI

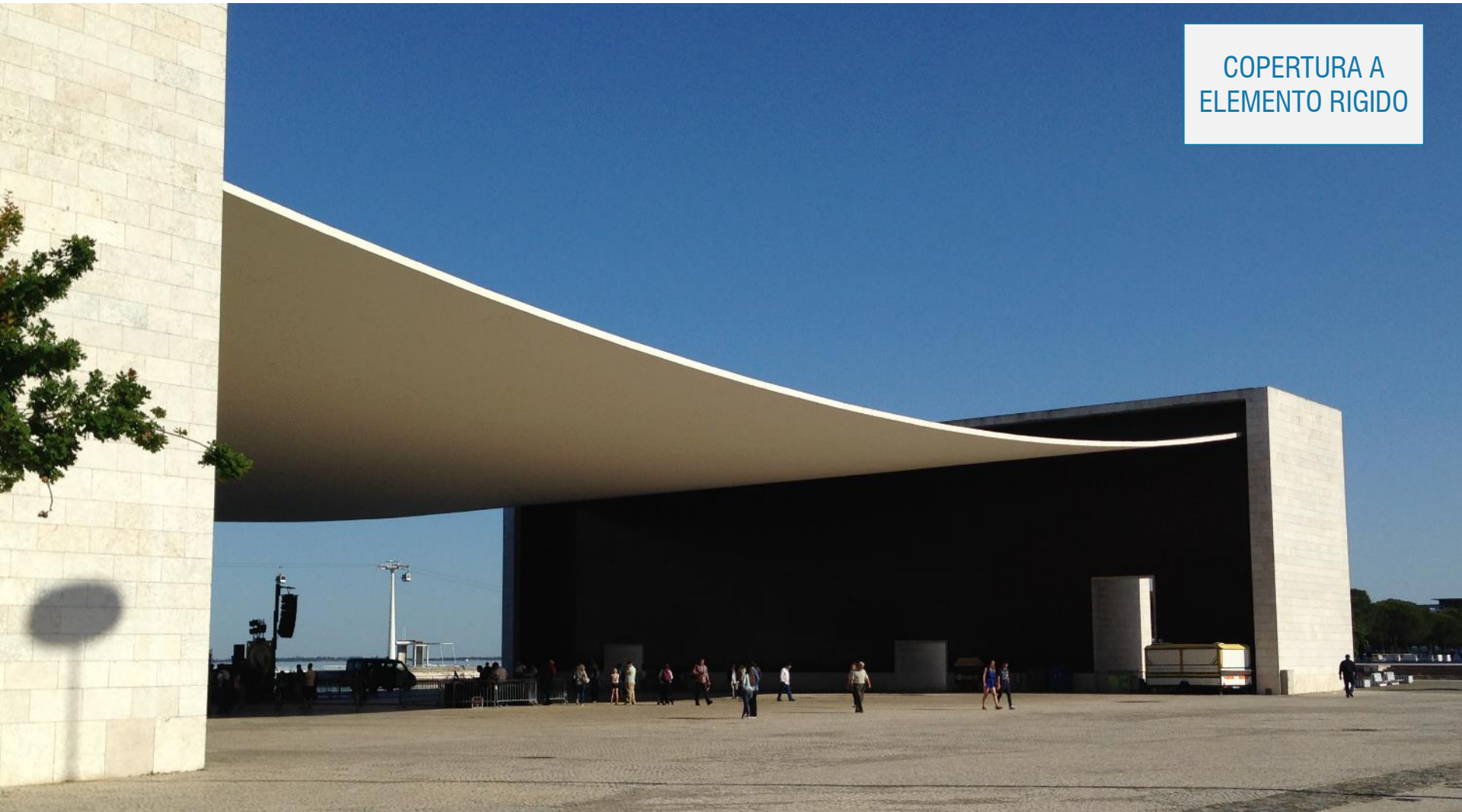
Il problema delle grandi luci



IMPALCATI
A ELEMENTI
RIGIDI

Il problema delle grandi luci

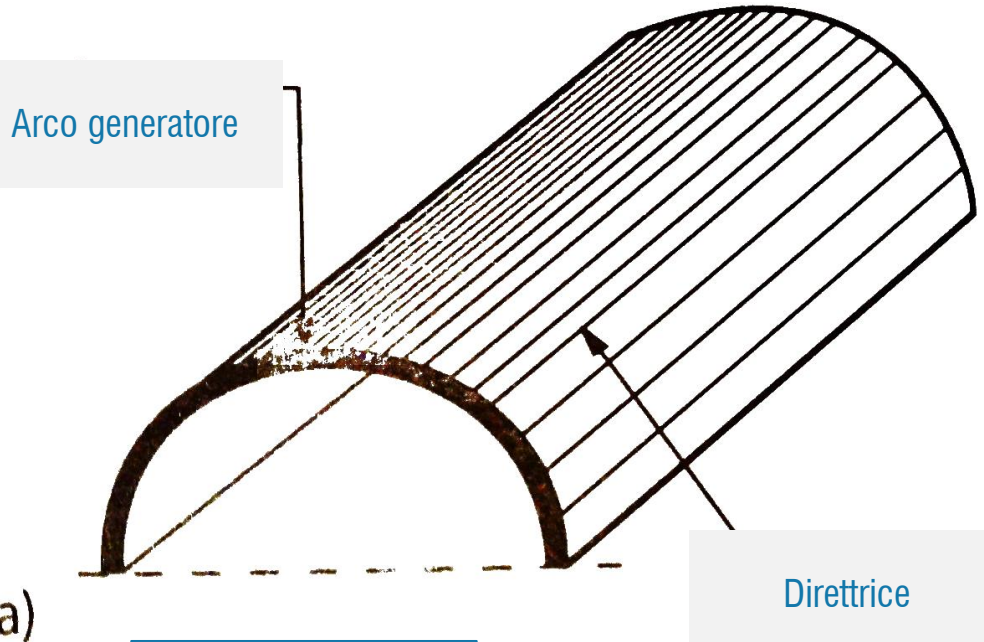
COPERTURA A
ELEMENTO RIGIDO



29.2

Coperture curve: cupole e volte

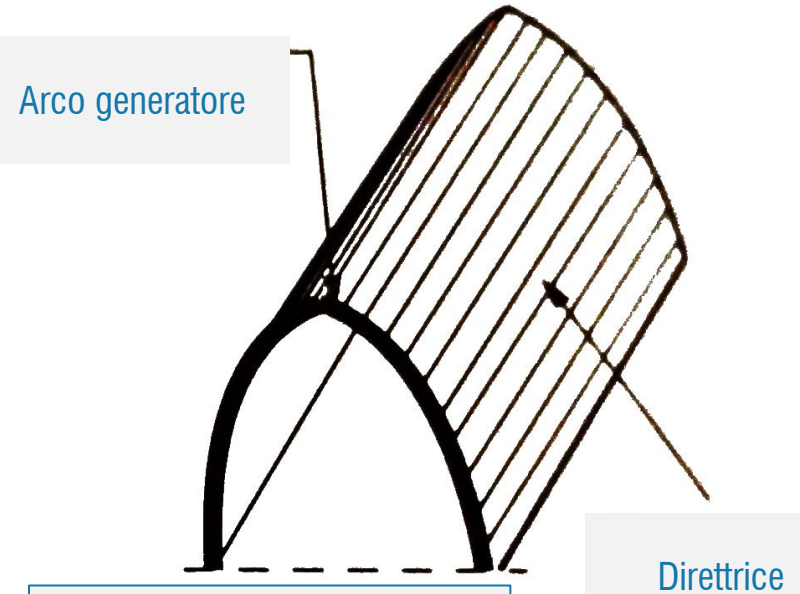
Volte semplici



VOLTA A BOTTE

La volta è un sistema strutturale a sviluppo tridimensionale con caratteristiche geometriche e costruttive per certi versi derivate da quelle dell'arco.

Mentre l'arco è deputato alla soluzione di problemi "piani" quali, per esempio, il sostentamento della **muratura** al di sopra di un **varco**, la volta è funzionale alla **copertura** di **spazi**, siano essi **confinati** da **sistemi continui** (murature) o marcati da **sistemi puntuali** (colonne).



VOLTA A TUTTO SESTO

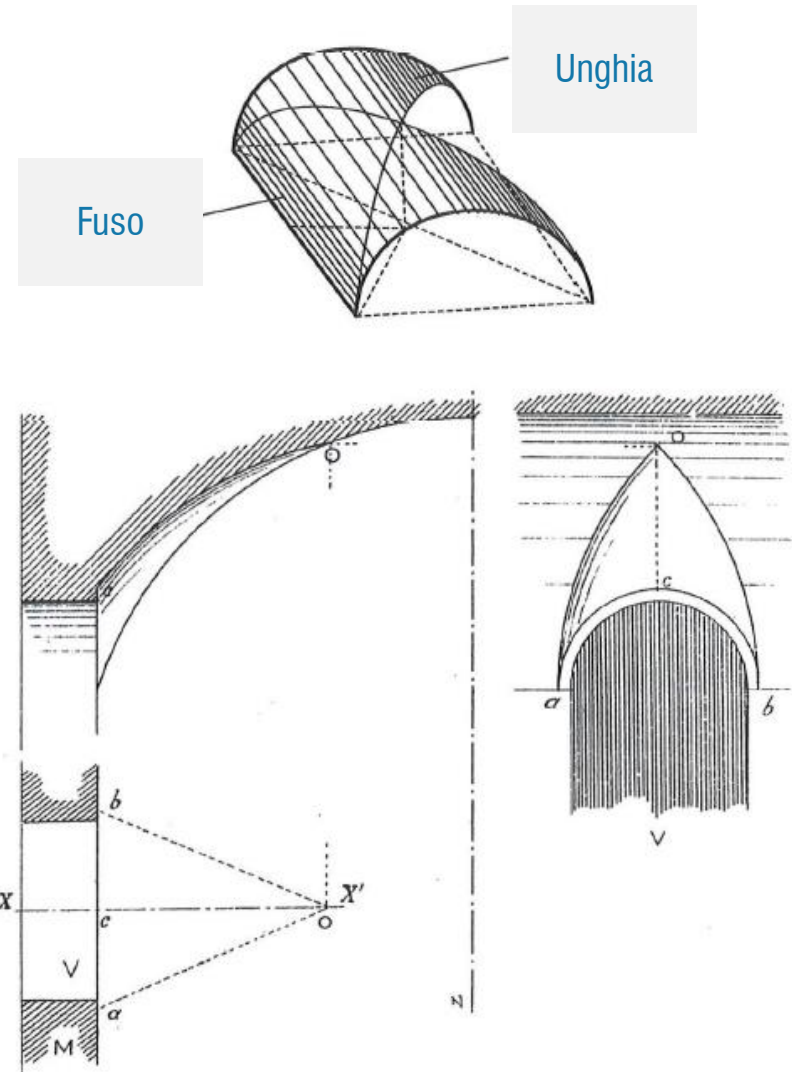
Volte semplici

Si distinguono **tre** principali **famiglie tipologiche**:

- le volte **semplici**: sono ottenute per semplice traslazione o rotazione di curve regolari;
- le volte **composte**: sono ottenute per connessione o intersezione di elementi derivati da volte semplici in conseguenza di operazioni di sezione;
- le volte **derivate**: sono ottenute in conseguenza di operazioni geometriche compiute direttamente sulle volte semplici.

Il **sezionamento** di una volta a botte con due piani diagonali genera **quattro settori** a due a due uguali:

- gli elementi ottenuti prendono il nome rispettivamente di **unghie di crociera** e **fusi di padiglione**;
- l'intersezione di due volte a botte di diversa altezza in chiave genera un elemento tridimensionale, del tutto simile a un'unghia, definito **lunetta**.



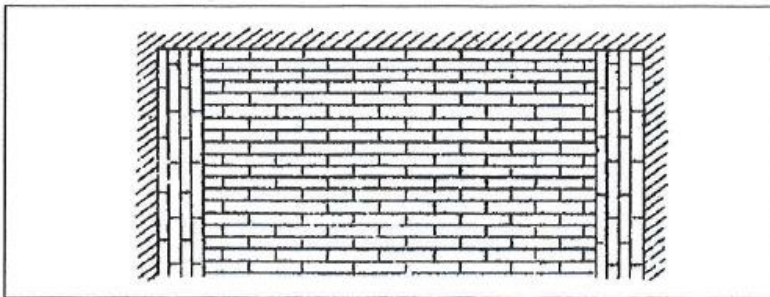
Volte semplici



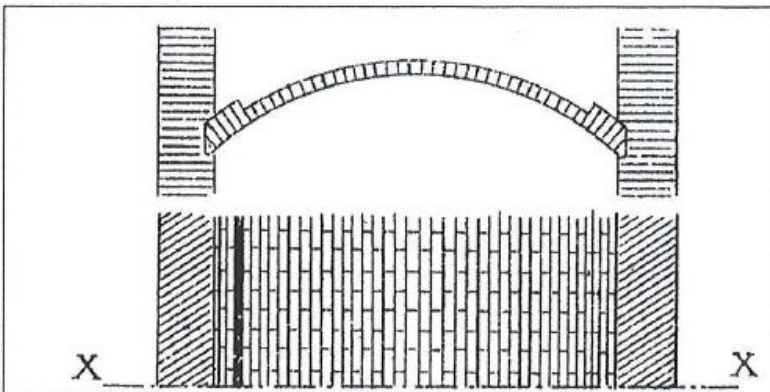
Volte semplici

Nel caso di disposizione trasversale o longitudinale, il comportamento della **volta a botte** è assimilabile a quello dell'**arco piano**.

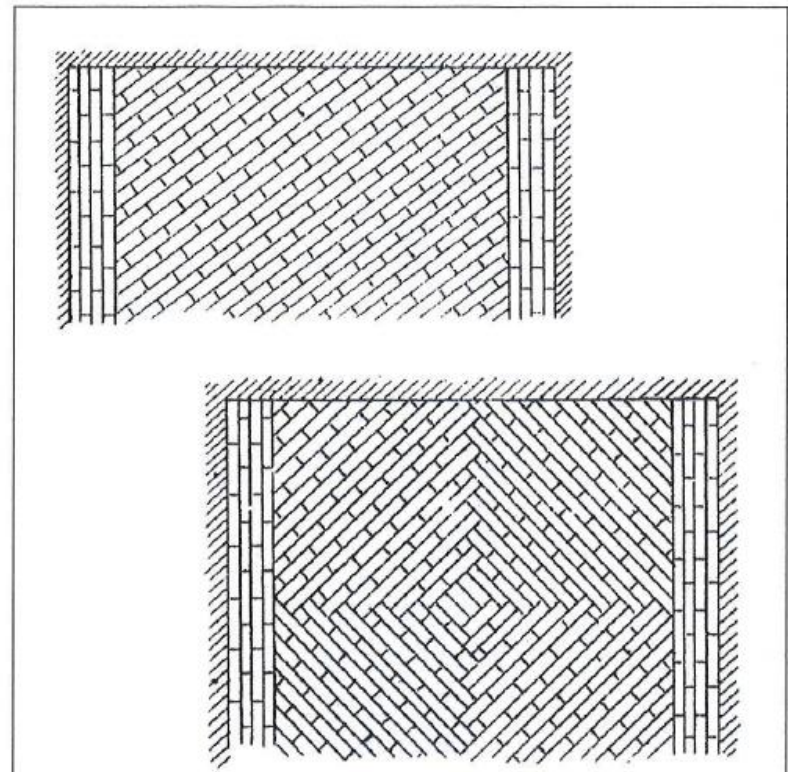
Nel caso di posa in opera di conci a **spina di pesce**, invece, il comportamento **non** è **bidimensionale**, e la struttura arcuata va **valutata** nella sua tridimensionalità dovuta proprio all'**ammorsamento** dei singoli **conci**.



disposizione trasversale

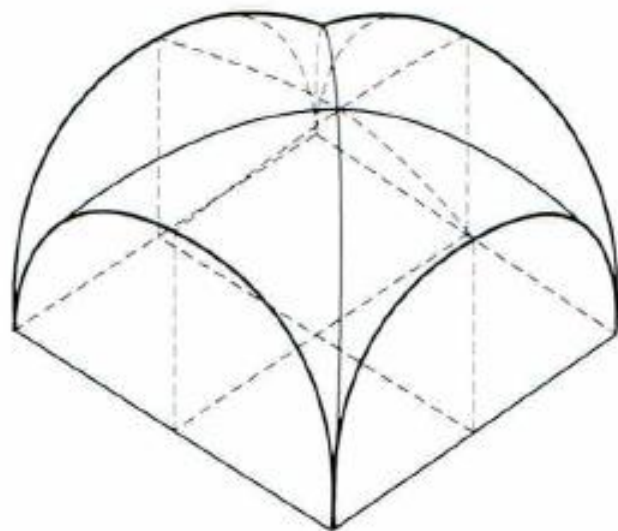


disposizione longitudinale

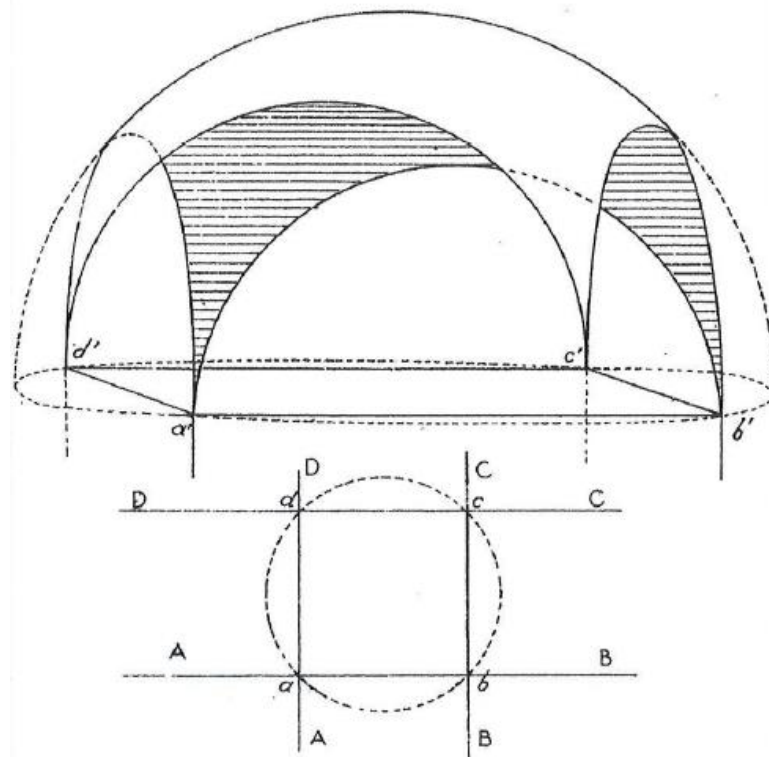


disposizione a spina di pesce

Volte composte e derivate



VOLTA
A CROCIERA PIANA

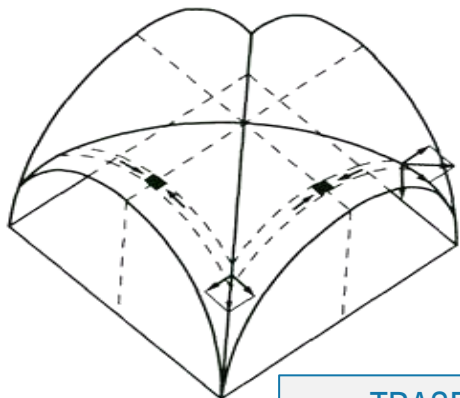


VOLTA
A VELA

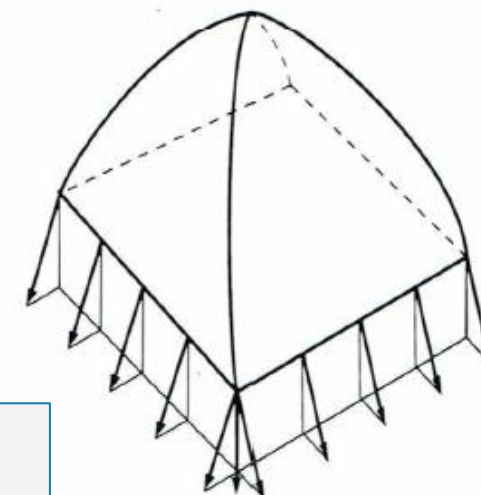
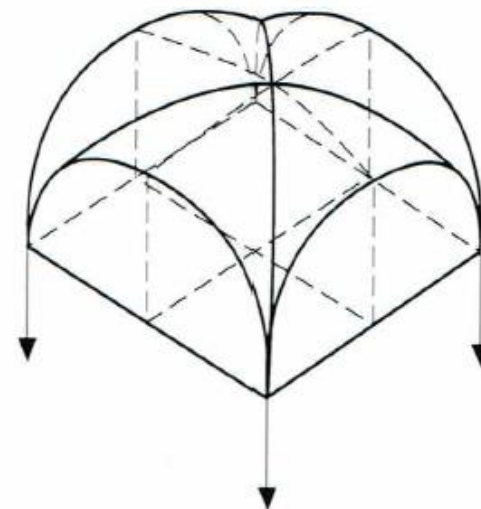
Volte composte



Volte composte



TRASFERIMENTO DEI CARICHI
IN UNA VOLTA A CROCIERA PIANA



TRASFERIMENTO DEI CARICHI
IN UNA VOLTA A PADIGLIONE

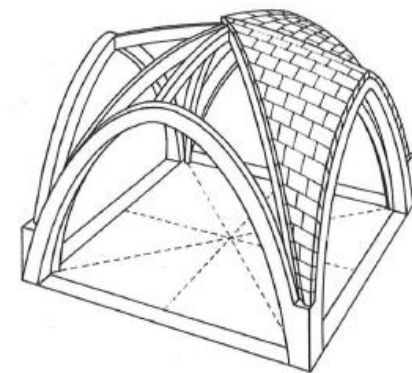
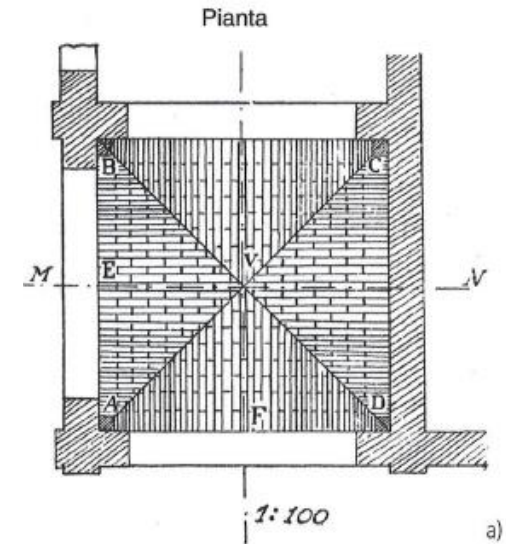
2

Volte composte

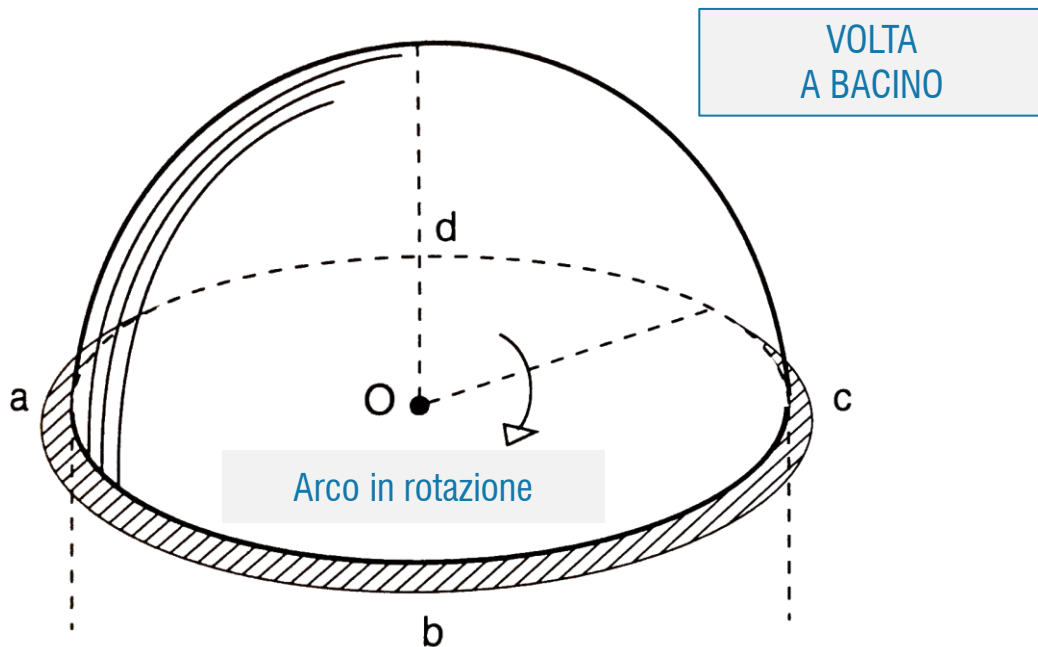
La volta a crociera è la soluzione il cui **comportamento statico** si distingue maggiormente rispetto a tutte le altre. A causa della sua **composizione geometrica** le **sollecitazioni** vengono **convogliate** sugli **spigoli** di **ogni unghia (non equilibrata)**, mentre il contatto di due unghie consecutive genera una **linea di forza** che convoglia tali sollecitazioni agli **appoggi puntuali** collocati ai **vertici** del **poligono di base**.

Le modalità costruttive della volta definiscono il suo comportamento statico. In particolare si riconoscono due tradizioni costruttive:

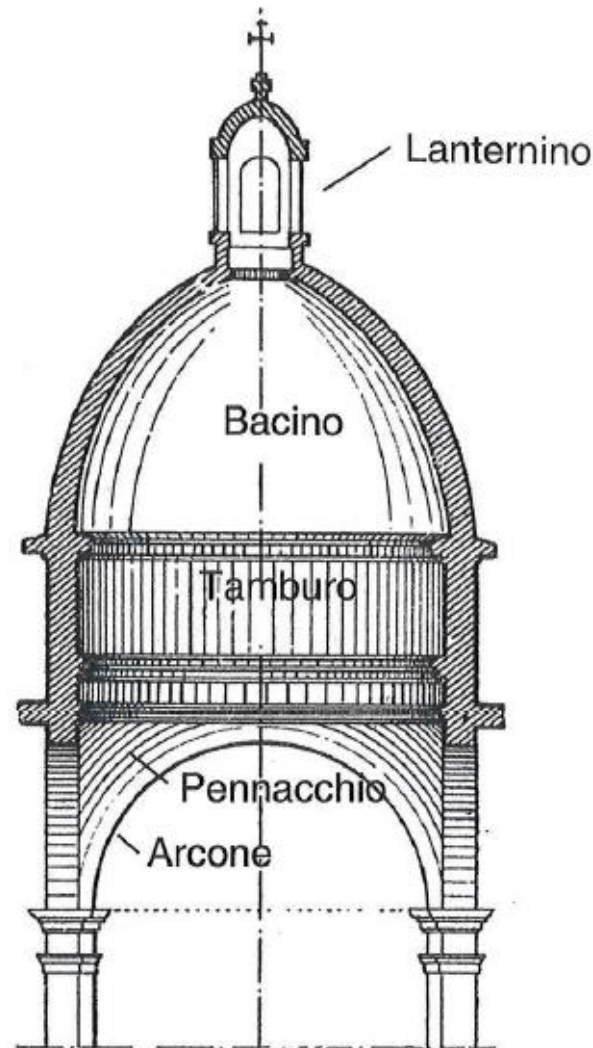
- nella loro forma più antica (periodi pre-romanico e romanico) le **unghie**, sono costruite per **superfici continue**, definite dalle **tessiture lapidee** o **laterizie**;
- nella forma più tarda (architettura gotica) la volta è costruita attraverso un **sistema di archi, laterali e diagonali (costoloni)**, **tamponati da superfici curve**, leggere, che trasferiscono loro i carichi dovuti al peso proprio.



Cupole



La **volta a cupola** deriva dalla sezione descritta per **rotazione** da un **arco** a tutto sesto o a sesto acuto. Se la volta a bacino è impostata su un cilindro (tamburo) si ottiene una volta a **cupola rialzata**. Una ulteriore sezione orizzontale all'apice del bacino consente il posizionamento del lanternino staticamente importante per la presollecitazione della volta.

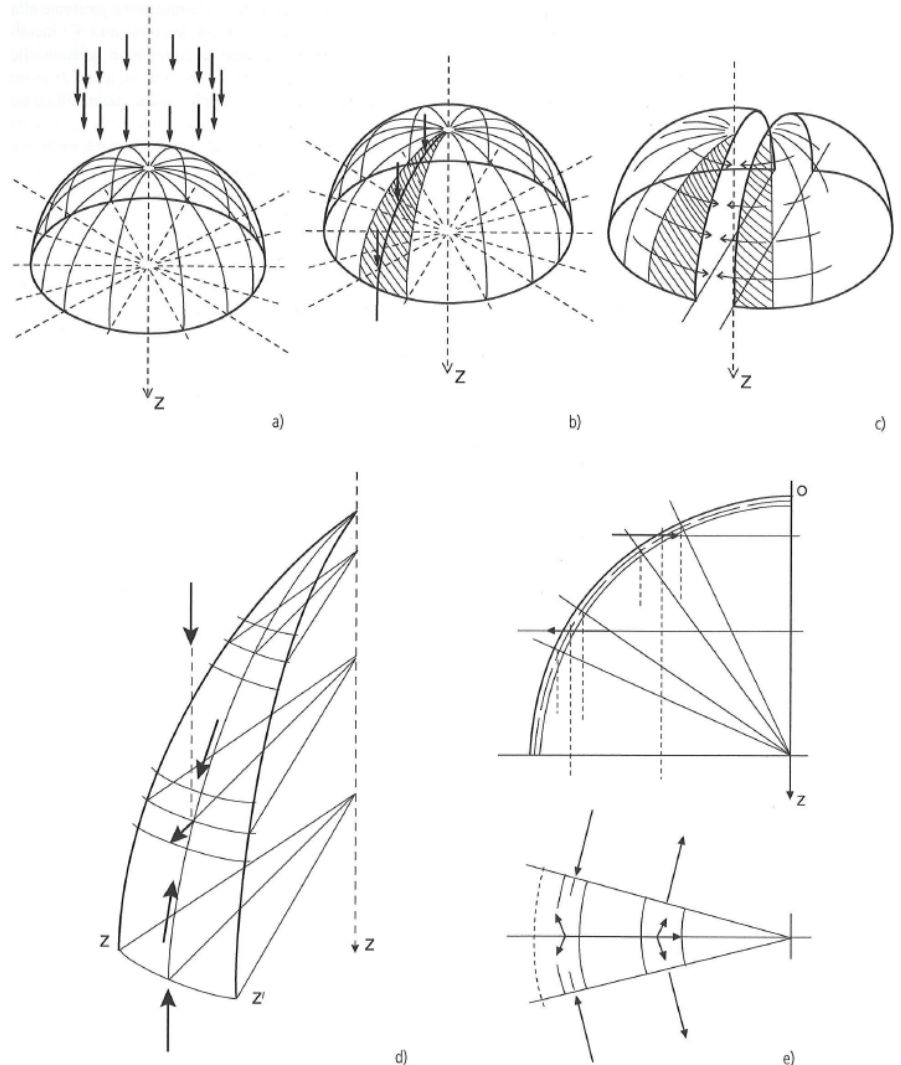


Cupole

Si consideri la **cupola caricata esclusivamente** dal **peso proprio**, il cui spessore limitato possa supportare l'ipotesi di considerarlo come una **membrana**; le particolari condizioni geometriche e al contorno, implicano la simmetria rispetto alla direttrice verticale.

Date le particolari condizioni di simmetria, è possibile focalizzare il problema in uno **spicchio** del bacino delimitato dalle intersezioni di **piani verticali** passanti per due raggi della base del bacino stesso.

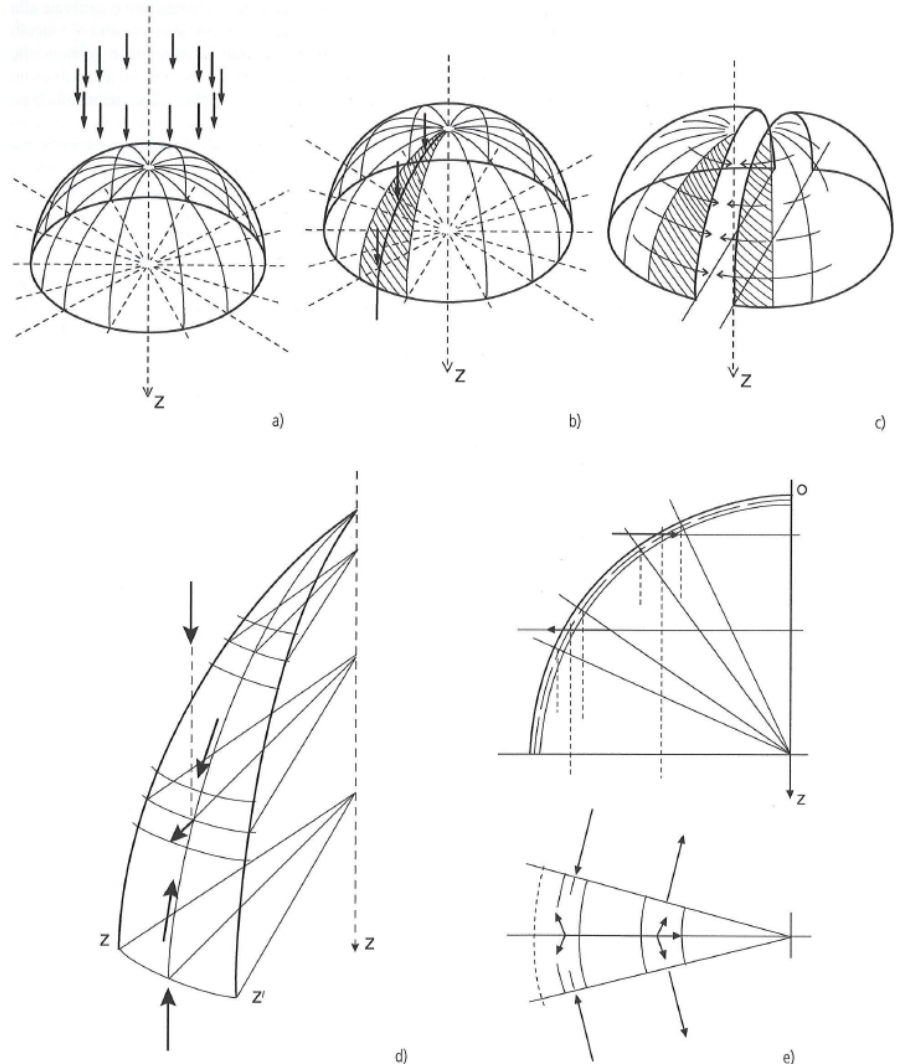
Le curve intersezioni tra il bacino e tali piani vengono chiamate **meridiani**. Allo stesso modo lo spicchio così delimitato può essere sezionato da due **piani orizzontali** in modo da definire un **trapezoide curvo**, delimitato da **paralleli**.



Cupole

Tenendo conto di tutte le precedenti condizioni e ipotesi è possibile ottenere:

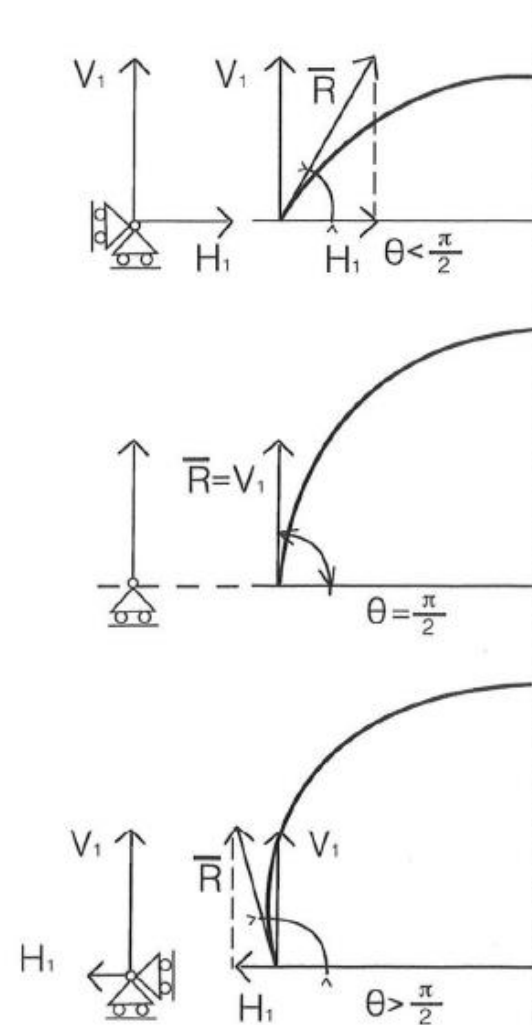
- che una **porzione di carico** uguale per ogni spicchio verrà **convogliata verso il basso**;
- che tale trasferimento avverrà lungo il **piano medio** della cupola;
- che tale porzione avrà **due componenti**: una verticale e una orizzontale in direzione centrifuga o centripeta rispetto alla cupola stessa e a seconda della posizione del trapezoide nello spicchio;
- che, infine, **lungo i paralleli** si avranno delle **sollecitazioni di trazione** o **compressione tangenti a ogni meridiano**.



Cupole

Una ulteriore considerazione riguarda il tipo di **vincolo** che si deve creare alla **circonferenza di base** o del **tamburo**; per non avere **tensioni non equilibrate** alla base, è necessario **differenziare** i **vincoli** in modo dipendente dalla **geometria** della **generatrice**:

- nel caso si tratti di un **arco ribassato** la componente **orizzontale** delle sollecitazioni alla base risulta di tipo **centrifugo**;
- nel caso di **arco a tutto sesto**, si dovrebbe **annullare** la **componente orizzontale**, ossia si dovrebbe avere la coincidenza del parallelo neutro, ed è quindi necessario imporre un **vincolo semplice** in **direzione verticale**.



Cupole

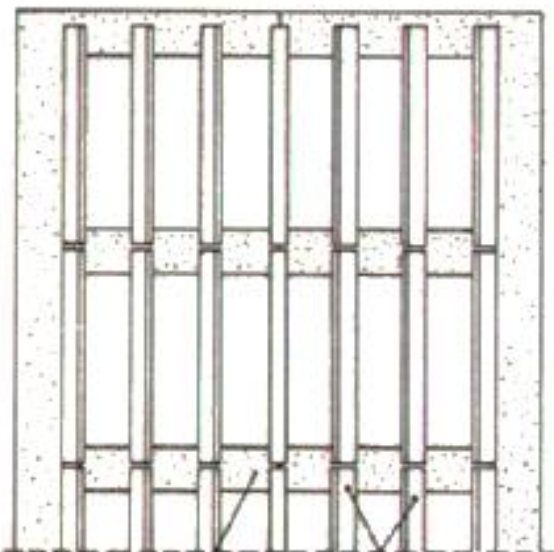


29.3

Coperture inclinate

Coperture lignee

COPERTURA
ALLA LOMBARDA



setto di
controvento

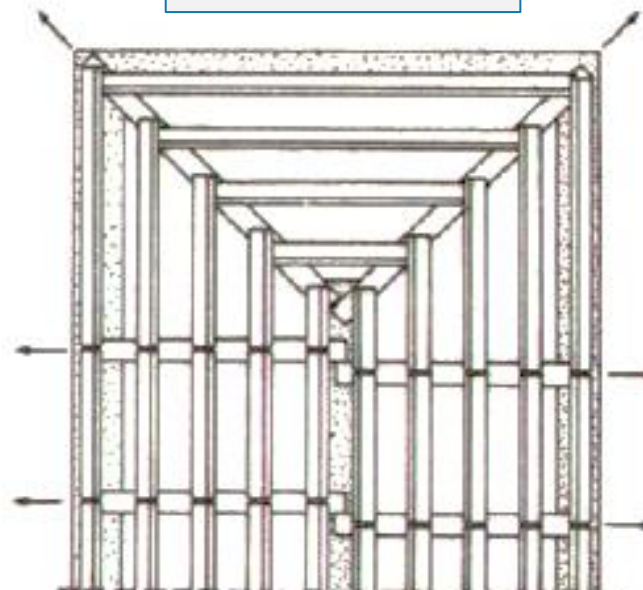
orditura secondaria

arcarecci

setti
longitudinali

a)

COPERTURA
ALLA PIEMONTESE



orditura secondaria
arcarecci

puntone

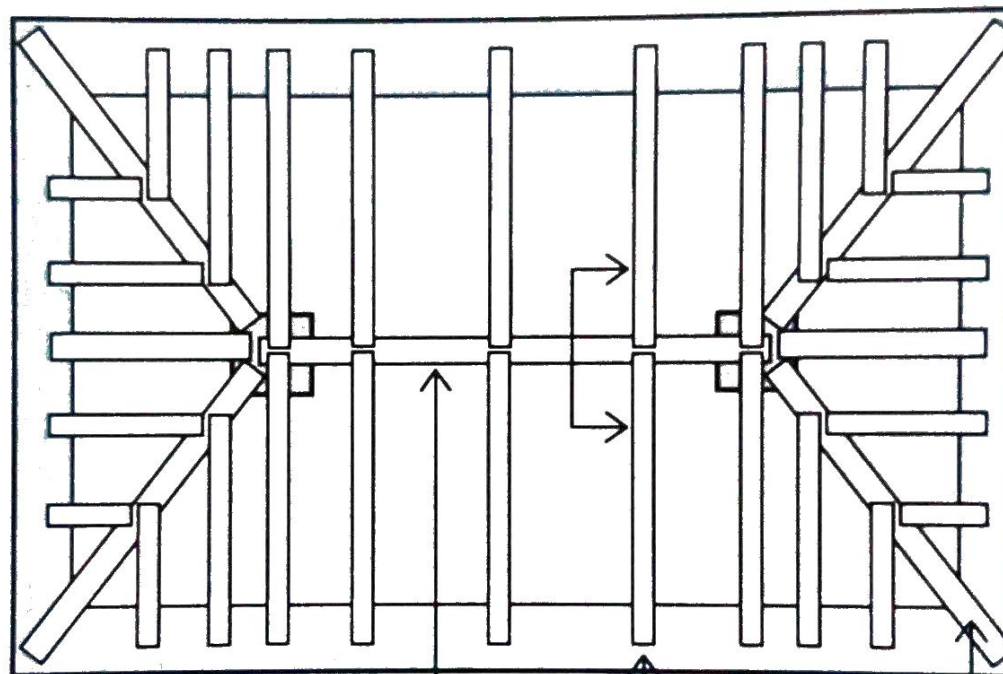
muro
di spina

setti longitudinali

b)

Coperture lignee

COPERTURA
ALLA PIEMONTESE



colmo

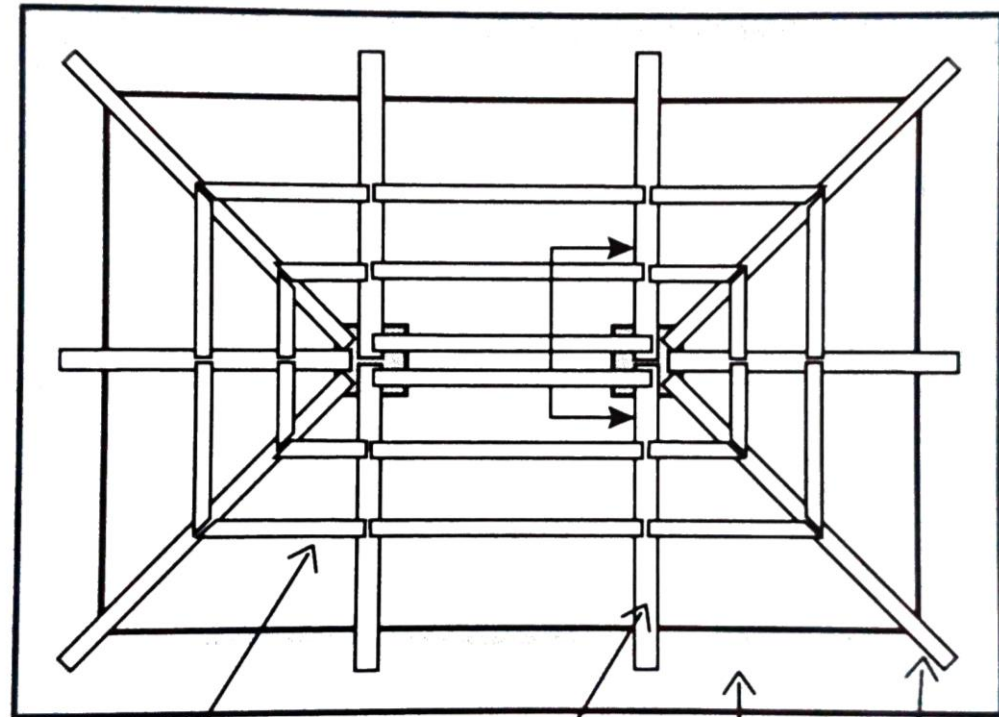
falsi
puntoni

cantonali

29

Coperture lignee

COPERTURA
ALLA LOMBARDA



terzere

puntoni

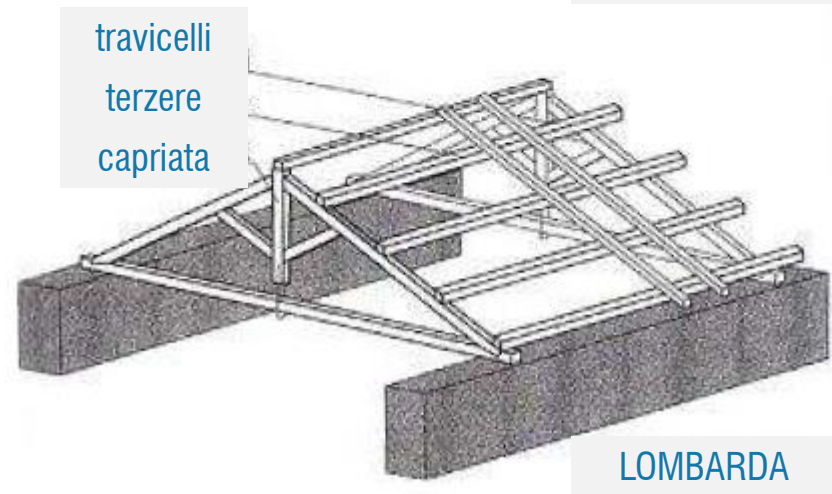
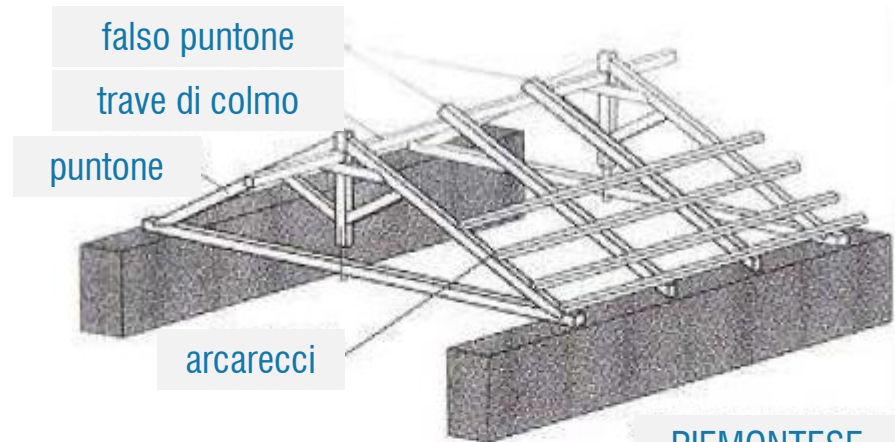
muratura
d'ambito

cantonali

29

Coperture lignee a capriate

IN ASSENZA
DI APPOGGIO INTERMEDIO

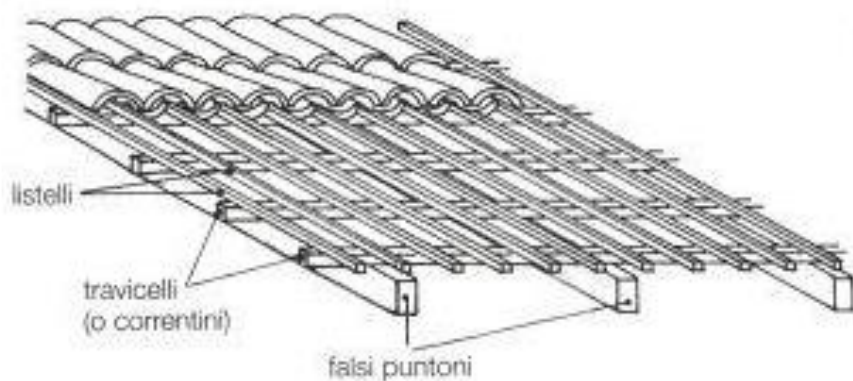


29

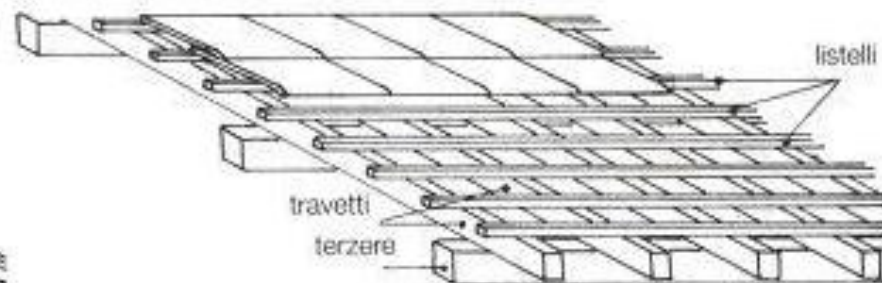
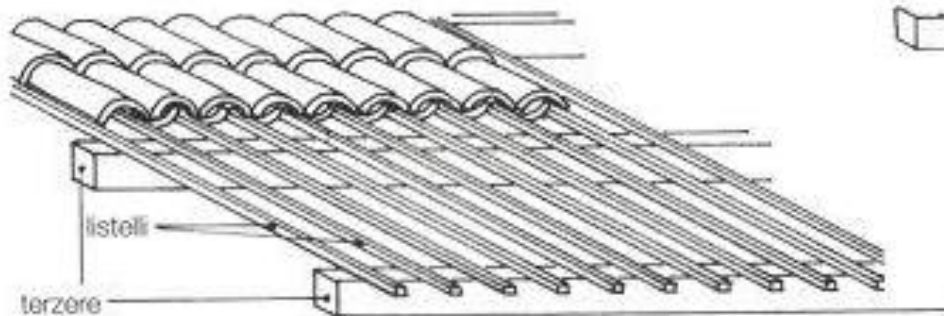
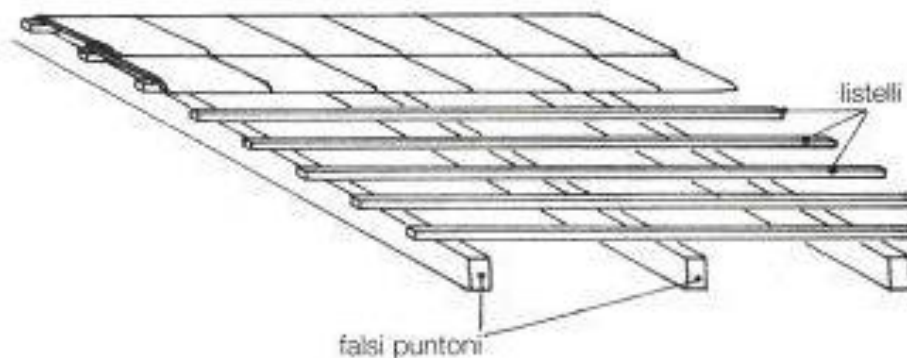
Coperture lignee

SISTEMI SPINGENTI

tegole curve

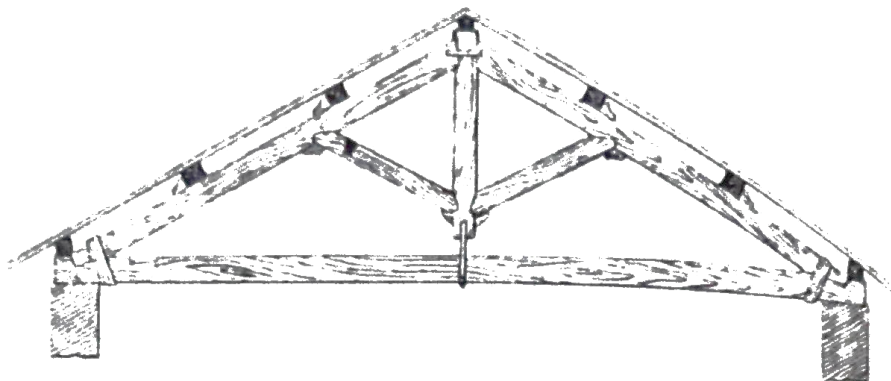


tegole a innesto

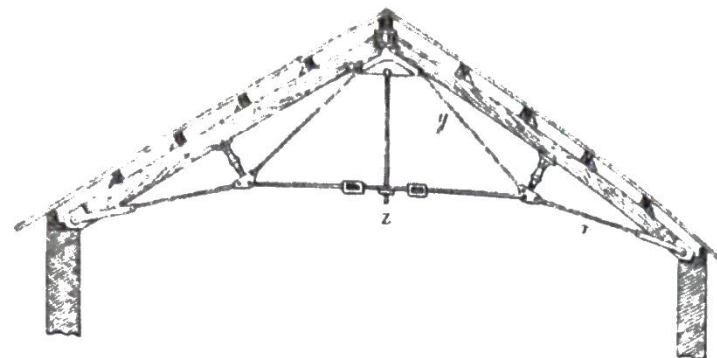


SISTEMI NON SPINGENTI

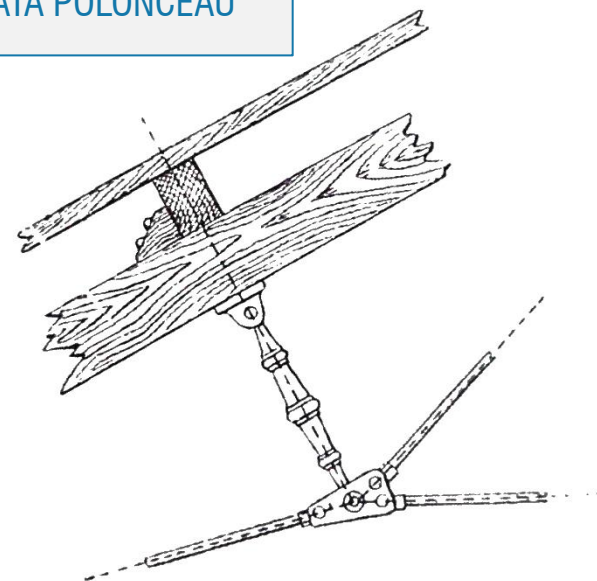
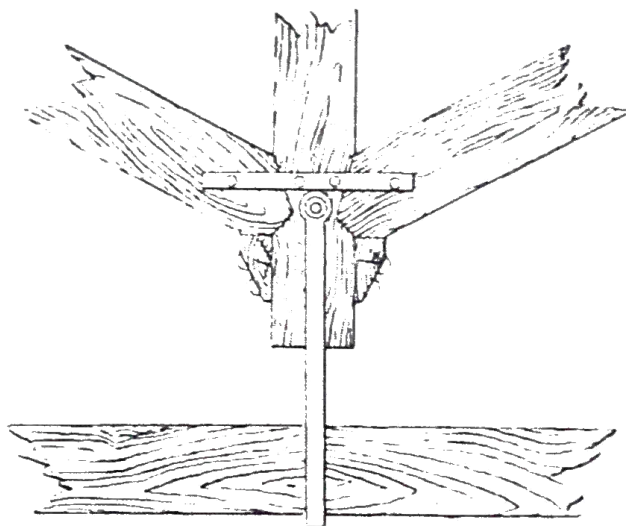
Coperture lignee a capriate



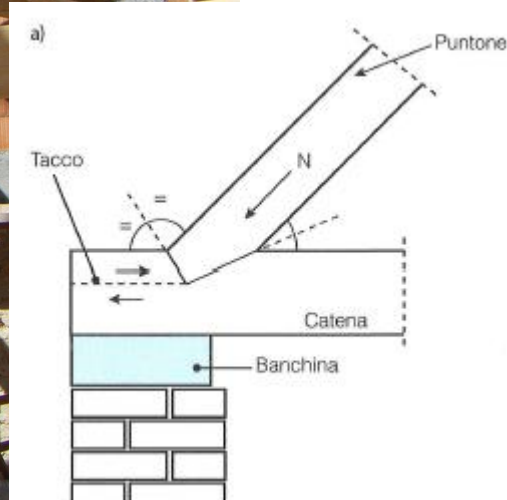
CAPRIATA PALLADIANA



CAPRIATA POLONCEAU



Coperture lignee a capriate



Coperture lignee a capriate



La travatura di uno stesso cavalletto può essere varia, dipendendo o dalla forma dell'edificio, o dalla forza che si vuol assegnare al tetto da una o più parti inclinato, come anche dell'arbitrio dell'Architetto, il quale con diverse combinazioni può ottenere lo stesso fine.

Nella composizione delle armature la regola generale è che niuno de' legni spinga immediatamente contro i muri, ma tutti insieme compongano una macchina che graviti perpendicolarmente su di essi muri e che spinga il men che si possa.

Coperture lignee a capriate



Coperture lignee a capriate



Coperture lignee a capriate

