Gli archi e le volte in muratura

Archi e Volte

Sono strutture edilizie, realizzate in muratura, destinate alla copertura di varchi o ambienti e caratterizzate geometricamente da superfici curve concave.

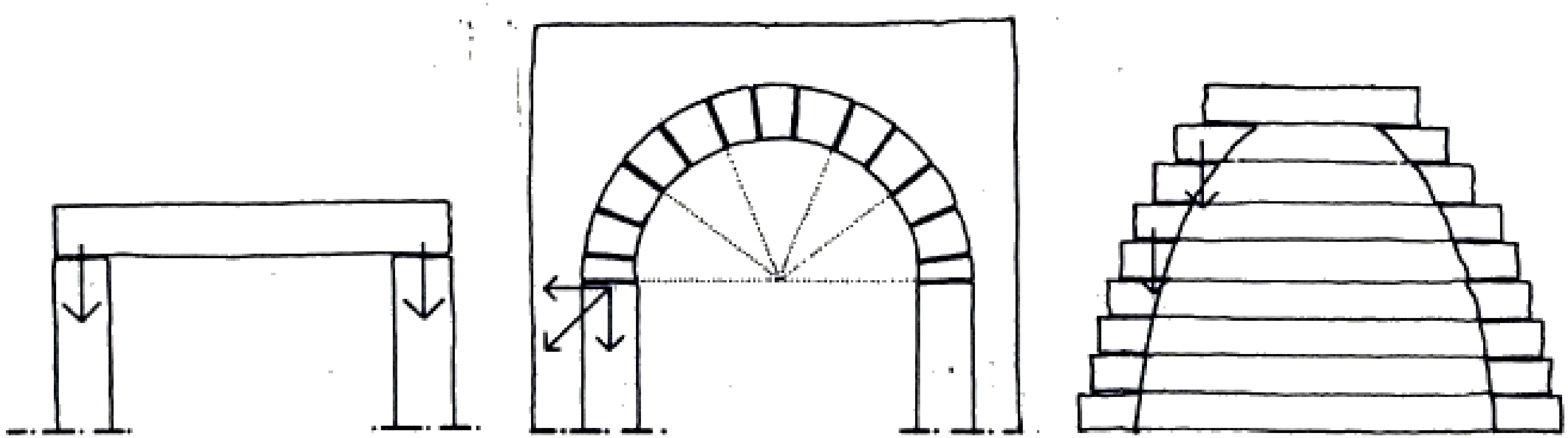
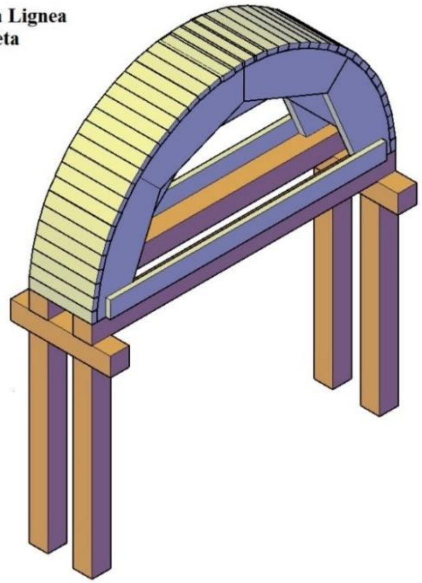
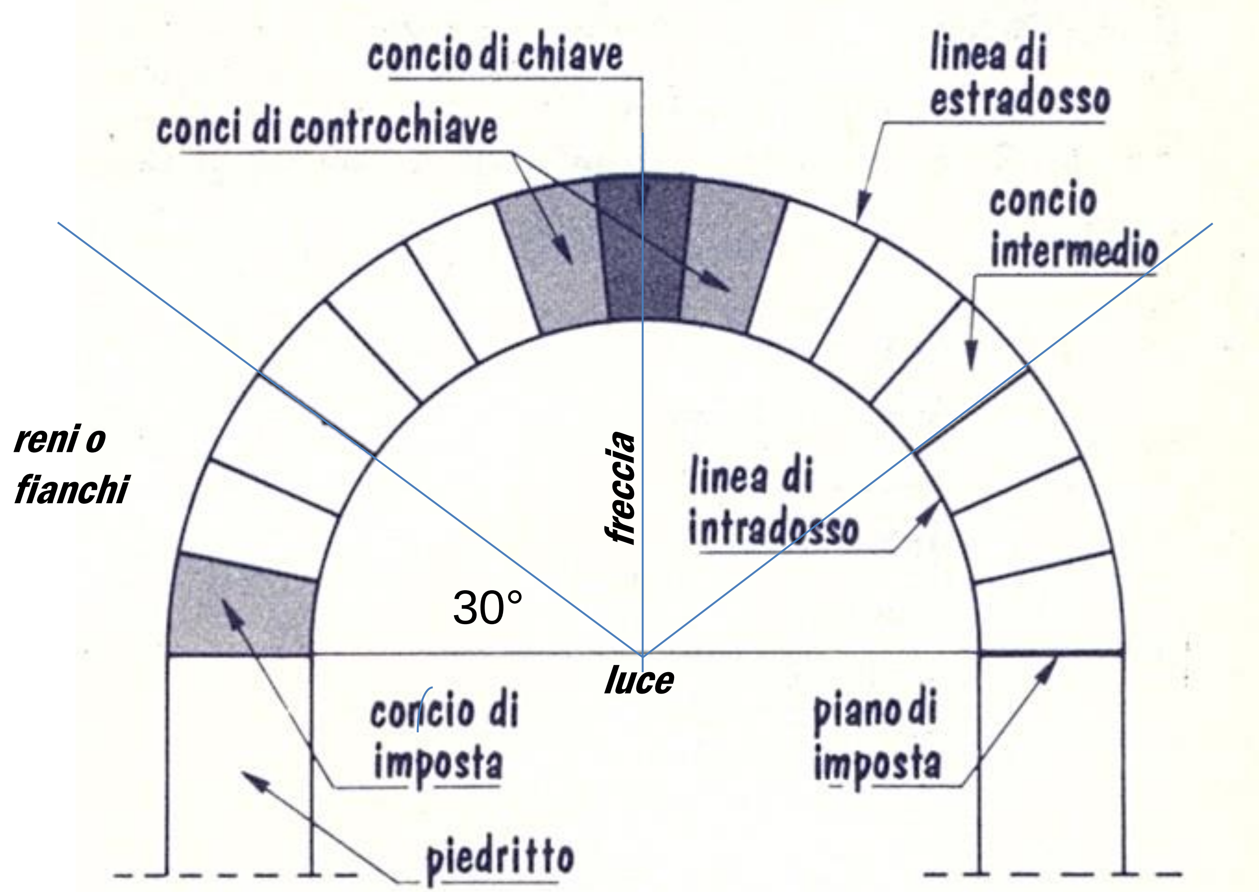


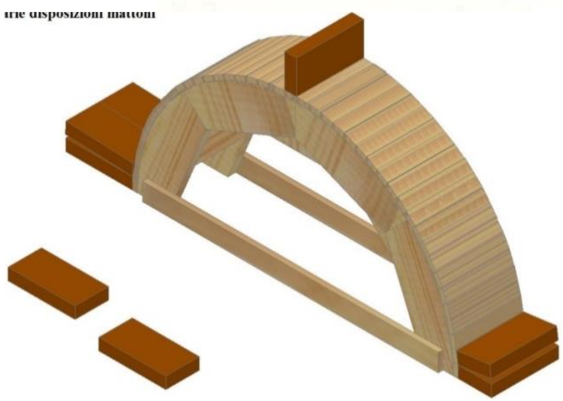
Fig. 1 – SISTEMA STATICI
a) sistema trilitico
b) sistema ad arco
c) "false cupole"

Archi in muratura

Armatura Lignea Completa

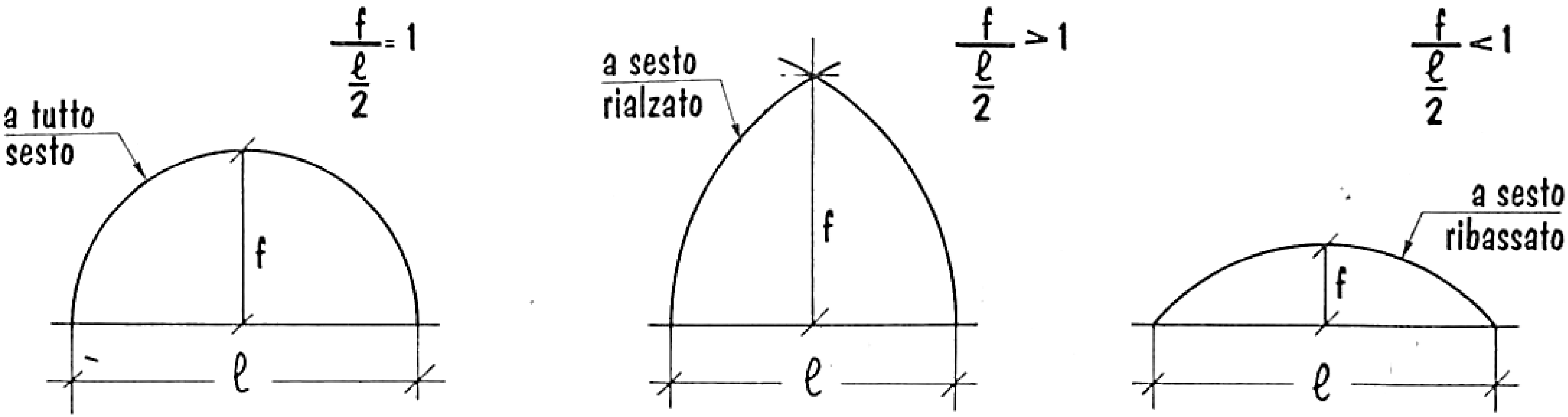






Gli Archi

Sono strutture portanti realizzate in muratura ad andamento curvilineo, destinate alla copertura della luce di una porta o finestra.



$\frac{f}{\frac{\ell}{2}} = 1$
a tutto sesto
f
ℓ
$\frac{f}{\frac{\ell}{2}} > 1$
a sesto rialzato
f
ℓ
$\frac{f}{\frac{\ell}{2}} < 1$
a sesto ribassato
f
ℓ

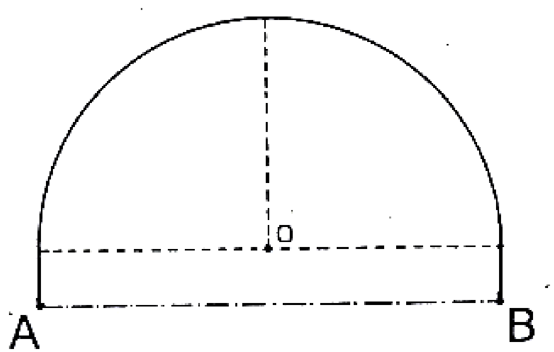


Fig. 9 – Arco a sesto rialzato soprassesto

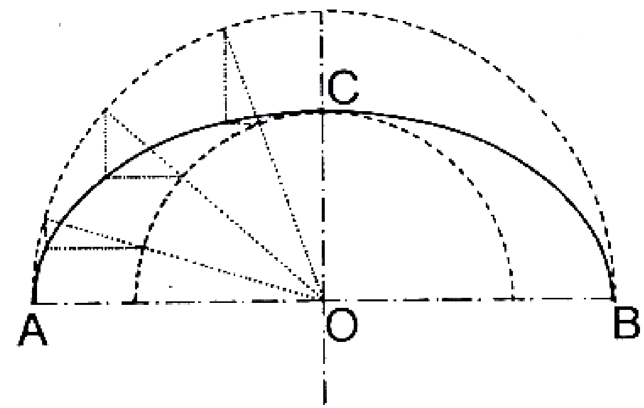
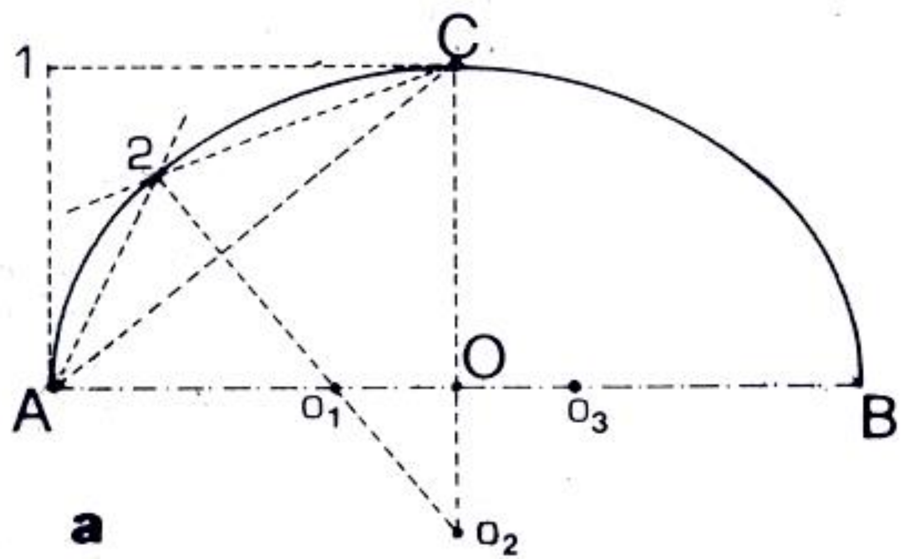
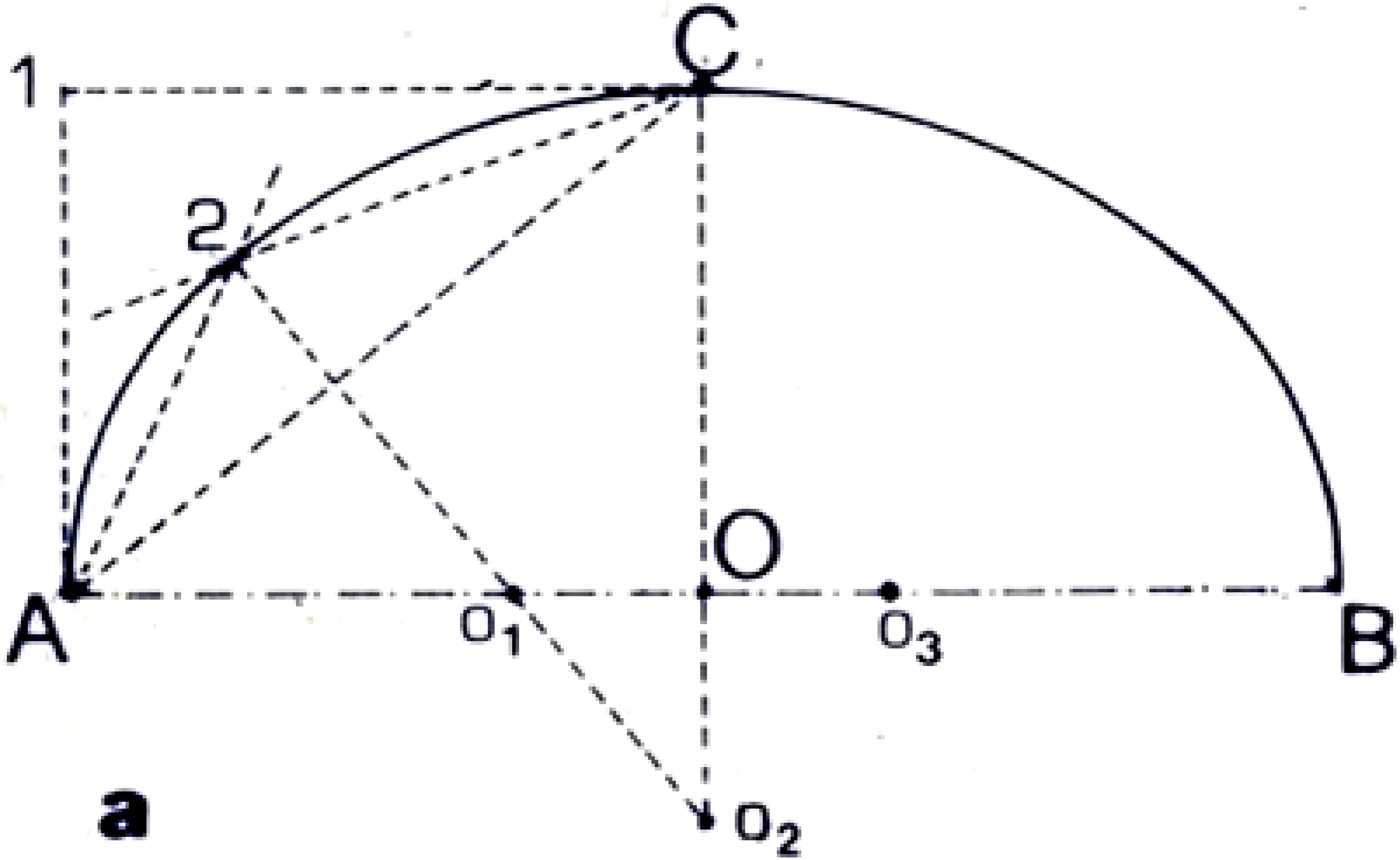


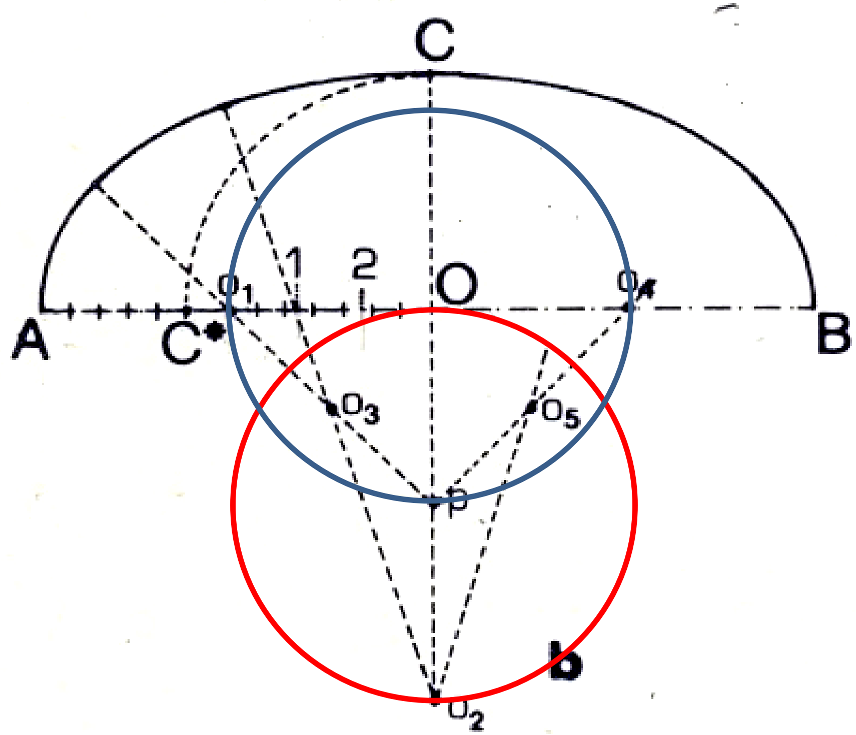
Fig. 10 – Arco ellitico. La costruzione grafica è quella relativa all'ellisse dati i due assi



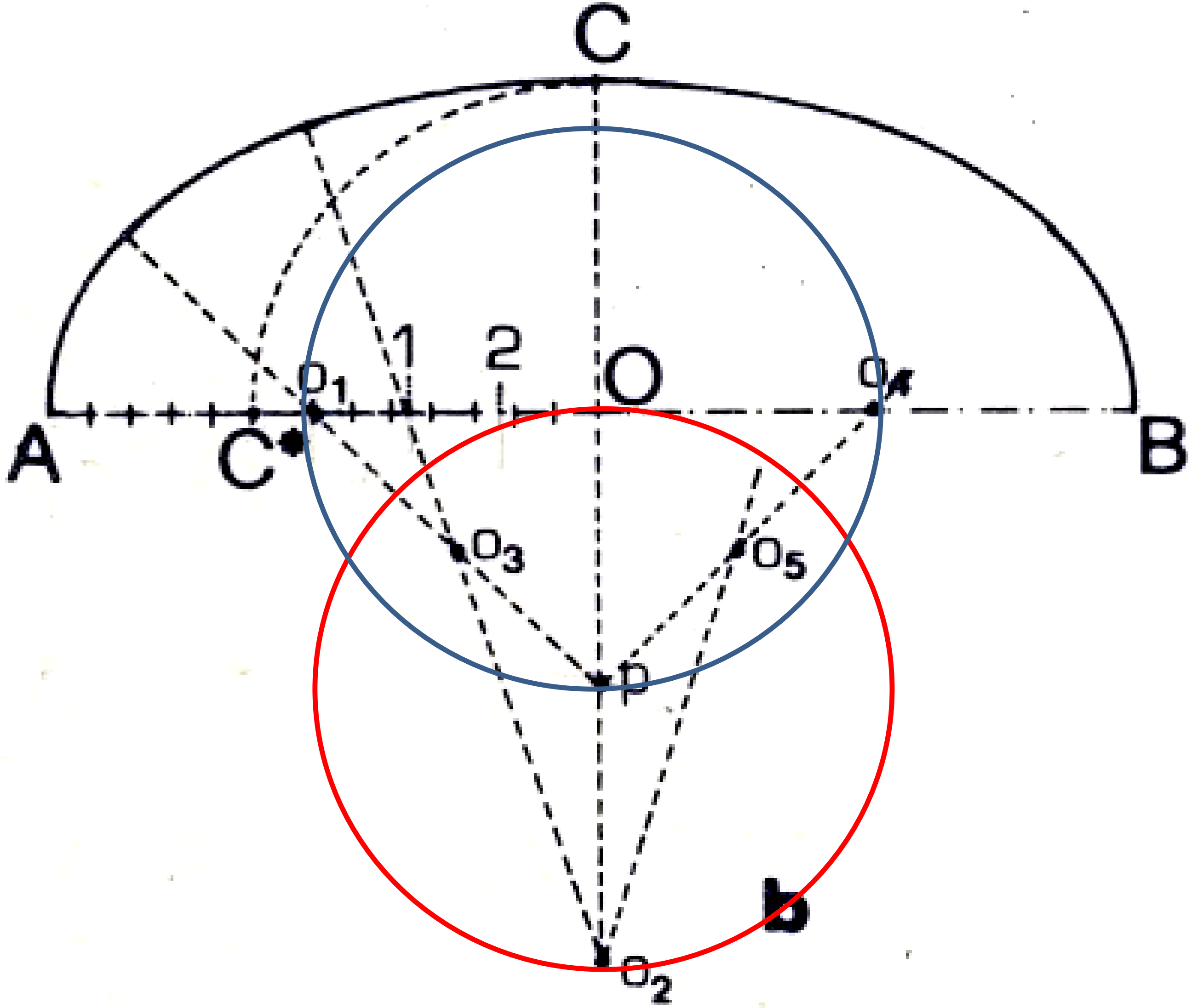
Arco a tre centri. Siano dati l'ampiezza AB dell'arco e la monta OC. Si congiunga A con C e si mandino dall'estremo A la perpendicolare alla corda AB e dall'estremo C la parallela ad esso. Si costruisca la bisettrice dell'angono $1\hat{A}C$ e quella dell'angolo $1\hat{C}A$. Queste si incontrano nel punto 2, dal quale si manda la perpendicolare al segmento AC fino ad incontrare la corda AB nel punto 0_1. Il suo simmetrico 0_3 ed il punto 0_2 sono i tre centri che consentiranno di descrivere l'arco.



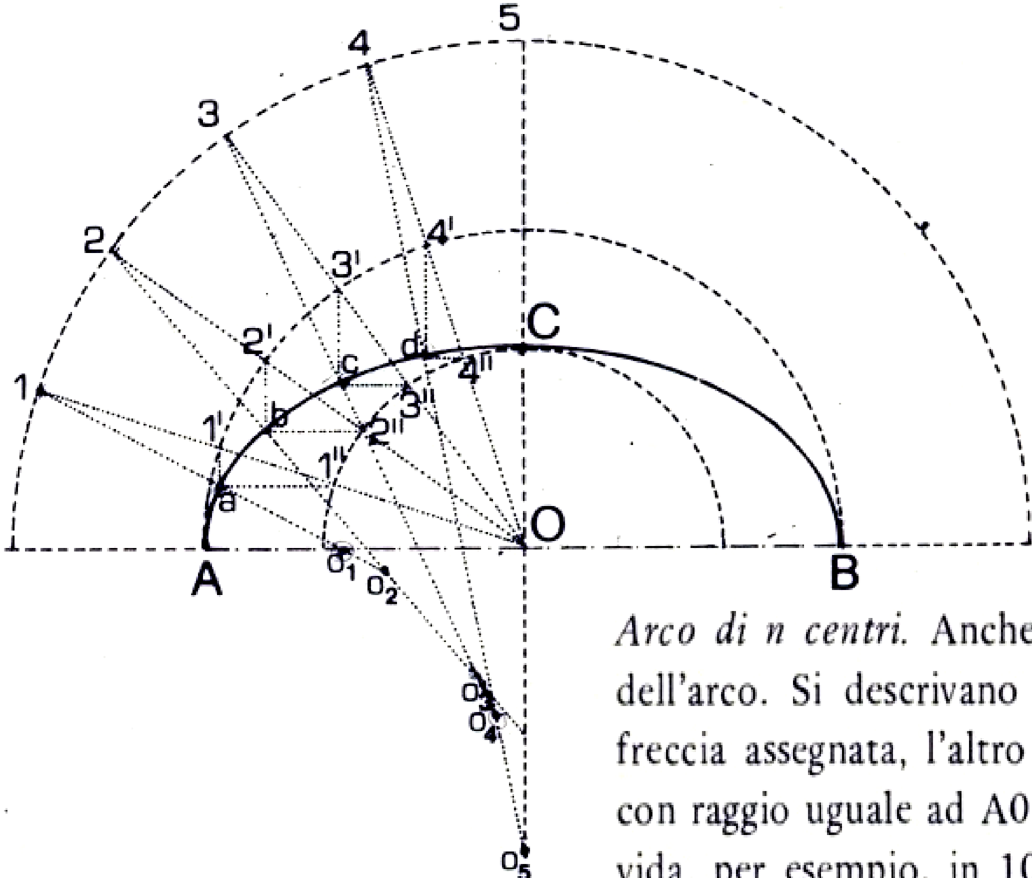
Arco a tre centri. Siano dati l'ampiezza AB dell'arco e la monta OC. Si congiunga A con C e si mandino dall'estremo A la perpendicolare alla corda AB e dall'estremo C la parallela ad esso. Si costruisca la bisettrice dell'angono $1\hat{A}C$ e quella dell'angolo $1\hat{C}A$. Queste si incontrano nel punto 2, dal quale si manda la perpendicolare al segmento AC fino ad incontrare la corda AB nel punto 0_1. Il suo simmetrico 0_3 ed il punto 0_2 sono i tre centri che consentiranno di descrivere l'arco.



Arco a cinque centri. Sono assegnati l'ampiezza AB e la fraccia OC. Si ribalti il punto C su AB, ottenendo C*. Si divida AC* in cinque parti uguali. Si riporti, successivamente, una di queste parti, dal punto 0, sette volte. Si ottiene così il punto o_1. Si divide il segmento $o_1 0$ in tre parti uguali. Sul prolungamento di C0 si riportino, partendo da 0 due segmenti 0p e po_2, uguali a $0o_1$ Si congiungano p con o_1 e o_2 con 1. Queste due rette si incontreranno in o_3. I punti o_1, o_2, o_3 ed i simmetrici di o_1 e o_3, rispettivamente o_4 e o_5, sono i centri dei tratti di circonferenza che descrivono l'arco.

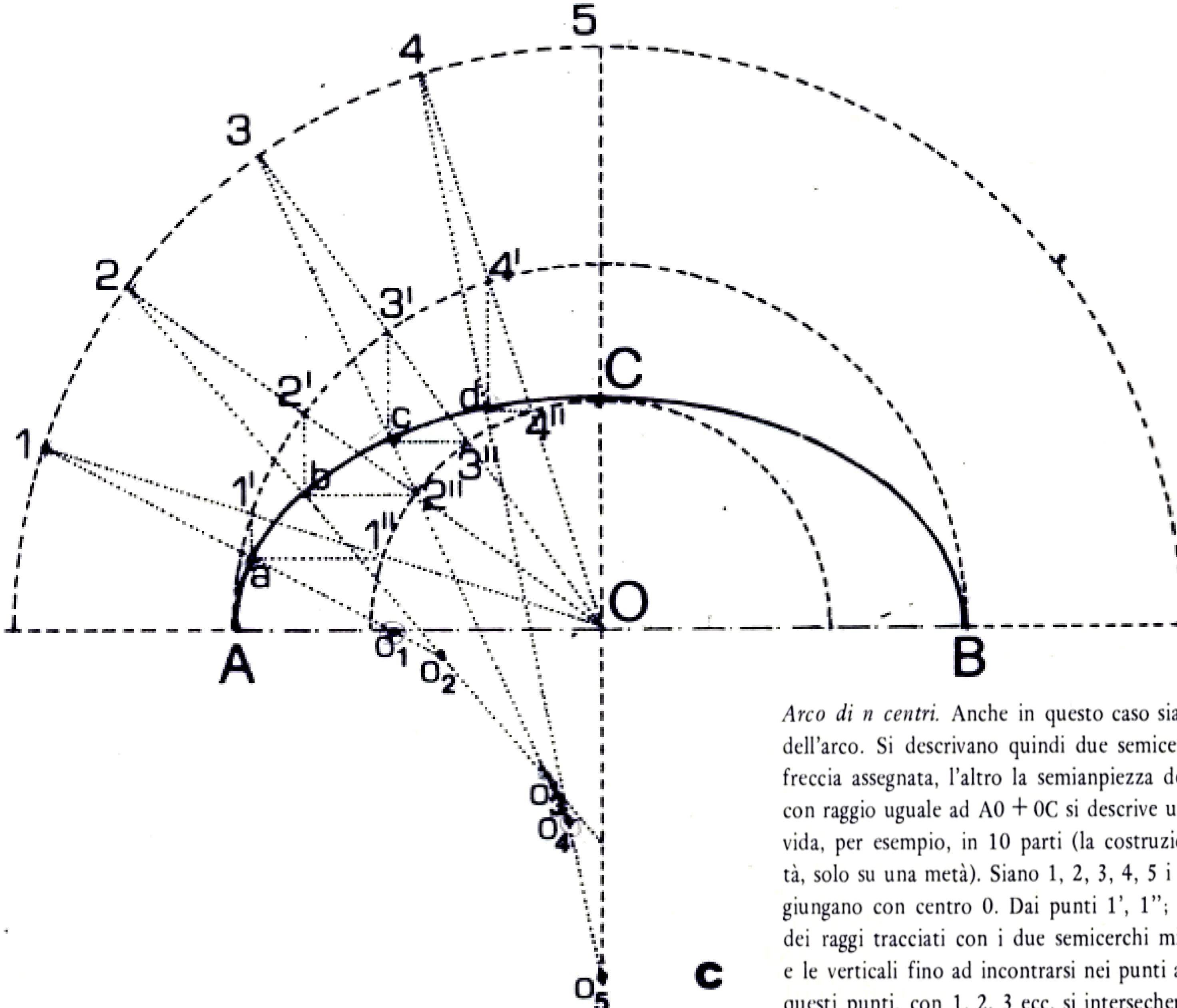


Arco a cinque centri. Sono assegnati l'ampiezza AB e la fraccia OC. Si ribalti il punto C su AB, ottenendo C*. Si divida AC* in cinque parti uguali. Si riporti, successivamente, una di queste parti, dal punto 0, sette volte. Si ottiene così il punto o_1. Si divide il segmento $o_1 0$ in tre parti uguali, Sul prolungamento di C0 si riportino, partendo da 0 due segmenti 0p e po_2, uguali a $0o_1$ Si congiungano p con o_1 e o_2 con 1. Queste due rette si incontreranno in o_3. I punti o_1, o_2, o_3 ed i simmetrici di o_1 e o_3, rispettivamente o_4 e o_5, sono i centri dei tratti di circonferenza che descrivono l'arco.



Arco di n centri. Anche in questo caso siano assegnati ampiezza e freccia dell'arco. Si descrivano quindi due semicerchi aventi come raggi l'uno la freccia assegnata, l'altro la semianpiezza dell'arco stesso. Successivamente con raggio uguale ad A0 + 0C si descrive un terzo semicerchio, e lo suddivida, per esempio, in 10 parti (la costruzione si è riportata, per comodità, solo su una metà). Siano 1, 2, 3, 4, 5 i punti di suddivisione e li si congiungano con centro 0. Dai punti 1', 1''; 2', 2''; 3', 3''; ecc., intersezioni dei raggi tracciati con i due semicerchi minori, si mandino le orizzontali e le verticali fino ad incontrarsi nei punti a, b, c, d. Le rette congiungenti questi punti, con 1, 2, 3 ecc, si intersecheranno fra loro nei punti o_1, o_2, o_3, o_4. Questi sono i centri degli archi che, raccordati fra loro descriveranno l'arco ACB.

I centri, in questo caso, sono 9.



c

Arco di n centri. Anche in questo caso siano assegnati ampiezza e freccia dell'arco. Si descrivano quindi due semicerchi aventi come raggi l'uno la freccia assegnata, l'altro la semianpiezza dell'arco stesso. Successivamente con raggio uguale ad A0 + 0C si descrive un terzo semicerchio, e lo suddivida, per esempio, in 10 parti (la costruzione si è riportata, per comodità, solo su una metà). Siano 1, 2, 3, 4, 5 i punti di suddivisione e li si congiungano con centro 0. Dai punti 1', 1"; 2', 2"; 3', 3"; ecc., intersezioni dei raggi tracciati con i due semicerchi minori, si mandino le orizzontali e le verticali fino ad incontrarsi nei punti a, b, c, d. Le rette congiungenti questi punti, con 1, 2, 3 ecc, si intersecheranno fra loro nei punti o_1, o_2, o_3, o_4. Questi sono i centri degli archi che, raccordati fra loro descriveranno l'arco ACB.

I centri, in questo caso, sono 9.

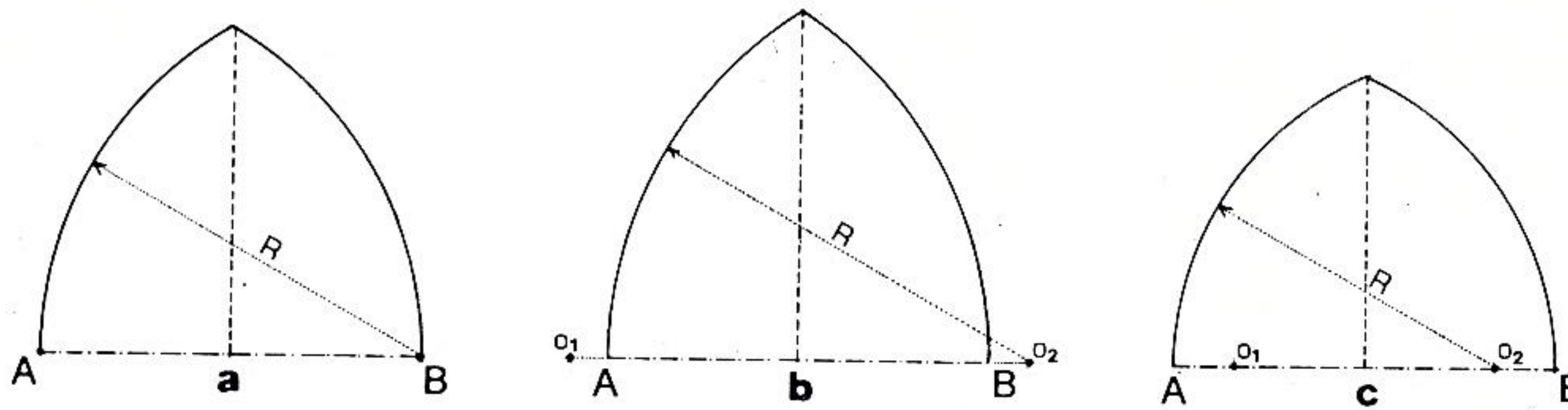


Fig. 12 - a) *Arco a sesto acuto equilatero*. Si tratta di un arco a due centri, coincidenti con gli estremi A e B della luce dell'arco;

b) *Arco a sesto acuto rialzato*. I due centri dell'arco, o_1 e o_2, si trovano sulla linea di imposta e sono gli estremi di un segmento maggiore della luce dell'arco;

c) *Arco a sesto acuto ribassato*. I centri o_1 e o_2 sono estremi di un segmento minore di AB.

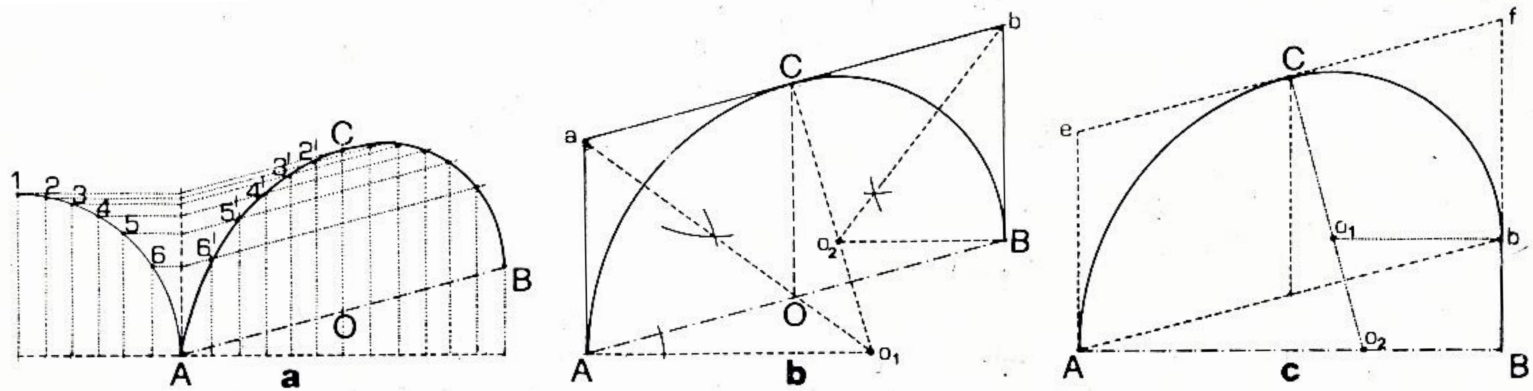
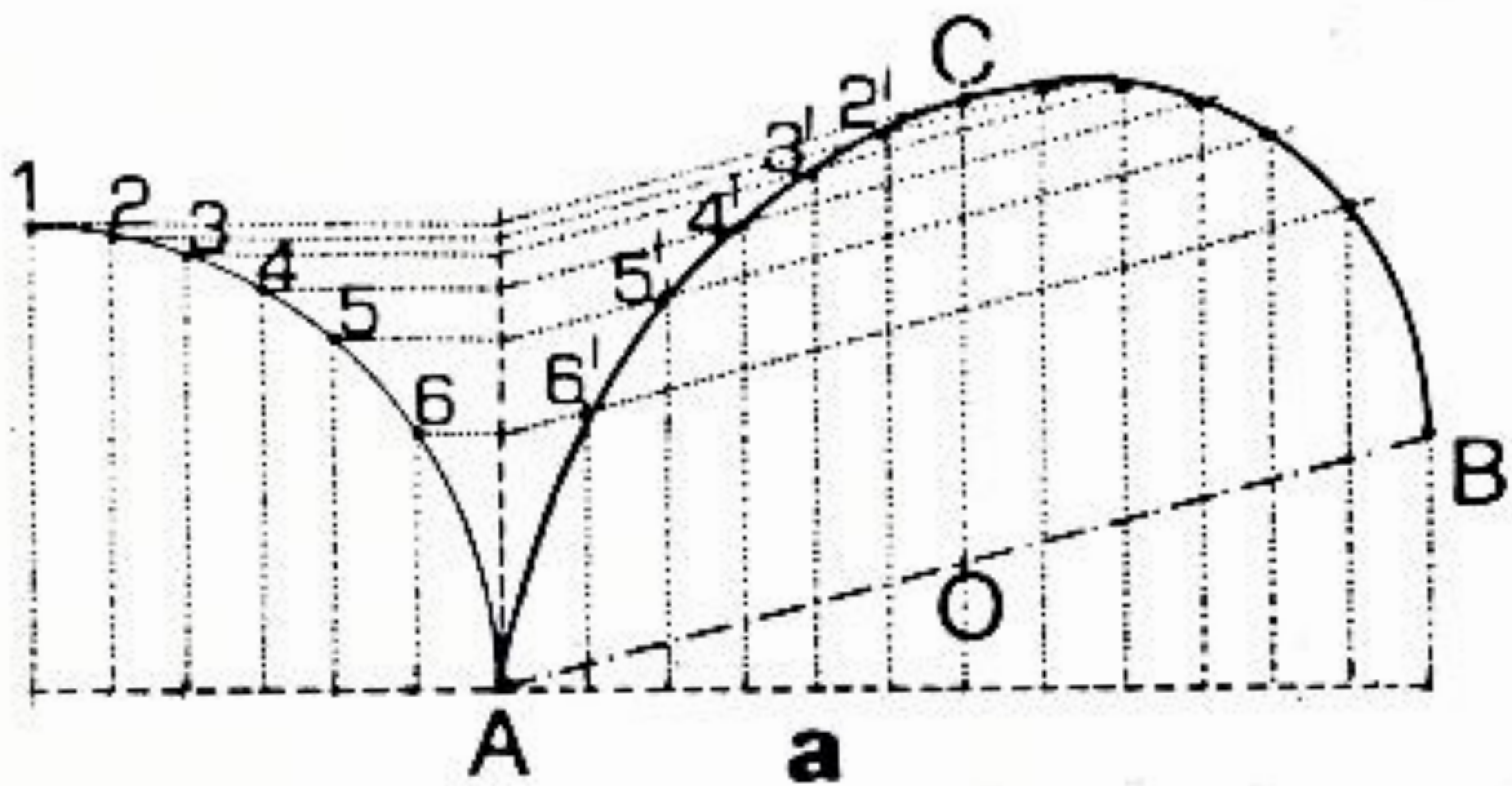


Fig. 13 – ARCHI RAMPANTI

a) Siano assegnati l'ampiezza AB, la freccia OC e l'inclinazione della linea di imposta. L'arco rampante, in tal caso, si può determinare per mezzo di un reticolo, dopo aver costruito un quarto di circonferenza, avente come raggio un segmento uguale alla freccia CO, ed averla suddivisa in un certo numero di parti uguali. L'arco rampante sarà, in tal caso, un arco di ellisse;

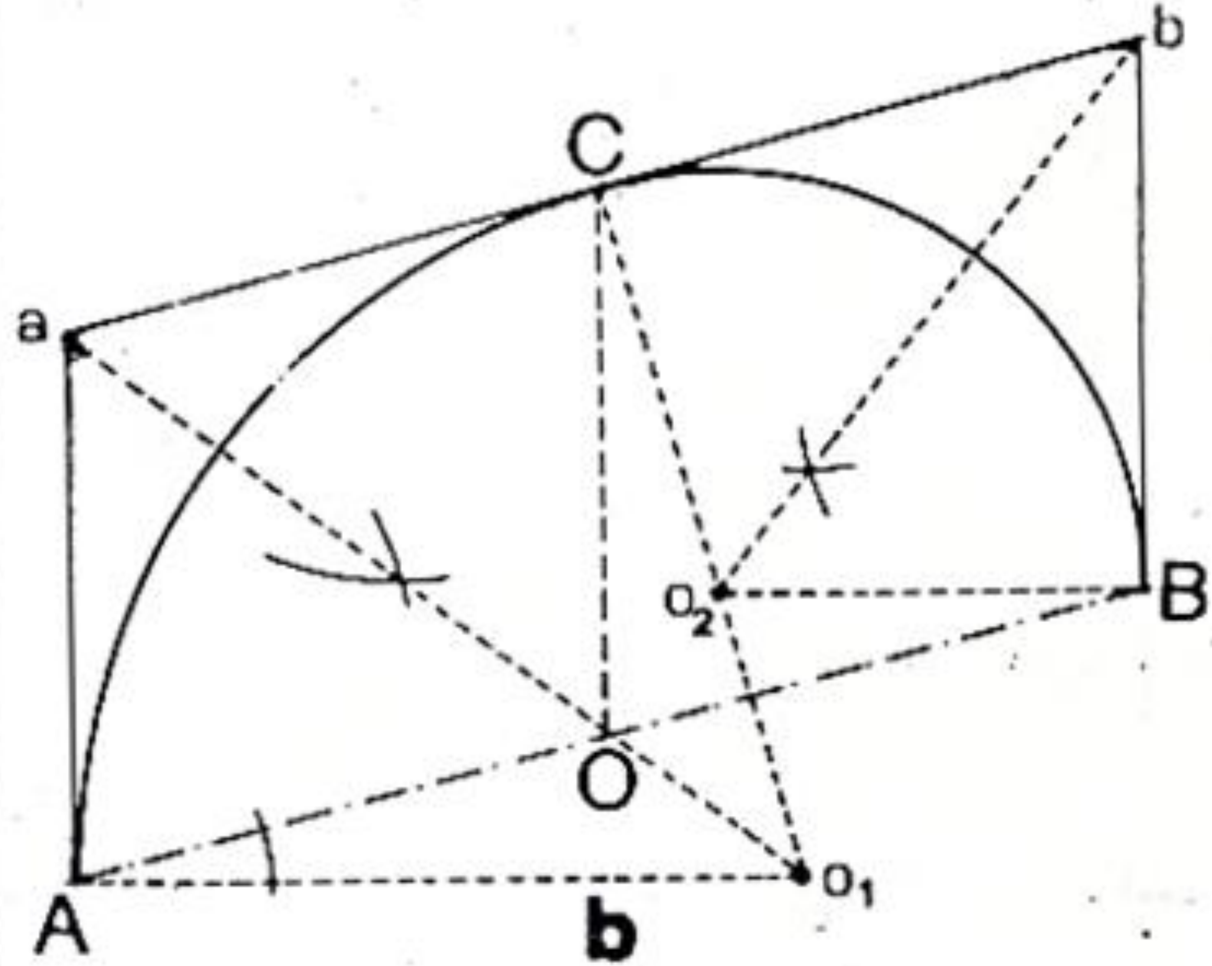
b) Siano assegnati l'ampiezza AB, la freccia $OC = \frac{1}{2}$ AB e l'inclinazione dell'imposta. Dal punto C si mandi la parallela alla linea di imposta AB e dai punti A e B le parallele alla freccia CO. Si otterranno così i punti a e b, dai quali si mandino le bisettrici degli angoli $A\hat{a}C$ e $C\hat{b}B$ fino ad incontrare in o_1 e o_2 le orizzontali condotte da A e da B. I punti o_1 e o_2 sono i centri dei due archi formanti l'arco rampante;

c) Siano assegnati l'ampiezza AB dell'arco, la direzione Ab. Si mandino da A e da B due perpendicolari al segmento $\overline{AB}$. Si stacchi da A un segmento uguale a 1/2 A_b. Sia *e* l'estremo di questo segmento. Da *e* si tracci la parallela alla direzione Ab fino ad incontrare la perpendicolare ad AB per B in f. Dal punto medio C del segmento $\overline{ef}$ si mandi a questo una perpendicolare fino ad incontrare in o_1 e o_2 l'orizzontale condotta per b e l'ampiezza AB. I punti o_1 e o_2 sono i centri dell'arco rampante.

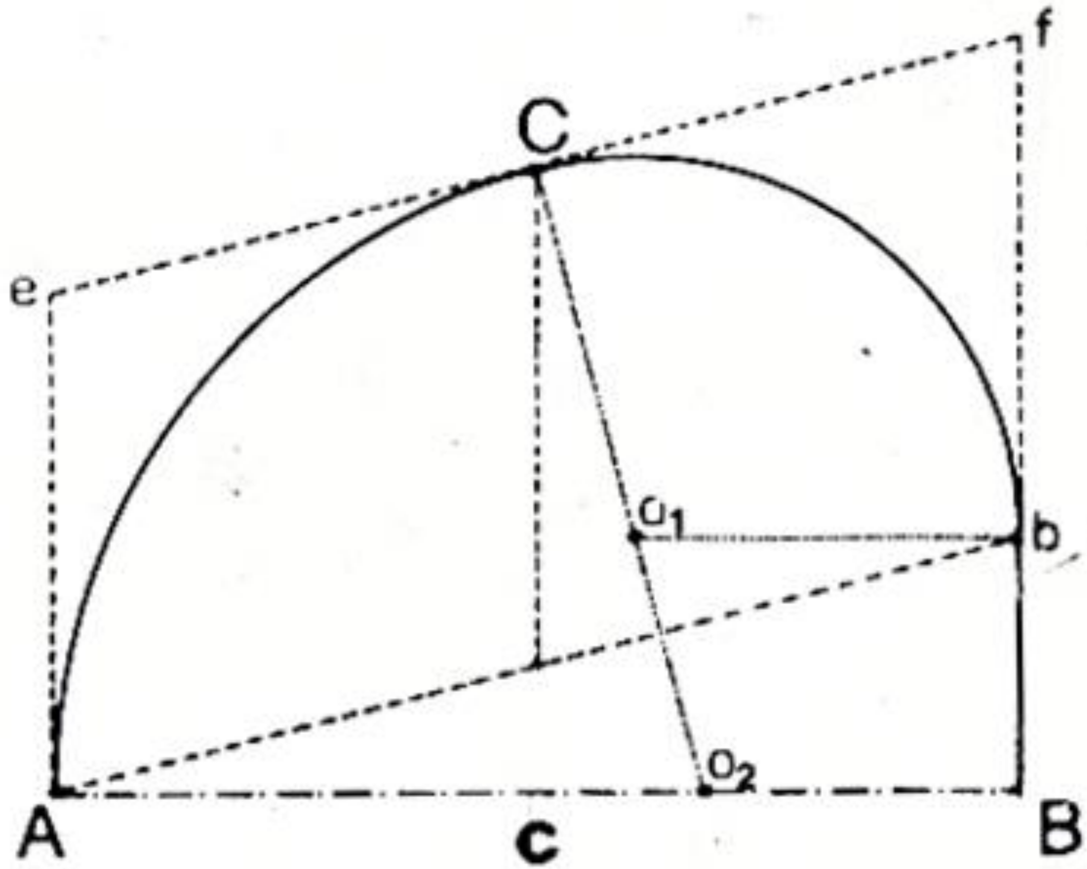


ARCHI RAMPANTI

a) Siano assegnati l'ampiezza AB, la freccia OC e l'inclinazione della linea di imposta. L'arco rampante, in tal caso, si può determinare per mezzo di un reticolo, dopo aver costruito un quarto di circonferenza, avente come raggio un segmento uguale alla freccia CO, ed averla suddivisa in un certo numero di parti uguali. L'arco rampante sarà, in tal caso, un arco di ellisse;



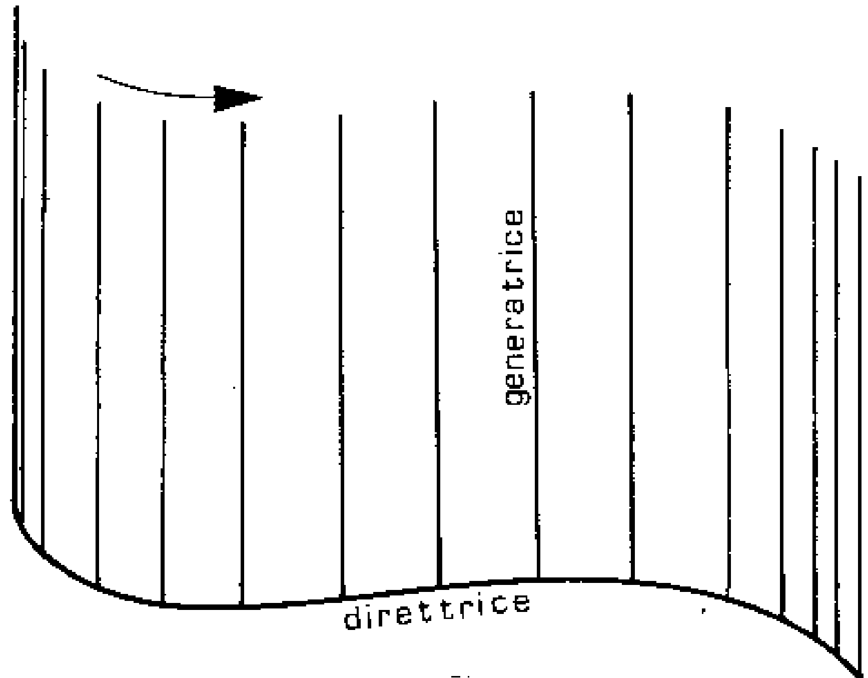
b) Siano assegnati l'ampiezza AB, la freccia $OC = \frac{1}{2}$ AB e l'inclinazione dell'imposta. Dal punto C si mandi la parallela alla linea di imposta AB e dai punti A e B le parallele alla freccia CO. Si otterranno così i punti a e b, dai quali si mandino le bisettrici degli angoli $A\hat{a}C$ e $C\hat{b}B$ fino ad incontrare in o_1 e o_2 le orizzontali condotte da A e da B. I punti o_1 e o_2 sono i centri dei due archi formanti l'arco rampante;



c) Siano assegnati l'ampiezza AB dell'arco, la direzione Ab. Si mandino da A e da B due perpendicolari al segmento $\overline{AB}$. Si stacchi da A un segmento uguale a 1/2 A_b. Sia *e* l'estremo di questo segmento. Da *e* si tracci la parallela alla direzione Ab fino ad incontrare la perpendicolare ad AB per B in f. Dal punto medio C del segmento $\overline{ef}$ si mandi a questo una perpendicolare fino ad incontrare in o_1 e o_2 l'orizzontale condotta per b e l'ampiezza AB. I punti o_1 e o_2 sono i centri dell'arco rampante.

LE SUPERFICI CURVE

Generate da una retta o curva **(generatrice)** che si sposta nello spazio secondo un movimento regolato da un'altra retta o curva **(direttrice)**



Superficie cilindrica

Superfici rigate (generatrici rettilinee)

-di traslazione (generatrice – direttrice): **cilindriche, conoidiche**

-di rotazione (generatrice – asse di rotazione): **cono, cilindro**

-elicoidali (generatrice – asse di rotazione/direttrice): **elicoide**

Superfici curve (generatrici curve)

-di traslazione (generatrice – direttrice): **cilindriche, paraboloide**

-di rotazione (generatrice – asse di rotazione): **sfera, ellissoide, iperboloide, toro**

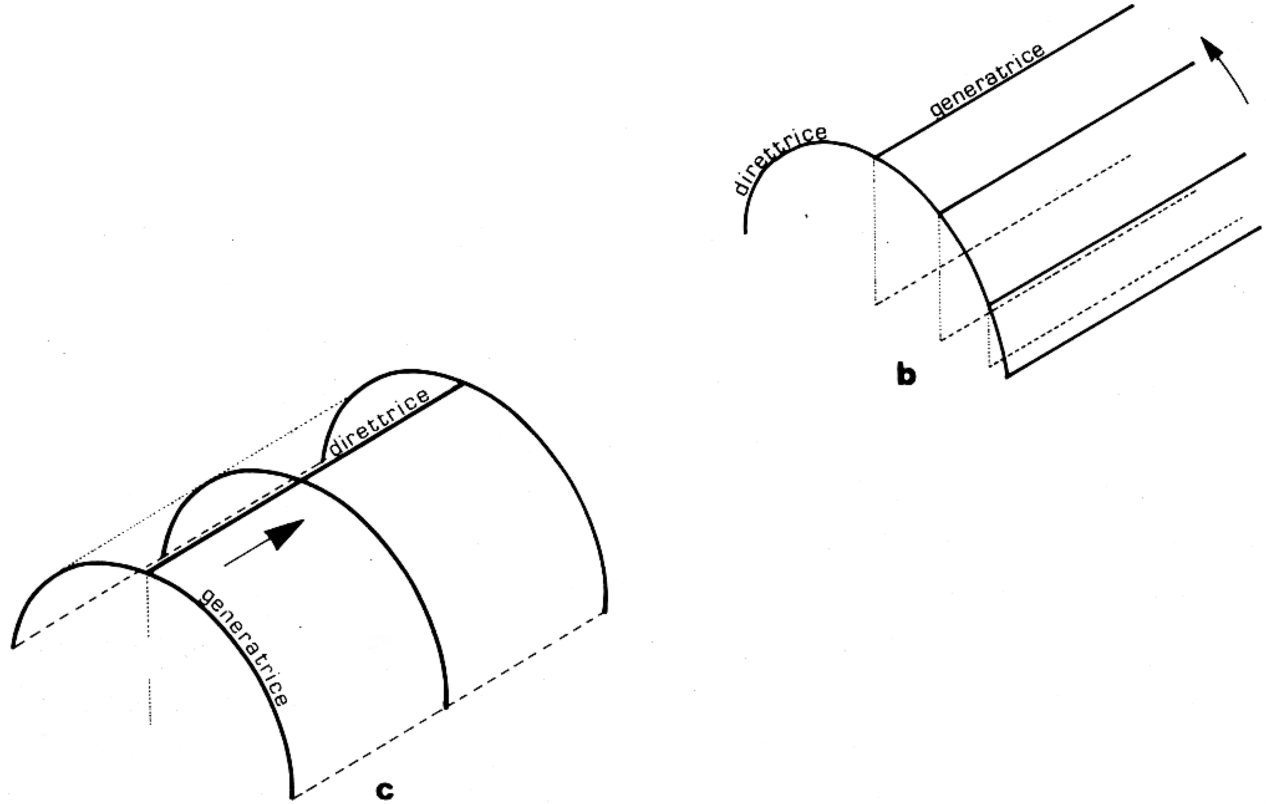


Fig 2 – SUPERFICI DI TRASLAZIONE

a) *Cilindro generico*. Una linea retta assunta come *generatrice* trasla parallelamente a se stessa lungo una linea curva generica assunta come direttrice.

b) *Cilindro circolare retto*. La retta generatrice si sposta lungo una semicirconferenza direttrice. Questa superficie. come la precedente, fa parte del gruppo delle "superfici rigate"

c) *Rapporto di reciprocità fra gli elementi che generano le superfici di traslazione*. La stessa superficie della fig. 2/b può essere ottenuta dallo scorrimento della semicirconferenza (curva generatrice). lungo una retta (linea direttrice). In questo caso la superficie cilindrica appartiene al gruppo delle "superfici curve".

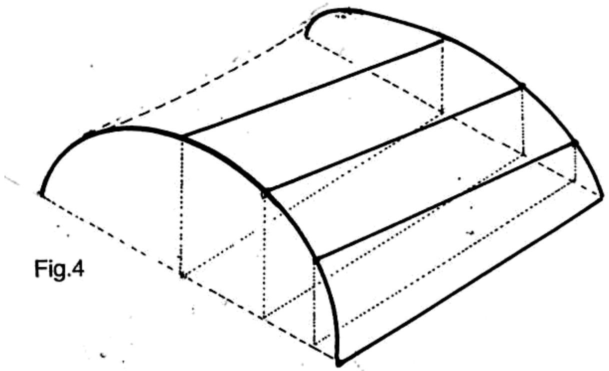


Fig.4

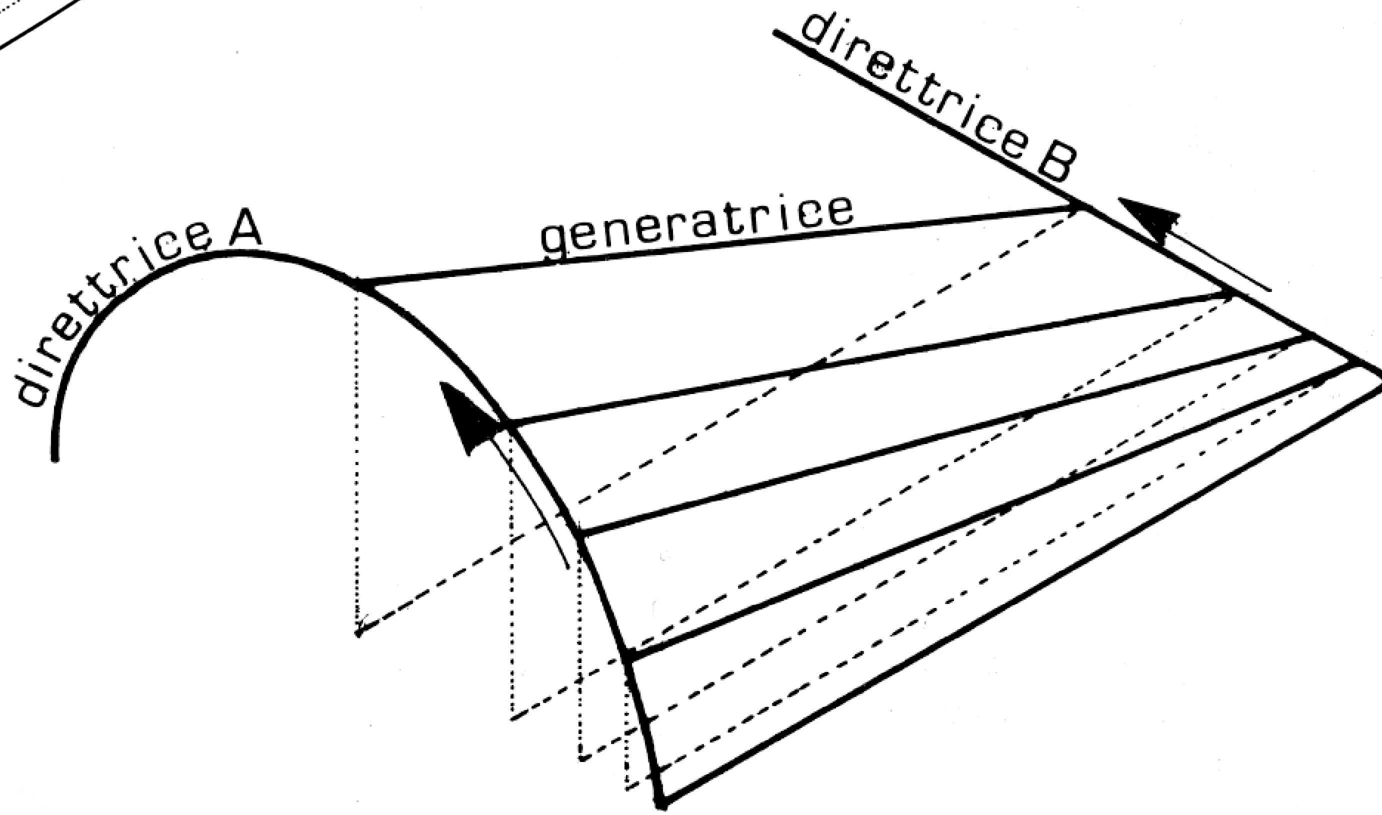
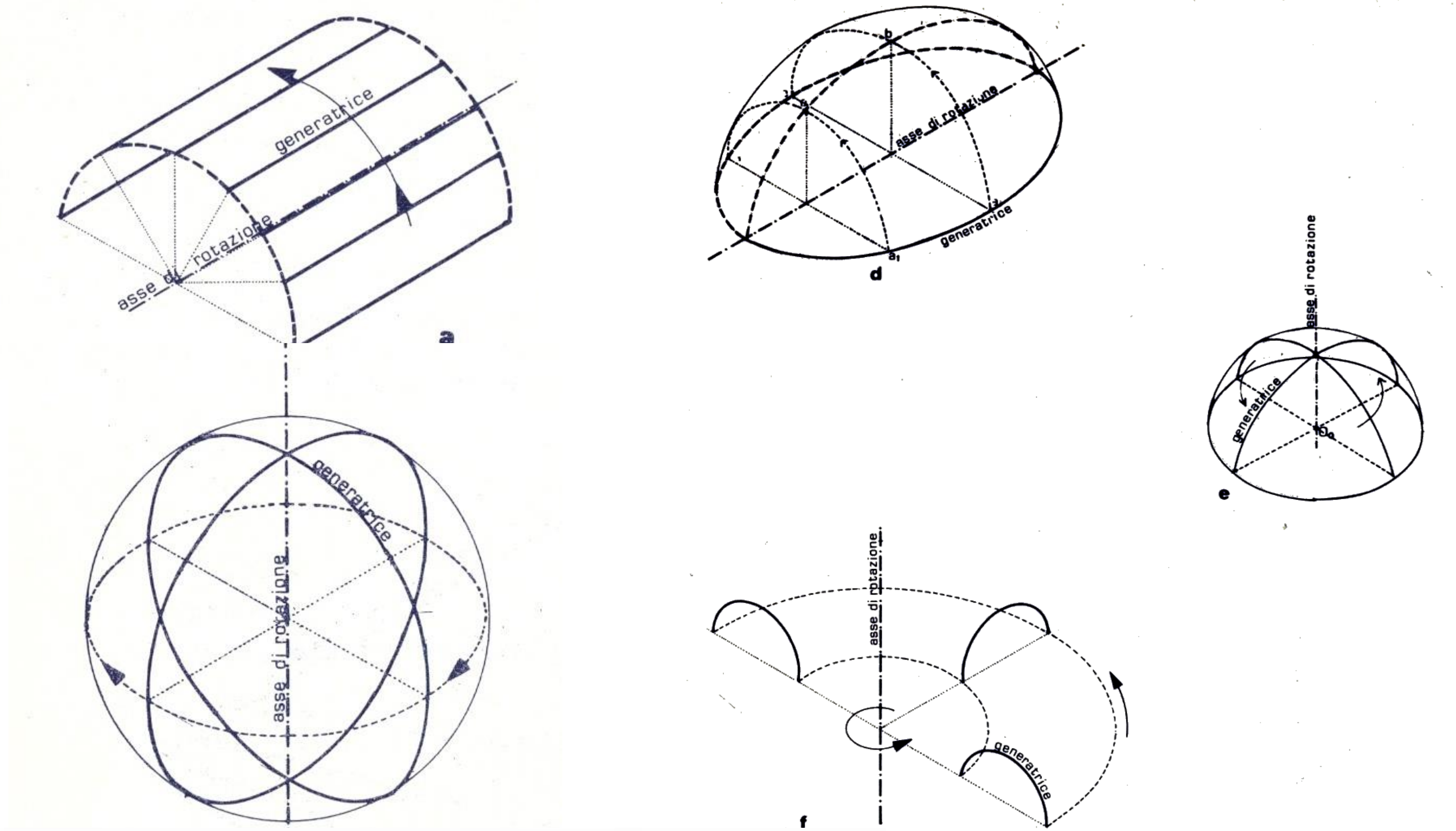


Fig. 3 - SUPERFICI RIGATE
Conoide. La generatrice rettilinea si sposta lungo due direttrici, l'una curvilinea A e l'altra rettilinea B, generando una superficie conoidica.



SUPERFICI DI ROTAZIONE

a) *Cilindro circolare retto.* Il cilindro retto può anche essere **inteso come generato** dalla rotazione di una retta generatrice intorno ad **un asse ad essa** parallelo.

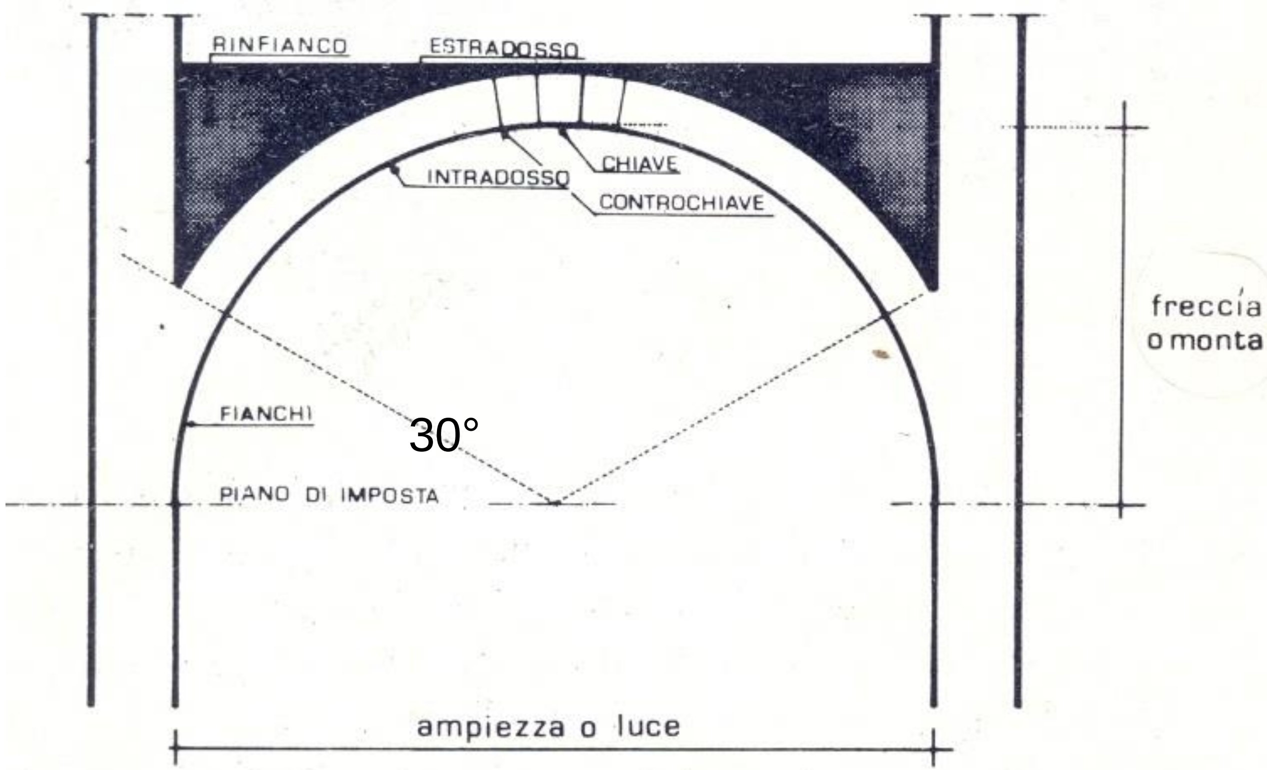
c) *Sfera.* Una semicirconferenza ruota intorno al proprio diametro

d) *Ellissoide.* Un semiellisse ruota intorno al proprio asse maggiore

e) *Ellissoide.* Il semiellisse ruota intorno al proprio asse minore

f) *Toro.* Una circonferenza ruota intorno ad un asse.

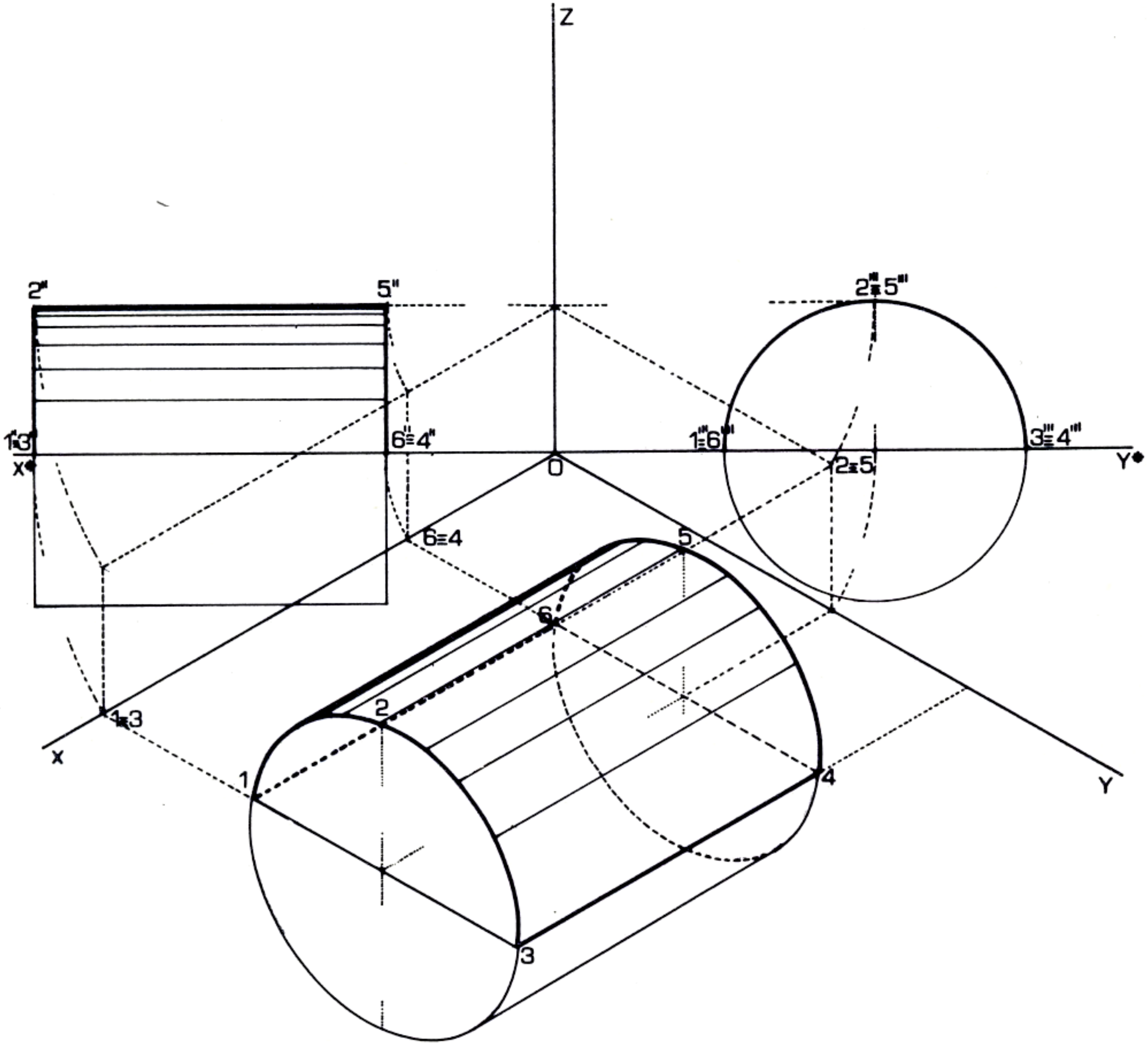
Volte in muratura



Le volte

a) **intradosso**: superficie interna
b) **estradosso**: superficie esterna
c) **piedritti**: strutture murarie verticali che la sostengono
d) **piano di imposta**: piano orizzontale di appoggio teorico
e) **linea di imposta**: traccia del piano di imposta
f) **ampiezza o luce**: distanza tra i piedritti misurata all’altezza del piano d’imposta
g) **chiave**: concio centrale, alla sommità
h) **freccia o monta**: altezza misurata dal piano d’imposta fino alla chiave
i) **controchiavi**: cunei o conci che racchiudono l’elemento di chiave
j) **fianchi o reni**: sezioni prossime all’imposta formanti un angolo di circa 30° con il piano d’imposta dalla metà della luce
k) **rinfianchi**: riempimento di materiale leggero che si realizza sopra l’estradosso delle reni

VOLTE SEMPLICI



Superficie di intradosso di una volta a botte

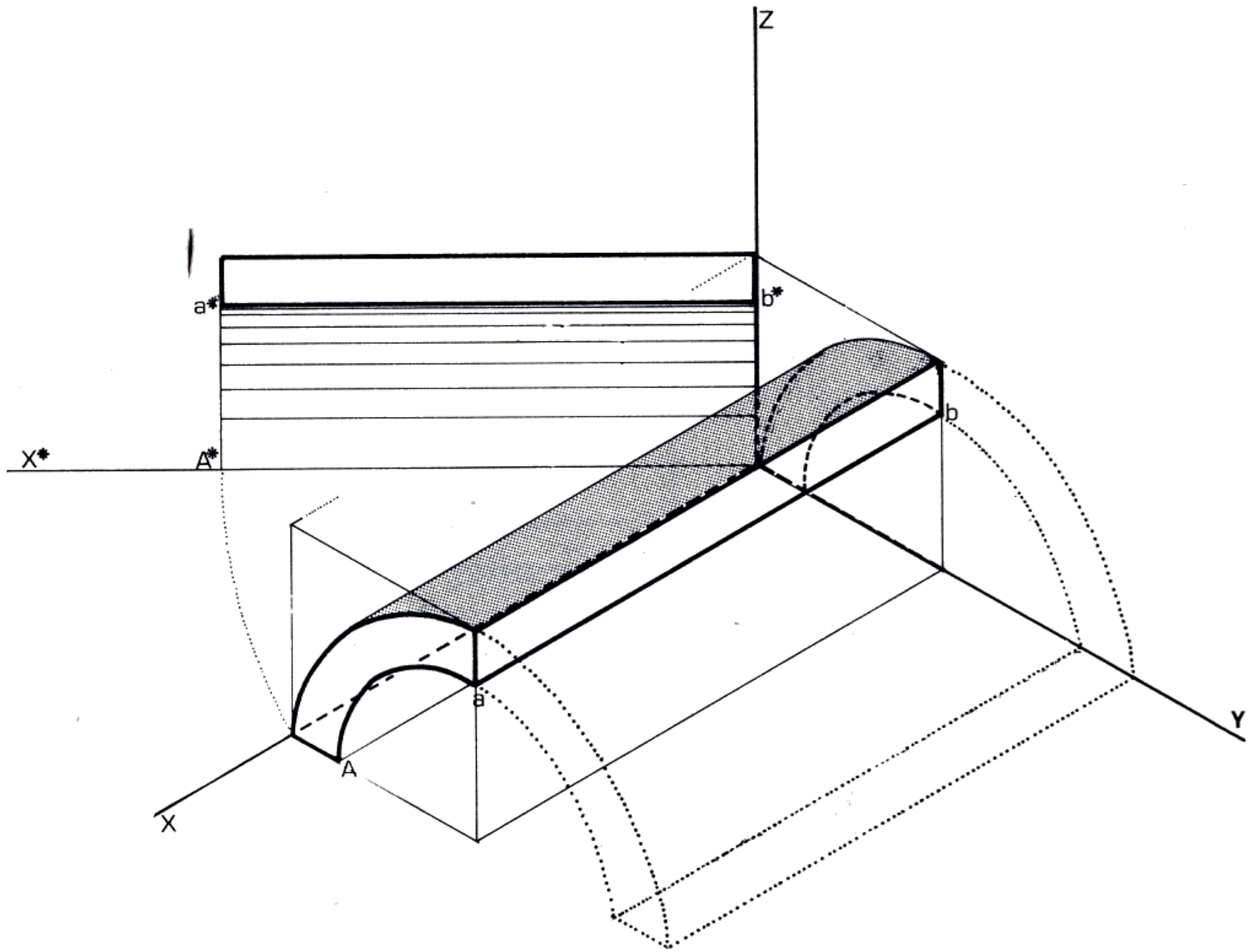


Fig. 15 – ASSONOMETRIA ISOMETRICA ORTOGONALE DI UNA VOLTA A BOTTE CILINDRICA SEZIONATA LONGITUDINALMENTE DA UN PIANO MEDIANO, PERPENDICOLARE AL PIANO DI IMPOSTA

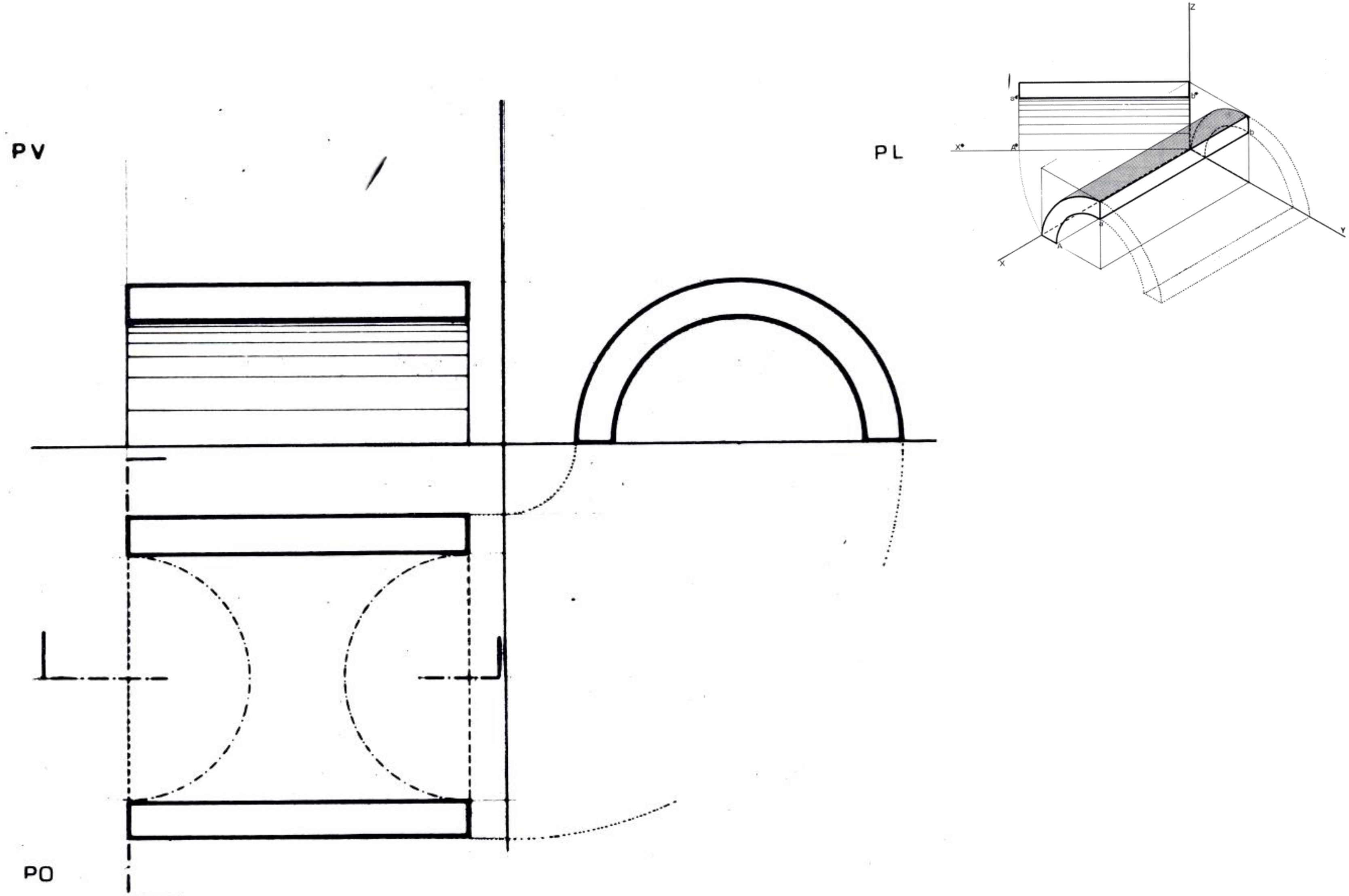


Fig. 17 - RAPPRESENTAZIONE DI UNA VOLTA A BOTTE CILINDRICA SUI TRE PIANI DI MONGE

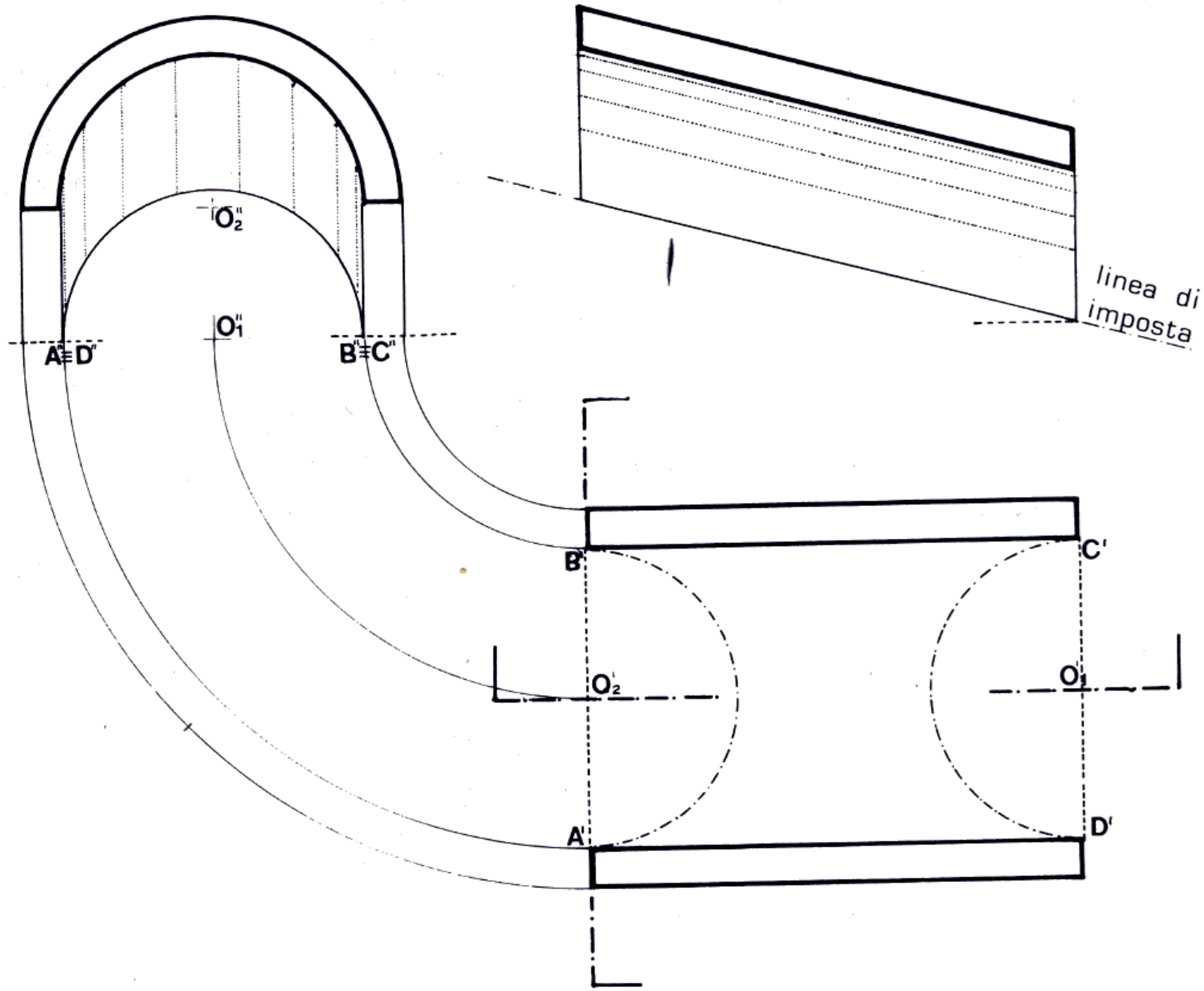


Fig. 18 - VOLTE A BOTTE CILINDRICA INCLINATA

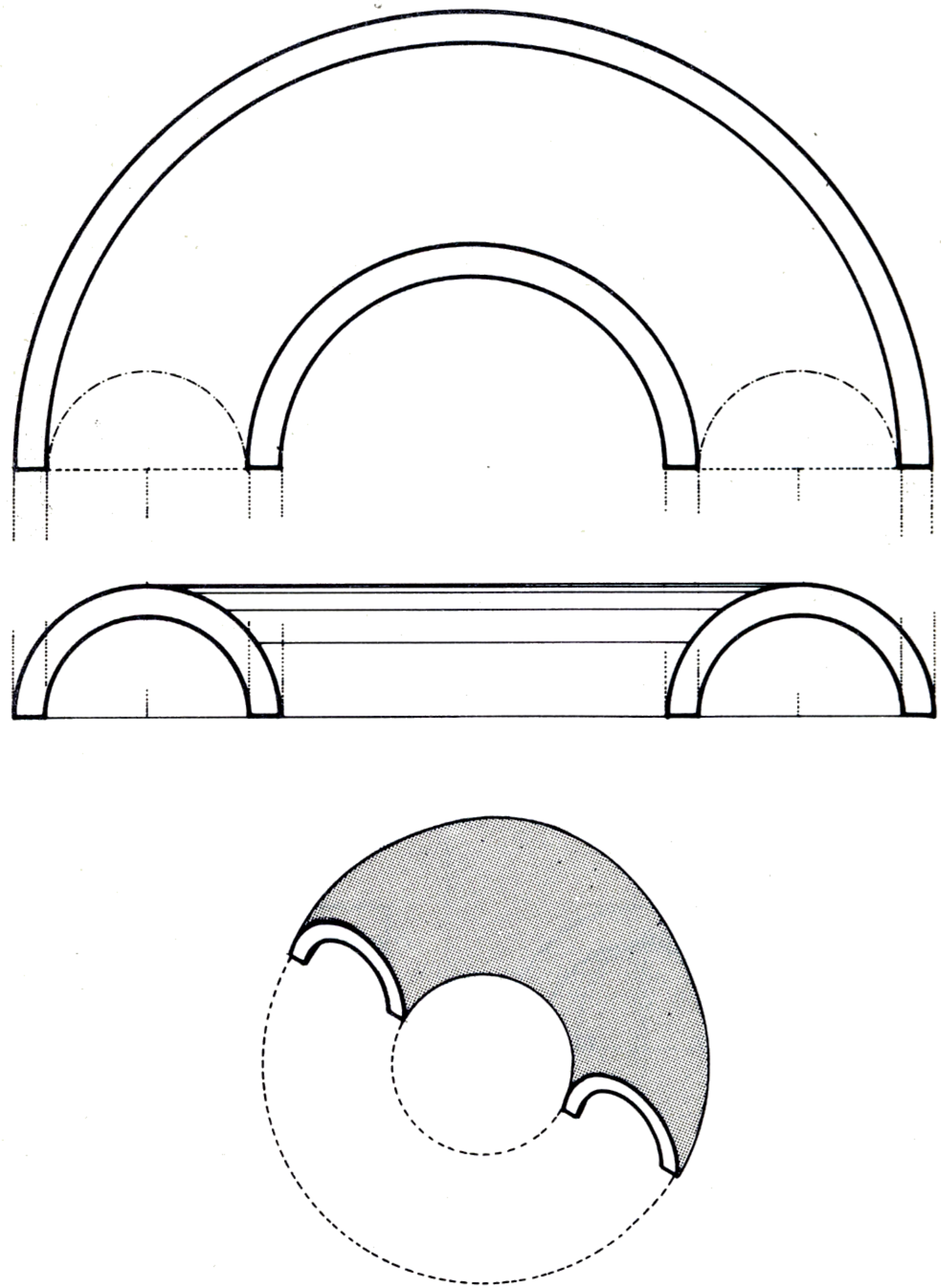


Fig. 20 - VOLTE A BOTTE TORICA

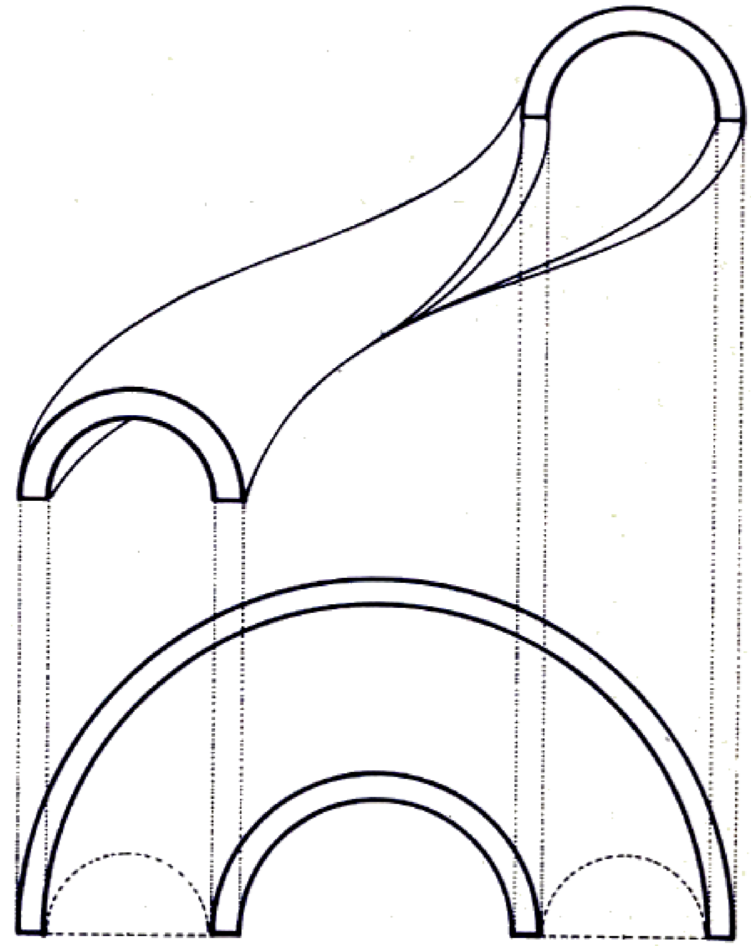


Fig. 21 - VOLTA A BOTTE ELICOIDALE

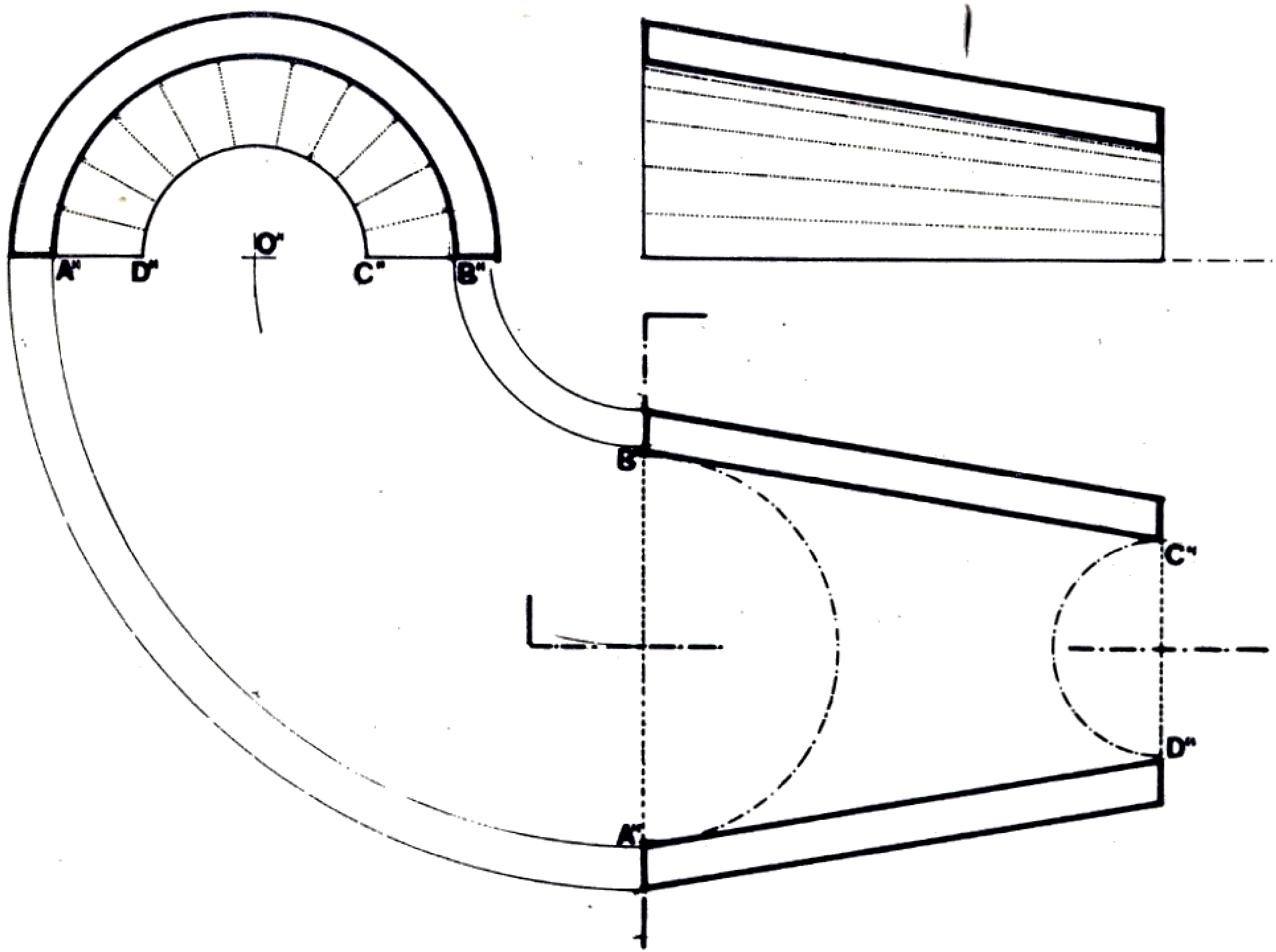


Fig. 22 - VOLTE A BOTTE CONICA

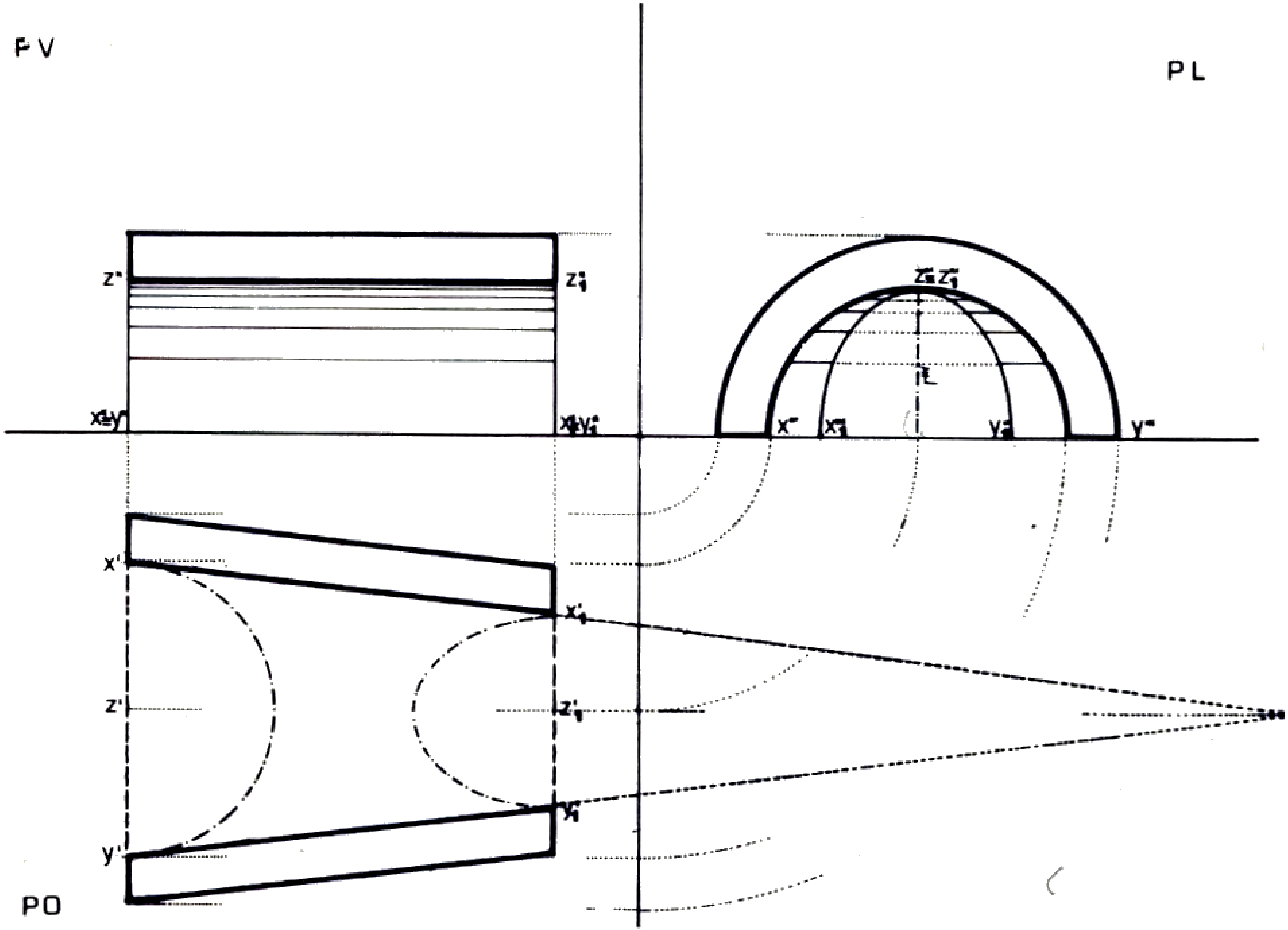


Fig. 23 - VOLTA A BOTTE CONOIDICA

VOLTE SEMPLICI

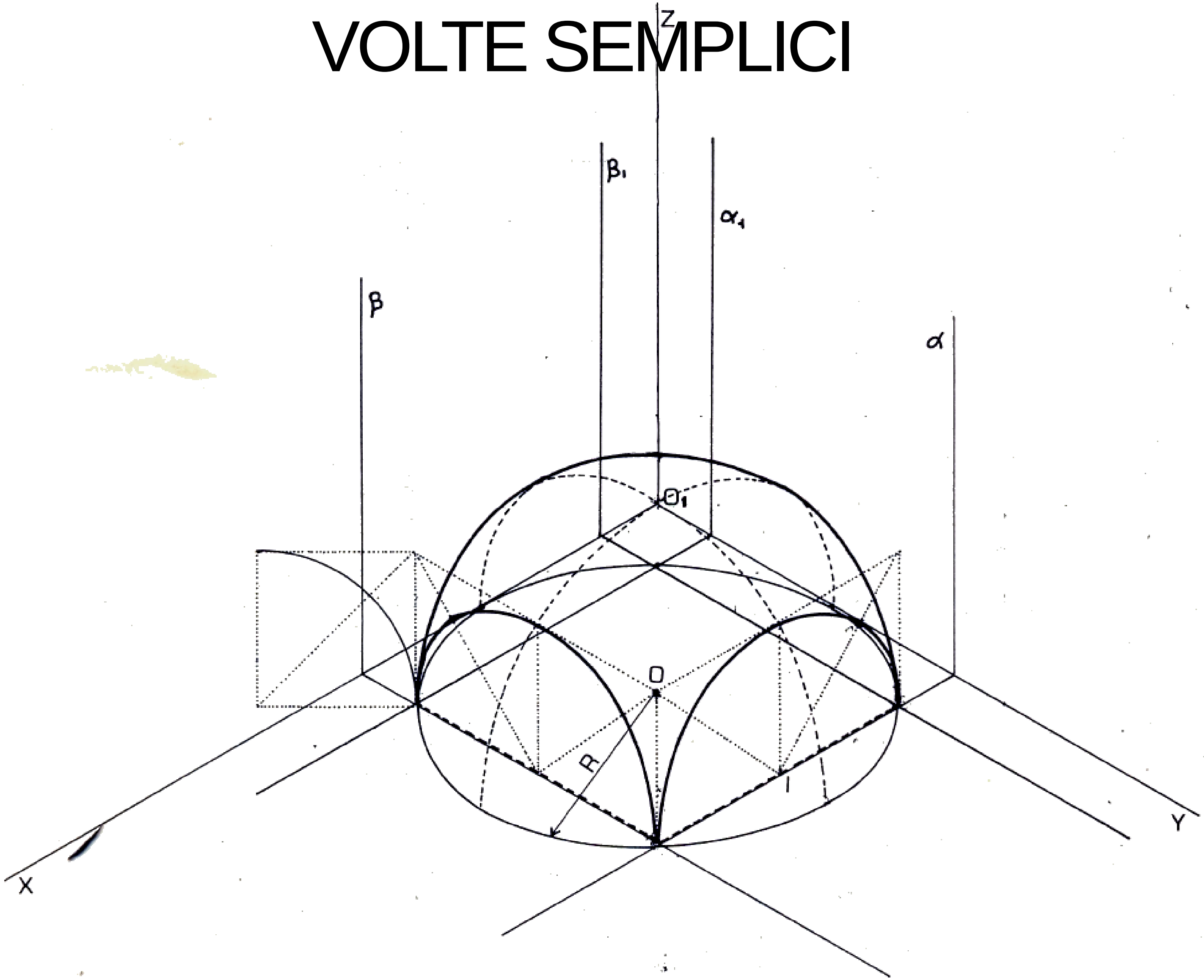


Fig. 24 – VOLTA A VELA SPERICA.

La volta è originata da una calotta sferica di raggio R, sezionata da 4 piani a, a_1 β, β_1 perpendicolari al piano XO Y di giacitura della base della calotta e perpendicolari fra loro a due a due.

Spedale degli Innocenti -Firenze

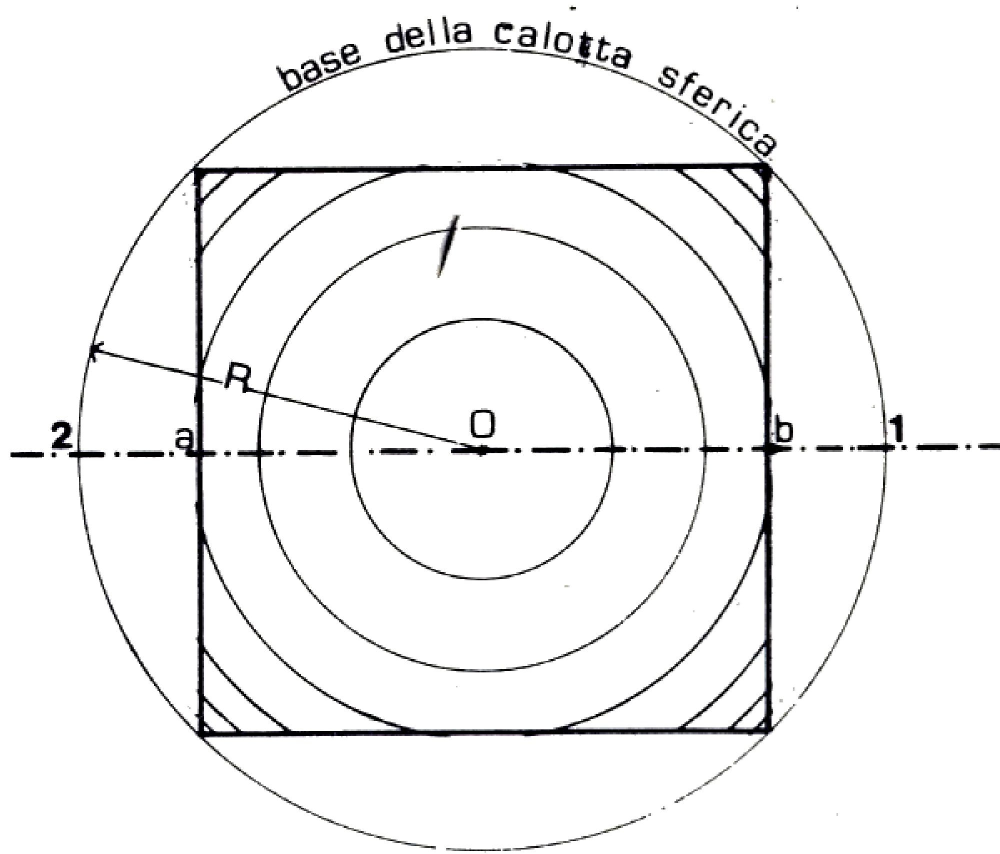


Fig. 25 - PIANTA DI UNA VOLTA A VELA

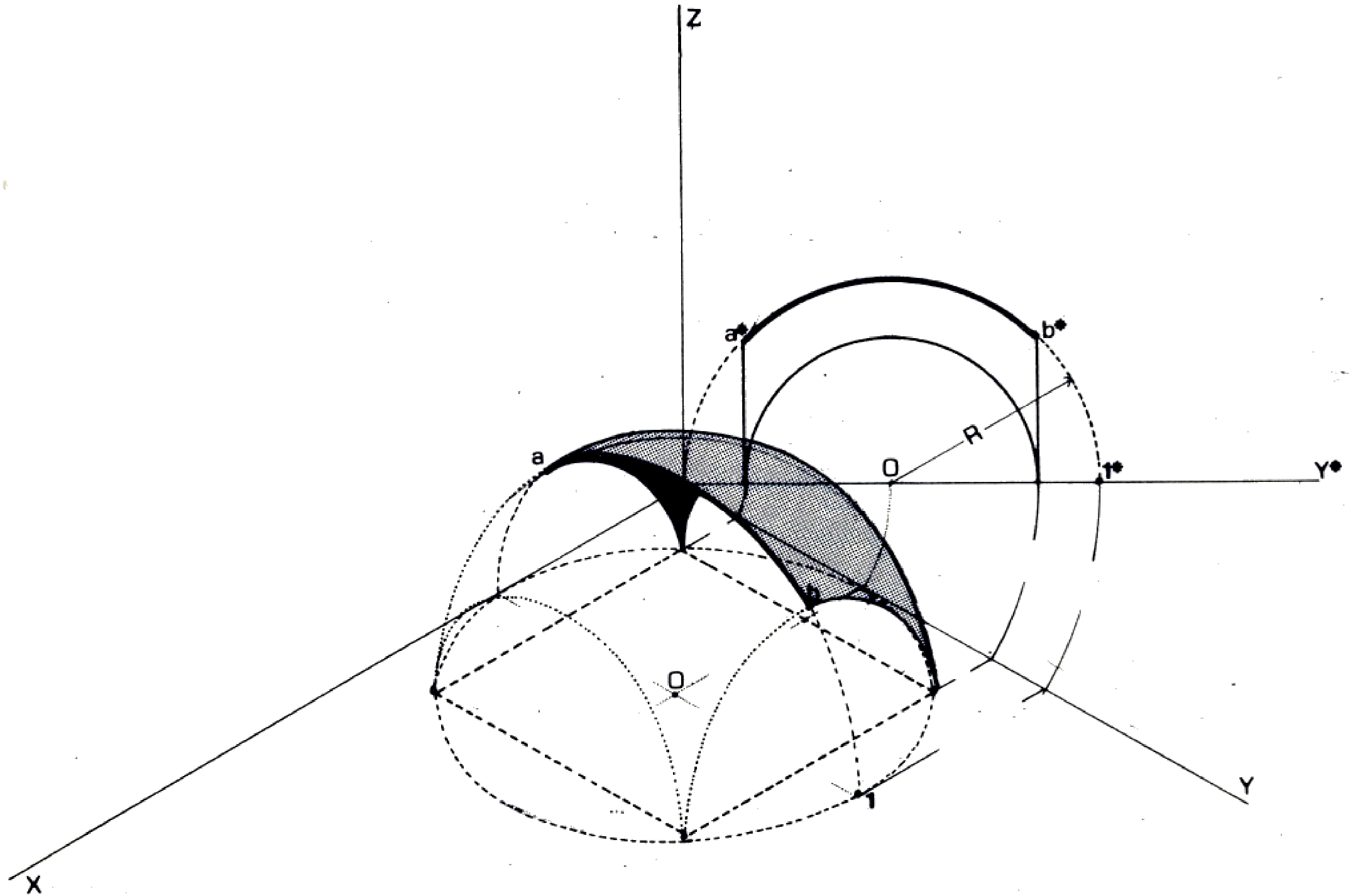


Fig. 26 – ASSONOMETRIA ISOMETRICA ORTOGONALE DI UNA VOLTA A VELA SFERICA SEZIONATA TRASVERSALMENTE DA UN PIANO MEDIANO

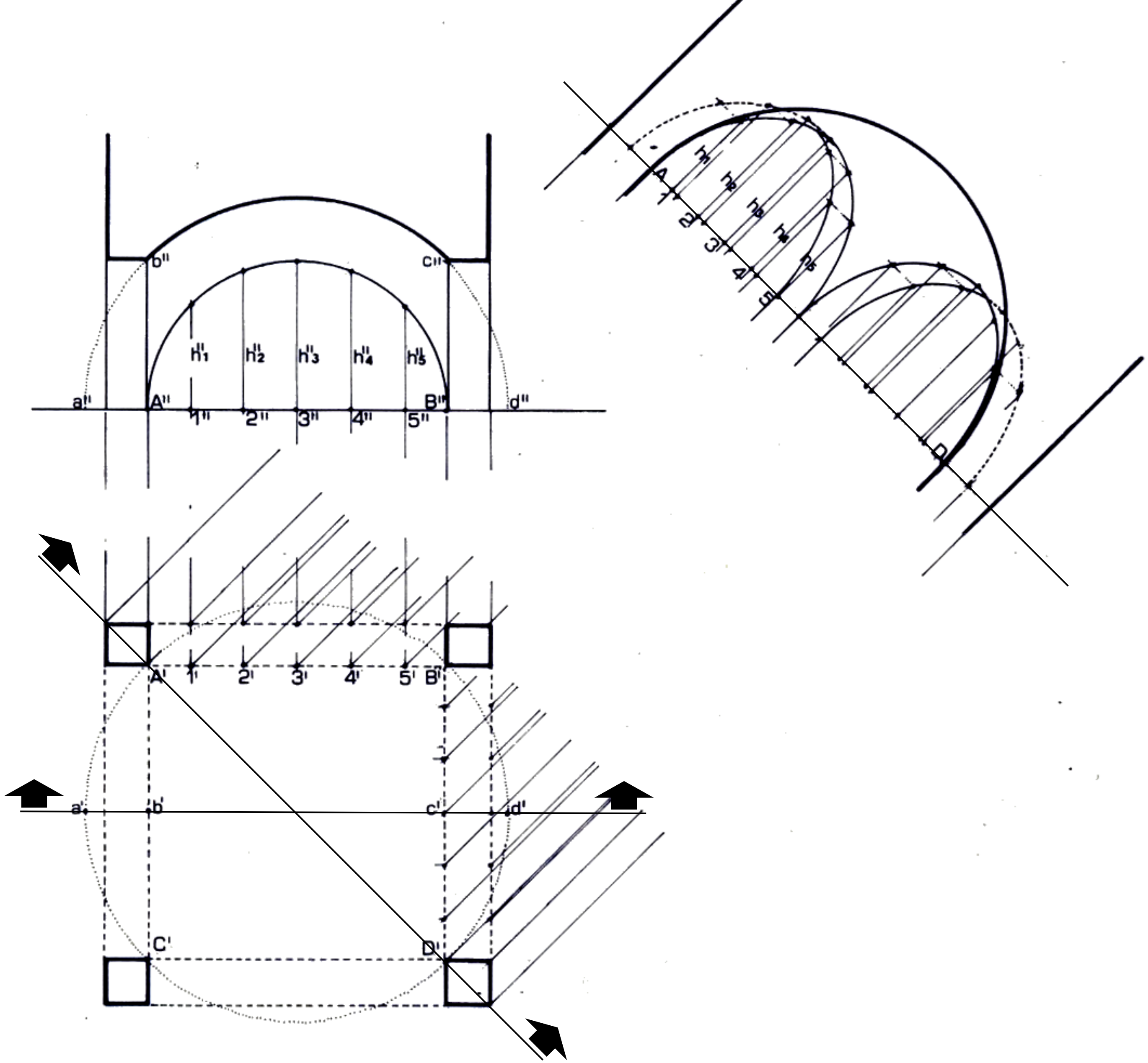
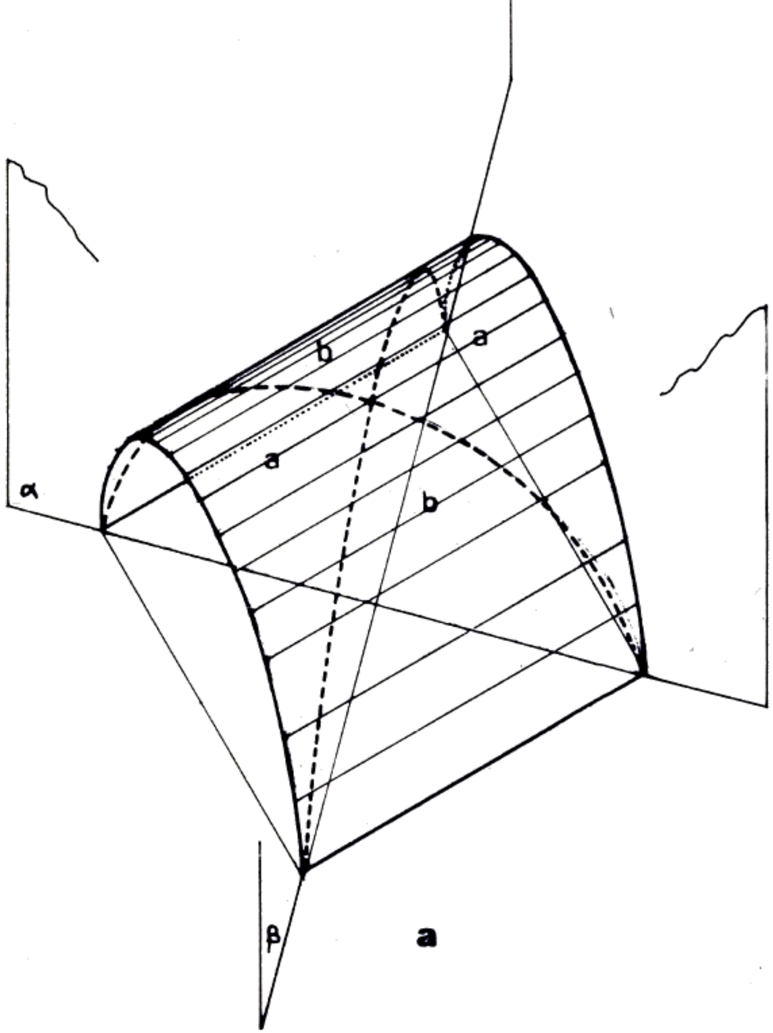


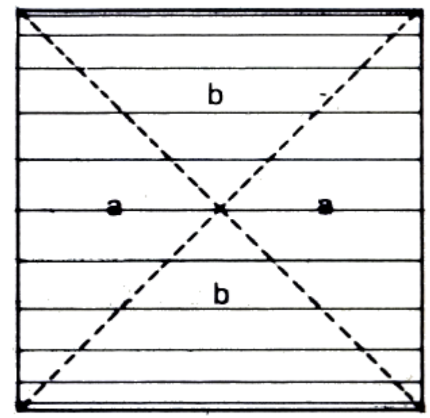
Fig. 27 - PIANTA, SEZIONE TRASVERSALE E SEZIONE DIAGONALE DI UNA VOLTA A VELA

VOLTE COMPOSTE

a = unghie
b = fusi o spicchi



a



d

Fig. 32 - ASSONOMETRIA (a) E PIANTA (b) DI UNA VOLTA A BOTTE CILINDRICA SEZIONATA DA DUE PIANI DIAGONALI, PERPENDICOLARI AL PIANO DI IMPOSTA

I piani α e β dividono la botte in quattro parti, a due a due uguali, a-a, b-b. Gli archi di intersezione sono archi elittici, trattandosi in questo caso di volta a botte cilindrica (vedi anche fig. 5 i)

VOLTE COMPOSTE

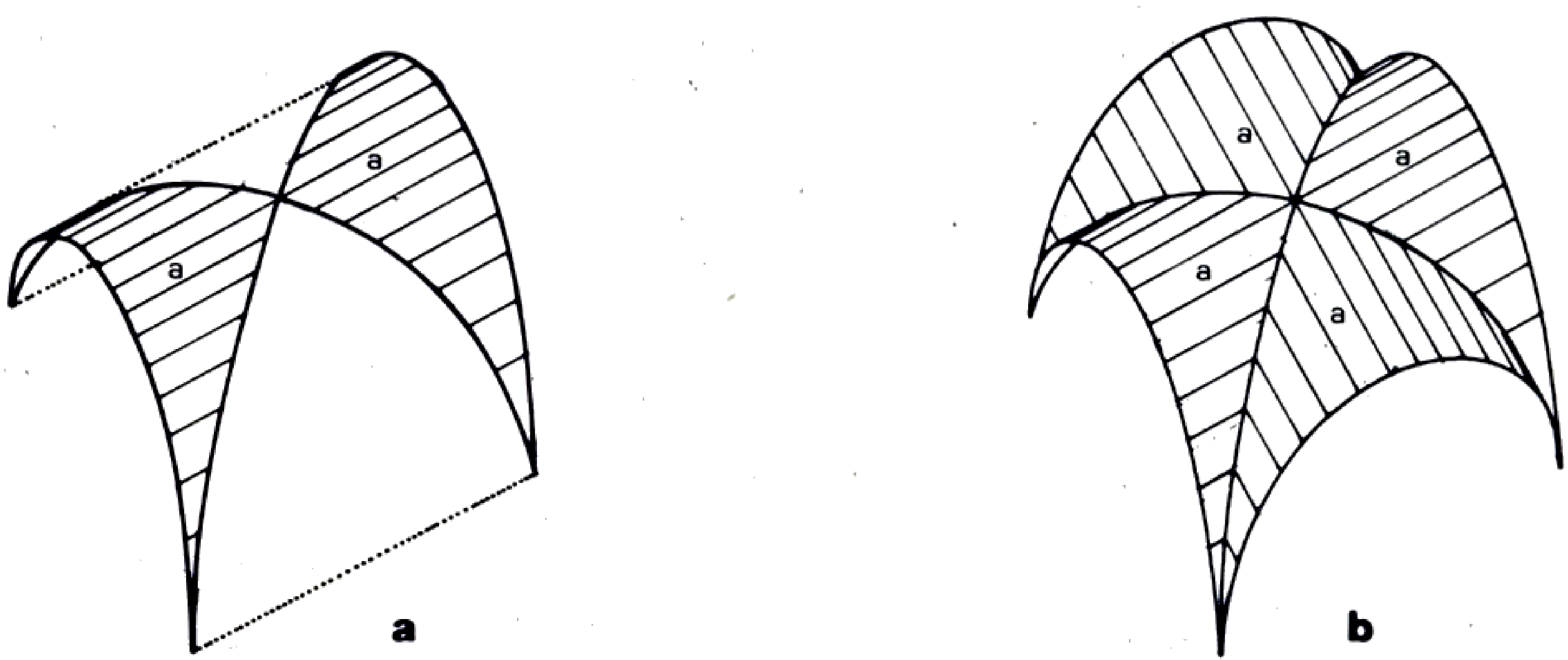
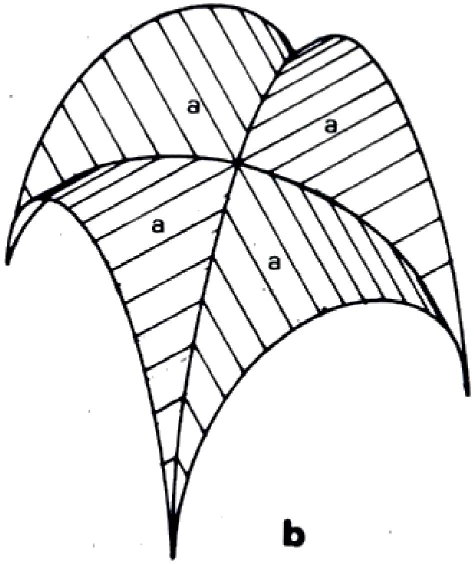


Fig. 33 – FORMAZIONE DI UNA VOLTA A CROCIERA.
Se i due elementi *b* della fig. 32a vengono asportati (33a) e vengono sostituiti con altri due elementi *a* otteniamo una volta a crociera retta (33b)



b

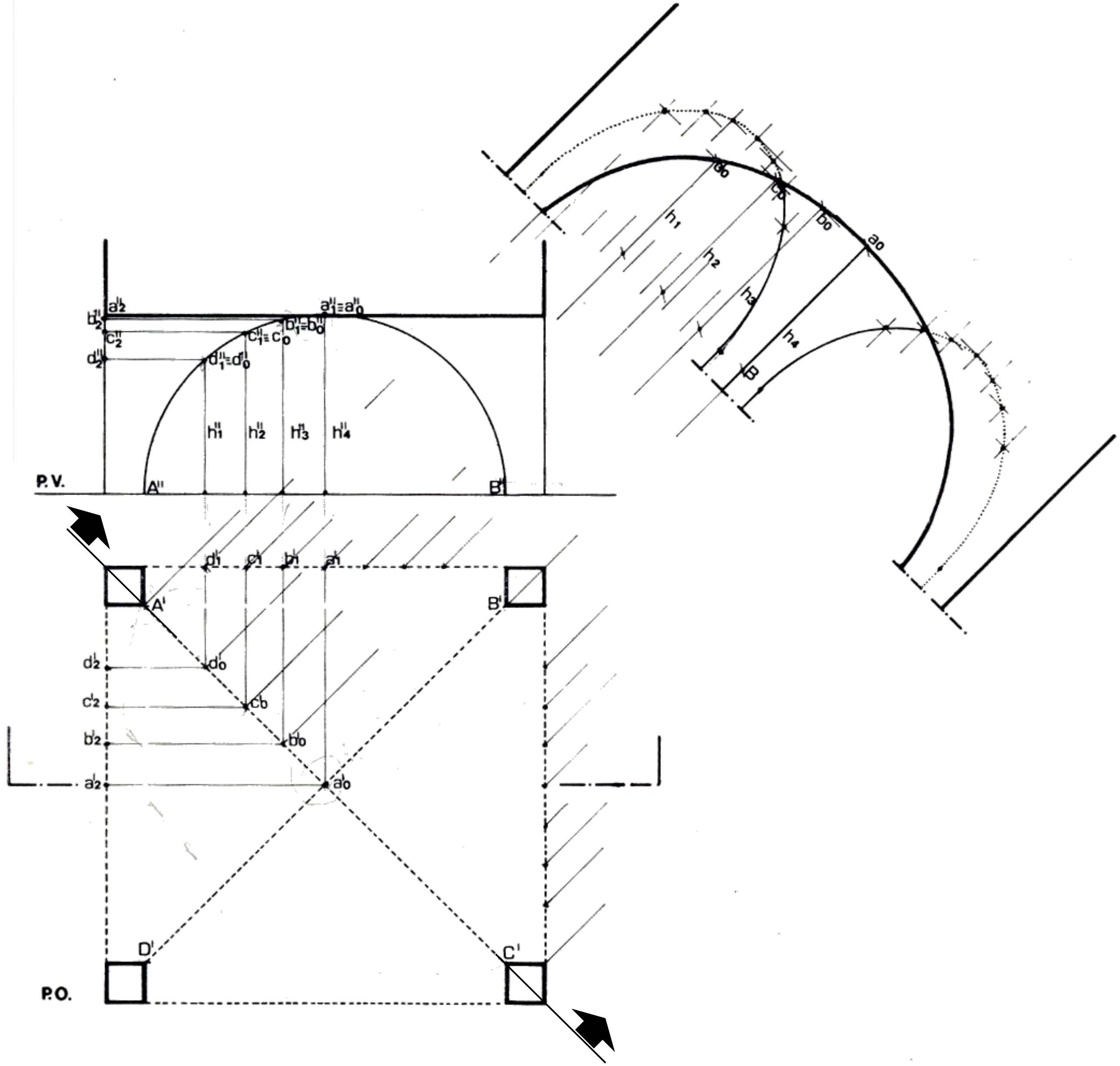
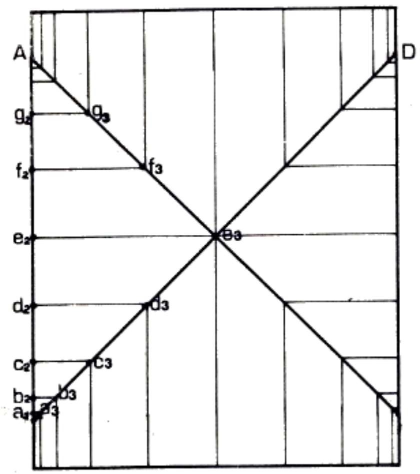
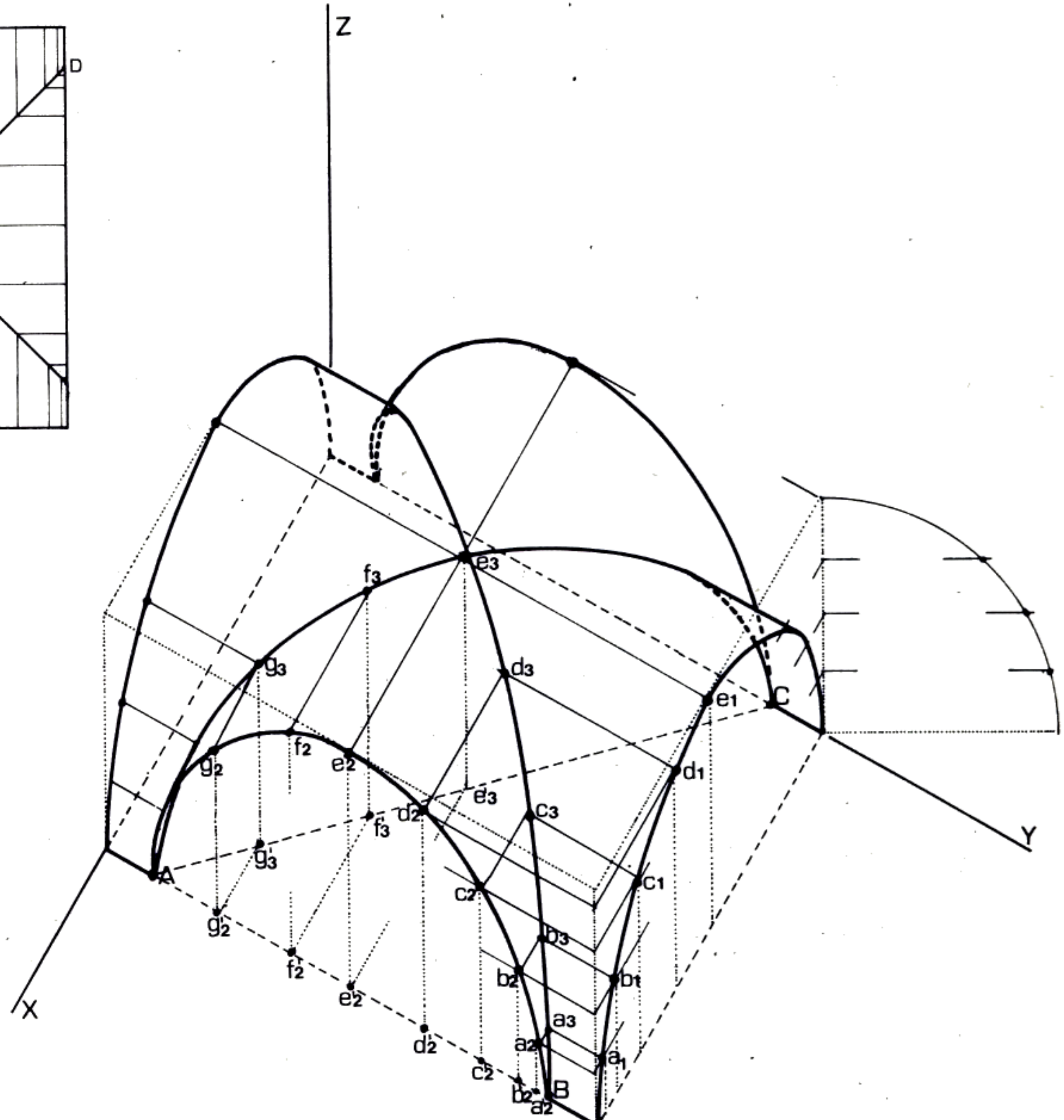


Fig. 35 – PIANTA, SEZIONE TRASVERSALE SEZIONE DIAGONALE DI UNA VOLTA A CROCIERA SU PIANTA QUADRATA.


A
D
g2
g3
f2
f3
e2
e3
d2
d3
c2
c3
b2
b3
a2
a3


Z
X
Y
A
B
C
e3
f3
g3
d3
e1
d1
c1
b1
a1
g2
f2
e2
d2
c2
b2
a2
a3
b3
c3

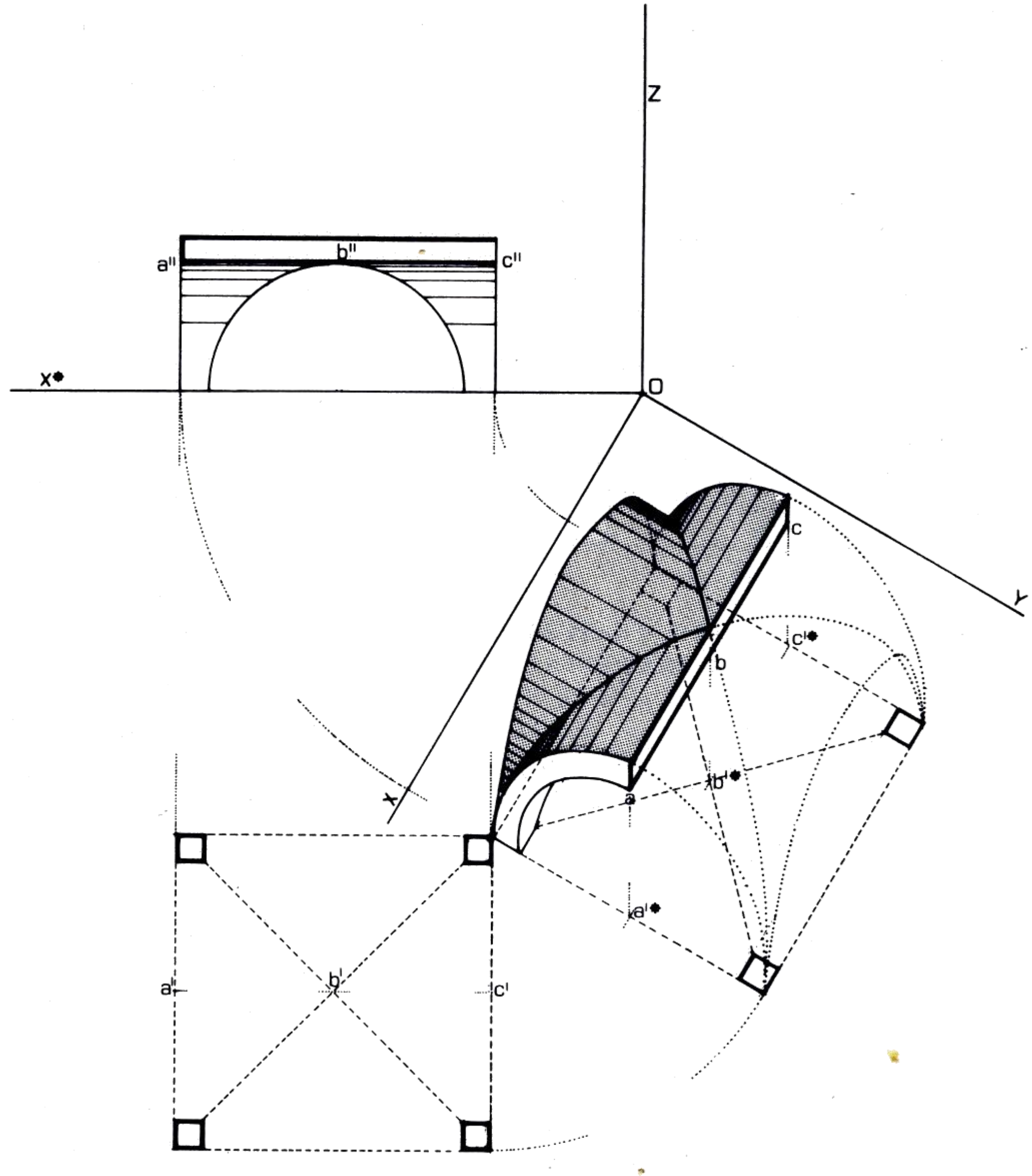


Fig. 36 – ASSONOMETRIA ISOMETRICA OBLIQUA DI UNA VOLTA A CROCIERA SEZIONATA DA UN PIANO MEDIANO
Si sono riportate, anche in questo caso, le proiezioni sul P.V. (ZOX*) e sul P.O.

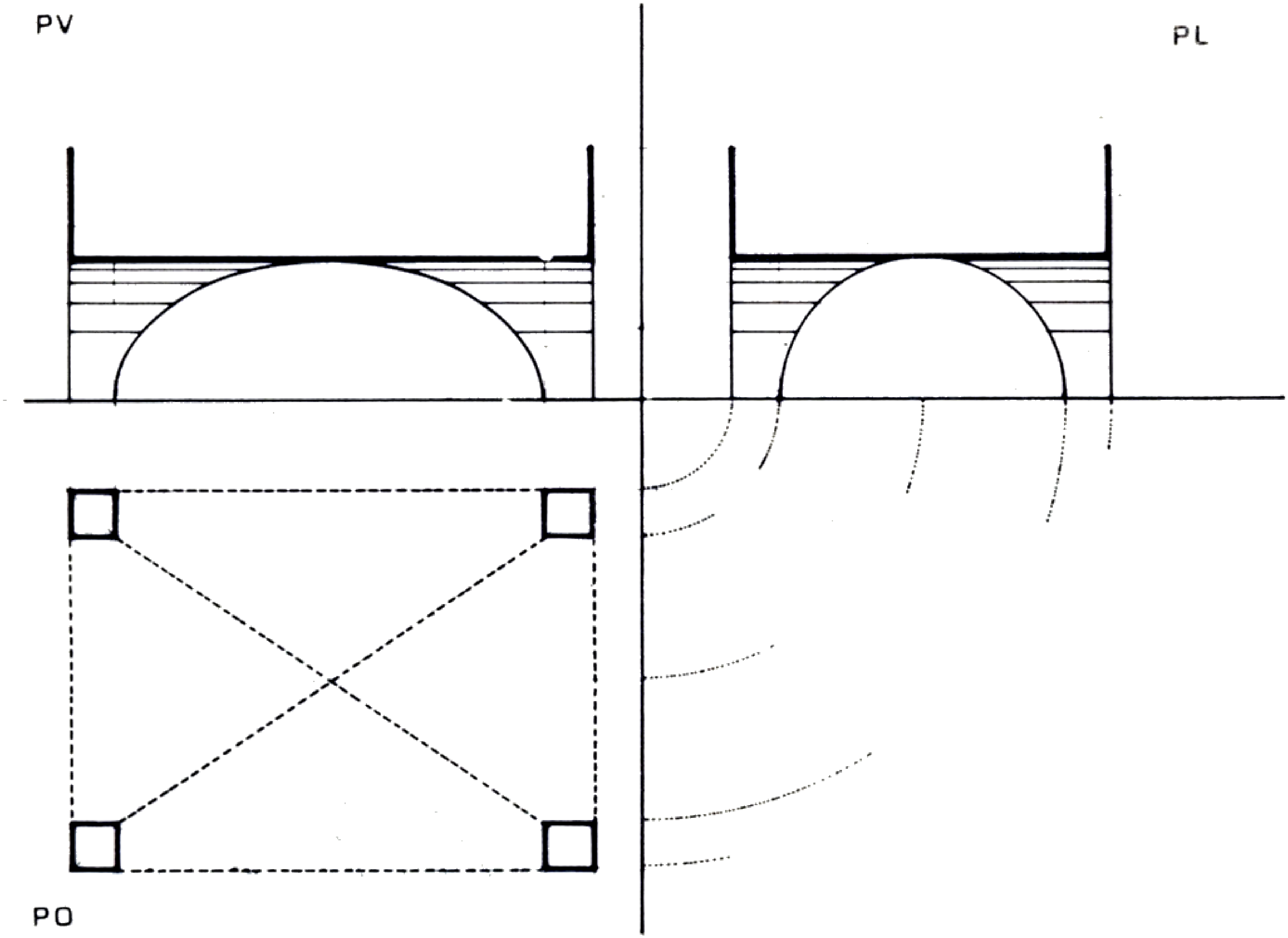
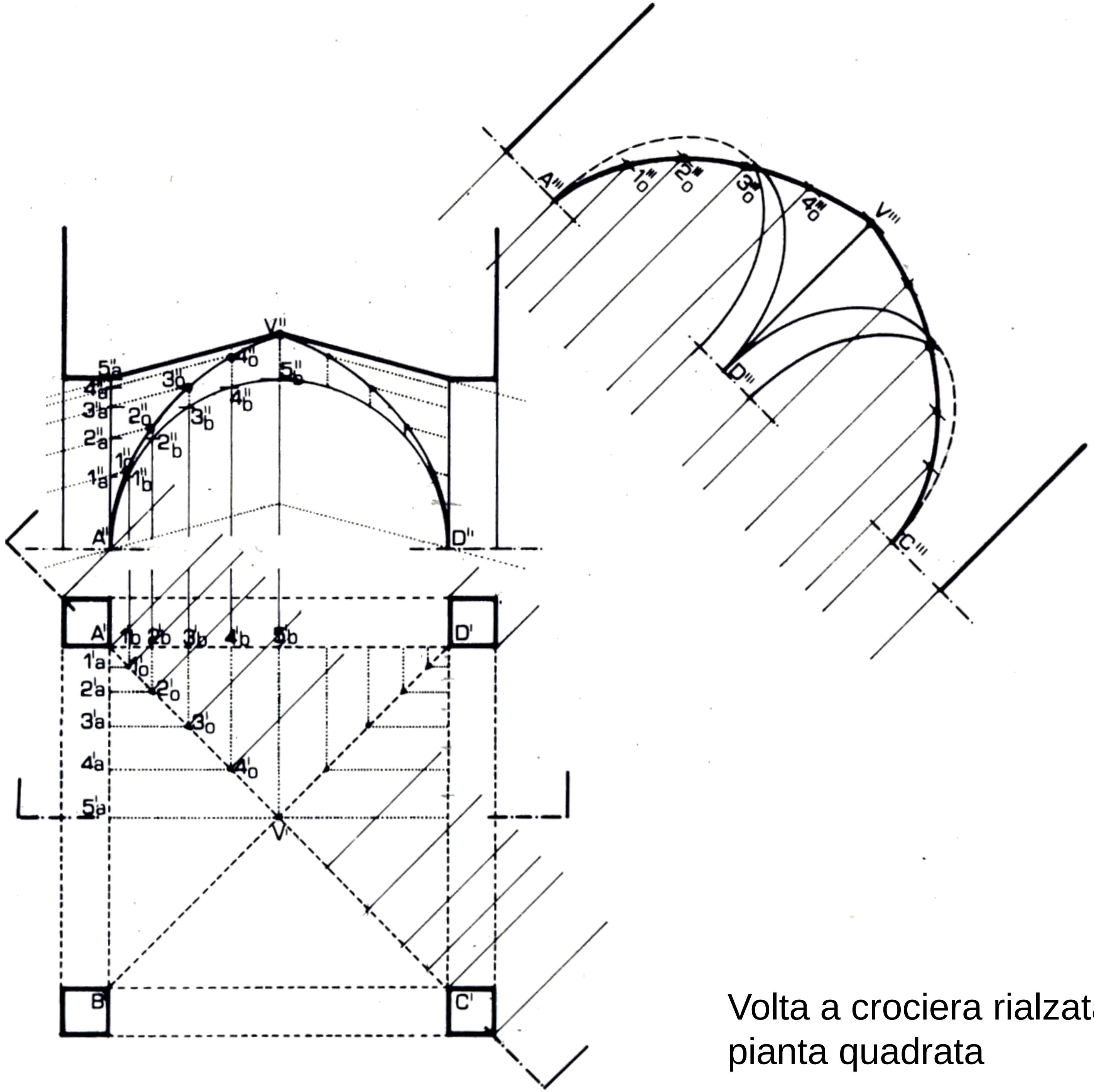


Fig. 37 – PIANTA, SEZIONE TRASVERSALE E SEZIONE DIAGONALE DI UNA VOLTA A CROCIERA RETTA SU PIANTA RETTANGOLARE



Volta a crociera rialzata su pianta quadrata

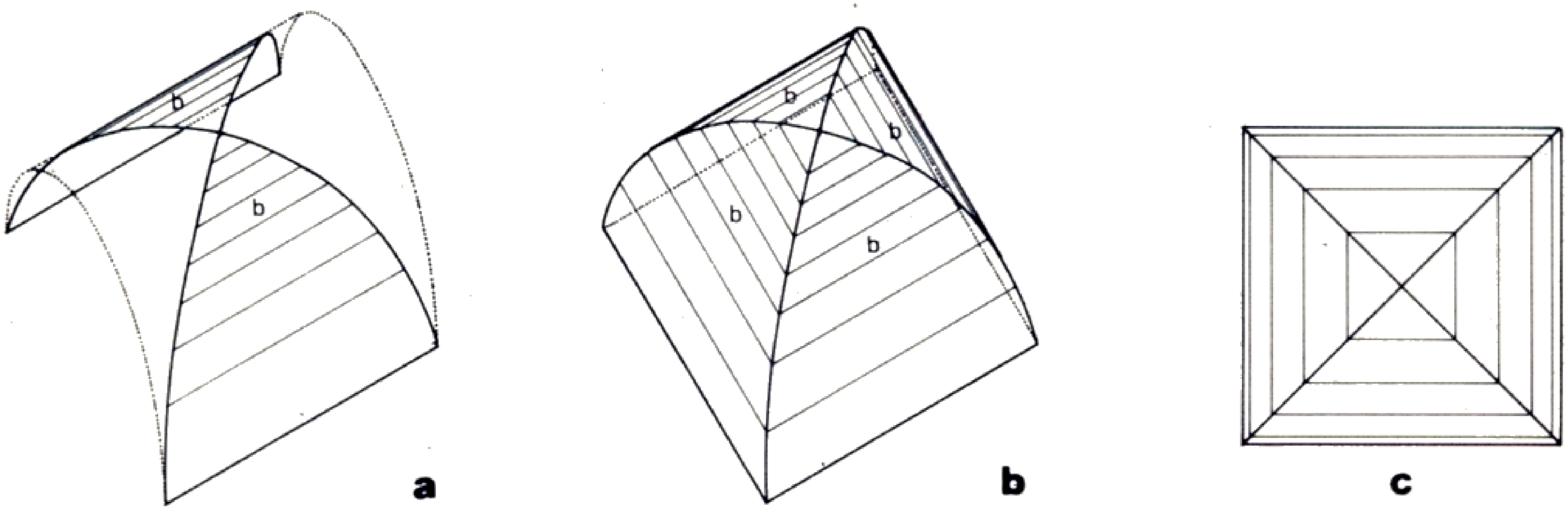
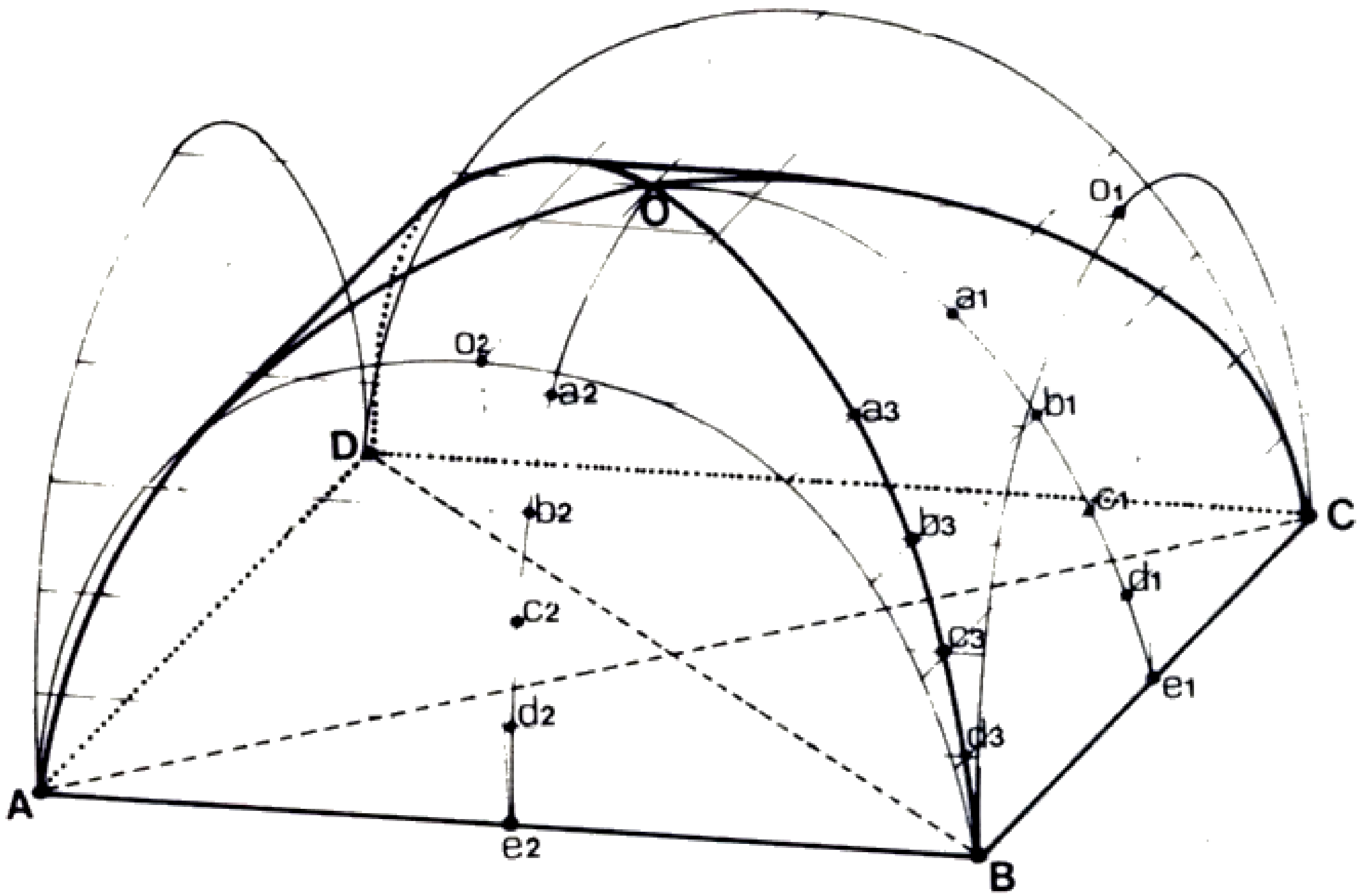
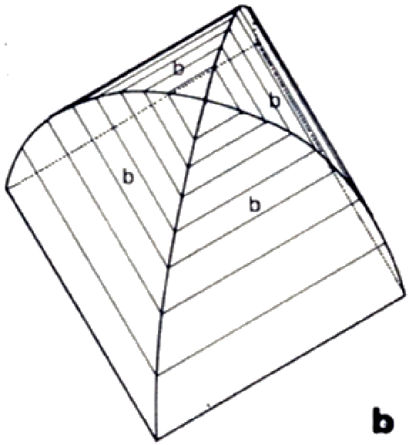


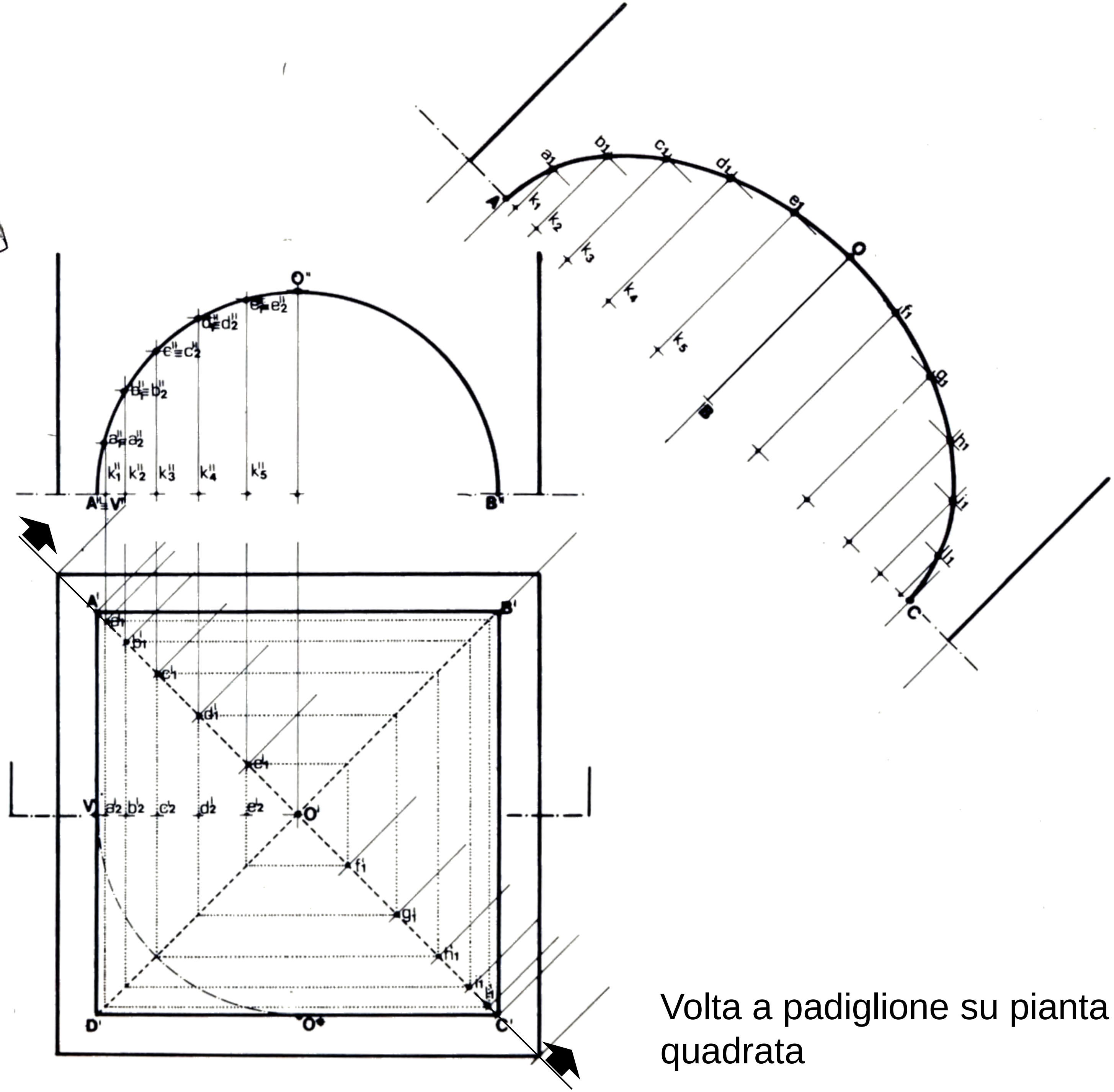
Fig. 53 - FORMAZIONE DELLA VOLTA A PADIGLIONE - I due elementi b, che abbiamo ottenuto dalla sezione di una volta a botte su pianta quadrata con due piani verticali diagonali (vedi figg. 32a - 32b) e che si definiscono "spicchi" o "fusi", sono quelli che, componendosi tra loro come riportato nella fig. 53b, determinano una volta a padiglione. Questa è rappresentata in pianta nella figura 53c.



ASSONOMETRIA DIMETRICA DI UNA VOLTA A PADIGLIONE SU PIANTA QUADRATA

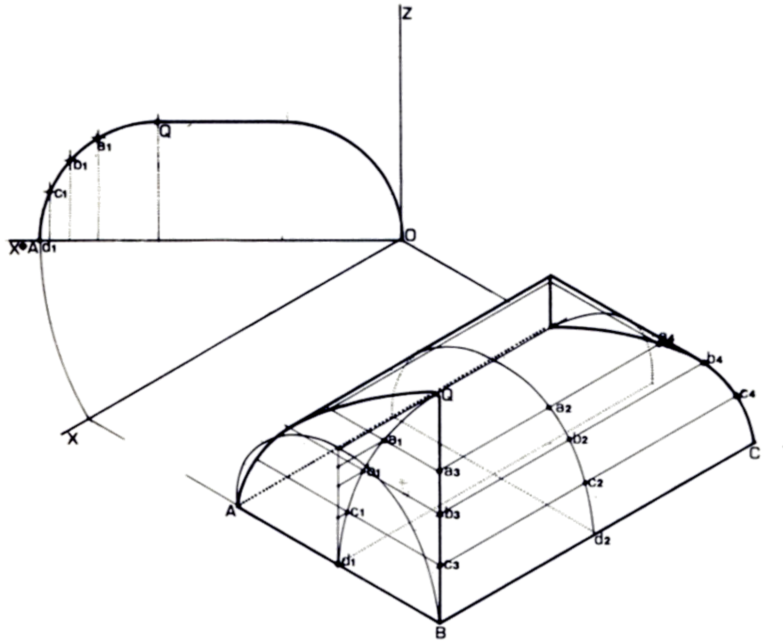


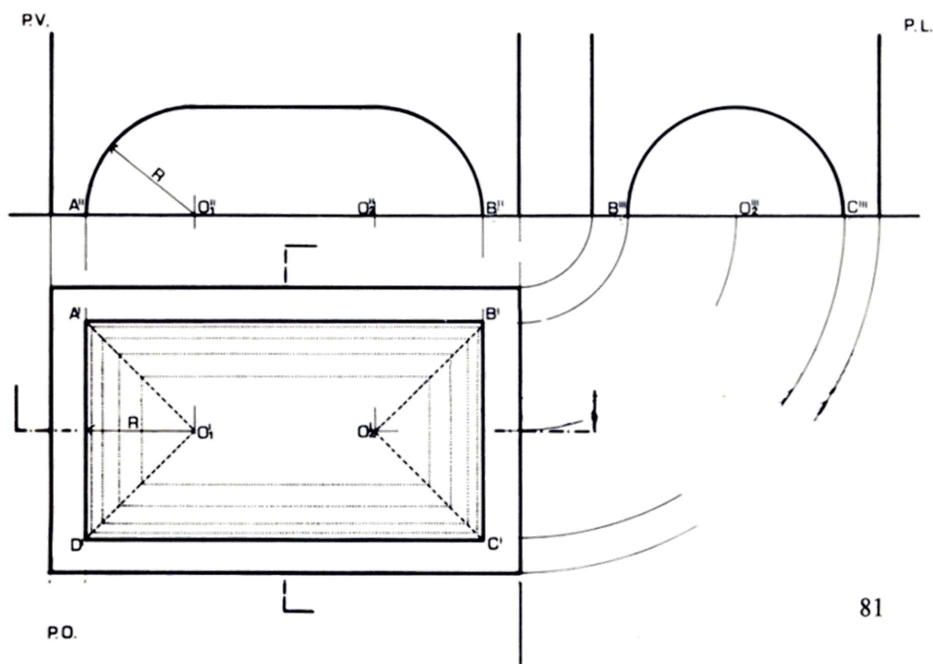
b



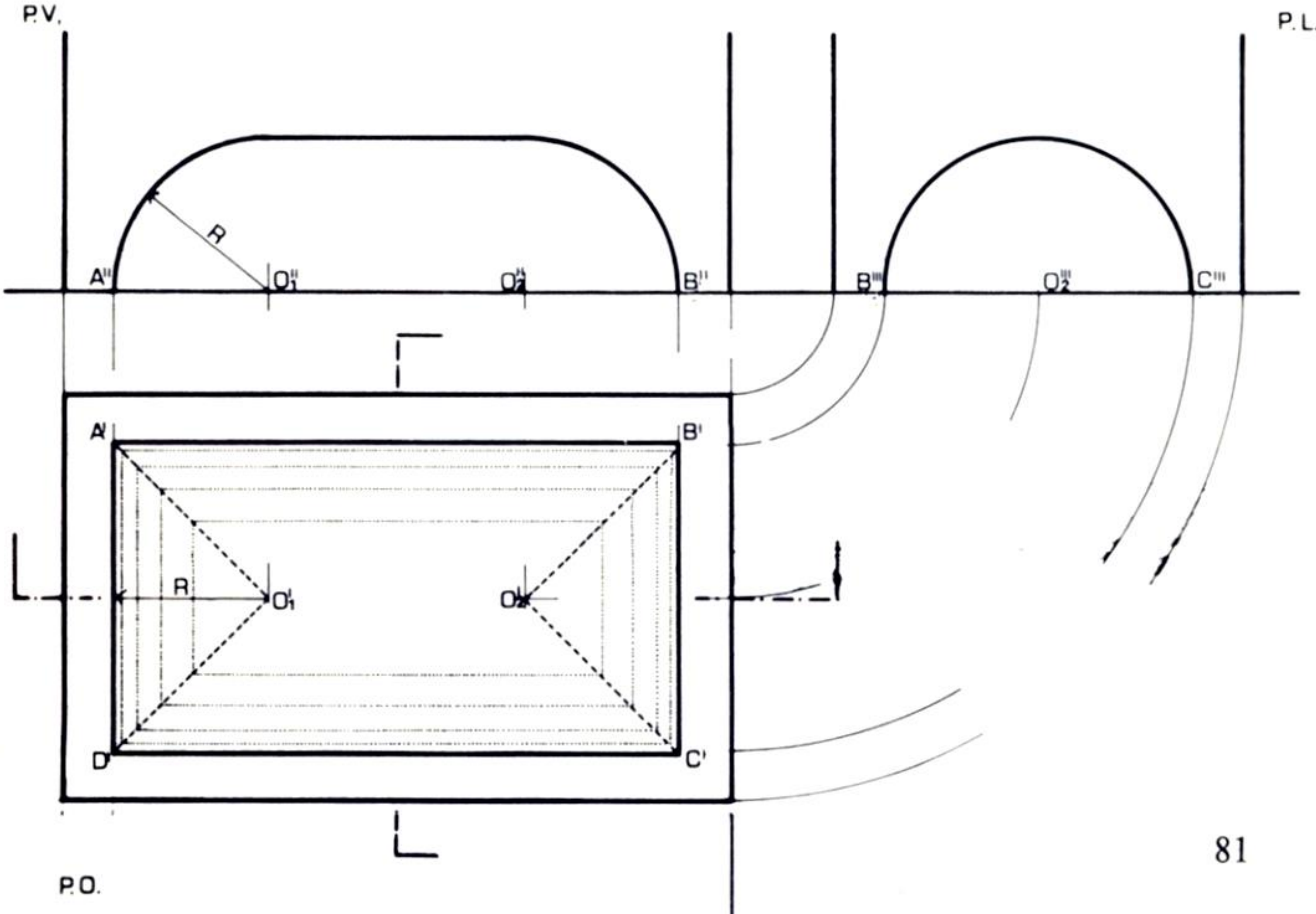
Volta a padiglione su pianta quadrata

VOLTE A BOTTE CON TESTATA DI PADIGLIONE

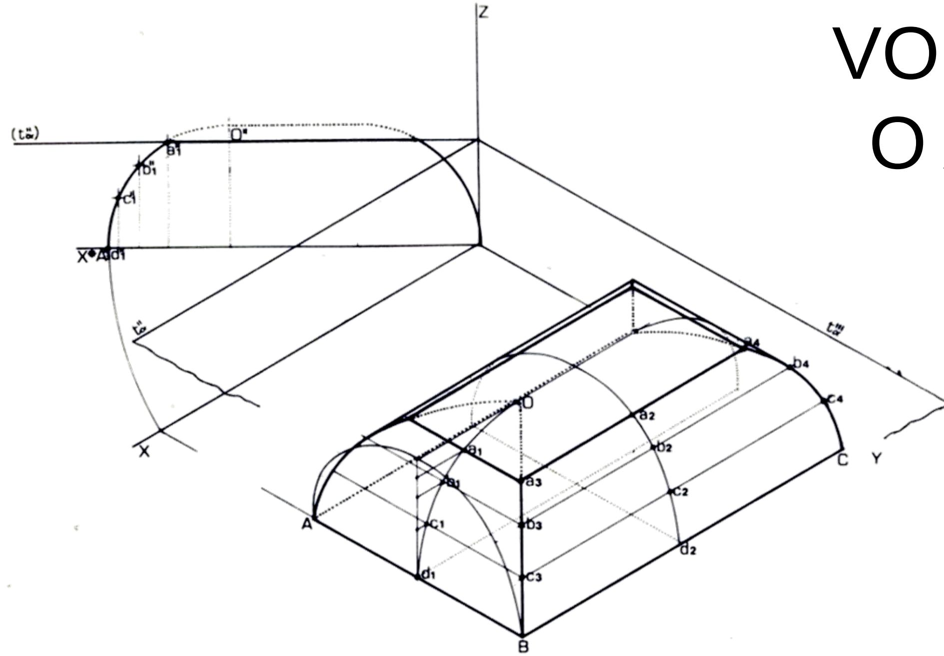


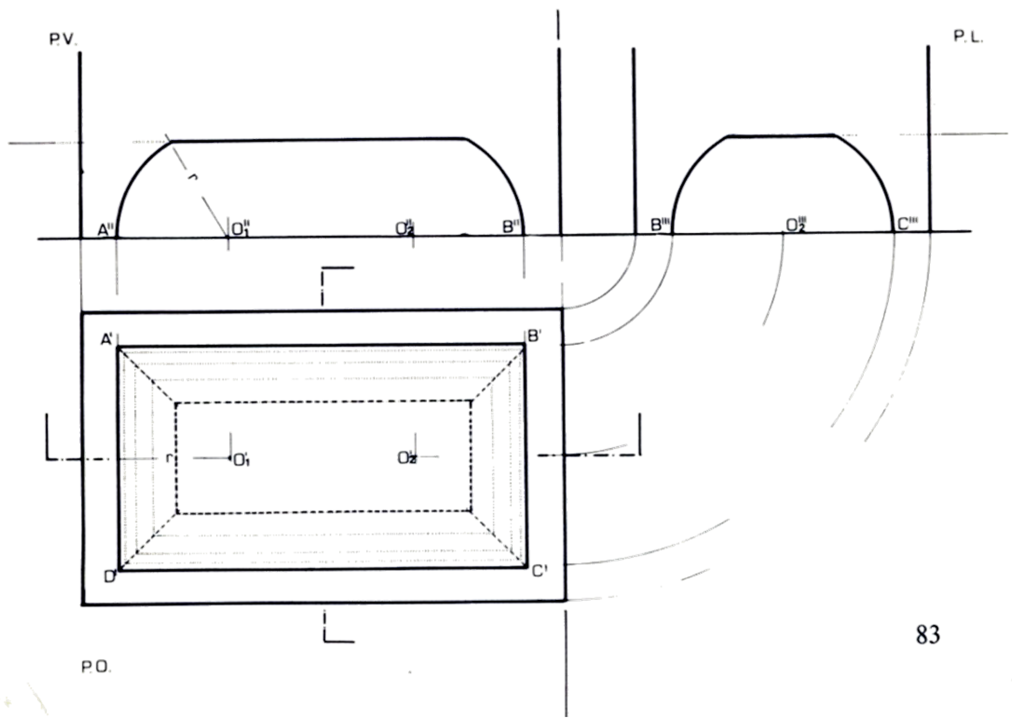


VOLTE A BOTTE CON TESTATA DI PADIGLIONE



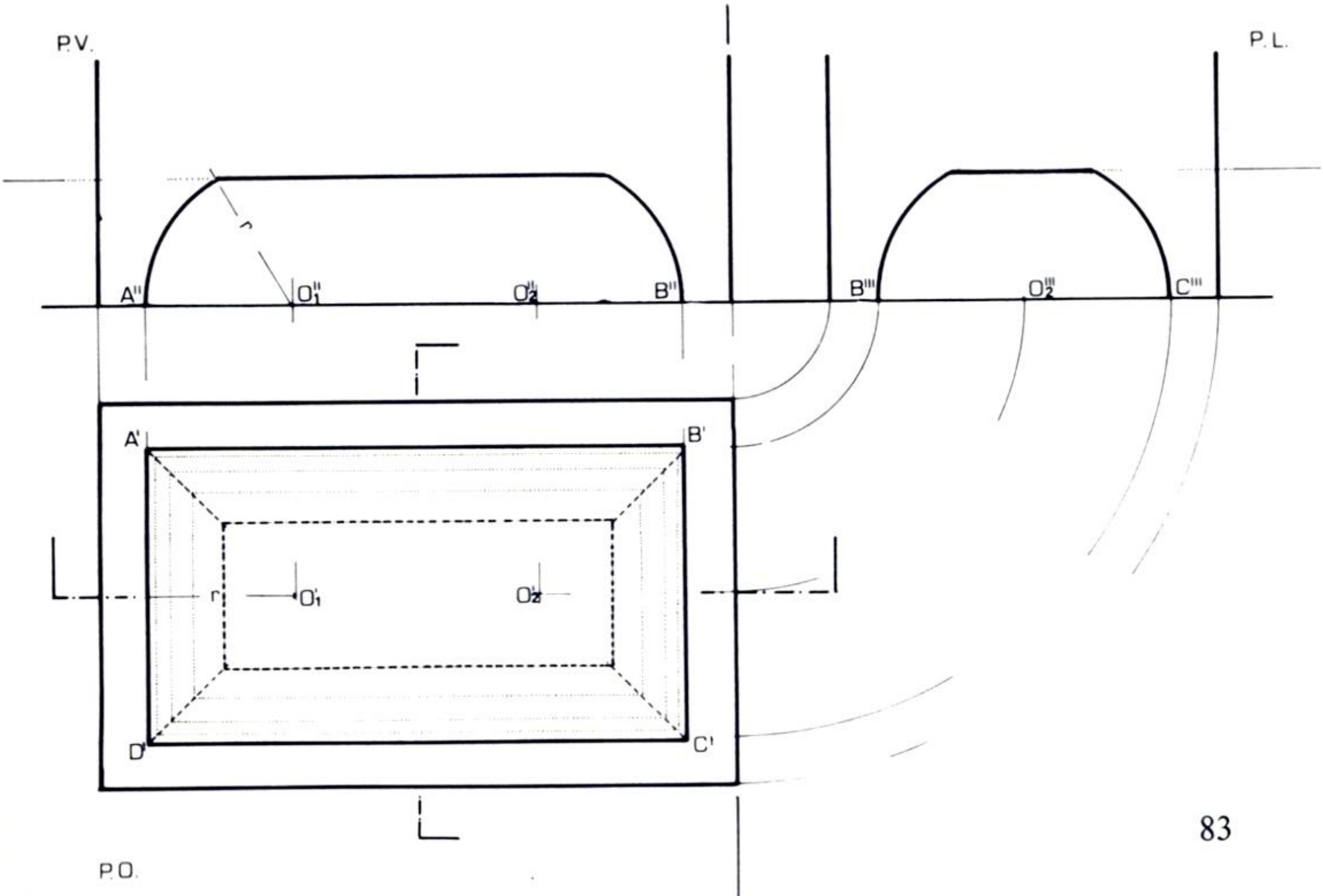
VOLTE A **SCHIFO**
O A **SPECCHIO**






Rimo Immobiliare

VOLTE A **SCHIFO** O A **SPECCHIO**



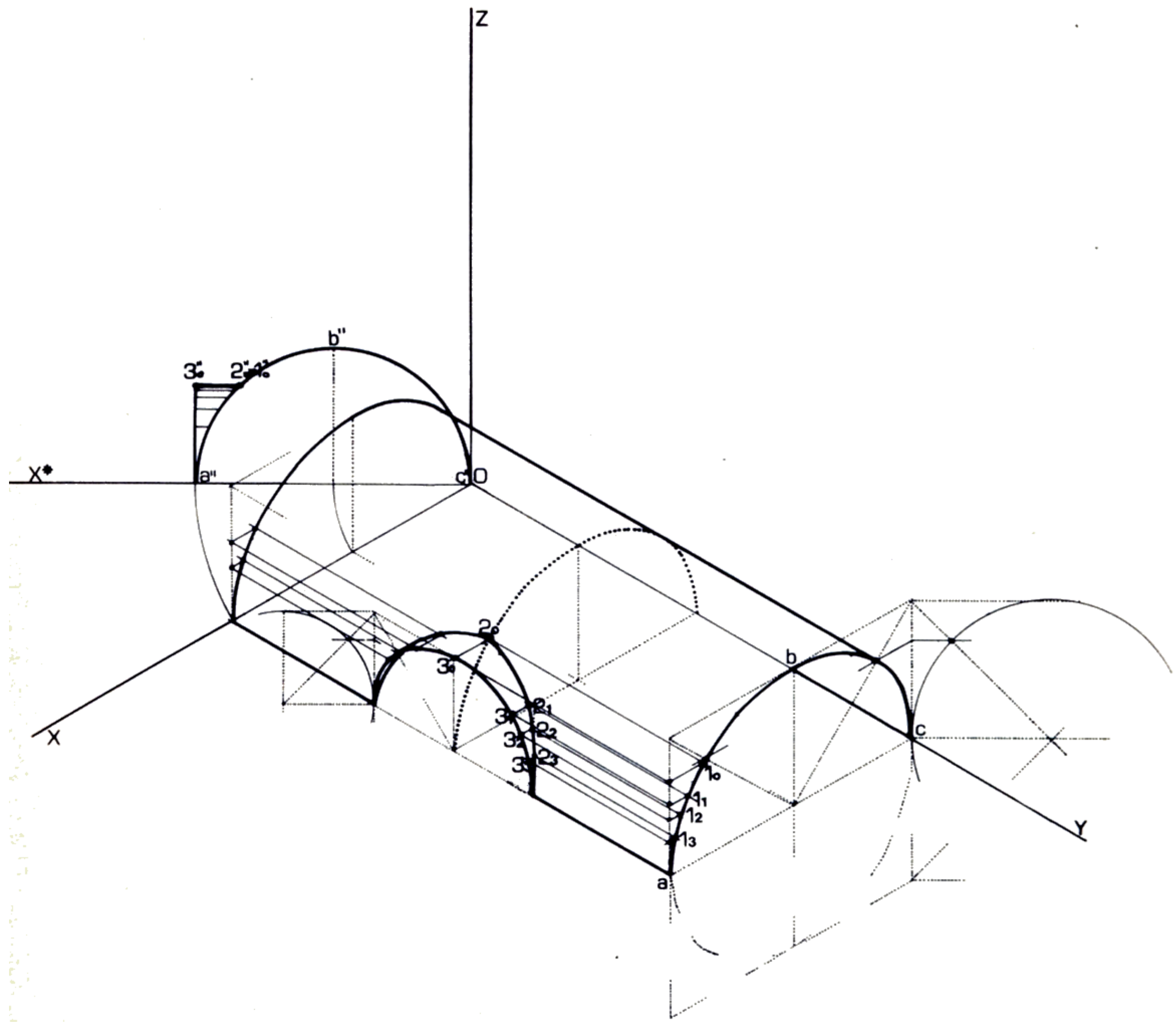
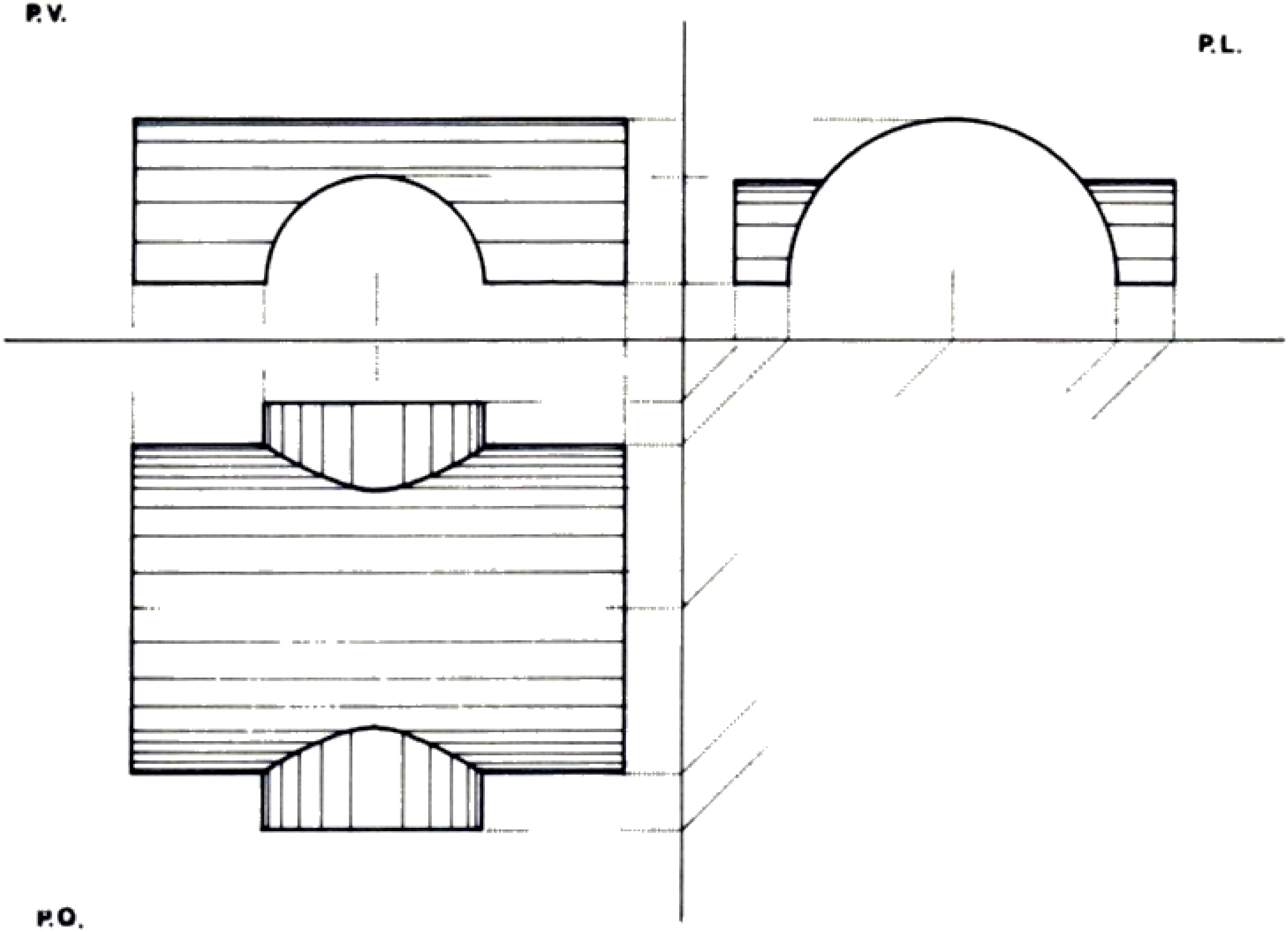


Fig. 61 - ASSONOMETRIA ISONOMETRIA ORTOGONALE DELLA SUPERFICIE DI INTRADOSSO DI UNA VOLTA A BOTTE LUNETTATA

Le generatrici $\overline{2_o 3_o}$, $\overline{2_1 3_1}$, $\overline{2_2 3_2}$, $\overline{2_3 3_3}$ della botte minore sono complanari rispettivamente con le generatrici $\overline{1_o 2_o}$, $\overline{1_1 2_1}$, $\overline{1_2 2_2}$, $\overline{1_3 2_3}$, della botte maggiore e si incontrano tra loro nei punti 2_o, 2_1, 2_2, 2_3. Questi congiunti determinano la curva di intersezione delle due superfici di intradosso.


P.V.
P.L.
P.O.

CUPOLE SEMPLICI e COMPOSTE

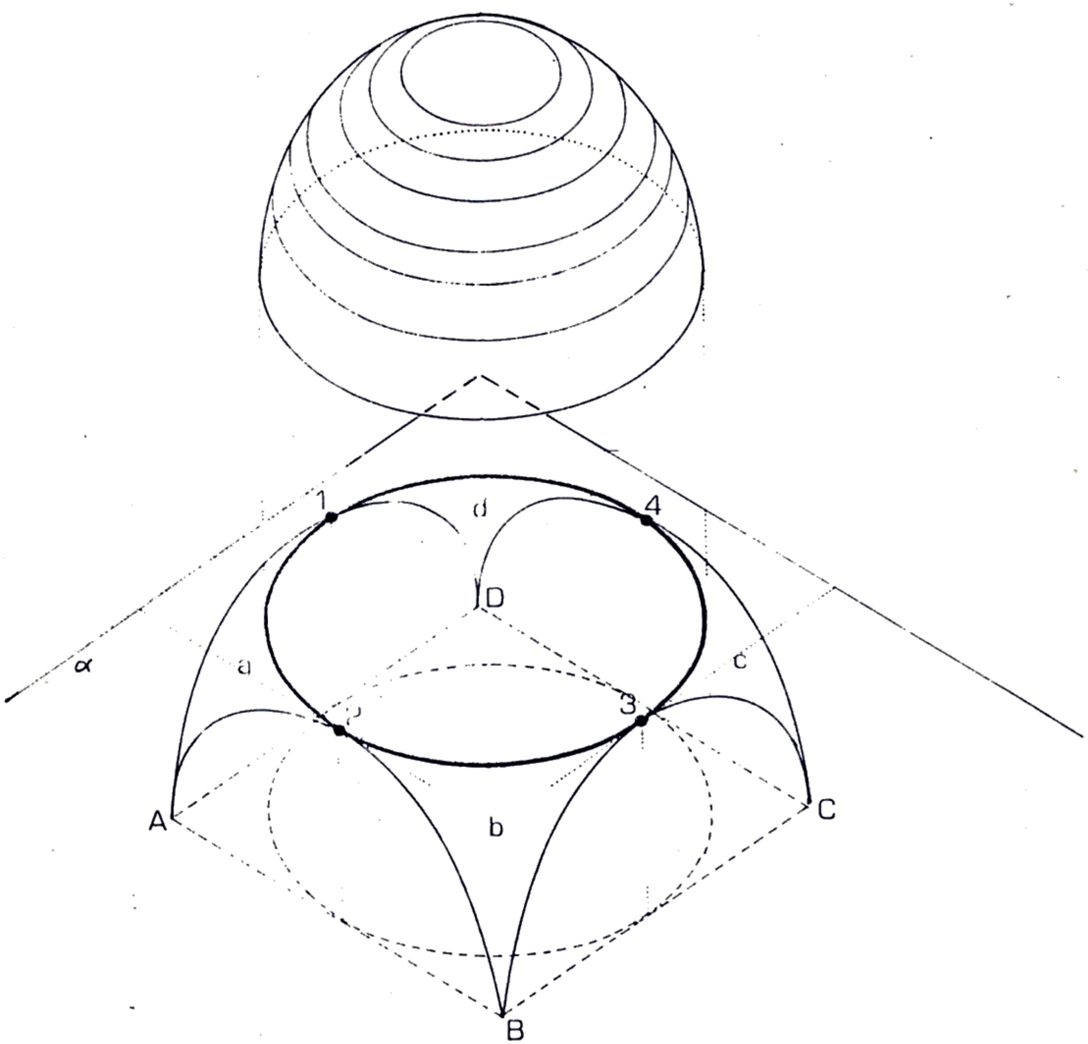
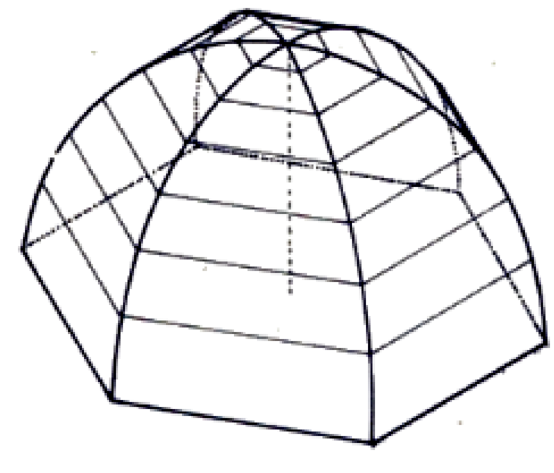


Fig. 70 - ASSONOMETRIA ISOMETRICA ORTOGONALE DI UNA CUPOLA SU PENNACCHI SFERICI
I quattro elementi a, b, c, d, originati dalla volta a vela sezionata dal piano orizzontale α, sono i pennacchi sferici e costituiscono le superfici di raccordo fra la cupola sferica e la pianta quadrata su cui essa è impostata.



Cupola composta da spicchi a base esagonale

CUPOLE SEMPLICI

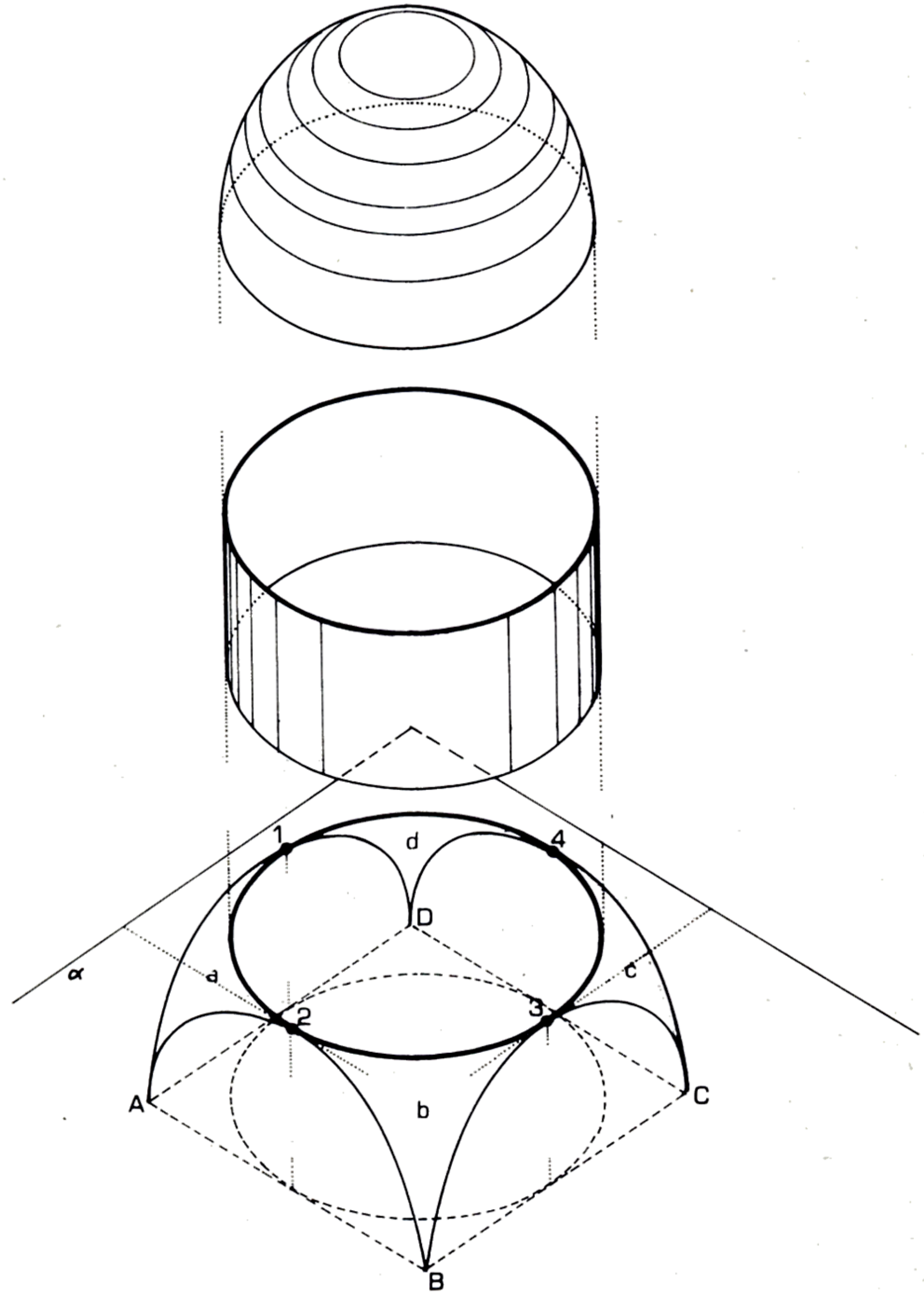


Fig. 71 – ASSONOMETRIA ISOMETRICA ORTOGONALE DI UNA CUPOLA SU PENNACCHI SFERICI E TAMBURO CIRCOLARE

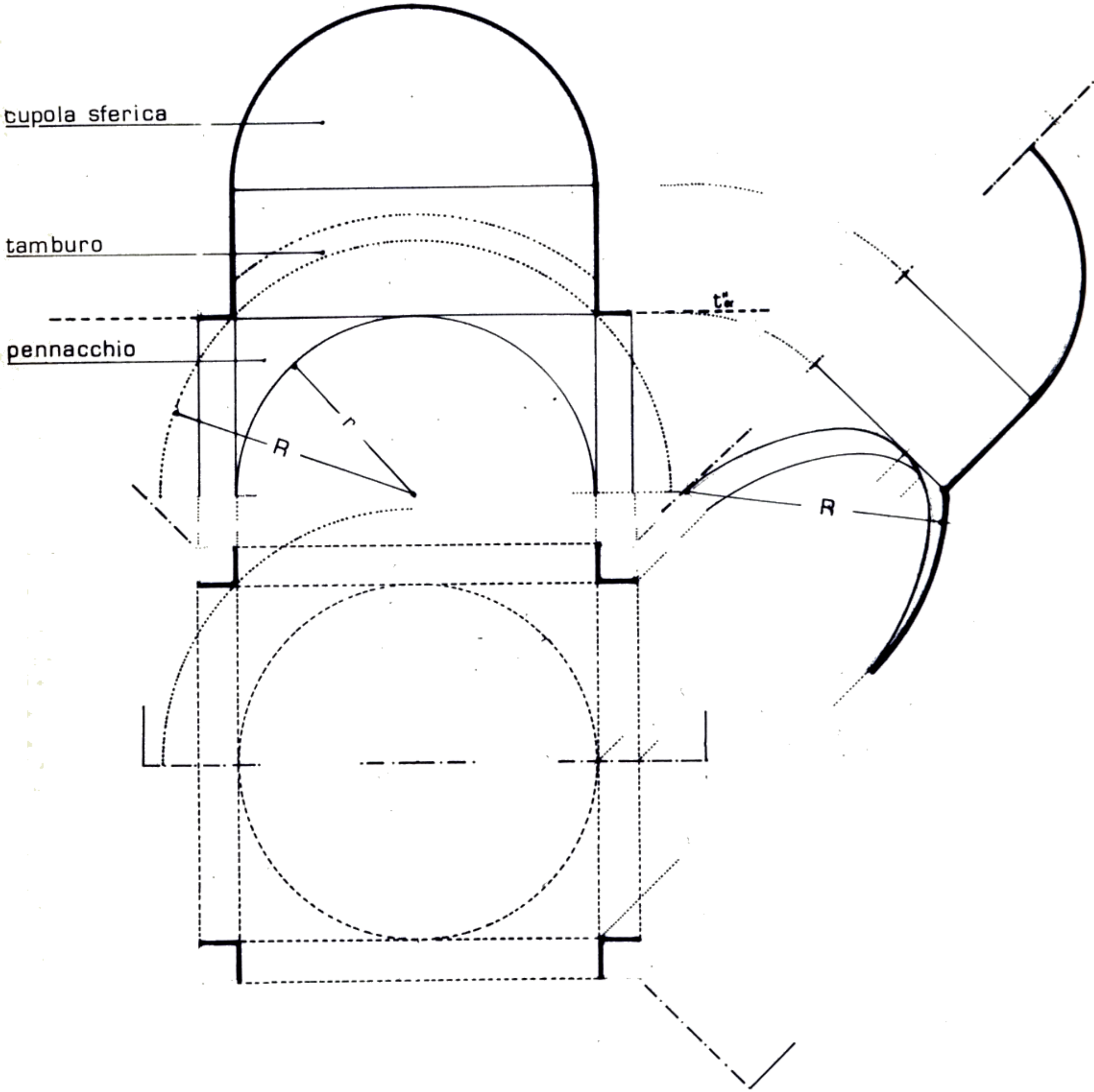


Fig. 72 - PIANTA, SEZIONE TRASVERSALE MEDIANA E SEZIONE DIAGONALE DI UNA CUPOLA SFERICA SU PENNACCHI E TAMBURO

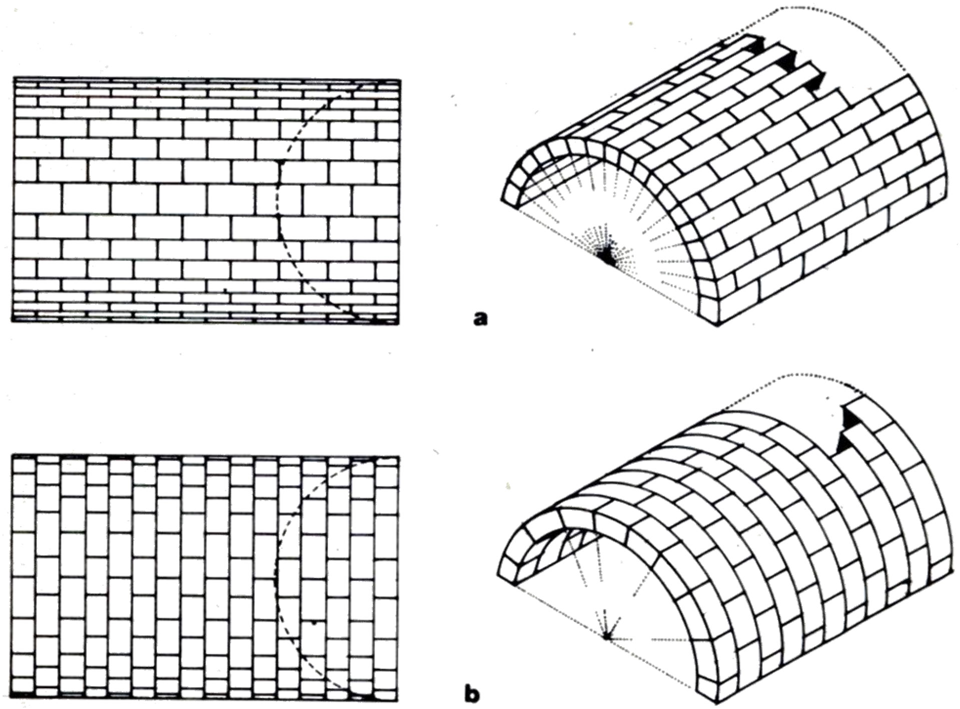


Fig. 73 - APPARECCHI DI VOLTA A BOTTE
a) ad elementi longitudinali
b) ad elementi trasversali

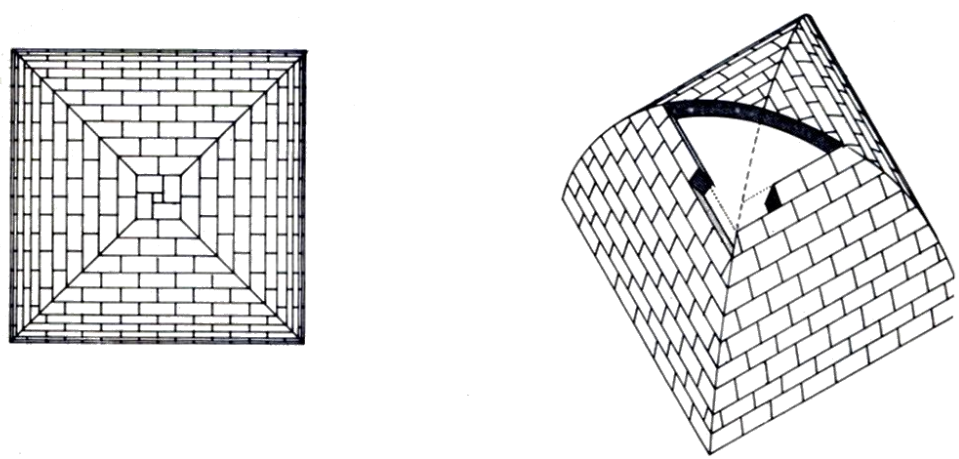


Fig. 74 - APPARECCHIO DI VOLTA A PADIGLIONE

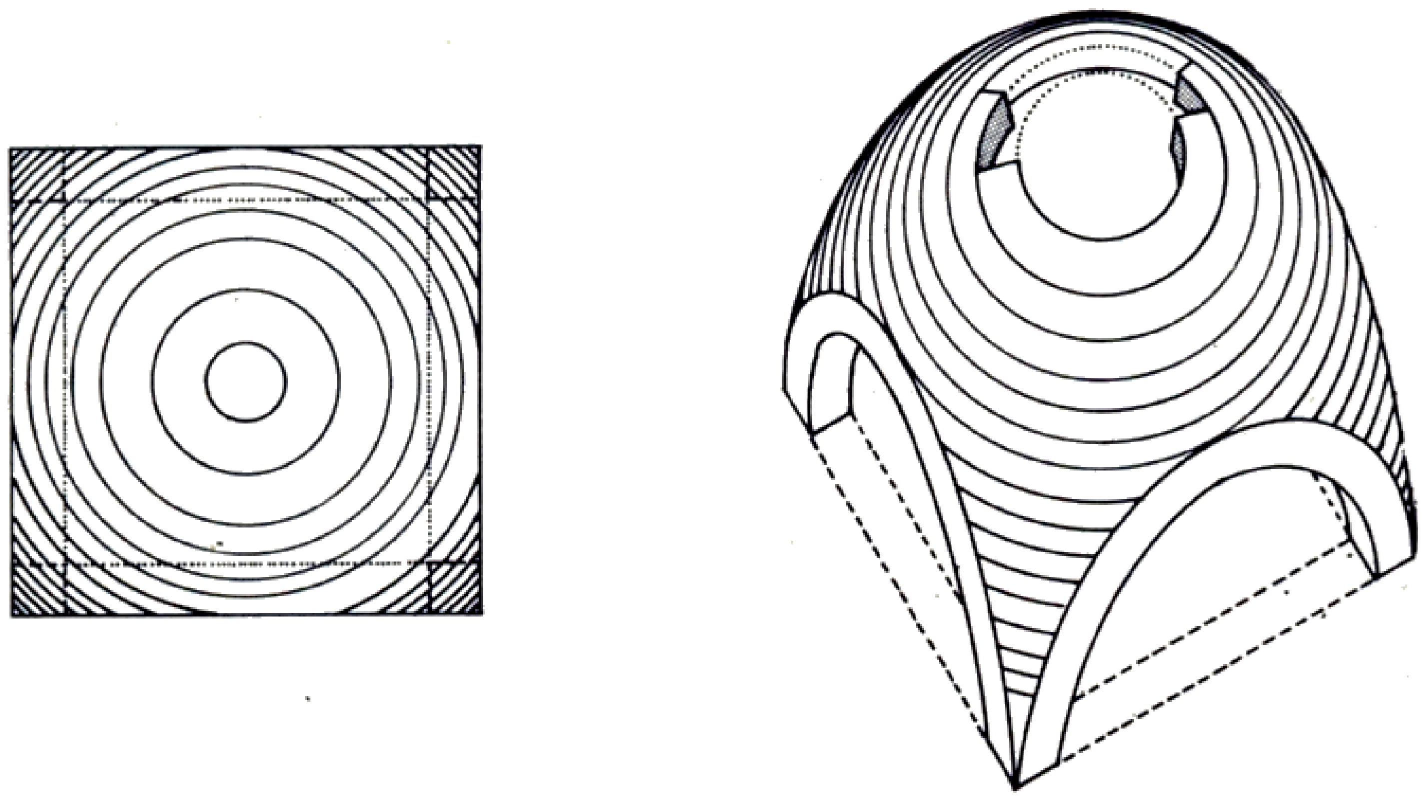


Fig. 75 - APPARECCHIO DI VOLTA A VELA

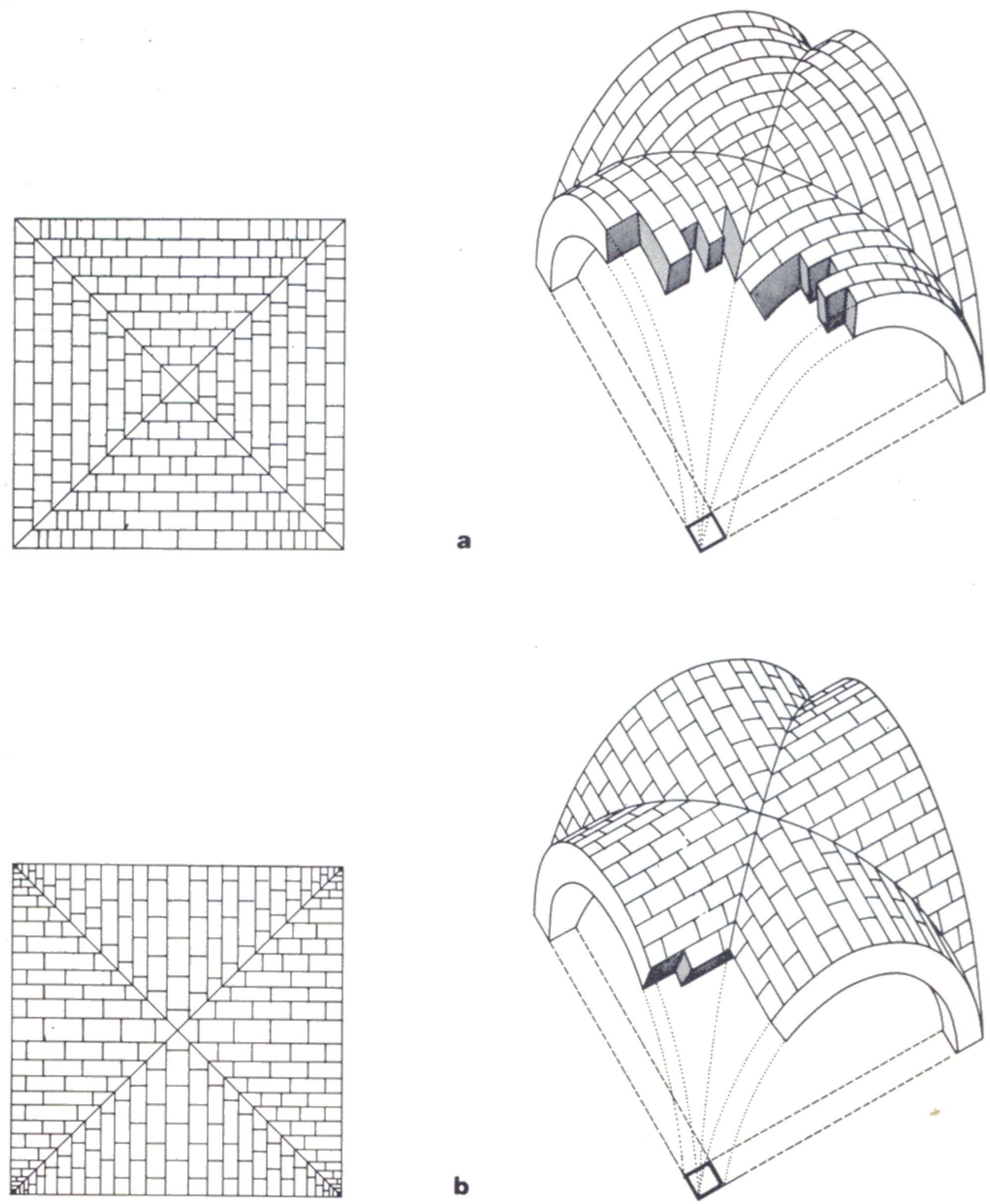
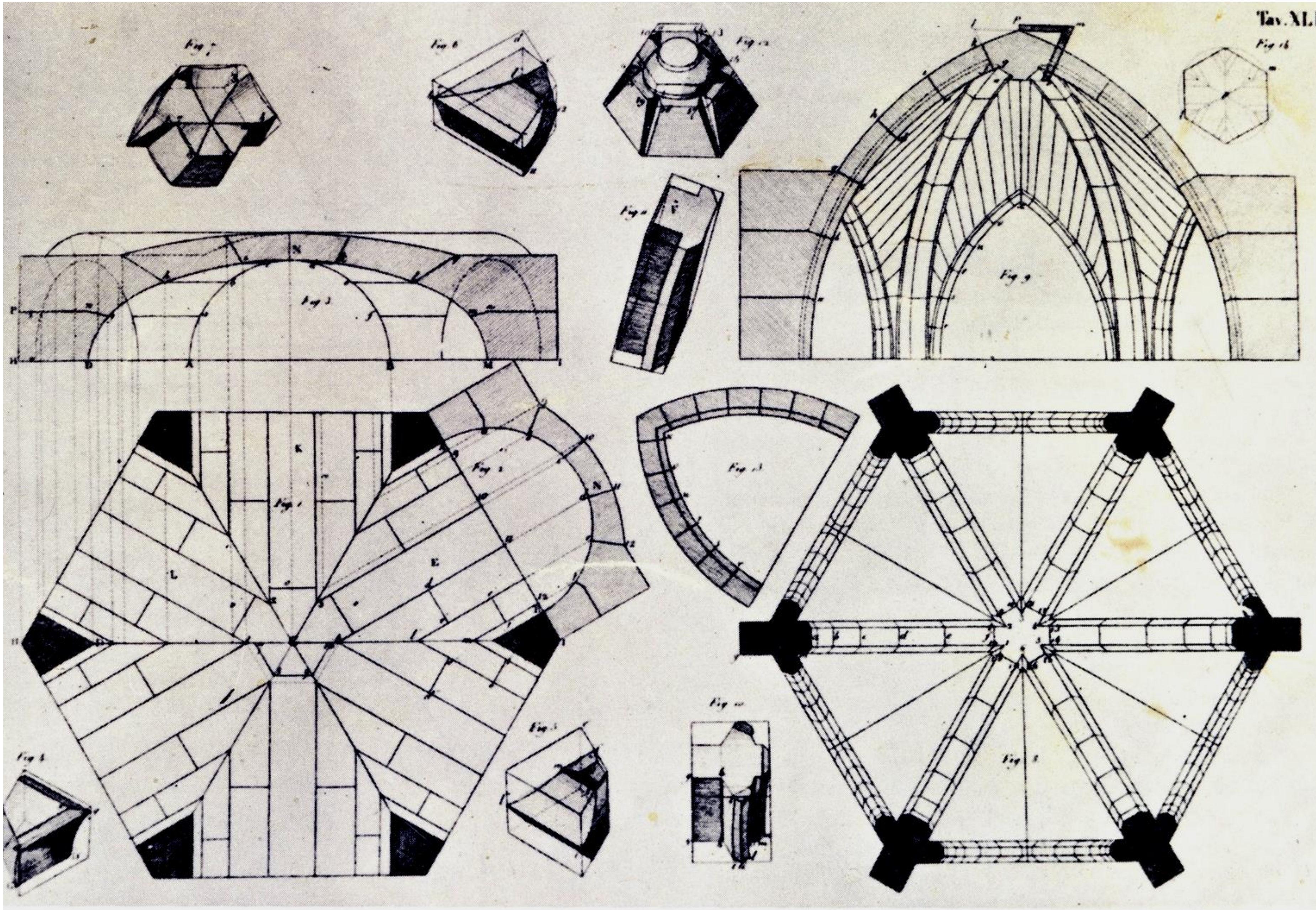
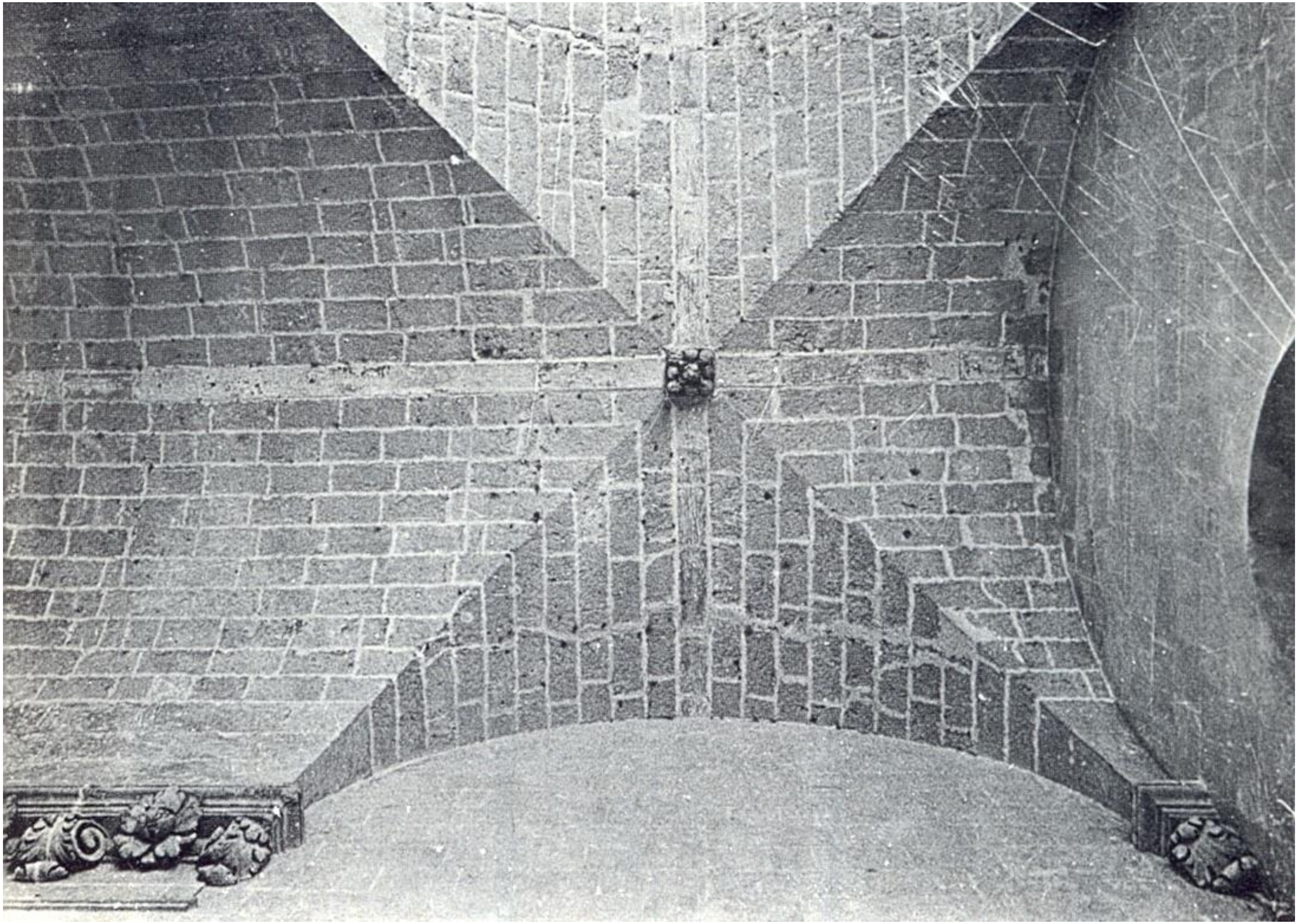


Fig. 76 - APPARECCHI DI VOLTA A CROCIERA RETTA
a) ad elementi trasversali
b) ad elementi longitudinali



G. Rondelet, Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare, 1802-1817



Carlo Zaccaria

LE VOLTE IN MURATURA

genesi geometrica e rappresentazione grafica

Adriatica editrice