



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

LE SUPERFICI VOLTATE DELLA MOSCHEA MASGID I GUM'A IN ISFAHAN

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

LE SUPERFICI VOLTATE DELLA MOSCHEA MASGID I GUM'A IN ISFAHAN / C. CRESCENZI. - STAMPA. - (2004).

Availability:

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/233538> of the repository was last updated on

Publisher:

Edito in proprio

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

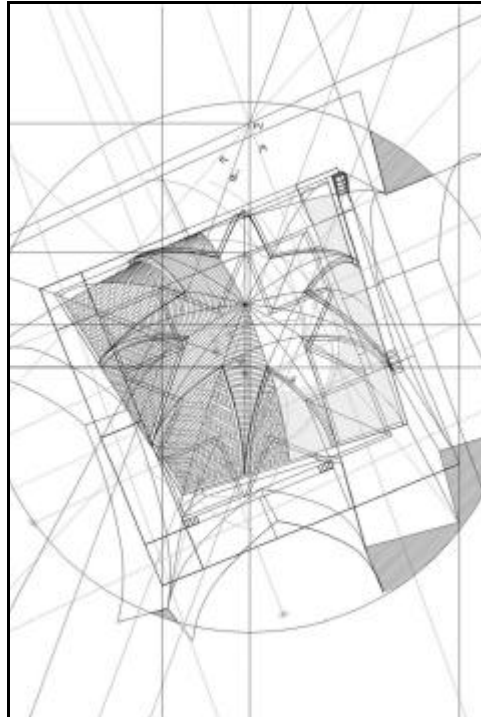
(Article begins on next page)

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE



DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E APPLICAZIONI PER L'ARCHITETTURA

Carmela Crescenzi



Le superfici voltate della moschea Masgid I Gum'A in Isfahân in Iran

**Corso di Fondamenti e Applicazioni della Geometria Descrittiva: 2001-2002
Firenze, Maggio 2004**

Manuali pratici riguardanti i principi base della geometria nelle applicazioni architettoniche, che spiegano la composizione di motivi geometrici bidimensionali, disegni di cupole ed archi e le caratteristiche del sistema voltato dei *muqarnas* furono scritti dai matematici *Abū Wajih al-Bujani* (morto nel 998) e da *Giyāh al-Dīn Jamāl al-Kāshī* (morto nel 1429). In questi scritti non si riscontrano guide rigorose dei principi geometrici. *Al Kāshī*, nel paragrafo che descrive la realizzazione dei profili in alzata dei *muqarnas*, ne definisce il rapporto fra altezza e la profondità, uno a due, ma termina dicendo che comunque può essere realizzato a discrezione dell'artigiano. Le "norme" trovano testimonianza nell'uso della griglia per la progettazione di architetture in alcuni disegni attribuiti ad un architetto del XIV sec. operante a Bukhara: la griglia non è solo un aiuto al disegno, ma serve a determinare misure e proporzioni degli elementi della costruzione stessa. Sfortunatamente si conoscono ancora meno i principi generali che governavano i disegni dell'alzata. Per quanto non numerose, le annotazioni raccolte indicano che le proporzioni che governavano la pianta della struttura si possono estendere alle sue proiezioni tridimensionali. La stessa discrezionalità e flessibilità nell'uso della geometria nel disegnare le piante fu applicata alla terza dimensione. Il sistema della proporzione aurea fu usato per la pianta e l'alzata nella cupola Nord nella Moschea di *Afshār*. L'architetto, pare, si sia avvalso dell'aiuto di un matematico per la realizzazione della volta: è notevole la geometria della superficie di rotazione della volta. Studi proporzionali fra pianta e prospetto condotti sull'architettura musulmana dell'Asia centrale confermano l'applicazione della geometria come strumento di progetto. Una verifica proporzionale sull'*Īlān* posto a sud è proposta da chi scrive (Fig. 2, 2a, 2b).

Fig.2a
Ipotesi geometrica del prospetto dell'*Īlān*. La stessa maglia che è stata applicata in pianta troverebbe riscontro in alzata, inoltre si è potuto notare che, quando i profili degli spigoli dei fusi si sviluppano su una maglia quadrata hanno i centri di curvatura nei punti di intersezione della maglia, di altri profili si è ottenuta una buona approssimazione.

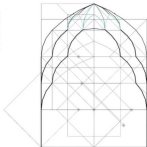


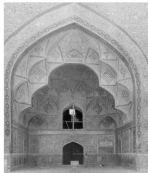
Fig.2b
SCHEMA GEOMETRICO DELL'*Īlān* posto a Sud. Lo schema è stato utilizzato sia per le proiezioni orizzontali che per quelle verticali.



Geometria e progetto nella moschea del Venerdì.

La moschea di impianto arabo è progettata in accordo con una unità base costituente una griglia con interasse pari a $m\ 4,3$ e con una luce in media di $m\ 3,4$. Questa maglia permette una copertura ad archi, a sedi murari e volte, oppure piana, orizzontale, ad orditura lignea. Originariamente i corpi di fabbrica (*riwāq*) che circondano il cortile erano coperti con struttura lignea, coperture che furono distrutte da un incendio nel 1100-1122. È in questa occasione che vengono costruite le volte nei *riwāq*. L'impianto seijudico, prima dell'aggiunta dell'*īkân* sul fronte nord del *Minār* presentava una forma rettangolare con un rapporto fra i lati del perimetro esterno di 3 a 2, il cortile interno di 5 a 4, (Fig. 1). La proiezione in pianta delle volte è data da quadrati ruotati e inscritti in altri e dalle diverse direzioni degli ottagoni da essi determinati (Fig. 3, 4). Rappresentata la geometria della pianta (Fig. 4) ho verificato se lo stesso schema avesse determinato la composizione dal prospetto del "portale". Il confronto dell'ipotesi dapprima con un profilo esterno dell'arco tratto dai rilievi del Galdieri (Fig. 5) e dal nell'fronto con la foto (Fig. 6) sembrano avvalorare la ricerca geometrica della composizione. Inoltre la geometria del profilo dell'arco è diverso da quello proposto da Mauss-Chaixy, il profilo è impostato sul quadrato ed i centri relativi appartengono alle maglie della griglia, il punto di tangenza fra le due curve che determinano la policentrica è il vertice di un ottagono inscritto (Fig. 5). Le stesse proporzioni del profilo si ritrovano nelle arcate di alcune campate interne. Le vele della volta sono in gran parte, in quella studiata, porzioni di cilindroidi che hanno come direttori gli archi policentrici e solo in alcune vele sono porzioni di coniche. La difficoltà della rappresentazione in prospetto consiste nella doppia corrispondenza dei punti proiettati in pianta nell'alzato, ciascun punto è vertice e base degli archi dell'asse superiore che parlano per direzioni opposte, e i punti doppi in alzato non lo sono in pianta (Fig. 8). La frammentazione dello spazio in circa 262 campate, potrebbe essere senz'altro dovuto solo a motivi strutturali e funzionali, ma comunque fa sorgere il dubbio che questa soluzione, così frammentata, questa molteplicità di

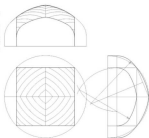
Fig. 3
Fronte e volta dell'*īkân* posto a Sud.



spazi sia voluta. Basti ricordare le moschee di *Al-Mirshid* a Toledo, un impianto quadrato con lato esterno di *m* 8 frammentato internamente in nove parti, voltate con altrettante configurazioni spaziali, certamente non per problemi strutturali. Nella planimetria attuale della moschea di *Iqbalân* si contano complessivamente 484 ambienti voltati!

Fig.4

Rappresentazione dello schema geometrico base della volta della moschea di *Iqbalân*. La superficie è stata generata con il profilo geometrico del "testo strano" rilevato da *Musa-Choty*. Le proiezioni in pianta sono state determinate col taglio della superficie con piani paralleli fra loro, avendo uno stesso angolo rispetto all'asse di imposta.



Modulo e frammentazione investono sia lo spazio bidimensionale sia quello tridimensionale. (Fig. 2, 2a, 2b). La trasformazione dello spazio dell'architettura islamica è caratterizzata dall'uso della decorazione considerata non come paramento, ma come caratteristica intrinseca della struttura architettonica. Materiali tipici per la realizzazione strutturale, quali il mattone, in Iran, e la pietra, in Turchia, sono usati indifferentemente per decorare l'architettura. La decorazione è intrinseca alla struttura. Lo sviluppo della decorazione geometrica, coincide, forse non a caso, al periodo di massimo sviluppo delle conoscenze matematiche e geometriche. I disegni geometrici bidimensionali sono realizzati su griglie lineari o radiali, dove il cerchio e lo sviluppo poligonale con forme stellari giocano un ruolo preminente. La rigida organizzazione modulare è resa flessibile dalla moltitudine delle direzioni, che si espandono e si raccolgono nelle linee che delimitano le superfici. (Fig. 5) La stessa maglia che supporta il tessuto decorativo è alla base dello sviluppo di elementi architettonici sia per le superfici bidimensionali sia per quelli tridimensionali. I costoloni delle volte, ad esempio, usati per motivi strutturali, suddividono e articolano con motivi geometrici la superficie. La stessa tessitura muraria presenta schemi geometrici con motivi semplici, basati sulle suddivisione e rotazione del quadrato, o forme stellari complesse. Il frazionamento della superficie probabilmente è d'aiuto alla realizzazione delle volte autoportanti delle moschee del Venerdì in *Ispahân*. I disegni geometrici delle Fig. 3, 6, 7, li rappresentano alcuni degli schemi delle partizioni geometriche, bidimensionali, delle 483 superfici voltate della moschea di *Ispahân*; le verifiche geometriche sulle superfici tridimensionali, sempre ipotetiche non avendo a disposizione i rilievi, sono in fase di studio.

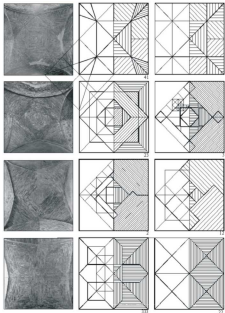


Fig. 6
Schemi geometrici piani, costituiti da quadrati radiali per le partizioni di alcune volte della moschea di *Ispahân*. La numerazione delle figure fa riferimento quella della planimetria del lavoro di E. SPOEDER

Fig.7
Schema risultante dalla rotazione di due pentagoni, le linee del disegno finale sono determinate da tratti dei profili pentagonali se si espandono dal centro fino al cerchio che li racchiude

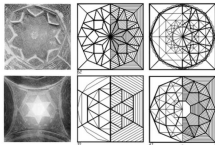
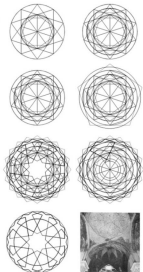
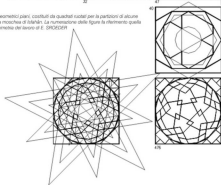


Fig.8
Schemi geometrici piani, costituiti da quadrati ruotati per la partizione di alcune volte della moschea di Isfahán. La numerazione delle figure fa riferimento a quella della planimetria del lavoro di E. SPROEDER



Note

¹ E. GALDERI, *Magdi e Ġumra in ISPAHÂN*, Roma, ISMED, 1972.

² Con il nome di moschea di tipo arabico (Arabic) intendiamo indicare l'organico islamico composto di un salotto o spazio aperto e di un fano o sala polifida ...³

⁴ JOHN WOOD, *Architettura islamica*, Einaudi Editrice, 1975, p. 136.

⁵ JOHN WOOD, *Op. cit.* p. 193.

⁶ R. HOROLD, *Test, Plan, and Building on the transmission of architectural knowledge*, in M. SEVTERKID, *Theories and principles of design in the architecture of Islamic societies*, Cambridge, Mass., 1988, pp. 1-12.

⁷ Per lo sviluppo della geometria nel mondo islamico vd. *Īn al-Ĥindasā'* *Enciclopedia of Islam*, 2^a ed.

Lo sviluppo dello studio della geometria in sé deve alla traduzione di testi dal greco e dal sanscrito in arabo nell' VIII e IX sec; nel X secolo interessanti sviluppi nel campo della geometria si riscontrano con i lavori di *Uthar al Khayyam*, *Abu' Wālī al-Būjārī*, *Abu Mansur al-Khwarizmi* and *Īn al-Haytham*.

⁸ L'ipotesi geometrica proposta si discosta dal disegno pubblicato da E. GALDERI, *op. cit.*, vol. II, pg. 117, solo nei due tagli dell'arco di facciata. L'ipotesi potrebbe essere giusta in quanto la proiezione delle volte riportate dall'autore potrebbe non essere frutto di un rilievo metrico. Da quanto si evince da una nota dello stesso autore, vol. II, pg. 7, nota 5, non esiste pubblicato un corretto e attendibile rilievo dell'intero manufatto, le stereotipometrie delle volte pubblicate riguardano solo una minima parte delle volte.

⁹ MOHAMMAD ALASAD, *Applicators of geometry. The Mosque. History, architecture, development & regional diversity*, London, Thames and Hudson Ltd, 1994. Pp 55-70. "...Questi manuali... Non comunicavano conoscenze matematiche avanzate poco conosciute, e non diffondevano principi teorici dell'architettura, non esploravano il simbolismo delle specifiche forme geometriche o dei sistemi proporzionali, erano principalmente manuali teorici che miravano a semplificare e a diffondere i principi matematici agli iniziati alla matematica..."

¹⁰ R. HOROLD *Op. Cit.*

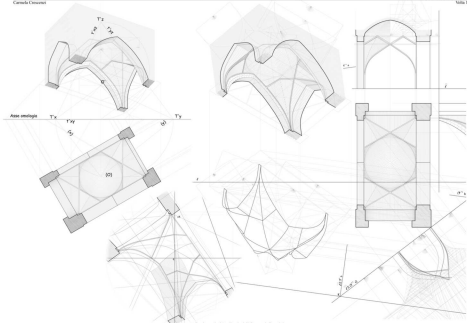
¹¹ D. GRASAR, *The Great Mosque of Ispahan*, New York and London, 1990.

¹² E. GALDERI *Op. cit.*, vol. II, 1972.

¹³ ... Alla luce di questi ipotesi, basate basate su dati concreti sinora sconosciuti, abbiamo tentato la ricostruzione grafica della pianta abbasside... quale doveva apparire almeno sino alla fine del IX secolo: sembra che essa fosse composta di 202 vani (sette in ambienti coperti e ventita quadrilateri), alcuni coperti sarebbe stati sorretti da 355 colonne circolari in grigio (mattoni cotti); essa era delimitata dal grande muro perimetrale in cotto.

¹⁴ *Planimetria* di E. SPOEDER in A.L. POPE, *A Survey of Persian Art*, Oxford 1938-1958, vol. II, 1939, Fig. 328.

¹⁵ R. SANPAOLOSI, *Struttura a cupola autopotenti*, in *Pelleo*, nr. 1-2, 1971.

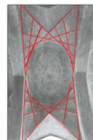




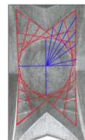
Moschea del Venerdì
Pianta generale



volta 19



Raddrizzamento
fotografico



L'imposta della
cupola è un poligono
a sedici lati

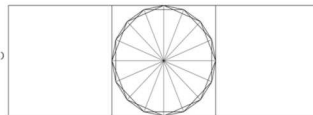


Costruzione
dell'ottagono
regolare

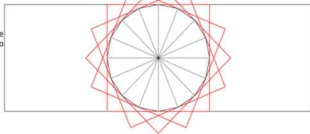
Rotazione
dell'ottagono regolare
attorno al centro del
cerchio circoscritto



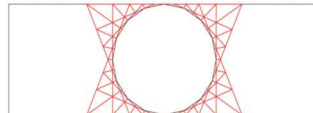
Individuazione del
modulo (tre quadrati)
in cui inserire la
genesi



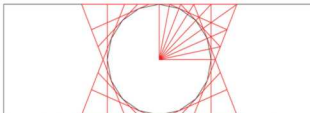
Rotazione del
quadrato centrale
attorno al centro
del cerchio e in
dividuzione dei
raggi dei costo-
toni della volta



Prolungamenti e
tagli dei lati dei
quadrati ruotati in
corrispondenza
delle estremità del
modulo



La geometria
individuata
corrisponde a
quella rilevata
sulla foto
della volta





Archi di partenza per la genesi della volta



Disposizione dell'arco attorno al centro della pianta e secondo gli assi geometrici individuati



Posizionamento degli archi secondari della volta



Taglio degli archi e struttura completa della volta



Generazione di tutte le superfici della volta



Posizionamento dei filari di mattoni sulle superfici



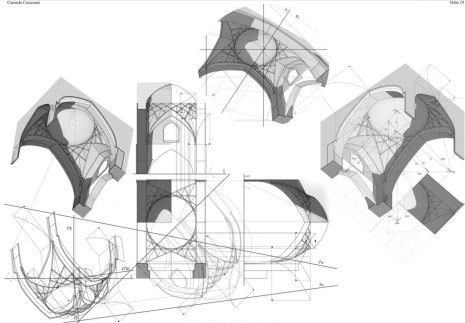
rendering della volta
intradossu ed estradossu

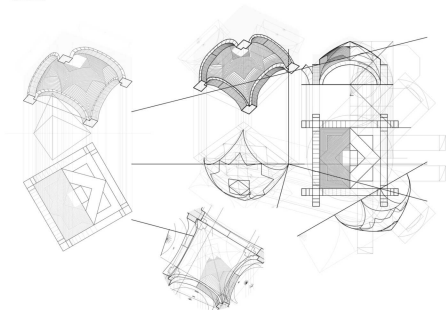


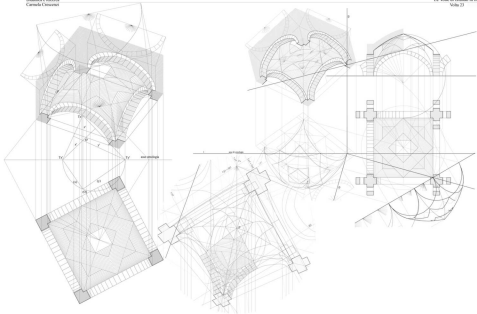
Fondamenti ed Applicazioni di Geometria Descrittiva
Autore: L. Caraccioli

Controllo delle intersezioni
tra i costoloni

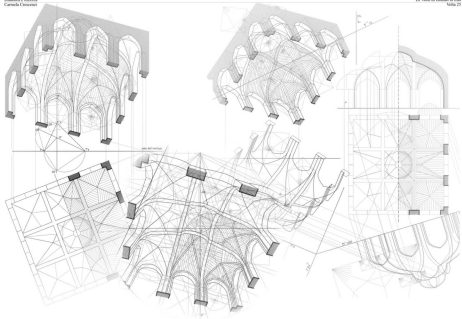


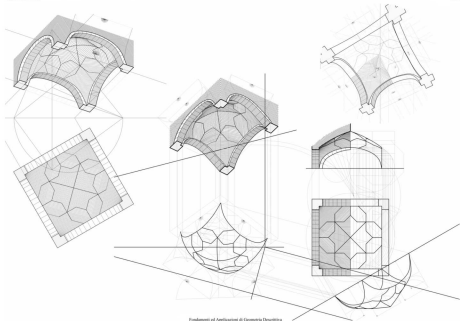


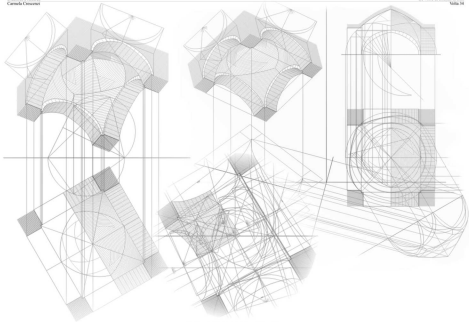


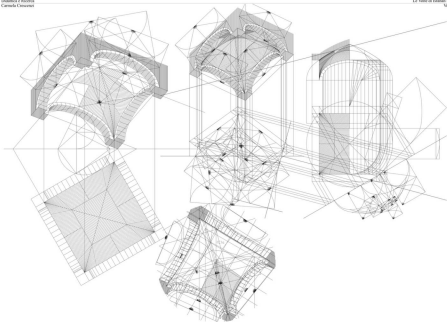


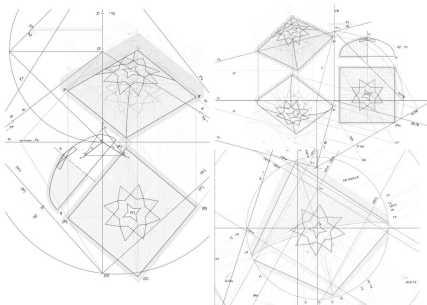
Fondamenti ed Applicazioni di Geometria Descrittiva
Autore: L. Ballocci











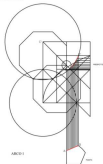


FIG. 4
L'arco di cerchio è il risultato della rotazione del segmento AB intorno al punto A, con un angolo di 90°.



FIG. 5
L'arco di cerchio è il risultato della rotazione del segmento AB intorno al punto A, con un angolo di 90°.



FIG. 9
L'arco di cerchio è il risultato della rotazione del segmento AB intorno al punto A, con un angolo di 90°.



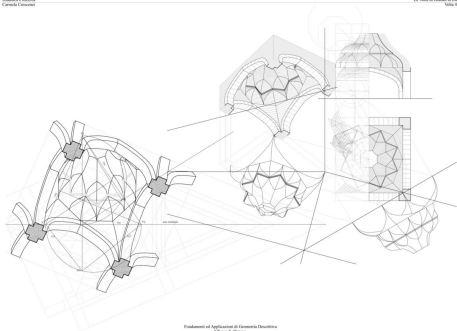




Fig. 1
Disegnare la circonferenza "O" in dieci punti uguali ottenuta dalla costruzione del pentagono (1,2,3,4,5) con le sue diagonali e i punti 1,2,3... (10) giacenti appunto sulla "O".
I vertici-quasi punti vale a dire-gli angoli del cerchio.
Prolungare successivamente i dieci lati della figura e otterrai una nuova stella costruita dai punti 11,11,11,14... (25) (26).
Dalle punte della stella appena disegnata tracciare una nuova circonferenza che chiameremo "O".



Fig. 2
Utilizzi punti 21,22,23... (30) ovvero i vertici interni della stella e otterrai così un nuovo decagono. Successivamente prolunga i sei lati e otterrai una nuova stella di vertici 21,22,23... (40).
Utilizza i sei punti in modo da ricavare due pentagoni (quasi) interi e dai vertici di questi facile passare una circonferenza scoperta di quanto O' che chiameremo "O".

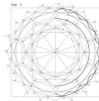


Fig. 3
Facile notare una dei disegni precedentemente disegnati in modo da dividere la figura in venti spicchi uguali.
Per ogni uno facile corrispondere il vertice di un pentagono costruito sempre alla circonferenza "O".
L'intersezione tra i pentagoni da origini ad una nuova serie di punti 41,42,43... (60) appartenenti ancora ad una nuova circonferenza che chiameremo con il numero "O".
Questo procedimento viene ripetuto a base della stella.

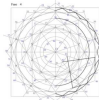


Fig. 4
Ripetendo in questo la parte centrale del disegno si ricava la circonferenza "O" scoperta di quanto O' ma di diametro pari al raggio della circonferenza "O".
L'intersezione della I con gli assi (verticali) del disegno (1,2,3,4,5) identifica un'altra serie di punti 61,62... (30).
Come si ritorna a capire più facilmente guardando la figura, tracciare i quattro ultimi punti con questi inizialmente ricavati durante la fase (1,2,3... (30)).
Prolunga successivamente i segmenti appena disegnati fino a farlo intersecare con il prolungamento dei segmenti trovati nella fase precedente (più 71, 61,71... (40)).



Fig. 5
Ripete l'operazione sempre sulla fase 1,4 per tutti i punti trovati sulla circonferenza "O".
11,42,43... (60), ottenendo così le posizioni mancanti del disegno collegando sulla stella.



Fig. 6
Disegno della stella n. 98 ottenuto dal metodo fotografico e dallo studio della parte geometrica.



Fig. 7
Dalla fotografia e facilmente dedurre che il disegno riprodotto nello specchio della stella non sia il fronte della particolare parte in opera del numero della stella come avviene in realtà anche sopra della medesima (vedi fig. n. 1) ma sia il risultato ottenuto dalla parte di filati di metallo che vengono ritagliati e disposti precedentemente secondo (fig. n.2).

Figura 1



Figura 2





Area n.1

Area n.1. Costruzione la corda ABCDE. Divide circolarmente la figura variatamente e concentricamente con i segmenti EF, FG, GH. Otterrai quattro nuovi quadrati con lato pari alla metà del lato del quadrato iniziale GHIKLM. Basta uno dei quadrati più piccoli in modo che il suo lato sia parallelo alla diagonale del quadrato maggiore. Disegna tali quadrati per ogni punto (A, B, C, D, E, F, G, H) in modo che il suo centro coincida con i punti precedentemente elencati. L'intersezione del quadrato "VI" con il segmento EF (con identico il primo centro dell'arco, quindi con raggio pari a EF/2) traccia la prima corda. Fissa l'affermazione con lo stesso quadrato "VII" (l'intersezione del quadrato "VI" con il segmento GH) nel punto di individuare il secondo centro dell'arco, con raggio 1/2 EF, quindi descrivi la parte mancante dell'arco, ovvero la corda (I, G). Ripeti concentricamente le operazioni per la parte destra della figura.



Area n.2

Area n.2 (Dante Taddei). Si divide la corda AB in quattro parti uguali e si tracciano A, C1, D1, E1, B1 i punti che dividono i segmenti orizzontali. Con raggio (A, C1) (B, C1) pari a 1/3 parti della corda si descrivono, sotto il piano di imposta, i quattro archi di circonferenza il centro C1 e A, B e C1 che si intersecano, due a due, nei punti C2 e C3 rispettivamente a destra e sinistra dell'arco. Si costruiscono le corde (C1, C2) e (C1, C3) (A, C1) si descrive il profilo come segue: Centro in C1 con raggio (C1, C2) Ad fine ad incontrarsi la (C1, C2) in D1, centro in C2, raggio (C1, D1), si riprenda la curva a così via con i centri in C3 e C4.



Area n.3

Area n.3 (Dante Taddei). Con centro O si descrivono una circonferenza di raggio pari ad un ottavo della corda (AB) questa identifica sulla corda stessa il suo centro C2 e C3. Tracciati concentricamente sull'inflessa, i quattro punti così determinati A, C1, C2, B1. Si si disegna il profilo con centro in C2 e raggio (C2, B1) con centro in C1 e raggio (C1, A).

Modellamento



Costruzione reale



Area n.4



Area n.5



Area n.6

Osservando la figura riportata a fianco (Fig. 1.2.3-6), si può comprendere come il capo (ricordo il problema del disegno della cupola, essendo questo, come precedentemente descritto, non conosciuto nella natura ma generato da naturali legami) viene spogliato di questa. Procede in costruzione la figura 1.2.3 si saprà come 2 piani paralleli tagliando la cupola (come possono essere i piani passanti per le linee laterali dei mattoni che formano il disegno) non danno origine a sezioni simili. Per questo motivo ogni mattono che costituisce il disegno viene scudato una estremità ancora all'angolo "V" (Fig. 4, base 2) e l'altra estremità, oltre a scudare una estremità ancora all'angolo "V" (Fig. 4, base 2) e l'altra estremità, oltre a scudare una estremità ancora all'angolo "V" (Fig. 4, base 2).

Figura n.1



Figura n.2



Figura n.3



Figura n.4

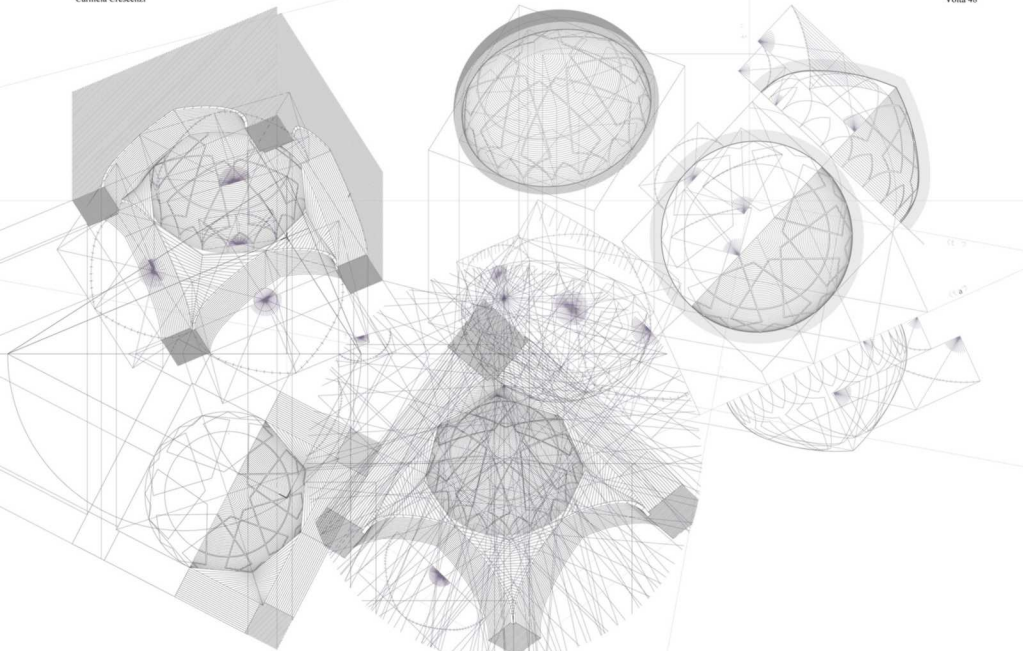


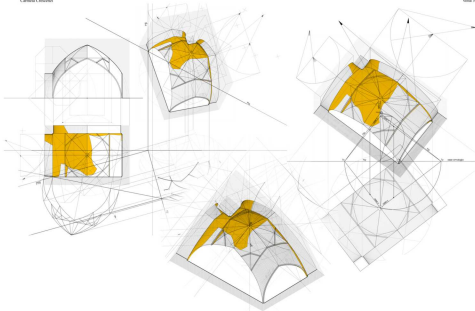
Figura n.5

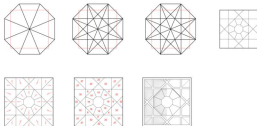


Figura n.6





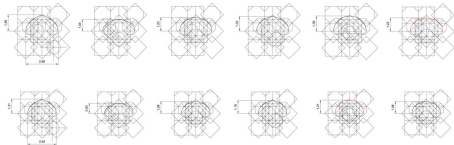
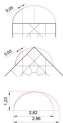


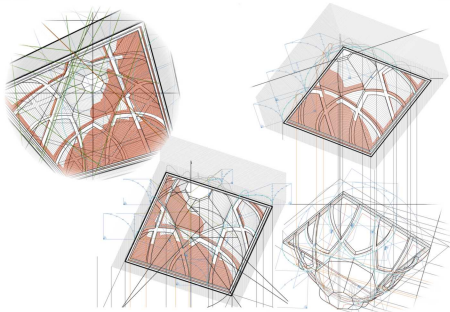


Quando alle misure standard esistenti in genere della mensola in base alla tavola grafica disponibile è stato possibile valutare approssimativamente la quota ricavata dalla foto, in modo da valutare quali potessero essere gli archi e i raggi che formano la struttura della volta.

Gli archi sono stati costruiti a partire da uno schema di base in cui sono state variate la posizione dei centri, secondo le misure delle basi dei due archi fondamentali, il necessario trovare due tipi di costruzioni che facciano risultare la stessa altezza $H=0,96m$.

Una volta noti i due archi occorre stabilirli nel numero di multipli rilevabile dalle foto, per verificare che in entrambi risultino le stesse dimensioni.





Genesi degli archi



La struttura della cupola si intende formata da archi "sopraposti" e quindi spigoli tutti angolari, quindi da linee (Fig. 34), disposti in quattro modi come mostrato nella parte della Tavola I.

Per costruire a parte le costanti di tali archi si è riferita la costruzione di base e prospettiva costruita in Architetto (Fig. 35). Discendendo poi approssimativamente necessariamente, si è considerato nell'Architetto la costruzione mostrata in Fig. 36 e che, così, tra di loro sono, come anche a due costanti, non diverse, parte di disegni di spigoli al di sotto della quota di base. L'arco più alto si ritiene generato da un arco sferico di più basso e parabolico, e con coefficiente che è costante secondo le costanti. Il profilo di questo arco è detto "arco" nel modo convenzionale, e delimita il profilo degli altri parabolici che delimitano l'intera cupola.

Genesi delle superfici

Le superfici sono che delimitano la volta e si generano sulle costanti definite dagli archi con il quadrato di base. La superficie è una curva generata a mezzo di archi di centro per un punto, in ogni direzione del tutto appoggiato a punti paralleli con il base e inclinati di 30° rispetto al centro, tale per la base e la distanza tra i punti paralleli la disposizione dei due costanti. L'altezza del base è una costante uguale e uguale per tutte le superfici e costante delimitata per 40% l'altezza della curva normale della superficie 1.



Superficie 1.



Superficie 2.



Superficie 3.



Superficie 4.



La costante della costruzione dell'arco base che si delimita il profilo generato attorno all'asse centrale del sistema, questa costante è il risultato che si ritiene normale a essere una costante ad essere il risultato del coefficiente che si trova alla base della costruzione lungo il profilo della superficie e parabolico al centro. Una volta ottenuto il profilo come mostrato, si si fanno approssimazioni con degli "archi base". La superficie si apre in una serie centrale di archi.



La costante costruita lungo il profilo della volta e base sono i due archi approssimativi. Una volta ottenuto l'arco che delimita il profilo centrale di tale superficie, si trova un secondo arco che costruisce la superficie nei punti centrali del piano e che si delimita al centro con un valore pari a 1/4 della base. A questo secondo arco approssimativo sono degli "archi base". La superficie si apre in una serie centrale di archi.

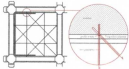


L'arco a che delimita il profilo della superficie si costruisce, appreso oltre un arco al centro del quadrato di base, il numero di intersezione della due volte e base che si intersecano genero degli archi. Superficie come per la Superficie 2 una volta ottenuto l'arco parabolico la costruzione di volta è data a e l'approssimativo, il centro un secondo arco che costruisce la parte superiore e il diametro al centro di un valore pari a 1/4 della base. La superficie si apre in una serie centrale di archi.

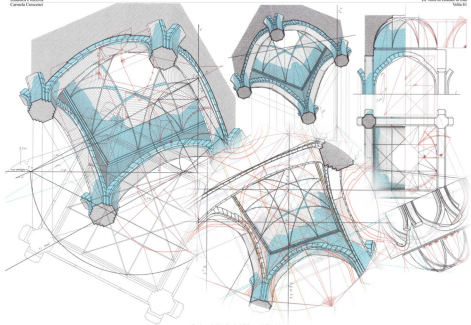


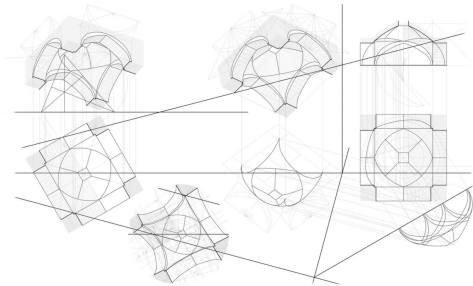
La costante approssimativa alla parte superiore di costruzione costruita nel caso 1. Questa è il risultato del sistema costruito attorno al centro della base. La superficie si apre in una serie centrale di archi.

Genesi delle costole



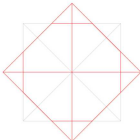
La costante si costruisce approssimativa l'arco di un profilo lungo gli archi generati. Il profilo di base è un arco che si costruisce la superficie di volta laterale e mostra in piano un'apertura pari a 1/4 dell'altezza di base di base e una profondità del suo generato pari a 1/4 di base. Una volta appreso quell'arco sono due archi la superficie costruita e delimitata, con il base costruita, parte della costante con valore a base.



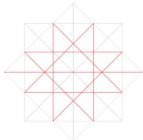




La volta si imposta su una pianta di forma quadrata .



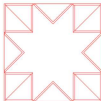
Rivolando il quadrato di base di 45° si ottiene un ottagono inscritto nel quadrato.



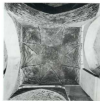
Si uniscono i punti di intersezione tra i due quadrati con linee orizzontali, verticali e a 45°.



Dal reticolo ottenuto si ricava il disegno della stella.



La volta risulta quindi composta da una parte centrale a forma di stella delimitata da costoloni e da spicchi che raccordano la stella con il quadrato di base.





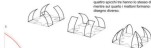
Per definire la forma della volta si sono determinati sui archi Turchi i primi nella sezione 1 e si sta forse nella gerarchia delle curve centrali della volta cioè la stella 2 secondo nella sezione 2 permette di determinare la conformazione degli spicchi.

I costoloni si trovano esattamente lungo gli archi che determinano la stella con figure che ha le dimensioni della sezione del costolone.

I costoloni risultano sporgenti rispetto alla superficie della stella in degli spicchi intermedi, mentre sono complanati rispetto agli spicchi-estremi negli angoli della volta.



Gli spicchi collocati negli angoli della volta sono impostati su un quadrato interno a quello principale e formano superficie e complanati di costolone. Quindi dopo aver trovato il costolone si comporrà il suo arco più interno e da questo si parte per generare la superficie della spicchi.



L'arco nella sezione 1 si è determinato secondo la lunghezza della sua proiezione in pianta e il numero dei mattoni considerati nella dimensione del loro spessore, che è necessariamente lungo l'arco.

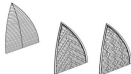
La parte centrale della volta, cioè la stella, è ottenuta per rivoluzione di questo arco intorno ad un asse verticale. La stella esterna deve essere poi suddivisa nei piani verticali costolati secondo la stella che costituiscono il disegno della stella.

Gli spicchi intermedi si trovano su una superficie curva sia quella della stella (si trova definendo la conformazione del quattro spicchi che si trovano sulla linea centrale della volta, per poi passare a definire quelli collocati negli angoli. Si è determinato prima l'arco nella sezione 2, concordando le misure della sua proiezione in pianta e il numero dei mattoni, considerati nella dimensione del loro spessore, che è necessariamente lungo la sua lunghezza.

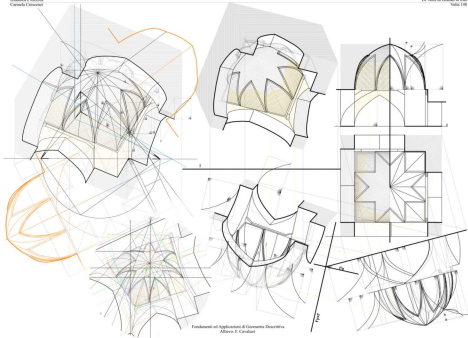
Dopo aver trovato questo arco si è messo a confronto con l'arco della sezione 1, nella quale si già stato individuato la posizione dei mattoni, tracciando linee parallele a terra e individuando anche sul secondo arco i punti che corrispondono fondamento dei fili di mattoni.

Si sono disegnati questi archi per tre punti, appartenenti a piani paralleli a terra, due sui punti già generati negli archi che definiscono la stella e il terzo si trova sull'arco della sezione 2. Questi archi per tre punti definiscono la superficie della spicchi.

Da questa superficie si è poi ricostruito il disegno formato dai mattoni e solo ora del quattro spicchi hanno il stesso disegno, mentre sul quello i mattoni formano un disegno diverso.



La volta poggia su pilastri, uno dei quali ha una conformazione ad angoli che definisce una riduzione della spicchi ad arco su due lati. Si sono quindi determinati due archi tutto di diversa dimensione, ricostituiti attraverso proiezioni con la pianta della volta.



Fondamenti ed Applicazioni di Geometria Descrittiva
Allievo: F. Cavalieri



La prima fase consiste nell'individuazione del numero delle fasce individuabile dalla fotografia
Il successivo passaggio riguarda la costruzione di circonferenze - sezioni aventi come raggi la distanza 1-1A, ed intersecanti la superficie secondo archi paralleli



Nella seconda fase sono stati individuati piani paralleli a quello basale dello spicchio della superficie che viene intersecata secondo archi



Nella terza fase dai punti di intersezione degli archi paralleli a quello basale e dalle circonferenze sezione sono stati individuati i punti che formano la losanga



La prima superficie di rivoluzione su cui si imposta la cupola a' generata da un arco aa' costruito

- la lunghezza dell'arco determina il lato del quadrato
- $1/4$ della misura del lato determina il quadrato più piccolo
- il punto a' il centro del primo arco
- il punto B' il centro del secondo arco



Il secondo arco genera la cupola aa' costruito geometricamente in modo analogo al precedente

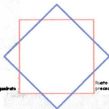


Gli altri archi sono stati individuati facendo centro nei punti C,D,E'

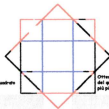




Considerare che i lati
si inseguono alla base su un quadrato.



Ruoto di 90° il quadrato
precedente



Ottengo una suddivisione di ogni lato
del quadrato di base in due porzioni
più piccole di lati e una centrale più grande



Traccio le diagonali
sulla suddivisione ottenuta



Traccio le bisettrici
degli angoli dell'Ottagono
regolare che si forma



Traccio le diagonali
dei quattro quadrati
presenti negli angoli



Genero l'Architrave



Genero con i catinelli



Pete della volta n° 100



Situazione iniziale: la volta presenta solo i doppi archi



L'arco inferiore ruota intorno all'asse verticale passante per il centro della volta



Situazione attuata



L'arco superiore ruota intorno all'asse verticale passante per il centro della volta



Situazione attuata



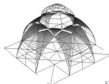
La zona superiore è generata da archi del tipo rilevato da E. Soldevi



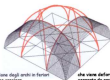
Situazione attuata



Le porzioni mediane sono generate da archi per 3 punti

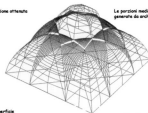


Situazione attuata

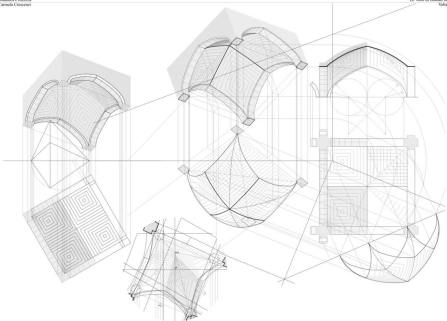


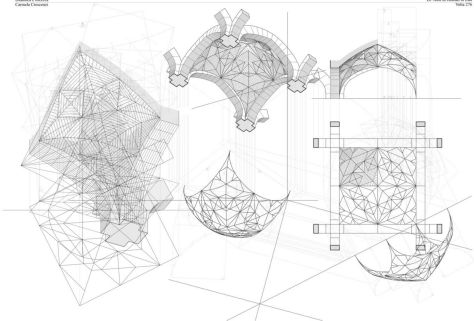
L'estrusione degli archi in fuori genera una crociera

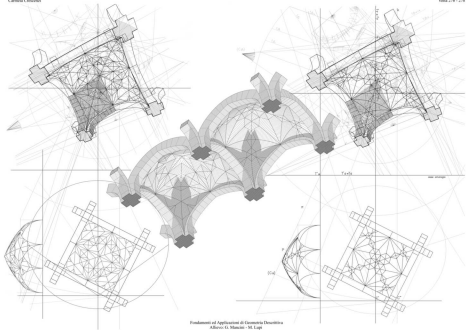
che viene deformata in una superficie generata da archi per 3 punti

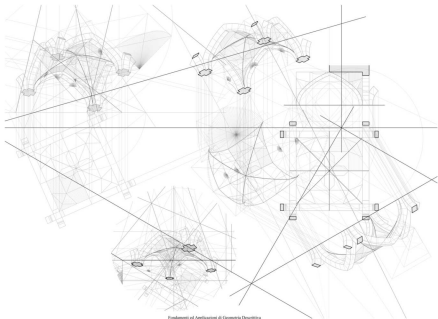


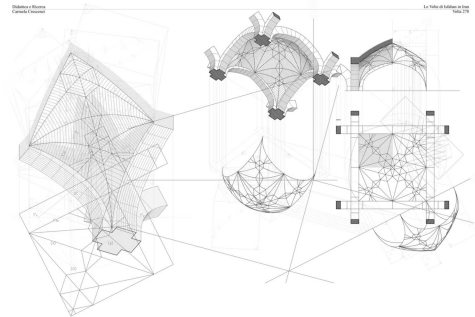
Situazione finale













Fase 1
Quadrato inscritto nel cerchio con le diagonali e le linee mediane.



Fase 2
Il quadrato inscritto è diviso in quattro quadranti, con linee che collegano i punti medi dei lati.



Fase 3
Il quadrato inscritto è diviso in quattro quadranti, con linee che collegano i punti medi dei lati del quadrato esterno.



Fase 4
Il quadrato inscritto è diviso in quattro quadranti, con linee che collegano i punti medi dei lati del quadrato esterno.



Fase 5
Il quadrato inscritto è diviso in quattro quadranti, con linee che collegano i punti medi dei lati del quadrato esterno.



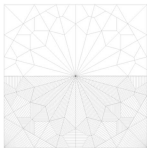
Fase 6
Il quadrato inscritto è diviso in quattro quadranti, con linee che collegano i punti medi dei lati del quadrato esterno.



Fase 7
Il quadrato inscritto è diviso in quattro quadranti, con linee che collegano i punti medi dei lati del quadrato esterno.



Fase 8
Il quadrato inscritto è diviso in quattro quadranti, con linee che collegano i punti medi dei lati del quadrato esterno.



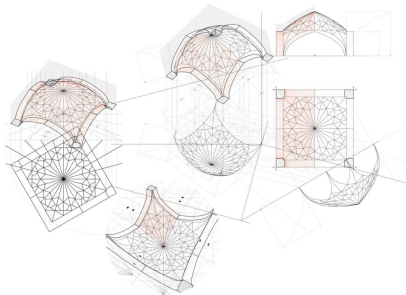




Foto del baso della cupola n°1533

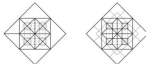


Piano della Mincheta del Venerdì Galileo con indicata l'ubicazione della cupola n°1533 indicata con un cerchio

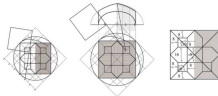
Caratteristiche geometriche della pianta sul piano ortogonale del cerchio con indicazioni sulle dimensioni della volta 333



La volta n°1533 è impostata su una base quadrata di circa 7 metri. Per individuarne la geometria da prima si è levato nella pianta attraverso la ricerca di linee fondamentali e moduli di quadratura che si adattano al motivo costruito dal mattoni a vista.



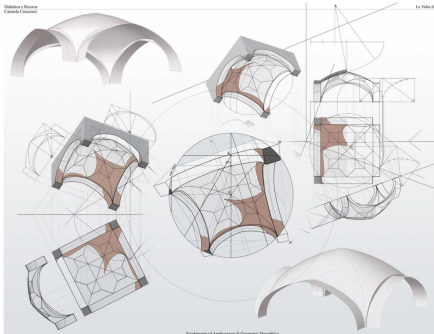
Il disegno della volta è simmetrico rispetto al suo centro, inoltre i mattoni alle estremità della foto sono come visti in forte scorcio rispetto a quelli nel centro, da qui l'ipotesi di una disposizione spaziale a cupola, generata da una rivoluzione a 180° di un arco talora; il cerchio che ne deriva in pianta inverte perfettamente la pianta quadrata.

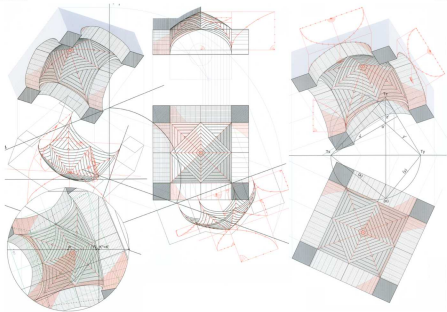


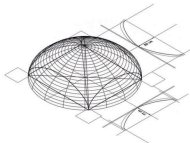
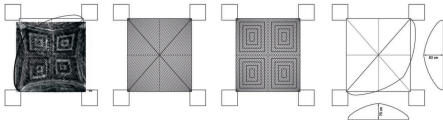
Dividendo in segmenti uguali l'arco della volta per lo stesso numero dei mattoni presente nella foto di riferimento si può individuare meglio la posizione esatta del. Fiat in l'interio nonché controllare l'esattezza e l'inclinazione dell'arco scelto per generare la cupola



La modellazione tridimensionale della volta, a partire dalla cupola ricavata dalla rivoluzione dell'arco talora circolata generata da quattro archi d'impone "inglobata" in un cubo con le rispettive proiezioni della pianta quadrata







1° TIPO DELLA MORCHIA DI SPANNA



2° TIPO "TRONCO"



