

IMPIANTI TELEFONICI DI PROPRIETÀ

Molte aziende, come industrie, banche, compagnie di assicurazione, enti pubblici, hanno l'impianto telefonico di proprietà, perché i calcoli economici sono evidenti:

- ☐ **ammortamento in pochi anni** *il valore di una centrale telefonica dopo 5 anni è del 60%.*
- ☐ **facilità di adeguamento** *sostituzione, applicazione di accessori, spostamenti, modifiche.*
- ☐ **celerità d'intervento** *nessun impegno pluriennale a scadenza fissa, nessun deposito cauzionale.*
- ☐ **consegne rapide.**

Altre informazioni potranno darvele i nostri tecnici. INTERPELLATECI!

INTERFONICI - RICERCA PERSONE - DIFFUSIONE SONORA

VENDITA APPARECCHI ED ACCESSORI TELEFONICI



RADIO TELEFONICA SUBALPINA

F. VIGNA - S. GASPARATO & C. - s.a.s.

TORINO - C.so DUCA DEGLI ABRUZZI 6 - TEL. 530300 - 530600

Prefabbricare un' esigenza di oggi



**Al servizio
del progettista
e del committente**



PREFABBRICATI PRECOMPRESSI VIBRATI IN C.A.

ING. PRUNOTTO

12060 GALLO GRINZANE ALBA (CN) TEL. (0173) 62032-62033

torinedile

10154 Torino - Via Sandro Botticelli, 36

Tel. (011) 26.48.41-26.70.15

CAMINETTI PREFABBRICATI



CAMINETTO RETTANGOLARE
ANGOLARE E A PARETE



NOVITÀ - FORNO A LEGNA IN
REFRATTARIO PER PANE - PIZZE



FORNELLA
GRILL
CON
FUNZIONE DI
BISTECCHIERA E GIRARROSTO

VELUX

Finestre per Tetti

iris

CERAMICA

TEGOLA CANADESE

ILAPEDRETTI

Prefabbricati civili e industriali

MATERIALI PER EDILIZIA

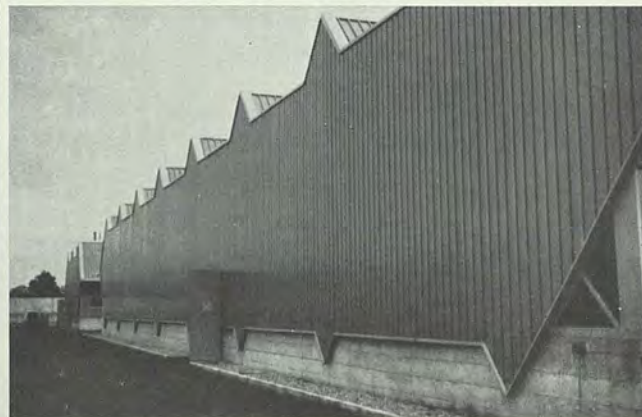
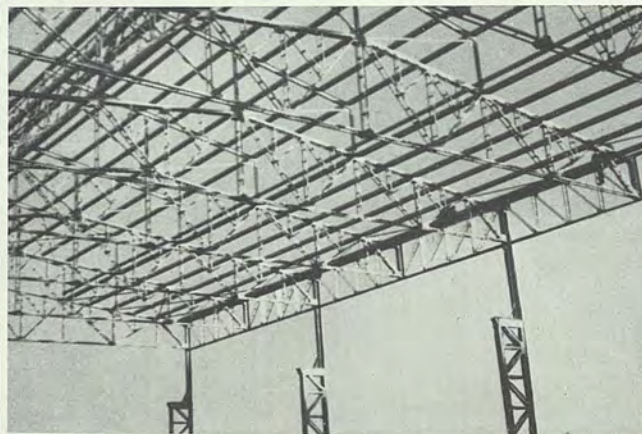
calce - cementi comuni e speciali - laterizi - eternit - tubi
in plastica - materiali isolanti - prodotti chimici - pavimenti e
rivestimenti per interni ed esterni - attrezzi edili - refrattari
- manufatti in cemento - porte per caldaie e per cantine -
scale retrattili - collanti per piastrelle - battiscopa in legno,
resina e ceramica - faldali in lamiera - lucernari - ondulati
plastici - tegole canadesi - caminetti - solai precompressi

EDIFICI

CIVILI - INDUSTRIALI - AGRICOLI

ORTECO

CARPENTERIA METALLICA



Torino - c. M. D'Azeglio 78 - tel. 688792

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

Per 634

NUOVA SERIE . ANNO XXXIII . N. 6 GIUGNO 1979

SOMMARIO

IL SANTUARIO DI VICOFORTE

STUDI EDITI IN RICORDO DI GIORGIO DARDANELLI

Presentazione di G. FULCHERI	pag. 262
C. PALMAS DEVOTI - <i>Il Santuario di Vicoforte: storia di un dissesto</i>	» 263
G. PIZZETTI - <i>Gli studi sul regime statico della struttura del monumento</i>	» 267
L. BAROSSO - <i>La struttura tamburo/cupola del Santuario: materiali e tecniche costruttive</i>	» 269
M. I. CAMETTI e M. LUCAT - <i>Ipotesi di analisi del regime statico sulla cupola con metodi approssimati in uso all'epoca della costruzione del Santuario</i>	» 274
R. IENTILE - <i>La struttura tamburo/cupola del Santuario: analisi statica riferita alla situazione originaria</i>	» 278
F. BERNASCONI e S. MARCHINI - <i>La stabilità del Santuario nelle condizioni attuali: analisi del regime statico della struttura e proposte di intervento</i>	» 288
<i>Alcuni contributi</i>	
L. MAMINO - <i>I lavori di completamento del Santuario: il progetto di Alessandro Antonelli</i>	» 295
G. RIGOTTI - <i>Due rilievi di chiese a pianta « ovata » nel Cuneese</i>	» 296

Direttore: Giuseppe Fulcheri.

Vice Direttore: Roberto Gabetti.

Comitato di redazione: Dante Buelli, Vincenzo Ferro, Marco Filippi, Cristiana Lombardi Sertorio, Mario Oreglia, Francesco Sibilla, Giovanni Torretta, Gian Pio Zuccotti.

Segretaria di redazione: Elena Tamagno.

Redazione, segreteria, amministrazione: Società degli Ingegneri e Architetti in Torino, via Giolitti, 1 - Torino.

ISSN 0004-7287

Periodico inviato gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.

NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA III

180.000

sportelli bancari
riconoscono
la Carta Assegni
del Credito Italiano
e cambiano i tuoi assegni
in denaro contante



1.300.000

negozi, alberghi ed
esercizi di ogni genere
accettano
per i tuoi pagamenti
la carta di credito
Eurocard

**Con Eurocard e Carta Assegni
sei ovunque tra amici...
il Credito Italiano
ti presenta e garantisce per te**



**Credito
Italiano**

BANCA D'INTERESSE NAZIONALE

IL SANTUARIO DI VICOFORTE

STUDI EDITI IN RICORDO

DI

GIORGIO DARDANELLI

Presentazione del Direttore

Il 26 maggio 1974 la Società per gli Studi Storici, Archeologici ed Artistici della Provincia di Cuneo organizzò nella Sala Capitolare del Santuario di Vicoforte un Convegno-tavola rotonda per puntualizzare i provvedimenti necessari alla salvaguardia dell'insigne monumento nazionale.

Al Convegno erano stati anche invitati i massimi esponenti degli organismi statali ed ecclesiastici preposti alla tutela delle opere d'arte.

Ne furono relatori principali Nino Carboneri su « Il Santuario di Vicoforte nella storia dell'architettura e dell'arte in Piemonte e in Italia », Giorgio Dardanelli su « Situazione statica delle strutture del Santuario di Vicoforte » e Corrado Moretti su « Francesco Gallo maestro di acustica architettonica » (*).

Il Convegno conclude una lunga fase di gridi d'allarme e di denunce, promosse dalla Direzione del Santuario all'insegna del motto « Salviamo il Santuario! » ed aprì una breve fase di interventi di autorità locali, regionali e nazionali che portarono alla concessione del finanziamento nel 1975 da parte del Ministero dei Beni Culturali tramite la Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici del Piemonte, di una indagine globale che non si limitasse soltanto alla situazione del terreno di fondazione, ma riguardasse l'intero edificio.

I risultati dell'indagine ci furono illustrati nella giornata di studio sulla stabilità del Santuario, promossa dalla nostra Società degli Ingegneri e degli Architetti, il 1° aprile 1978, con relazioni che sono state oggi in gran parte raccolte nel fascicolo che ho l'onore di presentare e che ho voluto dedicare in ricordo dell'amico Giorgio Dardanelli, al quale si devono i primi contributi sulla situazione del monumento e sulla necessità di tutta una serie di indagini, che egli così delineava in conclusione della sua relazione al Convegno del 26 maggio 1974 « ... Occorre, con umiltà francescana, iniziare il lavoro con un rilevamento delle strutture per forma, dimensioni e composizione, procedere ad una prospezione idrogeotecnica del sottosuolo, con mezzi ed apparecchiature adeguate, estesa ad un'area assai più vasta di quella occupata dal Santuario e dalle sue immediate adiacenze, verificare analiticamente il comportamento statico delle strutture, ri-

petere probabilmente i fenomeni di movimenti e lesionamenti facendo ricorso a similitudini meccaniche mediante modelli » ... « Solo quando diventeranno disponibili i risultati di queste indagini, studi e rilevamenti, sarà possibile procedere a proposte per un progetto di restauro statico dell'opera, anzi saranno proprio queste ricerche che, definendo le esigenze delle strutture per la riattivazione della sua stabilità, preciseranno la modalità degli interventi necessari ».

Giorgio Dardanelli leggerebbe oggi in questo fascicolo una prima risposta ai suoi quesiti nelle relazioni coordinate da Giulio Pizzetti circa « Gli studi sul regime statico della struttura del monumento » e così articolate:

« La struttura tamburo/cupola del Santuario: materiali e tecniche costruttive » di Luisa Barosso;

« Ipotesi di analisi del regime statico sulla cupola con metodi approssimati in uso all'epoca della costruzione del Santuario » di M. Ida Cametti e Maurizio Lucat;

« La struttura tamburo/cupola del Santuario: analisi statica riferita alla situazione originaria » di Rosalba Ientile;

« La stabilità del Santuario nelle condizioni attuali: analisi del regime statico della struttura e proposte di intervento » di Francalberto Bernasconi e Santiago Marchini.

Altri contributi sono rappresentati dalle note di Lorenzo Mamino su « I lavori di completamento del Santuario: il progetto di Alessandro Antonelli » e di Giorgio Maria Rigotti su « Due rilievi di chiese a pianta "ovata" nel Cuneese ».

Non poteva però mancare alla nostra raccolta l'apporto di Clara Palmas Devoti, attuale Soprintendente per i beni ambientali e architettonici della Liguria, che narrando la « Storia di un dissesto » ha voluto ricordare fra gli altri anche Giorgio Dardanelli, ma non ha però messo in evidenza il prezioso appassionato apporto da Lei personalmente elargito nella direzione del lavoro di ricerca, e soprattutto nella creazione di « quel felice rapporto » tra quanti vi hanno collaborato.

Il nostro fascicolo vuole anche essere e significare gratitudine e ringraziamento a Lei e a tutti coloro che hanno operato per il Santuario di Vicoforte e che hanno così permesso la raccolta di così importanti e qualificati apporti.

Giuseppe Fulcheri

(*) in Bollettino n. 71 - 2° semestre 1974, della Società per gli Studi Storici, Archeologici ed Artistici della Provincia di Cuneo (Via Cacciatori delle Alpi, 9 - Cuneo).

Il Santuario di Vicoforte: storia di un dissesto

CLARA PALMAS DEVOTI () illustra i lavori di indagine per il progetto di restauro del Santuario di Vicoforte, da lei diretti in qualità di Direttore presso la Soprintendenza per i Beni Ambientali ed Architettonici del Piemonte.*

Quando fu prospettato alla Soprintendenza il problema del consolidamento del Santuario di N. S. del Monte Regale a Vico e mi fu chiesto di dirigere il lavoro di ricerca, che costituiva, e costituisce la necessaria premessa al restauro, apparve subito evidente la necessità di orientare il problema nel senso di una indagine globale che non riguardasse solo la situazione del terreno di fondazione, ma l'intero edificio, e così fu fatto nella convinzione che una valida indicazione di progetto poteva nascere solo da questo tipo di ricerca ⁽¹⁾.

L'incontro promosso dalla Società Ingegneri e Architetti di Torino, volto ad esaminare i risultati dell'indagine fin qui condotta per impostare il restauro, è stata per me una felice occasione per ringraziare quanti hanno collaborato alla ricerca (padri del Santuario, tecnici della Rodio, l'ing. Marchini, il prof. Dardanelli, il prof. Chierici, l'ing. Fulcheri).

Il felice rapporto che si è creato tra quanti hanno dovuto operare ha consentito di approfondire meglio ogni aspetto e di avere quei reciproci scambi di informazioni indispensabili per assicurare validità all'opera intrapresa.

All'esposizione vera e propria del lavoro di indagine occorre fare delle premesse che riguardano sia la problematica del restauro sia le vicende costruttive dell'edificio.

Il restauro è talvolta occasione per sperimentare tecniche moderne, cosa questa che se ha portato contributi alla conoscenza del comportamento in opera di certi materiali e dell'applicabilità di certe tecniche, spesso ha dato risultati molto negativi sotto il profilo della conservazione. Anche il restauro statico non esce da tale problematica e anzi chi oggi deve affrontare tali problemi si trova sempre a dover scegliere tra la necessità di conservazione, nel rispetto rigoroso dei contenuti storici

(quindi anche tecnici), da un lato e l'uso di metodologie di intervento attuali che offrono possibilità di migliori risultati tecnici non corredate, però da adeguate sperimentazioni.

Anche nel caso di un intervento di consolidamento statico i ritrovati tecnici attuali consentono operazioni talvolta brillanti e di sicuro risultato estetico, perché meno traumatiche, e possibilità di analisi e di valutazione dei dissesti assai più esaurienti; tuttavia è essenziale la consapevolezza che un edificio che ha una storia di qualche secolo, come nel nostro caso il Santuario della Madonna di Vico, e che ha avuto vicende costruttive complesse ed è realizzato con materiali disomogenei presenta sempre elementi imponderabili che possono sfuggire alle più sofisticate metodologie di ricerca a nostra disposizione oggi. È quindi necessario che il restauratore, nell'utilizzare le possibilità offerte dalla scienza, conservi una propria capacità autonoma di valutazione che lo metta in condizione di comparare i risultati a cui si può giungere per mezzo di moderni sistemi di analisi e di ricerca con i contenuti storici e tecnici dell'edificio, per ridurre al minimo il rischio rappresentato da quella imponderabilità di cui ho detto prima.

Un intervento volto a porre rimedio a un dissesto statico maturato in almeno tre secoli richiede ovviamente di essere preceduto non solo da un accurato rilievo dell'edificio ma da studi approfonditi che chiariscano, nel limite del possibile, le reali ragioni del dissesto stesso anche oltre quel limite di imprevedibilità che come si è detto sempre esiste in casi del genere ⁽²⁾. Date le dimensioni abnormi dell'edificio e la singolarità della forma della cupola, premessa necessaria alle proposte di restauro, è stata l'indagine che ha appunto costituito la sostanza del lavoro fin qui condotto dalla Soprintendenza. Indagine per la quale si sono utilizzati i sistemi più recentemente messi a punto e già sufficientemente collaudati di ricerca, tenendo tuttavia presente che la disomogeneità delle strutture murarie dell'edificio non consentiva di affi-

(*) Architetto, Soprintendente per i Beni Ambientali ed Architettonici della Liguria e Soprintendente reggente per i Beni Storici e Artistici della Liguria.

(1) Alcune grandi strutture architettoniche sono state oggetto di studi in anni recenti; si ricorda qui in particolare i ben noti progetti per la torre di Pisa e gli studi condotti sulla cupola del Brunelleschi a Firenze; per quest'ultima cfr. Benévolo Chieppi Mezzetti, Accademia dell'Istituto di Storia dell'Architettura 1968, serie XV F. 85-90 - Facoltà di Architettura di Roma pag. 1-52.

(2) Il lavoro di indagine condotto dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici del Piemonte se ha approfondito gli aspetti tecnici del problema ha tuttavia lasciato ancora incompleta l'indagine storica, anch'essa a mio giudizio fondamentale.

darsi alla sola perfezione del calcolo matematico, ma richiedeva misure e scandagli atti appunto ad eliminare quel quid non valutabile che però nel caso di una grande struttura come quella in esame può assumere necessariamente, nel momento in cui si deve decidere il tipo di intervento, e ancor più nel momento in cui lo si attua, valore decisivo.

Nell'affrontare, quindi, il problema del consolidamento del Santuario la prima considerazione che è emersa è stata appunto la impossibilità nei confronti di queste strutture di affidarsi a soli criteri di calcolo statico che avrebbero potuto, come infatti hanno dimostrato gli studi condotti dal prof. Pizzetti, indicare la soluzione del problema dando quindi orientamenti corretti di intervento ma applicabili, data la insostituibilità dell'oggetto, solo se corredati da un'indagine esauriente, materialmente condotta sull'oggetto stesso, che avesse eliminato il maggior numero di incognite.

Occorre tenere presente che in passato l'opera edile era il risultato del lavoro condotto coralmente da diverse maestranze sotto la guida del capo cantiere e dell'architetto i quali ultimi spesso non disdegnavano farsi anche muratori e capimastri all'occorrenza. Esse erano in fondo la faticosa conquista dell'uomo comune che metteva un mattone sopra l'altro impegnandovi un tesoro di esperienze pratiche, tramandate attraverso generazioni e che consentivano talvolta risultati eccezionali, tali da superare i limiti posti dalle conoscenze scientifiche della cultura del tempo. Tale natura degli edifici del passato pone non pochi limiti al restauratore di oggi, che come ho detto, contrariamente a quanto suggerirebbe la cultura scientifica attuale, deve imporsi di diffidare della sicurezza della scienza delle costruzioni e del calcolo matematico.

È opportuno in questa sede rimandare per le vicende storiche e gli aspetti critici dell'edificio, pur utili ad una sua completa conoscenza, agli studi già autorevolmente condotti in altra sede ⁽³⁾ ma è necessario richiamare almeno le vicende che riguardano più propriamente la storia del dissesto.

È indubbio che una costruzione come la nostra è un prodotto di particolare valore sotto il profilo culturale, non solo, e non tanto, per gli aspetti formali estetici e storici dell'edificio, pur rilevanti (questo edificio abbraccia infatti aspetti culturali di circa tre secoli), quanto per gli aspetti più propriamente tecnici e le metodologie costruttive.

A tale proposito non si può fare a meno di ammettere che nel guardare edifici monumentali di tale complessità ci troviamo in linea generale davanti a metodi costruttivi, a sistemi di cantiere, a tecniche di tracciamento e di calcolo che non ci sono completamente noti.

È questo un campo immenso di ricerca, quasi inesplorato e direi più noto e studiato quando si

tratti di archeologia; quasi mai affrontato invece per le costruzioni di secoli a noi vicini.

Per questa ragione, fase preliminare ad un intervento di restauro è il viaggio di esplorazione attraverso quelli che sono i contenuti tecnici dell'edificio, sia per mezzo della ricerca storica, sia per mezzo dell'analisi dell'oggetto, attraverso tutti i mezzi di lettura, dall'osservazione visiva all'applicazione dei sofisticati metodi di ricerca che la scienza ci offre.

Per quanto riguarda le notizie storiche del dissesto occorre precisare che relativamente all'intervento del Vittozzi i dati sono frammentari, più esaurienti e completi quelli relativi all'intervento del Gallo, documentati nell'archivio del Santuario ma bisognosi per una completa stesura di un lungo lavoro di riordino dell'archivio medesimo, lavoro peraltro già iniziato dai Padri.

Molto documentate, invece, le vicende del Santuario nel secolo scorso. Sappiamo per certo, tuttavia, che già il Vittozzi aveva avuto delle difficoltà nell'impiantare le fondazioni del Santuario e che il Gallo aveva espresso grosse preoccupazioni sulla situazione del terreno di fondazione dell'edificio.

La notevole documentazione raccolta dall'ingegner Garro sulle vicende del dissesto nel secolo scorso, contiene, in particolare, le relazioni degli ingegneri Remondini e Panizza e dell'ingegner Jacob che, in epoche successive, furono incaricati di compiere osservazioni sull'edificio. L'ampia relazione dell'ingegner Garro medesimo, che dell'edificio si è occupato con grande amore fino a pochi anni fa circa, chiude l'arco di queste notizie.

Si può così delineare, fin d'ora, una storia del dissesto, lasciando a chi potrà completare la ricerca di archivio, il compito di illustrare meglio la vicenda costruttiva.

Il primo momento da prendere in considerazione, perché fondamentale per capire la genesi delle lesioni, è quello in cui il Vittozzi impostò la costruzione fissandone le notevoli dimensioni. Egli probabilmente avvertì nell'iniziare i piloni di imposta della grande cupola che il terreno non aveva ovunque la stessa consistenza e si preoccupò, quindi, di realizzare adeguate opere di drenaggio nella parte argillosa a valle. Occorre tener presente che, successivamente alla sospensione dei lavori da parte del Vittozzi, il cantiere rimase chiuso per quasi un secolo; possiamo quindi immaginare quali dissesti si siano verificati sia nelle opere fuori terra sia nella situazione del terreno che probabilmente non fu opportunamente sistemato; è noto infatti, come un cantiere interrotto non migliora mai le condizioni di fondazione (raramente ci si preoccupa delle conseguenze di una interruzione di cui non si può prevenire la durata).

Il momento in cui il Gallo riprese la costruzione è anch'esso particolarmente significativo e da analizzare con attenzione. A quel tempo la costruzione era arrivata fino all'imposta del tamburo.

Egli dovette evidentemente demolirla in parte per crearsi un nuovo piano di appoggio, sia per dare unità strutturale alla parte di imposta, sia

⁽³⁾ Per gli aspetti critici e per la storia dell'edificio e i documenti fin qui studiati relativi alla sua costruzione, fondamentali sono gli studi condotti dal professor N. Carboneri. Cfr. N. CARBONERI, *L'architetto Francesco Gallo*, Torino, SPABA, p. 142-158, 1958, *Architettura Artistica del Monregalese*, « Ist. Bancario San Paolo di Torino », p. 115-129, 1971.

perché in quel secolo erano mutati i metodi costruttivi, il tipo di muratura, le manovalanze e le conoscenze tecniche sui materiali ⁽⁴⁾.

Nel procedere verso l'Ottocento l'architettura tende infatti, a conseguire strutture abbastanza omogenee a mano a mano che si acquisiscono nuove conoscenze sia tecniche che matematiche e là dove è finanziariamente possibile.

Le prove fatte oggi sul materiale che compone la muratura del Gallo, dimostrano che in questa costruzione, contrariamente a quanto di solito si riscontra in costruzioni dello stesso periodo in Piemonte, la muratura è abbastanza uniforme e a tutto spessore sull'intero perimetro. La struttura stessa scelta dal Gallo per il tamburo sta ad indicare una preferenza per una architettura organizzata in modo da ridurre lo spessore del maschio del tamburo, sfruttando, invece, concetti strutturali: ad uno spessore maggiore ed uniforme lungo l'intero perimetro si preferì uno spessore minore rinforzato dagli speroni esterni.

Tuttavia il momento che più preoccupò il Gallo fu probabilmente il disarmo della cupola. Esistono nell'archivio del Santuario bellissimi disegni che illustrano la formazione delle centine e gli accorgimenti adottati per il disarmo ⁽⁵⁾. Egli certamente sapeva che la cupola si sarebbe rotta secondo fessurazioni necessarie, cioè giunti di dilatazione, che avrebbero consentito alla stessa di respirare; poiché valutava, ma non sappiamo in quale misura, le conseguenze anche negative di tali rotture, egli fece molta attenzione, sia al tracciamento, sia al disarmo, sia all'apparecchiatura muraria della cupola stessa, che fu fatta assai celermente in soli tre anni per ridurre al minimo, evidentemente, le interruzioni di cantiere e ottenere la maggiore uniformità possibile della struttura muraria ⁽⁶⁾.

Subito dopo il disarmo si cominciarono ad osservare le fessurazioni ma si cominciarono anche a nutrire preoccupazioni circa l'assestamento del piano di fondazione.

Le crepe aperte, impercettibili all'inizio, sono quelle che vediamo ancora oggi, più allargate, allargate nei punti di minor resistenza sui due assi principali; crepe minori comparvero anche in corrispondenza della facciata e dell'atrio principale.

⁽⁴⁾ Se si osserva la muratura interna del tamburo dei locali oggi adibiti a Museo si può individuare la zona in cui la struttura del '700 (in muratura omogenea) si innesta su quella precedente in pietrame misto.

⁽⁵⁾ Per la precisione gli anni tra il 1702 e il 1728 videro intorno al Santuario un rinnovato interesse anche se le opere a cui ci si attiene sono prevalentemente di rifinitura dalle cappelle; dopo l'affidamento definitivo al Gallo il progetto proseguì invece celermente e si può dire che la cupola, una volta realizzate le centine, fu attuata in un anno o poco più, mentre un altro anno occorre per il cupolino; in tutto praticamente tre anni dal 1731 al 1733.

⁽⁶⁾ La straordinaria centina eseguita su tre piloni di appoggio in muratura era di per sé un'opera ciclopica; la stessa, di cui esistono i disegni nell'archivio del Santuario, è oggetto di uno studio da parte del professor Zander, di prossima pubblicazione, che offrirà certamente ulteriori elementi utili a chiarire il problema.

Quando fu interpellato l'ingegner Bordino per sistemare la facciata del Bonsignore egli riscontrò tutte le lesioni che ancora oggi vediamo nell'atrio centrale. Si era agli inizi dell'800 e l'ingegner Bordino propose di drenare il piano delle fondazioni che hanno interessato quella parte del fabbricato.

Altre osservazioni fatte nello stesso periodo ribadiscono la necessità di drenare tutto il lato a valle del Santuario, cosa però che non fu fatta. I canali di drenaggio nel complesso sono abbastanza numerosi, il lavoro di ricerca ora condotto ha consentito la esplorazione ed il rilevamento completo. Da questi rilievi è emerso quanto fosse importante il problema di regolare le acque nella parte di terreno meno consistente ⁽⁷⁾.

Le preoccupazioni di chi visitava il Santuario si fanno sempre più evidenti e crescono dopo la costruzione dei campanili, all'inizio di questo secolo. In questo periodo ci si convince che la costruzione dei campanili, appunto, può avere creato qualche variazione del terreno fondale. I campanili, da poco costruiti, vengono ridotti. È opportuno rilevare che certamente la costruzione dei campanili non migliorerà la situazione ma che tuttavia, a parte l'infelice risultato estetico, la presenza dei campanili non sembra essere stata, un elemento suscettibile di aggravare la statica dell'edificio.

All'inizio di questo secolo l'ingegner Garro si innamora del Santuario e fa tutta una serie di osservazioni e rilevazioni. Egli insiste che la causa del dissesto è il terreno poco consistente sui due lati a valle.

Tra gli anni '30 e '50 il Garro fece anche una accurata indagine dei cunicoli e rilievi non strumentali dell'intero edificio, rivelatisi di notevole precisione e comunque assai utili come primo strumento per impostare il piano di lavoro per l'indagine e per cercare di individuare le strade secondo cui muoversi; particolarmente utile si è dimostrato il rilevamento topografico fatto lasciando in sito i capisaldi.

Tutte queste misurazioni tuttavia non consentivano di impostare un progetto serio di intervento. L'indagine condotta ha cercato di dare un definitivo contributo alla conoscenza strutturale dell'edificio.

Questo tipo di indagine rappresenta di per sé stesso, per quanto riguarda la metodologia un punto di arrivo indipendentemente dalla proposta di intervento che ne è emersa: analizzata la situazione delle lesioni verificatesi per un certo dissesto, si è letta contemporaneamente e in modo correlato

⁽⁷⁾ Gli studi ora realizzati hanno in parte fugato le preoccupazioni relative alla situazione delle fondazioni. Dai risultati a cui si è pervenuti si può dedurre, cosa del resto confermata dalle notizie storiche, che il Gallo fosse particolarmente esperto in materia. In effetti egli era ingegnere idraulico e in questa veste a lui furono affidati secondo quanto riportato dal Chiecchio e dal Casalis gli studi per la « condotta d'acqua a Torino dalla Valle del Sangone »; non è escluso che il lavoro del Santuario sia stato a lui affidato anche per questa sua prerogativa.

la situazione della fondazione e l'azione delle deformazioni dell'edificio.

Il progetto di indagine è stato impostato secondo queste grandi linee:

a) un programma di indagine relativo al sottosuolo per sapere le cause del dissesto che potevano avere origine appunto nel sottosuolo e nel piano di fondazione. Tale programma ha compreso una vasta campagna geognostica condotta dall'ingegner Marchini, al quale va anche il merito di aver guidato con la sua esperienza l'intero progetto di ricerca. Furono rilevati anche tutti i cunicoli di drenaggio ed esplorati per accertarne le condizioni di conservazione e di funzionamento ⁽⁸⁾.

b) un programma di rilevamento grafico sia con metodi topografici normali sia con l'uso della fotogrammetria. Questo è stato a mio avviso un altro dei risultati positivi della ricerca.

In un primo momento si era scelta la fotogrammetria per avere semplicemente una rappresentazione dell'edificio attendibile, dato che le notevoli dimensioni potevano rendere apprezzabili gli errori sempre presenti anche nel migliore rilievo topografico.

Successivamente prendemmo in considerazione il fatto che la fotogrammetria poteva rilevare la deformazione della cupola; riportando graficamente i punti in cui si andavano a leggere le deformazioni, delle quali con altri metodi, si andavano a leggere i comportamenti, si otteneva una lettura non solo quantitativa ma anche qualitativa delle deformazioni stesse ⁽⁹⁾.

⁽⁸⁾ La ricerca che ha portato ad una approfondita conoscenza della natura delle fondazioni è utile anche sotto il profilo delle conoscenze dei metodi costruttivi nei secoli passati.

Gli studi storici in materia e in particolare sulle fondazioni sono scarsi; ricordo qui una nota dell'ingegner Maria Giovannini « Fondazioni e problemi connessi p. 13-22 in 6° quaderno edito dall'Associazione Ingegneri e Architetti della provincia di Ferrara ». Corso di aggiornamento e di tecnica del restauro dei monumenti ed edifici antichi e il ben noto S. MASTRODICASA, *Dissesti statici delle strutture edilizie*, Milano, Hoepli, 1958.

⁽⁹⁾ Il rilievo fotogrammetrico della cupola effettuato in questa occasione ha prevalentemente il significato di sup-

In base a queste considerazioni si è puntato sulla fotogrammetria della cupola e del tamburo come metodo di indagine strutturale.

c) Ai primi due punti del programma si è aggiunta una serie di rilevamenti e di scandagli sulla struttura muraria della cupola stessa, si è cioè letto come si muovevano le lesioni e quale era la misura e la natura del movimento in atto nell'intero edificio.

Il lavoro è stato completato dalla verifica, cioè dal calcolo atto a chiarire come si comporta staticamente la cupola deformata e rotta nelle condizioni attuali.

Sul metodo seguito per questo calcolo, sui risultati di questa verifica, determinanti soprattutto se correlati con il risultato dell'indagine geognostica e confrontati con lo studio dell'edificio ideale realizzato dal Politecnico di Torino su sollecitazioni del Professor Dardanelli da parte del corso del Professor Pizzetti, devo rimandare alla relazione dell'ingegner Bernasconi. Io posso dire che se da un lato i risultati sono tranquillizzanti per quanto riguarda la situazione fondale, non così si può dire per lo stato di tensione dell'edificio il quale richiede un intervento per sua natura assai più delicato e complesso tecnicamente, anche se forse meno costoso di quanto veniva prospettato prima della indagine ⁽¹⁰⁾.

porto dell'indagine tecnica. La fotogrammetria, come è noto rispetto ai rilievi normali presenta in effetti alcuni limiti e anche in questo caso sotto il puro profilo della resa grafica sono da sottolineare l'impossibilità di effettuare sezioni complete e le difficoltà di fare una restituzione che sia valido ausilio anche agli studi critici. Essa si è tuttavia rivelata preziosa per la precisione dei dati, e, nell'evidenziare le deformazioni della cupola.

⁽¹⁰⁾ Il progetto definitivo ancora all'esame da parte dell'Amministrazione comporta sia interventi (modesti) sulle fondazioni, sia un consistente intervento sulla cupola, che consiste sostanzialmente nell'inserimento di un anello di contenimento non teso, non chiuso ed elastico atto a congelare la situazione allo stato attuale.

Esso è tuttavia ancora oggetto di valutazioni non tanto come soluzione, in sé l'unica accettabile visti i risultati dell'indagine, ma sotto il profilo della precisione esecutiva; si tratta infatti di assicurarsi che con tale operazione non vengano in ogni caso introdotti nell'edificio nuovi elementi di tensione.

Gli studi sul regime statico della struttura del monumento

GIULIO PIZZETTI (*) presenta l'articolazione del tema affidata a singoli specialisti o a gruppi di specialisti, richiamandone i temi fondamentali.

... La costruzione degli archi e delle cupole si deve senza dubbio riputare per la parte più difficile della Meccanica particolare dell'Architettura. E niente di certo determinare si avrebbe potuto senza il soccorso delle Matematiche: per rispetto delle quali benché sembrino le considerazioni delle cose nella pratica occorrenti non potersi con le idee della Matematica mischiare si poco che non vi ci introducano alcune dubbietà che son proprio di loro; non ostante col porre principi certi, coll'indirizzare per via di giusti raziocini le convenienti conseguenze, grande utilità anche per quella parte dell'Architettura sperar si può ragionevolmente...

Questa frase, scritta dal Poleni nel 1748 non può fare a meno di ritornare alla mente a chi, forte delle armi analitiche e sperimentali dello stutturalismo dei nostri giorni, cerchi di interpretare il regime statico dei grandi monumenti del passato.

In realtà lo studioso che non sia inquinato da certi atteggiamenti di superbia tipici della ingegneria di oggi non può fare a meno di sentire — di fronte a tali monumenti — un profondo senso di rispetto per le intuizioni strutturali che li hanno guidati insieme con la sensazione che neppure i mezzi più sofisticati di analisi di cui oggi possiamo avvalerci, possano rivelarci fin nelle pieghe più riposte, la storia e l'essenza delle loro configurazioni di equilibrio.

In uno spirito di questo genere sono stati effettuati gli studi che seguono; da un lato si è cercato di interpretare la struttura della cupola calandosi nella realtà dell'epoca, sia per quanto attiene le caratteristiche dei materiali usati ed i procedimenti costruttivi seguiti che per quanto riguarda i criteri di esplorazione del regime statico ai quali ci si poteva — in allora — presumibilmente appoggiare; dall'altro lato si è cercato di usare le armi più raffinate offerte dai procedimenti di calcolo di cui oggi si dispone per interpretare ed analizzare il regime di equilibrio della cupola nelle condizioni originarie ed il suo alterarsi nel tempo.

Così la memoria dell'architetto Barosso è principalmente intesa a ricostruire i criteri adottati dal Gallo per la scelta dei materiali, le caratteristiche meccaniche dei materiali stessi e le tecniche di costruzione adottate.

Lo studio degli architetti Cametti e Lucat è un tentativo di ricostruire il possibile percorso seguito per un apprezzamento qualitativo del regime statico della cupola per mezzo della definizione del tracciato della curva delle pressioni in uno spicchio della stessa secondo i metodi in uso nell'epoca e nella prima metà del secolo successivo (De la Hire, Navier, Mery).

Per contro le memorie dell'architetto Ientile e degli ingegneri Bernasconi e Marchini presentano le analisi del regime statico del monumento secondo il metodo degli elementi finiti; non solo, ma anche quei rilievi e quegli studi teorico-sperimentali attinenti la problematica geotecnica che — improponibili ed impensabili nella seconda metà del secolo XVIII — costituiscono tuttavia elemento indispensabile per la lettura della « storia statica » del monumento e per le previsioni a lungo termine della sua stabilità.

Le due memorie ben si possono definire come complementari e tali da permettere una accurata interpretazione dei fenomeni di fessurazione che si sono verificati nella cupola nel corso degli anni.

(*) Ingegnere, Direttore dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino.

In effetti da un lato lo studio dell'architetto Ientile si è imperniato sull'analisi del regime statico del complesso cupola-tamburo nelle *condizioni originarie* ossia prima che si verificassero le lesioni lamentate; per contro l'analisi degli ingegneri Bernasconi e Marchini è riferita alla situazione odierna, ossia allo stato di equilibrio che si è instaurato nella cupola lesionata nonché alle attuali condizioni di equilibrio del complesso terreno-fondazione che, dopo un indubbio prolungato decorso di cedimenti differenziali, appare finalmente in assetto stabile.

Lo studio dell'architetto Ientile si avvale di una partizione delle strutture in elementi finiti di tipo *isoparametrico* ossia definiti nella loro entità e caratteristica spaziale; lo studio degli ingegneri Bernasconi e Marchini si appoggia invece ad una partizione in elementi finiti di tipo piano. Entrambi conducono a conclusioni del massimo interesse.

Il primo conferma — in termini quantitativi ed in mappa esplorativa di grande completezza quanto era già stato avvertito — se pure su base qualitativa largamente approssimata — dagli studi grafici degli architetti Cametti e Lucat, ossia la presenza di sollecitazioni critiche di trazione là dove si verificarono successivamente le fessurazioni. Il secondo studio permette di individuare — grazie ad opportune ipotesi di cedimento differenziali delle fondazioni — il contributo dato al panorama delle lesioni da tali cedimenti: offre inoltre una percezione di quello che è stato, nel quadro generale dell'equilibrio della cupola, la ripercussione dello stato di lesionatura.

Sia lo studio Ientile che quello Bernasconi-Marchini portano ad individuare il tamburo della cupola come la zona della struttura che ancora può offrire preoccupazioni dato il regime di sollecitazioni — relativamente elevate rispetto alle possibilità del materiale — che in esso si è instaurato. Le proposte di intervento suggerite concordano sulla opportunità di prevedere calibrati interventi di cerchiatura della cupola che permettano — grazie anche ad eventuali stati di presollecitazione — di ricondurre entro limiti accettabili il regime di sollecitazioni del tamburo.

La struttura tamburo-cupola del Santuario: materiali e tecniche costruttive

La costruzione della cupola

Tra i meriti precipui attribuiti dalla letteratura specifica a Francesco Gallo quale architetto e costruttore è *l'aver con pochi mezzi elevato grandi edifici ed avere con una economia veramente singolare saputo usufruire dei materiali da costruzione dei paesi nei quali edificò* [1].

Ora, nella zona del Piemonte in cui sorge il Santuario, la pietra da scalpellare era un materiale di difficile reperimento, ad esclusione dell'arenaria di Vicoforte (usata infatti da Vitozzi per il rivestimento esterno ed interno delle murature, nonché per *l'innalzamento delle colonne e delle paraste*); graniti, gneis, travertini erano lontani e quindi economicamente poco convenienti, dati i costi e le difficoltà di trasporto in quel tempo; i marmi erano pochi e ricercati.

Nelle sue opere precedentemente costruite nella zona, Gallo incominciò seguendo la prassi comune, elevando cioè edifici in muratura ordinaria di pietrame e mattoni trattata con arricciatura; ma già a Carrù, nella costruzione della Chiesa Parrocchiale (1703-1718), tentò — probabilmente per la prima volta — un rivestimento esterno in mattoni a paramento visto, approfittando della buona confezione dei laterizi in quelle regioni.

Questa tecnica fu poi ripresa e perfezionata da Gallo in parecchi edifici a Mondovì e Fossano, e usata con notevole maestria, richiamando nella zona un modo di costruire già adoperato con esito felice nel Quattrocento. Tale ritorno ai laterizi è considerato esclusiva opera sua in quel tempo ed in quelle regioni, e dopo di lui fu nuovamente abbandonato a favore della più comune costruzione in muratura ordinaria con arricciatura a calce.

Nel caso specifico del Santuario di Vicoforte, Gallo, nell'assumere l'incarico di progettare e costruire la cupola, si trovò di fronte a molti e gravi problemi, innanzitutto di natura economica, che gli imponevano di assolvere il suo compito con il minor dispendio possibile.

Quando il Santuario pareva destinato a divenire il Mausoleo di Casa Savoia, infatti, il mecenatismo di Carlo Emanuele I aveva permesso a Vitozzi di concepire più grandiosi progetti, sia nell'impostazione monumentale dell'opera, sia nell'uso di materiali relativamente costosi (appunto l'arenaria ricavata dalle vicine cave di Vicoforte).

Ora invece l'interesse della casa regnante era piuttosto rivolto alla costruzione della Basilica di Superga, per cui Gallo, trovandosi nella condizione di dover completare in breve tempo e con limitati mezzi la copertura del Santuario, dovette abbandonare il rivestimento in pietra e fu costretto a far somma economia di muratura, riducendo il più possibile la grossezza dei muri.

(*) Architetto, Istituto di Scienza delle Costruzioni, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino.

Avvenne così che la scelta del materiale e l'arditezza della soluzione architettonica, risultando suggerite da notevoli condizionamenti di ordine economico, si trasformarono per l'edificio in qualità ed innovazioni strutturali.

Secondo Danna Chiechio [1], anzi, l'audacia della struttura progettata sarebbe stata tale da spingere Juvara — che venne consultato in merito — a sconsigliarne la realizzazione, forse per dubbio sincero, o forse per invidia verso l'opera del Gallo, assai più ardita della Basilica che egli stava costruendo a Superga.

Tale voce è confutata da Melano Rossi [2], che le oppone nuove ipotesi altrettanto gratuite, e da Carboneri [3], che asserisce trattarsi semplicemente di una normale consultazione tra i due architetti, per studiare insieme i problemi della costruzione, e non solo quelli finanziari.

Problemi che in ogni caso esistevano e non erano trascurabili, trattandosi di voltare una cupola ellittica di più di 36 m di luce lungo l'asse maggiore, dimensione superata — all'epoca — da poche cupole al mondo.

All'importanza delle dimensioni si aggiungeva la complessità della forma, un semielissoide a tre assi caratterizzato da una continua variazione del raggio di curvatura e richiedente perciò uno studio complesso e puntuale della curva del manto da sovrapporre alle centine e della realizzazione della centinatura stessa.

Nel momento in cui Gallo si mise all'opera, le murature preesistenti si elevavano già fino a più di 18 m di altezza fuoriterza. Si dovette perciò procedere innanzitutto alla costruzione di un complesso di ponti di servizio che permettessero di portare operai e materiali all'altezza di quel piano di lavoro, e quindi all'innalzamento della grande armatura di sostegno della volta in costruzione (fig. 1).

Ne risultò un sistema imponente, a cui venne dato il nome di *ponte reale*, e alla cui realizzazione fu necessaria *una vera selva di legname* [1]; per provvederla, il Vescovo si rivolse ai fedeli ed il Governatore alle autorità amministrative, ottenendo una risposta così pronta e generosa che in poco tempo tutto il legname occorrente, ed anche di più, fu donato e trasportato al Santuario [1].

Per sostenere la colossale armatura della volta, Gallo fece costruire sei pilastri provvisori in muratura ordinaria, alti 32 m e di sezione quadrata (2,2 × 2,2 m), simmetricamente disposti all'interno della precedente costruzione vitozziana, intorno alla primitiva chiesetta del *pilone* (fig. 2).

Era tale l'importanza e la complessità del *ponte reale*, che di esso venne costruito anche un modello di cui si ritrova traccia nei *Conti del Santuario (fatura del Modello del Ponte Reale)*.

Questi *Conti* costituiscono, praticamente, la più importante fonte di notizie sui luoghi di approvvigionamento dei materiali, sulle maestranze addette

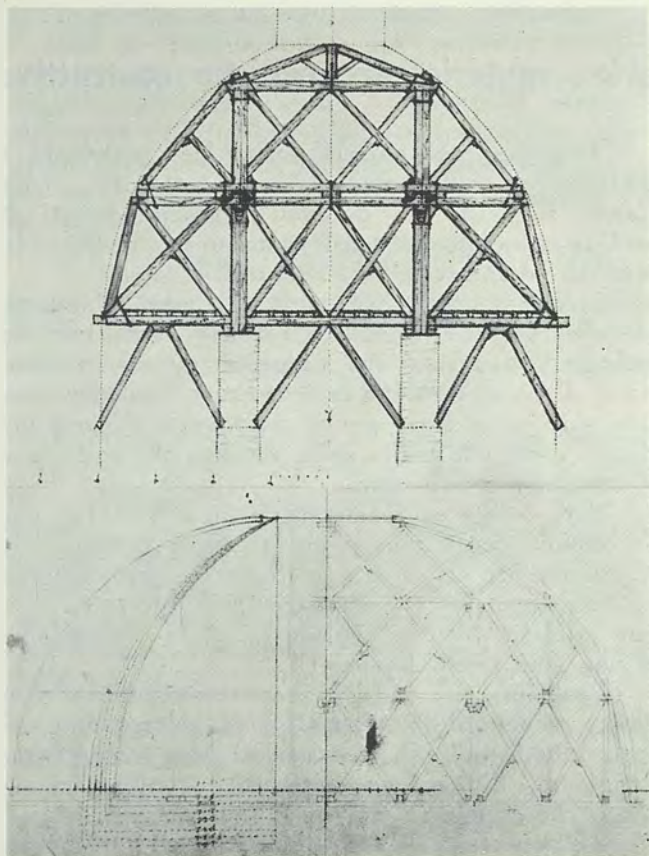


Fig. 1

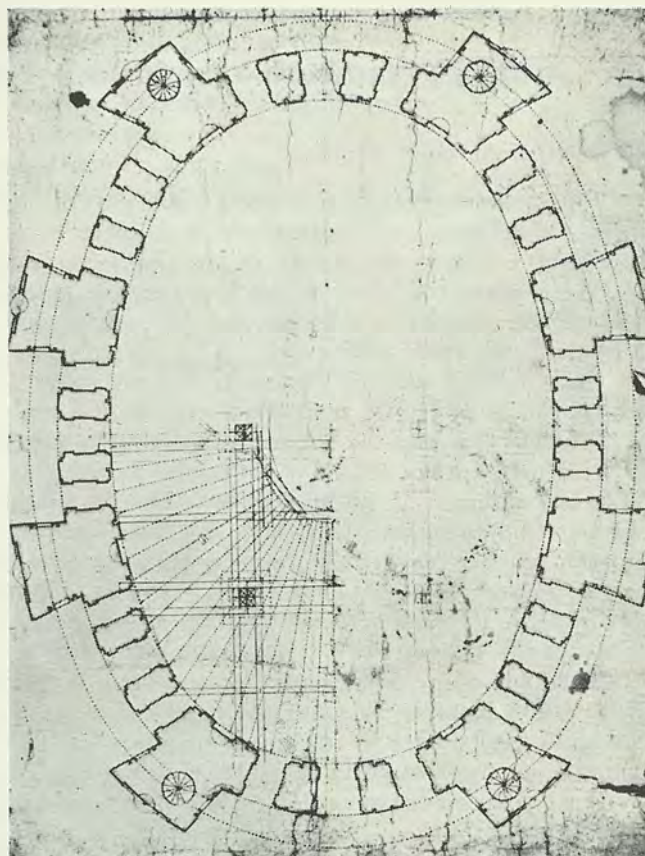


Fig. 2

ai vari settori e fasi della costruzione, sui costi e sui tempi impiegati.

Ad essi, insieme agli *Archivi* e agli *Ordinati* del Santuario, fa riferimento l'opera di Danna Chiechio (testo ufficialmente riconosciuto da Melano Rossi) non avendo Gallo pensato a lasciare una relazione particolareggiata dei suoi lavori.

Le varie fasi della costruzione della cupola debbono perciò essere ricavate dalle poche notizie sparse oggi reperibili, e risultano susseguirsi cronologicamente nel seguente ordine:

1701. Demolizione del vecchio cornicione interno fessurato.

1701-1705. Ricostruzione del cornicione e della base del tamburo fino ai finestrini.

1722. Iniziano i preparativi per il *ponte reale*.

1724. Costruzione dei sei pilastri.

1728, 2 dicembre. Presentata all'Amministrazione del Santuario una stima delle opere necessarie, pari a L. 150.991. Approvato per l'anno successivo il procedere dei lavori in muratura per L. 22.000.

Nel frattempo prosegue l'allestimento del *ponte reale*.

1729, primavera. Inizio delle opere in muratura.

1730. Nella prima metà dell'anno risulta già costruito tutto il tamburo fino al cornicione presso l'imposta della cupola (benché si fossero sospesi i lavori nella stagione invernale).

Sospensione dei lavori in muratura per circa un anno (giugno 1730 - giugno 1731), allo scopo di ottenere un conveniente consolidamento prima di dare inizio alla costruzione della volta.

Nel frattempo si continua l'allestimento del *ponte reale*.

1730, autunno. Compiuta la grossa armatura per la cupola, viene coperta di paglia per difenderla dalla pioggia e dalla neve. Contemporaneamente si lavora alle fornaci, per preparare i mattoni necessari alla costruzione della gran volta.

1731, primavera. Scoperto il *ponte reale*, si fanno i ritocchi e le riparazioni necessarie, si procede alla formazione del manto e all'innalzamento dei materiali.

1731, giugno-ottobre. Costruzione della cupola, nervata all'estradosso (fig. 3) e lasciata deliberatamente liscia all'intradosso per ricevere la decorazione pittorica.

1731, novembre. Copertura provvisoria della cupola.

1732, 22 maggio. Disarmo della cupola, ancora priva del cupolino. Il *ponte reale* viene lasciato in opera, per la decorazione pittorica, fino al 1748.

1732, autunno. Inizio dei lavori di costruzione del cupolino e della copertura in cotto della cupola.

1733, settembre. Compiute le opere in muratura del cupolino.



Fig. 3

1733, ottobre. Compiuta la copertura in piombo del cupolino e la copertura in tegole della cupola, costituita da un tetto a tre falde disposte a gradinata (fig. 4) che, per ragioni di economia, sostituì la prevista copertura in piombo.

1883. Inizio dei lavori per la nuova copertura in rame della cupola, a sostituzione della prima copertura di tegole.

Sempre dal libro dei conti del Santuario si possono trarre alcune indicazioni sulle maestranze preposte alle diverse parti della costruzione, e precisamente:

direzione dei lavori: mastro Domenico Pinchetto (da Como);

assistenza: mastro Bernardo Antonietti (da Lugano) e Gian Maria Gallo, figlio dell'architetto;

capi mastri: Giacomo Saccone e Giovanni Cuniberti (da Vico), Giovanni Martino e Bernardo Borione (da Torino);

lavori in pietra scalpellata: mastri Antonio Casella, Pompeo Solaro, Sebastiano Tarditi, Matteo Bussi, Alessandro Piazzoli;

armature e lavori in legno: Oliviero Adamo (da Vico), Paolo Rebaudengo, Andrea Boglio;

opere in ferro: Giacomo Paolo Coppa, Bernardino e Carlo Rasella, Cesare Cantatore, Sebastiano Rovere.

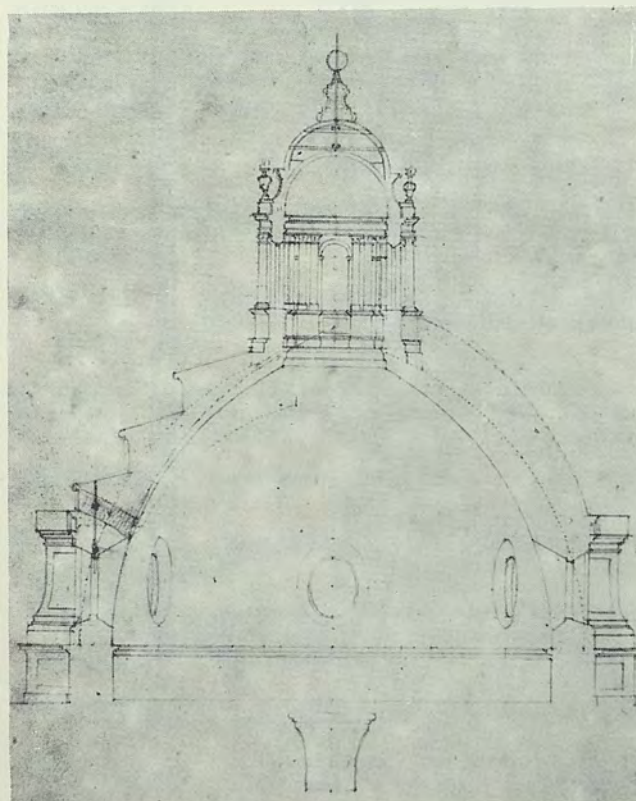


Fig. 4

I materiali costruttivi

Qualunque edificio deve considerarsi come un tutto composto di varie parti unite insieme e collegate. Queste parti chiamansi volgarmente materiali, e sono pietre, mattoni, calce, arena, legnami, metalli, ecc. La forza della fabbrica dipenderà dalla particolare forza di ciascuno, e dalla unione di tutte...; onde la solidità e durata di qualunque edificio dipenderà da due riguardi: 1) dalla scelta opportuna de materiali, 2) dal loro convenevole impiego... dipendendo quest'ultimo a sua volta principalmente da tre cose: 1) dalla quantità, 2) dalla distribuzione, 3) dalla scambievole connessione tra loro.

Queste parole e le seguenti, tratte dai *Principi di architettura civile* di Francesco Milizia [5] e scritte perciò non molti anni dopo la costruzione della cupola di Vicoforte (essendo Milizia vissuto dal 1725 al 1798), sono da ritenersi indicative di quelle che potevano essere le conoscenze del Gallo in

questo campo, ed insieme testimoniano una attenta consapevolezza — nella cultura scientifica del tempo — del ruolo fondamentale dei materiali nella costruzione.

Nelle pagine successive il Milizia, rifacendosi anche alle nozioni tratte da un'ampia bibliografia (Plinio, Vitruvio, Serlio, Palladio, Delorme), prende in considerazione ad uno ad uno i vari materiali, richiamandone sistematicamente gli accorgimenti ed i criteri di scelta, di preparazione e di impiego in funzione della tipologia e della destinazione degli edifici da costruire. Ai mattoni per le volte, ad esempio, si richiede durezza e leggerezza, condizioni che si avranno egregiamente tali, se alla buona argilla si frammischia un poco di cenere di carbone finamente setacciato, mentre la malta converrà sia composta di calce fatta a fuoco lento e concentrato e di arena di cava. Altri consigli riguardano l'armatura di legname per la costruzione delle volte, nonché il ferro da usare per concatenare le parti distanti per mezzo di spranghe o di catene.

Senza entrare in ulteriori particolari, è importante invece sottolineare come già in quell'epoca si avvertisse chiaramente l'importanza dell'indagine sperimentale, ai fini di una corretta conoscenza dei materiali da costruzione.

Milizia, dopo aver invocato come desiderabile che le accademie delle scienze facessero degli esperimenti anche su questo soggetto e... ciascuna... dopo esperienze incontrastabili, pubblicasse le principali qualità de materiali del suo distretto, riporta i valori numerici allora riconosciuti della resistenza a rottura dei principali materiali, facendo riferimento a varie esperienze, tra cui quelle del Musschembrock sul comportamento di pilastri di mattoni comparato a quello di pilastri di pietra e marmo bianco.

Particolarmente interessante sotto questo aspetto appare la metodologia delle prove sperimentali che Poleni [6] condusse sul ferro dei cerchioni da cingere le cupole (fig. 5a), per il cui dimensionamento consigliava di determinare sperimentalmente di volta in volta la resistenza a rottura e la dilatazione termica del materiale impiegato.

Per le sue prove Poleni — non volendo servirsi di fili di ferro analoghi a quelli usati negli esperimenti del Musschembrock per la differenza che, a causa della trafilatura, comprese dover sussistere necessariamente tra il ferro dei cerchioni e il ferro dei fili — ideò dei provini prismatici di forma allungata e assottigliati nella zona centrale (fig. 5b), e ne sottopose un certo numero a trazione, per mezzo di un sistema a leva, con la sua Macchina Divulsoria. Il carico veniva applicato, fino a rottura, con incrementi costanti e lentamente crescenti (prima di 10 in 10, e poi di 5 in 5 libbre); i risultati, ordinatamente riassunti in una tabella, venivano dapprima valutati con il concetto di media tra gli otto valori ricavati (Numero Medio, cioè il numero da aversi per proprio negli usi), poi, regolandosi conforme al genio della miglior cautela, facendo riferimento al Numero Minimo tra quelli ricavati, ancora arrotondato per difetto (se in alcun ferro vi fosse qualche leggiero difetto).

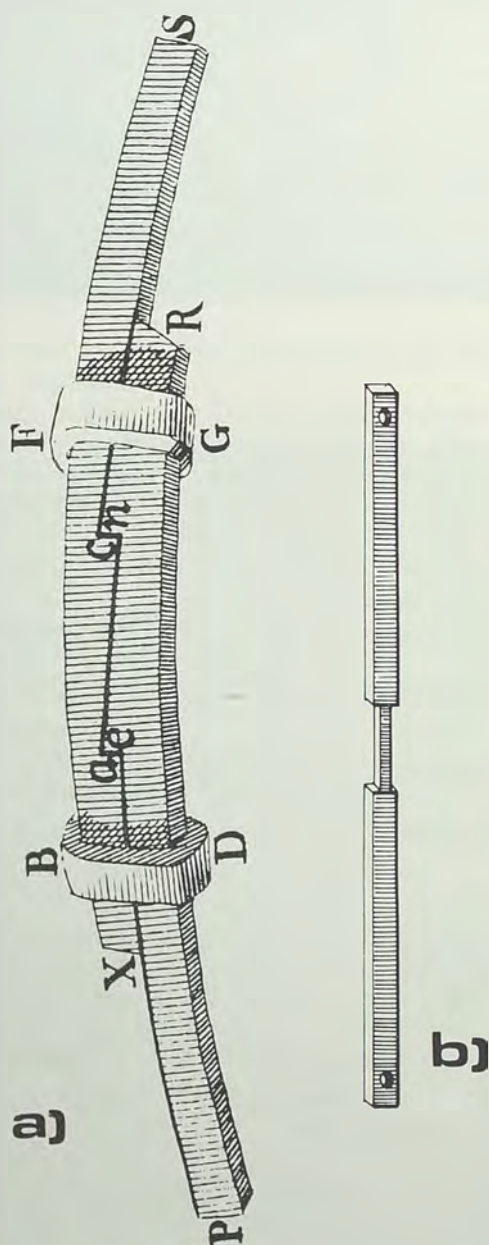


Fig. 5

Nella descrizione di queste prove ritroviamo perciò, seppure in embrione e con le comprensibili inesattezze, concetti metodologicamente assai moderni quali quelli di carico crescente, valor medio, coefficiente di sicurezza, che testimoniano ulteriormente l'importanza che già all'epoca del Gallo, su basi in parte ancora intuitive ed in parte sistematizzate, si attribuiva ai materiali nell'architettura.

Passando più propriamente al Santuario di Vicoforte, i materiali usati per la costruzione del tamburo e della cupola furono sostanzialmente i mattoni e la malta, nonché il ferro impiegato per la cerchiatura costituita — come riferisce Garro nella sua relazione [8] — da due doppi anelli di ferro forgiato disposti sopra e sotto i finestrini ovali alla base della cupola.

Dalle poche notizie reperibili, risulta che i laterizi furono forniti dalle fornaci di Giuseppe Veglia, Pietro Andrea Bonello, Matteo Blengini, Luigi Vena e Sebastiano Gaffodio; la calce dalle cave di Torre; le pietre — usate esclusivamente per il cornicione del tamburo, le balaustre ed il cupolino — dalle cave della Predera a Vicoforte.

Dall'analisi chimica eseguita per determinare la composizione della malta è risultato, in quanto alla ripartizione granulometrica:

— inerte fine e medio	34,99%
— parte fine (passante per il setaccio da 100 maglie/cm ²)	65,01%

e, in quanto alla composizione della parte fine, una perdita alla calcinazione dell'8,72% ed un residuo insolubile del 70,69%, nonché la presenza, tra le altre sostanze, di percentuali di:

— silice solubile SiO ₂	1,06%
— ossido di calcio CaO	8,87%
— ossido di magnesio MgO	5,08%

Si tratta perciò di una malta confezionata con calce magnesiaca sostanzialmente magra — dati l'alto valore del residuo insolubile e la bassa percentuale di ossido di calcio e di magnesio — caratterizzata tuttavia da una leggera idraulicità (presenza di SiO₂) che, per quanto accidentale e all'epoca non riconosciuta, può averne incrementato le caratteristiche di resistenza. Le possibilità di sfruttare favorevolmente questa idraulicità erano legate ad una buona cottura della calce, provata in questo caso dalla presenza della silice solubile.

In quanto ai mattoni, numerose prove eseguite presso il Politecnico di Torino sia sui singoli mattoni che su blocchi murari prelevati dalla struttura in esame hanno fornito una serie di risultati caratterizzati, come era prevedibile, da una notevole dispersione, che hanno tuttavia permesso di ricavare come valori attendibili per il modulo

elastico e per la resistenza a rottura della muratura:

$$E = 14.000 \div 15.000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{rott}} = 30 \text{ kgf/cm}^2$$

Tali prove hanno altresì evidenziato l'influenza negativa della presenza dei giunti di malta sulle caratteristiche resistive della muratura nel suo complesso, essendosi ricavati per i soli mattoni valori di E e σ_{rott} mediamente assai più favorevoli, con punte di 77.000 kgf/cm² per il modulo elastico e di 85 kgf/cm² per la resistenza a rottura a compressione.

Concludendo queste osservazioni sulla struttura tamburo-cupola del Santuario di Vicoforte, emerge anche dalle poche notizie oggi reperibili come aspetto forse più interessante, ed anche inaspettato, quella che oggi chiameremmo una intelligente organizzazione di cantiere, leggibile nella chiara suddivisione dei compiti tra le varie maestranze e nella successione rapida e tuttavia prudente ed ordinata delle fasi di costruzione, sia della struttura muraria vera e propria che — non meno complessa ed importante — della imponente armatura sottostante.

A questa organizzazione, oltre che alle qualità personali di Gallo ed a quelle che potevano già essere le sue conoscenze teoriche e pratiche sulle tecniche e sui materiali costruttivi, va senza dubbio il merito di aver permesso la costruzione di una cupola così difficile in un periodo di tempo (giugno-ottobre 1731) da considerarsi, anche con i mezzi dei nostri giorni, sorprendentemente breve.

BIBLIOGRAFIA

- [1] DANNA C., CHIECHIO C., *Storia artistica illustrata del Santuario di Mondovì presso Vicoforte*. 1595-1891, Torino, Tipografia G. Derossi, 1891.
- [2] MELANO ROSSI L., *Il tempio della pace in Val d'Ermena (presso Mondovì)*, Milano, Alfieri e Lacroix, 1914.
- [3] CARBONERI N., *L'architetto Francesco Gallo*. 1672-1750, « Atti Società Piemontese d'Archeologia e di Belle Arti », Torino, 1954.
- [4] GUERRA G., *Statica e tecnica costruttiva delle cupole antiche e moderne*, Napoli, Istituto di Architettura Tecnica, 1958.
- [5] MILIZIA F., *Principj di Architettura civile*, Prima edizione milanese per cura del Professore Architetto Giovanni Antolini, Milano, 1832.
- [6] POLENI G., *Memorie storiche della Gran Cupola del Tempio Vaticano*, Padova, 1748.
- [7] RONDELET G., *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*, Mantova, 1835.
- [8] GARRO M., *Santuario Basilica di Mondovì presso Vicoforte, Cuneo - Opere di consolidamento e restauro - Relazione tecnica*, 1962, dattiloscritto.

Ipotesi di analisi del regime statico sulla cupola con i metodi approssimati in uso all'epoca della costruzione del Santuario

La nostra indagine è volta ad analizzare il regime statico della cupola del Santuario di Vicoforte avvalendoci degli eventuali presupposti teorici che possono aver guidato F. Gallo nella concezione strutturale della sua opera.

I primi trattati sulla teoria delle volte rivolgevano la loro attenzione esclusivamente alla stereotomia, o taglio delle pietre, quale fatto costruttivo determinante, suggerendo peraltro regole empiriche di pratica applicazione la cui giustificazione scientifica venne cercata solo nella seconda metà del 600.

Tracciare una volta significava trovare su di una superficie piana data tutte le misure che ogni concio avrebbe dovuto avere a seconda della posizione che gli competeva [1].

Il tracciamento risultava valido sia per le volte di pietra da taglio sia per quelle in mattoni.

In entrambi i casi infatti, era considerata buona regola per formare le *volte solide* che i ranghi dei conci fossero concentrici e perpendicolari all'asse, supponendo evidentemente nel secondo caso un maggior numero di giunti, data la minor dimensione del modulo costruttivo (il mattone).

Il passo fondamentale nello studio dell'equilibrio delle volte fu il riconoscimento, nel 1697, delle proprietà della catenaria, definita da David Gregory: *quella curva che rivolta all'insù somministra la figura di un arco architettonico ben resistente* [2] (fig. 1).

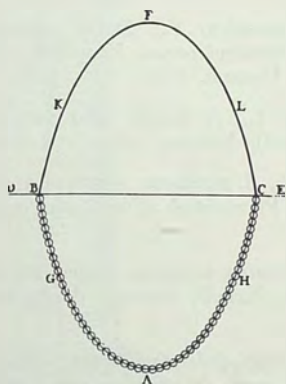


Fig. 1.

L'idea della catenaria venne universalmente accettata, ma i teorici dell'epoca si trovarono in disaccordo sull'effettivo meccanismo di stabilità degli archi, di cui cercavano di determinare la geometria e lo spessore necessari.

Le due teorie maggiormente seguite, anche se in antitesi l'una con l'altra, furono pubblicate da

(*) Architetti, Istituto di Scienza delle Costruzioni, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino.

Couplet nelle « Memorie dell'Accademia delle Scienze di Parigi ».

Il nocciolo della questione era considerato essere l'influenza che aveva sull'equilibrio la resistenza per attrito accettata dagli uni e negata dagli altri.

Nel primo caso era la ruvidezza e scabrosità delle faccie ad impedire lo scorrimento mutuo dei conci, ipotesi questa conforme ai risultati della esperienza per quanto riguarda la maniera in cui i conci erano trattenuti nelle reciproche posizioni, ma non quanto alla rottura degli archi che si supponeva erroneamente verificarsi sempre in chiave ed a metà delle reni.

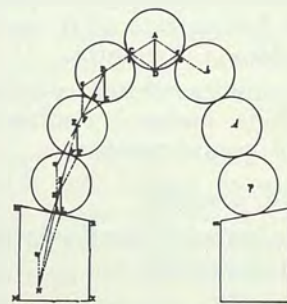


Fig. 2.

Nel secondo caso si supponevano le superfici dei conci perfettamente levigate così da poter scorrere liberamente le une sulle altre.

L'equilibrio diveniva quindi una conseguenza della forma geometrica dell'arco e dell'entità e composizione delle forze agenti sul sistema.

L'intuizione del poligono delle forze, la cui origine si fa risalire addirittura ad Aristotele, fu oggetto di studio nelle *Lineae tertii ordinis Newtonianae* da parte di Jacopo Stirling che cercò di dimostrare come le varie parti di un arco potessero stare in equilibrio senza attrito reciproco (fig. 2).

La prima vera applicazione pratica della nuova teoria fu però fatta da Poleni [2], in cui egli, partendo dal concetto di catenaria, ricercò — ante litteram — la curva funicolare di pesi diseguali, ribaltandola in modo da ottenere un arco o più precisamente la linea media di un arco, il cui equilibrio avrebbe potuto essere considerato perfetto per il coincidere della linea media colla curva delle pressioni.

In seguito il concetto di catenaria fu esteso alla cupola considerata come generata dalla rotazione di un arco attorno ad un asse. A Poleni si attribuì il merito, peraltro fondamentale, di aver riconosciuto la differenza fra arco e settore: le parti di un arco, infatti, si possono considerare tutte uguali tra di loro, in modo che ciascun concio riceve

dal concio immediatamente precedente un carico pari al suo peso moltiplicato per il numero dei conci sovrastanti; le parti del settore, invece, sono tutte diverse e poiché ognuna è maggiore di quella immediatamente superiore e minore di quella inferiore, andando verso l'alto la spinta trasmessa da ogni concio sarà sempre minore.

L'applicazione del poligono funicolare permise la costruzione di cupole composte di archi e cui differenti pietre si sostengono l'una l'altra per la loro disposizione. In ciascuna delle predette pietre si hanno da considerare tre potenze raccolte intorno al suo centro di gravità. Una di queste potenze è il peso, per cui ciascuna pietra tende a cadere giù per una linea verticale: le altre due potenze provengono dalla pressione che ciascuna pietra soffre dalle due pietre collaterali che si sforzano di sostenerla presso a poco come in una folla due uomini sostengono un altro tra di loro (...). Il risultato degli sforzi, che tutte le pietre componenti una volta impiegano da una parte e dall'altra per vincere gli ostacoli che loro si oppongono, si chiama spinta (...), che viene interamente sostenuta dal piedritto [3].

Divenne a tal punto fondamentale trovare delle regole pratiche e teoriche per determinare la dimensione dei piedritti quali elementi equilibratori della spinta. Tale esigenza fu sentita a tal punto da far considerare secondario lo studio della volta vista non come elemento resistente, ma unicamente come complesso di canali statici.

È perciò molto difficile se non impossibile trovare nei trattati dell'epoca dei capitoli che trattino, in termini di una certa compiutezza, lo studio dell'equilibrio delle volte; di conseguenza le dimensioni di queste ultime venivano suggerite piuttosto dalle precedenti esperienze e dalle possibilità economiche dei committenti che da effettive esigenze statiche.

Verifica di stabilità

Per verificare la stabilità di una volta a bacino si usava immaginarla divisa in tanti spicchi indipendenti l'uno dall'altro giacché, come venne confermato dall'osservazione e dall'esperienza, la rovina di una volta a bacino è sempre preceduta da fenditure e da disgiunzioni nel senso dei meridiani [4].

Trattandosi di una volta su base ovale od ellittica fra i diversi spicchi in cui essa poteva essere divisa conveniva scegliere quello in cui l'asse di simmetria verticale passava per il diametro maggiore dell'ovale. Se si verificava che lo spicchio in esame era in condizioni di stabilità, si poteva concludere che lo era anche l'intera volta.

L'unico sistema di carichi agenti, che — all'epoca — veniva preso in considerazione era quello dovuto alle azioni del peso proprio, considerandosi trascurabili i sovraccarichi della neve e del vento che, rispetto al primo, rappresentano un carico di modestissima entità. Il problema dell'equilibrio dello spicchio di volta consisteva dunque nel cercare per quale effetto di arco i carichi considerati si riportassero sul tamburo ossia quale potesse essere la curva delle pressioni dello spicchio preso in considerazione.

Si suddivideva dunque il profilo dell'arco in un adeguato numero di conci ideali e per ognuno di essi si calcolava il volume ed il peso.

Tale era il punto di partenza dei metodi che cercavano di giungere, con procedimenti di composizione e decomposizione di forze, ad individuare la curva delle pressioni dell'arco ossia l'entità e la posizione delle forze che ciascun concio trasmetteva ai conci adiacenti.

Usando una terminologia moderna diremo che i pesi propri così calcolati, applicati nei baricentri dei singoli conci, vengono a costituire un sistema di forze complanari che si possono collegare tra di loro con un'infinità al cubo di poligoni funicolari.

Tra questi infiniti poligoni funicolari è necessario scegliere quello che, effettivamente individua il sistema di equilibrio dello spicchio in esame e quindi determinare, ad esempio, i tre parametri che caratterizzano ogni singolo poligono quali le coordinate del polo e la posizione di un lato della funicolare oppure — il che è equivalente — due punti di passaggio obbligato del primo e dell'ultimo lato della funicolare stessa.

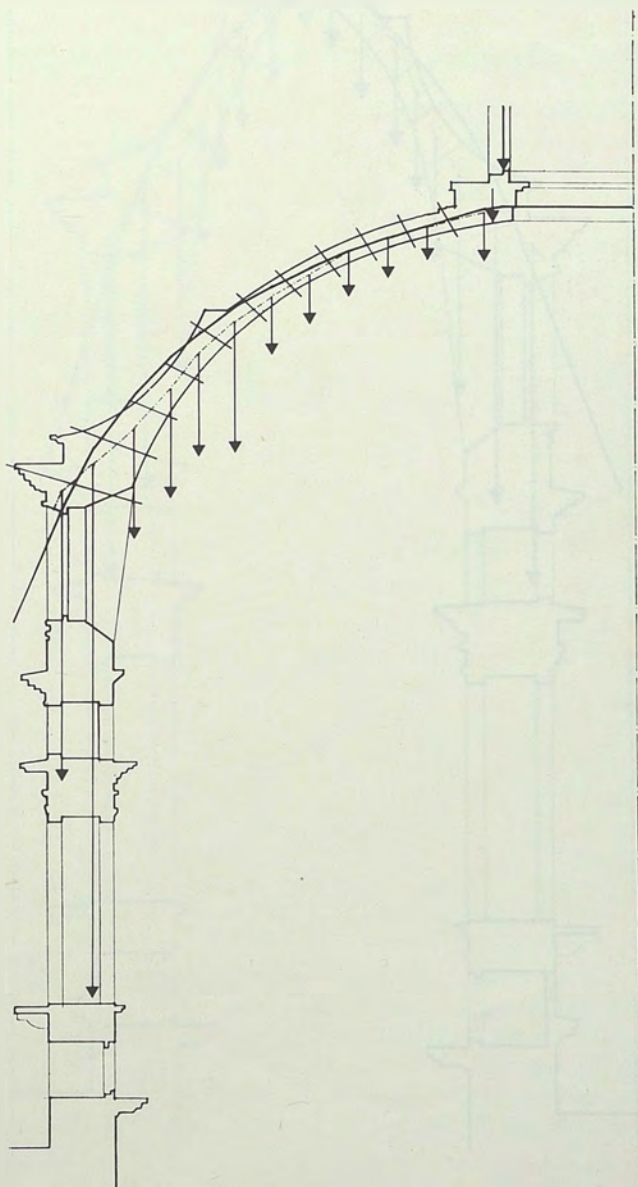


Fig. 3

La Scienza delle Costruzioni ci permette oggi di risolvere questo problema — che è tipicamente iperstatico — senza molte difficoltà.

All'epoca di Gallo, peraltro, tale via non era percorribile e quindi il problema poteva essere risolto soltanto fissando a priori — sulla base dell'esperienza — i valori dei parametri indeterminati. Così i due punti di passaggio obbligato delle curve delle pressioni venivano scelti partendo da ipotesi relative alla posizione dei cosiddetti *giunti di rottura*

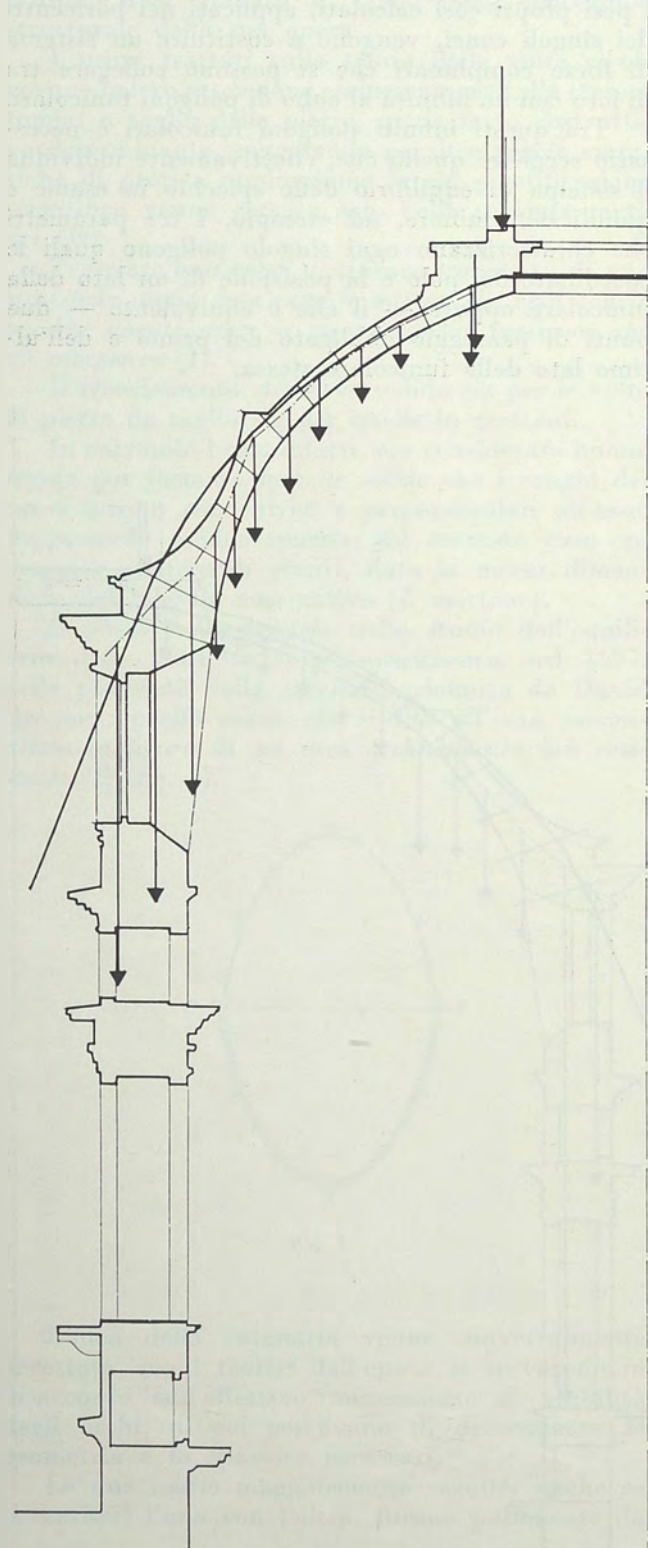


Fig. 4

degli archi ossia di quei punti che avevano sulla scorta dell'esperienza, la maggiore probabilità di localizzazione di fessure (all'intradosso o allo estradosso) per la presenza di sollecitazioni di trazione.

Esaminando infatti il meccanismo di rottura degli archi, già i primi studiosi e soprattutto De la Hire, avevano definito il concetto di giunto di rottura, partendo dalla ipotesi, confermata dalla realtà, che essa si verificasse sempre secondo determinate sezioni, sulle quali la parte superiore dell'arco agiva col suo peso come un cuneo, esercitando forze applicate nel baricentro dei giunti di rottura stessi.

Sviluppando questo concetto, affinato da diversi altri studiosi, Navier aveva ipotizzato che l'andamento della curva delle pressioni dovesse essere tale da dare un diagramma delle tensioni tutto dello stesso segno, e più precisamente che la curva delle pressioni di un arco dovesse passare in chiave per il terzo medio superiore della sezione (logicamente pensata rettangolare) ed all'imposta per il terzo medio inferiore, scegliendo così la situazione più sfavorevole possibile, sempre però nel presupposto di accettare tensioni tali da dare diagrammi tutti dello stesso segno.

Tale ipotesi, se pure ingegnosa ed accettabile sul piano intuitivo attesa la riconosciuta impossibilità di resistenza a trazione delle malte, non dava garanzie certe di attendibilità, essendo impossibile — ove non si tenga conto della situazione deformazionale — vincolare a priori, per un arco di una data geometria, due punti obbligati di passaggio della curva delle pressioni. Essa peraltro era comunemente accettata come unica via percorribile per il tracciamento della curva delle pressioni negli archi (sia pure con variate ipotesi sulla posizione dei cosiddetti *giunti di rottura*).

Abbiamo pertanto ritenuto coerente con i fini del presente studio appoggiarci a tali ipotesi nell'intento di individuare quale avrebbe logicamente potuto essere l'ottica di valutazione della cupola dal punto di vista statico da parte degli esperti dell'epoca: di conseguenza abbiamo effettuato diversi tentativi di disegnare le curve delle pressioni relative agli spicchi della cupola corrispondenti ai due diametri più caratterizzanti e cioè il diametro maggiore e il diametro minore. Tali tentativi corrispondono a diverse ipotesi relative ai punti di passaggio obbligato della curva delle pressioni e portano a presunzioni di regime statico in taluni casi non accettabili, in talaltri più coerenti con il comportamento deformazionale della cupola.

Abbiamo peraltro riportato nelle figure 3, 4, 5, 6, le curve che, sovrapposte alla geometria dell'arco, configurano una situazione di equilibrio che si avvicina maggiormente al panorama fessurativo riferibile alla realtà della cupola. Tali curve corrispondono all'ipotesi di passaggio obbligato della curva delle pressioni per due punti, uno in corrispondenza della sezione di sommità e l'altro in corrispondenza della sezione di imposta.

In corrispondenza della sezione di sommità, si è accertata — in entrambe le alternative studiate —

l'ipotesi di cerniera baricentrica, in quanto la presenza del cupolotto, interrompendo la continuità della cupola, fa presupporre che, molto probabilmente, la sezione terminale dello spicchio risulti sollecitata da una forza di compressione baricentrica e quindi con momento nullo.

Per quanto riguarda il secondo punto di passaggio obbligato della curva delle pressioni sono stati considerati due diversi casi: il primo contempla l'ipotesi di una cerniera alla sezione di imposta per tener conto della presenza — nel caso dello spicchio in esame — di uno degli occhi della cupola che, a causa dell'assenza di materiale, permetterebbe libere rotazioni e pertanto obbliga la curva delle pressioni a passare per il baricentro.

Il secondo caso, rifacendosi alle controverse ipotesi sulla posizione del *giunto di rottura* presuppone il passaggio della curva delle pressioni per il terzo medio inferiore della sezione d'imposta.

Confrontando le curve delle pressioni ottenute nelle due diverse ipotesi di vincolo possiamo notare come nel primo caso (fig. 3, 4) la curva sia molto vicina all'asse geometrico della sezione nella

parte superiore della cupola, indicando quindi la presenza di sole sollecitazioni di compressioni, e se ne allontanano poi fino ad uscire dalla sezione nella parte inferiore che risulterebbe perciò sottoposta a sollecitazioni di trazione difficilmente compatibili colla effettiva possibilità resistiva del materiale.

Il secondo caso (fig. 4, 5) porta invece ad una curva delle pressioni che, più coerente con il pano-

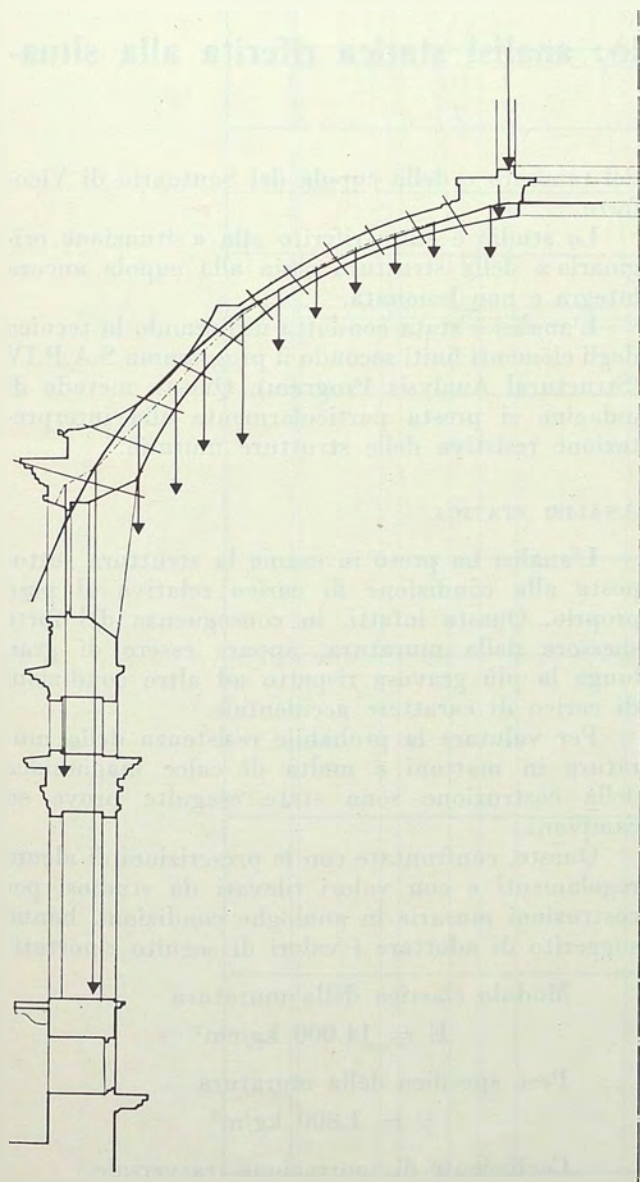


Fig. 5

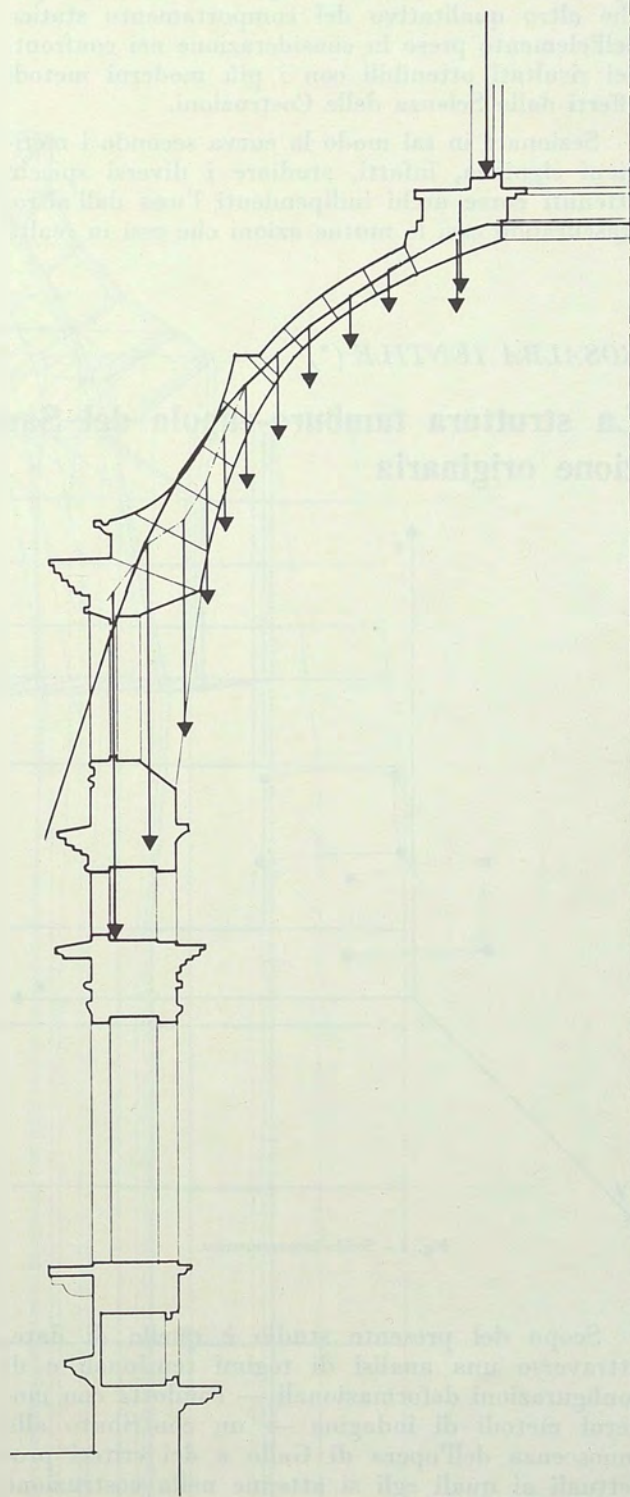


Fig. 6

rama fessurativo riscontrato nella volta, pur conservando lo stesso andamento dell'ipotesi precedente, non esce dalla sezione, mantenendosene tangente nella parte più critica ed indicando così la presenza di tensioni di trazione di minore entità, una parte delle quali può considerarsi neutralizzata dalla presenza di cerchiature metalliche già inserite da Gallo stesso al momento della costruzione della cupola.

Ricordiamo, tuttavia, che una verifica di questo tipo offre soltanto un'immagine di carattere più che altro qualitativo del comportamento statico dell'elemento preso in considerazione nei confronti dei risultati ottenibili con i più moderni metodi offerti dalla Scienza delle Costruzioni.

Sezionare in tal modo la curva secondo i meridiani significa, infatti, studiare i diversi spicchi ottenuti come archi indipendenti l'uno dall'altro, trascurando così le mutue azioni che essi in realtà

si trasmettono secondo i paralleli che si traducono in un effetto cerchiante a tutto vantaggio della stabilità.

BIBLIOGRAFIA

- [1] DERAND F., *L'architecture des voutes ou l'art des traits et coupe des voutes*, Parigi, 1643.
- [2] POLENI G., *Memorie istoriche della Gran Cupola del Tempio Vaticano*, Padova, 1748.
- [3] MILIZIA F., *Principi di Architettura Civile*, Milano, 1852.
- [4] CURIONI G., *L'arte di fabbricare*, Torino, 1865.
- [5] RONDELET G., *Trattato teorico e pratico dell'arte di fabbricare*, Mantova, 1834.
- [6] BOISTARD L. C., *Recueil d'expériences et d'observations faites sur différentes travaux exécutés pour la construction du pont de Nemour, pour celle de l'arsenal et du port militaire d'Anvers, et pour la reconstruction du port de Flessingue*, Parigi, 1822.

ROSALBA IENTILE (*)

La struttura tamburo-cupola del Santuario: analisi statica riferita alla situazione originaria

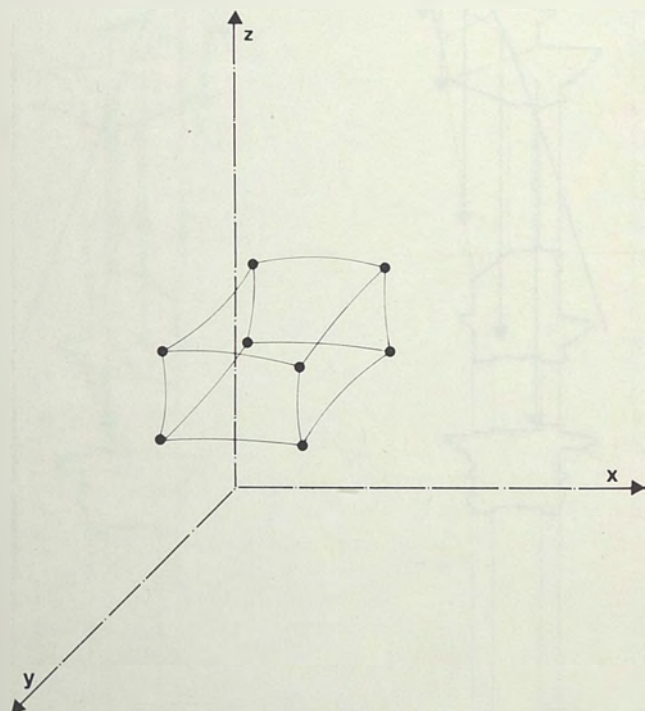


Fig. 1 - Solido isoparametrico.

Scopo del presente studio è quello di dare, attraverso una analisi di regimi tensionali e di configurazioni deformazionali — condotta con moderni metodi di indagine — un contributo alla conoscenza dell'opera di Gallo e dei criteri progettuali ai quali egli si attenne nella costruzione

del tamburo e della cupola del Santuario di Vico-forte.

Lo studio è stato riferito alla « situazione originaria » della struttura ossia alla cupola ancora integra e non lesionata.

L'analisi è stata condotta utilizzando la tecnica degli elementi finiti secondo il programma S.A.P.IV (Structural Analysis Program). Questo metodo di indagine si presta particolarmente alla interpretazione resistiva delle strutture murarie.

ANALISI STATICA

L'analisi ha preso in esame la struttura sottoposta alla condizione di carico relativa al peso proprio. Questa infatti, in conseguenza del forte spessore della muratura, appare essere di gran lunga la più gravosa rispetto ad altre condizioni di carico di carattere accidentale.

Per valutare la probabile resistenza della muratura in mattoni e malta di calce magnesiaca della costruzione sono state eseguite prove su campioni.

Queste, confrontate con le prescrizioni di alcuni regolamenti e con valori rilevati da studiosi per costruzioni murarie in analoghe condizioni, hanno suggerito di adottare i valori di seguito riportati:

Modulo elastico della muratura

$$E = 14.000 \text{ kg/cm}^2$$

Peso specifico della muratura

$$\gamma = 1.800 \text{ kg/m}^3$$

Coefficiente di contrazione trasversale

$$\nu = 0,20$$

(*) Architetto, Professore incaricato di Tecnica delle Costruzioni, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino.

Si è studiata una schematizzazione della struttura che permettesse la realizzazione di un modello matematico adeguato. Questo ha interessato un quarto della struttura tamburo-cupola, compreso fra il semiasse minore e quello maggiore.

Infatti, grazie alla geometria di forma e nell'ipotesi di carico simmetrico, un riferimento di questo tipo appare del tutto esauriente.

La parte di struttura considerata è stata discretizzata con una *mesh* di elementi finiti isopara-

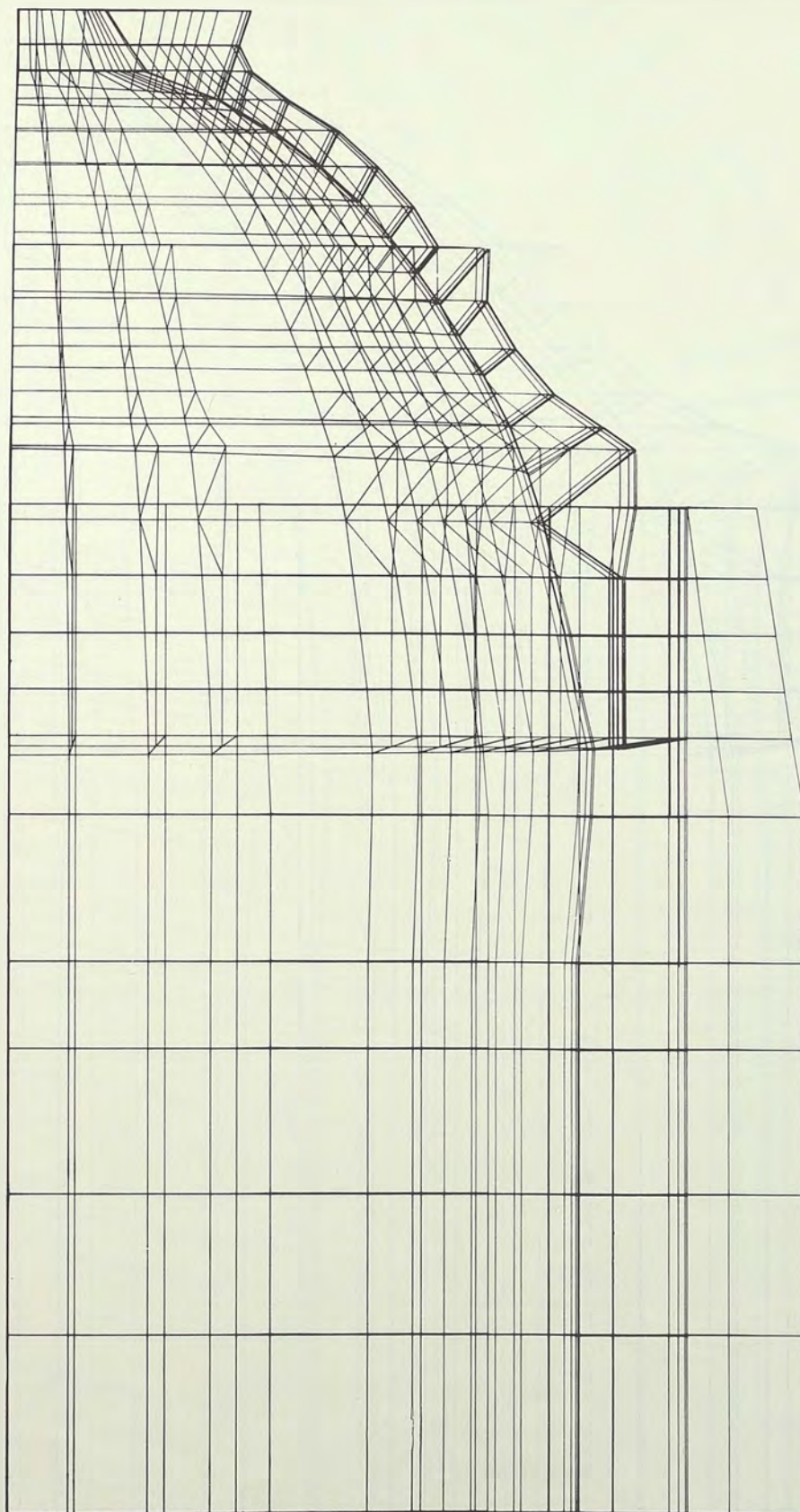


Fig. 2 - Prospetto della struttura sull'asse minore.

metrici ad otto nodi, cioè tridimensionali, con domini di definizione a contorni curvilinei (fig. 1). La scelta dell'elemento è stata guidata dalla geometria della struttura — limitata da contorni curvilinei — e dal particolare stato di sollecitazione

che governa le cupole. L'elemento tridimensionale infatti permette la lettura delle variazioni tensionali ai nodi dell'elemento stesso e pertanto lo studio dello stato di sollecitazione in regime flessionale proprio delle cupole di notevole spessore.

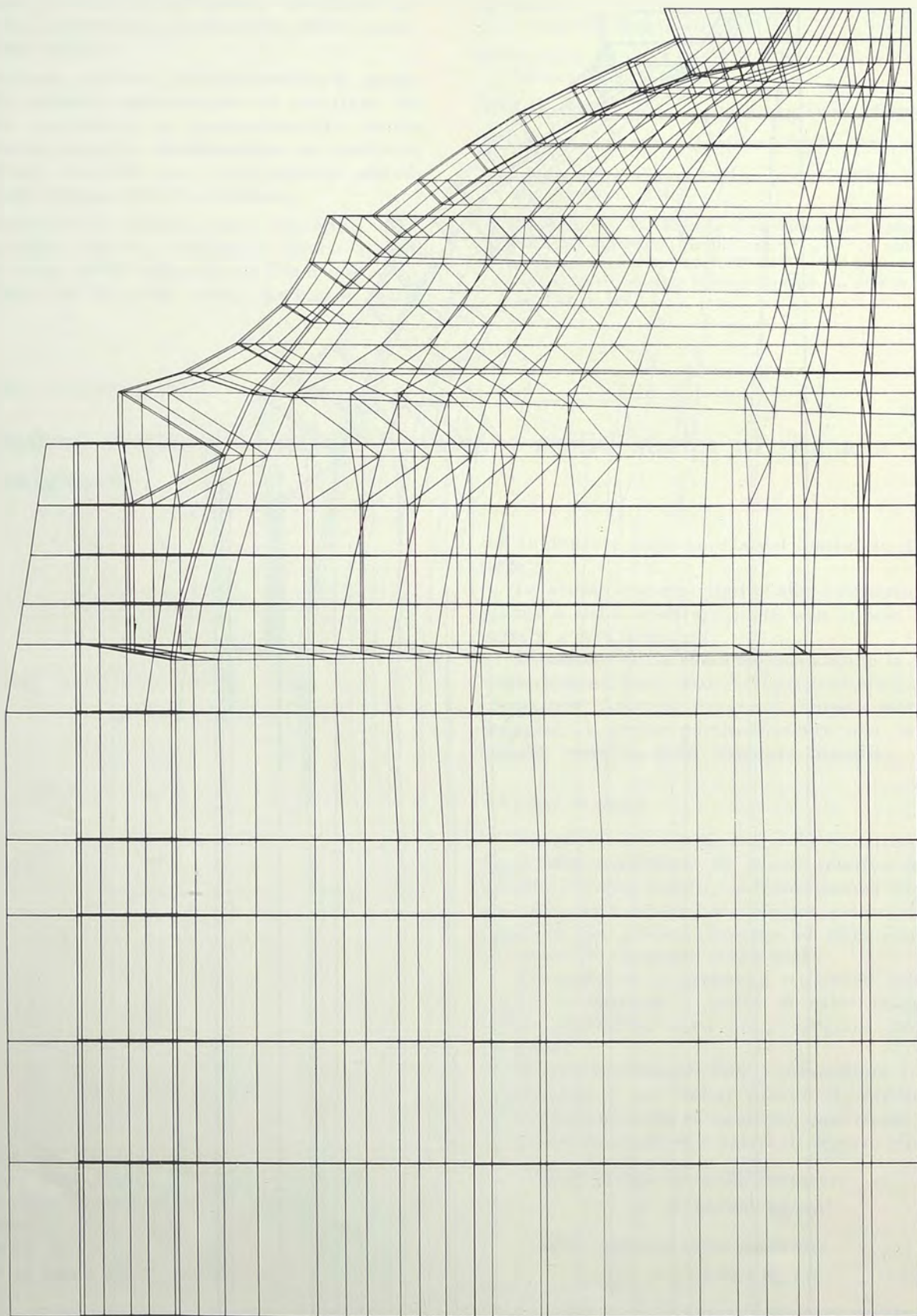


Fig. 3 - Prospetto della struttura sull'asse maggiore.

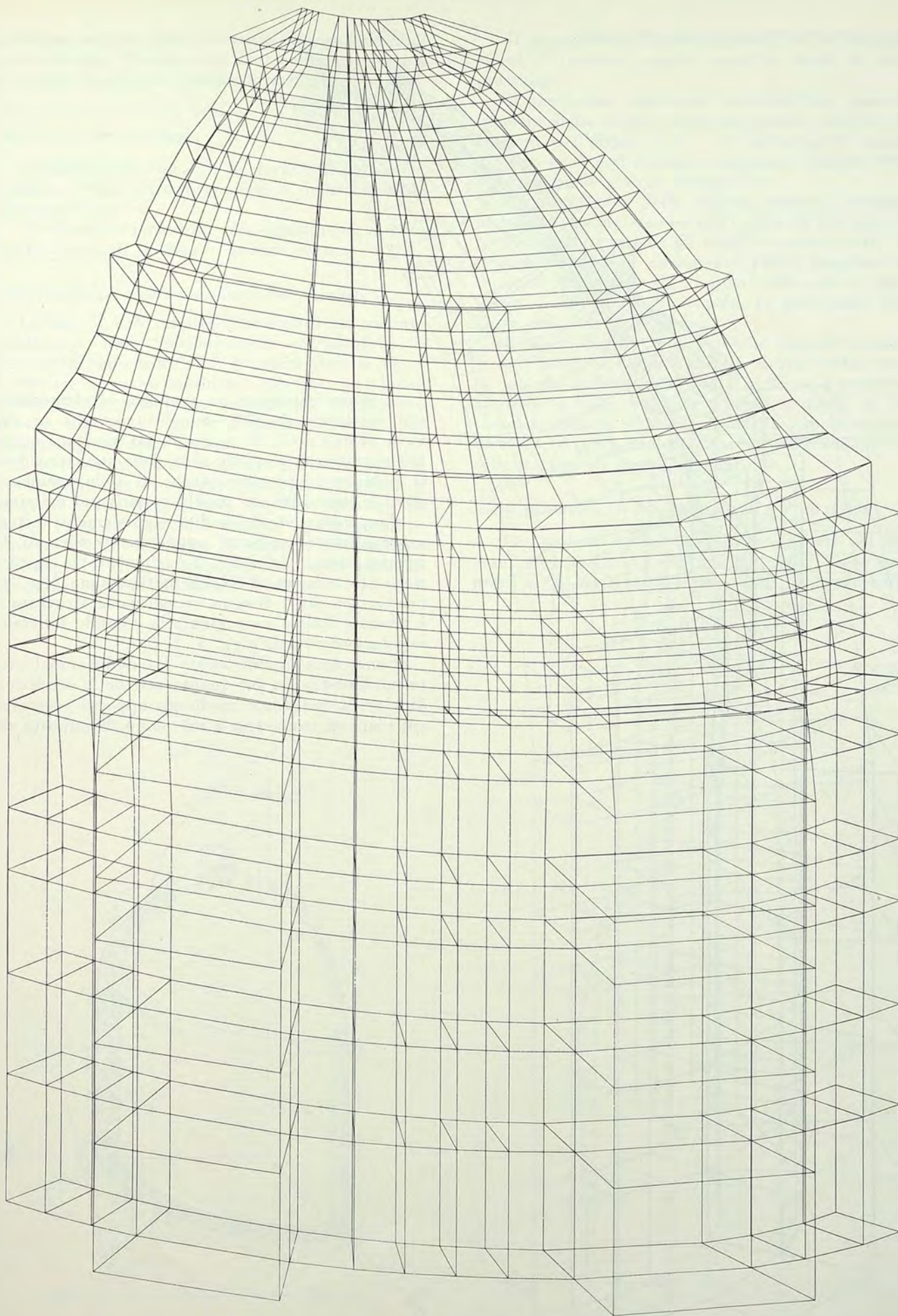
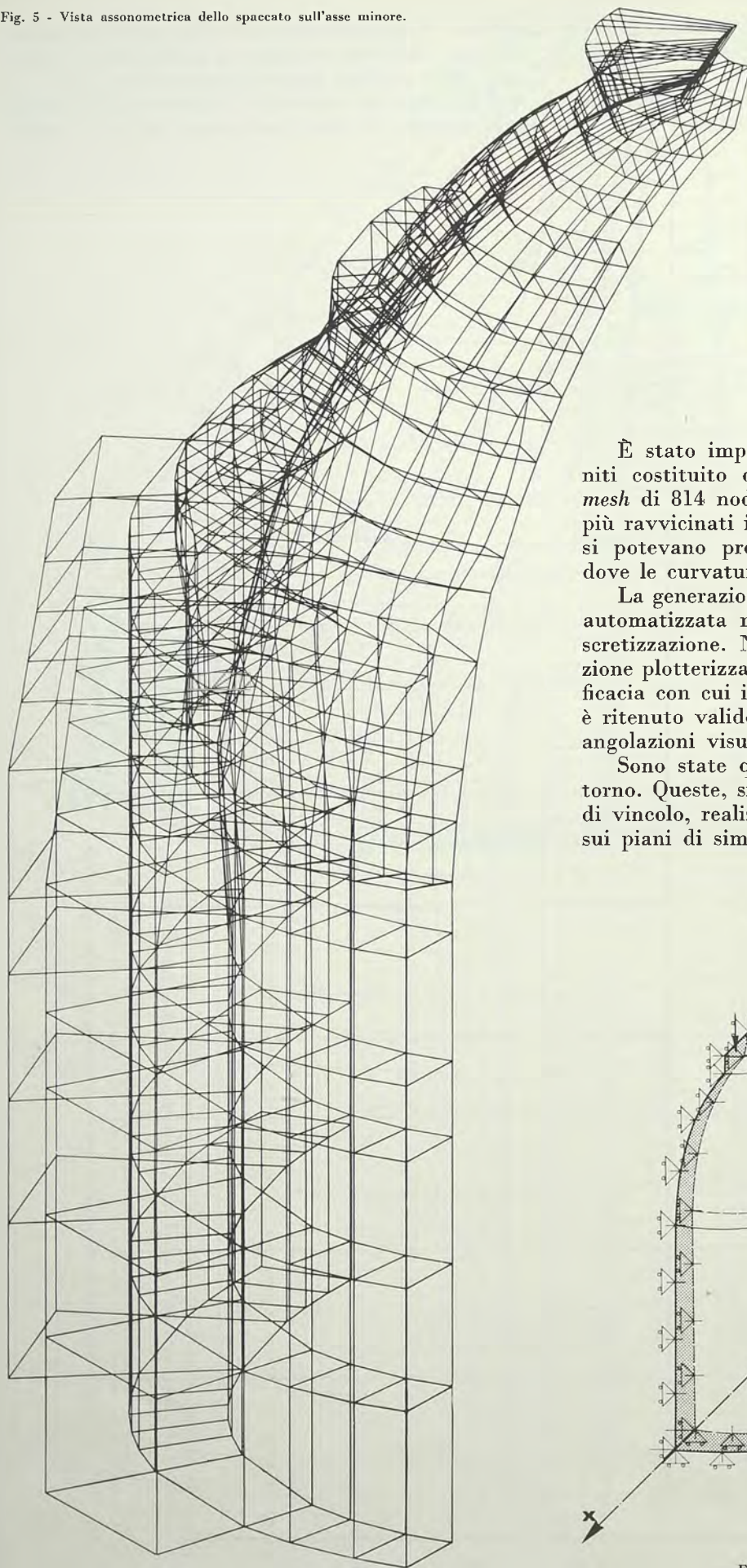


Fig. 4 - Vista assonometrica.

Fig. 5 - Vista assonometrica dello spaccato sull'asse minore.



È stato impiegato un modello ad elementi finiti costituito da 384 elementi costruiti su una *mesh* di 814 nodi, in modo da far risultare questi più ravvicinati in quelle zone della struttura dove si potevano prevedere picchi di sollecitazione e dove le curvature del profilo apparivano massime.

La generazione dei nodi e degli elementi è stata automatizzata mediante opportuna tecnica di discretizzazione. Nella fig. 2 è riportata la restituzione plotterizzata della schematizzazione. Per l'efficacia con cui il disegno visualizza la struttura si è ritenuto valido rappresentarla secondo differenti angolazioni visuali (figg. 3, 4, 5).

Sono state quindi fissate le condizioni al contorno. Queste, sia per quanto attiene le condizioni di vincolo, realizzate mediante appoggi scorrevoli sui piani di simmetria e sul piano di imposta del

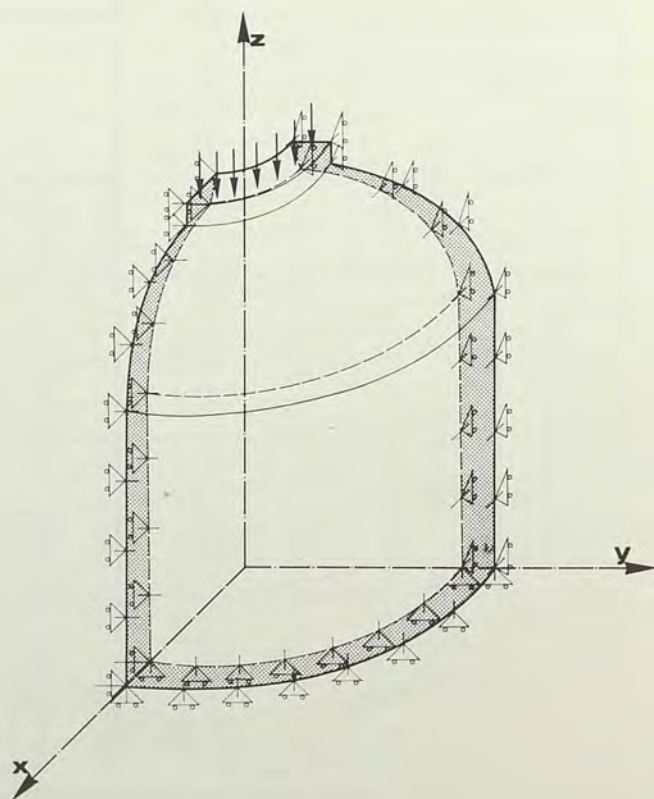


Fig. 6 - Condizioni al contorno.

tamburo, sia per quanto attiene le condizioni di carico esterno, dovuto alla lanterna che sovrasta la cupola, sono state schematizzate in fig. 6.

RISULTATI DELL'ANALISI

L'elaborazione dei dati ha fornito il panorama completo dello stato tensionale e deformazionale della struttura.

Si riportano i risultati più significativi, a commento dei quali si osserva quanto segue:

Stato tensionale e deformazionale nei paralleli

Le figg. 7, 8, 9 rappresentano qualitativamente l'andamento delle tensioni medie nei paralleli, riportato su piani meridiani. In particolare la fig. 7 si riferisce al piano meridiano passante per l'asse minore; la fig. 8 al piano inclinato di 48° rispetto all'asse minore, la fig. 9 al piano passante per l'asse maggiore della cupola.

L'andamento effettivo delle tensioni σ_p è stato invece rappresentato per alcuni piani paralleli le cui quote di riferimento sono riportate nella fig. 10. La fig. 11 si riferisce alle tensioni σ_p nel parallelo a quota 9,90 m dal piano di imposta del tamburo e le figg. 12, 13, 14 rispettivamente ai paralleli alle quote 14,90 m; 23,95 m; 29,60 m.

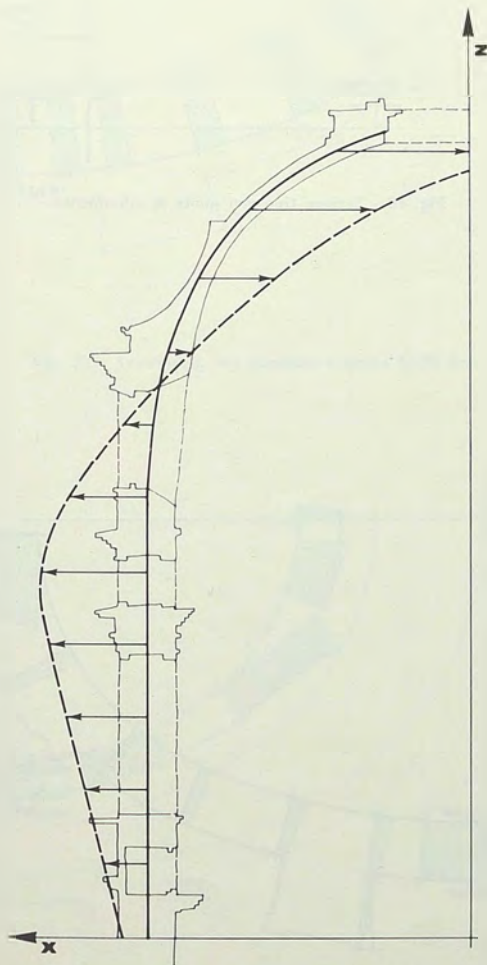


Fig. 7 - Tensioni σ_p nel piano meridiano passante per l'asse minore della struttura.

Il segno positivo delle tensioni sta ad indicare sforzi di trazione, quello negativo sforzi di compressione.

Il panorama tensionale relativo alla zona di imposta della cupola presenta punte massime di trazione dell'ordine di $2,5 \div 3 \text{ kg/cm}^2$ nelle sezioni giacenti sugli assi minore e maggiore. Queste diminuiscono nelle sezioni intermedie.

La parte alta della cupola presenta tensioni massime di compressione dell'ordine di $2,5 \text{ kg/cm}^2$.

Per quanto attiene gli sforzi di scorrimento tra i paralleli si sono riscontrate punte massime di tensione tangenziale di 1 kg/cm^2 nelle sezioni della fascia di imposta della cupola, in prossimità dell'asse maggiore della stessa.

Le figg. 15 e 16 rappresentano rispettivamente le deformazioni di un parallelo situato nella zona di imposta della cupola (quota 14,90 m) e pertanto interessato dalle massime trazioni e quelle di un parallelo situato in zona alta della cupola (quota 29,60 m) e pertanto interessato esclusivamente da sollecitazioni di compressione.

Stato tensionale e deformazionale nei meridiani

Le tensioni σ_m nei meridiani giacenti nei tre piani che passano rispettivamente per l'asse minore, a 48° da questo e per l'asse maggiore sono

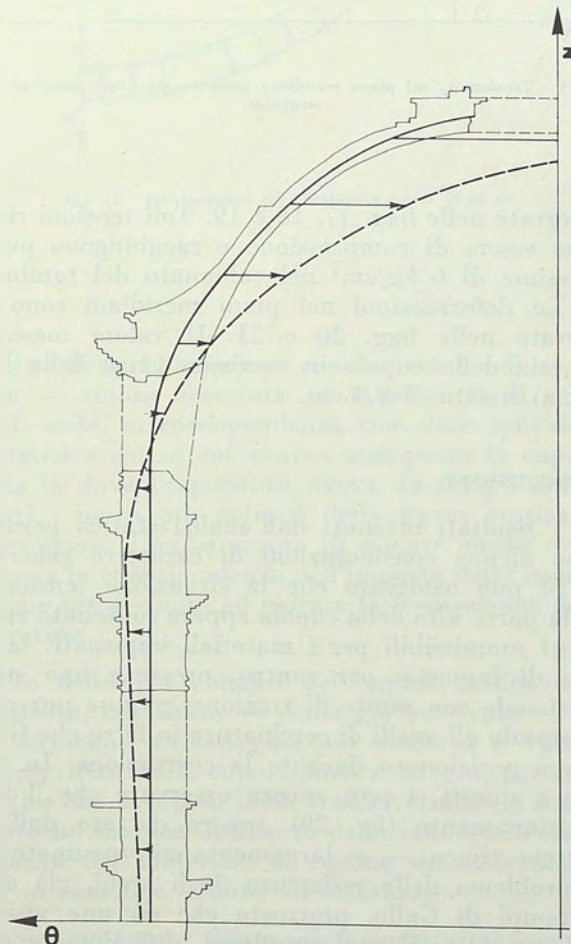


Fig. 8 - Tensioni σ_p nel piano meridiano inclinato di 48° rispetto all'asse minore della struttura.

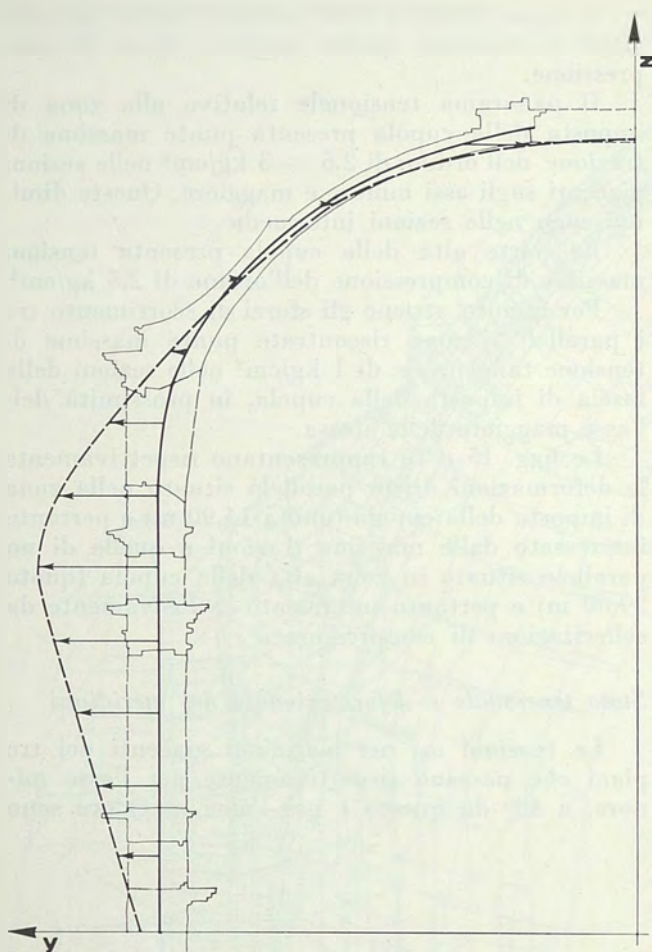


Fig. 9 - Tensioni σ_p nel piano meridiano passante per l'asse maggiore della struttura

riportate nelle figg. 17, 18 e 19. Tali tensioni risultano essere di compressione e raggiungono punte massime di 6 kg/cm^2 nel colonnato del tamburo.

Le deformazioni nei piani meridiani sono riportate nelle figg. 20 e 21. Il valore massimo (freccia della cupola in corrispondenza della lanterna) risulta di $0,8 \text{ cm}$.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dall'analisi statica permettono alcune considerazioni di carattere generale.

Si può osservare che la situazione tensionale della parte alta della cupola appare contenuta entro limiti ammissibili per i materiali impiegati: la fascia di imposta, per contro, presenta uno stato tensionale con punte di trazione gravose pur considerando gli anelli di cerchiatura in ferro che Gallo aveva posizionato durante la costruzione. In merito a questi si può ancora osservare che il loro posizionamento (fig. 29) appare dettato dall'approccio tipico — e largamente approssimato — al problema della resistenza degli archi, già noto ai tempi di Gallo, piuttosto che da una visione della cupola nel suo complesso, difficilmente percepibile in base alle conoscenze di Meccanica dell'epoca.

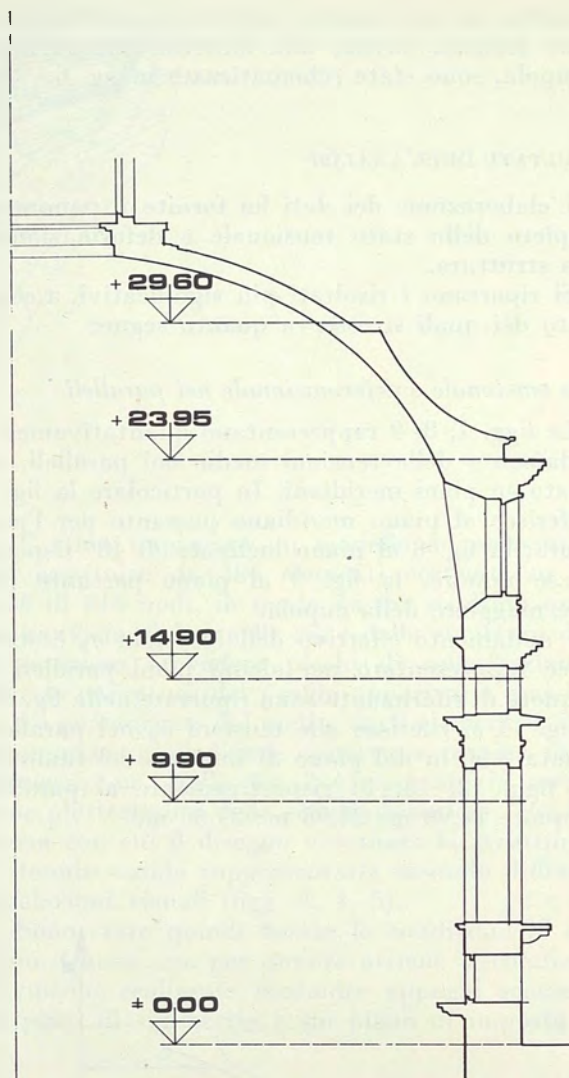


Fig. 10 - Sezione tipo con quote di riferimento

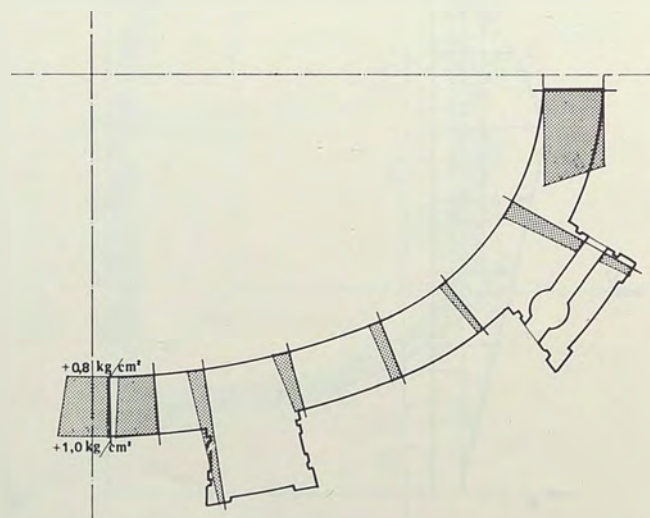


Fig. 11 - Tensioni σ nel parallelo a quota $9,90 \text{ m}$.

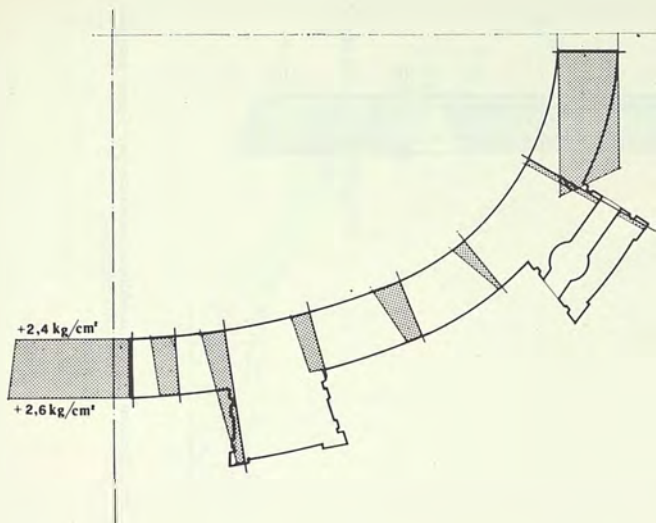


Fig. 12 - Tensioni σ_p nel parallelo a quota 14,90 m.

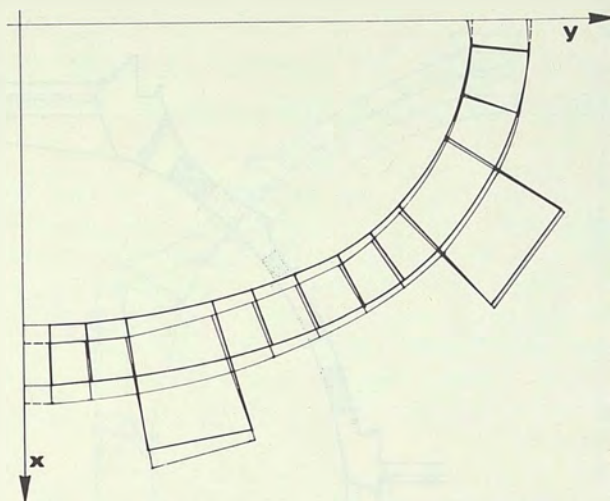


Fig. 15 - Deformazioni del parallelo a quota 14,90 m.

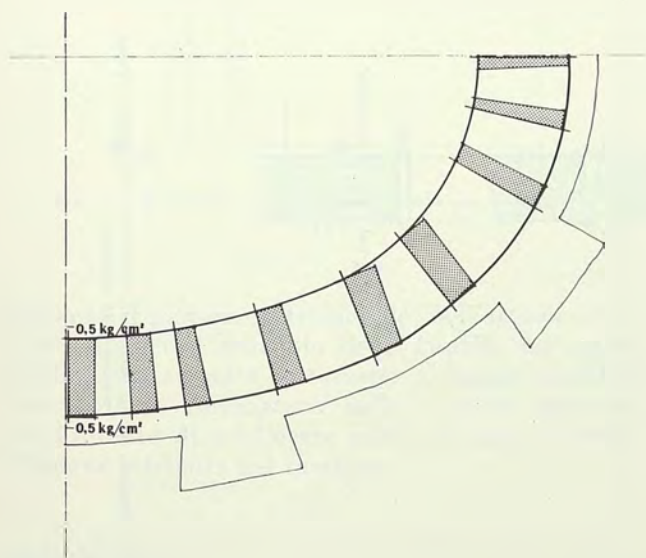


Fig. 13 - Tensioni σ_p nel parallelo a quota 23,95 m.

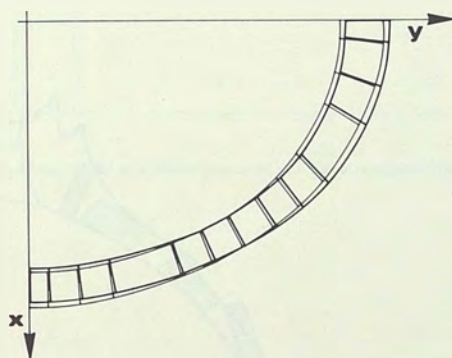


Fig. 16 - Deformazioni del parallelo a quota 29,60 m.

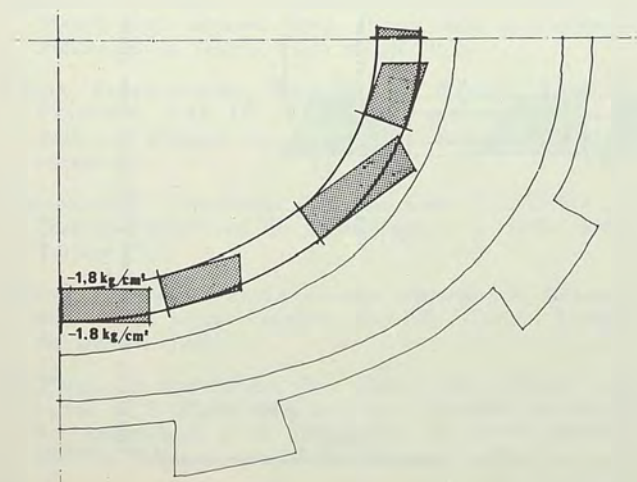


Fig. 14 - Tensioni σ_p nel parallelo a quota 29,60 m.

In effetti la massima concentrazione di armatura — sinora accertata — è posta al di sopra degli *occhi*, in corrispondenza cioè delle reni degli ipotetici archi in cui veniva scomposta la cupola, ossia là dove l'esperienza aveva da tempo individuati i punti più delicati della figura statica di riferimento. Una armatura di minore entità, posizionata in corrispondenza dell'imposta della cupola, appare insufficiente ad evitare la fessurazione della muratura.

In definitiva l'analisi del regime statico della struttura, effettuata — come già osservato — con gli strumenti di indagine più moderni e volutamente riferita alla cupola ancora integra, permette di dire che le lesioni nella stessa verificatesi hanno avuto un innesco derivante dalla inadeguatezza di risposta del materiale al regime di sollecitazioni che in esso si è venuto ad instaurare.

Sicuramente i fenomeni fessurativi si sono in seguito aggravati per cedimenti differenziali delle fondazioni, prolungatisi notevolmente nel tempo.

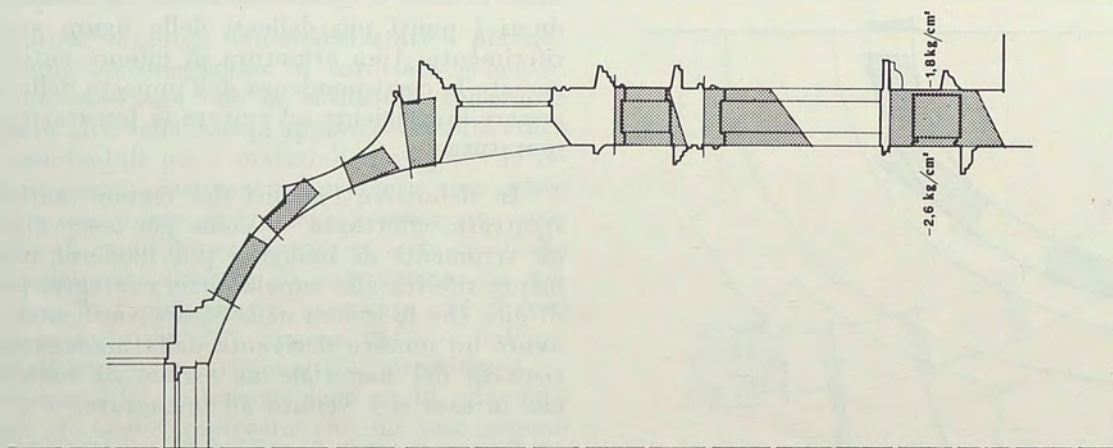


Fig. 17 - Tensioni σ_m nel meridiano passante per l'asse minore della struttura.

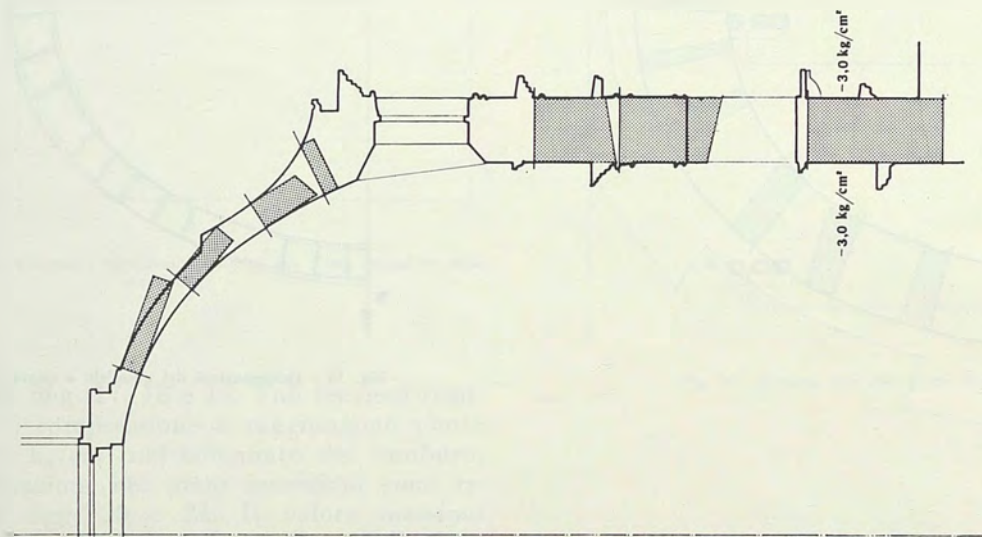


Fig. 18 - Tensioni σ_m nel meridiano inclinato di 48° rispetto all'asse minore della struttura

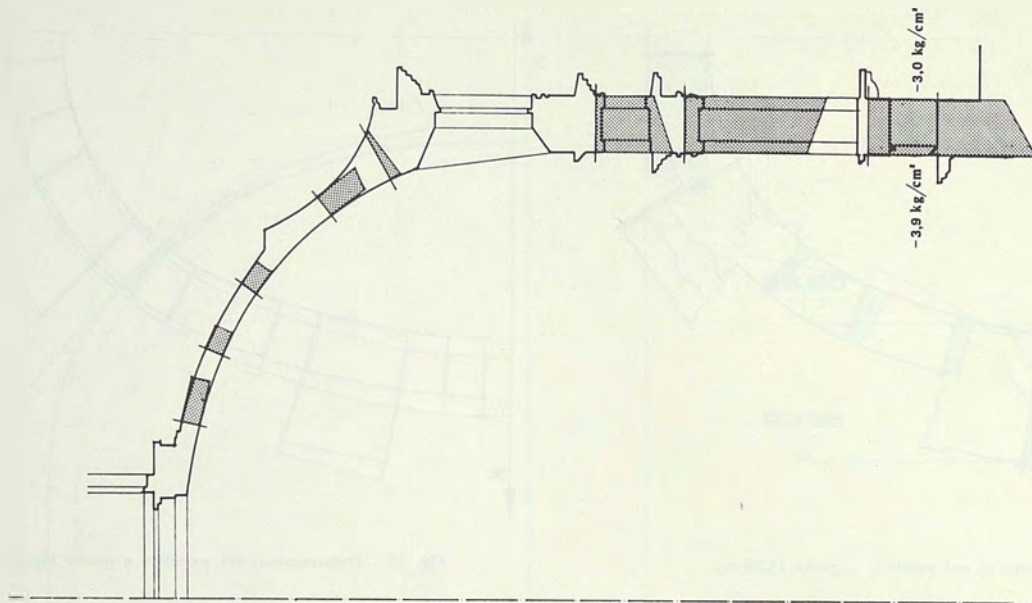


Fig. 19 - Tensioni σ_m nel meridiano passante per l'asse maggiore della struttura.

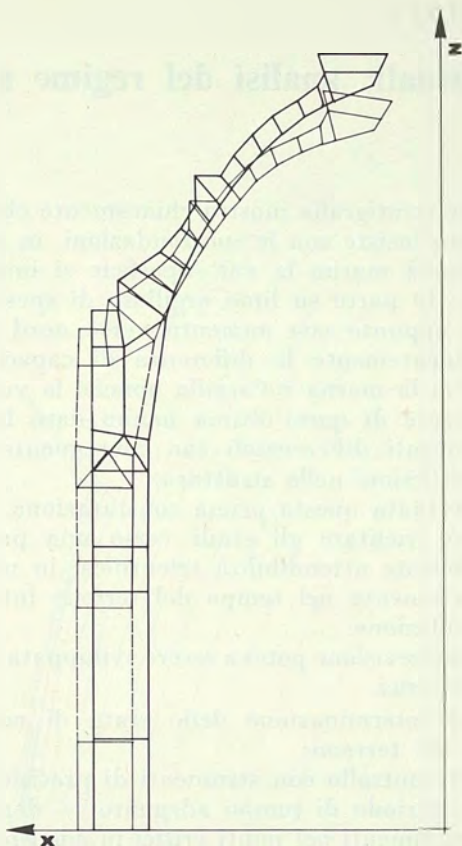


Fig. 20 - Deformazioni nel meridiano passante per l'asse minore.

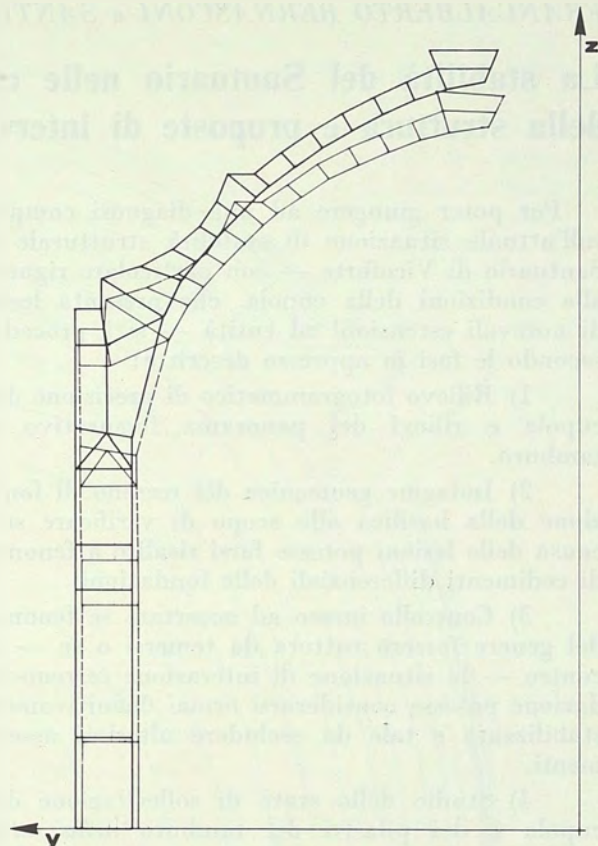


Fig. 21 - Deformazioni nel meridiano passante per l'asse maggiore della struttura.

Pertanto il panorama tensionale, nell'attuale stato di lesionamento multiplo della cupola, ha subito sensibili variazioni e certamente consiglia meditati interventi di cerchiatura nelle zone di imposta, con l'intento di migliorare anche lo stato di sollecitazione esistente nel tamburo.

BIBLIOGRAFIA

BALDACCI R., DE MAESTRI R., *Premessa a una analisi statica delle strutture portanti la Basilica di Santa Maria di Carignano da Galeazzo Alessi e l'Architettura del cinquecento* Genova, 1975.

BARLA G., e GARRO A., *Elementi finiti di forma diversa da: Metodo degli elementi finiti. Primo ciclo di conferenze* Politecnico di Torino, 13/16 maggio 1975.

BATHE KLAUS-JURGEN, EDWARD L., WILSON, FRED E., PETERSON, *SAP IV, A Structural analysis program for static and dynamic response of linear systems* (Manuale di istruzioni).

CARBONERI N., *L'architetto Francesco Gallo 1672-1750* « Atti Società Piemontese di Archeologia e di Belle Arti », Torino, 1954.

DANNA, CHIECCHIO, *Storia artistica illustrata del Santuario di Mondovì presso Vicoforte 1595-1891*, Torino, Tipografia Derossi, 1891.

DI PASQUALE SALVATORE, *Una ipotesi sulla struttura della cupola di S. Maria del Fiore*; in: « Quaderni di restauro dei monumenti e di urbanistica dei centri antichi », 28/1976, Edizioni scientifiche italiane.

MELANO ROSSI L., *Il tempio della pace in Val d'Ermena (presso Mondovì)*, Milano, Alfieri e Lecroix, 1914.

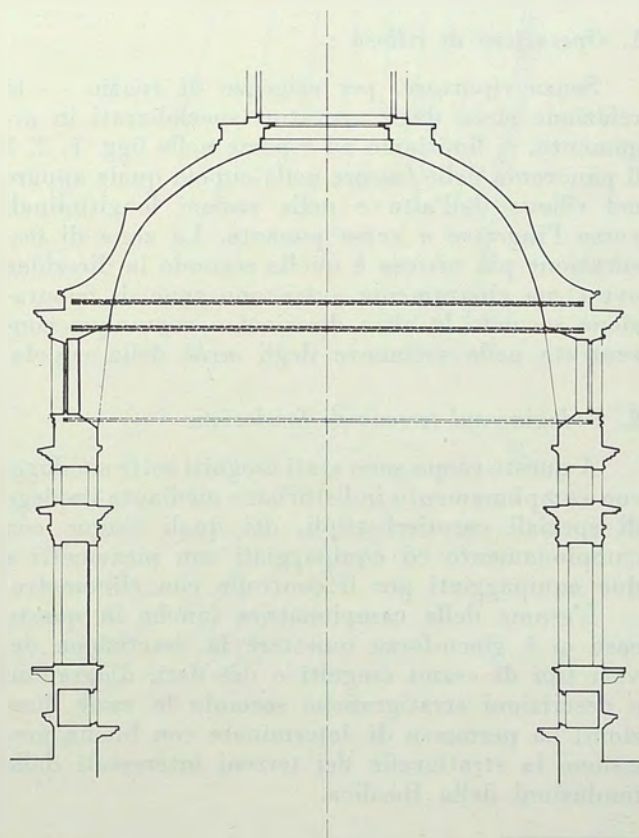


Fig. 22 - Anelli di cerchiatura posizionati dal Gallo.

La stabilità del Santuario nelle condizioni attuali: analisi del regime statico della struttura e proposte di intervento

Per poter giungere ad una diagnosi completa sull'attuale situazione di stabilità strutturale del Santuario di Vicoforte — con particolare riguardo alle condizioni della cupola, che presenta lesioni di notevoli estensioni ed entità — si è proceduto secondo le fasi in appresso descritte:

1) Rilievo fotogrammetrico di precisione della cupola e rilievi del panorama fessurativo nel tamburo.

2) Indagine geotecnica del terreno di fondazione della basilica allo scopo di verificare se la causa delle lesioni potesse farsi risalire a fenomeni di cedimenti differenziali delle fondazioni.

3) Controllo inteso ad accertare se fenomeni del genere fossero tuttora da temersi o se — per contro — la situazione di interazione terreno-fondazione potesse considerarsi ormai definitivamente stabilizzata e tale da escludere ulteriori assestamenti.

4) Studio dello stato di sollecitazione della cupola e dei pilastri del tamburo *nella attuale condizione di struttura lesionata* presupponendo le situazioni di carico più probabili ad essere verificate.

5) Suggerimenti — di principio — in merito al tipo di interventi che potrebbero rivelarsi utili al miglioramento della stabilità della cupola.

1. Operazioni di rilievo

Senza riportare, per esigenze di spazio — la relazione stesa dagli operatori specializzati in argomento, ci limitiamo ad esporre nelle figg. 1, 2, 3 il panorama delle fessure nella cupola quale appare nel rilievo dall'alto e nelle sezioni longitudinali verso l'ingresso e verso ponente. La zona di fessurazione più vistosa è quella secondo la direzione ovest ma chiaramente sussistono zone di fessurazione secondo le altre direzioni e comunque concentrate nelle vicinanze degli occhi della cupola.

2. Indagine sul terreno di fondazione

A questo scopo sono stati eseguiti sette sondaggi con campionamento indisturbato mediante impiego di speciali carotieri tripli, dei quali cinque con campionamento ed equipaggiati con piezometri e due equipaggiati per il controllo con clinometro.

L'esame della campionatura (anche in questo caso ci è gioco-forza omettere la descrizione dei vari tipi di esami eseguiti e dei dati, diagrammi e descrizioni stratigrafiche secondo le varie direzioni) ha permesso di determinare con buona precisione la stratigrafia dei terreni interessati dalle fondazioni della Basilica.

Tale stratigrafia mostra chiaramente che il monumento insiste con le sue fondazioni, in parte su una buona marna la cui superficie si immerge a nord, e in parte su limo argilloso di spessore variabile appunto con aumento verso nord (fig. 4).

Evidentemente la differenza di capacità portante fra la marna e l'argilla nonché la variazione di spessore di quest'ultima hanno dato luogo ad assestamenti differenziali con conseguente formazione di lesioni nella struttura.

Effettuata questa prima constatazione, era necessario orientare gli studi verso una previsione di sufficiente attendibilità scientifica, in merito al comportamento nel tempo del terreno interessato alla fondazione.

Tale previsione poteva essere sviluppata secondo due direttrici.

a) determinazione dello stato di consolidamento del terreno;

b) controllo con strumenti di precisione — e per un periodo di tempo adeguato — degli eventuali movimenti nei punti critici in corrispondenza delle maggiori lesioni.

Per quanto attiene il punto a), è stato verificato dalle prove geotecniche effettuate su campioni indisturbati, che l'argilla interessata dalle fondazioni *ha raggiunto il suo limite di consolidamento*. Pertanto se non si verificano anomalie nelle situazioni di carico causate da eventi eccezionali non vi è ragione di temere la possibilità di ulteriori movimenti di assestamento e quindi di cedimenti differenziali atti a favorire la formazione di nuove fessure o l'aggravarsi di quelle esistenti.

Per quanto attiene il punto b) si è operato applicando due trasduttori — installati ortogonalmente in corrispondenza della lesione principale e disponendo 50 stazioni di controllo (approssimazione della misura dell'ordine del centesimo di millimetro) in corrispondenza delle lesioni minori e facilmente accessibili.

I trasduttori — o estensimetri elettrici capaci di fornire una registrazione continua dei movimenti rilevati — sono abbinati a sonde termometriche che del pari permettono la registrazione continua della temperatura in corrispondenza delle posizioni di misura.

Le operazioni di controllo si sono estese per l'intero anno 1976 ed è stato pertanto possibile disporre di diagrammi temperatura-tempo e movimento lesione-tempo di indubbio interesse. Tali diagrammi in effetti (fig. 5) hanno mostrato che gli unici movimenti delle strutture sono quelli dovuti alle variazioni di temperatura e che pertanto non si sono verificati incrementi assoluti nella deformazione della cupola ma soltanto variazioni relative.

Questo complesso di osservazioni ha confortato gli scriventi sulla validità di un esame del regime

(*) Ingegneri consulenti.

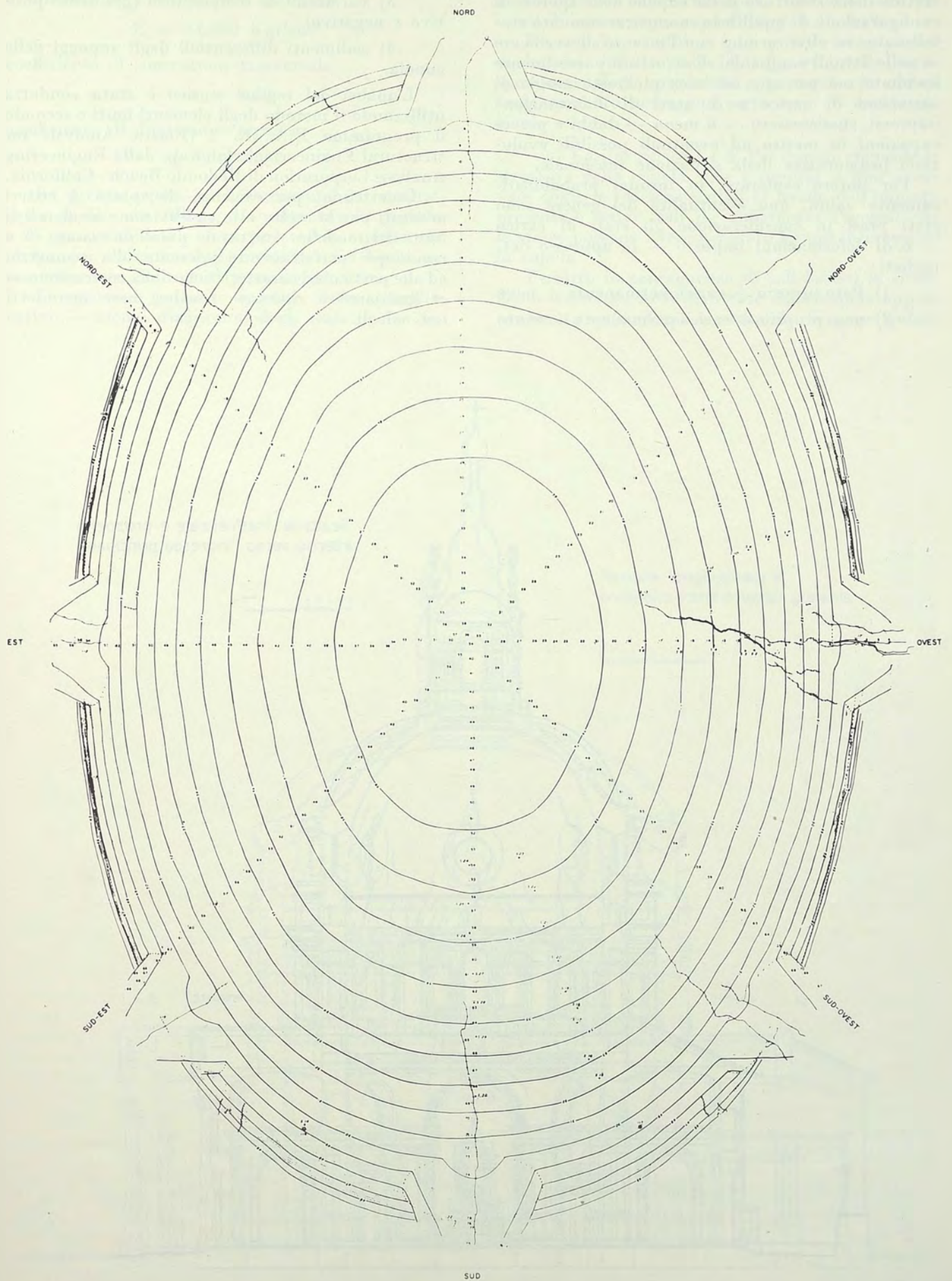


Fig. 1

statico della struttura della cupola nelle ipotesi di configurazione di equilibrio momentaneamente stabilizzata: in altri termini con l'intento di verificare se nelle attuali condizioni di struttura parzialmente lesionata ma per una casistica piuttosto ampia di situazioni di carico e di stati di deformazione impressi, sussistessero — o meno — dubbi e preoccupazioni in merito ad eventuali possibili evoluzioni peggiorative della situazione tensionale.

Per potere esplorare, in termini probabilisticamente validi, una eventualità del genere sono stati presi in considerazione gli stati di carico — o di deformazioni imposte — in appresso dettagliati:

- 1) Peso proprio + carico permanente + neve
- 2) peso proprio + carico permanente + vento

3) variazioni di temperatura (gradiente positivo e negativo)

4) cedimenti differenziali degli appoggi della cupola.

L'analisi del regime statico è stata condotta utilizzando il metodo degli elementi finiti e secondo il programma E.A.S.E. 2 (Elastic Analysis for structural Engineering) elaborato dalla Engineering Analysis Corporation di Redondo Beach - California.

Omettendo, per esigenze di spazio, i criteri adottati per la scelta e la suddivisione in elementi finiti del modello strutturale preso in esame, — e comunque perfettamente aderente alla geometria ed alle particolari caratteristiche della costruzione — ci limitiamo a riportare i valori base introdotti nei calcoli.



Fig. 2

Modulo di Elasticità del materiale

$$E = 14.000 \text{ Kgf/cm}^2$$

coefficiente di contrazione trasversale

$$\nu = 0,39$$

coefficiente di dilatazione termica

$$\alpha = 0,00008$$

La presentazione ed il commento dei risultati della analisi che consta di molte tavole grafiche e di grossi tabulati — non può essere esposta che in termini estremamente sintetici dati i limiti necessariamente imposti al presente articolo.

Si riportano pertanto a puro titolo esemplificativo — alcuni diagrammi degli sforzi e dei mo-

menti flettenti nella semicupola nord-ovest-sud per i casi di carico sopra esposti (figg. 6, 7, 8, 9).

Da tali diagrammi — per quanto incompleti e di lettura difficile senza il supporto delle corrispondenti tabelle numeriche appare tuttavia chiaro l'orientamento verso una certa serie di considerazioni.

a) *Casi di carico 1 e 2.* Per quanto riguarda la struttura della cupola vera e propria si può osservare come le reazioni radiali al livello dell'imposta presentino valori tali da giustificare l'ipotesi che le stesse possano avere generato lesioni interessanti la cupola.

Peraltro in conseguenza di tali lesioni la situazione tensionale nelle strutture della cupola appare contenuta entro limiti accettabili. Si pone quindi

Sezione longitudinale e
prospetto interno verso ponente

0 1 2 3 4 5 10 m

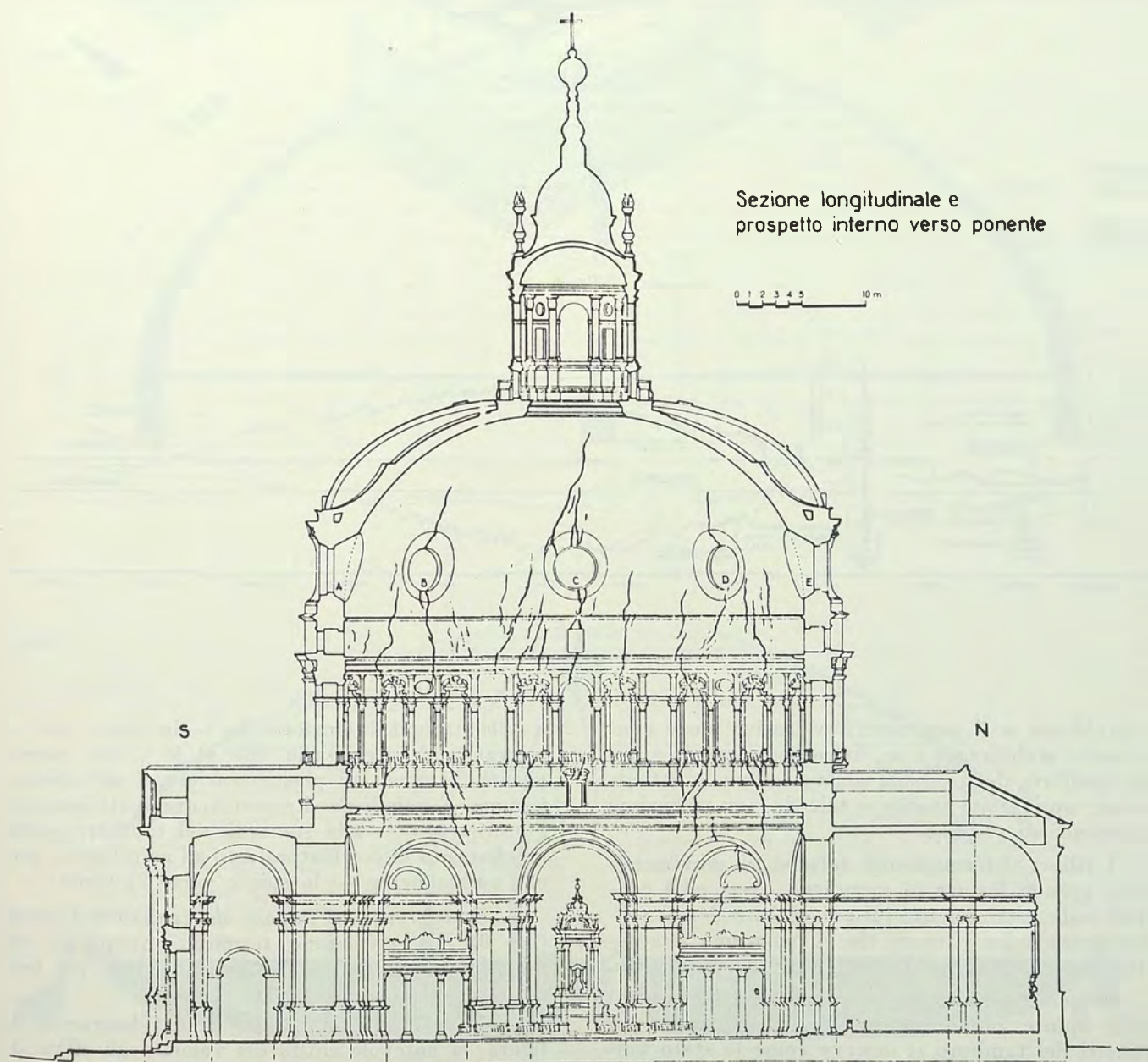


Fig. 3

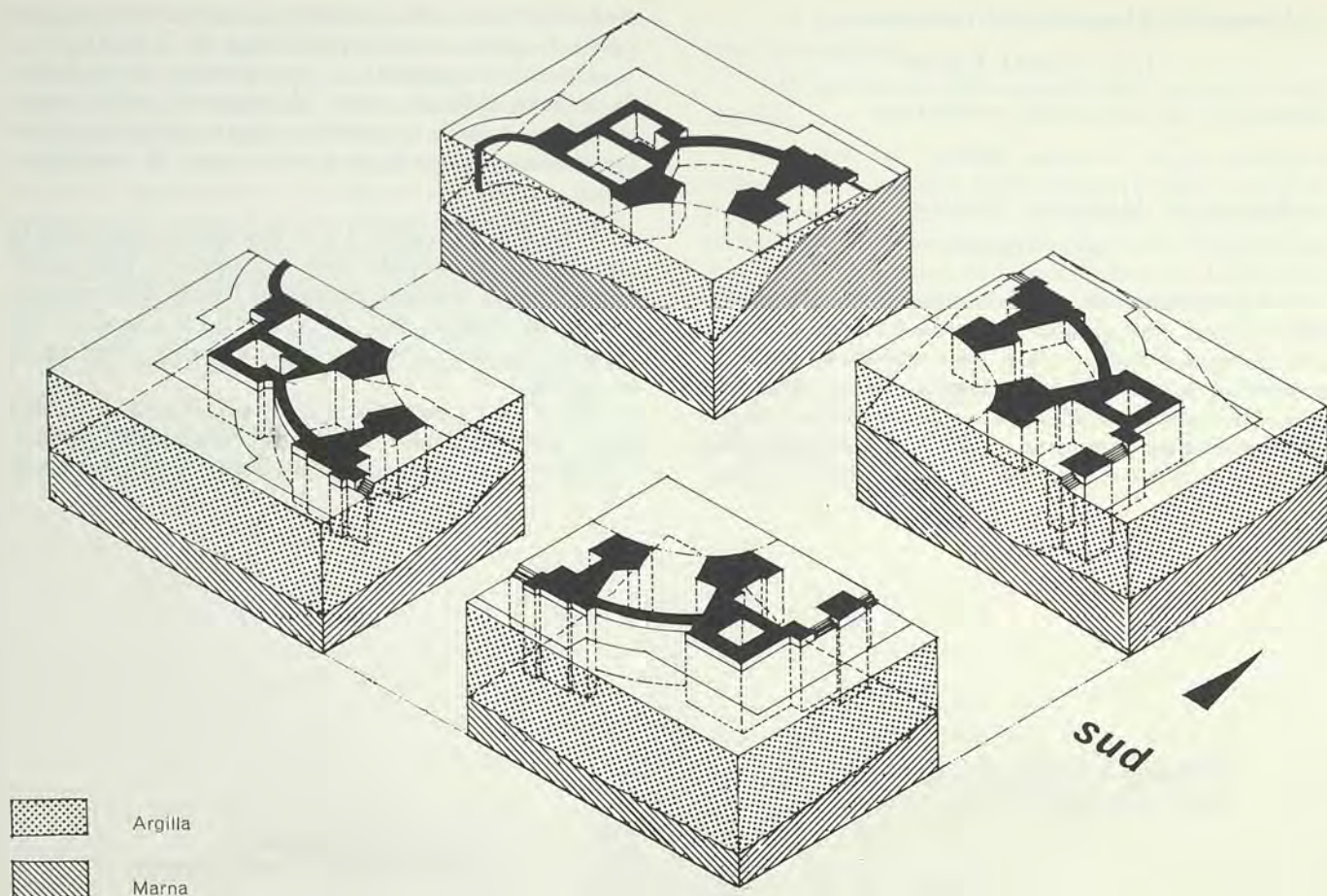


Fig. 4

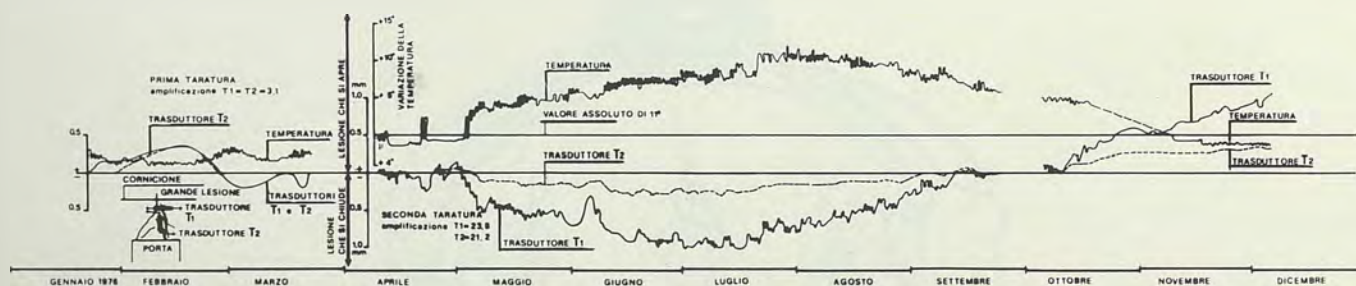


Fig. 5

il problema se il panorama fessurativo possa considerarsi stabilizzato e se, di conseguenza, lo stato di equilibrio della cupola nella condizione attuale possa considerarsi stabile e tale da non richiedere interventi di rinforzo.

I rilievi deformazionali relativi al movimento della grande fessura al meridiano ovest ed i controlli sulle altre fessure (di cui già si è detto) tenderebbero a far ritenere che il panorama fessurativo possa considerarsi relativamente stabilizzato.

Se peraltro si pone mente agli effetti esercitati dalle spinte radiali della base della cupola sui pilastri del tamburo si osserva come lo stato tensionale di tali elementi sia tutt'altro che rassicurante in quanto la sezione degli stessi è sottoposta

a sollecitazioni di trazione che — in taluni casi — arrivano ad interessarla fino al 50% con conseguenti fenomeni di plasticizzazione e microfessurazione. È quindi da ritenersi sicuramente benefico l'inserimento — alla sommità del tamburo — di un elemento di cerchiatura atto ad assorbire — anche parzialmente — le spinte verso l'esterno.

b) deformazioni imposte da escursione termica (fig. 8). La escursione termica corrisponde ad un Δt di 20 °C con un gradiente pari a 5° per metro di spessore della cupola.

Colpisce l'attenzione, osservando i diagrammi di figura, la notevole entità dei valori degli sforzi di trazione che si verificano nella zona del tamburo. Peraltro è da osservare che tali valori rivestono

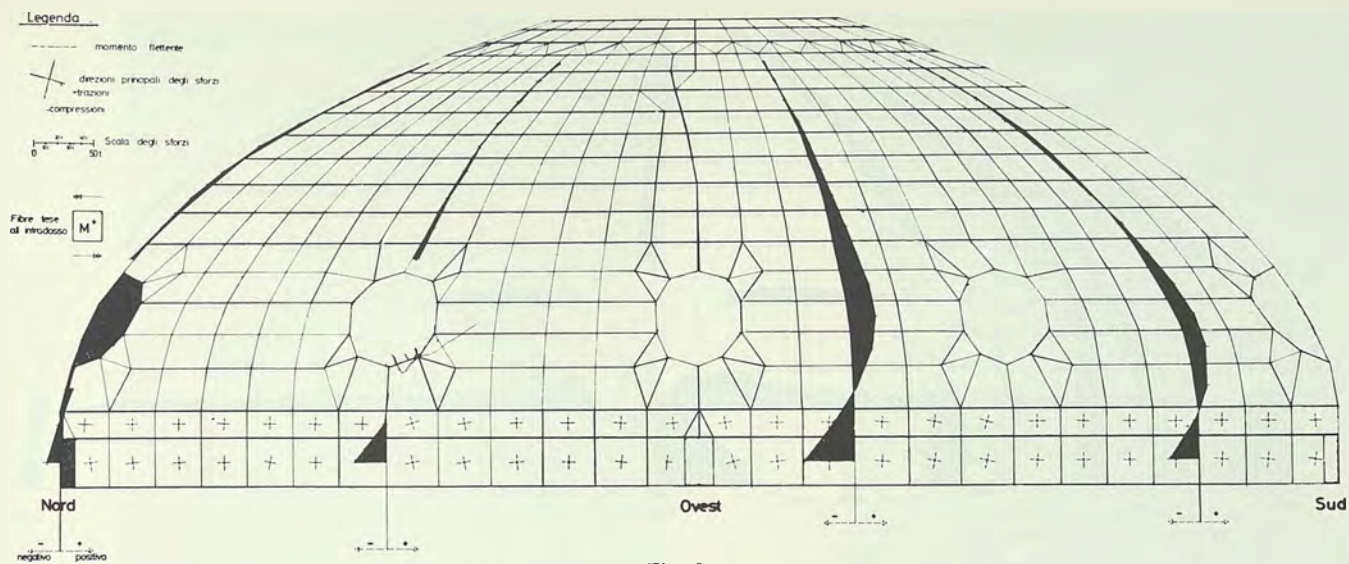


Fig. 6

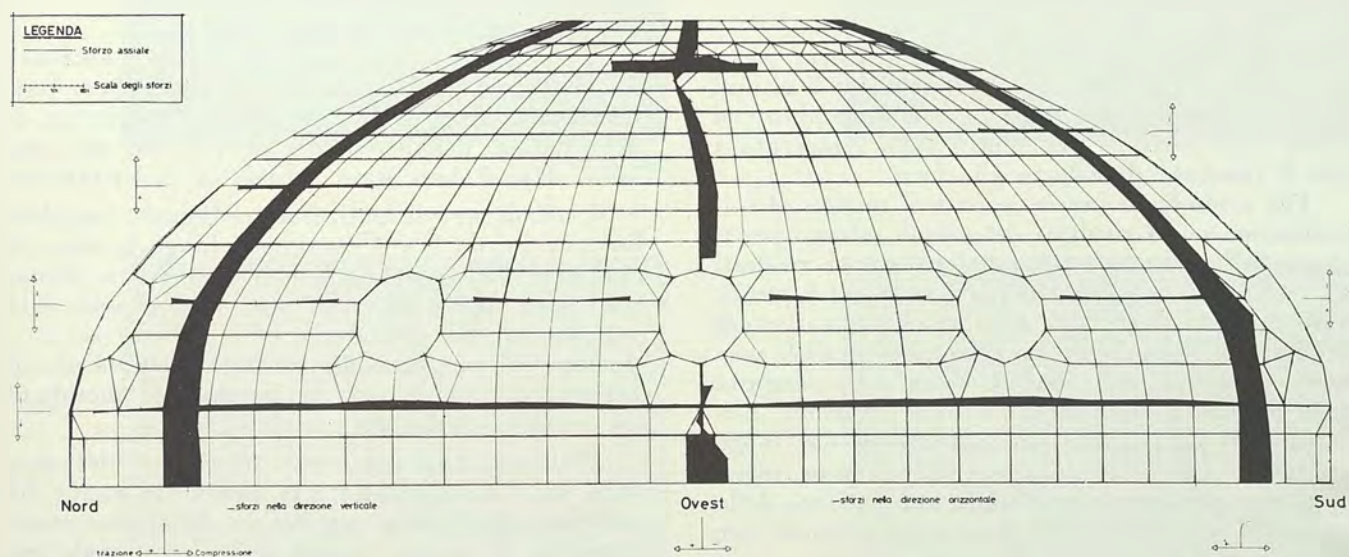


Fig. 7

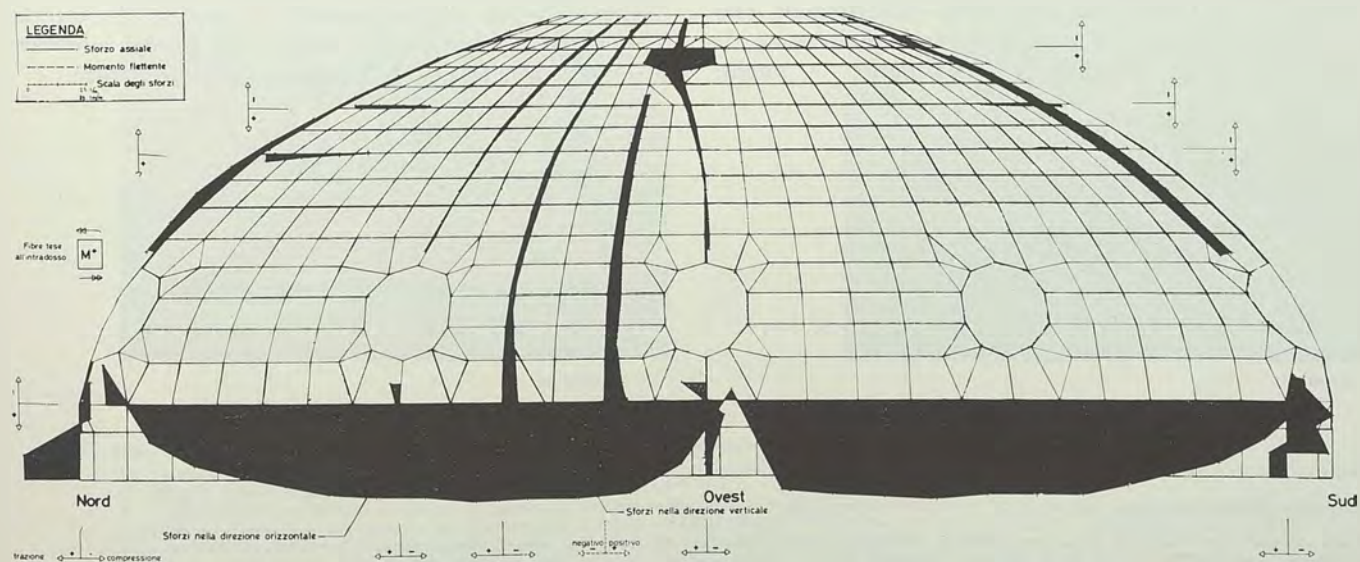


Fig. 8

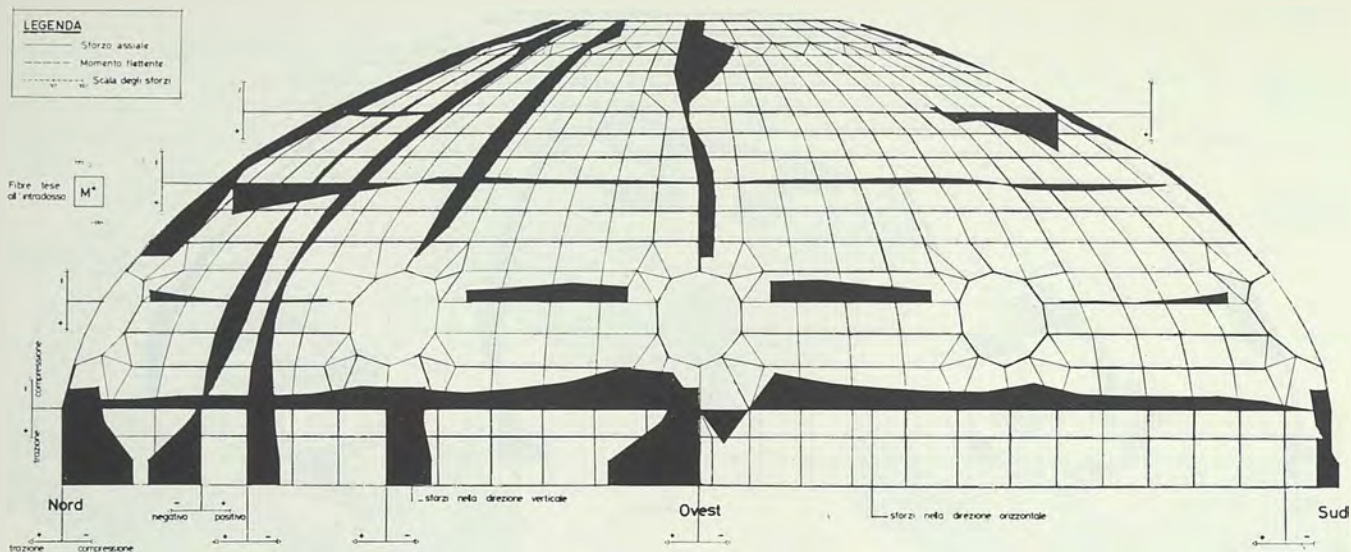


Fig. 9

carattere teorico in quanto debbono essere messi in relazione con l'influenza dei vincoli rigidi esterni ipotizzati mentre in realtà anche il tamburo si dilata o si restringe per effetto della temperatura con il risultato di ridurre gli sforzi.

Più attendibile invece appare il regime di sollecitazione che i risultati dei calcoli offrono per il corpo della cupola e che attinge valori modesti sia per gli sforzi assiali che per i momenti flettenti. Vale tuttavia la pena di rilevare che le variazioni degli sforzi secondo la direzione dei paralleli possono causare — in corrispondenza della sommità delle fessure — incrementi positivi (trazioni) dell'ordine di $0,6 \text{ kg/cm}^2$ che potrebbero dar luogo nel tempo a limitate diffusioni delle fessure stesse. Si ritiene pertanto consigliabile una *cucitura* della estremità superiore delle fessure per contrastare questa eventuale possibilità di propagazione.

c) *deformazioni imposte da cedimenti differenziali*. Una considerazione a parte merita — in una visione a lungo termine della stabilità dell'opera — la ipotesi di cedimenti differenziali che possano verificarsi in corrispondenza della zona di appoggio della cupola. Tali cedimenti — anche

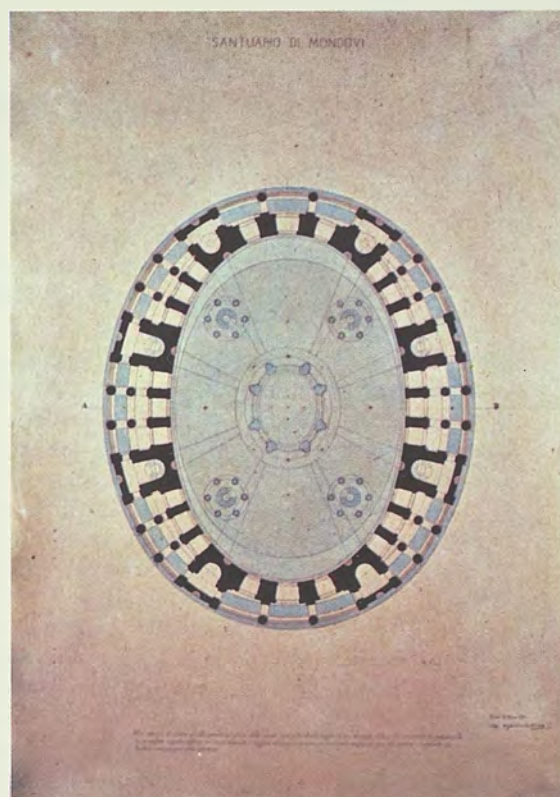
escludendo, come già commentato, la possibilità di assestamenti delle fondazioni — potrebbero verificarsi nel corso degli anni come conseguenza di deformazioni plastico-viscose dei piedritti del tamburo, dato il loro stato attuale di sollecitazione.

I calcoli, ove si ipotizzi un cedimento variabile linearmente da 0 a 4 centimetri lungo la zona di appoggio della semicupola porterebbero a riscontrare sulla cupola uno stato tensionale di una certa complessità tale da indurre — in diverse zone — trazioni di apprezzabile entità (dell'ordine di $7-8 \text{ kg/cm}^2$) sia secondo le direzioni di meridiani che secondo quella dei paralleli (fig. 9).

Pertanto, pur con tutte le riserve del caso sulla simulazione adottata in quanto la entità del cedimento ipotizzato non deriva da alcuna considerazione di natura geotecnica o strutturale ma è semplicemente inteso a delineare gli aspetti qualitativi di un fenomeno probabilisticamente valido, ci sembra sia opportuno — in un quadro generale di risanamento strutturale del Santuario — approfondire ulteriormente lo studio di questo specifico problema in modo da poter adottare — ove del caso — le necessarie contromisure.



17 febbraio 1881



12 marzo 1881



24 febbraio 1881



12 marzo 1881

Alessandro Antonelli: le quattro tavole di progetto, presentate nella primavera del 1881, per la copertura della cupola del Santuario.

La pianta è fatta a livello del tamburo; una delle due sezioni ed il prospetto riproducono, nella stessa tavola, accostate sulla mezzera, le due viste parallele ai due assi, minore e maggiore, dell'ellisse.

Il progetto evidenzia l'intento di liberare la cupola sia dai campanili esistenti (visibili ancora nel prospetto e ridotti a basse protuberanze completamente integrate nel basamento vittoziano), che dei possenti costoloni di Callo (tagliati e inglobati, stavolta, nel nuovo rivestimento della cupola).

Nella proposta di Antonelli l'edificio sarebbe terminato, in alto, con un tettino piatto, riccamente abbellito con angeli musicanti ed edicolette, così come l'ambulacro anulare sottostante sarebbe risultato ingentilito da colonne, nicchie e statue di apostoli e profeti. Sotto il profilo strutturale Antonelli propone la costruzione di una seconda copertura leggera, in minima parte portata dalla preesistente e per il resto scaricata alla base.

I lavori di completamento del Santuario: il progetto di Alessandro Antonelli

LORENZO MAMINO (*) illustra alcuni disegni inediti di Alessandro Antonelli per il Santuario di Vicoforte e ne precisa i contenuti in relazione al dibattito sui restauri della cupola, assai vivaci negli anni '80 dell'Ottocento.

Presso l'Archivio del Santuario sono conservate quattro tavole colorate a firma di Alessandro Antonelli datate le prime due 17 e 24 febbraio, le altre due 12 marzo 1881.

Ultimamente esse furono anche esposte nel Museo Storico ricavato in vani alti della struttura stessa della chiesa.

Questi quattro disegni (una pianta, un prospetto e due sezioni) costituiscono il progetto che l'architetto torinese presentò come proposta per la definitiva soluzione di un annoso cruccio di Vescovi ed Amministratori: quello di dare una veste decorosa al Santuario della Madonna di Vico e insieme di provvedere alla difesa di un edificio che da tempo aveva manifestato segni di fatica e di decadimento sia a livello di fondazioni che a livello di copertura.

Il problema del completamento dell'opera era reso più spinoso dal fatto che erano andati perduti (o erano nascosti, o erano da sempre inesistenti) i disegni, sia di Ascanio Vitozzi che di Francesco Gallo, che si riferissero in qualche modo al rivestimento dell'ossatura portante, se si fa eccezione per le note tavole di prospetto e sezione del Theatrum Sabaudiae e dell'incisione Fornaseri.

Ma queste, a parte le difficoltà di interpretazione, erano certamente rappresentazioni poco chiarificatrici, a metà Ottocento, per i notevoli cambiamenti apportati in cantiere sotto la direzione di F. Gallo.

Altre opere erano intanto sopravvenute. Nel 1643 era stato costruito il primo campanile (con campane) nell'angolo nord-est, nel 1835-36 innalzati i due (puramente decorativi) di facciata, ma lasciati, questi, senza cuspidi. I lavori di rivestimento del basamento vitozziano, eseguiti su disegno di F. Bonsignore, erano terminati nel 1834. La palazzata, davanti al Santuario, era ormai completata.

Antonelli già nel 1879 era stato chiamato dall'Amministrazione del Santuario « *ad esaminare se quell'edificio potesse essere nel numero dei monumentali che interessano l'arte architettonica* » (1).

Dopo un accurato esame, aveva predisposto una relazione — datata 11 Ottobre 1879 —, che praticamente sortì la sospirata inclusione. In essa Antonelli già prefigurava il pensiero progettuale che poi trovò definizione nelle quattro tavole del 1881.

Diceva infatti: (...) *si fecero voti, perchè alle diverse falde del tetto provvisorio si surrogasse una copertura stabile che accusasse la forma interna. Questa copertura dovrebbe poggiare sopra altra volta indipendente dalla prima, come il Brunelleschi praticò in Santa Maria del Fiore, il Michelangelo nel S. Pietro, il Juvara nella Basilica di Superga ed altri, in altri importanti monumenti per riparare meglio le decorazioni interne, ed elevare il cupolino a trionfare sopra le cuspidi dei campanili.*

La copertura converrebbe fosse composta di costoloni di granito e di squame lapidee lamellari incastrate in quelli come vedesi eseguito già da parecchi anni sopra la Basilica Gaudenziana di Novara, che non teme i danni inevitabili dell'ossidazione metallica, i quali obbligano, fra un certo lasso di tempo, parziale ed anche intiera rinnovazione (1).

Per meglio far trionfare ellisse interna e cupolino Antonelli deciderà poi di recidere i campanili alla base e di creare, in alto, una copertura piatta dove appena un tenue ricordo dei campanili prenderà forma in quattro edicolette a colonnine che rivestono in realtà quattro sfati della grande intercapedine creata tra le due cupole.

Il progetto viene presentato all'Amministrazione da G. B. Schellino, il geometra-architetto di Dogliani.

In adunanza del 10 marzo 1881 il Cav. Schellino riferiva pieno di ammirazione per un tale progetto. Venne però sospesa ogni deliberazione al riguardo sul timore di forte dispendio (2).

Si può però tranquillamente dire che non fu soltanto la spesa che fermò il progetto, ma soprattutto il contenuto della proposta, caratterizzata da un desiderio evidentissimo di chiudere l'opera del Gallo e quella di Vitozzi con un discorso completamente moderno, tecnologicamente sicuro, ma decisamente eversivo a fronte delle aspettative dei monregalesi.

Per questi, infatti, finimento significava essenzialmente due cose: completamento dei quattro campanili ai quattro angoli di base e copertura della cupola.

Il progetto Antonelli propone invece non solo di tagliare i tre campanili già costruiti, ma di demolire anche i contrafforti del tamburo e di ricoprire cupola e tamburo di un nuovo involucro

(1) Relazione Antonelli, datata 11 Ottobre 1879. Archivio del Santuario.

(2) C. DANNA e G. C. CHIECHIO, *Storia artistica illustrata del Santuario di Mondovì presso Vicoforte*, Torino, 1891.

(*) Architetto, Istituto di Critica dell'Architettura e Progettazione, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino.

laterizio che scarichi alla base forme e peso, sui voltoni di Vitozzi.

Il progetto è ambizioso, brillante; la proposta è autorevole ed esce da questi disegni estremamente chiara.

Per poterla accantonare, l'Amministrazione deve ricorrere ad un giro piuttosto tortuoso. Il 10 aprile 1881 (appena un mese dopo l'esame dei disegni) è già vigente un Regio Decreto che istituisce una Commissione col mandato di riferire, nel termine di sei mesi, in merito ai lavori da farsi e per i quali, all'atto della inclusione nell'elenco dei monumenti nazionali, il Governo italiano aveva autorizzato la spesa di 526.000 lire.

Le acque sono presto intorbidate. La Commissione, come tutte le Commissioni, fa voti, approva verbali, elabora relazioni. Ma prepara anche, con il concorso di professionisti esterni, nuovi disegni e nuovi preventivi. Né Antonelli, né Schellino sono più consultati. I progetti sono inviati al Ministro e i lavori, approvati, sono iniziati sotto la direzione dell'ingegner Stefano Vayra di Mondovì ⁽³⁾.

⁽³⁾ Opuscolo a stampa, *I lavori di compimento attorno al*

Nei fatti la Commissione non fa altro che promuovere il completamento dei campanili ed il rivestimento della cupola.

In un anno si eseguono i lavori. Così, nel 1884, i pellegrini videro terminati i quattro campanili con relative cuspidi: quello a maestrale totalmente nuovo. Videro sostituita, sulla cupola, alla vecchia copertura di tegole una copertura in lamiera metallica. La spesa di tutto ciò fu di lire 160.628,17, non compresi gli onorari all'ingegnere incaricato ⁽⁴⁾.

Questa, della spesa, è l'ultima, tangibile prova che il progetto Antonelli era stato scartato non tanto per il costo (che avrebbe potuto raggiungere un importo anche doppio di questo senza essere fuori dal finanziamento statale) quanto per un giudizio di merito, per prevenzioni culturali.

Così i lavori del 1884, fatti non senza polemiche e contrasti, chiudono per sempre (tranne parziali modifiche alle torri, dei primi anni del novecento), il capitolo lungo e burrascoso della edificazione del Santuario di Vico.

Santuario di Mondovì presso Vico, Mondovì, Tipografia Vescovile, 1884 [?]. Archivio della Curia.

⁽⁴⁾ L. MELANO ROSSI, *Il tempio della Pace in Val d'Ermena presso Mondovì*, Milano, Alfieri e Lacroix, 1814.

Due rilievi di chiese a pianta "ovata" nel cuneese

GIORGIOMARIA RIGOTTI () nell'arco della serie di studi sull'Architetto Francesco Gallo e sul Santuario di Vicoforte, serie ideata e ispirata dal Professor Giorgio Dardanelli, esamina due chiese a pianta ovata ricoperta da cupola, una certamente di F. Gallo, l'altra attribuitagli dalla tradizione locale. La prima, la Chiesa di Santa Croce e San Bernardino o « Dei Battuti Bianchi » a Cavallermaggiore progettata e costruita da F. Gallo tra il 1737 e il 1743, è considerata l'opera massima dell'Architetto. La seconda, la Cappella « Dei Tre Re » o dell'Epifania nel Palazzo Magistrati di Bene Vagienna, è una piccola chiesa di forma ovale sormontata da cupola e cupolino costruita nei primi anni del '700, ed è indicata con innocenza dalla tradizione locale come il « modello » ideato da F. Gallo prima di cimentarsi con la grande cupola del Santuario di Vicoforte.*

Nell'ambito delle ricerche sul problema della cupola del Santuario di Vicoforte, presso Mondovì, di cui l'architetto Francesco Gallo iniziò i lavori di completamento a quarantanove anni, nel 1721, li concluse nelle principali strutture murarie nel 1733 e poi, fino alla sua morte nel 1750, ne progettò e seguì i lavori delle finiture esterne e interne, è interessante proporre l'analisi di altre chiese pure a pianta ovale ricoperta da cupola sempre del Gallo o che a questo potrebbero essere attribuite.

Vogliamo accennare alla Chiesa di Santa Croce e San Bernardino in Cavallermaggiore, e alla più piccola Cappella dei Tre Re in Benevagienna: la prima è opera certa della maturità del Gallo (1737), la seconda invece, per la quale non vi sono documenti probanti, è soltanto vagamente indicata

^(*) Architetto, Professore incaricato di Disegno dal Vero alla Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino.

come suo lavoro giovanile (prima decade del 1700): scorrono infatti fra le due circa trent'anni.

Si potrebbe forse dubitare, data la sequenza degli anni, che a F. Gallo la Cappella dei Tre Re fosse servita quasi da modellino per la maggiore cupola di Vicoforte: dai rilievi fatti non appare ipotesi possibile sia per la inesistente omotetia — anche approssimativa — delle figure geometriche di base, in pianta e in sezione, sia (e questo dal punto di vista strutturale) per la grande differenza delle dimensioni che per forza di cose ha richiesto soluzioni statiche e di membratura compositivo-architettonica completamente differenti.

Dei due rilievi, quindi, ci soffermeremo di più su quello della Cappella dei Tre Re, poco conosciuta e pochissimo o per nulla documentata, cercando di ritrovare in essa se vi siano quegli elementi che possono condurci a pensare a qualche affinità con le altre opere di F. Gallo.

La Chiesa di Santa Croce e San Bernardino, invece, è molto ben documentata dal punto di

vista fotografico nei testi che in seguito citeremo, però di essa non abbiamo trovato alcuna iconografia progettuale (salvo un profilo della pianta presso la Soprintendenza ai Monumenti di Torino) per cui abbiamo ritenuto indispensabile eseguire il rilievo completo.

La Cappella dei Tre Re a Bene Vagienna

La «Cappella dei Tre Re» nel Palazzo Magistrati di Bene Vagienna non compare come opera di F. Gallo nell'importante studio di Carboneri ⁽¹⁾ ma è citata da Bonino ⁽²⁾ sotto il titolo *Cappella dell'Epifania* come opera probabile e nell'indice cronologico datata al 1709; e più oltre ⁽³⁾ si legge infatti: *Benevagienna. Cappella della Epifania*

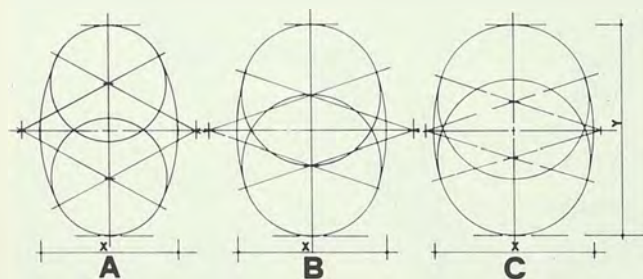


Fig. 1 - Costruzione geometrica delle cupole del Santuario di Vicoforte, della Cappella dei Tre Re a Bene Vagienna, della Chiesa di Santa Croce e San Bernardino a Cavallermaggiore.

A - Santuario di Vicoforte: $x = m. 24,80$; $y = m. 37,15$.

B - Cappella dei Tre Re a Bene Vagienna: $x = m. 5,90$; $y = m. 8,00$.

C - S. Croce e S. Bernardino a Cavallermaggiore: $x = m. 11,15$; $y = m. 14,25$.

Qualcuno aveva anche avanzato l'ipotesi che il Gallo nella cupola della Cappella dei Tre Re a Bene Vagienna avesse tentato un modello della grande cupola del Santuario di Vicoforte, e le date di progetto e di esecuzione potrebbero anche avallare tale presunzione.

Ma questa ipotesi, un po' azzardata invero, al lume di una analisi più approfondita non regge in quanto il Gallo conosceva già certamente, per i suoi studi precedenti, le misure dell'ovale di base della cupola di Vicoforte e se avesse avuto quell'intenzione avrebbe ridotto omoteticamente le misure degli assi di quell'ovale.

Invece questo non è avvenuto come lo dimostrano gli schemi, riportati in figura, degli ovali di base delle cupole del Santuario di Vicoforte, della Chiesa di S. Croce e di S. Bernardino a Cavallermaggiore e della Cappella dei Tre Re a Bene Vagienna.

Se poi si passa dalla pianta alle sezioni e da queste alla soluzione strutturale e compositiva, la differenza è ancora più evidente. Rimane dunque come unico elemento comune alle tre cupole il sistema del tracciamento geometrico degli ovali ottenuti con quattro archi di cerchio, sistema che però era in quel periodo molto conosciuto da architetti e da trattatisti. Troppo poco, invero, per giustificare l'ipotesi a cui abbiamo accennato.

(Luigini). Questa graziosa e bella Cappella molto probabilmente è opera del Gallo; essa in miniatura è quasi uguale alla Chiesa di Santa Croce che verso il 1709 esso pure costruiva in Cuneo. La facciata non presenta nulla di particolare, la pianta della Chiesa è formata da due ellissi di quasi uguale grandezza i cui assi principali sono normali l'uno all'altro; in una vi è il posto per il popolo, nell'altra vi è il presbiterio e il coro. La prima è sormontata da cupola e cupolino ed intersecata da costoloni

⁽¹⁾ NINO CARBONERI, *L'Architetto Francesco Gallo*, «Atti della Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti», vol. II, Torino, 1954.

⁽²⁾ ATTILIO BONINO, *Francesco Gallo Architetto*, «Bollettino della S.P.A.B.A.», n. 1-2, 1928.

⁽³⁾ ibidem, pag. 27.

appaiati in modo identico di Santa Croce in Cuneo. Se non che neppure la Chiesa di Santa Croce a Cuneo è attribuita da Carboneri a F. Gallo, infatti a pag. 10 del suo citato testo è detto che il Gallo *incline ad una piena collaborazione, si adeguò al Bertola nella Chiesa di Santa Croce a Cuneo, e a quelle del Felletti nel collegio dei Gesuiti a Mondovì (...)* non mai però a costo di menomare o rendere meschino ciò che la sua mano aveva tracciato con nobiltà d'intenti e armonia di proporzioni e più oltre, a pag. 43: *Chiesa di Santa Croce in Cuneo solitamente attribuita al Gallo e confermatagli per inesatta lettura delle fonti documentarie, invece, come ho potuto dimostrare, proprio del Bertola e diretta solo nella parte esecutiva dal nostro architetto. Pur essendo, infatti, un'opera curata dal Gallo*

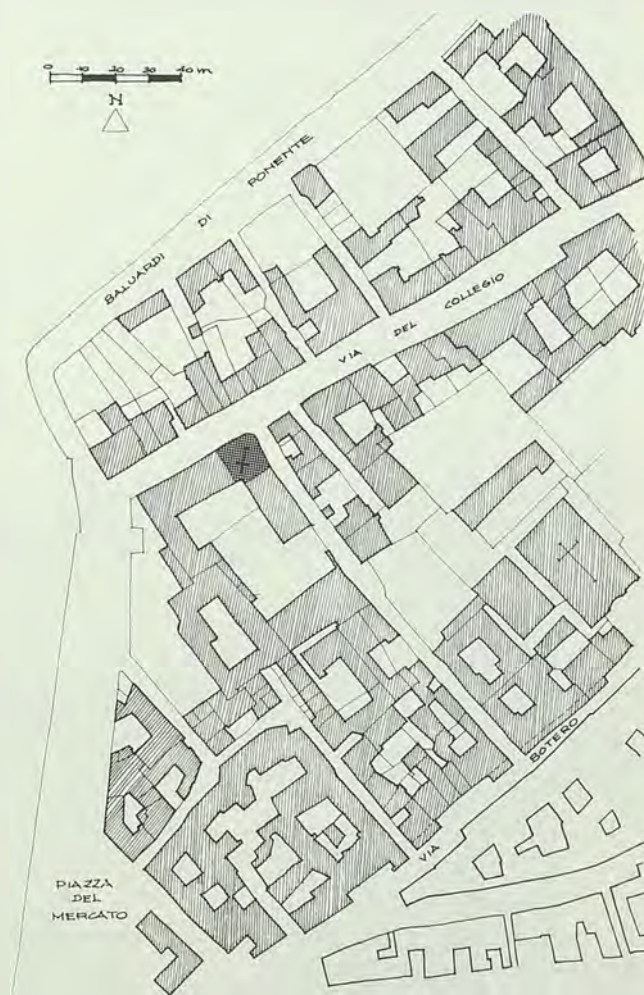


Fig. 2 - Bene Vagienna: Planimetria della zona urbana comprendente la Cappella dei Tre Re in palazzo Magistrati.

stesso, essa risulta, in fondo, lontana, per le tendenze scenografiche magniloquenti che la informano, per l'arretrare pesante della fronte, di sentore secentesco, ed anche per l'indulgere a manierismi e a spunti architettonici che il settecento lascia quasi sempre da parte. Il nostro autore elegge subito un manierismo purificato e giunge al barocco per altra

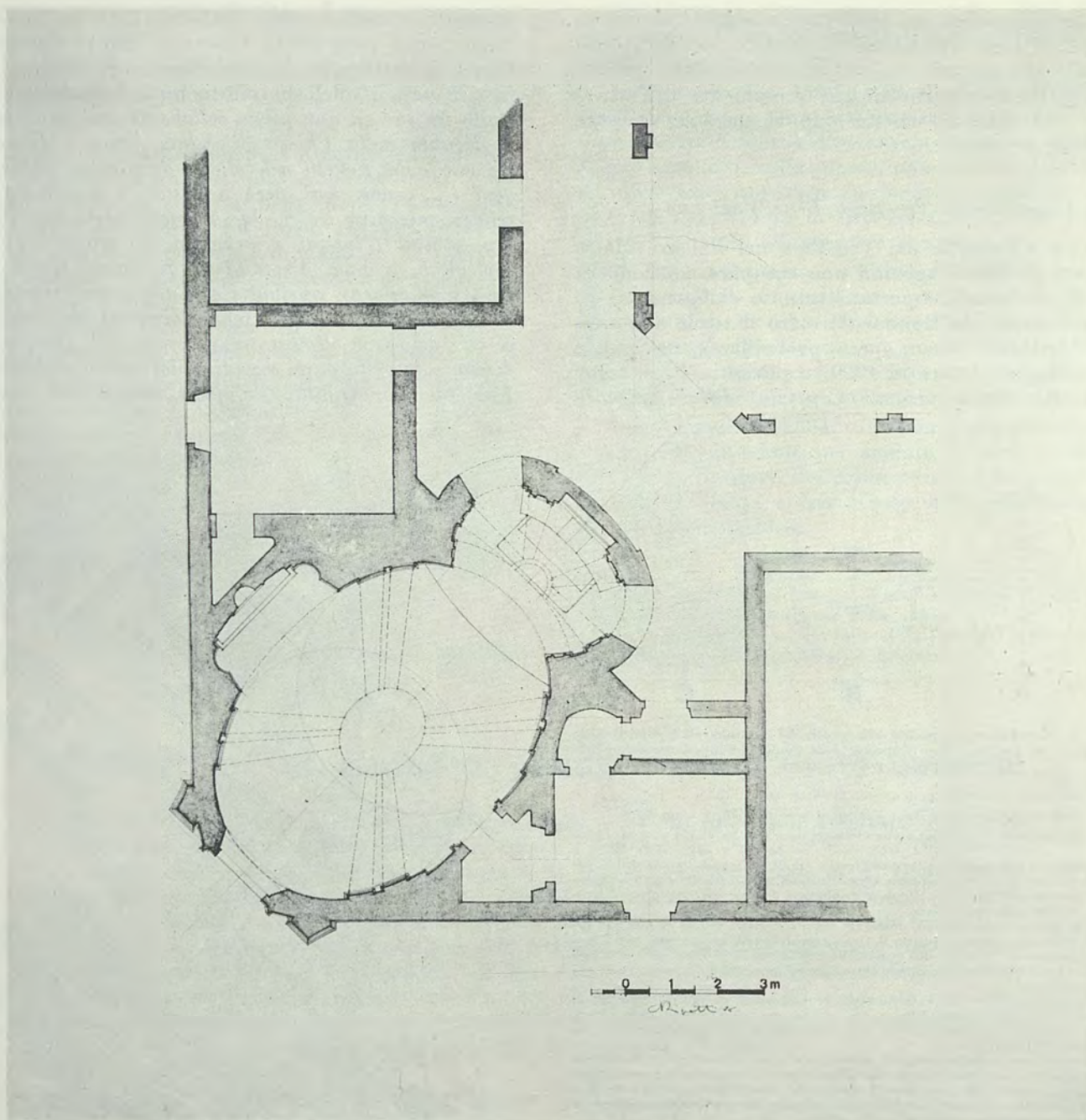


Fig. 3 - Bene Vagienna. Palazzo Magistrati. Cappella dei Tre Re. La Pianta. (Originale in scala 1 : 50; rilievo di G. M. Rigotti).

via, avvertendo appena di scorcio le limitate direttive artistiche del Bertola ⁽⁴⁾.

Però chi concepì la Cappella dei Tre Re era quasi certamente un Architetto, e seguendo il Guarini con la A maiuscola, perché aveva lo stesso modo di sentire dei grandi di quell'epoca, modo che avevano fin dal momento della prima impostazione delle loro composizioni.

Dice, infatti, il Guarini. *L'architettura deve ubbidire alla natura del luogo, ed alla medesima ingegnosamente accomodarsi: Questa è una delle prin-*

cipali intenzioni che possa avere l'Architetto di accomodarsi al luogo; per esempio: se un luogo è bisquadro, irregolare, e non capisce un quadrato, se non con gran perdita di sito; e meglio si accomoderebbe un ovato, bisognerà che piuttosto ivi l'Architetto disegni un ovato, che un quadro ⁽⁵⁾.

Ora, nel caso nostro, il dato fondamentale planimetrico della giunzione, sia pure ad angolo retto, delle due maniche di fabbrica del palazzo, ma con il legame di ambienti di uso protendentisi fin verso lo spigolo e da rispettare (uno di questi è stato destinato alla sacrestia della Cappella)

⁽⁴⁾ Vedi anche: *Antonio Bertola e la Confraternita di S. Croce in Cuneo* dello stesso autore in « Bollettino della Società per gli studi Storici Archeologici e Artistici nella Provincia di Cuneo », n. 27, marzo 1950.

⁽⁵⁾ G. GUARINI, *Architettura Civile*, Trattato I, Capitolo III, Osservazione VIII, Torino, G. Mairesse, 1737, pag. 6.

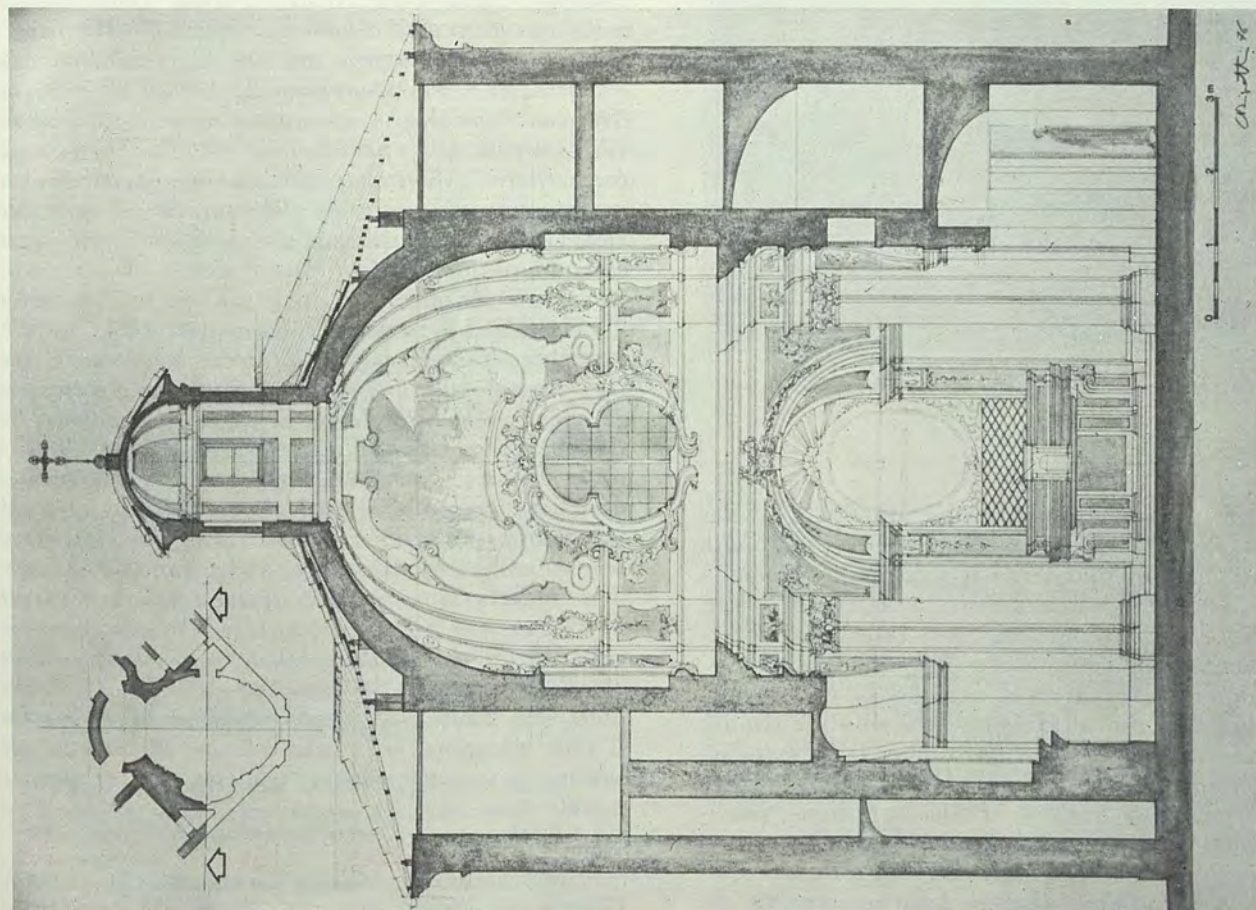
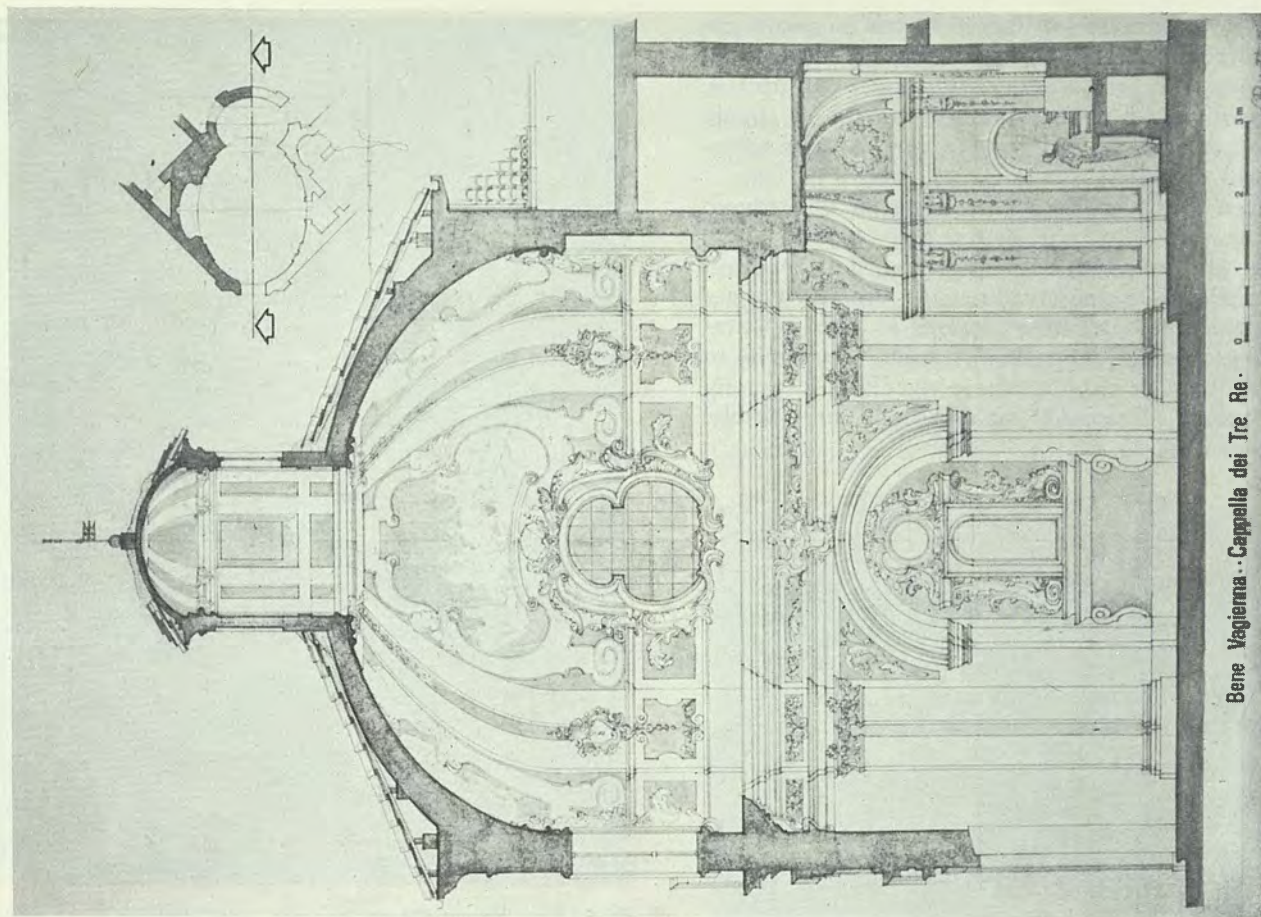


Fig. 4 - Bene Vagienna. Palazzo Magistrati. Cappella dei Tre Re. Sezione trasversale verso l'Altare Maggiore. (Originale in scala 1 : 25; rilievo di C. M. Rigotti).



Bene Vagienna - Cappella dei Tre Re.

Fig. 5 - Bene Vagienna. Palazzo Magistrati. Cappella dei Tre Re. Sezione longitudinale. (Originale in scala 1 : 25; rilievo di G. M. Rigotti).

portava ad assumere la diagonale dell'angolo come elemento planimetrico compositivo principale, e di conseguenza l'ingresso sullo spigolo del fabbricato, perciò veniva ad individuarsi proprio uno spazio che non capisce un quadrato e meglio si accomoderebbe un ovato.

D'altra parte l'ingresso portato sullo spigolo offriva la possibilità di vedere la facciata della Cappella da angoli visuali più acconci permessi dall'incrocio delle due strade e non eccessivamente di scorcio come sarebbe avvenuto se nell'impostazione generale la Cappella fosse stata iscritta in un quadrato, con cupola a base circolare, e, perciò, con l'ingresso affacciante su una delle due vie che si incrociano.



Fig. 6 - Bene Vagienna. Palazzo Magistrati. Cappella dei Tre Re. La facciata.
(Foto Dall'Acqua)

Inoltre, prendendo come asse principale la diagonale si otteneva la possibilità di sviluppare maggiormente in lunghezza il vano della Cappella e la forma planimetrica « ovata » risultava quindi la migliore per ottenere un vaso interno architettonicamente ben composto e proporzionato.

Per quanto riguarda il periodo di costruzione della Cappella, indirettamente lo si può far risalire ai primi anni del 1700 dato che G. Assandria scrive: *Cappella dell'Epifania (sede del monastero delle Carmelitane scalze)*. Pochi sapranno, intendendo questo titolo, ove sia questa Cappella, se non si aggiunge il moderno nome di Cappella del Collegio o dei Luigini. Questa bella chiesuola, che



Fig. 7 - Bene Vagienna. Palazzo Magistrati. Cappella dei Tre Re. La cupola.
(Foto Dall'Acqua)

chiamasi anche « dei Tre Re », venne fatta costruire nella sua casa dall'abate cav. Melchior Magistrati, elemosiniere di Vittorio Amedeo II, fondatore della cantoria. Con suo testamento 27 luglio 1709, rogato Giacomo Mariano, e successivo codicillo 3 febbraio 1717, rogato Giuseppe Lucio, obbligò il suo erede cav. Andrea Magistrati alla manutenzione di questa sua cappella, a farvi celebrare giornalmente una messa ed a distribuir ogni giorno soldi 10 ai poveri che andavano a sentirla ⁽⁶⁾.

La descrizione fatta da Assandria ci dice anche il perché del nome della Cappella:

È una piccola chiesa di forma ovale molto graziosa, con cupola e cupolino; ha l'entrata principale all'angolo della via del Collegio e delle Scuole. La Cupola è decorata da quattro grandi medaglioni a stucco bianco su sfondo verdognolo, con figure a grandezza naturale. Il medaglione che sta sopra alla porta rappresenta la visita dei tre re magi ad Erode per chiedergli notizie della nascita del Redentore; il secondo, a sinistra dell'entrata, i tre re a cavallo in viaggio per Betlemme, guidati dalla stella e seguiti da due cammelli; il terzo, sopra l'altare maggiore, l'adorazione del bambino e l'offerta dei doni fatta dai tre re; il quarto rappresenta il ritorno. L'altare maggiore è in uno sfondo dirimpetto alla entrata principale; dietro ad esso sta ancora un piccolo coro.

⁽⁶⁾ G. ASSANDRIA, *Memorie Storiche della Chiesa di Bene*, Pinerolo, Tip. Sociale, 1899, pag. 84.



Fig. 8 - Bene Vagienna. Palazzo Magistrati. Cappella dei Tre Re. Particolare dell'arco trionfale. (Foto Dall'Acqua).

Il coro a cui accenna Assandria, in seguito è stato annullato per lasciare una continuità al porticato che gira intorno al cortile.

Che Gallo fosse, o si recasse di frequente, a Bene Vagienna in quegli anni, risulta, come ricorda Assandria nel suo citato studio a pag. 93, dal fatto che *cominciando dal 1710 e sino al 1718 si trovano notate varie compere di vino, regalato all'ingegnere Gallo per l'incomodo che si era preso in formare il disegno della chiesa* [qui si tratta della chiesa della Misericordia, in Bene] *e le spese fatte da alcuni membri della compagnia, per recarsi a Mondovì a conferire con il suddetto ingegnere, il che ci indica che questo celebre architetto ha dato il disegno e fu il direttore della terza ricostruzione di questa chiesa.*

Così pur non essendo riuscito a trovare in merito al problema specifico documenti più probanti si può ben dire che molto probabilmente Gallo che nel 1702 compiva trent'anni avrebbe potuto, anche dal punto di vista cronologico e di località di lavoro ⁽⁷⁾, essere il progettista della Cappella dei Tre Re, che nel 1709 era già certamente finita e aperta al culto, anche considerato che fin dalla sua età di vent'anni (nel 1692) si vorrebbe far risalire ⁽⁸⁾ l'inizio degli studi del

⁽⁷⁾ Carboneri nel periodo dal 1702 al 1710 segnala l'attività continua di F. Gallo oltre che a Mondovì anche a Carrù, Cuneo, Ceva, Frabosa Sopra e Boves, tutte località vicine a Benevagienna.

⁽⁸⁾ G. C. CHIECCHIO, *L'ingegnere e architetto Francesco Gallo*, 1672-1750, Torino, 1886.

Gallo per il completamento della Chiesa-Santuario di Vicoforte, lavoro assunto poi indiscutibilmente nel 1701 ⁽⁹⁾ e quindi da ritenersi in quel periodo come architetto già affermato in particolar modo nella progettazione e costruzione delle chiese.

Ma vi sono altri elementi non certo secondari, e altre considerazioni che ci possono confortare nell'idea che la Cappella dei Tre Re possa essere in tutto, o forse più correttamente in massima parte, da lui ideata e nel complesso disegnata.

Prima di tutto un raffronto, che potrebbe essere molto probante per la nostra tesi, per lo meno da un punto di vista planimetrico, può essere fatto fra la Cappella dei Tre Re e la Chiesa della Confraternita di Santa Croce e di San Bernardino



Fig. 9 - Bene Vagienna. Palazzo Magistrati. Cappella dei Tre Re. L'abside e l'altare maggiore. (Foto Dall'Acqua).

in Cavallermaggiore, progettata e costruita certamente da Gallo parecchio tempo dopo (su un'iscrizione sopra l'organo è segnato l'inizio della costruzione nell'anno 1737 e il suo completamento nel 1743).

In tutte e due, infatti, troviamo lo stesso schema compositivo per la chiesa formata da un unico vano di pianta ovale ricoperto a cupola con l'asse maggiore nella direzione della porta e dell'altare maggiore, ricavato questo in un altro vano adiacente più piccolo e pure a pianta ovale ma con l'asse maggiore perpendicolare al precedente;

⁽⁹⁾ N. CARBONERI, op., cit., pag. 144.

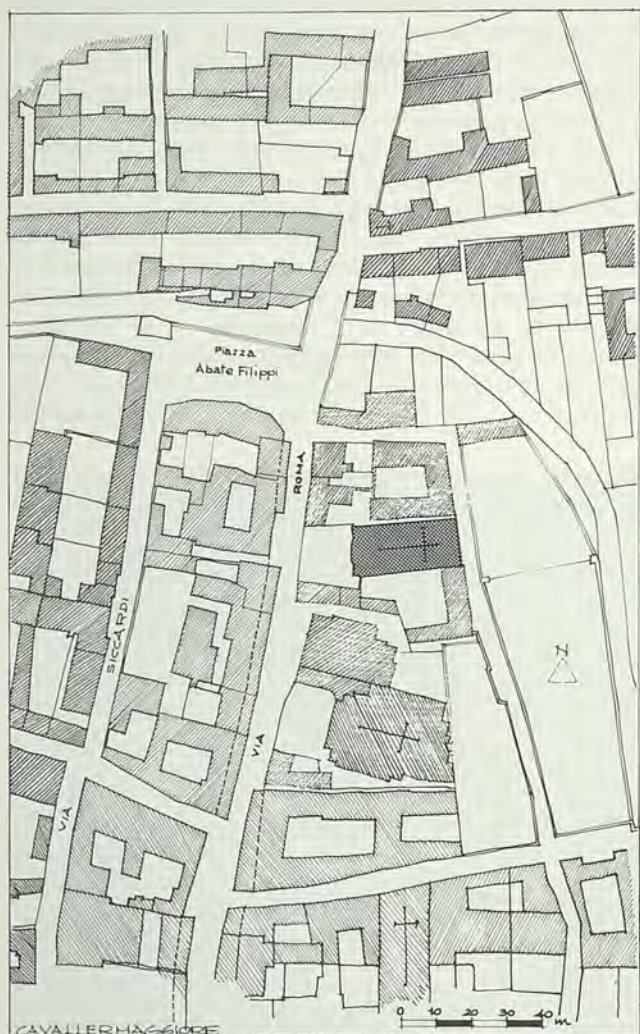


Fig. 10 - Cavallermaggiore: Planimetria della zona urbana comprendente la Chiesa di S. Croce e S. Bernardino.

un arcone segna il tratto di intersezione fra i due ovali, più marcato nella Cappella dei Tre Re, quasi in tangenza, invece, nella chiesa di Cavallermaggiore.

Anche nel tracciamento della curva *ovata* della pianta possiamo forse trovare qualche elemento in favore della nostra tesi.

Non è certo una particolarità del Gallo il sistema di tracciamento geometrico della curva policentrica *ovata* ⁽¹⁰⁾ ma altri se ne trovano in quel periodo come per esempio nel già citato testo del Guarini a pag. 59 del *Trattato I*, e nella figura n. 7 della Lastra n. 3 del *Trattato II*, dove l'autore stesso insegna il suo metodo per tracciare col compasso un *ovato* avvertendo che *l'ellisse propriamente detta non è la stessa figura (...)* benché molto si accosti, ed infatti si possa usurpare l'una per l'altra.

⁽¹⁰⁾ Lo stesso sistema, per esempio, compare chiaramente nello schizzo planimetrico del Juvarrà per l'ingresso a S. Giovanni in Laterano riportato, da un documento conservato nella Biblioteca Nazionale di Torino, alla tavola n. 74 del Volume I del libro di L. Rovere, V. Viale, A. E. Brinckmann, *Filippo Juvarrà*, Milano, Zucchi, 1937.

Ma da uno schizzo di Gallo (reperito nell'archivio del Santuario di Vicoforte) risulta evidenti-ssimo il metodo da lui usato per tracciare la curva *ovata* del lanternino della cupola del Santuario, differente, anche come proporzione degli assi da quello usato per la precedente pianta del tamburo della cupola disegnata sulla pianta della chiesa del Vittozzi, metodo geometrico che ritroviamo, naturalmente con assi di lunghezza diversa, nel tracciamento del vaso della Cappella dei Tre Re e di quello della chiesa di Cavallermaggiore.

La stessa idea strutturale, naturalmente proporzionata alle molto diverse dimensioni dei vani (assi dell'ovale principale nella Cappella dei Tre Re m. 8,00 e m. 5,90; nella Chiesa di San Bernardino m. 14,25 e m. 11,15) porta nella prima allo stretto abbinamento di quattro gruppi di due lesene ricavate direttamente nella muratura perimetrale continua, mentre nell'altra la parte portante è individuata da colonne isolate affondate in apposite nicchie ricavate nei poderosi maschi murari staccati fra loro, ma colonne sempre raggruppate due a due pur essendo maggiormente distanziate delle lesene della Cappella e comprendenti nell'intercolonnio porte e piccoli vani secondari.

La partitura architettonica della cupola ci può indicare ancora l'impostazione del Gallo: infatti gli arconi binati che compartiscono in quattro settori il pur piccolo vaso della cupola, riprendendo il motivo strutturale delle lesene binate sottostanti, ci riportano alla concezione della cupola, anch'essa ovale, della Chiesa di San Bernardino in Cavallermaggiore, qui accentuata ancora dagli effetti scenografici della decorazione pittorica, concezione che riprende poi, ma con meno diretto e continuo riferimento statico (cupola circolare su pianta quadrata) nelle chiese di Busca (Confraternita dell'Annunziata, cosiddetta *La Bianca*) e di Fossano (Confraternita della Santissima Trinità).

In più è qui da notare la semplicità e la purezza strutturale, caratteri dominanti nelle architetture di Gallo; così ad esempio dalla base della chiesa alla sommità del cupolino della lanterna rimane inalterato lo scomparto architettonico principale, individuato dai quattro gruppi di lesene binate.

Una delle caratteristiche fondamentali delle opere di architettura religiosa di Gallo è offerta dalla ricerca minuziosa della graduazione e della direzione della luce che dalle aperture si diffonde nell'interno delle chiese.

Date le dimensioni molto ridotte della Cappella dei Tre Re occorre limitare i flussi luminosi nel suo interno, e in particolare modo renderli unidirezionali, sia per mantenere intatti gli effetti di plasticità della cupola e per valorizzare la sua decorazione a basso rilievo in stucco monocromo, sia per mantenere nel vaso un'intensità luminosa molto controllata, adatta alla visione corretta del complesso e dei particolari.

Per questa ragione ritengo che una soltanto delle quattro finestre trilobate segnate nell'interno della cupola (quella sopra l'ingresso) sia stata aperta verso l'esterno, e una sola (sul lato opposto) nel lanternino sovrastante. Tali soluzioni sono sta-

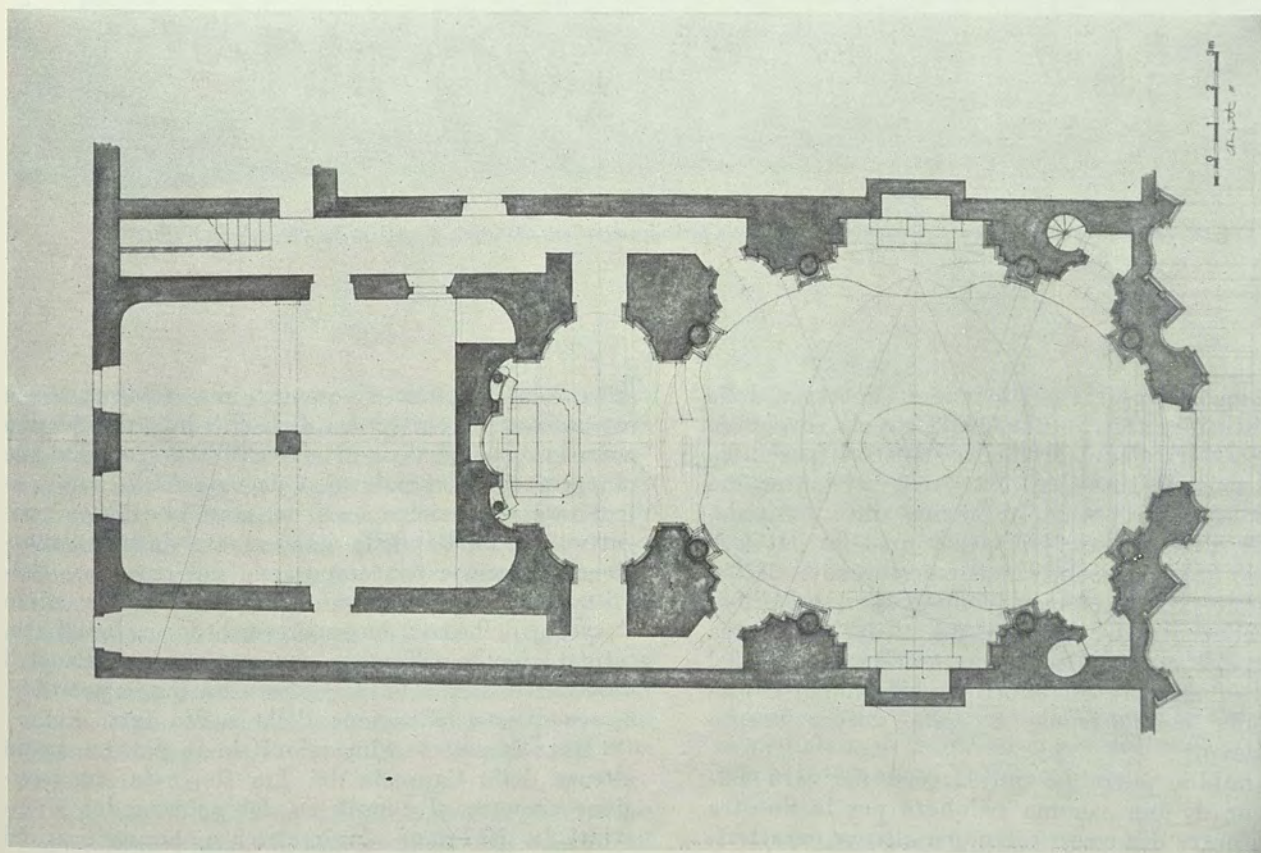


Fig. 11 - Cavallermaggiore: Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. La pianta. (Originale in scala 1 : 50; rilievo di G. M. Rigotti).

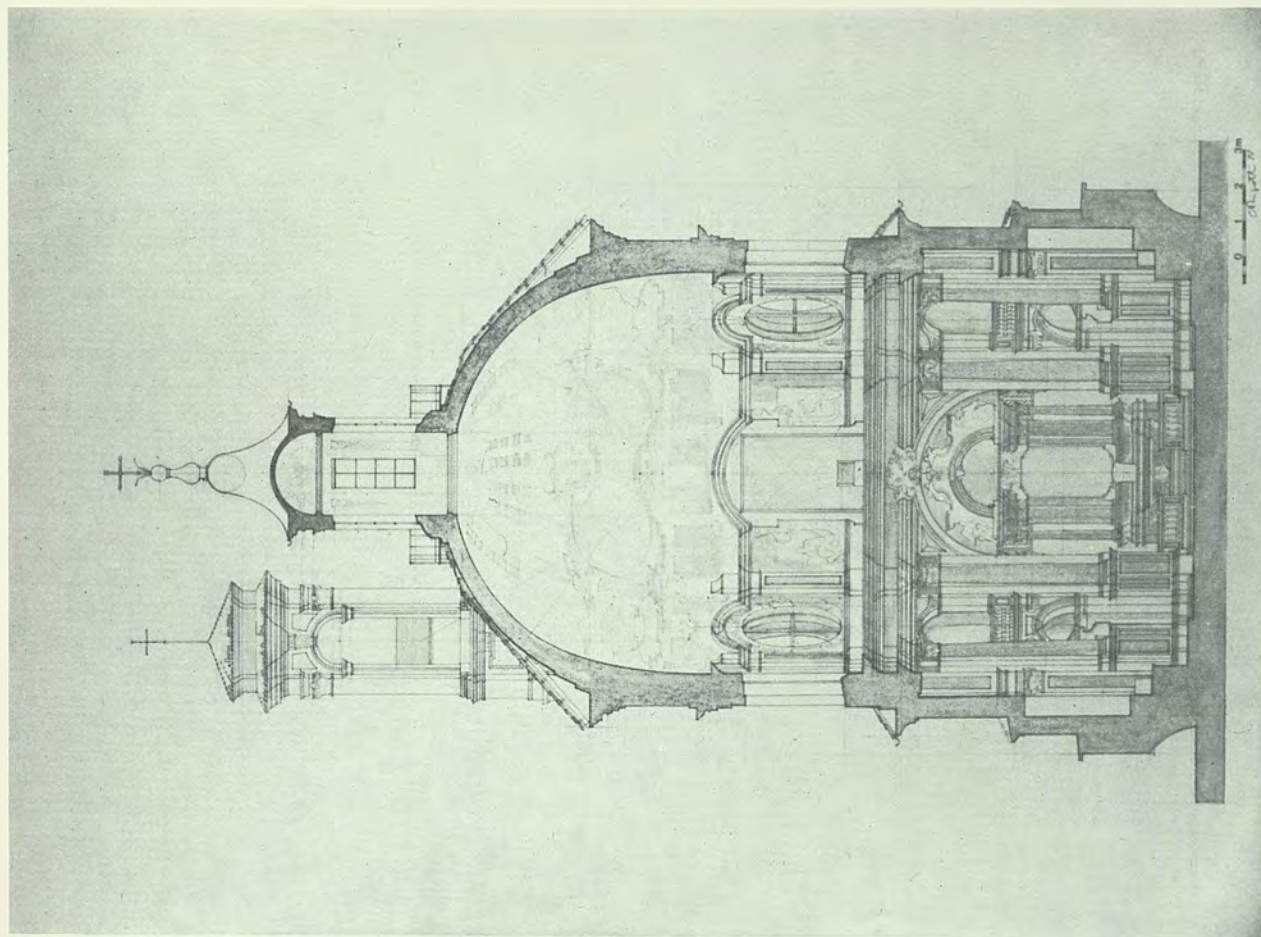


Fig. 12 - Cavallermaggiore: Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. Sezione trasversale verso l'Altare maggiore. (Originale in scala 1 : 50; rilievo di G. M. Rigotti).

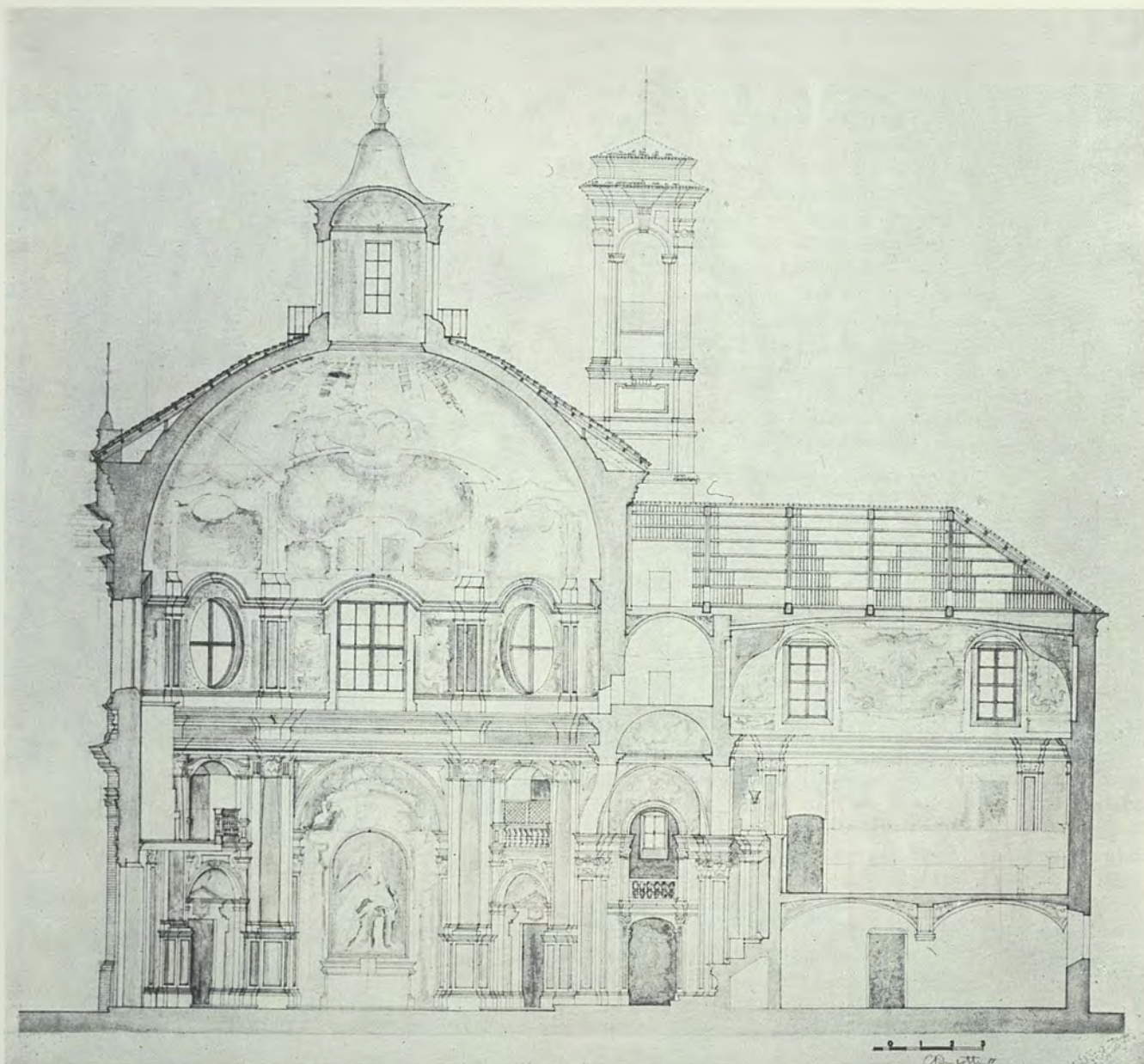


Fig. 13 - Cavallermaggiore: Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. Sezione longitudinale. (Originale in scala 1 : 50; rilievo di G. M. Rigotti).

te certamente volute: per ottenere l'apertura delle rimanenti finestre trilobate, nella cupola sarebbero stati necessari alcuni artifici costruttivi (per altro in quel periodo tutt'altro che rari), nel lanternino sarebbe stato invece molto facile, direi naturale, aprire le altre finestre che per contro fin dal loro primitivo impianto sono rimaste certamente cieche.

Si sono così ottenuti due flussi luminosi abbastanza concentrati e opposti, ma situati a diversa altezza, che contribuiscono in qualunque ora del giorno, ad esaltare gli effetti architettonici e plastici della composizione e della decorazione a bassorilievo.

Un dubbio potrebbe qui sorgere, derivato dall'adozione di una sagoma trilobata per la finestra sopra la porta di ingresso, sagoma altrove caratteri-

stica e abbastanza frequente, ma assolutamente estranea nell'architettura di Gallo; infatti essa non compare mai come motivo architettonico nelle sue chiese e nei suoi palazzi. Questo dubbio però potrebbe essere sciolto se si pensasse che l'idea progettuale della Cappella sia derivata da una concezione unitaria e contemporanea dell'esterno e dell'interno, e quest'ultimo già visto anche sotto l'aspetto della sua decorazione: la forma trilobata, infatti, risulta naturale come motivo decorativo di base per uno spicchio di volta a bacino, e potrebbe essere questa la ragione della scelta fatta.

Date le piccole dimensioni sia in pianta che in altezza della Cappella dei Tre Re, e la sua posizione rispetto al complesso del palazzo dei Magistrati, la situazione planimetrica e compositiva del

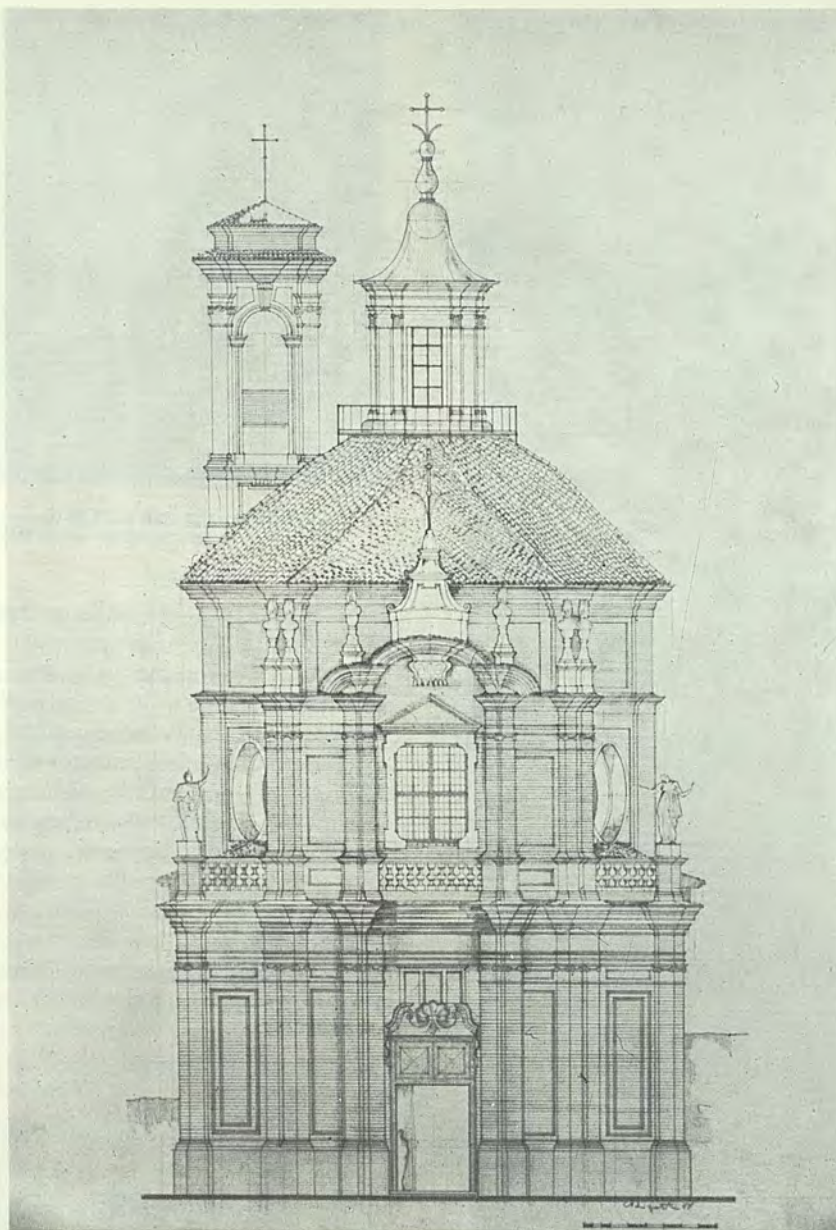


Fig. 14 - Cavallermaggiore: Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. La facciata. (Originale in scala 1 : 50; rilievo di G. M. Rigotti).

palazzo richiedeva semplicemente l'indicazione della esistenza della Cappella, oltre, naturalmente, soddisfare le possibilità di accesso dall'esterno.

La soluzione adottata raccordando le pareti ortogonali del palazzo con una curva a quarto di cerchio che ricalca quasi perfettamente la curva del vaso interno ovato, non interrompe la continuità della parete e del cornicione con spigoli o elementi aggettanti e lascia la massima grandiosità al complesso: unico elemento di spicco il portale col timpano spezzato, segnato da basse lesene angolate in un contenuto accenno di sporgenza e che lasciano dominare la tranquilla continuità del muro superiore.

Così la facciata in esame potrebbe benissimo innestarsi nel modo di sentire di F. Gallo dei primi

tempi: *attratto come per istinto dalle forme più semplici, le scopre con cura e quasi le filtra, spiando ogni tumulto di membrature ed escludendo gli elementi che non sente più vitali* ⁽¹¹⁾.

Nelle opere religiose di Gallo di quegli anni, infatti, appare una tendenza a seguire nelle facciate la superficie di prospetto marcata appena da leggere sporgenze, da lesene abbastanza piatte: membrature architettoniche più accentuate si ritrovano nei temi di maggiore respiro, come nella Chiesa di San Giovanni Battista in Frabosa Soprana (1701), in quella dell'Assunta in Carrù (1703) e nell'altra di San Giuseppe, detta « la Misericordia » in Mondovì (1708).

⁽¹¹⁾ CARBONERI N., *op. cit.*, pag. 44.



Fig. 15 - Cavallermaggiore. Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. La facciata. (Foto Dall'Acqua).

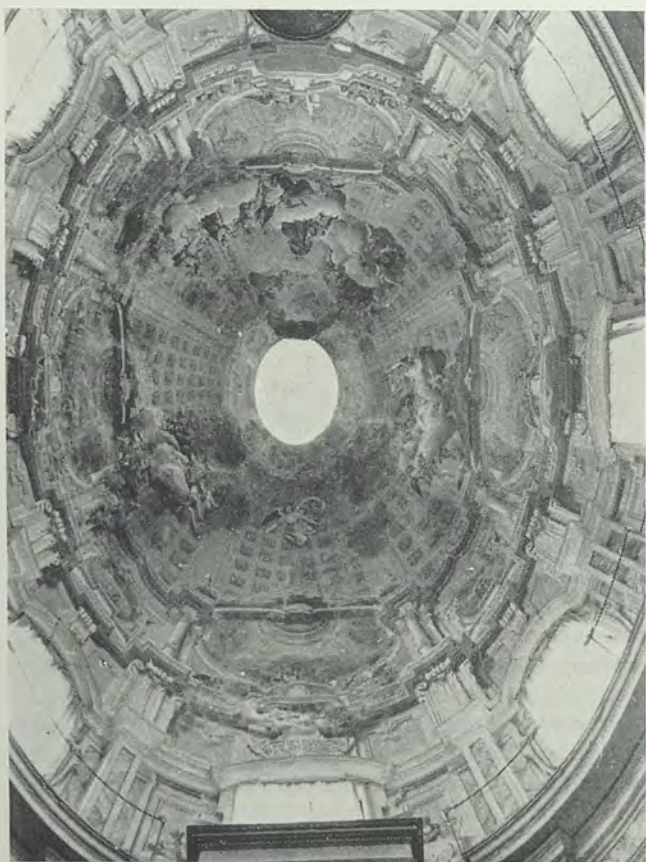


Fig. 16 - Cavallermaggiore. Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. La cupola. (Foto Dall'Acqua).



Fig. 17 - Cavallermaggiore. Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. L'abside e l'altare maggiore. (Foto Dall'Acqua).

Da notare come nella prima il portale sia concluso da un timpano spezzato e come nella terza compaiono sia pure in cotto a vista, lesene con capitelli a volute arricchite da festoni: elementi che sono presenti anche nella Cappella dei Tre Re.

Da quanto abbiamo rilevato e più sopra riportato riteniamo quindi abbastanza probabile l'attribuzione a Gallo del disegno della Cappella dei Tre Re in Bene Vagienna, o per lo meno di un suo deciso intervento nella progettazione e nella costruzione.

Rimane pur sempre, però, l'anomalia, a cui abbiamo già accennato, della dominante finestra trilobata sopra la porta.

La Chiesa di Santa Croce e San Bernardino a Cavallermaggiore

La chiesa della Confraternita di Santa Croce e di San Bernardino in Cavallermaggiore è invece opera indiscussa di Gallo. Infatti, per rimanere agli autori già ricordati, Bonino nel citato studio a pag. 30 la denomina « Chiesa dei Battuti Bianchi a Cavallermaggiore » e la descrive così: *la pianta dell'edificio si compone di tre corpi; il principale e più movimentato è quello della chiesa formato ad ellisse, alle estremità dei suoi assi si sviluppano quattro grandi archi corrispondenti alla porta, all'altare maggiore ed ai due altari laterali.*

Carboneri ⁽¹²⁾ ne riporta una pianta (però in scala molto ridotta, sì da poterne afferrare soltanto la linea generale) e data, seguendo la già citata iscrizione sull'organo, al 1737 l'inizio della costruzione (pag. 35) che definisce fra le *tre gemme dell'infaticabile architetto*: la « Bianca » di Busca, la Confraternita della SS. Trinità di Fossano e quella di San Bernardino a Cavallermaggiore, che raccolgono ed accrescono spunti fecondi anche di chiese del secondo gruppo ⁽¹³⁾.

Sempre Carboneri la descrive così:

Termina, questo periodo culminante, colle sommesse note della Confraternita di Cavallermaggiore,

⁽¹²⁾ CARBONERI N., *op. cit.*, pag. 65.

⁽¹³⁾ Ibidem, pag. 59.



Fig. 18 - Cavallermaggiore, Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. La volta dell'abside. (Foto Dall'Acqua).



Fig. 19 - Cavallermaggiore, Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. La sacrestia. (Foto Dall'Acqua).

la quale riprende dal Santuario di Mondovì il tema pur raro dell'ellisse (con in più il presbiterio e il coro) mentre, riducendosi le dimensioni, riaffiora la caratteristica maniera lieve. L'esterno è riassunto nella squisita facciata, palpitante di vita pittorica, che attesta con immediata evidenza il cammino compiuto dall'architetto, passando lungo la via maestra del barocco, per Borromini e Guarini, non senza accostamenti juvarriani, fino a preludere in questo caso al Vittone.

Il moto ondulato della fronte, implicitamente severo, si rischiera per graziosi spunti decorativi, impreziositi dalla nota cromatica del bianco, sui toni più cupi dei mattoni. Gli accordi armoniosi del prospetto si rinnovano nell'interno ad ellisse, che si chiude sull'arco di imbocco del presbiterio, per poi riaprirsi, con una nuova curva, in un vano raccolto e quasi in penombra, sormontato da catino ovale, sfociando infine nel coro, da cui giunge, dietro l'altare maggiore, una squillante nota di luce. Agli archi delle cappelle e del presbiterio si alternano archi minori, ove si aprono a nicchie, le porte, con sopra i soliti coretti; dalle alte basi salgono alla trabeazione le colonne composite, alveolate nelle pareti, quasi per non turbare il riposante fluire della piccola ellisse.

Il vano principale, realizzato senza fremiti o sovrabbondanze, richiama schemi in uso fin dal tardo-rinascimento (a partire da Sant'Anna dei Palafrenieri, in Roma, del Vignola), sostituendo però ovviamente alla compattezza cinquecentesca i modi più morbidi del settecento.

Oltre la trabeazione, è la cupola, nutrita di luce: nell'attico si succedono finestre, ovali e rettangolari; poi è il campo del pittore prospettico, che circonda di fantasiose strutture le glorie dei Santi: ma l'occhio torna con rinnovata compiacenza ai motivi architettonici della zona sottostante, ove pieni e vuoti si accordano nel flettere delle pareti e nell'insistente modularsi di curve, terminando, con l'intima grazia di un canto raccolto, alieno da asprezze e da virtuosismi, gli anni di più vaste affermazioni e di più alte conquiste ⁽¹⁴⁾.

⁽¹⁴⁾ Ibidem, pag. 65.



Fig. 20 - Cavallermaggiore, Chiesa di S. Croce e S. Bernardino. Il coro. (Foto Dall'Acqua).

E in seguito, nella parte terza, ritorna sulla Chiesa definendola *piccolo capolavoro* e indicando ancora che il vano maggiore ellittico è sovrastato da cupola ⁽¹⁵⁾.

Come abbiamo già accennato in principio riteniamo di fare opera indispensabile completando la documentazione della Chiesa di San Bernardino con un rilievo totale allo stato attuale.

⁽¹⁵⁾ Ibidem, pag. 185.

La Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino accoglie nella « Rassegna Tecnica », in relazione ai suoi fini culturali istituzionali, articoli di Soci ed anche non Soci, invitati. La pubblicazione, implica e sollecita l'apertura di una discussione, per iscritto o in apposite riunioni di Società. Le opinioni ed i giudizi impegnano esclusivamente gli Autori e non la Società.

Direttore responsabile: **GIUSEPPE FULCHERI**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - CORSO SIRACUSA, 37 - TORINO

**IL «MARCHIO DI QUALITÀ» PER CALCESTRUZZI PRECONFEZIONATI
È L'UNICA GARANZIA DEL RISPETTO DELLE NORME UFFICIALI**

Progettisti
Calcolatori c.a.
Direttori Lavori
Collaudatori

MARCHIO DI QUALITÀ ISTEDIL



Calcestruzzo
controllato alla consegna
in conformità alla
normativa unicemento

dal controllo la qualità
dalla qualità il marchio
dal marchio la garanzia
dalla garanzia la sicurezza

Consigliate l'impiego di calcestruzzo preconfezionato fornito da centrali di betonaggio dotate di **MARCHIO DI QUALITÀ ISTEDIL** che consente tassi di lavoro più elevati con conseguenti risparmi, maggior sicurezza nell'esecuzione e tranquillità dei Tecnici.



betoncar

**aurelio
massano**

CALCESTRUZZI PRECONFEZIONATI

TORINO
Via Tirreno 45 - Tel. 502.102

Centrali:
TORINO ORBASSANO
MONCALIERI SANTENA
VENARIA CUNEO

TORINO
Via Beaulard 64 - Tel. 33.58.350

Centrali:
VOLVERA
ORBASSANO
SAN MAURO

CARMAGNOLA
Via Dante 4 - Tel. 970.217

Centrale:
CARMAGNOLA



W.p.r.edil
S.A.S. INDUSTRIA PREFABBRICAZIONI EDILI LEGGERE

di P.I. BRUNO TARELLO e ARCH. PAOLO JANNO & C.

Stabilimento e uffici: **MASSERANO** (Biella) Fraz. S. Giacomo - Statale 142 - Tel. (015) 96990 - 922214



STRUTTURE PREFABBRICATE INDUSTRIALI PRECOMPRESSE

NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA V

Banco di Sicilia

Istituto di Credito di Diritto Pubblico

Presidenza e Amministrazione Centrale in Palermo - Patrimonio: L. 150.815.294.287

Acireale
Agrigento
Alcamo
Ancona
Bologna
Caltagirone
Caltanissetta
Catania
Enna

Firenze
Gela
Genova
Lentini
Marsala
Messina
Mestre

Sedi e Succursali:



Milano
Palermo
Perugia
Pordenone
Ragusa
Roma
S. Agata Militello

Sciacca
Siracusa
Termini Imerese
Torino
Trapani
Trieste
Venezia
Verona
Vittoria

250 Agenzie in tutta Italia

Uffici di rappresentanza a Bruxelles, Copenaghen, Francoforte Sul Meno, Londra, New York, Parigi e Zurigo

Sezioni speciali per il: Credito Agrario e Peschereccio,

Credito Minerario, Credito Industriale, Credito Fondiario, Finanziamento Opere Pubbliche.

Tutti i servizi di Banca, Borsa e Cambio



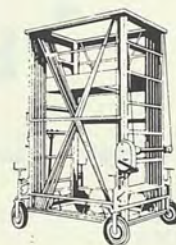
S. ACCOMAZZO

SCALE INDUSTRIALI

AUTOSCALE E CESTELLI IDRAULICI

PONTEGGI TELESCOPICI
AD INNESTO MANUALE
E AD ARGANO O ELETTRICO

COLLAUDATI



TORINO VIA S. FRANCESCO D'ASSISI 11 - TEL. (011) 546628

BANCA SUBALPINA

SOCIETÀ PER AZIONI

Capitale Sociale e Riserve L. 9.423.748.249.

SEDE SOCIALE E DIREZIONE GENERALE

TORINO - VIA SANTA TERESA, 26

Telex: 221403 SUBDIR I

OGNI OPERAZIONE DI BANCA E BORSA

BANCA AGENTE
PER IL COMMERCIO
DEI CAMBI

CASSETTE di SICUREZZA

FILIALI

TORINO

VIA SANTA TERESA, 26 - TEL. 51.25.66

Telex: 221402 SUBANK I

Agenzia n. 1 - Corso Peschiera, 237 - Tel. 33.59.714

Agenzia n. 2 - Corso Orbassano, 213 - Tel. 39.97.62

Agenzia n. 3 - Corso Vitt. Emanuele, 6/a - Tel. 87.66.68

Agenzia n. 4 - Largo Toscana, 52 - Tel. 73.83.13

Servizio di Cassa presso SAIPO S.p.A.

- Torino, Via Garibaldi, 42 - Tel. 51.84.36

- Settimo, Viale E. Schueller - Tel. 800.35.20

MILANO

VIA A. MANZONI, 9 - TEL. 80.81.41

Telex: 312602 SUBANK I

Agenzia Interna SNIA VISCOSA S.p.A.

Via Montebello, 18 - Tel. 63.08.63

ARTERO®

DISEGNO · GRAFICA · INGEGNERIA

Tavoli
e Tecnografi
di precisione
delle migliori
marche

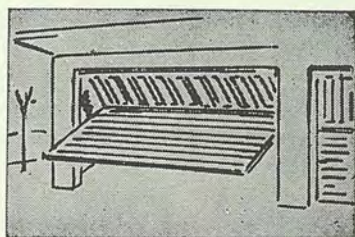
BIEFFE
NEOLT
FERRES
ZUCOR
MUTOH
KULLMAN
PERFECTUS

ASSISTENZA TECNICA



10122 TORINO VIA S. FRANCESCO D'ASSISI 11

Tel. (011) 547246 · 516 289



BENEDETTO PASTORE

S.p.A.

SERRANDE DI SICUREZZA

ESPORTAZIONE

TUTTI I TIPI DI CHIUSURE DI SICUREZZA, AVVOLGIBILI "CORAZZATA" RIDUCIBILI, RIPIEGABILI, SCORREVOLI A BILICO PER ABITAZIONI, NEGOZI, GARAGES, STABILIMENTI



SEDE E STABIL.: 10152 TORINO - C. NOVARA, 112 - TEL. 233.933 (5 linee)

LA NOSTRA BANCA PIU' DIVENTA GRANDE PIU' DIVENTA GIOVANE. E MEGLIO SI MUOVE PER IL MONDO.

Per noi, da 150 anni, dare un servizio che sia veramente tale significa rispondere alle esigenze del cliente con preparazione, con impegno di mezzi ed idee, con creatività.

Alle imprese che chiedono sostegno e consulenza noi rispondiamo così: con una struttura d'avanguardia che si articola in un complesso di organismi collaterali come Locat e Centro Leasing; Centro Factoring; Findata-Informatica; Findata-Immobiliare. Con l'adesione della Swift. Con rappresentanze in centri come Lon-

dra, New York, Francoforte. Con un nuovo attrezzatissimo centro di elaborazione dati all'avanguardia in Europa. Alle famiglie che chiedono efficienza e qualità di servizio noi rispondiamo così: con un personale particolarmente qualificato specializzato nel nostro centro di formazione di Torino, uno dei più moderni d'Italia. Con un personale parti-

colarmente dinamico ed aperto perché ha una età media che non supera i 32 anni. Con una vasta rete di Terminali in grado di dare la massima celerità alle operazioni bancarie.

Con l'Eurocard, una delle carte di credito più diffuse nel mondo. Agli agricoltori che chiedono idee ed appoggi al loro impegno, noi rispondiamo così: con crediti speciali ed agevolati tramite un nostro Istituto collaterale: il Federagrario. Con una esperta consulenza su tutti i problemi di produzione, di mercato, di esportazione.

Con 161 agenzie operanti direttamente in altrettante zone agricole.

Al Paese che chiede contributi al suo sviluppo, noi rispondiamo così: con concrete interventi a sostegno di enti pubblici e locali.

Con lo stesso statuto della nostra banca che ci vuole nati a "scopi di servizio e non di lucro".



CASSA DI RISPARMIO DI TORINO

LA BANCA CHE CRESCE PER VOI.

dolci advertising



dal 1938

asfalt - c. c. p. S. p. A.

- COPERTURE IMPERMEABILI
- ASFALTI COMUNI E A FREDDO
- ASFALTI COLORATI
- COSTRUZIONE E PAVIMENTAZIONI:
STRADE - CAMPI SPORTIVI
MARCIAPIEDI E CORTILI
- FORNITURA DI PRODOTTI BITUMINOSI

10154 TORINO - STRADA DI SETTIMO 6 - TEL. (011) 20.11.00 - 20.10.86

DOTT. ING. VENANZIO LAUDI

s. n. c. di F.lli LAUDI

IMPIANTI RAZIONALI TERMICI E IDRICO SANITARI

TORINO - VIA MADAMA CRISTINA, 62 - TEL. DIREZIONE: 683.226 - TEL. UFFICI: 682.210



**al Sanpaolo
un conto corrente
su misura**

per permettere a ciascun cliente di trovare
una valida e immediata risposta
ad ogni suo specifico problema.

Un conto corrente con qualcosa in più:
il tuo conto corrente.



sanpaolo UP

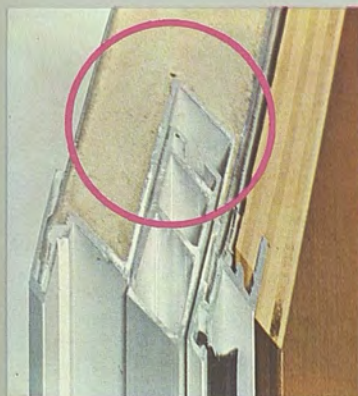
ISTITUTO BANCARIO SAN PAOLO DI TORINO

perché TUTOR ha 7 sicurezze



...durch eine TUTOR-Tür nur derjenige eintritt, den Sie willkommen heissen, weil diese Tür 7 Sicherheitsvorrichtungen hat:

...con una puerta TUTOR entran sólo los que Usted quiere porque TUTOR tiene 7 puntos de seguridad:



struttura tagliafuoco

Intercapedine ininflammabile
con eventuale pannello in legno

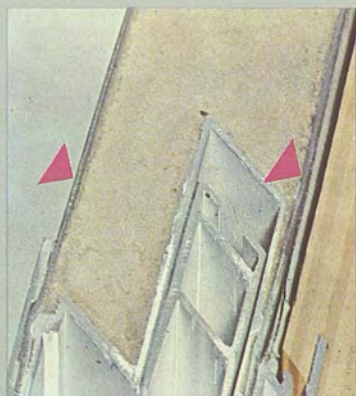
Structure anti-incendie
interstice ininflammable avec
panneau en bois éventuellement

Fire-stop structure
nonflammable interspace
with optional wood panel

Feuerschutzstruktur
feuersichere Zwischenschicht
mit eventuellem Holzblatt

Estructura que aísla el fuego
el interior de la puerta
está compuesto de material
incombustible; pudiéndose
incorporar un revestimiento
de madera

5



lamiera d'acciaio

2 lamiera d'acciaio preverniciate:
una esterna ed una interna

Tôle d'acier
2 tôles d'acier pré-vernissées,
une à l'extérieur
et l'autre à l'intérieur

Steel sheets
2 sheets of pre-enameled steel
one outside and one inside

Stahlbleche
2 Bleche aus vorlackiertem Stahl
1 innen und 1 aussen

Láminas de acero
2 láminas de acero pintadas;
una interna y otra externa

6



intercapedine afonica

mediante iniezione
di materiale isolante

Couche insonorisante
par injection de matériau
isolant

Soundproof interspace
achieved by injecting
insulating material

Antiakustische
Zwischenschicht
durch Einspritzung
von Isolier-Material

Aislante al ruido
mediante una inyección
de material especial

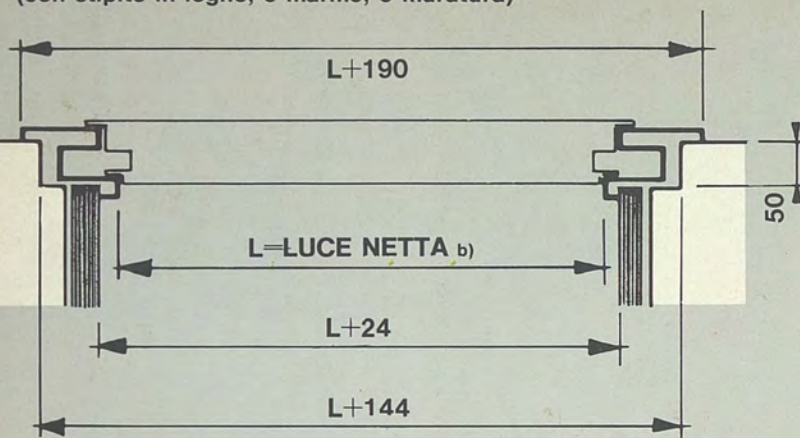
7



Costruzioni Italiane
Serrature Affini S.p.A.

48018 Faenza (Italia)
Via G. Oberdan, 42
Casella Postale n. 170
Tel. (0546) 21854
(6 linee)
Telex 55294 Cisolock

a) **POSA FILO INTERNO**
(con stipite in legno, o marmo, o muratura)



- a) Schéma de pose intérieure (avec huisserie en bois, en marbre ou en maçonnerie)
b) Ouverture nette
c) Gros plan du scellement
d) Type porte
e) Sens de l'ouverture
f) Panneau
f1) En noyer
f2) En acajou
f3) Prévus pour le recevoir
g) Porte droite (1) vue de l'extérieur
h) Porte gauche (2) vue de l'extérieur



- a) Anbringung an der Innenseite (mit Pfosten aus Holz, Marmor oder Mauerwerk)
b) Lichte Weite
c) Befestigungsart
d) Türtyp
e) Öffnungsrichtung
f) Blatt
f1) Aus Nussbaum
f2) Aus Mahagoni
f3) Aufnahme
g) Aussenansicht einer rechten (1) Tür
h) Aussenansicht einer linken (2) Tür

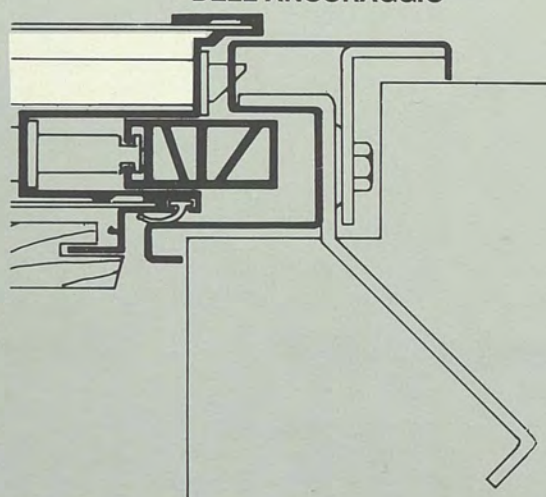


- a) Inside mounting scheme (with wood, marble or masonry doorposts)
b) Net span
c) Fastening detail
d) Door type
e) Opening side
f) Panel
f1) Walnut panel
f2) Mahogany panel
f3) Ready for placement
g) Outside view of a R.H. (1) door
h) Outside view of a L.H. (2) door



- a) Esquema de instalación interior (para marcos de madera, marmol, etc.)
b) Luz de entrada
c) Parte de la instalación de una grapa
d) Referencia puerta
e) Mano de abertura
f) Panel
f1) De nogal
f2) De caoba
f3) Preparada para instalar el panel
g) Vista exterior de una puerta der. (1)
h) Vista exterior de una puerta izq. (2)

c) **PARTICOLARE DELL'ANCORAGGIO**



c'è una casa sicura dietro una porta

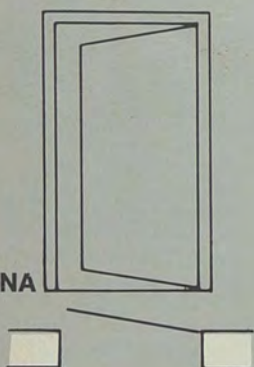
TUTOR



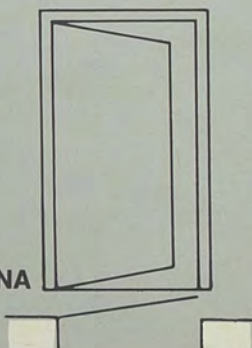
Derrière une porte TUTOR la maison est en sécurité!
There is a safe house behind a TUTOR door!
Hinter einer TUTOR-Tür ist ein sicheres Haus!
i Detrás de una puerta TUTOR hay una casa segura!

d) TIPO PORTA	b) LUCE NETTA		e) MANO DI APERTURA	f) PANNELLO
	L	H		
PS - 1	900	2100	1 & 2	-
PS - 2	900	2100	1 & 2	f1) IN NOCE
PS - 3	900	2000	1 & 2	f2) IN MOGANO
	800	2100		
PS - 4	800	2000	1 & 2	f3) PREDISP. A RICEVER.

g) **VISTA ESTERNA 1**



h) **VISTA ESTERNA 2**





colori: rosso, nero, bianco, amaranto, grigio.

BOMA - design arch. Monti G.P.A. - Durethan® resina Bayer

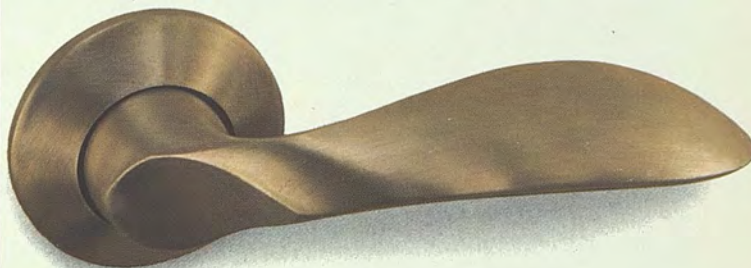


AMBRA - design arch. F. Albini e F. Helg - alluminio anodizzato (oro)



colori: rosso, nero, bianco, amaranto.

LARIO - design arch. Monti G.P.A. - Durethan® resina Bayer



VELASCA - design Studio BBPR - ottone satinato



colori: rosso, nero, bianco, amaranto.

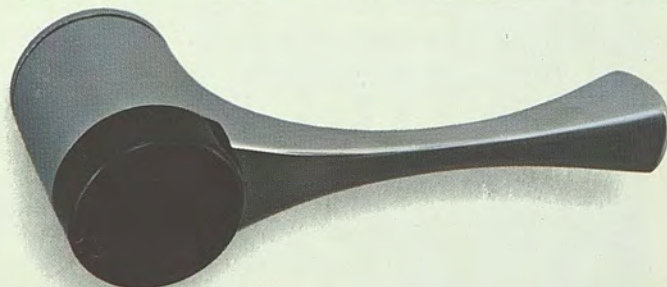
CUSIO - design arch. G. Anselmi - Durethan® resina Bayer



ORTA - design Ufficio Tecnico Olivari - ottone verniciato/legno



TIZIANELLA - design arch. S. Asti - ottone cromato



PARACOLPI ALFA - design Joe Colombo - ottone cromato (opaco)



CHIARA - design Ufficio Tecnico Olivari - ottone nichelato opaco



BICA - design Ufficio Tecnico Olivari - alluminio anodizzato (bronzo)



UOVO - design Ufficio Tecnico Olivari - ottone cromato opaco

FRESIA

VIA AOSTA, 3 - 10152 TORINO - Tel. (011) 850.891

PROGRAMMA
MANIGLIE 1979

OLIVARI®

Durethan® : marchio di fabbrica registrato della Bayer AG - Leverkusen (D)



F FRESIA

divisione profilati alluminio

via sospello, 193 - 10100 Torino - tel. (011) 29 71 07

vasto assortimento
di profilati in
alluminio anodizzato
per serramenti
e accessori

Officine specializzate:

TORINO

Boasso Tommaso

V. Rulfi, 9 - Tel. (011) 296069

Cosallfer

Via Ala di Stura, 46 - Tel. (011) 296187

Gasco Candido

Corso Palermo, 52 - Tel. (011) 852314

COLLEGNO - Regina Margherita

Ottenga & Vacca - Via Palermo, 21 - Tel. (011) 4114144

FROSSASCO

Macocco F.lli - Strada del Baisa - Tel. (021) 52391

GRUGLIASCO

Barbaresco Primo - Via Antica Rivoli, 84 - Tel. (011) 6497965

LEINI

Seam - Via Caselle, 57 - Tel. (011) 9989653

PINO TORINESE

Vergnano Fioravante - Via Chieri, 49 - Tel. (011) 841545

*Per altre province del Piemonte vedere i singoli elenchi della categoria:
Serramenti ed infissi alluminio*

visitateci