

ROBERTO DI STEFANO
LA CUPOLA VATICANA

L'indagine storico-critica sui restauri settecenteschi per la cupola di San Pietro in Vaticano mi ha condotto alla individuazione di uno schema statico della grande struttura per il quale non si considera questa secondo la tradizionale concezione costruttiva propria del solido di rotazione, ma come una struttura spaziale costituita da un sistema di 16 travi ad asse curvilineo, a sezione variabile, collegate « in parallelo ».

L'originalità del progetto michelangiotesco consiste nell'aver intuito quelle proprietà statiche, che, solo dopo alcuni secoli, la teoria dell'ellisse di elasticità avrebbe dimostrato esatte. E cioè che in una tale struttura la forza applicata nell'estremo comune si decompone in più componenti e ciascuna sollecita una delle travi; ed ancora, che le deformazioni delle varie travi non avvengono liberamente ma si contrastano a vicenda a causa del mutuo vincolo esistente fra gli estremi convergenti, il che costituisce un motivo importante di diminuzione della deformazione.

Tale struttura interessa, quindi, il blocco tamburo-cupola nel suo insieme, a partire dallo zoccolo di base; in altre parole, su quest'ultimo, inteso a guisa di enorme basamento, poggia il complesso-cupola, formato dai pilastri verticali che proseguono nelle travi ad asse curvilineo convergenti alla sommità, in corrispondenza dell'anello di chiave e fasciate al piede (cioè all'attacco con i pilastri stessi), in corrispondenza della sezione di massima trazione, da una alta trave di contorno in muratura.

Ora, confrontando il progetto michelangiotesco con l'opera realizzata è possibile riscontrare importanti identità. La definitiva idea del Buonarroti, dopo una fase di alternanza fra la soluzione emisferica e quella ogivale, è espressa dalle incisioni di Stefano du Perac; anzi, diremo con il Wittkower che « finché si considera il modello per la cupola, quale ci viene fornito dal du Perac, come concezione definitiva di Michelangelo ci si trova su terreno sicuro; se si fa calcolo su personali intenti di cambiamento allora si passa nel dominio opinabile delle congetture. » (R. WITTKOWER, *La cupola di S. Pietro di Michelangelo*, in: *Arte Antica e Moderna*, n. 20, 1962, p. 421).

Pertanto, si assume come primo termine di paragone la incisione del du Perac e come secondo il rilievo riprodotto nelle « Memorie Istoriche » di Giovanni Poleni ed effettuato con estrema cura da Luigi Vanvitelli. Più precisamente, va confrontato l'elemento basilare della struttura, cioè la trave ad asse curvilineo, nelle due rappresentazioni. È ovvio, però, che non vi è da attendersi una perfetta coincidenza. E ciò si spiega tenendo presenti i limiti di tolleranza consueti, anche oggi, nel campo delle costruzioni e la diffusa imperfezione, derivante, in elaborati

dell'epoca di quelli che si esaminano dalla imprecisione degli strumenti per la rilevazione e per il disegno. D'altronde, i risultati devono essere valutati essenzialmente sul piano qualitativo e con una certa elasticità di interpretazione.

Sovrapponendo le figure del du Perac e del Poleni i costoloni mostrano la stessa curvatura, essendo fra loro del tutto simili. Né mi pare abbia alcuna importanza il leggero sopralzo di circa due metri del breve tratto terminale in sommità delle curve già osservato da Alker (1922), da Wittkower (1933) e dal Gioseffi (1960) e che è da ritenersi, rispetto allo stesso progetto del Della Porta, una variante realizzata in fase esecutiva per motivi non accertati, che potrebbero consistere anche, semplicemente, in errori costruttivi.

Mette conto notare, invece, che la parte pressoché verticale del costolone risulta, nella cupola realizzata, più grande che nel progetto michelangiolesco — il che vale a dire che la parte curvilinea delle travi del sistema portante è stata eseguita così come prevista dal Buonarroti iniziandone, però, la costruzione non più a partire dalla sommità dell'attico ma da un punto più alto, rispetto ad esso, di una grandezza quasi uguale all'attico medesimo.

In tal modo l'innalzamento della cupola viene ottenuto per mezzo di una maggiore altezza della parete muraria verticale, al disopra dell'attico, per la realizzazione della quale non era necessario alcun particolare magistero di centine od altre opere provvisorie. La parte curva della struttura, invece, è conforme al progetto di Michelangelo e, quindi, realizzabile mettendo in opera tutto quanto era già stato accuratamente predisposto da lui in anni di difficile lavoro di progettazione.

Vi è ancora da osservare che lo sviluppo della zona vuota fra le due calotte risulta maggiore nella cupola realizzata che non nel disegno del du Perac. Ciò conduce a notare che l'altezza della fascia muraria è pressoché eguale nelle due figure e dimostra, fra l'altro, la preoccupazione di contenere l'inevitabile aumento di peso entro limiti molto modesti. Infatti, se si fosse mantenuta eguale la zona vuota fra le calotte, ne sarebbe derivata una considerevole quantità di muratura e quindi un peso assai maggiore.

L'analisi della successione delle varie fasi operative attraverso le quali si procedette alla costruzione della cupola mostra che, mentre si completavano le opere di rivestimento del tamburo (a partire dai primi del luglio 1588), squadre di muratori procedevano alla costruzione dell'anello cilindrico, al disopra del tamburo, necessario al sopralzamento della cupola. Tale fabbrica raggiunse, grosso modo, quasi la quota della catena di ferro.

Solo a questo punto, cioè cinque mesi dopo la ripresa dei lavori, poté cominciare la costruzione della parte curva. Assicurata la fornitura di grandi quantità di legname, si iniziarono le centinate, poggianti sul piano di muratura realizzato, come si è detto, fino all'imposta della prima catena. Ai primi di gennaio del 1589 principiò la realizzazione dei sedici costoloni costruiti, si badi bene, tutti contemporaneamente, ad opera di diverse squadre di scalpellini « cottimisti ». Innalzate le costole per una certa altezza (cioè circa sino al livello della seconda catena di ferro), fu possibile procedere alla costruzione della muratura tra i costoloni ed al completamento della grossa fascia circolare costituente quella grande trave di bordo della struttura cui era affidato il compito di assorbire gli sforzi di trazione. Incorporata in queste murature veniva posta la prima catena di ferro (febbraio-aprile 1589). Intanto, al disotto di questa zona di lavoro, gli

scalpellini procedevano ai lavori di rivestimento e completamento.

Verso l'aprile-maggio 1589, si lavora già alle « guide per gli occhi tondi ». Vale a dire che in poco più di un mese si era realizzato circa un terzo della cupola, completa anche dei tratti di calotte fra i costoloni. Fra maggio e settembre viene posta in opera la seconda catena. A settembre era completato anche il secondo terzo della struttura e proseguivano i lavori di rivestimento della parte inferiore già realizzata. Negli otto mesi successivi l'opera veniva completata ed a metà maggio 1590 fu posta l'ultima pietra dell'anello di chiusura.

Le fasi operative indicate mostrano, quindi, come si sia realizzato in un primo tempo la parte verticale in prosecuzione dell'attico e in un secondo momento (cioè dal gennaio 1589) la costruzione contemporanea dei 16 costoloni e dei settori di calotta fra essi compresi. Il che conferma la validità dello schema strutturale sopra indicato.

La ricerca di cui qui si riferisce e l'esame del quadro lesionativo presentato dalla cupola nel XVIII secolo, segnato con grande scrupolo nelle « Memorie Storiche » del Poleni mi hanno consentito di individuare il dissesto nella sovrapposizione degli effetti di due fenomeni elementari coesistenti. Essi sono, da una parte, l'assentamento murario, (accentuato dalla affrettata costruzione e dalla cattiva qualità delle malte) e, dall'altra, il non uniforme abbassamento della struttura costituente lo zoccolo di base, sollecitato assai più intensamente sul lato interno che non su quello esterno. Le sole lesioni che veramente hanno interessato le membrature costituenti l'individuata struttura portante sono quelle che hanno fessurato la trave muraria orizzontale di bordo. Tuttavia vi è da ritenere che il fenomeno di rottura a trazione di quella membratura si sia svolto entro limiti modesti e che, probabilmente, se la muratura fosse stata eseguita alla giusta velocità secondo tutte le regole dell'arte muraria, essa forse avrebbe potuto resistere perfettamente alla trazione.

Pertanto, il restauro eseguito dal Vanvitelli su progetto di Giovanni Poleni, al quale solo spetta il merito di averlo deciso, va ritenuto valido ed utile specialmente per quanto riguarda gli anelli che cerchiano lo zoccolo di base e la parte bassa della cupola, nella zona dell'attico, e può essere perfettamente condiviso anche alla luce della impostazione statica qui esposta.

Si può concludere, quindi, che dall'indagine condotta emerge che il della Porta è stato interprete fedele della volontà di Michelangelo, sia pure nei limiti della sua natura più conciliante e della sua più modesta personalità, e che egli ha realizzato la grande cupola senza alterare il formidabile schema statico, documento della meravigliosa intuizione strutturale di Michelangelo Buonarroti.

ROBERTO DI STEFANO
THE CUPOLA OF ST. PETER'S
SUMMARY.

The enquiry into the 18th. century restoration of the cupola of St. Peter's in the Vatican had led me to work out a system of statics which demonstrates the absolute originality of this magnificent work and the brilliant intuition of Buonarroti.

I have been able by successive steps to demonstrate by graphic comparisons the difference between the structure designed by Michelangelo and the one in fact built by Della Porta by placing the curved section at a higher level.

Through my research into bibliographies and archives I have collected references and dates which have enabled me to distinguish, with sufficient accuracy, the various phases in which the cupola was constructed. This has in turn enabled me to verify the correspondence between the actual process of construction, and the proper structural design, and consequently to reaffirm the identity of the final structure with Michelangelo's plans.

My enquiry has further led me to recognise the validity of the important restoration undertaken in the 18th. century in the light of modern technical knowledge and on the basis of the new detailed scheme of statics.

In conclusion, I have been able to define the real importance of the contribution given respectively by Giovanni Poleni and Luigi Vanvitelli to making the cupola more secure.