

### Maria Teresa Bartoli

Professore Ordinario di Rilievo dell'Architettura dell'Università di Firenze. I suoi interessi sono rivolti al rilievo scientifico per la lettura dei processi ideativi del progetto d'architettura nelle diverse fasi storiche. È autore di rilievi di complessi monumentali a scala architettonica e urbana e di pubblicazioni (monografie e articoli) che analizzano esempi di architettura gotica e rinascimentale e svolgono temi di disegno urbano e territoriale e di storia del disegno, con particolare riguardo alla nascita della prospettiva lineare, affrontata in modo tecnico.

## Il cortile della Dogana in Palazzo Vecchio, il dettaglio che illumina la regola *The Dogana courtyard in Palazzo Vecchio, the detail that enlightens the rule*

L'apparente irregolarità del Cortile della Dogana di Palazzo Vecchio nasconde una regola geometrico-matematica precisa e non banale. Questa regola richiede che sia noto il triangolo cui appartiene il trapezio. La ricerca del triangolo dà una nuova evidenza alle misure del primo nucleo del palazzo, l'edificio di Arnolfo. Si svela un metodo di progetto basato su teoremi geometrici, in cui la definizione delle lunghezze planimetriche è data dalla soluzione di equazioni di primo e secondo grado. La pianta offre poi indicazioni sia altimetriche che di disegno urbano. La presenza dello stesso triangolo nella coeva piazza di Santa Maria Novella è prova sia della contiguità di progettazione di questi eventi urbani sia della rilevanza del metodo geometrico messo in luce.

*The apparent irregularity in the trapezium of the Dogana courtyard in Palazzo Vecchio hides an uncommon precise geometrical rule. Such a rule requires the knowledge of the triangle which the trapezium belongs to. The search of that triangle throws new light on the length measures of the elder Arnolfo Palace. A design method based on geometrical theorems becomes evident, in which plan length measures are achieved through first and second degree equations. The plan offers directions to the three-dimensional palace development and to the surrounding urban design. The presence of the same triangle in the coeval Santa Maria Novella square gives evidence both for similarity in design of these two Florentine Republic plans and for relevance of new science knowledge in Gothic architecture.*

**Parole chiave:** matematica e architettura gotica, conoscenza rinnovata dal rilievo e dal disegno vettoriale

**Keywords:** mathematics and gothic architecture, new knowledge from surveying and digital drawing

Questo scritto descrive un'ipotesi relativa al disegno di Palazzo Vecchio, che sviluppa e modifica i risultati esposti in un mio precedente studio<sup>1</sup>. Essa è scaturita da una ricerca specificamente dedicata alla Dogana (l'antica Corte del Capitano<sup>2</sup>), condotta nel 2008, nell'ambito di una convenzione<sup>3</sup> dedicata al Censimento dei Beni Culturali. Questa parte del Palazzo, sia per la sua destinazione, sia per il suo assetto apparentemente irregolare, è stata considerata dalla tradizione storica non al pari del più monumentale Cortile di Michelozzo, ma come un'area funzionale, priva di ambizioni di rappresentanza (Fig1).

In realtà una sorprendente rigorosa logica geometrica ne ha disegnato la pianta, come conseguenza ed estensione del disegno del palazzo di Arnolfo. In quest'ultimo, la genesi della concezione non è chiaramente leggibile, perché ad essa si sovrappone un'altra diversa e più normale ideazione, che, ben assorbita dal disegno finale, ne ha nascosto quella precedente. L'area della Dogana, invece, analizzata in maniera opportuna, fa emergere in maniera assai netta le radici del progetto del palazzo; ciò le attribuisce, a mio avviso, un valore speciale.

Il requisito di inevitabile<sup>4</sup> risposta ad una logica austera e stringente si manifesta in maniera alta, consona al carattere speciale del palazzo. Il ruolo della geometria nella sua costruzione appare essenziale; relegarlo alla vicenda storica del suo tempo<sup>5</sup> è riduttivo: anche allora rappresentò un punto di vista ardito e inconsueto. Esso esemplifica l'attitudine dell'architettura a esplorare e conoscere le possibilità di modifica del reale attraverso strutture geometriche rigorosamente concepite; a incanalare le risposte figurate nei binari di tali geometrie, formulate attraverso espressioni numeriche concise, affidabili alla memoria e al controllo della ragione. In questi termini, la geometria euclidea, nella sua più larga accezione (comprensiva della descrittiva), è necessariamente presente negli architetti, nella misura della loro personale conoscenza e attitudine. Nel caso di studio, la qualità dell'idea si manifesta in massimo grado nella pianta, e tale qualità, pur essendo legata a paradigmi della

cultura coeva, rivela un'attualità di concezione che illumina le ragioni della attualità dell'edificio, capace di assolvere ancora oggi le funzioni vive di centro civico e museale con rara efficienza ed efficacia simbolica.

Il particolare risultato ottenuto dalla ricerca è stato possibile in virtù delle attitudini odierne del disegno di rilievo, potenziate, rispetto al passato, dagli strumenti informatici di acquisizione delle misure e di restituzione grafica attraverso i software CAD. Si sente talvolta parlare di Autocad come di uno strumento ormai scontato e privo di interesse per la ricerca geometrica; personalmente dissento da questo giudizio e reputo tale software (ed i suoi equivalenti) come lo strumento grafico che in questo momento si accosta maggiormente, (come il disegno analogico non può fare), alla *forma* del disegno di progetto della tradizione gotica e rinascimentale. Dai rilievi delle architetture fiorentine del periodo aureo della repubblica ho imparato che il loro disegno «picciolo» altro non era che la messa in carta di diagrammi algebrici accuratamente calcolati, dei quali la pianta costituiva la cifra più astratta e più significativa insieme, chiave delle successive estensioni tridimensionali, in essa già in parte contenute. E a questo risultato, intravisto nelle restituzioni, mi ha dato accesso il CAD, che, in un rilievo rigorosamente condotto, dà certezza alle misure nascoste, alle direzioni, agli angoli, alle proporzioni, e al calcolo delle aree. Conoscenze prima impossibili sono ora concesse: e fanno emergere paradigmi sconosciuti che muovono il pensiero critico e il racconto storico in direzioni ignorate e stimolanti. Il disegno come scienza non deve muoversi per la sola conferma delle attuali certezze della storiografia, ma, con autonomia e libertà di pensiero, andare in cerca anche di verità più probabili, fuori dalle strettoie di storie funzionali a culture non più attuali.

Il rilievo dell'area a forma di trapezio isoscele della Dogana mette in evidenza che le diverse parti che ne compongono la pianta (strisce trapezoidali delimitate o da muri o da allineamenti di pilastri) non hanno significative misure lineari, ma hanno invece particolari misure di superficie, espresse da numeri piccoli e con proporzioni significative



Fig. 1 - Pianta del piano terra di Palazzo Vecchio, con evidenziata l'area del Cortile della Dogana.

tra loro. Dal muro che in origine la chiudeva a est (sotto la parete orientale del Salone dei Cinquecento) al muro posteriore del blocco di Arnolfo, le fasce si succedono, decrescendo, con aree di 1,5 – 1 – 1 - 0,3 staiora (unità di superficie equivalente a m<sup>2</sup> 561 a Firenze, in epoca gotica), idonee all'uso dei luoghi (Fig.2).

La matematica insegna che per raggiungere speditamente questo risultato è necessario e sufficiente conoscere la geometria del triangolo di appartenenza del trapezio. Dunque, dobbiamo andare oltre il trapezio e definire la figura del triangolo isoscele dal quale esso è derivato, attraverso il prolungamento dei suoi cateti, di cui uno tracciato nel muro meridionale del palazzo, l'altro, virtuale, rivolto a nord, nascosto nella pianta rettangolare della attuale Sala d'Arme. Questa chiave ha modificato il mio racconto del processo che ha disegnato Palazzo Vecchio.

**PROGETTO GOTICO E GIOCO MATEMATICO**

Leonardo Piasano, detto il Fibonacci, ha da poco (inizi del XIII secolo) formulato una precisa regola di definizione delle aree, secondo la quale uno staioro (unità di misura dei campi) è pari a 66 pertiche superficiali (la pertica superficiale è un quadrato di lato 6 piedi pisani). Lo staioro di Fibonacci è un ventiquattresimo del modioro, il quale è un quadrato di 1600 pertiche quadrate (quindi il suo lato è lungo 40 pertiche, ogni pertica corrispondente a 6 piedi pisani, confrontabili con una canna agrimensoria fiorentina di 5 braccia da panno, lunga m 2,918). La divisione del modioro avviene secondo un multiplo del 6 (il 24) e viene risolta con approssimazione all'intero (1600:24 = 66,666; diventa 66). A Firenze, l'unità di superficie equivalente a uno staioro diventa 1650 braccia quadre. Questa superficie, assimilabile a quella di un campo, deriva da un quadrato di 200 x 200 braccia quadre diviso per 24 (40.000/24= 1666), con approssimazione ai multipli del 50 (1 staioro è circa m<sup>2</sup> 561) (Fig.3).

La superficie di **10** staiora può essere realizzata con evidenza da un rettangolo di lati 100 e165 braccia; oppure dal rettangolo equivalente di lati 200 e 82,5 braccia. La superficie di **5** staiora si può direttamente ottenere o dal dimezzamento di un

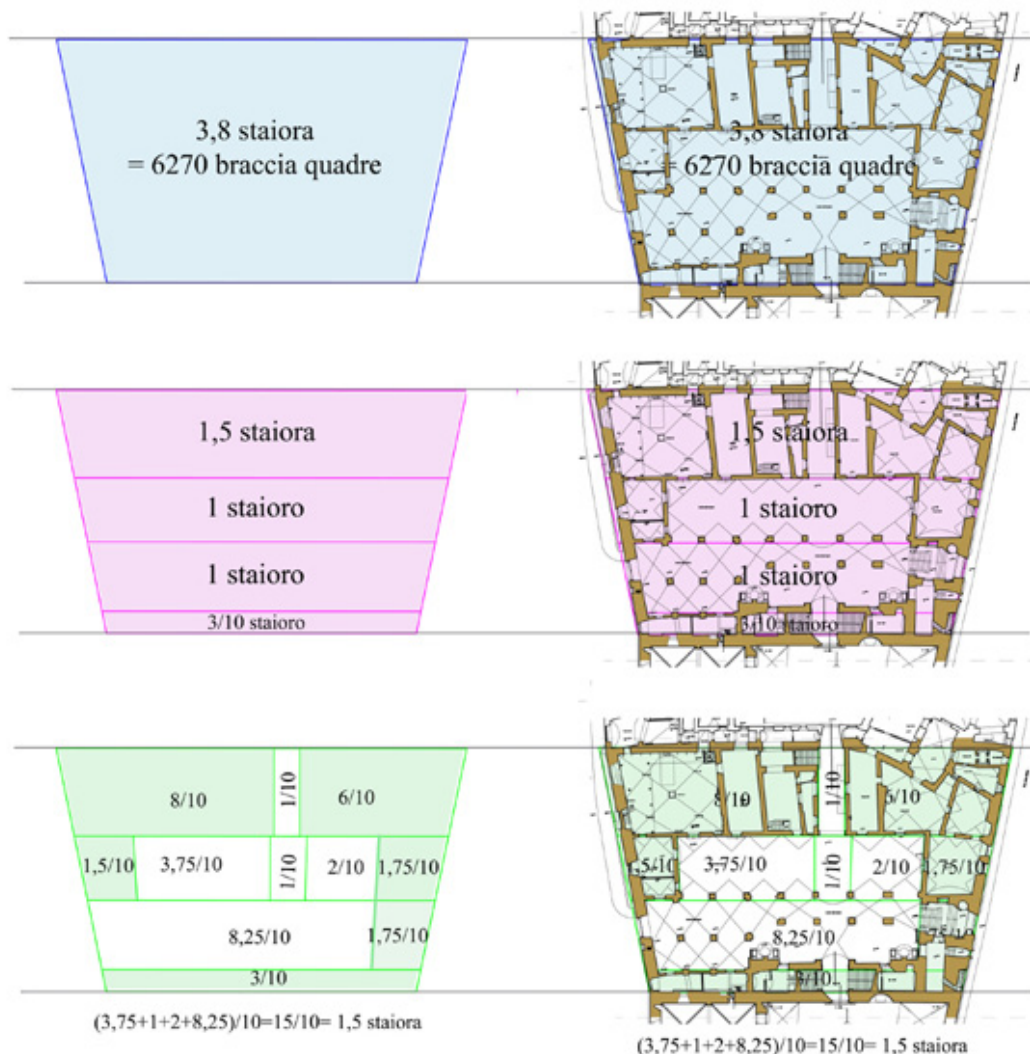


Fig. 2 - Le fasce trasversali della Dogana, con evidenza delle aree delle diverse parti.

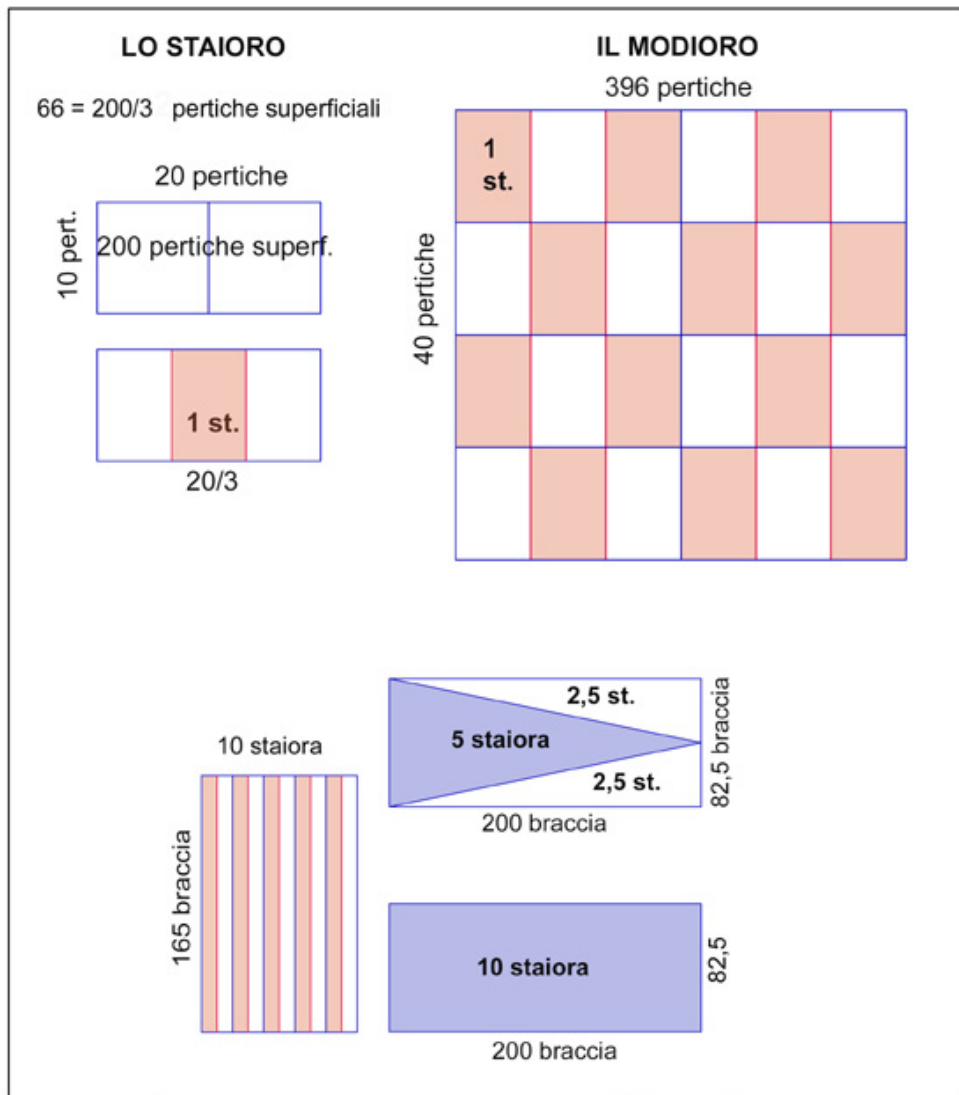


Fig. 3 - Il sistema delle aree quale si deduce dalla Practica Geometrie del Fibonacci, associata al braccio fiorentino (cm 58,36).

lato dei rettangoli precedenti, o ritagliando in essi un triangolo rettangolo mediante una diagonale, oppure (e questo è il caso che ci interessa) tracciando un triangolo isoscele di base 82,5, altezza 200 braccia.

Se, progredendo nella divisione delle aree, in quest'ultimo triangolo vogliamo staccare due parti rispettivamente di 2 e 3 staiora (numeri della serie del Pisano), in cui 3 sia la misura dell'area del triangolo ritagliato e 2 l'area del trapezio residuo, dobbiamo scrivere un algoritmo, che esprima l'identità del rapporto tra i quadrati delle altezze (una nota e l'altra incognita) e le aree rispettive:  $A_1 : h_1^2 = A_2 : h_2^2$ ; quindi  $5 : 200^2 = 3 : X^2$ ;  $X^2 = (3 \times 200^2) / 5 = \sqrt{24.000}$

L'altezza incognita richiede l'estrazione della radice di  $X^2$ .  $X = 155$ .

Il triangolo di superficie 3 staiora è alto 155 braccia e ha la base di  $(1650 \times 3 \times 2) / 155 = 63,9$  braccia

Il trapezio isoscele di superficie 2 staiora ha le basi di 82,5 e 63,9 braccia; l'altezza misura  $(200 - 155) = 45$  braccia.

Dal trapezio di superficie 2 staiora prende le mosse la costruzione geometrica del blocco arnolfiano. Essa è però complicata dal sovrapporsi di una ulteriore diversa idea: quella di un rettangolo di proporzioni auree (o dei numeri di Fibonacci), divisibile in un quadrato (cortile) ed un rettangolo delle stesse proporzioni (sala). Il rettangolo di altezza 45, appoggiato con un vertice ad uno degli estremi della base maggiore del trapezio di 2 staiora, e con quello diagonalmente opposto ad uno degli estremi della base minore del trapezio, è lungo 73 braccia ( $73/45=1,62$ ,  $\phi=1,618$ ).

Il risultato finale di queste operazioni è un trapezio rettangolo di altezza 45 e basi 82,5 e 73. Tali sono le misure del blocco di Arnolfo. Nello studio menzionato all'inizio lo avevo descritto in dettaglio, ma non avevo capito la misura esatta né della base maggiore né dell'angolo di apertura dei cateti del trapezio. L'area di tale rettangolo misura 3500 braccia quadre, ovvero  $2 + 1/8$  staiora. Ora vogliamo disegnare un quadrato con un lato appoggiato sulla base minore del trapezio, lunga 64 (in cifra tonda), mentre il suo opposto ha gli estremi sulla prosecuzione dei cateti del

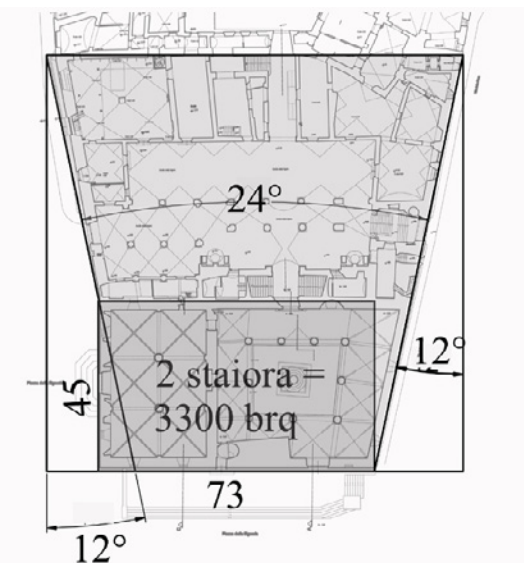


Fig. 4 - La precedente interpretazione della geometria del Palazzo di Arnolfo e della Dogana.

triangolo isoscele. Dobbiamo determinare il lato del quadrato. L'algoritmo necessario nasce dalla congruenza del rapporto tra le altezze del triangolo noto (155) e quello cercato (155+X) e del rapporto tra la base del primo triangolo (64) e quella del triangolo cercato (X);  $(X+155) : 155 = X : 64$   $64X + 9920 = 155X$   $9920 = 91X$ ;  $X = 109$

Entro il quadrato di 109 di lato i cateti prolungati del primo triangolo isoscele disegnano un trapezio.

La superficie di questa figura misura  $(109 - 45) (109 + 82,5) / 2 = 6128$ ;  $6128 : 1650 = 3,7$  staiora. Dunque non la superficie esatta, ma la figura quadrata è qui l'obiettivo del gioco.

Il 109 si potrà assimilare a 110, per rendere più semplice il calcolo. La scarpa del muro laterale serve a questo scopo, come anche il muro di fondo.

Ora vogliamo dividere questo secondo trapezio

in strisce trasversali di area nota, partendo dal fondo:

- prima striscia di area 1,5 staiora. L'altezza del trapezio è determinata dall'algoritmo:

$265^2 : 8,78$  (area del triangolo totale) =  $X^2 : (8,78 - 1,5)$   $X = 241,30$  braccia;

$265 - 241,30 = 23,5$  braccia, altezza della prima striscia;

- seconda striscia di area 1 staiora:

$265^2 : 8,78$  (area del triangolo totale) =  $X^2 : (8,78 - 2,5)$ ;  $X = 224$  braccia,

$265 - 224 = 41$ ;  $41 - 24 = 17$ , altezza della seconda striscia;

- terza striscia di area 1 staiora:

$265^2 : 8,78$  (area del triangolo totale) =  $X^2 : (8,78 - 3,5)$ ;  $X = 205,5$

$265 - 205,5 = 59,5$ ;  $59,5 - 41 = 18,5$ , altezza della terza fascia;

- quarta striscia di area 0,3 staiora:

$65 - 59 = 6$  braccia, altezza della quarta striscia.

La successiva ripartizione delle strisce trapezoidali è anch'essa in qualche modo confrontabile con logiche numeriche legate alle aree: la figura mostra moduli esatti appoggiati al rilievo planimetrico e fa intravedere i criteri proporzionali adottati, anche se non riscontrabili con esattezza sulla realizzazione (la sovrapposizione dello schema sul rilievo - entrambi disegni vettoriali - mostra l'entità degli scarti nella Fig.2).

Una logica strettissima e non banale disegna dunque, con necessità e invenzione, la corte della Dogana di Palazzo Vecchio, come sviluppo delle premesse del Palazzo dei Priori.

Essa mi fu indicata da un giovane matematico, ricercatore della Scuola Normale di Pisa, Filippo Callegaro, al quale chiesi come fosse possibile che nel Trecento avessero calcolato le misure lineari di superficie trapezoidali con angoli prefissati e aree prestabilite. Fatto uno schizzo e descritti i fili del palazzo, la risposta fu semplice e illuminante: per il calcolo era necessario e sufficiente che fosse dato il triangolo al quale apparteneva il trapezio. Così ho determinato a posteriori il triangolo, in modo che la base (in precedenza l'avevo valutata prossima a 83 braccia, ma senza precisione, essendo il muro posteriore del palazzo di Arnolfo,

nascosto dentro molte strutture, inaccessibile alla misura) e l'altezza (prima avevo ipotizzato un angolo esatto di 24°), (Fig. 4) fossero da un lato compatibili con le misure determinate dal rilievo, dall'altro tali da favorire il computo relativo agli elementi del triangolo stesso. Autocad mi ha fatto «vedere» che questi requisiti convergevano sul triangolo di 5 staiora che ho sopra descritto, il cui angolo al vertice è di 23° 26' (Fig 5). Tale triangolo è planimetricamente vuoto per le prime 155 braccia, ma queste misurano l'altezza raggiunta dalla palla dorata sulla guglia della torre del palazzo (Fig.6). Lo slargo di via Vacchereccia dista dal fronte del palazzo quanto l'altezza di tale palla, mostrando la zona dalla quale furono fatte le operazioni di traguardo per disegnare sul terreno i fili *planimetrici*<sup>6</sup>. (Fig.7).

Non l'idea ragionieristica di un computo metrico, ma la fantasia creativa di un'architettura educata alla matematica, orgogliosamente consapevole delle potenzialità del calcolo per dedurre misure nascoste, spiega il gioco pietrificato nel palazzo: gioco realizzato, e quindi condiviso dall'autorità, nella costruzione di una figura che tutto è meno che ovvia, anzi, rischiosa per l'audacia dell'angolo aperto (che effettivamente è stato fin dall'inizio il punto debole della fabbrica), per la dissimmetria della facciata, conseguente alla complicazione della variante rettangolare.

Come sorse l'ipotesi della particolare figura triangolare adottata?

Essa è presente in un'altra realizzazione coeva, progettata poco prima del palazzo di Arnolfo, di non minore rilevanza nel disegno della città gotica: la piazza di Santa Maria Novella. In uno studio dedicato ad essa<sup>7</sup> avevo già descritto la affinità geometrica della piazza col palazzo, ma la definizione più puntuale delle misure, in particolare dell'angolo al vertice del triangolo, ha dato evidenza maggiore al rapporto di evoluzione tra i due. Dunque, nella piazza è messo in opera il triangolo come generatore di un trapezio di superficie pari a 20 staiora, semisomma delle basi 165 e altezza 200 braccia (Fig. 8 e 9). Il disegno mostra il rapporto tra il trapezio della piazza, il rettangolo del nucleo rettangolare del convento e il triangolo da cui ha avuto origine Palazzo

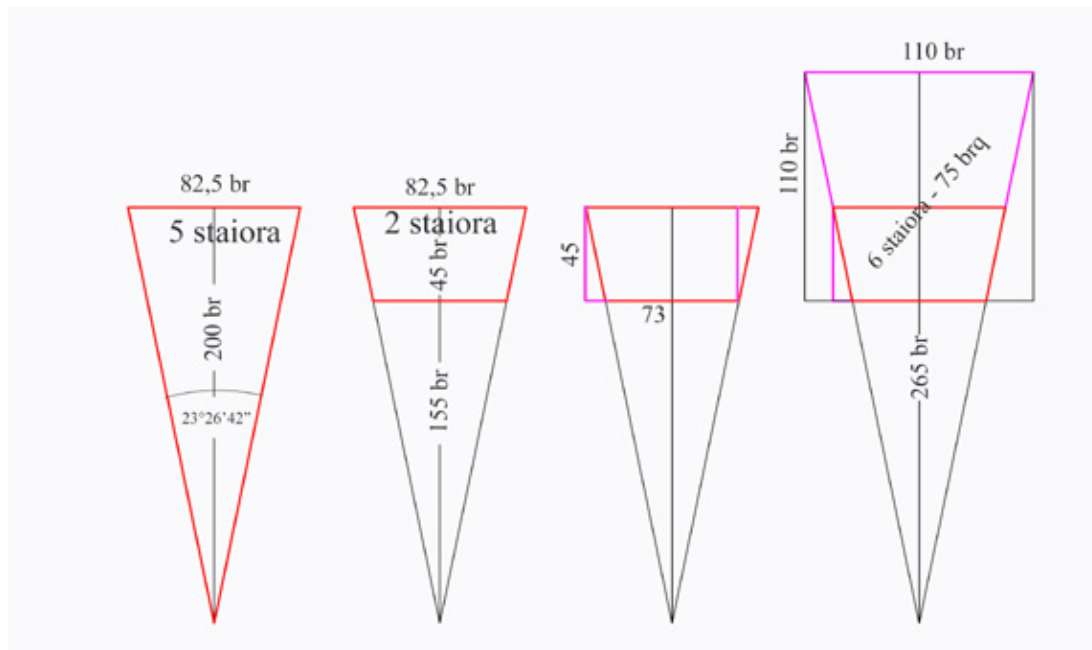


Fig. 5 - Il triangolo di riferimento per la genesi del progetto, h 200, b 82,5.

Vecchio. Il significato “politico” della figura, che parte dalla facciata della chiesa e si allarga ad accogliere un vasto concorso di popolo, può essere stato ritenuto conveniente anche ad una struttura civica (non mero palazzo) con 3 zone in sequenza, una più ristretta per la testa che guida e decide, una maggiore per il braccio operativo, la terza, ancora più ampia, atta a fornire proventi; la figura che si allarga forse apparve simbolicamente adatta a rappresentare l’idea della città in espansione, testa di un vasto territorio. La forma dei luoghi, e la necessità di mediare tra la direzione della scacchiera del centro antico e la direzione del fiume ha reso ancor più plausibile l’ipotesi della figura planimetrica generata dal triangolo, non associabile né alla funzione né alla tipologia del palazzo in senso stretto. La sfida del calcolo deve essersi affacciata subito come eccitante argomento a sfavore, capace quindi di produrre un valore aggiunto, ove risolto.

Se il triangolo venne da Santa Maria Novella, il rettangolo fu acquisito dal convento dei Minori di Santa Croce: l’attuale Sacrario, sotto la Sacrestia, uno degli ambienti legati alla fase più antica del progetto gotico, ha le stesse misure della Sala d’Arme e il suo rapporto con gli spazi circostanti gotici fa intravedere una situazione analoga a quella della Sala e del cortile del palazzo civico (Fig.10)<sup>8</sup>. L’ accettazione dei contributi ideativi dei due conventi di maggior ascendente sulla vita della città, ancorché di difficile conciliazione, fu forse un paradigma ineludibile per gli autori del progetto. Dunque il gioco geometrico e numerico che ne conseguì, per conciliarli, si manifesta come soluzione intelligente, capace di far scaturire i modi dell’articolazione. Le *inevitabili* conseguenze formali della pianta, accettate senza pregiudizi compositivi, garantiscono il valore estetico degli esiti della ragione. Quali assiomi si intravedono dietro questa

concezione del progetto? Se, secondo paradigmi attuali, potremmo parlare di prevalere della scienza sull’arte o dell’intelletto sulla creatività innata, forse, alla luce dei risultati visibili nel monumento, meglio sarebbe riconoscere la inadeguatezza di tale commento a spiegare la natura dell’idea architettonica che abbiamo descritto. E’ piuttosto la lucida analisi delle complesse *utilitas* che il progetto dovrà soddisfare a orientarlo verso una figura tenuta sotto controllo dall’austero rigore dell’algebra. La definizione accurata dei requisiti si risolve nella puntuale descrizione geo-metrica delle figure planimetriche ideate, il cui astratto congegno deve costruire la salda base di un meccanismo tridimensionale congruente, perché la dimensione urbana della pianta non può essere lasciata all’arbitrio del caso, ma va risolta con cura responsabile. E’ dunque etica del progetto usare tutte le abilità di calcolo insegnate dalla

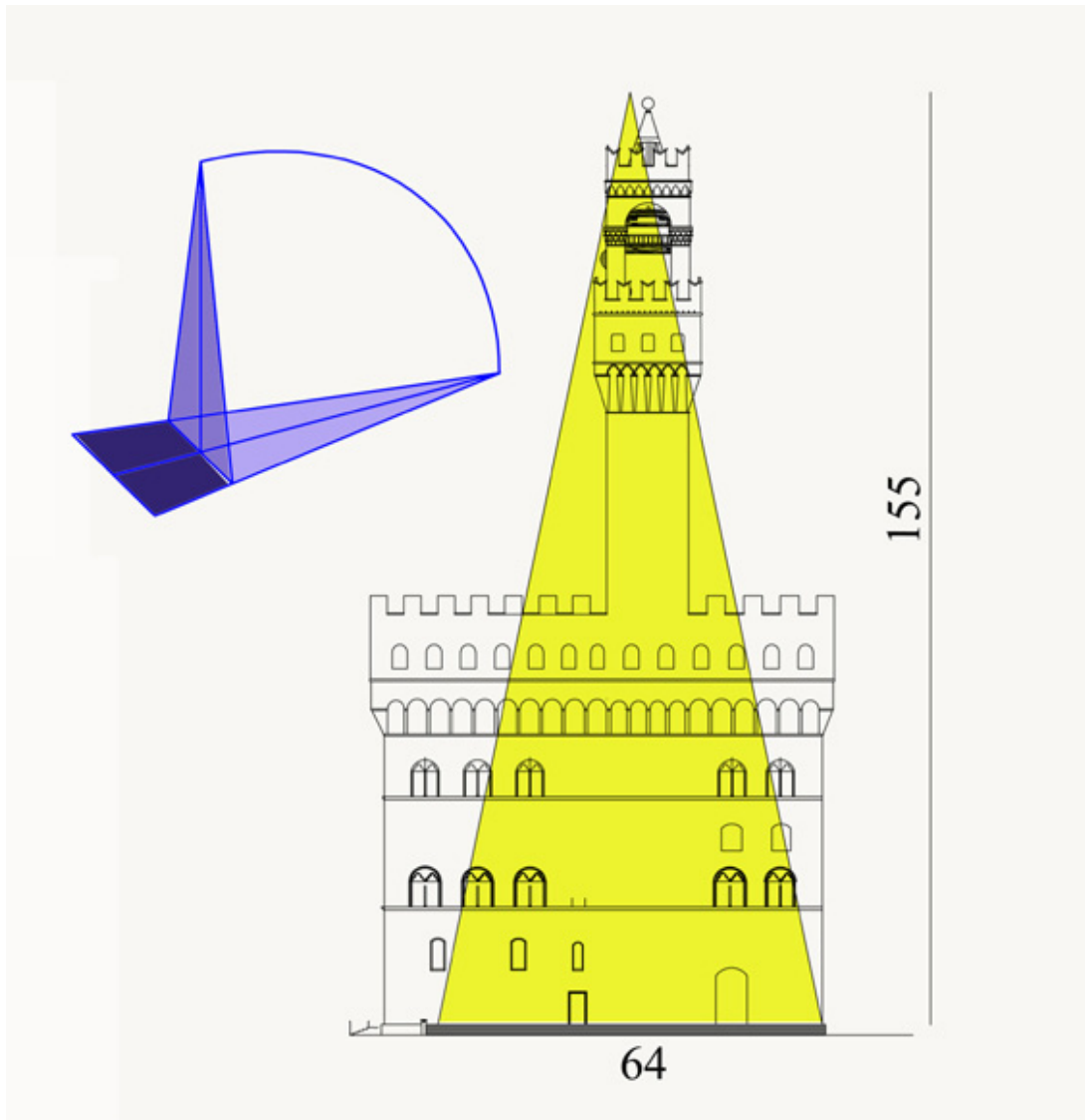


Fig. 6 - Il triangolo per la definizione dell'altezza della torre,  $h = 55$  braccia.



Fig. 7 - Il triangolo nello stargo di via Vacchereccia, dove si può pensare la stazione topografica del tracciamento.

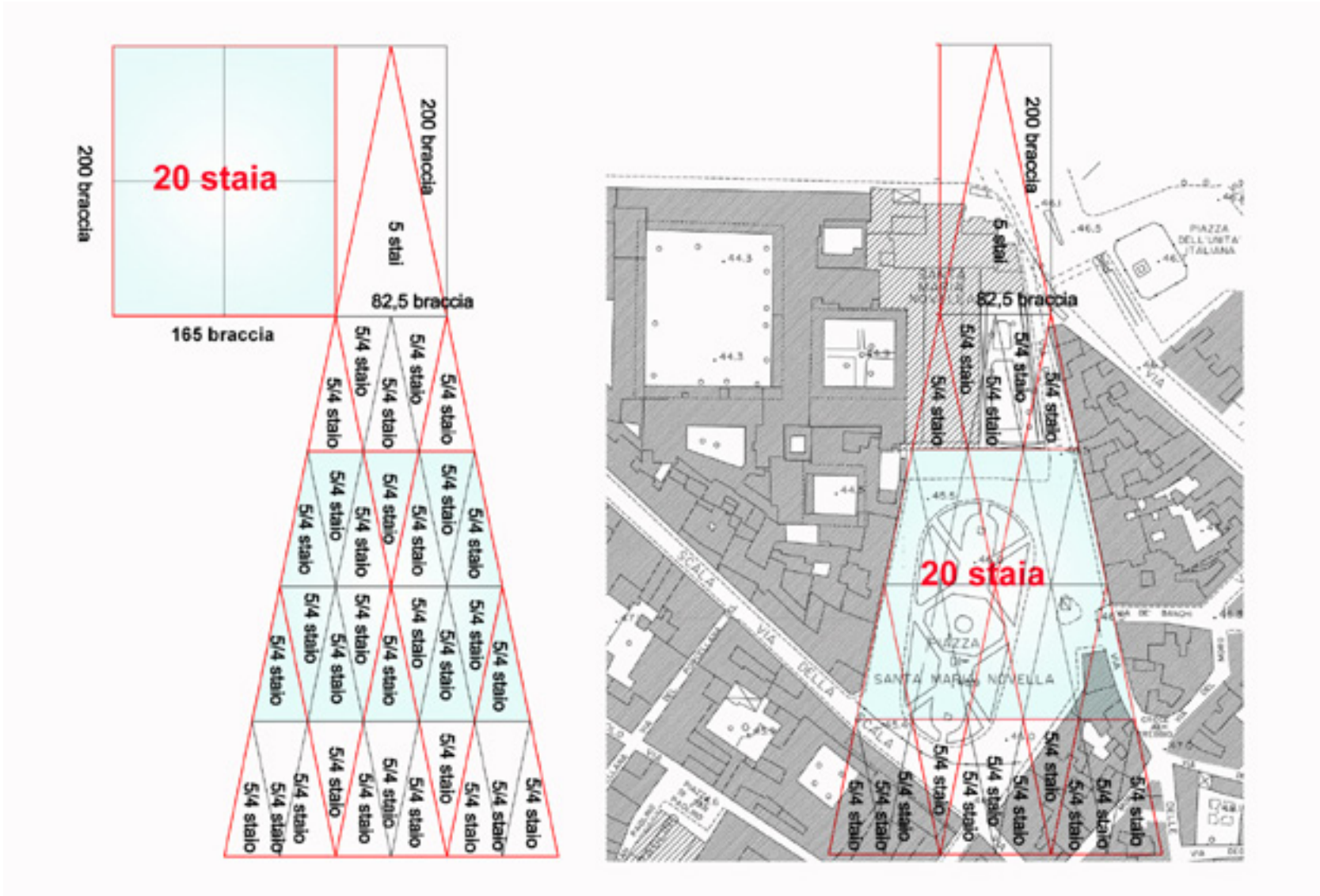


Fig.8 - Il trapezio h = 200, (b1+b2)/2 = 165 , area 20 statoria, nella piazza di Santa Maria Novella.



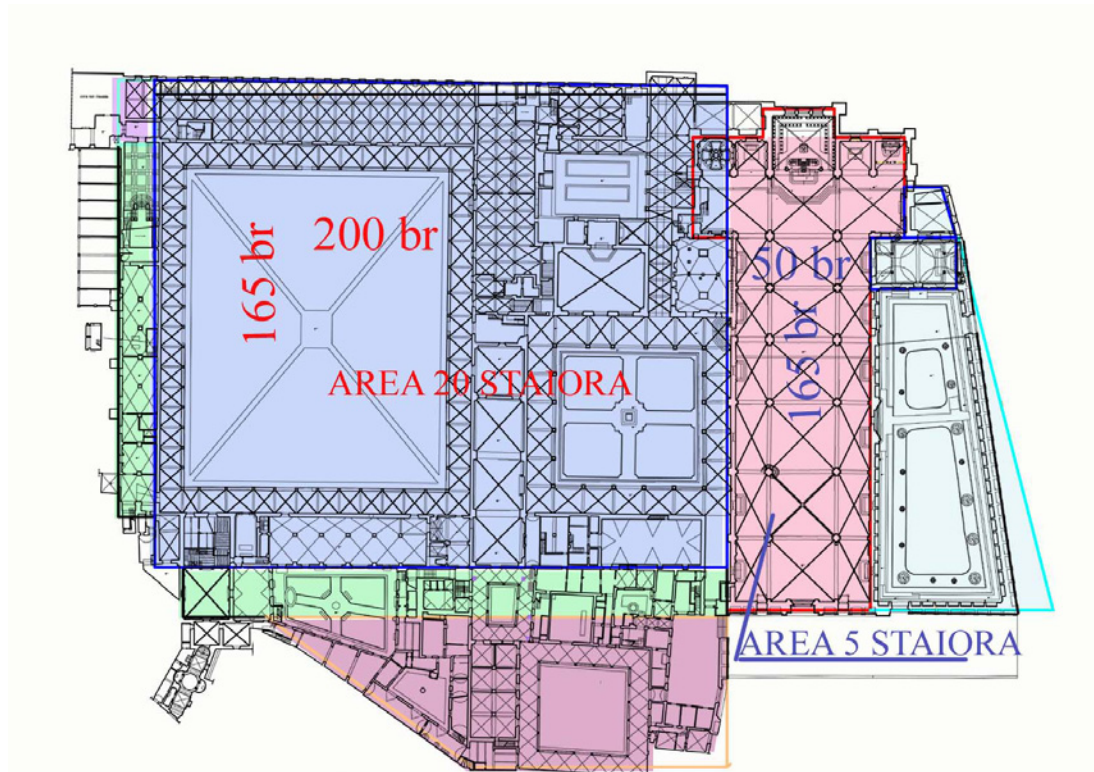


Fig.9 - I rettangoli 200 x 165 (area 20 staiora) e 50x 165 (area 5 staiora) nel complesso di Santa Maria Novella.

scienza del tempo per dare ad ogni elemento le misure esatte; una creatività soggetta a rigoroso controllo sa orgogliosamente ideare figure sulle quali i teoremi appresi possano essere utilmente messi in opera. Leonardo Bruni, nella *Laudatio Florentinae urbis* (1404/5), così presenterà il Palazzo dei Signori: *Per media vero aedificia superbissima insurgit arx ingenti pulchritudine miroque apparatu, quae ipso aspectu facile declarat cuius rei gratia sit constituta ... sic praecelsa insurgit, ut omnibus quae circa sunt aedibus latissime dominetur appareatque eius plus quam privatum fastigium*<sup>9</sup>.

<http://disegnarecon.unibo.it>

Se, scavando ancora più in profondità nella genesi del palazzo, riflettiamo sui possibili ruoli dei modelli didattici nella formazione consapevole o inconsapevole dell'immaginario creativo, dobbiamo riconoscere che i rettangoli e i triangoli che abbiamo descritto, chiari esempi da scuola di abaco, per il carattere icastico che assumono i numeri delle operazioni di calcolo ad essi riferite, possono aver avuto un ruolo ripetitivo nell'addestramento, ed essere per questo entrati nel mondo delle figure possibili del disegno a scala urbana. Fare di esse il materiale di partenza di una concezione architettonica

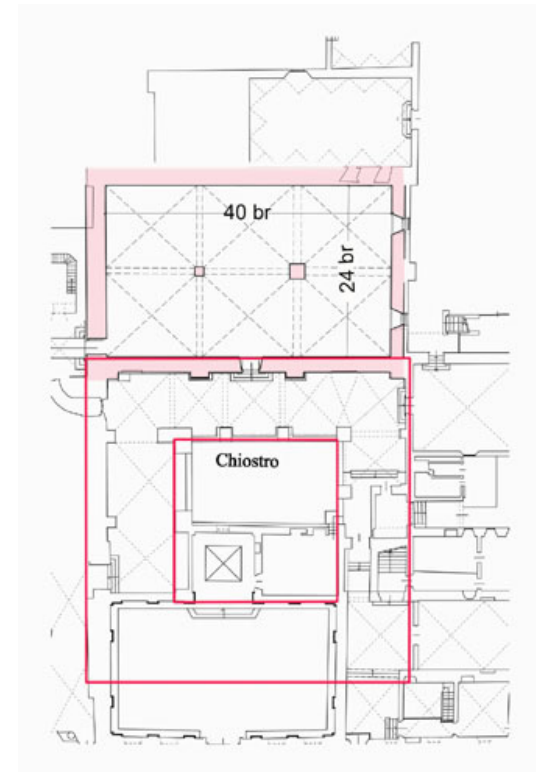


Fig.10 - Il sacrario (forse una volta Capitolo) e il chiostro antistante originario (ipotesi sulla base delle strutture gotiche conservate) nel convento di Santa Croce.

fuori dell'ordinario è stata la grande prova di bravura che forse solo un vecchio e sperimentato architetto, affiancato da validi uomini di scienza, poteva osare di concedersi<sup>10</sup>. E nel proseguo del progetto, non è banale che si trovi coinvolto, con piena aderenza al tema, Filippo Brunelleschi, che un secolo dopo è anch'egli il maggiore tra gli architetti dai quali Firenze vede rinnovare la sua scena urbana, e non solo nel suo tempo.

## NOTE

[1] Bartoli, Maria Teresa (2007), Musso e non quadro, la strana figura di Palazzo Vecchio dal suo rilievo, Edifir, Firenze, pp. 33-36. L'ipotesi che viene qui descritta si discosta da quella presentata nel volume per quanto riguarda l'angolo che forma il lato sud del Palazzo, lungo via della Ninna, e il lato Nord su cui si apre il portone della Dogana, e la lunghezza del fronte posteriore del blocco arnolfiano.

[2] Caldini, Riccardo (2001) Percorso d'arte, La facciata principale, i cortili, le sale pubbliche, i segreti dello Studiolo, in Salemi Maria C. (a cura), Palazzo Vecchio a Firenze, Nardini, Firenze: ..si arriva nell'antica corte del Capitano, che dalle funzioni cui fu adibita dal 1454 al 1854 prese il nome di cortile della Dogana, le cui volte, impostate dal Cronaca su pilastri ottagonali di pietra, reggono il pavimento del Salone dei Cinquecento. Da qui si può entrare nella Camera dell'Arme, che si apre anche sulla piazza.... Quest'ultima notizia non è vera, essendo gli accessi alla Sala dell'Arme solo o dalla piazza o dal cortile di Michelozzo. La vicinanza tra la Sala e la Corte è invece sensibile nel carattere di austerità che le accomuna. La parte orientale dell'area è chiusa in ambienti di varia destinazione. Sono queste le stanze che il biografo del Brunelleschi, Antonio Manetti, indi-

ca come «l'ufficio e residenza degli ufficiali del Monte e la stanza dei loro ministri che è in quello luogo, dov'erano la maggior parte logge con colonne fatte a pompa del palazzo ed a bellezza, dei loro tempi stimate, che vi si possono ancora vedere». Dunque, se Brunelleschi è intervenuto agli inizi del XV secolo e il Cronaca nella seconda metà dello stesso secolo (all'interno di un perimetro già definito), quanto andremo dimostrando rivela una continuità di concezione che fa supporre una solida conoscenza delle premesse del progetto.

[3] Convenzione per il Rilevamento e censimento del patrimonio culturale in Palazzo Vecchio finalizzati alla elaborazione di un modello per la tutela e la salvaguardia tra il Comune di Firenze e il Cespro, centro studi per la protezione civile dell'Università di Firenze, 2008/2009.

[4] Il termine inevitabile è qui usato nel senso con cui esso appare in Purini, Franco (2008), *Comporre l'architettura*, Laterza, Roma-Bari, pp. 70-72. Esso allude al carattere logico che l'architetto cerca come giustificazione oggettiva delle scelte, contrapposto all'aleatorio, cui ricorre per sfuggire allo scontato e ripetitivo.

[5] Il secolo XIII in Toscana fu fondamentale per la rinascita della cultura scientifica occidentale, a partire da Leonardo Pisano, e proseguendo con le scuole di Abaco che ne dif-

fusero l'insegnamento. Vedi Murray, Alexander (2002) *Ragione e società nel Medioevo*, Editori Riuniti, Roma, cap.VIII e IX. Pur essendo quindi naturale il legame del disegno architettonico con un interesse specifico della cultura del tempo, la forma che esso assume in Palazzo Vecchio investe l'essenza del progetto, attraverso il particolare uso della geometria. La tesi che viene qui svolta mostra anche la consapevolezza e la iterazione dei riferimenti medievali anche negli architetti che portarono avanti la definizione del palazzo nei secoli successivi.

[6] Devo ad una intuizione ed una ricerca di Stefano Giannetti, dottorando Icar 17 nel XXVI ciclo, la notizia che alle ore 9 del 24 giugno (festa di San Giovanni patrono di Firenze) il sole investe la palla della guglia che conclude la torre con direzione inclinata di 45 gradi su piani normali al prospetto, portando l'ombra sul terreno più o meno come nel disegno della figura 7.

[7] Bartoli, Maria Teresa (2009) *Santa Maria Novella a Firenze*, algoritmi della scolastica per l'architettura, Edifir, Firenze, pp. 61-62.

[8] Vedi su questo punto: M.T.Bartoli, *Palazzo Vecchio a Firenze: la firmitas*, in E.Mandelli, U.Velo (a cura), «Il modello in architettura, cultura scientifica e rappresentazione», Firenze, Alinea, 2010, ISBN 978 88 6055 571 7, p 23-24.

[9] Da R. Fubini, La «Laudatio Florentinae urbis» di Leonardo Bruni, in F. Bocchi, R. Smurra, *Imago urbis*, L'immagine della città nella storia d'Italia, Roma, Viella, 2003, p 284-296, cit p.292. Traduco con: «Sorge in mezzo agli edifici come rocca superbissima, di intensa bellezza e mirabile apparato, che con il solo aspetto facilmente dichiara per grazia di che cosa sia costituita... cos' altissima si eleva, per dominare su tutte le case che le stanno intorno per laghissimo raggio e il suo alto fastigio appaia più di quello privato». [10] In M.T.Bartoli 2010, la stabilità del blocco di Arnolfo è presentata come frutto di un accurato calcolo mirato a definire la posizione del baricentro della struttura in modo da garantire la statica della torre. Anche tale calcolo avrà vista necessaria la collaborazione di un «meccanico» gotico.

## BIBLIOGRAFIA

Ambrosetti, Nadia (2008), *L'eredità arabo islamica nelle scienze e nelle arti del calcolo dell'Europa medievale*, LED Edizioni Universitarie di Lettere Economia Diritto, Milano.

Bartoli, Maria Teresa (2007), *Musso e non quadro, la strana figura di Palazzo Vecchio dal suo rilievo*, Edifir, Firenze.

Bartoli, Maria Teresa (2009) *Santa Maria Novella a Firenze*, algoritmi della scolastica per l'architettura, Edifir, Firenze.

Bartoli, Maria Teresa (2009), *Palazzo Vecchio a Firenze: la firmitas*, in Mandelli, Emma, Velo, Uliva (a cura), *Il modello in architettura, cultura scientifica e rappresentazione*, Alinea, Firenze, 2010, pp.21-32

Bocchi, Francesca, Smurra, Rosa, (2003) *Imago urbis*, L'immagine della città nella storia d'Italia, Viella, Roma, pp. 284-296.

Caldini, Riccardo (2001) *Percorso d'arte, La facciata principale, i cortili, le sale pubbliche, i segreti dello Studiolo*, in Salemi Maria C. (a cura), *Palazzo Vecchio a Firenze*, Nardini, Firenze, pp.54-79.

Fubini, Riccardo (2003), La «Laudatio Florentinae urbis» di Leonardo Bruni, in F. Bocchi, R. Smurra, *Imago urbis*, L'immagine della città nella storia d'Italia, Viella, Roma, 2003,

pp. 285 -296.

Giusti, Enrico (a cura, 2004), *Un ponte sul mediterraneo*, Leonardo Pisano, la scienza araba, e la rinascita della matematica in Occidente, Polistampa, Firenze.

Mandelli, Emma, Velo, Uliva (a cura) (2010) *Il modello in architettura, cultura scientifica e rappresentazione*, Alinea, Firenze.

De Robertis, Domenico (1976, edizione critica a cura), *La Vita di Filippo Brunelleschi*, di Antonio Manetti, Il Polifilo, Milano,

Murray, Alexander (2002) *Ragione e società nel Medioevo*, Editori Riuniti, Roma

Purini, Franco (2008), *Comporre l'architettura*, Laterza, Roma-Bari.

Salemi Maria C. (2001, a cura), *Palazzo Vecchio a Firenze*, Nardini, Firenze.