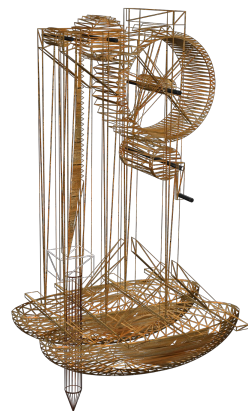




LIBRO DE VIVA PIETRA

Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino

A cura di Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini



Quaderni del Centro
Urbino e la Prospettiva

Quaderni del Centro
Urbino e la Prospettiva

LIBRO DE VIVA PIETRA
Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino

A cura di Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini



1506
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI URBINO
CARLO BO

UUP
URBINO
UNIVERSITY
PRESS

LIBRO DE VIVA PIETRA

Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino

A cura di Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini

Direttore della Collana: Laerte Sorini

Comitato Scientifico: Antonio Becchi, Gian Italo Bischi, Vincenzo Fano, Enrico Gamba, Pierluigi Graziani, Laerte Sorini, Gino Tarozzi, Gianni Volpe

Redazione: Pierluigi Graziani, Davide Pietrini

ISBN 978.8831205/214 (PRINT)

ISBN 978.8831205/207 (PDF)

ISBN 978.8831205/221 (EPUB)

ISBN-A 10.978.8831205/214

Le edizioni digitali dell'opera sono rilasciate con licenza Creative Commons Attribution 4.0 - CC-BY-NC-SA, il cui testo integrale è disponibile all'URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.it>



Le edizioni digitali online sono pubblicate in Open Access su:
<https://press.uniurb.it/index.php/urbinoelaprospettiva>

© Gli autori per il testo, 2023

© Urbino University Press per la presente edizione

Pubblicato da: Urbino University Press | Via Saffi, 2 | 61029 Urbino

Sito web: <https://uup.uniurb.it/> | e-mail: uup@uniurb.it

L'edizione cartacea del volume può essere ordinata in tutte le librerie fisiche e online ed è distribuita da StreetLib (<https://www.streetlib.com/it/>)

In copertina

Immagine in alto:

Ambrogio Barocci (da Francesco di Giorgio Martini), *Battipalo su barche*, calco in gesso, 1960-61, inv. 4876, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci

© Alessandro Nassiri | Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci

Immagine in basso:

Wireframe del Battipalo su barche

© Francesco Serafini | Istituto Tecnico Industriale Statale E. Mattei Urbino

La pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del progetto PANN20_00029: *Alle radici dell'umanesimo scientifico. Valorizzazione con le tecnologie della realtà virtuale e aumentata delle macchine rappresentate nelle formelle del Palazzo Ducale di Urbino* (progetto realizzato con il parziale contributo del MUR: legge 28 marzo 1991 n. 113 e ss.mm.ii., “*Iniziativa per la diffusione della cultura scientifica*”).

INDICE

<i>Prefazione</i> di Giorgio Calcagnini	3
<i>Prefazione</i> di Luigi Gallo.....	5
PIERLUIGI GRAZIANI, DAVIDE PIETRINI E LAERTE SORINI	
<i>Introduzione</i>	7
SARA TAGLIALAGAMBA	
<i>Il fregio dell'arte della guerra di Palazzo Ducale di Urbino: immagini e tecnologia come segni del potere</i>	13
ELIO NENCI	
<i>Bernardino Baldi e la meccanica: il recupero delle fonti antiche e il sapere degli ingegneri rinascimentali</i>	33
ANNA FALCIONI	
<i>Il Ducato di Urbino nell'Italia rinascimentale</i>	37
CLAUDIO GIORGIONE	
<i>Francesco di Giorgio Martini a Urbino</i>	57
ARGANTE CIOCCI	
<i>Luca Pacioli e gli ingegneri del Rinascimento</i>	81
FILIPPO CAMEROTA	
<i>Ingegno e disegno: l'iconografia delle macchine e i metodi di rappresentazione</i>	109
LUISA MOLARI E PIER GABRIELE MOLARI	
<i>Nuove interpretazioni sulle formelle del Palazzo Ducale di Urbino</i>	123
GIORGIA AURELI	
<i>Il ruolo del «fregio dell'arte della guerra» nel quadro della facciata ad ali del Palazzo Ducale di Urbino</i>	151
PINO MASCIA, MASSIMO TOSELLO E ROMEO CHEBAC MARIAN	
<i>Fregio dell'arte della guerra</i>	185
MARIA LETIZIA AMADORI E CLIZIA D'APICE	
<i>Il fregio dell'arte della guerra nel Palazzo Ducale di Urbino: aspetti conservativi, materiali e tecniche esecutive</i>	201
LAURA BARATIN	
<i>Il «fregio dell'arte della guerra a Urbino»: tra ricostruzione virtuale e rigore scientifico</i>	227

Prefazione di Giorgio Calcagnini

Il ciclo dei seminari sul fregio dell'arte della guerra del Palazzo Ducale di Urbino è stata la prima attività culturale del progetto annuale PANN20_00029 dal titolo *Alle radici dell'umanesimo scientifico. Valorizzazione con le tecnologie della realtà virtuale e aumentata delle macchine rappresentate nelle formelle del Palazzo Ducale di Urbino*, promosso in sinergia dal Centro Interdipartimentale di Studi Urbino e la Prospettiva dell'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, dall'Ente Olivieri – Biblioteca e Musei Oliveriani e dall'Istituto Tecnico Industriale Statale Enrico Mattei di Urbino. I seminari, realizzati con il patrocinio dell'Accademia di Belle Arti di Urbino, hanno avuto il merito di inaugurare, seppure in maniera informale, le numerose iniziative organizzate per i seicento anni della nascita del Duca Federico da Montefeltro.

Il progetto PANN20_00029, cofinanziato dal MUR e incentrato sulla valorizzazione e sulla diffusione della cultura scientifica, è stato condotto secondo un taglio che più volte ho richiamato nel corso del mio mandato da Rettore: cioè favorire un rapporto integrato tra le nuove tecnologie e le discipline umanistiche. Questo è un tema che da alcuni anni sta riscuotendo considerevole attenzione da parte di molti Atenei italiani. Con tale progetto, l'Università di Urbino ha lavorato proprio in questa direzione, dando un contributo di notevole importanza alle modalità di valorizzazione della cultura per mezzo delle tecnologie.

I seminari sul fregio dell'arte della guerra, di cui si pubblicano gli atti, hanno avuto il merito di creare un ambiente favorevole all'incontro di studiosi locali con studiosi di altre Università e Istituzioni, tutti interessati a preservare e a divulgare il patrimonio culturale urbinato denso di enorme valore. Il libro rappresenta la felice conclusione di un grande sforzo collettivo che mira a valorizzare e a promuovere al meglio la storia e il patrimonio della città di Urbino.

Giorgio Calcagnini
Magnifico Rettore dell'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo

Prefazione di Luigi Gallo

Pochi altri luoghi come Palazzo Ducale danno modo di raccontare una storia che è al contempo universale e personale. Universale perché a Urbino negli anni fecondi del ducato di Montefeltro è stata scritta la storia culturale ed artistica del Rinascimento italiano, personale perché nelle auliche sale della residenza più fastosa del Quattrocento si è svolta la parabola terrena di uno dei grandi protagonisti della nostra storia: Federico da Montefeltro. La «città in forma di palazzo» secondo le celebri parole del Castiglione, simboleggia il potere politico e le aspirazioni culturali del Duca. Tutto il grandioso edificio è ricoperto dalle sue iniziali e dai simboli con cui si rappresenta: la bombarda rovesciata, l'aquila, il raggio del sapere, fino all'elegantissima iscrizione in capitali romane che scorre lungo il cornicione del Cortile d'Onore dove sono riportate le gesta di condottiero vittorioso e principe illuminato. Il vertice della autorappresentazione è lo Studiolo, lo spazio più intimo e prezioso del palazzo in cui si cristallizzano i valori dell'Umanesimo: *Virtutibus Itur ad Astra*. Lui stesso vi è raffigurato drappeggiato all'antica, con la lancia rivolta verso il basso in segno di pace. Alla sua corte si incontrarono alcuni fra i più grandi artisti del Quattrocento, come Piero della Francesca, Giusto di Gand, Luciano Laurana, Francesco di Giorgio e Donato Bramante i cui reciproci influssi generarono quel clima fecondo in cui nacque e si formò il divino Raffaello.

La complessità culturale dell'età federiciana, che indelebilmente ha segnato lo sviluppo della cultura italiana, sigilla in maniera unica il rapporto della modernità con la tradizione classica, sempre citata nel palazzo, affermando il loro valore paritario. Si tratta di un richiamo simbolico all'antico, garantito dalla biblioteca in cui si raccoglieva il sapere e che ebbe un ruolo basilare nella costruzione dell'immagine pubblica del condottiero vittorioso: un raffinato umanista in dialogo con gli *Uomini Illustri*, antichi e moderni, cui dedica i ritratti realizzati per il suo studiolo. Quest'aspetto polivalente ed articolato del concetto di Classicismo conferma l'impossibilità di ricondurre a una matrice unitaria il pensiero di Federico da Montefeltro, e del resto tutto il

fenomeno del Rinascimento italiano ed europeo presenta aspetti complessi in quanto formalmente in contrasto fra loro.

L'alternanza fra citazioni antiche, con trofei, galere, armi, e l'ingegneria moderna di complesse macchine militari definisce anche il celebre *Fregio della Guerra*, realizzato come spalliera del sedile che definisce la facciata ad ali su progetto di Francesco di Giorgio e ricoverato all'interno del palazzo nel XVIII secolo. A tali capolavori della scultura decorativa del tardo Quattrocento (cui è dedicato questo interessante volume), sono al centro di un radicale ripensamento di studio portato avanti dallo staff del museo che nei prossimi mesi presenterà le formelle, con un nuovo allestimento, nei luminosi corridoi delle soprallogge. Grazie alla convenzione fra Galleria Nazionale delle Marche e Istituto Centrale per il Restauro, inoltre, è attualmente in corso un importante cantiere di restauro nella sede di Matera su cinque formelle del ciclo che stanno offrendo significative indicazioni tecniche ed interpretative. I lavori, che si prestano ad essere dei terreni di scambio proficuo, permetteranno di esporre le opere restaurate nel percorso espositivo.

Proprio della ricchezza del contributo urbinato alla storia italiana, non solo artistica, ma culturale tutta, la Galleria Nazionale delle Marche da piena contezza ponendosi, in sinergia con l'Università, come luogo deputato della ricerca e della valorizzazione.

Luigi Gallo
*Direttore della Galleria Nazionale delle Marche/
Direzione Regionale Musei Marche*

Introduzione

Pierluigi Graziani
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
pierluigi.graziani@uniurb.it

Davide Pietrini
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
davide.pietrini@uniurb.it

Laerte Sorini
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
laerte.sorini@uniurb.it

Nel Cinquecento il Ducato di Urbino fu il luogo in cui si sviluppò la cosiddetta scuola matematica di Federico Commandino, considerata giustamente una delle forme più rappresentative di umanesimo scientifico, nonché uno dei motori principali della cosiddetta rivoluzione galileiana. Il clima culturale in cui la scuola commandiniana affonda le sue radici è individuabile nella grande stagione rinascimentale dei Montefeltro. In quest'epoca, grazie soprattutto al mecenatismo del duca Federico di Montefeltro e al grande cantiere del Palazzo Ducale, l'ambiente urbinato fu uno tra i centri italiani più dinamici e vitali del Rinascimento e crocevia di prassi, arti e saperi. In quegli anni, lungo la spalliera del sedile della facciata del Palazzo Ducale di Urbino vennero realizzate 72 formelle (bassorilievi in pietra) raffiguranti macchine di uso civile e militare. Esse, fortemente volute

Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini, "Introduzione", in Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini (a cura di), *Libro de viva pietra. Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino*, pp. 7-12.

© 2023 Urbino University Press

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo

da Federico di Montefeltro, avevano lo scopo non solo di comunicare il potere “tecnologico” del Ducato, mediante rappresentazioni scultoree, ma anche di agire come strumento di divulgazione scientifica. Gran parte dei bassorilievi vennero tratti dai disegni dell’ingegnere senese Francesco di Giorgio Martini. Sulla base delle parole di Luca Pacioli contenute nel *Divina proportione* (Venetiis 1509, Tavola dell’opera) e del tema militare che caratterizza molti dei soggetti scolpiti, nel tempo le formelle acquisirono la denominazione di *fregio dell’arte della guerra*. All’epoca l’arte militare era l’ambito in cui convergevano l’ingegno, l’abilità tecnica e la capacità politica. Sempre da un passo pacioliiano è tratto il titolo del libro:

Federigo Feltrense, illustrissimo duca de Urbino, tutto el stupendo edificio del suo nobile admirando palazzo in Urbino circum circa da piede in un fregio de viva e bella pietra per man de degnissimi lapicidi e scultori ordinatamente feci disporre (Luca Pacioli, *Divina proportione*, Venetiis 1509, p. 2v).

Purtroppo, nonostante gli interventi di conservazione, su molte formelle ormai non è più facile distinguere le macchine rappresentate. I segni del tempo, uniti al fatto che dal 1756 esse non occupano più il loro posto all’esterno del Palazzo Ducale, fanno sì che la loro funzione attrattiva si stia progressivamente esaurendo. Per tale motivo le formelle necessiterebbero di essere valorizzate, in modo da poter preservare l’immenso valore di queste opere uniche al mondo, quali sintesi d’arte e scienza.

Al fine di mantenere alta l’attenzione sulle formelle e di promuovere la loro conoscenza, l’Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, il Centro Interdipartimentale di Studi Urbino e la Prospettiva, l’Ente Olivieri – Biblioteca e Musei Oliveriani e l’Istituto Tecnico Industriale Statale Enrico Mattei Urbino con il patrocinio dell’Accademia di Belle Arti di Urbino hanno organizzato un ciclo di seminari dal titolo *Fregio dell’arte della guerra* con l’intenzione di avvicinare studiosi e studi provenienti da differenti ambiti disciplinari.

L’iniziativa rientra tra gli eventi organizzati nell’ambito del progetto annuale PANN20_00029 dal titolo *Alle radici dell’umanesimo scientifico. Valorizzazione con le tecnologie della realtà virtuale e aumentata delle macchine rappresentate nelle formelle del Palazzo Ducale di Urbino* cofinanziato dal MUR (decreto direttoriale n. 1662 del 22 ottobre 2020, “*Iniziative per la diffusione della cultura scientifica*”). Il progetto si propone di

salvaguardare, valorizzare e promuovere la conoscenza storico-scientifica delle macchine rappresentate sulle formelle, mediante ricostruzioni in realtà aumentata e virtuale, allestimenti di percorsi espositivi e la creazione di un sito web interamente dedicato al tema (<https://formelle.uniurb.it/>).

Dal ciclo di seminari è emerso grande interesse sia per la storia delle formelle sia per il loro carico concettuale esaminabile sotto diversi punti di vista. Infatti, le formelle si presentano come un oggetto di studio profondamente interdisciplinare e si prestano ancora oggi a letture innovative, originali e trasversali. Per questo abbiamo ritenuto interessante raccogliere in un libro le relazioni dei numerosi studiosi che hanno partecipato ai seminari.

La peculiarità di questo libro è data dalla multidisciplinarietà dei saggi contenuti, la quale permette di collocare le formelle in un ampio quadro culturale. I contributi toccano aspetti di tecniche di ricostruzione virtuale, di chimica dei materiali, di storia dell'arte e delle tecniche di rappresentazione, di storia dell'architettura, di storia locale, di storia della scienza e della meccanica. L'intreccio di questi settori disciplinari consente sia di comprendere con occhi nuovi la genesi e il significato delle formelle sia di inserirle in maniera rigorosa nel loro contesto storico di riferimento. Dalle relazioni emerge l'importanza storica dei bassorilievi in pietra del Palazzo Ducale di Urbino, un bene di enorme valore che necessita di essere tutelato e valorizzato.

**Programma del ciclo di seminari online sulle formelle del
Palazzo Ducale di Urbino**



FREGIO DELL'ARTE DELLA GUERRA

Enti promotori

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
Centro Interdipartimentale di Studi Urbino e la Prospettiva
Ente Olivieri – Biblioteca e Musei Oliveriani
Istituto Tecnico Industriale Statale Enrico Mattei Urbino

Con il patrocinio di:
Accademia di Belle Arti di Urbino

Programma

15 gennaio 2022

ore 9:30-10:00

Saluti delle autorità e apertura dei lavori

ore 10:00-11:00

Sara Tagliagalamba (Università di Urbino e Nuova Fondazione
Rossana e Carlo Pedretti),

*Il fregio dell'arte della guerra di Palazzo Ducale a Urbino: immagini e tecnologia
come segni del potere*

22 gennaio 2022

ore 10:00-11:00

Elio Nenci (Università di Milano),

*Bernardino Baldi e la meccanica: il recupero delle fonti antiche e il sapere degli
ingegneri rinascimentali*

29 gennaio 2022

ore 10:00-11:00

Anna Falcioni (Università di Urbino),
Il Ducato di Urbino nell'Italia Rinascimentale

5 febbraio 2022

ore 10:00-11:00

Claudio Giorgione (Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia
Leonardo da Vinci),
*Francesco di Giorgio Martini a Urbino. Il fregio dell'arte della guerra tra fonti e
derivazioni*

12 febbraio 2022

ore 10:00-11:00

Argante Ciocci (Seminario di Storia della Scienza di Bari),
*Luca Pacioli e gli ingegneri militari del Rinascimento: il significato culturale del
fregio dell'arte della Guerra nel Palazzo Ducale di Urbino*

26 febbraio 2022

ore 10:00-11:00

Filippo Camerota (Museo Galileo, Istituto e Museo di Storia della
Scienza, Firenze),
Ingegno e disegno: l'iconografia delle macchine e i metodi di rappresentazione

5 marzo 2022

ore 9:00-11:00

Luisa Molari e Pier Gabriele Molari (Università di Bologna),
*Dal trionfo dell'ingegno -oggetto e soggetto- nel fregio del Palazzo Ducale di Urbino
al pensiero scientifico non astratto*

12 marzo 2022

ore 10:00-11:00

Giorgia Aureli (Sapienza Università di Roma),
*Il ruolo del "fregio dell'arte della guerra" nel quadro della facciata ad ali del Palazzo
Ducale di Urbino*

19 marzo 2022

ore 10:00-11:00

Romeo Chebac, Pino Mascia e Massimo Tosello (Accademia di Belle Arti di Urbino),

Fregio dell'arte della guerra. Scansione, formatura, riproduzione delle formelle eseguite da Ambrogio Barocci su disegno di Francesco di Giorgio Martini

26 marzo 2022

ore 16:00-17:00

Antonio Becchi (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin),

Racconti meccanici: parole di pietra, parole di carta

2 aprile 2022

ore 10:00-11:00

Maria Letizia Amadori e Clizia D'Apice (Università di Urbino),

Il fregio di Francesco di Giorgio Martini nel Palazzo Ducale di Urbino: materia, tecniche esecutive e aspetti conservativi

9 aprile 2022

ore 10:00-11:00

Laura Baratin (Università di Urbino),

Il "fregio dell'arte della guerra" a Urbino: tra ricostruzione virtuale e rigore scientifico

Comitato organizzatore:

Pierluigi Graziani (pierluigi.graziani@uniurb.it),

Brunella Paolini (ente.olivieri@oliveriana.pu.it),

Davide Pietrini (davide.pietrini@uniurb.it),

Francesco Serafini (f.serafini@itisurbino.it),

Laerte Sorini (laerte.sorini@uniurb.it),

Sara Tagliagamba (saraart77@yahoo.it).

Ciclo di seminari organizzato nell'ambito del progetto PANN20_00029: *Alle radici dell'umanesimo scientifico. Valorizzazione con le tecnologie della realtà virtuale e aumentata delle macchine rappresentate nelle formelle del Palazzo Ducale di Urbino.* Progetto realizzato con il parziale contributo del MUR: legge 28 marzo 1991 n. 113, Iniziative per la diffusione della cultura scientifica.

Il fregio dell'arte della guerra di Palazzo Ducale di Urbino: immagini e tecnologia come segni del potere

Sara Tagliagalamba
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
Nuova Fondazione Rossana e Carlo Pedretti
sara.tagliagalamba@uniurb.it

Il contributo vuole tentare di definire come la committenza artistica del duca Federico da Montefeltro, in linea con l'Umanesimo matematico urbinato, predispose il substrato ideale entro cui la realizzazione del fregio dell'arte della guerra di Palazzo Ducale ad Urbino ebbe origine. In secondo luogo, il saggio vuole proporre una nuova lettura delle formelle alla luce della *machinatio* vitruviana del Libro X del *De Architectura*. Questa proposta si inserirebbe in un clima più generale volto a rileggere l'importanza dell'arte come segno del potere in funzione del programma iconografico a cui partecipò Francesco di Giorgio Martini come artista e teorico. In una osmosi continua tra esterno e interno di Palazzo Ducale, sembra crearsi un collegamento tra il fregio dell'arte della guerra e le tarsie dello studiolo del Duca: in entrambi le immagini e la tecnologia hanno il potere di presentarsi come *segni del potere* grazie ad un accorto programma unitario.

Sara Tagliagalamba, "Il fregio dell'arte della guerra di Palazzo Ducale di Urbino: immagini e tecnologia come segni del potere", in Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini (a cura di), *Libro de viva pietra. Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino*, pp. 13-32.

© 2023 Urbino University Press

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo

1. L'arte come manifesto politico e ideologico

Una città ideale: era questa la vocazione assegnata ad Urbino da Federico da Montefeltro, diventato Signore di questa città nel 1444 a seguito della morte violenta del fratello Oddantonio. Abile condottiero e raffinato mecenate, egli si distinse al servizio del re di Napoli Ferdinando I nel 1460, per poi sostenere papa Pio II contro il Signore di Rimini Sigismondo Pandolfo Malatesta, riuscendo nel 1463 ad ampliare i confini del proprio Stato, anche a seguito del matrimonio con Battista, figlia del Signore di Pesaro Alessandro e nipote del Duca di Milano Francesco Sforza. Sfruttando le sue abilità diplomatiche e militari, Federico riuscì a tessere una fitta rete di alleanze ed in cambio i potenti signori del tempo lo posero a guida della Lega Italica. La posizione di garante dell'accordo diplomatico-militare che garantiva l'assetto politico e territoriale della penisola, così come era stato stabilito nel 1454 in occasione della pace di Lodi, segnò l'apice del suo potere personale. Nel 1467, Federico seppe infliggere un duro colpo all'esercito veneziano di Bartolomeo Colleoni nella vittoria di Molinella, nel 1472 restituì la ribelle Volterra al dominio fiorentino causando una crudele repressione e seppe contrastare le mire espansionistiche di Sisto IV, a cui impose il riconoscimento giuridico del suo stato ricevendo il titolo di duca nel 1474.

Potere, chiarezza, rigore, disciplina e vocazione alla bellezza: questo è quello che si legge anche nella celebre veduta architettonica della *Città Ideale* (Urbino, Galleria Nazionale delle Marche, c. 1470-1490), attribuita a molti degli artisti che gravitarono attorno alla corte urbinata tra cui Leon Battista Alberti, Piero della Francesca, Luciano Laurana, Francesco di Giorgio Martini, Melozzo da Forlì e Giuliano da Sangallo¹. La veduta, raffigurata in prospettiva lineare centrica, rappresenta una piazza al cui centro spicca un grande tempio a pianta

¹ Impossibile riassumere la critica circa le numerose attribuzioni della *Città ideale* di Urbino dal momento che il tempio a pianta centrale divenne proprio in quegli anni uno dei campi di ricerca più studiati. La *Città ideale* è idealmente legata ad altri due dipinti con vedute architettoniche analoghe, una conservata a Baltimora (Walters Art Museum, c. 1480-1485) e l'altra a Berlino (Gemäldegalerie, c. 1495). Le varie attribuzioni ai vari architetti si fondano su elementi solidi ed è dunque piuttosto difficile poter prendere una posizione certa. Per gli interessanti dibattiti rimando a Millon e Magnago Lampugnani (1994), Acidini e Morolli (2006), Mochi Onori e Garibaldi (2022), Molinari e Gallo (2021).

centrale. Il primo ordine architettonico dell'edificio ha colonne corinzie addossate alla parete e tre portali sugli assi visibili, composti con protiri a timpano ad arco; sopra al cornicione, il secondo ordine ha forma analoga al primo ma dimensioni più piccole, con colonne corinzie che intervallano piccole finestre quadrate, e al centro una finestra classicheggiante con timpano triangolare posta esattamente sopra l'asse centrale; infine l'elegante copertura conica a fasce bicolori poggia su un secondo cornicione ed è sovrastata da una piccola lanterna. Attorno al tempio, che ricorda lo stile romanico fiorentino per il contrasto tra le pareti a specchiature marmoree e le incorniciature delle finestre bicrome, la piazza è scandita dall'eccezionale lastricatura geometrica che funziona come un'intelaiatura prospettica attorno alla quale si organizzano gli edifici civili a logge architravate e portici, tra cui si scorge una chiesa dalla facciata austera e classicheggiante in fondo a destra. Nessuna traccia umana, eccetto alcuni dettagli come le piante sui davanzali, perturba le perfette proporzioni architettoniche, illuminate da una luce chiara e cristallina dai colori tenui. Nella veduta architettonica, gli edifici misurano e scandiscono lo spazio e delimitano un regno dove geometria, perfezione delle forme, misura, *decorum* e bellezza avrebbero rispecchiato tutte quelle caratteristiche che sarebbero diventate indispensabili per la cultura matematica urbinata. Infatti, nominando nel 1468 Luciano Laurana 'Ingeniero et Capo' dei cantieri urbinati con una patente apposita, il Duca inseriva l'architettura nelle arti liberali poiché «fondata in l'arte dell'aritmetica e della geometria, che sono delle sette arti liberali e delle principali, perché sono in primo grado certitudinis»². L'architettura era strettamente connessa alla matematica: le fonti attestano che Federico aveva assorbito da Vittorino da Feltre Federico aveva assorbito l'amore per la aritmetica e la geometria che segneranno profondamente le sue scelte all'interno del variegato orizzonte culturale. Ad Urbino è stata ipotizzata, pur senza evidenza documentaria, la presenza di Leon Battista Alberti³. Sia il palazzo sia il Duca riflettono idee presenti nel suo *De re aedificatoria*, scritto in latino, privo di illustrazioni e suddiviso in dieci libri su modello del *De architectura* Vitruvio⁴: nel trattato Alberti

² Si veda il documento in Cerboni Baiardi, Chittolini, Floriani (1986, 39).

³ Si veda Calzona (2004, 1000-1060).

⁴ Il trattato albertiano non era un manuale tecnico ma un testo colto rivolto ai committenti dando forza di pensiero e dignità letteraria all'arte del costruire: composto su committenza di Lionello d'Este fu poi offerto nel 1452 a Roma a papa

sosteneva la necessità di una casa-palazzo da concepirsi come una piccola città, e viceversa, affermava che la città doveva a sua volta concepirsi come un grande palazzo, tanto che Baldassare Castiglione nel *Libro del Cortegiano* nel 1528 definirà Urbino come «una città in forma di palazzo esser pareva»⁵.

Fu il Duca che concorse all'ascesa di Urbino da paese posto in un territorio economicamente depresso a raffinata e feconda corte dell'Italia Centrale, in gara con le altre signorie d'Italia. Egli incarnava la perfetta figura del "principe saggio" capace di dedicarsi sia al mestiere della guerra, sia all'occupazione dello studio. È così che lo ritrae il pittore spagnolo Pedro Berruguete nel *Ritratto di Federico da Montefeltro e del figlio Guidobaldo* (Urbino, Galleria Nazionale delle Marche, c. 1476-1477): il Duca è assorto nella lettura di un manoscritto, mentre indossa la spada e l'armatura, una mantella in broccato rosso rivestita da una pelliccia di ermellino e le onorificenze, ricevute entrambe nel 1474, del collare dell'ermellino, conferitogli dal re di Napoli, e l'Ordine della Giarrettiera, donatagli dal re d'Inghilterra, mentre l'elmo è appoggiato a terra. Anche Guidobaldo è vestito con eleganza con una veste ricamata e gioielli con perle e ametiste, e tiene saldamente in mano il bastone del comando in allusione alla eredità dinastica. Dalla ferrea disciplina impartitogli da Vittorino da Feltre, oltre alla matematica, Federico aveva abilmente compreso che l'attività intellettuale doveva servire come nutrimento di quella pubblica in un giusto equilibrio tra vita attiva e contemplativa. In entrambi i settori, Federico eccelleva. Nei periodi di guerra, oltre che sulle sue abilità diplomatico-militari, egli poteva contare su un esercito all'avanguardia grazie alla competenza di maestri valenti altamente specializzati nell'arte della guerra: il Duca arruolò nel 1457 Agostino da Piacenza da Siena, definito un vero

Niccolò V nel 1452. La sua circolazione, in forma manoscritta, fu ampia e il successo indiscusso fino a che, nel 1485, non fu edito postumo per iniziativa di Bernardo Alberti, cugino di Leon Battista, e stampato a Firenze da Nicolò di Lorenzo Alemanno con lettera accompagnatoria di Agnolo Poliziano e dedica a Lorenzo il Magnifico.

⁵ Il Palazzo Ducale era il risultato di molti interventi: Federico nel 1464 affidò a Luciano Laurana una ristrutturazione, al quale successe dal 1474 al 1485 il senese Francesco di Giorgio Martini. Entrambi gli architetti crearono un corpo architettonico complesso che si articola in un cortile regolare centrale diventando la perfetta sintesi della direzione della committenza di Federico che voleva trovare una perfetta e raffinata intesa a culture diverse per cui l'irregolarità empiriche dell'insieme è perfettamente bilanciata dalla perfezione matematica delle singole parti.

«maestro per gettare bombarde», mentre pose a capo del suo esercito, durante la battaglia a Colle Val d'Elsa, Scirro Scirri da Casteldurante definito «valente inventore e fabbricatore d'ogni macchina e opere di guerra». Nei periodi di pace, invece, Federico seppe radunare accanto a sé e alla moglie Battista Sforza i protagonisti più importanti del tempo. Se la presenza di Leon Battista Alberti è solo ipotizzata, Piero della Francesca ad Urbino scrisse il *De prospectiva pingendi* (c. 1470-1480)⁶, la cui lezione fu assorbita dal frate e matematico Luca Pacioli, un'altra figura importante per la corte urbinata autore del *De divina proportione*, concepito attorno al 1497 a Milano alla corte di Ludovico il Moro ma edito a Venezia nel 1509 ed illustrato con i solidi forniti da Leonardo⁷. Francesco di Giorgio Martini arrivò ad Urbino tra il 1475 e il 1476, anche se la sua presenza è documentata soltanto nel maggio 1477, in qualità di architetto, per sostituire Luciano Laurana nel completamento di Palazzo Ducale, come ingegnere militare, per provvedere alla realizzazione di fortificazioni in tutto il Ducato, e come ingegnere idraulico, dal momento che in molti documenti è menzionato come

⁶ In particolare, nel trattato si legge che la pittura è una scienza che rivela l'ordine della realtà: i dati sensibili si materializzano in corpi geometrizzanti governati da precise proporzioni che traducono in termini razionali l'armonioso legame già esistente in natura tra le singole forme e tra le forme e lo spazio. La sua peculiare definizione di pittura è la traduzione pratica dei suoi concetti teorici: l'organizzazione prospettica e ritmica; la semplificazione geometrica delle singole figure; l'accordo tra immobilità cerimoniale e verità umana; la luce altissima che schiarisce le ombre e irradia i colori. La formazione fiorentina, in cui si riconosce le lezioni della solidità plastica di Masaccio e del colore luminoso di Beato Angelico e di Domenico Veneziano, incontreranno la predilezione per la pittura fiamminga, studiata anche a Ferrara e Roma e attraverso l'incontro con Antonello da Messina. Dedicatosi alla stesura di altri due trattati come il *De quinque corporibus regularis* e il *De Abaco*, il suo rigore fu essenziale per la formazione degli artisti urbinati successivi, come Giovanni Santi e Bartolomeo della Gatta.

⁷ In particolare nell'epistola dedicatoria a Ludovico Sforza, Pacioli insisteva sull'utilità che le matematiche recano ad ogni campo dello scibile umano e, allo stesso tempo, legittimava la loro applicabilità universale con ragioni metafisiche concernenti la struttura geometrica del mondo. Ne consegue che la matematica non è soltanto la madre delle scienze e delle arti ma costituisce anche il linguaggio con il quale Dio ha scritto il libro del mondo: una nuova era della civiltà risiede per Luca nella rinascita delle matematiche, sulla cui certezza e la verità si basano le arti e le scienze. Nel testo, Pacioli spiega la loro applicazione nell'ingegneria militare, argomento particolarmente caro a Ludovico il Moro ma anche a Galeazzo Sforza, entrambi in rapporti di stretta amicizia con Federico. Rimando al contributo di Argante Ciocci nel presente volume.

‘ingegnere dei bottini’⁸. Ad Urbino, Francesco di Giorgio si dedicò a terminare la stesura dei suoi trattati dedicati all’architettura, all’ingegneria e all’arte militare⁹. Questi testi sono il risultato di una ricerca approfondita, in fase di aggiornamento continuo e sviluppata in diverse stesure, che ruota attorno a tre nuclei principali: il *Trattato di architettura, ingegneria e arte militare*¹⁰; la traduzione di alcuni passi del *De Architectura* di Vitruvio¹¹; ed infine il *Trattato di architettura civile e militare*¹².

Tutti questi artisti, architetti, matematici, scultori e pittori contribuirono in modo diretto e indiretto ad una cultura di indirizzo euclideo di cui Urbino ne era necessariamente un centro propulsore, dove architettura e matematica andavano di pari passo. È noto che l’ideazione del cosiddetto *fregio dell’arte della guerra* corrisponderebbe a un preciso programma iconografico elaborato verosimilmente attorno al 1474 da Federico da Montefeltro, prima dell’arrivo di Francesco di

⁸ I primi incarichi documentati, per conto di Federico da Montefeltro e di Ottaviano Ubaldini, risalgono peraltro al 17, 22 e 25 maggio 1477. Francesco Paolo Fiore ipotizza il trasferimento del Martini a Urbino nel luglio 1475, contestualmente alla chiusura della bottega che questi aveva a Siena assieme a Neroccio. Si veda Fiore (1993, 63 e 108, nota 16).

⁹ Si veda Maltes (1967).

¹⁰ Il cosiddetto *Trattato I* ovvero il *Trattato di architettura, ingegneria e arte militare*, secondo Maltese doveva essere composto da due codici entrambi databili attorno al 1482 e il 1486 (il Torinese Saluziano 148 della Biblioteca Reale di Torino e l’Ashburnham 361 della Biblioteca Laurenziana a Firenze) che sono con tutta probabilità copie di originali scritti attorno al 1478-1481. Si veda Maltese (1967). Per l’Ashburnham rimando a Marani (1995).

¹¹ La traduzione di alcuni passi, e quindi incompleta, del *De Architectura* di Vitruvio, secondo Maltese, è da collocare tra il 1481 e il 1489. Tuttavia, lo studioso ne metteva in discussione l’autografia ritenendola una trascrizione originata da una possibile dettatura di un altro artista senese. Gli studi recenti ritengono tuttavia che la traduzione sia indubbiamente autografa. Per la prima edizione critica della traduzione martiniana è stata proposta da Giustina Scaglia, *Francesco di Giorgio Martini. Il “Vitruvio Magliabechiano”*, Gonnelli, Firenze, 1985. Per gli aggiornamenti in relazione ai due testi martiniani scoperti dopo la pubblicazione di Maltese, ovvero il codice Zichy (Budapest, Biblioteca Szabò Ervin) e il Codice Spencer 129 (New York, Public Library), si veda Biffi (2002), Mussini (2003).

¹² Il *Trattato di architettura civile e militare*, databile tra il 1487 e il 1489 ma anch’esso noto attraverso due copie manoscritte (il Senese S.IV.4 della Biblioteca Comunale di Siena e la prima parte del Codice Magliabechiano II.I.141 della Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze) databili tra il 1489 ed il 1492. Rimando alla bibliografia precedente per il doveroso approfondimento.

Giorgio¹³. Il fregio nasceva con la chiara vocazione di celebrare il Montefeltro che, proprio in quello stesso anno, riceveva onorificenze volte a consolidare la sua posizione sullo scacchiere politico degli Stati italiani. Con la bolla papale del 23 agosto 1474, Sisto IV concedeva il passaggio del feudo di Sassocorvaro da Federico da Montefeltro al fraterno consigliere Ottaviano degli Ubaldini, mentre, in qualità di vicario di un feudo ecclesiastico, il Montefeltro riceveva l'investitura alla dignità ducale e il gonfalonierato di Santa Romana Chiesa. Tali rapporti furono rinsaldati con una lungimirante politica matrimoniale tra Giovanni Della Rovere, nipote del papa, e Giovanna, figlia undicenne di Federico, che così ricevette le onorificenze dell'Ordine della Giarrettiera e il Collare dell'Ermellino¹⁴. Si spiega così, in alcune formelle, la presenza degli alberi con i rami incrociati in decusse con foglie di rovere, in doppia allusione alla casata papale dei Della Rovere e al simbolo di forza, potenza, nobiltà animo e dominio come virtù riferibili al Duca. Nelle formelle dove è raffigurata la macchina idraulica detta sifone, le fronde di quercia sono talmente necessarie tanto da offrire una struttura di sostegno ai dispositivi delle 'animelle'¹⁵ (Fig. 1). Questa lettura in chiave araldica ed emblematica è utile anche a imporre un termine *ante quem* 1480 alla regia del fregio, quando si registrò un progressivo raffreddamento nei rapporti con Sisto IV che proibì al duca di scendere in soccorso al re di Napoli in occasione dello sbarco dei turchi a Otranto per non lasciare i confini pontifici sguarniti¹⁶. La situazione ebbe una drastica inversione di rotta quando nel 1482 Federico, nella guerra che scoppiò tra Venezia e Ferrara, si schierò nella fazione opposta rispetto al papa a sostegno degli Aragonesi. La redazione del programma iconografico dunque celebrava da un punto di vista politico il Montefeltro, la sua statura come uomo di guerra, compresa la lungimiranza della sua fitta rete di alleanze.

¹³ Si veda Bernini Pezzini (1985).

¹⁴ Seguendo l'ordinamento delle formelle dato da Bernini Pezzini (Bernini Pezzini 1985), questi segni del potere sono presenti su molte formelle. Più precisamente, le onorificenze della Giarrettiera e del collare dell'ermellino si trovano nelle formelle 6, 9 e 39.

¹⁵ Mi riferisco alle formelle 9 e 14 che raffigurano entrambe sifoni (Bernini Pezzini 1985).

¹⁶ A riprova del potente ruolo di Federico al tempo, le fonti attestano che la vittoria dei turchi fu comunque annunciata a Federico da una lettera del duca Alfonso di Calabria nel 1481 che lo ringraziava dei servizi offerti nonostante la sua assenza.

2. Una questione terminologica?

Anche se, la critica ricollega a Francesco di Giorgio Martini più della metà delle formelle, si registrano due problemi consolidati per poter avanzare una lettura compiuta dell'intero ciclo del fregio. Il primo problema riguarda il succedersi della loro esatta collocazione: è noto che la sorte del fregio fu di essere scomposto e ricomposto in più di una occasione causando così la perdita del suo significato originario¹⁷. Il secondo problema è determinato dalla presenza di mani diverse che comporta una certa discrepanza nella raffigurazione delle varie macchine da un punto di vista stilistico e tecnologico. Proviamo a concentrare la nostra attenzione cercando di condurre un'analisi approfondita sul piano tecnologico. La prima testimonianza scritta sul fregio fu offerta da Luca Pacioli: «E de ditte machine e instrumenti ad litteram, commo in suo libro ditto ariminese pone, e de molte altre più assai, la felicissima memoria del congiunto e stretto affine de Vostra Celsitudine Federigo Feltrense, Illustrissimo Duca de Urbino, tutto el stupendo hedificio del suo nobile ammirando palazzo in Urbino circuncirca da piede in un frixio de viva e bella pietra, per man de dignissimi lapicidi e sculptori ordinatamente feci disporre». Pacioli attesterebbe che la fonte letteraria per il fregio fosse offerta da Roberto Valturio «e de molte altre più assai». Queste fonti sono presenti nella biblioteca di Federico: il *De re militari libri XII* di Valturio¹⁸, il *De re*

¹⁷ Quale posizione ricoprirono nella loro collocazione originaria le formelle? Non lo sappiamo: lo stacco fu effettuato nel 1756 dall'architetto Giovan Francesco Buonamici, incaricato dal cardinale Giovan Francesco Stoppani, legato pontificio, ma non fu redatto un inventario che registrasse la loro originaria collocazione. Resta fondamentale la descrizione risalente al 1587 di Bernardino Baldi che sembra attestare all'esterno una decorazione non a fregio continuo ma, in linea con i tempi, con una continuità del sedile e della spalliera, simile agli stalli corali lignei ma qui realizzata in marmo, attestandone una considerevole estensione.

¹⁸ Tale codice, datato attorno al 1462, è oggi il Codice urb. lat. 281. È importante sottolineare alcuni dati essenziali. Il Duca era in ottimi rapporti con Roberto Valturio, al servizio come fidato consigliere di Sigismondo Pandolfo Malatesta a Rimini pur senza mai servirsene direttamente. Sappiamo che il figlio di Sigismondo, Roberto sposò la figlia di Federico, Elisabetta. Federico possedeva una copia del suo trattato, datato 1462, ma entrato in suo possesso più tardi come attesta la presenza del suo stemma e delle sue iniziali. Lo stesso Valturio inviò una lettera di condoglianze a Federico quando nel 1472 morì Battista Sforza.

militari di Frontino e l'*Epitome rei militaris* di Vegezio¹⁹. Alla base dell'ideazione del fregio vi era un programma complesso fondato sulla autorità degli antichi e dei moderni che Francesco di Giorgio eredita per le sue eccezionali qualità.

Grazia Bernini Pezzini poneva una osservazione importante circa la reale tematica del fregio per la presenza sia di macchine da guerra sia di macchine civili. Anche Pasquale Rotondi si poneva la stessa domanda supponendo che si trattasse del fregio dell'arte della guerra e della pace²⁰. È necessario tentare una precisazione concettuale e terminologica del termine *machina*²¹. «*Machina est continens e materia coniunctio maximas ad onerum motus habens virtutes Ea movetur ex arte circulatorum rotundationibus, quam Graeci κυκλικήν κίνησιν appellant*»²²: fu Vitruvio, nel libro X del *De architectura*, a fornire una spiegazione soddisfacente del termine definendola quindi un insieme continuo di materiali che ha la capacità di muovere pesi. In particolare, Vitruvio affermava che esistessero tre tipi di macchine: le acrobatiche, le pneumatiche e quelle da trazione²³. Le macchine acrobatiche sono i

¹⁹ Entrambi nel entrambi nel Codice urb. lat. 1221, munito dello stemma di Federico e le lettere FC (*federicus comes*) che attestano si trattasse necessariamente di una acquisizione post 1474, anno dell'investitura ducale. I libri, compreso quello alla nota 19, sono confermati anche da Vespasiano da Bisticci che nella vita di Federico tra i volumi procurati per la sua biblioteca menziona proprio «tutte l'opere De re militari, tutti i libri delle macchine degli antichi per spingere una terra, e quelle de' moderni che vera uno libro singolarissimo».

²⁰ Si veda Rotondi (1970, 116).

²¹ È noto che Leonardo incontrò Francesco di Giorgio Martini a Milano: con cui partecipò al concorso per il Tiburio di Milano e con lui si recò a Pavia nel 1490. Inoltre, ebbe in possesso la copia del *Trattato di architettura*, adesso conservata alla Biblioteca Medicea Laurenziana di Firenze (Ms. Ashburnham 361) da lui postillata con 12 note autografe. Leonardo è indispensabile in via indiretta per proporre una lettura sottilmente diversa del fregio basata sulla precisazione concettuale e terminologica del termine *machina* che ho intrapreso in un mio contributo dove mi occupo del termine di *machina*: Sara Tagliagamba (2022, 177-198).

²² Per Vitruvio decido di riferirmi alla editio princeps curata dall'umanista Giovanni Sulpizio edita a Roma tra il 1486 e il 1487 sicuramente prossima ai tempi di Leonardo, rispetto ad ogni altra edizione. Si veda Vitruvio (1486-1487, X, 1, 1). Per la sua trascrizione, invece, rimando sempre a Vitruvio (1997, 1300): «Una macchina è un insieme strutturato di elementi in legno. Che ha assai grande efficacia per spostare carichi. Essa viene azionata mediante rotazioni circolari, secondo il principio che i Greci chiamano *kyklike kinesis*».

²³ Vitruvio (1486-1487, X, 1, 3): «*Est autem unum genus scansorium quor graece προβατικόν dicitur, alterum spirabile quod apud eso πνευματικόν appellatur, tertium tractorium, id autem Greci βαρουλικόν vocitant*» e in traduzione «Ne esiste un primo

congegni bellici da utilizzare in tempi di guerra e possono identificarsi in quei dispositivi da assedio atti per scavalcare o abbattere le mura nemiche, ma nelle quali Vitruvio afferma di non esservi arte. Seguono le due tipologie di macchine da utilizzare in tempo di pace: le macchine pneumatiche e le macchine da trazione. Secondo la classificazione offerta da Vitruvio, le prime sono da identificare con gli «organi per attingere l'acqua» di cui l'architetto passa in rassegna varie tipologie²⁴; le seconde sono da utilizzare per sollevare, per spostare pesi e per misurare distanze, e comprendono anche alcuni tipi di carrucole per la costruzione degli edifici e anche alcuni strumenti di misurazione. In modo specifico, Vitruvio tende a separare le tipologie di macchine, anche in base al loro funzionamento: le *machinae* propriamente dette possono essere azionate meccanicamente, ovvero da più persone; mentre gli *organa* sono azionati in modo strumentale e dunque richiedono per operarli una sola persona²⁵. Se ne deduce che, gli *organa*, rispetto alle *machinae*, potrebbero essere identificabili con congegni che avrebbero assicurato una gran forza senza bisogno di un motore, e magari muniti di un automatismo capace di assicurare economicità e facilità di funzionamento. È Vitruvio a puntualizzare che gli *organa* avrebbero compreso non solo le macchine pneumatiche ma anche, in maniera specifica, quelle idrauliche²⁶. Inoltre, per Vitruvio, l'*eurytμία* (armonia) dell'architettura poteva essere raggiunta con la *doctrina* solo se essa era guidata dalla qualità innata dell'*acumen ingenii*²⁷. Allo stesso

tipo, da salita, detto in greco akrobatikón; un secondo pneumatico, che presso i greci è chiamato pneumatikón; un terzo trattorio, ed è quello che in greco è chiamato baroukón». Si veda: Vitruvio (1997, 1300). Per il rapporto tra Vitruvio e Leonardo rimando a due scritti per me fondamentali Di Teodoro (2016, 114-119) e Di Teodoro (2019, 35-42).

²⁴ Vitruvio (1486-1487, X, 9-13). Gli *organa* per attingere acqua sono divisi in cinque categorie: tympani (timpano), hydraulis (mulini ad acqua), coclea (chiocciola), ctesibica machina (macchine di Ctesibio), hydraulisis (organi ad acqua).

²⁵ Vitruvio (1486-1487, X, 1, 7). Si veda: Vitruvio (1997, 1303).

²⁶ Vitruvio in realtà utilizza entrambe le parole – *machinae* e *organum* – nella sezione riguardante le macchine idrauliche. La parola *organum* che Gros traduce con strumenti (evitando di tradurla la parola organo, che è comunque dotata da altre moltissime trascrizioni, indicativamente per evitare di creare confusione riferendola anche a macchine idrauliche specifiche, come l'organo idraulico) è utilizzata per la prima volta, in modo specifico, nel capitolo I: Vitruvio (1486-1487, X, 1).

²⁷ Lo *ingenio* è dunque per Francesco di Giorgio una facoltà indispensabile dell'architetto a cui è chiesto, oltre all'edificare, di occuparsi anche delle opere idrauliche. Tuttavia, è noto che, sia durante l'Antichità sia durante il Rinascimento, il termine *ingegno* indicasse anche il meccanismo motore di una macchina (da cui

modo per Alberti, il termine *ingenium* è una componente basilare essenziale per la sua riflessione estetica perché svolge un ruolo determinante nella fase creativa di ogni opera d'arte: in ogni creazione, l'*ingenium* deve accompagnarsi all'*ars* (abilità tecnica), al lavoro meticoloso sui testi antichi e sulle fonti e ai consigli dei *periti* (esperti)²⁸. A ben vedere nel prologo del Settimo Trattato dedicato alle macchine «per muovere pesi e trarre l'acqua», Francesco di Giorgio Martini afferma che: «Grandi pesi bisogna muovere da luogo ad luogo nello edificare dove senza ingegno le forze poco vagliono, e similmente l'acqua a longa distanza et in gran quantità trarre, e non meno è utile e necessario in molti luoghi far mulini [...] pistrini a vento o senza [...] adunque è conveniente a perfezione dell'opara ponere forme delle comuni più potenti e utili di ciascuna delle ditte spezie de instrumenti»²⁹. Lo *ingegno* è dunque per Francesco di Giorgio una facoltà indispensabile dell'architetto a cui è chiesto, oltre all'edificare, di occuparsi anche delle opere idrauliche. Potrebbe essere che la teoria ponga la soluzione sul fregio? Effettivamente il nostro assunto potrebbe aiutarci a comprendere che le formelle potessero essere una sorta di consacrazione degli *ingegni*, e nello specifico dell'ingegno dell'architetto e del suo Signore. Se così fosse Francesco di Giorgio sembra seguire e riproporre nel fregio, in maniera estremamente raffinata e colta, la *machinatio* di Vitruvio: non sarebbe fuorviante che l'ordinamento originario seguisse proprio l'ordine impartito dal libro X del *De Architectura* che l'ingegnere avrebbe potuto consultare in forma manoscritta. È noto che Vitruvio godeva al tempo di una fortuna straordinaria: sono questi gli anni in cui il grande interesse per il *De*

'congegno') e in molti casi, per estensione, la macchina stessa. Il concetto degli ingegni come dispositivi, profondamente radicato dall'antichità, rimane immutato nel Rinascimento rimanendo anch'esso campo di competenza della figura dell'architetto-ingegnere. Lo attestano le opere dei senesi Mariano di Jacopo detto il Taccola e Francesco di Giorgio Martini, ma anche i progetti dello stesso Leonardo. Da ingegno deriva il termine ingegnere che, nell'antichità, era riferito essenzialmente all'architetto idraulico e militare. L'armonia (o *eurythmia*) è una delle sei categorie in cui Vitruvio suddivide l'architettura oltre a ordine (*ordinatio*), disposizione (*dispositio*), proporzione (*symmetria*), decoro (*decor*) e distribuzione (*distributio*). Rimando a Vitruvio (1486-1487, I, 2, 3-4).

²⁸ Alberti (1966), II, 3, p. 106.

²⁹ Maltese (1967, vol. II, 550). Rimando a Wolf (2000, 22-33).

Architectura portò nel 1486 alla sua *editio princeps* in latino a Roma ad opera di Giovanni Sulpicio da Veroli³⁰.

3. Così all'interno, così all'esterno

Un'altra osservazione che credo possa essere interessante. Il cuore pulsante della committenza all'interno del Palazzo Ducale di Urbino è lo studiolo, realizzato nel 1476, così come conferma l'iscrizione posta sul soffitto a lacunari. È stato più volte sottolineato come questo piccolo e prezioso luogo riverberi il clima intellettuale della corte proponendosi come una sorta di scrigno dove architettura reale e *ficta* dilatavano lo spazio esiguo, posto su tre registi e, grazie ad artifici decorativi, l'osservatore ha l'impressione di essere dentro una loggia aperta su un paesaggio con laghi, monti e borghi. Tale spazio era popolato dai ventotto ritratti di uomini illustri antichi e moderni, intesi come modelli di virtù, posti nei due registri superiori e dipinti da Giusto di Gand e Pedro Berruguete ma dei quali oggi rimangono solo dodici tavole. Sotto a questi due registri, si estendono le tarsie realizzate da Giuliano e Benedetto da Maiano che fingono in maniera illusionistica e prospettica la presenza di panche e armadi con scansie colme di oggetti e di strumenti indispensabili all'attività intellettuale (libri, carte, strumenti scientifici) e che simboleggiano le virtù cardinali, le discipline del Trivium e del Quadrivium, in sintonia con la cultura matematico-scientifica di Federico. In particolare, il programma iconografico dello studiolo è sancito dalle parole sul cartiglio *virtutibus itur ad astra* (Per le

³⁰ L'erudito era consapevole che la sua edizione doveva tenere conto di due fattori essenziali: doveva essere dotata di ampi margini per permettere ai lettori di integrare, postillare ed illustrare il testo originale latino che in diversi punti era difficilmente ricostruibile ed era manchevole di tre poemi greci (poi recuperati e pubblicati da Fra Giocondo nella seconda e successiva edizione del 1511), ma soprattutto di dieci delle undici illustrazioni di cui in origine era corredata l'opera vitruviana andate perdute attraverso le varie trasmissioni manoscritte. Non sarà certo un caso, la presenza proprio del libro X di Vitruvio nella biblioteca urbinata verso cui Federico riponeva una cura maniacale e composta da pregevoli codici miniati grazie alla collaborazione del cartolaio fiorentino Vespasiano da Bisticci. Oltre ai già citati Valturio, Vegezio e Frontino, vi erano anche altre fonti come *De aqueductibus* di Frontino, *De instrumenti bellicis* di un certo Thentus (tradotto da Giovanni Sofiano e dedicato a Piero del Borgo), *De re aedificatoria* di Alberti, due trattati di Francesco di Giorgio entrambi dedicati a Federico e attribuibili al periodo urbinata: *De architectura* (294) la cui copia non è identificata.

virtù si giunge al cielo) tratte dal libro IX dell'*Eneide*. Lo studiolo diventava per il Duca, raffigurato con la veste da casa ma non privo delle sue onorificenze, il luogo ideale dove praticare costantemente il perfezionamento interiore attraverso la pratica della virtù e dell'intelletto.

Ne consegue che il fregio all'esterno mostrerebbe idealmente la vita attiva del Duca, mentre lo studiolo quella contemplativa dove egli può dedicarsi all'*otium litteratum*, allo studio, alla contemplazione: entrambe le qualità lo avrebbero presentato come il perfetto principe rinascimentale. Si iscrive anche una certa continuità strutturale e ideologica. La continuità strutturale era attestata dal fatto che il fregio, all'esterno, doveva essere collocato ricreando il sedile e la spalliera marmorea del palazzo, in maniera effettivamente simile alla struttura degli stalli corali lignei da interno, così come è organizzato lo stesso studiolo. Gli elementi che si ripetono sono gli emblemi, le onorificenze e soprattutto un orologio meccanico³¹ (Fig. 2). La formella del fregio dove è raffigurato l'orologio è in un precario stato conservativo e quindi è necessario riferirsi al disegno di Gaetano Piccini (BAV, Ott. Lat. 2980, folio 36r) (Fig. 3). Pur mostrano alcune palesi difficoltà di riproduzione delle parti tecnologiche, il disegno mostra che potrebbe trattarsi forse di un *destatoio* così come attesta la presenza del congegno sonoro: in particolare, le fonti antiche come Tucidide e Plutarco descrivevano l'utilizzo di congegni chiamate *sentinelle* il cui avviso sonoro avrebbe dato il segnale di assalto come tenderebbero confermare l'affusto di cannone, la corda con uncini e la civetta perché gli attacchi erano di solito programmati all'alba. Da un punto di vista meccanico, le sentinelle quindi erano particolari orologi, più precisamente *destatoi* o *svegliarini*, usati durante il tempo della guerra. Nello studiolo, l'orologio è raffigurato in perfetto scorcio in modo da poter osservare il perfetto meccanismo di cui è dotato, equipaggiato dal *foliot* con il bilanciere del tempo in alto e lo scappamento in basso³². L'orologio occupava una

³¹ La presenza in entrambi i cicli dell'orologio fu inizialmente notata anche dal Rotondi e da Eimer ma senza un tentativo di identificazione e senza favorire una lettura comune, si veda Eimer (1968, 187-198, in particolare pagina 194), Rotondi (1970, 116).

³² Già ideato nel XIII secolo, il *foliot*, un termine francese che sta per 'bilanciere a barra', indica uno dei più antichi tipi di organo regolatore. Questo è il bilanciere orizzontale che regola la caduta di un peso (che con la sua forza di gravità è il propulsore del meccanismo) legato ad una corda arrotolata ad una bobina. Il *foliot* oscilla periodicamente, mentre l'asta verticale (chiamata 'verga') trasmette questo

delle ante della porta di accesso allo studiolo e aveva come *pendant* una tarsia sulla quale erano raffigurati una coppia di pappagalli in gabbia³³. Varie fonti attestano che questi animali esotici erano molto ricercati da principi e papi ed apprezzati nelle corti più raffinate del tempo. In particolare, in Vaticano, nei pressi degli appartamenti papali, si trovava la cosiddetta ‘Camera del pappagallo’, per l’antica usanza di tenervi una gabbia che ospitava l’animale esotico. Questa stanza era spesso usata per concistori segreti oppure per convocare capi di stato o condottieri: le fonti attestano che Federico da Montefeltro fosse stato ammesso più volte in questo luogo dove Sisto IV, nel marzo 1475, gli concesse l’onorificenza della Rosa d’oro, che probabilmente questa immagine vorrebbe evocare³⁴. Nonostante la sua bellezza, il pappagallo doveva essere ricercato anche per la nota abilità di poter ‘parlare’ o perlomeno di riprodurre la voce umana. La funzione di annuncio di questo volatile esotico ha radici letterarie antiche: nelle *Etymologiae*, Isidoro di Siviglia ripota l’epigramma di Marziale in cui si celebrava la sua capacità di imitare la voce umana per salutare l’imperatore Cesare: *Pappagallo | Da voi imparerò altri nomi | Nacqui istruito a dire: Cesare Ave*. Per questo, il pappagallo si potrebbe caricare di più livelli di lettura: quello politico, in allusione all’onorificenza concessa da Sisto IV; quello del potere che riconosceva il Duca come un principe raffinato al pari degli imperatori dell’antichità; ma anche come riferimento all’arte del persuadere e del buon dire, essenziale ad ogni figura politica del tempo. Riconoscendone il valore temporale di novello Cesare, l’orologio meccanico, raffigurata sull’altra anta del portone d’accesso, non avrebbe che funzionato

moto oscillatorio ad un meccanismo costituito da una ruota dentata a corona (scappamento), nella quale si inseriscono alternativamente le leve o palette della verga abbinata al *foliot* che bloccano e liberano i denti della corona alternativamente, facendola avanzare a intervalli regolari. Nello studiolo sono raffigurati anche altri strumenti che misurano il tempo, tra cui la clessidra, che raffigura il tempo limitato, e l’astrolabio, che rappresenta il tempo siderale. A questo proposito, desidero ringraziare Raffaella Marotti e Giancarlo Truffa, Dietrich Matthes, sempre generosi di condividere con me la loro preziosa conoscenza sull’orologeria.

³³ È importante sottolineare che un parrocchetto di questa specie è raffigurato anche nelle tarsie dello Studiolo di Gubbio, in segno di continuità con quello di Urbino e sicuramente con la stessa valenza simbolica. Per una analisi dei pappagalli, si veda Di Raggio e Wilmering (1999, 151).

³⁴ Cicco Simonetta, cancelliere di Galeazzo Maria Sforza, attesta che a Federico fu conferito in questa sala l’Ordine della Giarrettiera. Si veda Natale (1954, 292-318, in particolare pagina 299).

perfettamente come ingegno simbolico che faceva riferimento al valore del Duca e alla sua fama *ab eterno* (Figg. 4 e 5).

In conclusione, nel Quattrocento si registra un vivo interesse per le macchine da parte di artisti-ingegneri alla ricerca di testi classici che trattavano i temi della tecnologia e dell'arte della guerra: tra i nomi degli autori più noti, erano ricercati Ateneo, Filone, Bitone, Vegezio, Frontino. Tuttavia, i testi antichi che si occupavano di macchine erano pervenuti in forma manoscritta, spesso frammentaria o addirittura corrotta, di difficile estrazione linguistica e manchevoli di illustrazioni. Tra gli artisti protesi a ricostruire il sapere tecnologico degli antichi vi furono i senesi Mariano di Jacopo detto il Taccola e Francesco di Giorgio, suo allievo. Tra questi artisti senesi e Alberti si inscriveva una differenza radicale: se i primi tentarono di disegnare e progettare queste macchine, Leon Battista, in qualità di finissimo umanista, restò interessato alla *machinatio* solo per il profilo letterario scegliendo coscienziosamente di non ricorrere alle illustrazioni perché avrebbero mal interpretato o frainteso le indicazioni. Da questo punto di vista, Francesco di Giorgio rappresenta, in gara con Leonardo, il punto più alto della conoscenza tecnologica del tempo: per la prima volta un artista componeva uno scritto organico dove il sapere tecnico classico si abbinava alle esigenze e alle competenze operative degli artefici attraverso una perfetta integrazione tra testo e immagini. Francesco di Giorgio realizza su «viva pietra» straordinari ritratti di macchine dotati di efficacia straordinaria tanto da essere in grado di sostituire i modelli. Francesco Paolo Fiore «Il palazzo Ducale di Urbino rappresenta la sintesi del pensiero globale di Vitruvio»³⁵, ecco dunque che le formelle potrebbero essere lette alla luce della *machinatio* vitruviana: esse rappresentano la gestione del viver bene e del dominio del territorio.

³⁵ Fiore (1978, 291).



Fig. 1 *Formella con sifone*, formella n. 14, Urbino, Museo Stoppani-Buonamici, in Bernini Pezzini (1985, 89)



Fig. 2 *Formella con orologio meccanico*, formella n. 52, Urbino, Museo Stoppani-Buonamici, in Bernini Pezzini (1985, 173).



Fig. 3 Gaetano Piccini, Disegno della formella n. 52, BAV, Ott. Lat. 2980, folio 36r



Fig. 4 Giuliano e Benedetto da Maiano, *Tarsia con il destatoio*, Urbino, Palazzo Ducale, Studiolo (foto dell'autrice)



Fig. 5 Giuliano e Benedetto da Maiano, *Tarsia con la gabbia con due pappagalli*, Urbino, Palazzo Ducale, Studiolo (foto dell'autrice)

Bibliografia

- Acidini, C. e Morolli, G. (a cura di), 2006, *L'uomo del Rinascimento: Leon Battista Alberti e le arti a Firenze tra ragione e bellezza*, Firenze.
- Alberti, L.B. 1966, *Leon Battista Alberti. L'architettura/De re aedificatoria*, testo latino e traduzione a cura di Giovanni Orlandi, introduzione e note di Paolo Portoghesi. Firenze, Il Polifilo, Firenze.
- Bernini Pezzini, G., 1985, *Il fregio dell'arte della guerra nel Palazzo Ducale di Urbino. Catalogo dei rilievi*, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- Biffi, M., 2002, *Francesco di Giorgio Martini. La traduzione del De Architectura di Vitruvio*, a cura di Marco Biffi, Scuola Normale Superiore di Pisa, Pisa.
- Calzona, A., 2004, *Leon Battista Alberti e Luciano Laurana: da Mantova a Urbino o da Urbino a Mantova?*, in *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro*, atti del Convegno internazionale di studi (Urbino, Monastero di Santa Chiara, 11-13 ottobre 2001) a cura di Francesco Paolo Fiore, Olschki, Firenze.
- Cerboni Baiardi, G., Chittolini, G. e Floriani, P., 1986, *Federico di Montefeltro: lo Stato, le arti, la cultura. Le Arti*, a cura di Giorgio Cerboni Baiardi, Giorgio Chittolini, Piero Floriani, Bulzoni, Roma.
- Di Raggio, O. e Wilmering, A. M., 1999, *The Gubbio Studiolo and Its Conservation: Italian Renaissance intarsia and its conservation*, edited by Olga Di Raggio e Antoine M. Wilmering, Metropolitan Museum of Art, New York, 2 voll.
- Di Teodoro, F. P., 2016, *Vitruvius in the Trattato dell'Architettura by Luca Pacioli*, in *Illuminating Leonardo. A Festschrift for Carlo Pedretti Celebrating His 70 years of Scholarship (1944-2014)*, edited by Constance Moffatt and Sara Tagliagambara, Brill, Boston-Leiden.
- Di Teodoro, F. P., 2019, "Vetruvio architecto mecte nella sua op(er)a d'architettura che lle misure dell'omo [...]": filologia del testo e inciampi vitruviani nel foglio 228 di Venezia, in *Leonardo da Vinci. L'uomo modello del mondo*, catalogo della mostra (Venezia, Gallerie dell'Accademia, 17 aprile - 14 luglio 2019) a cura di Annalisa Perissa Torrini, Cinisello Balsamo (MI).
- Eimer, G., 1968, *Francesco di Giorgios Fassadenfries am Herzogspalast zu Urbino*, in *Festschrift Ulrich Middeldorf*, edited by Antje Kosegarten and Peter Tigler, De Gruyter, Berlin-Boston.
- Fiore, F.P., 1978, *Città e macchine del '400 nei disegni di Francesco di Giorgio Martini*, L. S. Olschki, Firenze.

- Fiore, F. P., 1993, *L'architettura civile di Francesco di Giorgio*, in *Francesco di Giorgio architetto*, catalogo della mostra (Siena 1993), a cura di Francesco Paolo Fiore, Manfredo Tafuri, Electa, Milano.
- Maltese, C., 1967, *Francesco di Giorgio Martini. Trattati di architettura, ingegneria e arte militare*, a cura di Corrado Maltese, trascrizione di Lidia Maltese Degrassi, Il Polifilo editore, Milano.
- Marani, P. C., 1995, *Il Codice Ashburnham 361 della Biblioteca Laurenziana di Firenze. Trattato di architettura di Francesco di Giorgio Martini*, presentazione di Luigi Firpo, introduzione, trascrizione e note di Pietro C. Marani, Giunti, Firenze, 2 voll.
- Millon, H. A. e Magnago Lampugnani, V. (a cura di), 1994, *Da Brunelleschi a Michelangelo: la rappresentazione dell'architettura*, catalogo della mostra (Venezia, Palazzo Grassi, 31 marzo-6 novembre 1994).
- Mochi Onori, L. e Garibaldi, V., 2022. *La Città Ideale. L'utopia del Rinascimento a Urbino tra Piero della Francesca e Raffaello*, catalogo della mostra (Urbino, Galleria Nazionale delle Marche, 6 aprile-8 luglio 2012), Urbino.
- Molinari, L. e Gallo, L. (a cura di), 2021, *Città di Dio. Città degli Uomini. Architetture dantesche e utopie urbane*, catalogo della mostra (Urbino, Galleria Nazionale delle Marche, 26 novembre 2021-27 marzo 2022), Urbino.
- Mussini, M., 2003, *Francesco di Giorgio e Vitruvio. Le traduzioni del «De architectura» nei codici Zichy, Spencer 129 e Magliabechiano II.I.141*, a cura di Massimo Mussini, Leo S. Olschki, Firenze.
- Natale, A. R., 1954, «I diari di Cicco Simonetta», in *Archivio storico lombardo*, 5 (1954).
- Rotondi, P., 1970, *Francesco di Giorgio Martini*, Provinciali, Spotorno.
- Tagliagambara, S., 2022, *Le fontane di Leonardo*, in *Leonardo e l'architettura*, atti del convegno internazionale (Parigi, 2019) a cura di Emanuela Ferretti, Sabine Frommel e Francesco Paolo di Teodoro, Campisano editore, Parigi-Firenze.
- Vitruvio, 1486-1487, L. *Vitruvii Pollionis ad Cesarem Augustum de architectura*, (a cura di) Giovanni Sulpizio, Roma.
- Vitruvio, 1997, *De architectura*, a cura di Pierre Gros, Turin.
- Wolf, S. E., 2020, «Francesco di Giorgio on mechanics: A Quattrocento Lesson on the Transmission of Knowledge», in *Opus Incertum*, VI (2000).

Bernardino Baldi e la meccanica: il recupero delle fonti antiche e il sapere degli ingegneri rinascimentali

Elio Nenci
Università di Milano
elio.nenci@unimi.it

Nella *Descrizione del Palazzo Ducale di Urbino*, testo portato a termine nel 1587 e pubblicato nel 1590, Baldi aveva dato un certo rilievo allo «zoccolo» presente lungo le facciate «verso la parte della piazza», inserendo un'accurata descrizione di esso nel capitolo 14 dedicato agli ornamenti del Palazzo. Si trattava di un manufatto che aveva non solo una funzione architettonica, ma rispondeva anche a una esigenza di carattere sociale, dato che favoriva in qualche modo l'incontro dei fruitori di quello spazio urbano, «incitando al riposo le persone». Questo elemento funzionale era abbellito tramite la presenza di un particolare ornamento collocato «dietro la schiena di chi vi si siede», vale a dire dei «quadri, che hanno più dell'alto che del largo, nel vano di ciascuno de' quali è intagliata più di mezzo rilievo qualche macchina antica bellica, come sono arieti, testuggini, baliste e catapulte, ovvero da muovere grandissimi pesi. Altre da segar leg[n]mi e da far altre cose per servizio delle arti». La descrizione non è molto ampia, e in se stessa non di particolare rilevanza, se non fosse che l'autore di essa era già al momento della stesura del testo uno dei massimi conoscitori e interpreti dei testi antichi relativi al funzionamento e alla costruzione di molte di quelle macchine. Una conoscenza diretta che però qui non emerge, dato che immediatamente dopo il passo sopracitato si riporta una notizia derivata da Giorgio Vasari nella vita di Francesco di Giorgio

Elio Nenci, "Bernardino Baldi e la meccanica: il recupero delle fonti antiche e il sapere degli ingegneri rinascimentali", in Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini (a cura di), *Libro de viva pietra. Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino*, pp. 33-36.

© 2023 Urbino University Press

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo

Martini, in cui il senese viene proposto come l'autore, parole del Vasari, del «fregio che dipinse nel detto palazzo». Tale affermazione, come diceva Baldi seguendo Vasari, era fondata sul grandissimo interesse di Francesco per «le machine antiche», testimoniata da «un libro che hoggi è tenuto in molta stima nella famosa libreria de' Medici». Un riferimento che veniva assunto dall'urbinate, che però non poteva fare a meno di correggere la sua fonte relativamente alla natura delle figure che «non sono dipinte, ma intagliate ne' quadri de' muriccioli», e scolpite «dal bisavo di M. Federigo Barossi (sic!) da Urbino, eccellentissimo pittore de' nostri tempi, e di M. Simone suo fratello, ottimo maestro di compassi et altri instrumenti matematici».

Dal breve brano ora riassunto si può capire come Baldi, seguendo Vasari, non potesse che vedere una sostanziale continuità tra l'opera di Francesco di Giorgio Martini e lo studio degli apparati tecnici del mondo antico. La mancanza di una conoscenza diretta dei testi del senese è alla base di un tale giudizio, e toglie a Baldi ogni possibilità di individuare gli eventuali elementi di novità presenti in essi. Questa situazione purtroppo non cambia nel tempo, e ciò rappresenta per noi una grave perdita, perché lo studioso urbinato sarebbe stato sicuramente una delle persone più adatte a svolgere un'analisi approfondita delle differenze esistenti tra il sapere tecnico trasmesso dall'antichità e quello testimoniato da Francesco nelle sue opere. Certo egli avrebbe potuto rifarsi direttamente alle macchine rappresentate sopra lo «zoccolo» del Palazzo Ducale, dove in alcune si rileva immediatamente la presenza di apparati sicuramente «moderni», ma questa presenza non sembra avere esercitato una grossa influenza sul Baldi.

Nel momento in cui stendeva la sua *Descrittione*, Baldi aveva alle spalle più di 10 anni di studio dedicati alla meccanica antica. Aveva aiutato il maestro Federico Commandino nel disegno delle macchine inserite nella traduzione latina della *Pneumatica* di Erone (1575), aveva letto e forse copiato, ancora studente a Padova, il testo greco della *Belopoieca* dello stesso autore posseduto Massimo Margunio, aveva spiegato a Vespasiano Gonzaga molti dei termini più oscuri del *De architectura* di Vitruvio, ma soprattutto aveva tradotto per ben due volte in italiano l'opera di Erone sugli *Automi*, che vedrà la luce nel 1589. In questa opera egli aveva inserito un dotto e lungo discorso introduttivo, in cui dimostrava una profonda conoscenza degli apparati tecnici descritti nell'opera eroniana, oltre a una piena coscienza del carattere

non pienamente rappresentativo di questa opera per una complessiva valutazione dei risultati raggiunti dal sapere tecnico antico. In questa opera Erone non fa «mentione di ruote dentate, di rocchetti, di molle, di spinole, di tempi, di serpentine», ma ‘nondimeno è manifesto co’l testimonio di Pappo, che da Herone, e da gli altri erano conosciute le ruote dentate et i rocchetti». Da questi due brevi passaggi del discorso introduttivo è chiaro che il superamento del sapere tecnico antico, in questo campo della meccanica, è avvenuto con l’uso delle molle e degli altri congegni mai descritti dagli autori dell’antichità. Questi congegni erano ampiamente utilizzati ai tempi di Baldi, e avevano permesso una miniaturizzazione degli automi precedentemente sconosciuta. In questo caso la differenza tra i risultati raggiunti dai tecnici del XVI secolo e quelli trasmessici dal mondo antico erano lampanti, e nessun elemento di continuità avrebbe permesso di far passare in secondo piano la trasformazione avvenuta, ma niente di simile si trovava nel “fregio” del Palazzo Ducale d’Urbino. Certo c’era la rappresentazione di alcune artiglierie, ma la maggior parte delle figure ricordavano al Baldi le antiche macchine belliche descritte in testi antichi, ad esempio nel libro *De machinis bellicis* di Erone Juniore edito da Francesco Barocci (1572), oppure macchine idrauliche già ampiamente riconducibili al mondo classico. L’immagine della coclea presa da Francesco di Giorgio Martini poteva così facilmente essere ricondotta al X libro dell’opera vitruviana, e anche l’integrazione in essa presente del sistema di trasmissione del movimento, non avrebbe rappresentato niente di innovativo, potendo essere considerata una semplice utilizzazione di strumenti conosciuti dai “meccanici” greci: manovella, vite senza fine e ruota dentata.

Forse la presenza di una pompa aspirante e premente a due cilindri azionata tramite un albero a camme, disegnata in modo molto raffinato da Francesco, avrebbe sicuramente destato l’interesse di Baldi, ma tale macchina non si trova nel “fregio”, dove invece si ha una più classica ruota con secchi assimilabile ancora una volta a una delle macchine descritte da Vitruvio. Un incontro diretto con i testi di Francesco di Giorgio Martini avrebbe sicuramente potuto fare cambiare al Baldi il suo punto di vista, ma anche nell’ultima parte della sua vita ciò purtroppo non ebbe luogo. Anzi, la sua prima impressione sarebbe forse stata indirettamente rafforzata, nel caso avesse visto l’edizione del 1599 del *Poliorcheticon* di Justo Lipsio, un autore da lui utilizzato nelle *Exercitationes* sulle meccaniche [pseudo] aristoteliche. Qui si trovavano

rappresentate alcune delle macchine belliche presenti nel “fregio”, esse sono copiate da un codice già appartenuto al Duca d’Urbino, un’ulteriore conferma della loro collocazione nel campo degli studi relativi all’antichità. Studi che non avrebbero avuto una ricaduta sulla tecnica del tempo, ma sempre in qualche modo utili, perché da un’opera superata come la *Belopoeica* eroniana, secondo Baldi, si potevano comunque ricavare spunti di riflessione e d’incitamento.

Il Ducato di Urbino nell'Italia rinascimentale

Anna Falcioni
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
anna.falcioni@uniurb.it

Ricerche e studi storici riguardanti Federico di Montefeltro e Battista Sforza, che seppero scegliere e raccogliere attorno a sé personalità di grande intelligenza e cultura trasformando la piccola città feltresca in uno dei centri più vivi e unici della civiltà rinascimentale, si sono intensificati in questi ultimi anni, soprattutto adeguandosi ai ritmi ricorrenti di scadenze commemorative che hanno dato vita a mostre e convegni: in linea generale i risultati che ne sono scaturiti hanno fatto registrare un notevole progresso sia nell'approfondimento delle indagini archivistiche locali e nella cospicua produzione di contributi bibliografici, sia nelle diverse prospettive con cui si sono affrontate tematiche tradizionali e inconsuete con l'ausilio e il concorso di una vasta tipologia di fonti, finora pressoché sconosciute¹.

Ne consegue che i nuovi studi esprimono più valenze, modulando l'elaborazione del 'verbo' rinascimentale urbinato alle fasi cruciali di affermazione del potere dinastico feltresco. È certo che nell'inquadramento generale della storia urbinata dei secoli XV e XVI persistono tuttora alcune zone d'ombra, dovute principalmente a una

¹ Cfr. Bonvini Mazzanti (1994); Bonvini Mazzanti (2004^b, 45-65); Bonvini Mazzanti (2008, 13-19); Caldari (2008, 101-111); Falcioni (2005, 253-258); Falcioni (2009, 268-333); Falcioni (2013, 13-28); Falcioni (2017); Falcioni, De Beradinis (2010); Falcioni, Nesci, Borchia (2015, 93-97); Simonetta (2008); Tommasoli (1978).

documentazione carente, in alcuni casi settoriale e dispersa, tuttavia non manca lo sforzo da parte degli studiosi di analizzare argomenti specifici, consueti e poco noti, mediante l'utilizzo delle carte d'archivio superstiti e di strumenti storiografici, per delineare lo sviluppo e i problemi portanti della signoria feltresca prima, roveresca poi: questo è il senso dei rinnovati tentativi di dare concretezza al discorso storico, di ristabilire un rapporto equilibrato fra il signore e la sua corte, fra il governante e i governati, fra la città e il suo territorio².

A una tradizione documentaria reticente e spesso avara di certezze si è cercato di supplire attraverso un'intensa e faticosa frequentazione degli archivi urbinati, ancora in parte da esplorare: in particolare le vicende federiciane hanno acquisito contorni più nitidi; quella realtà, illuminata dalla luce riflessa dal *princeps-mecenate*, ha perciò potuto esprimere e valorizzare in qualche misura i suoi talenti in stretta relazione con il coevo tessuto socio-culturale cittadino.

È nel singolare palinsesto del Rinascimento urbinato, posto sotto l'egida di Federico di Montefeltro (1422-1482) e della moglie Battista Sforza (1446-1472) prima, di Guidubaldo I (1472-1508) e della consorte Elisabetta Gonzaga (1471-1526) poi, che abbiamo tentato di definire alcuni punti essenziali di riferimento da cui procedere per estendere progressivamente l'ambito delle nostre conoscenze: le ricerche archivistiche hanno preso le mosse dall'individuazione di realtà, momenti e aspetti della signoria feltresca mediante l'adozione di nuovi metodi di analisi e di sintesi dei materiali di studio inediti, cui l'indagine storiografica non aveva ancora dedicato un contributo specifico. Di certo lo spoglio di una vasta tipologia di *instrumenta* notarili risalenti al XV e XVI secolo ha consentito di approfondire non solo i profili biografici di Federico di Montefeltro, di Battista Sforza e di Elisabetta Gonzaga, ma anche la loro immagine di abili governanti e di promotori culturali³. Di questi orientamenti e contenuti di studio, oltretutto di temi ridefiniti e di problematiche innovative si è nutrita la presente ricerca che ha aperto spettri conoscitivi e interpretativi sempre più ampi tanto nell'ambito della storia della città di Urbino, quanto nella varietà e complessità di manifestazioni dello Stato signorile, nell'intreccio dei legami di carattere matrimoniale e patrimoniale, diplomatico e militare, predisponendo così nel migliore dei modi il

² Tommasoli (1979, 319-338).

³ Falcioni, De Berardinis (2010, 61-119); Luzio, Renier (1976).

nostro recente approccio alla personalità e ai tempi di Federico di Montefeltro e al suo *entourage* familiare e cortigiano⁴.

I più recenti studi hanno, ad esempio, sottolineato che la complessa e lungimirante personalità di Federico si esplicitava non tanto nel suo potere, quanto nella sua capacità di giudizio e di rappresentanza nel multiforme sistema politico italiano⁵. Allievo oltremodo prediletto di Vittorino da Feltre, era egli stesso un umanista di mirabile caratura, il cui spessore culturale si rifletteva nella vasta e polimorfa biblioteca raccolta. Infatti l'anatomia della vasta e oculata raccolta di testi non mirava a costituire un mero *status symbol* ma, al contrario, l'estrinsecazione concreta della propria identità culturale. Egli adoperava correntemente il latino e conosceva anche la lingua greca, tuttavia il raffinato umanista era *in primis* un uomo di Stato scaltro, pragmatico e dotato di consapevole spirito critico. Nella calibrata saggezza che lo pervadeva, il buon senso distingueva chiaramente le «ragioni della cultura» dalle «ragioni del mestiere della guerra»: usava quindi comunicare in un ottimo latino con il papa, con i principi stranieri o con i letterati, ma adoperava invece il volgare (modulandolo sapientemente a seconda dei contesti) per interloquire con gli altri principi italiani e con tutti coloro che potessero meglio comprenderlo, al fine di edificare un dialogo più immediato quanto efficace⁶.

Se, dunque, la politica era al servizio della cultura, di un sapere creativo inteso come stile di vita e utile al presente, la tipologia del principe/umanista e di un «impresario della guerra», incarnata dallo stesso Federico, emerge con maggior chiarezza dalle più recenti acquisizioni documentarie. Si devono soprattutto agli studi di Gino Franceschini e di Walter Tommasoli la scoperta e l'edizione dell'ingente mole documentaria di storia urbinata, sparsa in diversi archivi italiani (Milano, Mantova, Siena, Firenze, Roma, Venezia)⁷: dispersa e, in buona parte perduta, a causa della cosiddetta azione di spurgo perpetuata a Firenze, dove nel secolo XVII era stato trasferito l'Archivio ducale. Del resto la fragilità conservativa degli archivi

⁴ Zampetti (1982).

⁵ Falcioni (2017, 15-43); Zorzi (2010, 126).

⁶ Alatri (1949); Falcioni (2017, 79-175).

⁷ Oltre alle corpose edizioni curate da Franceschini e da Tommasoli (1982, 2 voll.), cfr. anche Alatri (1949); Fattori, Feliciangeli (1917, 196-215); Luzio, Renier (1976); Viti (1986, 471-486); Fubini (1986, 450-470); Buscarini (1990, 58-66); Falcioni, De Berardinis (2010, 61-119).

signorili è una realtà di fatto, di cui la diaspora e la perdita di parte dell'archivio urbinato è solo un episodio eclatante.

Attualmente il fondo *Ducato Urbino*, conservato all'Archivio di Stato di Firenze, comprende documenti di molteplice natura, in copia e in originale, il cui contenuto spazia dalla politica all'amministrazione dello Stato e dei beni personali alla sfera privata. Si trovano lettere di cancellerie, carteggi di personaggi illustri, relazioni di ambasciatori esteri o all'estero, titoli, privilegi, editti, decreti, motupropri, statuti, petizioni, raccomandazioni, livelli, carte processuali, memorie e ristretti storici dell'epoca, oltre a disegni di macchine, strade, ponti, mappe dell'incastellamento del territorio, inventari di oggetti d'arte, gioielli, mobili e armi. Si tratta di una sterminata e preziosa mole documentaria, che consente lo studio delle vicende della Contea poi Ducato di Urbino da qualsiasi prospettiva: diplomatica, economica, politica, giuridica, sociale e artistica in un arco di tempo che va dall'XI al XVI secolo. Tuttavia a causa dello smembramento dell'archivio, degli scorpori, cui per esigenze varie è stato sottoposto, e del persistente stato di confusione in cui esso è stato tenuto prima dell'inventariazione di Reginaldo Tanzini (1795-1798), non si potranno mai stabilire i nessi tra i documenti e la loro articolazione, se non forse unicamente e limitatamente attraverso l'inventario delle carte rinvenute nell'archivio segreto di Francesco Maria II Della Rovere⁸.

Le testimonianze risalenti dalla seconda metà del XV secolo offrono un'immagine del Ducato di Urbino dall'estensione territoriale piuttosto ampia (con Gubbio, Cagli, Casteldurante, Sant'Angelo, Mercatello, Fossombrone, il Montefeltro e la Massa Trabaria), dalla strategica posizione geografica e dallo statuto giuridico caratterizzato dalla dipendenza della *superioritas* pontificia, mediante la concessione del vicariato. Tale legame, che garantiva solidità al potere del principe e, al

⁸ Il fondo archivistico *Ducato di Urbino* è costituito dalla sedimentazione, avvenuta in tempi diversi e per alterne circostanze di documenti provenienti da più archivi dinastici: l'archivio dei Malatesti di Pesaro e degli Sforza, che i Della Rovere erano succeduti in quella Signoria, dei Montefeltro che dello Stato urbinato furono i primi signori, dei Varano di Camerino che, dopo l'estinzione della linea maschile del casato, attraverso l'eredità di Giulia, sposa di Guidubaldo II, era stato unito a quello dei Della Rovere, ultima dinastia a governare Urbino. Tuttavia, a causa delle estrazioni e degli scorpori seguiti nei secoli, esso è soprattutto di pertinenza degli ultimi Signori, da cui tutti i monconi archivistici furono riuniti. La questione dello stato delle fonti urbinati e delle successive integrazioni e ricostruzioni roveresche è stata esposta in modo esauriente da Murano (2003, pp. 1-8).

contempo, ne assicurava il governo, seppur nell'ambito dell'accentramento attuato dallo Stato Pontificio, conobbe momenti cruciali con Federico di Montefeltro, signore di Urbino dal 1444 al 1482, che passava il testimone al figlio Guidubaldo I⁹. Questi, a sua volta, che nominò erede Francesco Maria Della Rovere, figlio della sorella Giovanna moglie di Giovanni Della Rovere, signore di Senigallia e nipote di papa Sisto IV. Così facendo, Guidubaldo non solo assicurava la continuità dinastica, ma poneva anche il Ducato di Urbino sotto l'egida di un pontefice legato da vincoli di parentela a Francesco: Giulio II Della Rovere, infatti, che sedeva sul soglio pontificio sin dal 1503, era zio del futuro duca¹⁰.

A Guidubaldo, dunque, morto nel 1508, succedeva il nipote, cui spettava il governo del Ducato di Urbino, insieme alla città di Senigallia e al Vicariato di Mondavio, ottenendo il titolo di duca, come già era accaduto per i Montefeltro. Tale successione avveniva nel solco della tradizione familiare e otteneva il beneplacito di Giulio II; Francesco riceveva, inoltre, un congruo accrescimento territoriale, che consentiva ai domini interni di poter usufruire di importanti scali quale quello di Senigallia. A favorire l'espansione territoriale di Francesco contribuivano anche alcuni eventi dinastici inaspettati: la morte di Giovanni Sforza prima (1510) e quella del piccolo Costanzo II poi (1512), infatti, decretavano la fine della Signoria sforzesca a Pesaro; Francesco I, allora, si fece consegnare Rocca Costanza, dietro pagamento di una somma di 20.000 scudi e di una promessa di altri 1.000 annui per i beni allodiali da versare a Galeazzo Sforza; in tal modo veniva investito del vicariato dal potente zio Giulio il 20 febbraio 1512.

Con la salita al soglio pontificio di Leone X de' Medici, il nepotismo si dirigeva su altri destinatari, tanto che Francesco Maria I, dopo un processo, veniva condannato in contumacia e scomunicato; privato dei suoi beni, i suoi sudditi erano liberati dal giuramento di fedeltà. Di questi domini fu investito, nel 1516, Lorenzo de' Medici; già l'anno successivo, tuttavia, Francesco Maria tentava, seppur invano, di ristabilire lo *status quo*, ma fu costretto a piegarsi definitivamente alla volontà papale anche per la mediazione da parte francese e spagnola¹¹.

Alla morte di Lorenzo, avvenuta nel 1519, il Ducato e il Pesarese rientravano nei domini pontifici, seppur smembrati: il

⁹ Falcioni (2014, 702-703); Franceschini (1970, 545-571).

¹⁰ Bonvini Mazzanti (2004^a, 11-35).

¹¹ Falcioni (2017, 34-35).

Montefeltro e San Leo, infatti, passavano ai Fiorentini come compenso per le spese militari sostenute; Senigallia veniva concessa a Giovanni Maria Varano, signore di Camerino, in cambio di prestiti ottenuti; il vicariato di Mondavio, infine, era unito a Fano, divenendo, pertanto, direttamente dipendente da Roma. Questa suddivisione dei territori rispecchiava la volontà di accentramento del Papato, al fine di ridurre progressivamente le Signorie, di dimensioni più o meno estese, presenti in quell'area strategica; tale progetto, tuttavia, si rivelava quanto mai effimero non solo a causa della morte del pontefice, ma anche per la rapida rioccupazione di quei possedimenti compiuta sin dal dicembre 1521 da parte di Francesco Maria I. Il nuovo papa, il fiammingo Adriano VI, non fece altro che constatare il ripristino della situazione precedente, investendo di nuovo Francesco Maria I quale vicario della Chiesa negli antichi possedimenti, ad eccezione del Montefeltro, che rimase ai Fiorentini sino al 1527. In cambio della promessa a mantenersi *semper sub obedientia* della Santa Sede, il duca e la sua famiglia ottenevano, con bolla del 27 marzo 1523, la riconferma sui territori per tre generazioni, a partire già dallo stesso Francesco. Una volta recuperato il Montefeltro, e sino alla Devoluzione, la Signoria roveresca non conobbe ulteriori mutamenti territoriali per poco più di un secolo (1624): l'unico cambiamento investì, nel 1548, le singole unità costituenti il dominio, che furono veicolate in unità amministrative di un unico, vasto, Ducato, con la conseguente estensione del titolo all'intero territorio¹².

Il Ducato di Urbino diventava così un'entità statale, che, evolvendosi tra i secoli XV e XVI, si inseriva in un momento di massima elasticità politica della penisola italiana, trasformando grazie all'intraprendente azione di Federico una piccola dinastia di feudatari guerrieri, quali furono i Montefeltro, in autorevoli rappresentanti del periodo rinascimentale¹³. È noto che Federico ha voluto fare di Urbino uno degli esempi classici dello «stato-opera d'arte» burckhardiano, un laboratorio per la creazione di un nuovo modello di organizzazione politica, mediante un processo di accentramento del potere da parte del duca¹⁴. Tuttavia è altrettanto noto che nella gestione principesca dei rapporti tra centro e periferia non si può ancora parlare di uno Stato

¹² Falcioni (2017, 36-43).

¹³ Falcioni (2003, 190-200); Falcioni (2007^a, 111-113); Falcioni (2007^b, 105-106); Valazzi (2005, 35-47).

¹⁴ Partner (1986, 9-21).

centralizzato e coeso sotto il profilo territoriale e amministrativo, permanendo aspetti transattivi e pattizi¹⁵. In un'ottica prettamente militare e politica, lo Stato principesco urbinato, che in età federiciana (1444-1482) si estendeva in modo pressoché unitario e stabile sull'asse Urbino-Cagli-Gubbio, traeva la sua forza da una logica di potere finalizzata all'unione e allo sfruttamento dei domini castrensi. Al momento della conquista – ma anche in seguito – si erano stipulati fra Federico di Montefeltro, da un lato, città, castelli, territori, ceti privilegiati, antiche giurisdizioni feudali, comuni dall'altro, patti e capitoli di dedizioni o di confermata approvazione dell'*auctoritas* signorile: capitoli che, se stabilivano la sovranità di Federico, rappresentavano nella forma di patto e di accordo in cui erano stato redatti, il segno di una salda titolarità di diritti da parte di chi si sottometteva¹⁶.

Dalle fonti coeve, conservate principalmente nel *Fondo Ducato di Urbino*, emerge ampiamente l'impianto dualistico nell'organizzazione dello Stato principesco urbinato, che risultò efficace soprattutto nelle aree del Montefeltro e della Massa Trabaria, dove preesistenti domini signorili, ubicati sia entro l'affermata area di influenza del potere ducale, sia ai margini di esso o intersecati nei suoi territori, derivavano la legittimità dei rispettivi domini da altri titoli e concessioni. In questa casistica rientravano, ad esempio, i di Carpegna, gli Oliva, i Brancaleoni, che ancora come vicari continuavano a riconoscere l'autorità del pontefice, corrispondendo un *census* annuale alla Camera apostolica, o di altri signori (in particolare numerosi enti ecclesiastici), e che da questi ricevevano privilegi e favori¹⁷.

Perciò lo Stato di Urbino per vedersi garantire la propria sopravvivenza non solo curava le relazioni con il proprio signore di diritto feudale, ma contemporaneamente stringeva rapporti con almeno un altro protettore dello stesso calibro (sistema del doppio legame). È proprio il caso della politica condotta da Federico di Montefeltro, il quale adempiendo agli obblighi verso il papa, di cui era vicario, offrì a lungo i propri servizi militari al re di Napoli, procurandosi così una preziosa protezione ed enormi entrate che fecero di lui il più ricco principe del tempo¹⁸.

¹⁵ Falcioni (2019, 171-213); Falcioni (2021, 503-509).

¹⁶ Falcioni (2017, 24-26).

¹⁷ Chittolini (1986, 92-93).

¹⁸ Benzoni (1995, 729-743); Falcioni (2017, 17-27); Tommasoli (1978, 75-131).

Piuttosto articolata si presenta la storia di Urbino come vicariato: quale entità *immediate subiecta* rimaneva possesso della Chiesa, che delegava *in loco e in temporalibus* un signore-vicario. È certo che il vicario disponeva di un potere pressoché assoluto sui suoi domini, sebbene fosse soggetto alla decisione di riconferma dei pontefici, che si avvicendavano sulla cattedra di Pietro¹⁹. Nel caso dei signori Montefeltro, il vicariato prima riconosciuto per brevi periodi, poi a vita, diventò di fatto ereditario con la concessione dell'*honor* ducale, impegnando tuttavia il *dominus/princeps* al versamento simbolico di un censo annuale alla Santa Sede, quasi a voler rimarcare con questo obbligo che la terra non fosse di sua completa pertinenza.

A complicare il quadro politico entravano poi in gioco le antiche classi nobiliari locali, che, essendo la maggior parte simpatizzanti del governo diretto della Chiesa, ambivano all'acquisizione di maggior prestigio nel contesto della regione feltresca a scapito dell'*auctoritas* signorile. Il potere dei duchi di Urbino traeva la sua linfa in oculate scelte di politica estera e interna, potendo contare su una scaltra azione diplomatica, sulla solidarietà dei cittadini, nonché sull'appoggio di ceti di recente nobiltà e, persino, di quelli non nobili. In particolare Federico e la consorte Battista si impegnarono a perseguire saggiamente il benessere dei sudditi, perché consapevoli che nel buon governo – di cui l'Italia rinascimentale proponeva diversi modelli, elogiati in seguito dallo stesso Niccolò Machiavelli – si rafforzava il loro *status* signorile²⁰.

Garantire un'efficiente amministrazione della giustizia, lavoro e un'equa tassazione per tutti rientrava tra gli obiettivi politici di Federico e di Battista. L'economia di condotta e la gestione del complesso apparato della compagnia di ventura feltresca, sia in tempo di guerra sia in quello di pace, ebbero ricadute economiche significative all'interno del territorio ducale: l'attività artigianale locale si specializzò nella produzione di materiale bellico, la produzione agricola venne adeguata ai bisogni dell'esercito e della corte, gli alti apparati dell'esercito fino all'ultimo soldato erano per lo più reclutati tra la nobiltà e la popolazione locale, numerosi cantieri edilizi furono allestiti per la costruzione di nuove strutture militari e civili. Che cosa determinò tutto questo in una regione priva di altre risorse è chiaramente prevedibile:

¹⁹ Carocci (2010, 108-114).

²⁰ Bonvini Mazzanti (2008, 13-19).

possibilità di lavoro per tutti, sudditi e immigrati, scongiurando l'inurbamento, la povertà e la ribellione²¹.

Di conseguenza la risorsa finanziaria derivante dalla milizia mercenaria divenne l'elemento portante che condizionò la formazione di un'entità statale (il Ducato di Urbino, appunto) sia nelle sue caratteristiche fisiche (le città, le rocche, le infrastrutture), sia nei suoi aspetti politici. Il ruolo di Federico, quale «impresario della guerra», infatti, si esplicava non solo nell'allestire e guidare le compagnie di ventura, pronte ad accorrere in caso di conflitti nazionali, ma anche nel rendere efficienti le opere architettoniche, offensive e difensive, degli Stati committenti. Era una duplice competenza, che ebbe effetti decisivi soprattutto sul territorio ducale. Federico doveva essere sempre all'altezza della situazione: dimostrare la sua aggiornata perizia militare, approntando nei suoi stessi domini fortificazioni innovative, che gli ambasciatori esteri venivano ad ispezionare prima della committenza. Per questo motivo rocche, torri e castelli, sparsi nel Ducato di Urbino, si differenziavano gli uni dagli altri, perché costruiti quale *signum* visibile di un potere signorile attento, *in primis*, all'evoluzione dei tempi e garante della difesa dello Stato. Federico, dunque, veramente esperto di architettura, era sempre alla ricerca dei più valenti architetti che, spesso, richiedeva alle altre potenze o, viceversa, era Urbino a prestarli. A ciò va aggiunto che la guerra rappresentava pure per Urbino un importante e insostituibile canale di trasmissione della cultura. Federico conobbe le maggiori corti degli Stati committenti italiani, che lo ospitarono al meglio del loro splendore, e, a seconda delle alleanze militari, risultò influenzato dall'esperienza culturale fiorentina e lombarda.

Si spiegarono così anche la «risemantizzazione urbanistico-architettonica» del capoluogo feltresco²², il fervore costruttivo di rocche e fortificazioni, il benessere di tutti i sudditi che, secondo i cronisti del tempo, divennero ricchi lavorando a tante fabbriche²³. All'interno del suo Stato, quindi, Federico volle dedicare le sue cure personali al governo di Urbino e dei territori circostanti, almeno nei periodi di una sua effettiva presenza *in locis*; quando era impegnato per condotte e spedizioni militari nella penisola, faceva provvedere in sua assenza, alla consorte Battista, ai suoi più fidati vicari e rappresentanti scelti in uno stuolo sempre più qualificato di cortigiani delle più

²¹ Tommasoli (1978, 31-71).

²² Benzoni (1995, 733). Cfr. anche Marchi (2005, 21-33).

²³ Tommasoli (1978, 70-71).

diverse provenienze, dai lontani domini lombardi fino ai centri castrensi limitrofi delle colline feltresche e umbre. Nell'urbinate la circolazione dei forestieri, più o meno direttamente legati alla sua corte e alle sue imprese, era in crescendo e Federico cercava di disciplinarla al suo servizio attraverso la catena dei rapporti personali²⁴, secondo una tradizione cavalleresca e feudale già saldamente radicata nella sua *domus*, oltreché nella più diffusa mentalità dei contemporanei. D'altronde anche nella politica estera il signore di Urbino si adoperava per conquistare spazio per i propri uomini negli uffici di città alleate, contribuendo contemporaneamente alla costruzione di un solido sostegno clientelare (come si riscontra, ad esempio, con le potenti famiglie urbinati dei Paltroni e degli Staccoli)²⁵.

Su entrambi i fronti del governo militare e politico dei sudditi emergevano nella quotidianità i problemi economici soprattutto in termini di reperibilità delle fonti di risorse (condotte e fisco, in particolare)²⁶, destinate in misura crescente a far fronte alle spese di guerra, di corte e di capillare amministrazione nello Stato di città, castelli e villaggi. In parte Federico sembrò adeguarsi ai criteri tradizionali e dinastici di conduzione dei patrimoni privati (un aspetto, questo, fondamentale per quantificare dove e come si realizzava localmente la ricchezza del signore, che investiva denaro nell'acquisto di terre, case, bestiame, sale, mulini, gualchiere, etc.), dei beni e delle risorse pubbliche, principalmente nella ripresa e nel sostegno di una politica di equilibrata integrazione fra economia rurale ed economia artigianale-commerciale urbana, come è dato avvertire dalle fonti archivistiche urbinati finora meglio studiate²⁷. Estesa, infatti, appare dagli *instrumenta* notarili l'opera di promozione delle terre boschive per una maggiore coltivazione cerealicola e vinicola, destinate assieme all'allevamento del bestiame ad alimentare nel territorio ducale la produzione manifatturiera, bellica e l'attività della cartiera di Fermignano di proprietà dei Montefeltro²⁸; ciò appariva facilitato dal forte impiego di manodopera di provenienza lombarda, veneta, dalmata e fiamminga e serviva fra l'altro a sostenere a livelli sopportabili il tenore di vita medio nella città e nel contado, depresso

²⁴ Peruzzi (1986, 225-294).

²⁵ Tommasoli (1978, 160-165).

²⁶ Tommasoli (1978, 166, 251, 318, 341); Chittolini (1986, 97-99).

²⁷ Falcioni, De Berardinis (2010, 81-90).

²⁸ Falcioni (2017, 93).

dal frequente ripetersi di carestie ed epidemie. Concorreva al raggiungimento di questi obiettivi sia una maggiore circolazione del denaro, favorita anche dalla promozione dell'attività feneratizia ebraica²⁹, sia la ripresa delle attività edilizie di costruzione e di ristrutturazione delle mura e delle fortificazioni, tanto nella città quanto nei castelli del contado con forte impiego di legnami, derivati dal disboscamento, e di materiali prodotti dalle fornaci locali; attività, queste, che fecero parte – come già detto – di un piano di riorganizzazione difensiva promosso particolarmente da Federico. Furono, poi, avviate l'arte della seta, che non ebbe però notevole fortuna malgrado il sostegno del signore, e le prime fabbriche di maioliche di Urbino e di Casteldurante, che si sarebbero sviluppate nel secolo XVI.

Per di più, se si pone attenzione ai bandi e ai decreti aggiunti dal signore di Urbino durante il suo dominio agli statuti comunali cittadini, nonché ai numerosi salvacondotti da lui concessi ai mercanti, agli artisti, agli artigiani e agli agricoltori, si potrebbe cogliere un tentativo da parte di Federico di orientare in senso liberalizzante un'economia corporativa, artigianale e commerciale basata, come del resto avveniva altrove, su strutture protezionistiche e autartiche; forse col proposito di farla rientrare nel circolo vitale dell'economia di scambio dei due grandi poli commerciali di Firenze e di Venezia, coi quali Urbino e i Montefeltro erano già da tempo in un rapporto stretto, ma inevitabilmente di evidente subordinazione economica a più livelli³⁰.

Intensa, costantemente, in ogni direzione e per un raggio d'azione sempre più esteso fu la politica di Federico, condotta con forte coerenza nonostante l'estrema mutevolezza e la precarietà dei suoi tempi. In questa prospettiva non mancarono da parte sua e degli artisti che operarono alla corte urbinata, – si vedano, ad esempio, nei due testamenti del pittore Giovanni Santi gli interessanti legati agli enti religiosi locali³¹ – vari interventi in favore del clero secolare e regolare, frequentemente destinatario di attenzioni ed elargizioni³²: infatti Federico non solo si dimostrò disponibile verso l'autorità vescovile e i canonici della cattedrale di Urbino, favoriti anche da Roma, ma pure

²⁹ Tommasoli (1979, 331-334).

³⁰ Falcioni, De Berardinis (2010, 81-89).

³¹ Falcioni (2009, 273-275).

³² Falcioni, De Berardinis (2010, 105-107).

tese a sostenere generosamente gli ordini religiosi (Domenicani e Francescani), i monasteri, le confraternite e le istituzioni a carattere assistenziale ubicate nella città e nei suoi dintorni, stabilendo in tal modo legami di patronato sulle varie realtà sociali del territorio urbinato. Oltre ai Francescani, particolarmente privilegiati dai Montefeltro, poiché le loro chiese di San Francesco e di San Donato erano divenute luogo di sepoltura dei dinasti, il signore-vicario sostenne e controllò le Osservanti di Santa Chiara dei Cortili, il cui monastero fu approntato nel 1456 per volere dello stesso Federico. Qui presero i voti negli ultimi anni della loro esistenza e morirono entrambe le contesse, Gentile Brancaleoni e Battista Sforza; qui approdò alla rigorosa scelta vocazionale la figlia di Federico, Elisabetta (suor Chiara Feltria), contribuendo con i suoi generosi lasciti alla prosecuzione dei lavori di costruzione del cenobio³³. In tale frangente sia le confraternite del *Corpus Domini* e di Santa Maria della Misericordia, sia i monasteri di Sant'Agata, di San Lazzaro fuori le mura e di Sant'Angelo di Gaifa usufruirono, a più riprese, del munifico appoggio del signore di Urbino, mentre la moglie Battista si prodigò a fondare a Urbino il Monte di Pietà, i cui capitoli risalgono al 5 aprile 1468, con il compito di sostenere i poveri della città e del contado³⁴.

Celebre fu l'affermazione di Federico secondo cui «de li denari non feci mai stima alcuna se non per spenderli»: queste parole, scritte al suo amico Camillo de' Barzi in una lettera del 1469³⁵, appartengono al periodo più felice della sua vita. Gli erano accanto, infatti, l'amata Battista, il fraterno Ottaviano degli Ubaldini ed era circondato da una corte che, secondo le testimonianze coeve, annoverava tra le cinquecento e le ottocento 'bocche', ingegni che aspiravano all'idea del Rinascimento urbinato e del suo simbolo, il palazzo, quale luogo di incontro non solo ideale, ma reale³⁶.

Il duca aveva nella sua famiglia, insieme alla sua corte, il luogo di elezione del potere, in un fitto intrecciarsi di rapporti patronali e feudali, amicizie e convenienze politiche. Essa comprendeva i grandi feudatari del Ducato in una strutturazione che, probabilmente, ricalcava quella cetuale della società. Che lo sviluppo della corte fosse legato a motivi di rappresentanza e non all'attività amministrativa che essa svolgeva, è

³³ Murano (2003, 73-74); Falcioni (2012^a); Falcioni (2012^b).

³⁴ Leonardi (1972, 130-161).

³⁵ Archivio di Stato di Milano, *Potenze estere, Marca*, cart. 147 (24 ottobre 1469).

³⁶ Marchi (2005, 21-33).

confermato anche dal fatto che, confrontando le corti degli stati di dimensioni maggiori (es. Milano) con quelle degli Stati minori (es. Ferrara), si può constatare che esse fossero composte da un numero pressoché identico di cortigiani.

In un simile contesto dell'Italia rinascimentale, dove la corte si evolveva come macchina propagandistica all'affermarsi del potere signorile e l'autorità effettivamente esercitata dai principi e dalle città dominanti tendeva a tutelare un dominio reale su aggregazioni territoriali polimorfi, anche la cancelleria diventava il luogo di elezione in cui si esplicava la quotidiana prassi di governo dello Stato e si articolavano competenze amministrative, sistemi documentari, scelte politiche, personale qualificato fortemente plasmato dalla *voluntas domini*³⁷.

La cancelleria urbinata, che occupava una stanza del Palazzo Ducale meno accessibile, ma non per questo di minor importanza come sede per la direzione del potere³⁸, era gestita da un segretario e dai cancellieri³⁹, addetti alla custodia del sigillo del signore e alla redazione di lettere⁴⁰, di «bulletini de gratia de danni dati»⁴¹, di decreti e di mandati⁴².

³⁷ Sul ruolo della cancelleria nelle strutture politiche e amministrative dello Stato regionale cfr. Leverotti (1994, 277-424); Lazzarini (2008); Ciambotti, Falcioni (2013).

³⁸ Sull'evoluzione e sull'importanza della figura del cancelliere/segretario, cfr. Ermini (1932, 76-80); Peruzzi (1986, 230-231).

³⁹ Da un'analisi comparativa delle fonti si ricava che in età federiciana avevano ricoperto il ruolo di segretari Pierantonio Paltroni, Comandino Commandini, Lodovico Stefano da Mercatello, Angelo e Federico Galli, mentre tra i cancellieri risultano Andrea Catoni da Urbino, Francesco Candefini da Urbino, Giovanni Comandini da Urbino, Agapito da Urbino, Nicolò da Sant'Angelo in Vado, Gironimo, Ludovico e Federico da Cantiano, Evangelista Mancina e Candolfino da Cagli, Giovanni da Monte Paganuccio, Sigismondo da Pergola. Cfr. Tommasoli (1978, 90, 360-361); Peruzzi (1986, 231).

⁴⁰ Riguardo alle lettere prodotte dalla cancelleria ducale un esempio è costituito dal noto manoscritto *Urbinate Latino 1198*, integralmente edito nel 1949 a cura di Paolo Alatri. Per lo studioso Michelini Tocci sarebbe «l'unico copialettere» della cancelleria urbinata (1958, 219-220), mentre per Piergiorgio Peruzzi si tratta di un interessante formulario cancelleresco, perché comprende una vasta tipologia di missive preparate per situazioni, negozi e tempi diversi (1986, 231-232).

⁴¹ Ermini (1932, 78-79)

⁴² Nel Ducato di Urbino, alla precedente legislazione statutaria, non scevra da ambizioni di una certa autonomia, si erano imposti gli interessi politici del signore attraverso la forma del decreto. Cfr. Peruzzi (1986, 232).

Per conoscere la cancelleria urbinata, preziosa fonte è la *Memoria felicissima delo Ill.mo Signor Duca Federico, Duca de Urbino, et dela sua fameglia che teneva*, autentico organigramma compilato da Susech di Casteldurante che illustrava nella sua completezza la composizione della corte ducale, seguendo un preciso ordine squisitamente gerarchico e formale⁴³. Nell'ordinato susseguirsi dei ruoli assegnati, i «secretarij in casa» e i «cancellieri» occupavano una posizione intermedia nella sovracategoria dei prestatori d'opera qualificata, collocandosi al di sotto di «gentilhomini», «maestri» e «secretarij de fora». Inoltre la completezza della designazione variava a seconda del luogo di collocazione e risultava essere direttamente proporzionale al ruolo ottenuto, di conseguenza la rilevanza gerarchica riservata ai componenti della cancelleria si connotava di una precisione onomastica, cui veniva premesso l'epiteto di 'ser'. La *Memoria* fissava a tredici il numero dei cancellieri ufficiali registrati, tuttavia l'analisi perpetrata sui documenti epistolari ha rivelato l'esistenza di un numero considerevolmente superiore di mani e quindi di verosimili esponenti di tale ufficio, tenendo anche conto del fatto che la cancelleria pare dovesse esprimere una sezione o distaccamento itinerante, destinato a seguire Federico nelle sue dinamiche peregrinazioni all'interno come all'esterno del Ducato, con particolare riferimento alle compagnie militari. Ogni cancelliere sembra provenire da formazione e pratica notarile ed è possibile che gli stessi continuassero a esercitare tale funzione parallelamente ai propri doveri pubblici. Sappiamo che la cancelleria viscontea esigeva dai propri esponenti un'impeccabile padronanza della lingua latina e delle norme della cancelleria⁴⁴, quindi è del tutto probabile che l'analoga realtà federiciana esigesse che i propri cancellieri recassero in dote requisiti e competenze quantomeno simili, seppur affiancando a tali valutazioni il meccanismo di cooptazione che i Montefeltro erano usi rivolgere a quelle famiglie che rientravano nel loro *entourage*. Tuttavia è altamente probabile che le due realtà dinamiche e oltremodo vivaci come la cancelleria e la vitale biblioteca di Federico comunicassero tra di loro, rendendo i cancellieri partecipi alla fertile attività umanistica del Ducato. Perciò, se da un lato il condottiero Federico, forgiato agli *studia humanitatis*, sosteneva con salda convinzione la necessità di distinguere le «ragioni della cultura» da

⁴³ Ermini (1932, I-X).

⁴⁴ Vitale (1953, 23-25).

quelle «del mestiere della guerra»⁴⁵, ciò non comprometteva minimamente la possibilità, probabilmente auspicata, di dotare i due ambiti sopraelencati di superfici permeabili, atte a consentire scambi virtuosi: come in Federico l'anelata sensibilità umanistica e la lungimiranza politica convivevano e comunicavano, seppur conscie delle precipue specificità, così avveniva anche per le parallele sezioni della biblioteca e della cancelleria.

Sarebbe, tuttavia, limitante misurare le fortune storiche e le qualità personali di Federico solo nella dimensione locale e regionale: la sua figura assunse decisamente rilievo quando la vediamo muoversi diffusamente e ripetutamente nella penisola, in una difficile e inesauribile gara di mobilità con il tempo: dapprima solo come generale comandante di eserciti collegati, poi come politico e diplomatico di notevole equilibrio, sagacia e prudenza, capace di svolgere un'opera assidua e preziosa di mediazione e di conciliazione. Fu in questa duplice veste di condottiero temuto e rispettato nei campi di battaglia, e di governante saggio, edificatore di pace che Federico coniugava le onerose funzioni di uomo di guerra e di Stato⁴⁶, guadagnandosi una posizione di tutto rispetto nel coevo panorama politico italiano. Da questa duplice prospettiva, le testimonianze archivistiche urbinati costituiscono tuttora un interessante e inesplorato osservatorio per approfondire una particolare tipologia di “testi” nel più vasto ambito delle testimonianze documentarie delle pratiche di scrittura di una corte e di una cancelleria, dove tutto doveva concorrere a incentivare l'immagine che il *princeps* voleva imporre di sé, quale regista di un governo perfetto e ordinato.

Bibliografia

Alatri, P. (a cura di), 1949, *Federico da Montefeltro duca d'Urbino. Lettere di stato e d'arte (1470-1480)*, Edizioni di Storia e Letteratura, XXI, Roma.

Benzoni, G., 1995, «Federico da Montefeltro», in *Dizionario Biografico degli Italiani* (= DBI), vol. XLV, pp. 722-743.

Bonvini Mazzanti, M., 1994, *Battista Sforza Montefeltro. Una “principessa” nel Rinascimento italiano*, Urbino, Argalia.

⁴⁵ Puddu (1986, 487-512).

⁴⁶ Chittolini (1986, 82-87); Puddu (1986, 487-512); Caldari (2008, 101-111).

- Bonvini Mazzanti, M., 2004^a, «Giovanni Della Rovere», in M. Bonvini Mazzanti, G. Piccinini (a cura di), *La quercia dai frutti d'oro. Giovanni della Rovere (1457-1501) e le origini del potere roveresco. Atti del Convegno di Studi (Senigallia, 23-24 novembre 2001)*, Ostra Vetere, pp. 11-43.
- Bonvini Mazzanti, M., 2004^b, «La politica culturale di Battista Sforza», in B. Cleri (a cura di), *Bartolomeo Corradini (Fra' Carnevale) nella cultura urbinata del XV secolo. Atti del Convegno (Urbino, Chiesa di San Cassiano-Castelcavallino 11-12 ottobre 2002)*, Sant'Angelo in Vado, pp. 45-65.
- Bonvini Mazzanti, M., 2008, «Politica e cultura», in *Ornatissimo Codice. La biblioteca di Federico di Montefeltro. Catalogo della mostra (Urbino, Galleria Nazionale delle Marche, 15 marzo-27 luglio 2008)*, Milano, Skira, pp. 13-19.
- Buscarini, C., 1990, «Miscellanea di documenti dell'Archivio di San Marino (sec. XV-XVII)», in *Studi Sammarinesi*, VII, pp. 58-66.
- Caldari, C., 2008, «Emblemi, imprese, onorificenze: Federico di Montefeltro letterato, condottiero e mecenate», in *Ornatissimo Codice* [v.], pp. 101-111.
- Carocci, S., 2010, *Vassalli del papa. Potere pontificio, aristocrazie e città nello Stato della Chiesa (XII-XV sec.)*, Roma, Viella.
- Chittolini, G., 1986, «Su alcuni aspetti dello stato di Federico», in *Federico di Montefeltro. Lo stato/le arti/la cultura*, vol. I, Roma, ed. Bulzoni, pp. 61-102.
- Ciambotti, M., Falcioni, A., 2013, *Il sistema amministrativo e contabile nella Signoria di Pandolfo III Malatesti (1386-1427)*, Milano, Ed. Franco Angeli.
- Ermini, G. (a cura di), 1932, *Ordini et offitij alla Corte del Serenissimo Signor Duca d'Urbino. Dal codice manoscritto della Biblioteca Vaticana (Urb. lat. 1248)*, Urbino, R. Accademia, Raffaello.
- Falcioni, A., 2003, «La politica militare e diplomatica di Sigismondo Pandolfo e Malatesta Novello», in A. Falcioni, R. Iotti (a cura di), *I Malatesti*, premessa di A. Vasina, Rimini, Banca Popolare dell'Emilia Romagna, pp. 137-210.
- Falcioni, A., 2005, «Bartolomeo Corradini (Fra' Carnevale) nelle fonti notarili dell'Archivio di Stato di Urbino», in A. Marchi, M. R. Valazzi (a cura di), *Il Rinascimento a Urbino. Fra' Carnevale e gli artisti del Palazzo di Federico. Catalogo della mostra (Urbino, Galleria Nazionale delle Marche, 20 luglio-14 novembre 2005)*, Milano, Skira, pp. 253-258.
- Falcioni, A., 2007^a, «Malatesta (de Malatestis) Sigismondo Pandolfo», in *DBI*, vol. LXVIII, pp. 107-114.

- Falcioni, A., 2007^b, «Malatesta (de Malatestis) Roberto», in DBI, vol. LXVIII, pp. 103-107.
- Falcioni, A., 2009, «Documenti urbinati sulla famiglia Santi», in L. Mochi Onori (a cura di), *Raffaello e Urbino. La formazione giovanile e i rapporti con la città natale. Catalogo della mostra (Urbino, Galleria Nazionale delle Marche, 4 aprile - 12 luglio 2009)*, Milano, Mondadori, pp. 268-333.
- Falcioni, A., 2012^a, «Montefeltro, Elisabetta da», in DBI, vol. LXXVI, pp. 51-53.
- Falcioni, A., 2012^b, «Montefeltro, Battista da», in DBI, vol. LXXVI, pp. 42-45.
- Falcioni, A. (a cura di), 2013, *L'Archivio storico del convento di San Francesco di Urbino (Studi e testi, XXXI)*, Deputazione di storia patria per le Marche, Ancona, pp. 13-28.
- Falcioni, A., 2014, «Guidubaldo da Montefeltro», in G. Sasso, G. Inglese (a cura di), *Enciclopedia Machiavelliana*, vol. I, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma, pp. 702-703.
- Falcioni, A., 2017, *Conti e duchi di Urbino. Un epistolario inedito (secoli XV-XVII)*, Roma, Carocci ed.
- Falcioni, A., 2019, «The Brancaleonis from Piobbico and the alliance with the Montefeltros (XIII-XIV centuries)», in *Urbino fra età moderna e contemporanea*, a cura di G. Dall'Olio, S. Pivato, Rimini, Panozzo ed., pp. 171-213.
- Falcioni, A., 2021, «Marche settentrionali e Romagna meridionale», in *La signoria rurale nell'Italia del tardo medioevo. 5. Censimento e quadri regionali*, a cura di F. Del Tredici, Roma, Universitalia, pp. 503-509.
- Falcioni, A., De Berardinis A. (a cura di), 2010, *Federico di Montefeltro Battista Sforza Elisabetta Gonzaga. Mostra documentaria. Catalogo della mostra (Urbino, Palazzo Ducale, Sala dei Banchetti, 13 agosto-10 ottobre 2010)*, Urbino.
- Falcioni, A., Nesci O., Borchia R., 2015, «Miejsca rozpoznanie. Krajobraz regionu Montefeltro w obrazach Piero della Francesca», in *Autoportret*, IL, n. 2, 2015, pp. 93-97.
- Fattori, A., Feliciangeli, B., 1917, «Lettere inedite di Battista da Montefeltro», in *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, XXVI, pp. 196-215.
- Franceschini, G., 1970, *I Montefeltro*, Dall'Oglio, Varese.
- Franceschini, G., 1982, *Documenti e registi per servire alla storia dello Stato d'Urbino e dei conti di Montefeltro (1376-1404)*, a cura di W. Tommasoli, 2 voll., Urbino.

- Fubini, R., 1986, «Federico da Montefeltro e la congiura dei Pazzi: politica e propaganda alla luce di nuovi documenti», in *Federico di Montefeltro. Lo stato* [v.], pp. 357-466.
- Lazzarini, I., (a cura di), 2008, «Scritture e potere. Pratiche documentarie e forme di governo nell'Italia tardo medievale (XIV-XV secolo)», numero monografico di *Reti Medievali – Rivista*, IX, <http://www.retimedievali.it>.
- Leonardi, C., 1972, «Le origini francescane del Monte di Pietà di Urbania (Note su Monti di Pietà nel Ducato d'Urbino e sugli ebrei a Casteldurante)», in *Picenum Seraphicum*, IX, pp. 130-161.
- Leverotti, F., 1994, «Cancelleria e amministrazione negli Stati italiani del Rinascimento», in *Ricerche Storiche*, XXIV, pp. 277-424.
- Luzio, A., Renier, R., 1976, *Mantova e Urbino. Isabella d'Este ed Elisabetta Gonzaga nelle relazioni familiari e nelle vicende politiche*, Torino, Roux, 1893; rist. Forni, Sala Bolognese.
- Marchi, A., 2005, «Il Rinascimento, il Palazzo Ducale, Federico da Montefeltro, Fra' Carnevale, Urbino», in *Il Rinascimento a Urbino* [v.], pp. 21-33.
- Michellini Tocci, L., 1958, «I due manoscritti urbinati dei privilegi dei Montefeltro, con una appendice lauranesca», in *La bibliofilia*, LX, pp. 206-257.
- Murano, G., (a cura di), 2003, *Colligite fragmenta. Spoglio di documenti attinenti ai conti di Montefeltro e duchi di Urbino a persone ed enti estranei allo Stato e agli interessi di quei Signori dal 1001 al 1526 conservati nel fondo Ducato di Urbino all'Archivio di Stato di Firenze* (Collana di Studi e Testi, n. XIX), Urbino, Accademia Raffaello,
- Partner, P., 1986, «Federico e il governo pontificio», in *Federico di Montefeltro. Lo stato* [v.], pp. 9-21.
- Peruzzi, P., 1986, «Lavorare a Corte “ordine et officii”. Domestici, familiari, cortigiani e funzionari al servizio del Duca di Urbino», in *Federico di Montefeltro. Lo stato* [v.], pp. 225-294.
- Puddu, R., 1986, «Lettere ed armi: il ritratto del guerriero tra Quattro e Cinquecento», in *Federico di Montefeltro. Lo stato* [v.], pp. 487-512.
- Simonetta, M., 2008, *L'enigma Montefeltro. Arte e intrighi dalla congiura dei Pazzi alla Cappella Sistina*, Milano, Rizzoli.
- Tommasoli, W., 1978, *La vita di Federico di Montefeltro 1422/1482*, Urbino, Argalia.
- Tommasoli, W., 1979, «Soluzione di politica economica nei rapporti tra governati e governanti ad Urbino nella seconda metà del XV secolo», in *Uomini, insediamenti,*

- territorio nelle Marche dei secoli XIII-XVI, Atti e memorie della Deputazione di storia patria per le Marche*, LXXXIV, pp. 319-338.
- Valazzi, M. R., 2005, «Federico da Montefeltro e Battista Sforza: le altre vie del Rinascimento Urbinate», in *Il Rinascimento a Urbino* [v.], pp. 35-47.
- Vitale, M., 1953, *La lingua volgare della cancelleria visconteo-sforzesca nel Quattrocento*, Milano, Cisalpino.
- Viti, P., 1986, «Lettere familiari di Federico da Montefeltro ai Medici», in *Federico di Montefeltro. Lo stato* [v.], pp. 471-486.
- Zampetti, P., 1982, *Federico da Montefeltro e la civiltà urbinata del Rinascimento* (Università degli Studi di Urbino, Istituto di Storia dell'arte, Quaderni di "Notizie da Palazzo Albani", X), Urbino.
- Zorzi, A., 2010, *Le signorie cittadine in Italia (secoli XIII-XV)*, Milano, Mondadori.

Francesco di Giorgio Martini a Urbino

Il fregio dell'arte della guerra tra fonti e derivazioni

Claudio Giorgione
Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci,
Milano
giorgione@museoscienza.it

È il matematico Luca Pacioli, nel suo *De Divina Proportione*, redatto in forma manoscritta nel 1498 e dato alle stampe nel 1509, il primo a citare il *fregio dell'Arte della Guerra* del Palazzo Ducale di Urbino, ricordando quanto l'esercizio dell'Arte Militare, sia nell'attacco che nella difesa, fosse subordinato alle conoscenze nei campi della matematica e della geometria, e come gli Antichi Romani ne costituissero l'esempio più perfetto¹:

[...] la defensione de le grandi e piccole repubbliche per altro nome arte militare appellata non è possibile senza la notizia de geometria aritmetica e proporzione egregiamente poterse con onore e utile esercitare. E mai niun degno esercito finalmente a obsidione o defensione deputato, de tutto proveduto se po dire, se in quello non se trovi ingegneri e novo machinator particular ordinato, commo poco inanze del gran geometra Archimede a Seracusa dicto abbiamo. Se ben se guarda generalmente tutte sue artigliarie (prendise qual voglia commo bastioni e altri reperi,

¹ I due manoscritti del *De Divina Proportione* si trovano alla Biblioteca Ambrosiana di Milano (Ms. 170 sup.) e alla Bibliothéque Publique et Universitaire di Ginevra (Ms. l.e. 210). La versione a stampa viene pubblicata a Venezia nel 1509 per i tipi di Paganino de' Paganini. In entrambe le versioni la menzione del fregio si trova nel capitolo 2.

bombarde, briccole, trabochi, mangani, ronfee, baliste, catapulte, arieti, testudini, grelli, gatti) con tutte altre innumerevoli macchine, ingegni e instrumenti sempre con forza de numeri, mensura e lor proporzioni se trovaranno fabricati e formati. Che altro sono rocche, torri, revelini, muri, antemuri, fossi, turioni e merli, manteletti e altre fortezze nelle terre, città e castelli, che tutta geometria e proporzioni con debiti livelli e archipendoli librati e assettati? Non per altro si vittoriosi furon li antichi romani commo Vegezio, Frontino e altri egregi autori scrivano, se non per la gran cura e diligente preparazione de ingegneri e altri ammiragli da terra e da mare, qual senza le matematiche discipline, cioè aritmetica, geometria e proporzioni, loro sufficienza non è possibile. Le quali cose a pieno le antiche historie de Livio, Dionisio, Plinio e altri le rendano chiare e manifeste.

Proseguendo nel testo, Pacioli evidenzia come l'Arte Militare degli Antichi, descritta dalle opere di Frontino, Vegezio Tito Livio e Giulio Cesare, fosse stata raccolta nei tempi moderni da un umanista quale il riminese Roberto Valturio², che aveva composto il suo *De Re Militari* nel 1450-55 per Sigismondo Pandolfo Malatesta. Il testo raccoglieva l'eredità classica dell'arte militare integrandola però con un ricco apparato iconografico che venne poi trasposto nella prima edizione a stampa del 1472, in latino (cui seguirà il volgarizzamento pubblicato nel 1483), facendo del *De Re Militari* il primo testo a stampa illustrato, e uno dei libri tecnici più importanti e diffusi alla fine del XV secolo, studiato e utilizzato anche da Leonardo da Vinci.

Da le quali Ruberto Valtorri peritissimo ariminese, quelle che in la degn'opera sua *de instrumentis bellicis* intitulata e a lo Illustrte Signore Sigismondo Pandolfo dicata, tutte trasse. E de dicte machine e instrumenta ad literam commo in suo libro dicto ariminese pone, e de molte altre piu assai, la felicissima memoria del congiunto e stretto affine de vostra

² Roberto Valturio (Rimini, 10 febbraio 1405 – 30 agosto 1475), figlio di Pietro di Giacomo, si perfezionò negli studi a Roma, dove successe al fratello Giacomo nel ruolo di Scrittore Apostolico. Tornato in patria nel 1446, divenne consigliere di Sigismondo Pandolfo Malatesta, dedicandogli il suo *De Re Militari*. Il volume è una compilazione della storia delle teorie e pratiche militari dagli antichi all'età contemporanea, che affronta in dodici libri la trattazione di temi come le leggi e le regole della guerra, le doti intellettuali e le virtù necessarie ai capitani, gli aspetti diplomatici e politici. Una delle principali novità del trattato consisteva nel ricco apparato illustrativo che restituiva graficamente congegni bellici dell'antichità descritti da Plinio, Frontino e Vegezio, unitamente a macchine e apparati medioevali. Il manoscritto ebbe una grande diffusione in tutta Europa, grazie all'allestimento di uno scriptorium a Rimini coordinato da Valturio stesso che si avvale del copista Sigismondo di Niccolò Alemanno. A tal proposito si veda Giorgione (2019, 199-204).

celsitudine, Federico Feltrese Illustrissimo Duca de Urbino, tutto el stupendo edificio del suo nobile e ammirando palazzo in Urbino, circumcirca da piede in un fregio de viva e bella pietra per man de dignissimi lapicidi e scultori, ordinatamente feci disporre. Si como fra gli altri de Julio Cesare de l'artificioso ponte in suoi commentarii se legi.

Citando e lodando l'opera di Valturio, Pacioli la collega proprio all'impresa commissionata da Federico da Montefeltro per il Palazzo Ducale di Urbino, che in questa occasione viene citata per la prima volta, ossia la decorazione dello schienale (postergale) della facciata del palazzo verso la piazza pubblica. Il fregio³, composto di circa ottanta formelle⁴, era dedicato all'Arte della Guerra e utilizzava come soggetti, oltre ai classici soggetti all'antica con trofei, armature e panoplie, una serie di macchine da guerra e da lavoro, mai fino a quel momento utilizzati come tema iconografico su così larga scala nella decorazione di un pubblico palazzo. Veniva così celebrata non solo l'importanza dell'arte della guerra ma anche quello della *machinatio* in generale e del ruolo dell'ingegnere umanista come figura di primo piano nella corte feltresca. Stando all'equazione di Pacioli, celebrando l'arte militare, il fregio indirettamente esaltava le scienze matematiche, che insieme al culto della prospettiva, avevano trovato a Urbino un terreno fertile, grazie all'opera di Luciano Laurana, Piero della Francesca, Fra' Carnevale e non da ultimo, Donato Bramante, unita alla lungimirante committenza del duca Federico da Montefeltro e del di lui figlio Guidobaldo, a cui Pacioli aveva dedicato nel 1494 la sua *Summa de Arithmetica*.

Il fregio rimase in opera nella sua sede originaria fino al 1756, quando fu distaccato dalla facciata per volontà del cardinale Giovan Francesco Stoppani, nell'intento di preservare le formelle dal degrado degli agenti atmosferici che aveva già reso illeggibili alcuni soggetti, con l'intenzione di costituire all'interno del Palazzo Ducale un museo lapidario. L'intervento, molto complesso (e che portò alla distruzione di una formella), venne eseguito dall'architetto Giovan Francesco Buonamici, che distaccò le formelle riallestendole nelle soprallogge del cortile interno, senza rispettare purtroppo l'ordine originale con cui erano presentate sul postergale. Nel Secondo Dopoguerra le formelle

³ Sulle vicende del fregio, e in generale su tutte le questioni iconografiche e le relative fonti, indispensabile riferimento rimane lo studio monografico di Grazia Bernini Pezzini (1985)

⁴ Le formelle conservate sono settantadue.

vennero rimosse restituendo alle soprallogge la loro originale spazialità e dopo alterne vicende, che ne hanno ulteriormente ammalorato lo stato conservativo, hanno finalmente di recente trovato una nuova collocazione nelle sale al pianterreno anticamente occupate della biblioteca del duca Federico.

Il legame tra il fregio urbinato e l'opera ispiratrice di Roberto Valturio (e indirettamente delle sue fonti classiche Frontino e Vegezio), citata da Pacioli, trova riscontro nella presenza, nella biblioteca del duca Federico da Montefeltro, dei manoscritti di tutti e tre i trattati, passati poi, come tutta la biblioteca ducale, alla Biblioteca Apostolica Vaticana nel 1657 per volontà di papa Alessandro VII⁵. Pacioli, d'altra parte, lascia chiaramente intendere che il fregio traeva ispirazione da «più altre assai» fonti iconografiche.

La letteratura antica riconosce queste “più altre assai” fonti nei disegni di macchine del senese Francesco di Giorgio Martini. Già Giorgio Vasari, nella vita di Francesco di Giorgio Martini, definito come «grandissimo ingegnere», ricorda il fregio «che dipinse di sua mano nel palazzo di Urbino, il quale è tutto pieno di simili cose rare appartenenti alla guerra»⁶.

Fu Francesco grandissimo ingegnere, e massimamente di machine da guerra, come mostrò in un fregio che dipinse di sua mano nel detto palazzo d'Urbino, il qual è tutto pieno di simili cose rare, appartenenti alla guerra. Disegnò anco alcuni libri tutti pieni di così fatti instrumenti; il miglior de' quali ha il signor duca Cosimo de' Medici fra le sue cose più care. Fu il medesimo tanto curioso in cercar d'intender le machine et instrumenti bellici degl'antichi, e tanto andò investigando il modo degl'antichi anfitratti e d'altre cose somiglianti, ch'elleno furono cagione che mise manco studio nella scultura

⁵ Come ricordato da Vespasiano da Bisticci nel suo *Commentario de la vita del signore Federico duca d'Urbino*, «In quella libreria i libri tutti sono belli in superlativo grado, tutti iscritti a penna, e non ve n'è ignuno a stampa, chè se ne sarebbe vergognato, tutti miniati elegantissimamente, et non v'è ignuno che non sia scritto in cavretto». Si veda Vespasiano da Bisticci (1970, 398). Il *De Re Militari* di Valturio, manoscritto datato al 1462, è il Codice Urb. Lat. 281, mentre lo *Stratagemata* di Frontino e l'*Epitoma Rei Militaris* di Vegezio sono copiati insieme nel Codice Urb. Lat 1221, datato a prima del 1474. Nella stessa sua opera, Vespasiano fa riferimento esplicito a questi manoscritti: «tutte l'opere *De Re Militari*, tutti i libri delle macchine degli antichi per spingere una terra, e quelle de' moderni che vera uno libro singolarissimo». Sulla biblioteca di Federico da Montefeltro si veda Peruzzi (2008)

⁶ Giorgio Vasari, *Vita di Francesco di Giorgio*, in Vasari (1568).

Probabilmente Vasari non ebbe modo di vedere direttamente il fregio, facendo confusione tra i disegni di macchine presenti nel corpus martiniano e il fregio vero e proprio. Anche Bernardino Baldi riporta l'ideazione del fregio a Francesco di Giorgio, scrivendo che il senese «si dilettò meravigliosamente di macchine antiche, e ne fece un libro, che oggi è tenuto in molta stima nella famosa libreria dei Medici»⁷. In questa occasione viene anche per la prima volta riferito il nome dell'esecutore materiale del fregio, ossia lo scultore milanese Ambrogio Barocci⁸, che lavorò anche all'esecuzione dei portali e dei fregi dei camini all'interno del palazzo.

Il legame tra il fregio e l'opera di Francesco di Giorgio venne già evidenziato nel XIX secolo, quando Carlo Promis⁹ mise in relazione le formelle ai disegni di macchine presenti nel Manoscritto Saluzziano 148 della Biblioteca Reale di Torino, relativo alla prima redazione del *Trattato di Architettura Militare e Civile*. Promis riconosceva anche un'altra fonte per le formelle nel Codice Milit. 383 della stessa biblioteca, ritenendolo autografo del Martini, ma che oggi sappiamo una copia dell'originale, Ms 24949 ora al British Museum¹⁰. Su questa copia si tornerà a breve, a dimostrazione della fortuna che l'opera martiniana ebbe a Urbino, dando origine tra l'inizio del XVI e l'inizio del XVII secolo a una serie di copie ed estratti dei suoi lavori, mediati anche dal fregio stesso. È fuor di dubbio, come sottolineato dalla critica, che proprio a Urbino, a partire dal 1476, Francesco di Giorgio stendesse la prima versione del suo *Trattato*, rifacendosi all'opera di Vitruvio accostata a un ingente numero di disegni di architetture, macchine e congegni. Chiamato infatti da Federico in primis come ingegnere

⁷ Bernardino Baldi, *Descrizione del Palazzo Ducale di Urbino*, Venezia, 1590. Cfr. Baldi (1826, 307).

⁸ Ambrogio Barocci, milanese ma documentato a Urbino dal 1472, ebbe un ruolo fondamentale nella decorazione del Palazzo Ducale di Urbino, scolpendo anche i portali dell'appartamento del duca e le decorazioni dei camini. Amico di Giovanni Santi, padre di Raffaello, fu il bisnonno del pittore Federico Barocci. Sul suo ruolo nella decorazione del palazzo si veda Ceriana (2004, 269-304).

⁹ Cfr. Promis (1841, 29).

¹⁰ Sia il Codice Saluzziano 148, ora alla Biblioteca Reale di Torino, che il Manoscritto 24949 del British Museum, denominato *Opusculum de Architectura*, provengono dalla Biblioteca di Federico da Montefeltro. Si veda a tal proposito Maltese (1967).

idraulico¹¹, ben presto venne impiegato con mansioni di architetto presso la corte feltresca¹².

Oltre a Valturio e Francesco di Giorgio Martini, i due riferimenti a cui si ricollegano alcune formelle sono da iscrivere a Mariano di Jacopo, detto il Taccola e Giuliano da Sangallo, in particolare per rilievi di navi antiche presenti nel Codice Barberiniano Latino 4424 a loro volta ripresi dal Codice Escorialense¹³. L'esecuzione del fregio dovette iniziare verso la fine del 1474, partendo dai soggetti tratti dalle incisioni di Valturio. L'arrivo di Francesco di Giorgio a Urbino può essere collocato tra il 1476 e il 1477, con le prime commissioni da parte del duca Federico rispetto a opere di ingegneria idraulica e militare. È plausibile che il duca gli affidasse fin da subito la direzione dei lavori per il fregio, e che il Martini da quel momento in poi utilizzò come soggetto i propri disegni oppure quelli del più anziano Taccola, che ebbe modo di conoscere a Siena.

Senza entrare ulteriormente nei dettagli attributivi e iconografici, in questa sede vorrei mettere a fuoco due temi: il primo legato a una replica parziale del fregio stesso e al suo significato (legato alle precarie condizioni di conservazione in cui si trovava nel Secondo Dopoguerra); il secondo riferito a una copia antica delle fonti iconografiche martiniane, queste ultime a testimonianza della fama che l'opera martiniana ebbe subito dopo la sua esecuzione. Nel 1959 il soprintendente alla Gallerie delle Marche, Giuseppe Marchini, scrisse all'ingegner Guido Ucelli¹⁴, presidente del Museo Nazionale della

¹¹ Definito dai documenti senesi come “maestro di bottini” (condotte dell’acqua). Cfr. Maltese (1967).

¹² Al soggiorno urbinato di Francesco di Giorgio sono attribuiti i principali seguenti progetti architettonici: la Rocca di Sassocorvaro, il completamento della fabbrica del Palazzo Ducale di Urbino (dopo la morte di Luciano Laurana), il rifacimento del Duomo e la costruzione, fuori le mura, della chiesa di San Bernardino (come mausoleo ducale) e il monastero di Santa Chiara, sempre a Urbino; a Gubbio il Palazzo Ducale, costruito sulle preesistenze; le rocche di Cagli, Mondolfo e Mondavio e gli aggiornamenti delle rocche di San Leo e Fossombrone. Si veda a proposito Fiore e Cieri Via (1997) con relativa bibliografia.

¹³ Per i singoli raffronti tra formelle e manoscritti di riferimento si veda Bernini Pezzini (1985).

¹⁴ Guido Ucelli (Piacenza 1885 – Milano 1964) fu industriale, mecenate e fondatore del Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica, di cui fu Presidente dal 1953 alla morte. Laureatosi al Politecnico, entrò alla Riva e Calzoni, di cui divenne Presidente. Fu uno degli attori del recupero delle Navi Romane del Lago di Nemi, impresa che

Scienza e della Tecnica, in merito al progetto di calcare le formelle e dividere così i costi di realizzazione¹⁵.

Mi è stata suggerita tempo fa la Sua persona come quella che potrebbe contribuire validamente a dare effetto ad un progetto auspicato, con vantaggio reciproco dell'Istituto da Lei presieduto e di questa Soprintendenza.

Si tratta dei rilievi che una volta adornavano il basamento della facciata principale del Palazzo Ducale di Urbino, eseguiti con tutta probabilità su disegno di Francesco di Giorgio Martini, raffiguranti in gran parte macchine, trofei e arnesi bellici, costituenti un insieme d'altro interesse artistico e scientifico.

Tali bassorilievi furono nel XVIII sec. tolti d'opera per meglio conservarli e si trovano adesso nell'interno del Palazzo Ducale: ma sarebbe auspicabile, giovandosi dei moderni mezzi di riproduzione, calcarli in cemento e di ricollocare le riproduzioni al luogo originario dei bassorilievi stessi.

Nel contempo una copia del calco potrebbe arricchire la documentazione del Museo della Tecnica. Così anche la ripartizione delle spese relative renderebbe più facilmente attuabile il progetto.

Qualora Ella condividesse l'utilità di quanto prospettato, Le sarei grato di un cenno e potremmo allora discutere più precisi accordi in proposito.

Mi voglia scusare l'iniziativa di questo intervento.
Intanto La saluto distintamente

Da parte sua Marchini faceva riferimento al proposito di ricollocare il fregio, o meglio una sua copia, nella sua sede originaria: intenzione che poi si interruppe sul nascere e a oggi sono alcuni calchi si trovano sul postergale della facciata, sufficienti però a dare conto dell'originale posizionamento.

Il Museo della Scienza era stato inaugurato nel febbraio del 1953 al termine delle celebrazioni per il quinto centenario della nascita di Leonardo da Vinci. La Galleria centrale esponeva i modelli di macchine e architetture costruiti a partire dall'interpretazione dei manoscritti vinciani. Negli anni a seguire, il Museo si stava sviluppando grazie a una campagna di acquisizioni di beni storici e l'apertura di numerose sezioni espositive. Ucelli era dunque sempre molto attento e recettivo nelle proposte di nuove opere che avrebbero potuto arricchire l'esposizione.

gli permise di entrare tra i protagonisti della vita culturale nel periodo fascista. Si veda a proposito Bigatti (2011).

¹⁵ Archivio Storico Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci (ASMUST), Corrispondenza II Serie, n. 212.

Per questo motivo accettò di partecipare alla copertura finanziaria della realizzazione dei calchi selezionando undici formelle particolarmente interessanti e confermando il prezzo proposto dalla Soprintendenza di Urbino per pagare il formatore, ossia 15.000 lire per formella¹⁶. Per farlo utilizzò le incisioni contenute nelle *Memorie concernenti la città di Urbino*, di Bernardino Baldi e Francesco Bianchini, edito nel 1724 e documento essenziale poiché redatto prima del distacco delle formelle dallo schienale della facciata. Vennero scelte undici formelle da calcare, rappresentative delle varie diramazioni della *machinatio* rinascimentale, congegni per il sollevamento dell'acqua, gru, battipali, seghe idrauliche, tutte declinazioni di quelle branche dell'ingegneria pratica necessarie, citando Pacioli, al «novo machinator» al servizio di un condottiero¹⁷.

Il 4 maggio 1960 Marchini avvisò Ucelli che la stagione era finalmente propizia per l'esecuzione dei calchi, pronti per il 14 ottobre successivo. L'ultima missiva di Guido Ucelli, datata 17 gennaio 1961, conferma l'arrivo delle formelle al Museo. La scelta espositiva adottata non fu purtroppo quella di esporre le formelle insieme, all'interno della Galleria Leonardo, contestualizzandole rispetto al tempo e al luogo in cui furono realizzate, ma di distribuirle invece in diversi punti del Museo, soprattutto lungo le scale di collegamento tra i vari piani, con un criterio di dialogo con le diverse esposizioni. Naturale che nel corso dei decenni il significato delle opere, peraltro penalizzate da una collocazione sfortunata, andò perdendosi. Nel 2011, dopo mezzo secolo di esposizione, i calchi delle formelle furono disallestiti e successivamente restaurati, una volta ricomposta la loro storia, il loro significato e la loro importanza rispetto al contesto culturale di cui facevano parte¹⁸. I calchi costituiscono un prezioso documento di

¹⁶ Ucelli chiese di far patinare il gesso (anche se nelle lettere di parla di cemento) a imitazione della pietra.

¹⁷ Le formelle scelte, secondo la numerazione del Bianchini, furono: I (Elevatore d'acqua a vite), IV (Noria a rosario per sollevare acqua), V (Noria per sollevare acqua), XLII (Quadrireme), XLVIII (Elevatore di sassi su barche), L (Fortificazione regolabile in altezza), LXI (Fortificazione regolabile in altezza), LXVI (Battipalo su barche), LXVIII (Sega idraulica), LXIX (Riparo piramidale per bomba), LXXII (Gru girevole). L'esclusione più grave, a mio avviso, fu quella della formella raffigurante l'*Arabica Machina* da Valturio, all'epoca considerata meno importante visto il non diretto legame con temi di ingegneria. Si veda ASMUST, cit.

¹⁸ Nel 2012 sei formelle erano state esposte alla mostra "Leonard de Vinci. Dessins, projects, machines" tenutasi alla Cité du Sciences di Parigi (mostra tenutasi successivamente, dal 2013 al 2018 a Monaco di Baviera, San Paolo del Brasile, Brasilia, Londra, Lodz). Le altre cinque formelle vennero esposte nel 2014 in occasione della

raffronto con le formelle originali, dal precario stato di conservazione a causa della loro storia espositiva, ulteriormente aggravatosi nella seconda metà del XX secolo. Molti dettagli, che nelle formelle originali risultano oggi abrasati e poco leggibili, nei calchi sono maggiormente apprezzabili¹⁹.

La prima esposizione della serie completa dei calchi è avvenuta nel 2019, in occasione della mostra “Leonardo da Vinci. La scienza prima della Scienza”, curata da chi scrive e tenutasi presso le Scuderie del Quirinale di Roma. Per l’occasione, i calchi delle undici formelle sono stati pubblicati per la prima volta²⁰ e messi a confronto con alcuni manoscritti provenienti dalla biblioteca di Federico da Montefeltro, che hanno permesso un inedito confronto tra i rilievi, le fonti manoscritte ma anche con le copie antiche realizzate dal fregio stesso, in un rapporto inverso e molto interessante²¹ tra originali e derivazioni. Queste ultime sono la prova della fortuna che il fregio e l’opera di Francesco di Giorgio godettero a Urbino, tanto che copie parziali dei suoi lavori furono prodotte per tutto il secolo seguente. Gli anonimi copisti, tra il XVI e l’inizio del XVII secolo, si concentrarono di volta in volta sui disegni di macchine del *Codicetto* di appunti, dell’*Opusculum de Architectura* e del *Trattato* stesso, tutti conservati all’epoca ancora nella

mostra “Leonardo da Vinci. Flexible thinking” all’Energimuseet di Bjerrinbro, Danimarca.

¹⁹ Dal dicembre 2019 i calchi delle undici formelle sono esposti nelle nuove Gallerie Leonardo presso il Museo.

²⁰ Cfr. Giorgione (2019, 108-109) e relativa bibliografia.

²¹ A confronto con gli undici calchi del fregio erano esposti sia manoscritti costituenti le fonti del fregio, sia copie antiche di disegni tratti invece dal fregio stesso. Del primo gruppo facevano parte: dalla Biblioteca Nazionale Centrale il manoscritto degli *Ingenieis* di Mariano di Jacopo, detto il Taccola, Cod. Pal. 766; dalla Biblioteca Apostolica Vaticana (i primi due parte della biblioteca di Federico da Montefeltro) il *De Re Militari* di Roberto Valturio, Urb. Lat. 281, un foglio (144v – 145r) dal *Codicetto Urbinato* di Francesco di Giorgio Martini, Urb. Lat. 1757, un foglio (35r) del *Codice Barberiniano* di Giuliano da Sangallo, Barb. Lat. 4424. Al secondo gruppo appartenevano invece: dalla Biblioteca Nazionale Marciana di Venezia un manoscritto di Guidobaldo dal Monte, realizzato a Urbino sul finire del XVI sec. ispirandosi sia al fregio che all’*Opusculum martiniano* del British Museum; dalla Biblioteca Apostolica Vaticana il manoscritto di anonimo, realizzato nel XVI sec., raffigurante le formelle del fregio. Urb. Lat. 1397. In mostra era anche presente il Manoscritto Ashburnham 361 della Biblioteca Medicea Laurenziana di Firenze, corrispondente alla prima redazione del *Trattato di Architettura Militare e Civile* di Francesco di Giorgio Martini (con 12 note vergate da Leonardo da Vinci, unico volume identificato della sua biblioteca), riunito coi quattro fogli strappati nel XIX secolo proveniente dalla Biblioteca Panizzi di Reggio Emilia

biblioteca ducale, feltresca prima e roveresca poi²². A questi manoscritti se ne aggiunse uno, proveniente dalla Biblioteca del Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia, rimasto inedito fino alla sua pubblicazione nel 1993 da parte di Laura Gioppo. Si tratta di una copia parziale del *Trattato di Architettura Militare e Civile*, nella prima redazione, probabilmente compilata all'inizio del XVII secolo da un anonimo copista, che lo estese riferendosi al Codice Ashburnham 361, col quale condivide alcune imprecisioni lessicali²³. I disegni delle macchine, di grande qualità e accuratezza, sono realizzati probabilmente al tratto da mani diverse; in taluni casi sono rifiniti da ombreggiature acquerellate. Il manoscritto, acquisito dal Museo sul mercato antiquario, è denominato *Codice Orsetti*, dal nome antico proprietario attestato da una nota di possesso, Antonio Orsetti, probabilmente appartenente a un'omonima famiglia lucchese. La datazione del codice è giustificata sia dalla scrittura corsiva che dall'uso della grafite, mentre l'area di produzione, dall'analisi linguistica, può essere riferita alla Toscana. Grazie alla numerazione delle carte (dalla 134 alla 154, poi rinumerate da 1 a 20) possiamo desumere che sia arrivata a noi solo una parte di una trascrizione più ampia del *Trattato*, esattamente i capitoli dedicati alle macchine correlate all'acqua (elevatori d'acqua, pompe, congegni per lo spostamento di pesi su fondali, mantici, seghe idrauliche) e per sollevare i pesi (i cosiddetti *tirari*, macchine per il sollevamento e trascinamento dei pesi, per innalzare obelischi, battipali). Sicuramente questa e le altre copie manoscritte già citate favorirono la circolazione dei testi ma soprattutto dei disegni di macchine di Francesco di Giorgio Martini²⁴, fungendo proprio da intermediari con l'opera degli ingegneri

²² Oltre ai manoscritti già citati, sono da ricordare altre copie antiche da Francesco di Giorgio Martini: due manoscritti della Biblioteca Reale di Torino, il Milit. 383, copia dell'*Opusculum* del British Museum (ma scambiata per originale dal Promis) realizzata nel 1568 per volontà del duca Guidobaldo II Della Rovere per essere inviata al duca Emanuele Filiberto di Savoia e il Milit. 238, realizzato verso il 1530 copiando parzialmente il *Trattato* del Codice Ashburnham 361 (entrambi i Codici esposti anch'essi alla mostra delle Scuderie del 2019). Vale la pena menzionare una copia parziale di inizio XVI sec. del *Codicetto* martiniano, realizzata da un copista elegante, dove scritto e disegni si susseguono fittamente nei fogli: si tratta del Manoscritto G.3.5.3 della Biblioteca Bertoliana di Vicenza. Per una disamina generale di tutti questi manoscritti, si veda Galluzzi (1991) e Scaglia (1992).

²³ Cfr. Gioppo (1993).

²⁴ Cfr. Reti (1963, 287-298), uno dei primi a occuparsi di questo tema.

meccanici ed eruditi compilatori dei successivi *Theatri Machinarum*²⁵. È dunque fuori di dubbio che i compilatori di questi eleganti volumi illustrati a stampa ebbero accesso, se non ai manoscritti originali, perlomeno alle loro copie antiche che, circolando, diffusero la *machinatio* martiniana in maniera capillare, ricoprendo un ruolo fondamentale in questa operazione culturale di recupero della scienza vitruviana che Martini contribuì a far riscoprire.

²⁵ A proposito dei *Theatri Machinarum* tra XVI e XVII secolo, si veda Dolza (2002, 493-512) e Cristiano Zanetti, *Leonardo e i meccanici del Rinascimento*, in Giorgione (2019, 31-35; 178-179) con relativa bibliografia.



Fig.1 Ambrogio Barocci (da Francesco di Giorgio Martini), Elevatore d'acqua a vite, calco in gesso, 1960-61, inv. 2377, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci

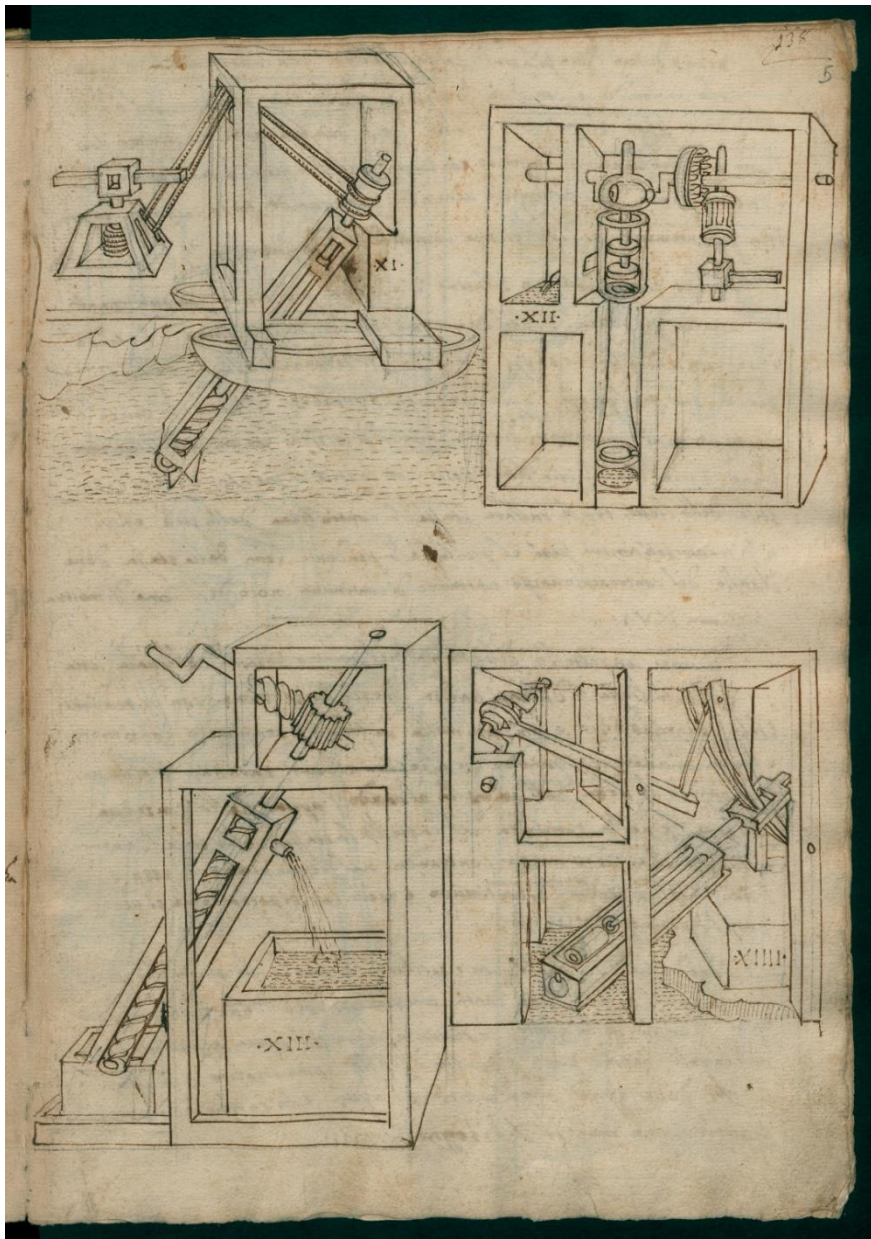


Fig. 2 Anonimo copista (da Francesco di Giorgio Martini), Elevatore d'acqua a vite e altre macchine idrauliche, Codice Orsetti, inizi XVII sec., c. 5r, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci



Fig. 3 Ambrogio Barocci (da Francesco di Giorgio Martini), Noria per il sollevamento dell'acqua, calco in gesso, 1960-61, inv. 2270, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci

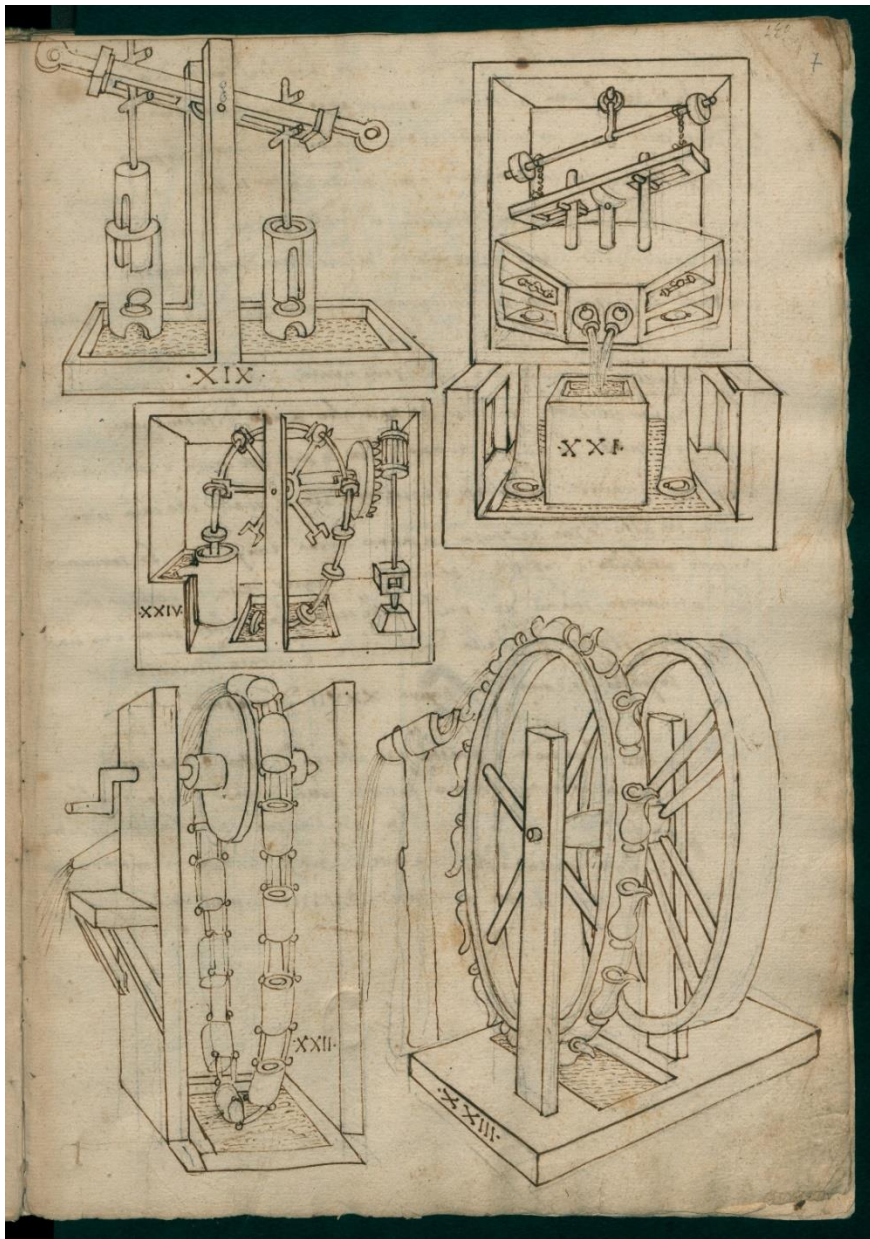


Fig. 4 Anonimo copista (da Francesco di Giorgio Martini), Noria per il sollevamento dell'acqua e altre macchine idrauliche, Codice Orsetti, inizi XVII sec., c. 7r, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci



Fig. 5 Ambrogio Barocci (da Francesco di Giorgio Martini), Elevatore di sassi su barche, calco in gesso, 1960-61, inv. 4878, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci

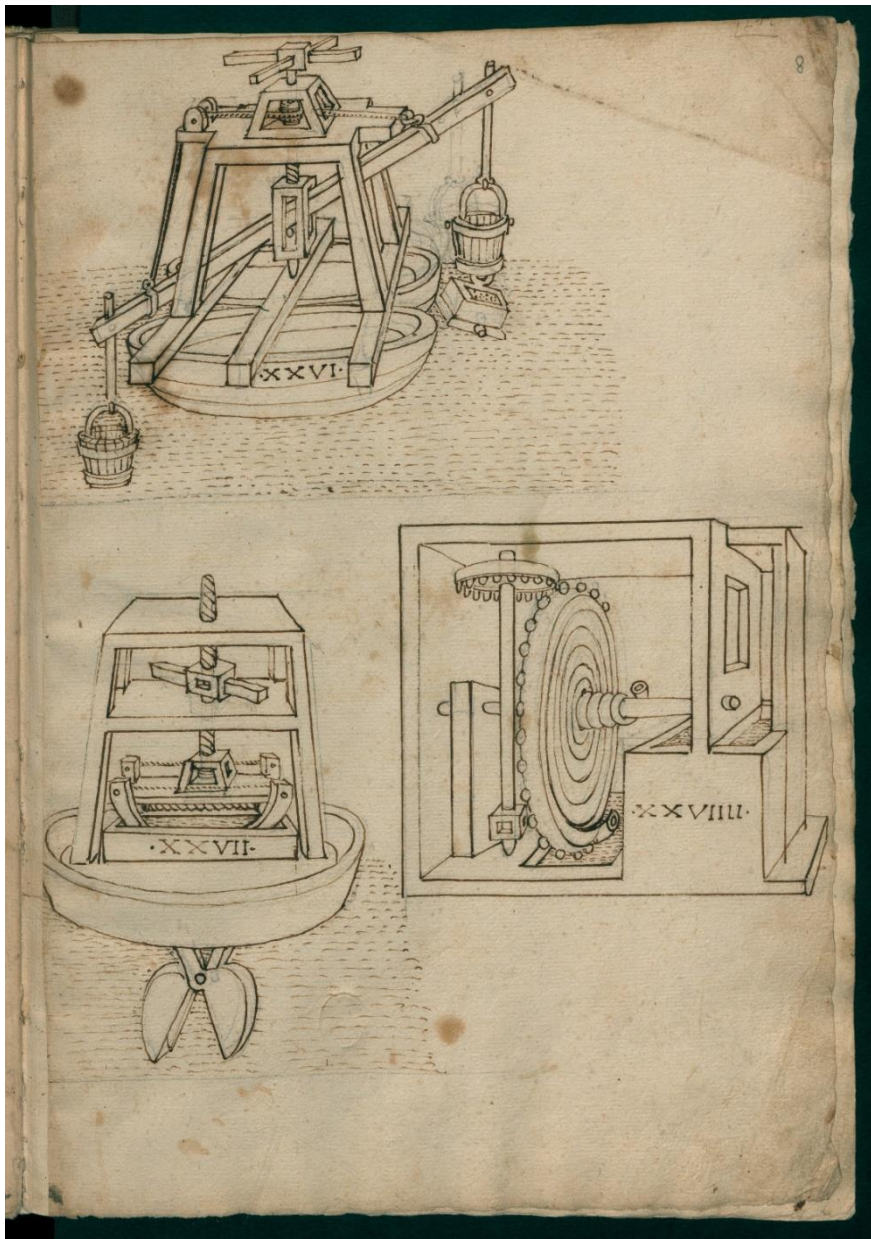


Fig. 6 Anonimo copista (da Francesco di Giorgio Martini), Elevatore di sassi su barche e altre macchine, Codice Orsetti, inizi XVII sec., c. 8r, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci

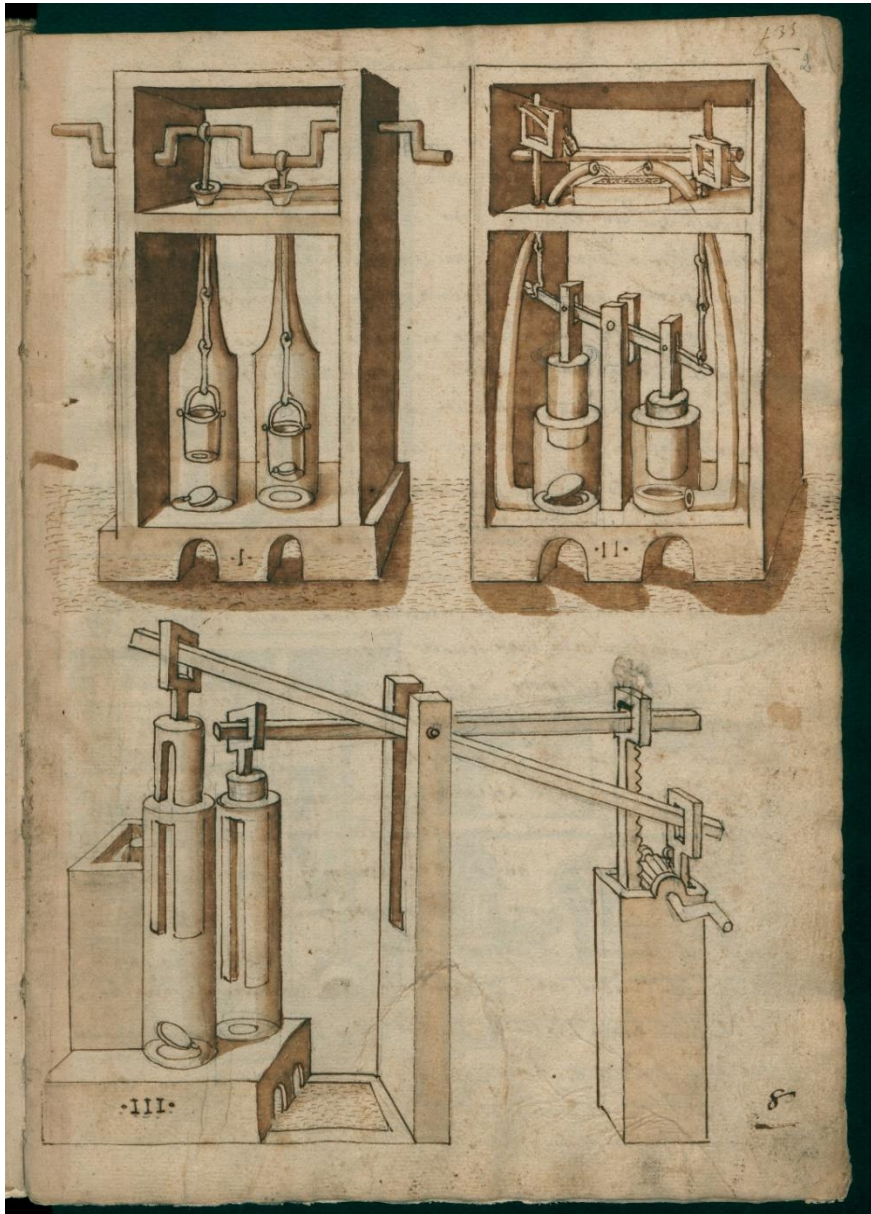


Fig. 7 Anonimo copista (da Francesco di Giorgio Martini), Pompe idrauliche, Codice Orsetti, inizi XVII sec., c. 2r, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci

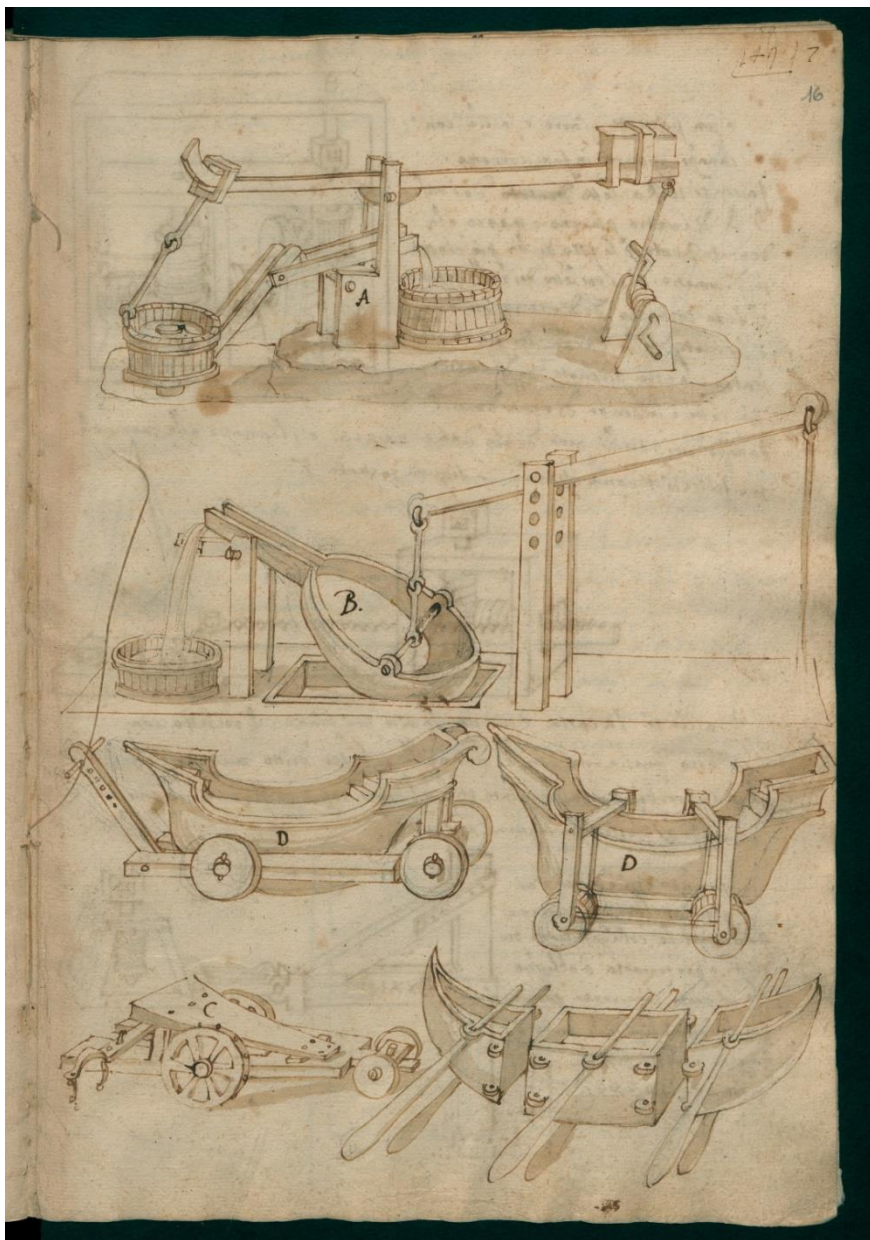


Fig. 8 Anonimo copista (da Francesco di Giorgio Martini), Solleватели d'acqua e barche componibili, Codice Orsetti, inizi XVII sec., c. 16r, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci



Fig. 9 Ambrogio Barocci (da Francesco di Giorgio Martini),
Fortificazione regolabile in altezza, calco in gesso, 1960-61, inv. 4879,
Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci



Fig. 10 Ambrogio Barocci (da Francesco di Giorgio Martini), Sega idraulica, calco in gesso, 1960-61, inv. 5760, Milano, Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci

Bibliografia

- Baldi, B., 1826, *Vita e fatti di Federigo di Montefeltro duca di Urbino istoria di Bernardino Baldi*, Bologna, Tipografia Turchi, Veroli e comp.
- Bernini Pezzini, G., 1985, *Il fregio dell'arte della guerra nel palazzo ducale di Urbino. Catalogo dei rilievi*, Roma, Istituto Poligrafico dello Stato.
- Bigatti, G. (a cura di), 2011, *Guido Ucelli di Nemi. Industriale, umanista, innovatore*, Milano, Hoepli.
- da Bisticci, V., 1970, *Le vite. Ed. critica con introduzione e commento di Aulo Greco*, Firenze, Istituto Nazionale per gli Studi sul Rinascimento.
- Ceriana, M., 2004, «Ambrogio Barocci e la decorazione del palazzo Ducale di Urbino», in *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro. Atti del Convegno tenutosi a Urbino (11-13 ottobre 2001)*, Firenze, Olschki.
- Dolza, L., 2002, «Jacopo Strada. Collezionismo e macchine tra Riforma e Controriforma», in *Mélanges de l'École française de Rome*, 114, 2.
- Fiore, F.P. e Cieri Via, C., 1997, «Francesco di Giorgio Martini», in *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 49, Roma, Treccani.
- Galluzzi, P. (a cura di), 1991, *Prima di Leonardo. Cultura delle macchine a Siena nel Rinascimento*, Milano, Electa.
- Gioppo, L., 1993, «Una copia sconosciuta del Trattato di Francesco di Giorgio Martini: il Codice Orsetti della Biblioteca del Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica di Milano», in *Raccolta Vinciana*, XXV, Milano.
- Giorgione, C. (a cura di), 2019, *Leonardo da Vinci. La Scienza prima della Scienza*, Napoli, Arte'm.
- Maltese, C. (a cura di), 1967, *Francesco di Giorgio Martini. Trattati di Architettura, Ingegneria e Arte Militare*, Milano, Edizioni il Polifilo.
- Peruzzi, M., 2008, *Ornatissimo codice: la biblioteca di Federico di Montefeltro*, Milano, Skira.
- Promis, C., 1841, *Vita di Francesco di Giorgio Martini*, Torino, Tipografia Chirio e Mina.
- Reti, L., 1963, «Francesco di Giorgio Martini's Treatise on Engineering and its Plagiarists», in *Technology and culture*, vol. 4, n.3, pp. 287-298.

Scaglia, G., 1992, *Francesco di Giorgio. Checklist and History of Manuscripts and Drawings in Autographs and Copies from ca. 1470 to 1687 and Renewed Copies 1764-1839*, Bethlehem, Lehigh University Press.

Vasari, G., 1568, *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*, Firenze, presso Giunti.

Luca Pacioli e gli ingegneri del Rinascimento

Il significato culturale del fregio del Palazzo Ducale di Urbino

Argante Ciocci
Seminario di Storia della Scienza - Università di Bari
argante1971@gmail.com

1. Introduzione

Le macchine di pietra raffigurate nelle formelle realizzate da Ambrogio Barocci per decorare lo zoccolo del Palazzo Ducale di Urbino non costituiscono soltanto una illustrazione e manifestazione figurativa del potere politico e militare di Federico da Montefeltro, ma assumono anche un valore culturale nell'ambito della nobilitazione delle arti meccaniche che si registra nel Ducato di Urbino nel secondo Quattrocento. Luca Pacioli, attento osservatore delle dinamiche culturali del suo tempo, ci fornisce una interpretazione delle formelle di Urbino di straordinaria rilevanza storiografica. In questo contributo viene esaminata la testimonianza di Luca Pacioli, la sua lettura culturale delle Formelle e le indicazioni sulle fonti letterarie ed iconografiche usate dagli artisti urbinati per realizzare un programma ideato dallo stesso committente e mecenate dell'opera e cioè da Federico da Montefeltro. Il fregio delle macchine scolpite nella zoccolatura del Palazzo Ducale rappresenta una sorta di codice memetico del Ducato di Urbino: gli sviluppi che l'umanesimo matematico e la meccanica avranno ad Urbino nel corso del XVI secolo, con Federico Commandino e la sua scuola, sembrano scolpiti nelle formelle che Federico da Montefeltro fece realizzare per adornare la sua dimora.

Argante Ciocci, "Luca Pacioli e gli ingegneri del Rinascimento. Il significato culturale del fregio del Palazzo Ducale di Urbino", in Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini (a cura di), *Libro de viva pietra. Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino*, pp. 81-107.

© 2023 Urbino University Press

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo

2. Luca Pacioli e la matematica “regina delle scienze”

Sull'importanza della matematica per le arti e per le tecniche avevano insistito già alcuni artisti e teorici del Rinascimento come Lorenzo Ghiberti, Leon Battista Alberti e Leonardo da Vinci, che nel delineare il programma enciclopedico delle conoscenze richieste al pittore, allo scultore e all'architetto, avevano riservato alla geometria e all'aritmetica un ruolo fondamentale. Nel curriculum universitario degli studi, inoltre, le arti del quadrivio rivestivano nel Quattrocento una insostituibile funzione propedeutica per l'esercizio della medicina, della filosofia naturale e quindi della teologia. Nel sistema educativo umanistico, infine, le discipline matematiche venivano in molti casi considerate importanti per la formazione culturale dell'uomo rinascimentale. Il ruolo della matematica, in ogni caso era, tuttavia, subordinato ai fini educativi che nei diversi ambienti culturali di lingua latina o volgare venivano perseguiti. Perfino all'interno della tradizione abachistica, la matematica, che costituiva la parte più consistente per la formazione dei mercanti, degli ingegneri, degli agrimensori e dei tecnici, era considerata per lo più in funzione dell'utilità che poteva fornire all'esercizio quotidiano delle arti e dei mestieri e non per il suo valore fondativo del sapere¹.

Con Luca Pacioli, invece, la matematica diventa una vera e propria *philosophia prima*, fondamento e garanzia di certezza di tutto lo scibile. Nelle lettere che aprono la *Summa* e la *Divina proportione* il frate di Sansepolcro, infatti, disegna un progetto culturale di matematizzazione del sapere che poi ripeterà nella prolusione al corso su Euclide tenuto nella Scuola di Rialto nel 1508. Il nucleo centrale di tale programma è costituito dalla universalità delle matematiche, scienze *in primo gradu certitudinis* sulle quali si basano tutte le arti e le scienze inventate dall'uomo. Il ruolo delle arti meccaniche e il significato culturale delle formelle del Palazzo Ducale di Urbino si inseriscono all'interno di questo progetto. La lettura che di queste macchine di pietra fornisce il frate di Sansepolcro costituisce pertanto non soltanto una rilevante testimonianza storica, coeva alla realizzazione del Palazzo di Federico

¹ Sulla concezione delle discipline matematiche nell'ambito delle università, delle corti e dei circoli umanistici del Rinascimento, delle scuole d'abaco e delle botteghe degli artisti cfr. Ciocci (2009, 13-92).

da Montefeltro, ma anche una illuminata prospettiva storiografica per comprendere la rinascita della meccanica tra XV e XVI secolo.

3. Le proporzioni e la matematizzazione delle scienze e delle tecniche

Nella lettera che apre la *Summa* la motivazione della matematizzazione di tutta la conoscenza resta sospesa fra la riconosciuta *utilità* a fini pratici delle discipline matematiche e la *certezza* che esse forniscono al sapere. Da una parte Pacioli mette in evidenza il ruolo fondamentale dell'aritmetica e della geometria nelle arti meccaniche, nel commercio e nei mestieri; dall'altra insiste sulle garanzie di esattezza della conoscenza fornite dalle matematiche alle altre arti liberali e a tutte le discipline insegnate nelle Università (giurisprudenza, medicina, filosofia, teologia).

Non sono, però, soltanto l'utilità e la certezza a rendere la matematica universalmente applicabile. C'è una motivazione più radicale che Pacioli pone alla base del suo progetto: l'idea che il mondo sia stato creato da Dio per mezzo dei numeri, delle figure geometriche e delle proporzioni. La *Summa* è, infatti, attraversata da una sottile vena metafisica che emerge nell'epistola dedicatoria e riaffiora saltuariamente in quelle sezioni del libro – come la prima e la sesta distinzione – in cui si registrano impennate speculative. La scienza delle proporzioni, in questi casi, è estesa all'intero scibile umano non soltanto perché la geometria è una disciplina utile ed esatta ma perché il mondo stesso è costruito con le figure geometriche dei poliedri regolari, caratterizzati da una proporzione costante tra lo spigolo e il diametro della sfera nella quale sono iscritti.

Il progetto culturale di Pacioli esposto nella lettera dedicatoria a Guidubaldo presuppone una drastica revisione del sistema delle arti e delle scienze codificato dalla scolastica medievale, e presente negli ordinamenti delle Università. I mestieri manuali dei tecnici (come il geometra, l'ingegnere, il mercante-ragioniere, lo stratega militare, l'idraulico, il meccanico, il pittore, lo scultore e l'architetto), vengono infatti affiancati da Pacioli alle attività "intellettuali" dei dotti (il medico, il giurista, il musicista, il docente universitario delle discipline del trivio e del quadrivio, il filosofo e il teologo) in virtù della comune radice di tutte le arti e le scienze che è appunto la matematica.

Nella dedica a Guidobaldo frate Luca procede ad esaminare la funzione insostituibile della matematica nei vari campi della conoscenza cominciando dall'astrologia (astronomia) alla quale – rileva Pacioli - «chi è colui che, non dico dotto, ma ancor manco asai che mediocre erudito, el qual chiaramente non veda quanto è connexa e necessaria[?]». Il riferimento a Urbino e al suo umanesimo matematico è costante in questa dedica della Summa a Guidubaldo, tanto è vero che a proposito dell'astrologia e del suo carattere matematico viene menzionato Ottaviano degli Ubaldini e il vescovo di Fossombrone, «Paulo de MidelBorgo [Paulus van Middelburg], ali cui sublimii iuditii meritamente la presente opera per charità commetto, in approbando il ben detto et reprobando li errori se alcun vi fosse».

Nell'architettura, poi, l'utilità della geometria e delle proporzioni è evidente; come, del resto, - rileva frate Luca - mostra «Vitruvio in suo volume e Leon Battista degli Alberti Fiorentino in sua perfetta opra de architectura [...] proportionando suoi magni et excelsi hedifitii», tra i quali viene ricordato il palazzo ducale di Urbino, «el qual non solo a la vista subito veduto piaci, ma ancor più reman stupefato chi con intelletto va discorrendo, con quanto artificio e ornamento è stato composto».

Pacioli affianca Vitruvio all'Alberti sia per sottolineare il Rinascimento dell'architettura nel XV secolo, sia il carattere matematico di questa disciplina che la poneva di diritto tra le scienze *in primo gradu certitudinis*. Vitruvio aveva codificato nel *De architectura* i canoni di bellezza classici, ricorrendo alla scienza delle proporzioni. Leon Battista Alberti, che il frate aveva conosciuto a Roma nel 1471, rinnova il progetto vitruviano elaborando i principi dell'architettura matematica del Rinascimento². Nel *De re aedificatoria*, stampato per la prima volta nel 1485, l'architetto fiorentino dedica il primo libro soprattutto alla funzione del disegno, considerato come l'anello di congiunzione tra la matematica e l'architettura, riservando gli altri due libri dell'opera alla trattazione dei materiali e dei metodi di costruzione.

Il primo libro (la teoria), è tuttavia inscindibile dagli altri due (la pratica). La matematica è, quindi, per l'Alberti alla base

² L'associazione di Vitruvio e Leon Battista Alberti proposta da Pacioli in nome della matematizzazione dell'architettura tramite gli *Elementi* di Euclide ricorre in molti trattatisti del Rinascimento. Cfr. Perugini (1998, 103-122).

dell'architettura³. L'esempio del palazzo di Urbino, a questo proposito, è significativo per almeno due aspetti: 1) la struttura razionale dell'edificio, al quale lavorarono architetti del calibro del Laurana e di Francesco di Giorgio Martini; 2) il richiamo alla corte dei Montefeltro in cui l'architettura era un'arte matematica molto stimata.

Federico da Montefeltro - nella *Patente al Laurana* (1468) con la quale conferisce all'architetto dalmata l'incarico di dirigere i lavori del Palazzo Ducale – esprime un giudizio che compendia i valori culturali dell'umanesimo matematico di Urbino. Il duca, infatti, scrive:

Quelli uomini noi giudicamo dover essere onorati e commendati, li quali si trovano esser ornati d'ingegno e di virtù, e maxime di quelle virtù che sempre sono state in prezzo appresso li antiqui e moderni, com'è la virtù dell'architettura fundata in parte dell'arismetria e geometria, che sono delle sette arti liberali, e delle principali, perché sono in primo gradu certitudinis, e è arte di gran scienza e di grande ingegno, e da noi molto estimata e aprezzata.⁴

L'architettura inizia il trittico delle discipline “artistiche” che – secondo Pacioli - si fondano sulla matematica. A questa, infatti, nella lettera di dedica della *Summa* a Guidobaldo, seguono la pittura e la scultura, anche esse caratterizzate dall'uso delle scienze matematiche nella riproduzione della bellezza naturale. Quanto alla prima, Piero della Francesca l'aveva caratterizzata mediante tre elementi: *commensuratio, desegno e colorare*.

Il primo elemento, la *commensuratio*, implica l'uso della *prospectiva artificialis*.

La prospettiva - scrive Pacioli -, se ben si guarda, senza dubbio nulla serebbe se queste [le matematiche] non li se accomodasse, comme a pieno dimostra el Monarca a li tempi nostri de la pictura Maestro Piero dei Franceschi nostro conterraneo, e assiduo de la excelsa V.D. casa familiare;

³ Il *De re aedificatoria*, già completato nel 1452 fu stampato per la prima volta a Firenze nel 1485 e dedicato a Lorenzo Il Magnifico. Nel corso del Cinquecento fu tradotto più volte in italiano. L'edizione volgare più importante fu quella di Cosimo Bartoli, stampata a Firenze, per i tipi del Torrettino nel 1550. L'edizione italiana che il Bonucci riteneva originale dell'Alberti fu poi pubblicata nel XIX secolo: Alberti (1843, vol. IV). Cfr. ora, Alberti (1966). Sull'architettura di Alberti cfr., tra gli altri studi, quelli di Wittkower (1994, 35-58); Gadol (1967); Bruschi (1978); Karvouni (1994).

⁴ Bruschi (1978, 19-20).

per un suo compendioso trattato che de l'arte pictoria e de la lineal forza in perspectiva compose.

La citazione del trattato *De prospectiva pingendi*, «el quale al presente in vostra dignissima biblioteca appresso l'altra innumerabile multitudinede volumi in ogni facultà eletti non immeritatamente se ritrova», serve a Pacioli a dimostrare come alla pittura sia necessaria la prospettiva, «la quale – aveva scritto Piero – discerne tucte le quantità proportionalmente commo vera scientia, dimostrando il degradare et acrescere de onni quantità per forza de linee»⁵. Ebbene, la geometrizzazione della pittura tramite la prospettiva e la implicita strutturazione matematica dello spazio non si limita a costituire una caratteristica riscontrabile solo in Piero della Francesca ma rappresenta una innovazione rivoluzionaria accettata dai maggiori pittori rinascimentali. Se si esclude Leonardo, che a quest'epoca il frate ancora non aveva conosciuto, la lista dei prospettici con «li quali in diversi luoghi discorrendo» Pacioli ha maturato una visione matematica della pittura, comprende i migliori pittori italiani del Quattrocento: Gentile e Giovanni Bellini, Alessandro Botticelli, Filippino, Domenico Ghirlandaio, il Perugino, Luca da Cortona, Mantegna, Melozzo da Forlì e Marco Parmigiano. Questi pittori - afferma il frate - «sempre con libella e circino lor opre proportionando a perfection mirabile ducano; in modo che non humane ma divine negli ochi s'apresentano». «Libella e circino», cioè riga e compasso, sono gli strumenti fondamentali per la costruzione dello spazio prospettico e quindi per il proporzionamento degli oggetti nella scena dipinta. Il pittore non sarebbe in grado di portare l'opera «a pefection mirabile» senza l'ausilio della geometria.

Un analogo discorso riguarda gli scultori e i lapidici, tra i quali Pacioli cita Andrea Verrocchio e il Pollaiuolo, Giuliano e Benedetto da Maiano, Antonio Rizzo e Alessandro Leopardi. Anche la scultura, come l'architettura e la pittura, è infatti una disciplina che usa la matematica: in questo caso è tuttavia la teoria delle proporzioni del corpo umano ad essere maggiormente richiesta agli artisti⁶.

⁵ Piero della Francesca (1984, 129). Cfr. Daly Davis (1996, 355-362).

⁶ Lo stesso Alberti aveva sottolineato l'importanza della matematica nella scultura quando nel *De statua* paragonava l'arte dello scultore a quella di Zeusi alle prese con la statua di Giunone realizzata per gli abitanti di Crotona. Come Zeusi scelse le membra migliori di cinque belle fanciulle così – dice Alberti – «in questo medesimo modo ho io scelti molti corpi, tenuti da coloro che più sanno, bellissimi, e da tutti ho cavate le loro misure e proporzioni, delle quali avendo poi fatto comparazione [...],

Alle cosiddette arti figurative (pittura, scultura, architettura) segue la menzione della musica, la quale «chiaro ci rende lei del numero, misura, proportione e proportionalità, esser bisognosa». Sulla musica Pacioli non si dilunga molto, ricordandone soltanto l'utilità per il culto divino; ma che essa fosse una disciplina matematica è attestato dall'appartenenza alle arti del quadrivio, insieme ad aritmetica, geometria ed astronomia⁷.

Anche la cosmografia – afferma Pacioli - dimostra «quanto li sia necessario el numero, la misura e la proportione», come evidenziano Eratostene, Strabone e Tolomeo, «quando, de tutto lo universo mondo debitamente proportionando lor gradi in una piccola carta, provincie, città, castelli, e siti marittimi e mediterranei hanno redatto»⁸.

Mentre l'allusione alla musica e alla cosmografia, da tempo considerate discipline matematiche⁹, è del tutto in linea con la tradizione, l'inserimento delle arti meccaniche tra le discipline matematiche risulta innovativa: queste – sostiene frate Luca - «toltoli de mano la squadra, el sexto, con la lor proportione, non hanno che si peschino». Se si escludono, Ruggero Bacone, Ugo di San Vittore e alcuni fisici occamisti, il disprezzo per le arti meccaniche nel Medioevo è comune pressoché a tutte le correnti filosofiche¹⁰. Nell'opera di Pacioli le arti meccaniche, così come l'arte del commercio, acquistano uno statuto epistemologico rispettabile proprio grazie all'uso delle matematiche. Basti pensare, del resto, all'importanza che il frate assegna

ho prese da diversi corpi e modelli, quelle mediocrità, che mi son parse le più lodate». Alberti (1847, vol. IV, 180).

⁷ Nel 1484 inoltre si ebbe la prima edizione a stampa del *De institutione Musica* di Boezio, dove la teoria delle proporzioni era posta a fondamento della pratica musicale. Sulla fortuna di Boezio e l'influenza del *De institutione musica* nel Medioevo e nel primo Rinascimento cfr. Obertello (1989, 157-178). Sul ruolo della musica nella *philosophiae divisio* di Boezio cfr. D'Onofrio (2001, 11-64). Le consonanze armoniche perfette, ottava, quinta e quarta, erano infatti racchiuse, come aveva insegnato Pitagora, nei rapporti fra i primi quattro numeri interi (1/2 per l'ottava; 2/3 per la quinta, 3/4 per la quarta). La conoscenza delle proporzioni aritmetiche, geometriche e armoniche, inoltre, era indispensabile per la comprensione dei vari sistemi di intonazione, e dei diversi *tonoi* teorizzati dagli antichi. Sulla teoria musicale durante l'umanesimo e il Rinascimento cfr. Palisca (1985); Walker (1985); Gozza (1988).

⁸ Gli sviluppi della cartografia scientifica nel Quattrocento sono connessi al ricupero e alla traduzione in latino della *Geographia* di Tolomeo, realizzata da Jacopo Angeli da Scarperia tra il 1406 e il 1410. Cfr. Boas (1973, 16-30).

⁹ Cfr. Kuhn (1985).

¹⁰ Cfr., a questo proposito, i saggi contenuti in D'Onofrio (2001).

ad un'arte matematica "derivata" quale è quella militare, in cui «tutte sue machine e strumenti [...] commo bastioni, ripari, bombarde, briccole, trabocchi e cetera, con tutte le artiglierie e ingegni sempre con forza de' numeri, misura e lor proportioni si troveranno fabricati e formati»¹¹. Dell'arte militare Pacioli dice di aver più volte discusso con i maggiori condottieri del suo tempo sulla base degli autori classici di strategia, come Frontino e Vegezio. La conclusione a cui perviene Pacioli è che «nullo degno exercito, o a obsedione o defensione deputato, de tutto provveduto se po' dire se in quello non si trovi ingegneri e nuovo machinatore particolarmente ordinato».

Il sapere degli ingegneri e dei tecnici militari aveva una lunga tradizione che dal mondo romano e arabo era filtrata, attraverso le compilazioni medioevali come quelle di Villard de Honnecourt, Konrad Kyeser e Guido da Vigevano, fino alla prima generazione degli ingegneri del Rinascimento (Jacopo Fontana, Marino Taccola, Ridolfo Fioravanti e Roberto Valturio)¹². Ciò nonostante il sapere dei tecnici militari era stato sempre emarginato dalle considerazioni dei dotti. Luca Pacioli cerca di riallacciare il rapporto dei condottieri contemporanei con gli autori classici; cita la figura paradigmatica di Archimede che «con sue machine e ingegni mechanici salvò incolume Syracuse da l'impeto e successo bellico de' Romani» e si incontra con strateghi e ingegneri militari come Camillo Vitelli e Giovan Giacomo Trivulzio, «de parte in parte discorrendo per li antichi volumi Quinto Curtio, Frontino, Vegetio e gli altri che de re militari hanno scritto [...]; le qual cose certamente tutta l'aperta experientia de la felicissima Vostra paterna memoria [Federico da Montefeltro] a l'universa Italia el feci manifesto».

¹¹ Pacioli (1494), epistola dedicatoria a Guidobaldo da Montefeltro. De l'arti tutte mechaniche, discorrendo in tutti exercitii e mistieri, non si vede oculata fide, che toltoli de mano la squadra el sexto con la lor proportione non sanno che si peschino. Chi de tarsia si nobilmente con tanta diversità de legnami per tutto apieno l'unico V.D. palazzo ha disposto, se non le linee curva e retta, con suoi puntuali termini proportionata? Similmente al vero nutrimento humano arte Negociaria, detta mercantia, toltoli el numero el calculo in tutte sue operationi (commoin sue Ethimologie dice Ysidoro) subito peresci. Se ben si guarda ancora la defensione de tutte le grandi e piccole republiche, Arte militare appellata, tutte sue machine e strumenti (prendisse qual voglia) commo bastioni, ripari, bombarde, briccole, trabocchi e cetera, con tutte le artiglierie e ingegni sempre con forza de' numeri, misura e lor proportioni si troveranno fabricati e formati.

¹² Sulle conoscenze degli ingegneri durante il Medioevo e il Rinascimento cfr. Gille (1972); Galluzzi (1996).

Sulla scia di Boezio e di Isidoro di Siviglia, l'autore della *Summa* estende poi l'importanza della matematica anche alle scienze del trivio¹³, e alla filosofia che, dal canto suo, ricorre spesso alle dimostrazioni matematiche, come si può vedere in alcuni passi delle opere aristoteliche «dove con ogni cura la proportione de' mobili, motori e moti, e lor potentie dimostra. E in quel *de celo* e mundo altro non revolta che circuli, corpi, sphere e lor proportioni»¹⁴. Tutte la arti liberali, quindi, necessitano della base matematica.

Della Medicina - afferma il frate - altro «non acade addure se non quello che de sotto nel trattato de proportioni e proportionalità se dirà; dove se concluderà senza loro intelligentia al subsidio de la humana corporal salute per niun modo poterne venire». Perfino la Giurisprudenza - e qui Pacioli cita il celebre Bartolo da Sassoferrato - non può fare a meno delle proporzioni e nemmeno la teologia «senza la notitia de la arithmetica, geometria, proportioni e proportionalità possi intendere».

L'estensione del numero è quindi universale. Pacioli infatti con molta cura si preoccupa di ribadire la necessità della matematica per tutte le discipline che in quel periodo venivano insegnate nelle Università, oltre che naturalmente per le arti meccaniche e per quelle che successivamente saranno chiamate “belle arti” (pittura, scultura, architettura). Ogni campo del sapere quindi deve strutturarsi matematicamente se vuole essere annoverato fra le scienze. La ragione di ciò risiede nella convinzione che il mondo sia stato creato mediante la matematica:

Tutte le cose create - conclude Pacioli - sian nostro specchio chè niuna si troverà che sotto numero, peso e misura non sia costituita, commo è ditto da Salomone nel secondo de la Sapientia. Hanc denique preoculis Summus Opifex in celestium terrestriumque rerum dispositione semper

¹³ Così la grammatica, la retorica, la poetica e la dialettica in una maniera o nell'altra necessitano - sostiene Pacioli - del numero e della misura. La grammatica, infatti, non può fare a meno del numero, sia nelle regole della scrittura, sia nella distribuzione degli accenti (grave, acuto e circonflesso); la retorica «con debito numero» distingue le parti di un'orazione; la poesia prescrive canoni numerici «per misura e bilancia de tutti suoi armonici vers» e la dialettica, infine, «senza el suffragio di queste doi sorelle, Arithmetica e Geometria e del loro essenzial vincolo proportione, appare non poter per alcun modo in tutto esser manifesta».

¹⁴ L'opera di Aristotele presa in considerazione da Pacioli era tra le più studiate nelle facoltà universitarie. Il *De coelo* inoltre era già stato stampato coi commenti di Averroè: Aristoteles (1473).

habunt. Dum orbium motus; cursusque syderum et planetarum omnium ordinatissime disponeret. Hec quando ethera firmabat sursum. Et appendebat fundamenta terre, et librabat fontes aquarum. Et mari terminum suum circumdabat legemque ponens aquis ne transirent fines suos, cum eo erat cuncta componens etc.¹⁵

È quindi la struttura matematica dell'universo a giustificare l'estensione a tutte le discipline della geometria e dell'aritmetica.

Con questa sottile vena metafisica “Fratris Luca de Burgo Sancti Sepulcri, ordinis minorum, sacre theologiae Magistri” dedica la *Summa* ad “Illustrissimum principem sui Ubalduum Ducem Montis Feretri, Mathematicae discipline cultorem serventissimum”, alla cui corte, centro dell'umanesimo matematico, il libro poteva trovare la più calda accoglienza.

4. La *Divina proportione* (1498) e le formelle di Urbino

L'Epistola dedicatoria della *Divina proportione* (1489) presenta un programma di matematizzazione del sapere analogo a quello di quattro anni prima. Da una parte Pacioli insiste sull'utilità che le matematiche recano ad ogni campo dello scibile umano; dall'altra legittima la loro applicabilità universale con ragioni metafisiche concernenti la struttura geometrica del mondo. Circa l'*utilità* delle matematiche Pacioli ritiene che essa sia un riflesso della *verità*, «e però maggiormente le cose vere sirano a noi utili e proficue, perché di queste se non vero ne pervene. Ma de le vere, commo afferma Aristotele e Averrois, le nostre mathematici sono verissime e nel primo grado de la certezza e quelle sequitano ogni altre naturali».

Senza la certezza della matematica ogni altra scienza si ridurrebbe ad un coacervo di opinioni infondate, inutili per risolvere le necessità pratiche. Pertanto - conclude frate Luca - le discipline matematiche, che in passato consentirono agli antichi egizi di scoprire le cause dell'eclisse¹⁶, meritano in futuro “più magnanima” e ampia considerazione:

¹⁵ Pacioli (1494), epistola dedicatoria.

¹⁶ Pacioli, nel riferirsi agli antichi egizi, abbozza una sorta di teoria gnoseologica. L'idea è che la scienza, come afferma Aristotele, nasca dalle sensazioni e in particolare dalla vista, ma necessiti - aggiunge Pacioli - della spiegazione matematica. Il caso delle eclissi è a questo proposito emblematico poiché all'osservazione si sovrappone

Conciosia che dicte mathematici sieno fondamento e scala de pervenire a la notitia de ciascun altra scientia per esser loro nel primo grado de la certezza affermandolo el filosofo; così dicendo: Mathematice enim scientie sunt in primo gradu certitudinis et naturales sequuntur eas. Sonno commo è dicto le scientie mathematici discipline nel primo grado dela certezza e loro sequitano tutte le naturali. E senza lor notitia fia impossibile alcun altra bene intender.

Alla certezza delle matematiche si aggiunge una ragione più profonda che rende lo studio di queste scienze meritevole di essere perseguito. La matematica, infatti, non è soltanto la madre delle scienze e delle arti ma costituisce anche il linguaggio con il quale Dio ha scritto il libro del mondo,

e nella Sapientia ancora è scripto quod omnia consistunt in numero pondere et mensura, cioè che tutto ciò che per lo universo inferiore e superiore si squaterna quello de necessità al numero, peso e mensura fia sottoposto. E in queste tre cose l'Aurelio Augustino in *De Civitate Dei*, dici el summo opefice summamente esser laudato, perché in quelle fecit stare ea que non erant. Per la cui amorevole exhortatione comprendo molti de tal fructo suavissimo de utilità ignari doversi dal torpore e mental sonno exveghiare e con ogni studio e solitudine ad inquirere quelle al tutto darse. E sia cagione in esse el seculo al suo tempo renovarse. E con più realtà e prestezza in cadun loro studio de qualunche scientia ala perfection venire.¹⁷

Nelle ultime due righe di questo passo si legge la motivazione profonda che spinge Pacioli ad impegnarsi in questa apologia delle matematiche: «E sia cagione in esse el seculo al suo tempo renovarse. E con più realtà e prestezza in cadun loro studio de qualunche scientia ala perfection venire». Il rinascimento della civiltà risiede per frate Luca nella rinascita delle matematiche. Le arti e le scienze infatti si basano sulla certezza e la verità di queste discipline. Dalla loro verità deriva, poi, l'utilità pratica e il miglioramento della civiltà; diventa perciò necessario impegnarsi seriamente nello studio delle matematiche in modo che «sia cagione in esse, el seculo al suo tempo renovarse».

la spiegazione dell'ottica geometrica che consente di individuarne la causa («Propter ad mirari ceperunt philosophari. Vole Ex. D. la proposta auctorità del Maestro de color che sanno che dal vedere avesse initio el sapere... Comme in quello luogo se contene vedendo li sacerdoti de Egipto la luna eclipsare molto stetero admirativi, e cercando la cagione quello per vera scientia trovaro naturalmente advenire per la interpositione de la terra infra il sole e la luna di che rimaser satisfacti»), Pacioli (1982, c. 4r).

¹⁷ Pacioli (1982, c. 5r), epistola dedicatoria a Ludovico il Moro.

Per mostrare come dalle scienze matematiche derivi il miglioramento e la rinascita della società Pacioli si dilunga a specificare il loro uso nella costruzione di ordigni militari, di fortificazioni, di ponti, di strumenti di difesa, che «sempre con forza de numeri, mensura e lor proportioni se trovaranno fabricati e formati»¹⁸. L'ingegneria militare, argomento particolarmente caro sia Ludovico il Moro che a Galeazzo Sanseverino, occupa un posto di primo piano nelle considerazioni di frate Luca. L'arte della guerra, infatti, «non è possibile senza la notitia de Geometria, Arithmetica e proportione, egregiamente poterse con honore e utile exercitare. E mai niun degno exercito finalmente a obsidione o defensione deputato de tutto proveduto se pò dire, se in quella non se trovi ingegnieri e novo machinatore particular ordinato»¹⁹.

I casi storici che corroborano la tesi di Pacioli sono molteplici e spaziano dall'uso degli specchi ustori di Archimede fino alla rocca di Urbino di Federico da Montefeltro, le decorazioni della quale contengono formelle in cui si raffigurano gli strumenti bellici, costruiti mediante l'applicazione della matematica all'arte della guerra²⁰. Tra le macchine da guerra frate Luca annovera «bombarde, briccole, trabochi, mangani, rohonfee, baliste, catapulte, arieti, testudini, grelli, gatti, con tutte altre innumerabili machine, ingegni e istrumenti» descritti nei trattati di Jacopo Fontana, Mariano Taccola, Aristotele Fioravanti, Francesco di Giorgio Martini e Roberto Valturio. Tra le armi di «offensione» compare anche la «bombarda», che costituì una delle applicazioni più rilevanti della polvere da sparo e produsse una vera e propria rivoluzione nell'arte della guerra²¹. La conseguenza più immediata dell'introduzione della polvere da sparo fu, oltre al cambiamento delle strategie militari, la necessità di modificare la costruzione delle fortezze difensive, cioè di «roche, torri, revelini, muri, antemuri, fossi, ponti, turrioni, merli, mantelletti e altre fortezze nelle terri, città e castelli». Anche le strutture difensive – rileva Pacioli - al pari delle macchine offensive necessitano di «geometria e proportioni». Pertanto la vittoria nelle guerre e la conservazione del benessere «de le

¹⁸ Ivi, carta 6 r.

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ Pacioli qui allude alla zoccolatura del fronte d'ingresso del Palazzo Ducale di Federico, ornato da 72 formelle che raffiguravano macchine belliche realizzate da Ambrogio Barocci. Cfr. Bruschi (1978, 64-65).

²¹ Cfr. Bernardoni (2014); Bernardoni (2009, 35-65).

grande e piccole repubbliche» dipende dalla preparazione matematica degli ingegneri che accompagnano gli eserciti.

Non peraltro sì vittoriosi furon li antichi Romani, commo Vegezio, Frontino e altri egregii autori scrivano, se non per la gran cura e la diligente preparatione de ingegneri e altri armiragli da terra e da mare, quali senza le mathematici discipline, cioè Arithmetica, Geometria e proportioni, non è possibile lor sufficientia.²²

Pacioli si appoggia sull'autorità di alcuni scrittori di arte militare dell'antichità, come Flavio Vegezio Renato (IV-Vsec. d.c.) autore dell'*Epitoma Institutorum rei militaris*, e Sesto Giulio Frontino (30ca. - 103ca. d.c.) autore, tra le altre opere, di un trattato sull'arte della guerra (*Stratagemata*) e di uno di ingegneria civile (*De aquaeductu urbis Romae*). Le opere di Frontino e Vegezio erano conservate nella Biblioteca Ducale di Urbino (il *De aquaeductu urbis Romae* nell'Urb.Lat. 1345, gli *Stratagemata* di Frontino e l'*Epitoma de re militari* di Vegezio nell'Urb. Lat. 1221) ed erano comunque state pubblicate a stampa proprio in quegli anni.

Alla citazione di due classici dell'arte militare, come Vegezio e Frontino, frate Luca affianca, com'è sua consuetudine, un autore moderno dell'arte militare come Roberto Valturio, che «in la degna opera sua *de instrumentis bellicis* intitolata», descrive in dettaglio queste macchine da guerra²³.

Valturio, la cui opera *De re militari* fu stampata a Verona nel 1472, viene considerato da Pacioli come un diretto continuatore dell'ingegneria militare dei romani. Dalle opere storiche di Livio, Plinio e dello stesso Cesare, il «peritissimo ariminese» – secondo Frate Luca – trasse la descrizione delle macchine belliche contenute nell'opera

²² Pacioli (1982, c. 6v).

²³ Pacioli si appoggia sull'autorità di alcuni scrittori di arte militare dell'antichità, come Flavio Vegezio Renato (IV-Vsec. d.c.) autore dell'*Epitoma Institutorum rei militaris*, e Sesto Giulio Frontino (30ca. - 103ca. d.c.) autore, tra le altre opere, di un trattato sull'arte della guerra (*Stratagemata*) e di uno di ingegneria civile (*De aquaeductu urbis Romae*). Di questi autori antichi probabilmente Pacioli ha notizia tramite l'opera di Roberto Valturio (1405-1475), *De re militari*, in 12 libri, edita a stampa a Verona nel 1472, tradotta da Ramusio nel 1483 e conosciuta anche da Leonardo e Francesco di Giorgio. Le opere di Frontino e Vegezio erano comunque state pubblicate a stampa proprio in quegli anni.

dedicata a Sigismondo Pandolfo Malatesta, signore di Rimini e condottiero tra i più valenti del Quattrocento.²⁴

Una delle copie manoscritte del *De re militari* era conservata nella Biblioteca Ducale di Urbino (Urb. Lat. 281) e testimonia anche il rapporto personale tra Federico da Montefeltro e Roberto Valturio. In occasione della morte di Battista Sforza, infatti, Valturio scrisse al Duca di Urbino una sentita ed erudita lettera di condoglianze (1472, ms. Città del Vaticano, Biblioteca Apostolica Vaticana, Urb. Lat. 1193, cc. 40v-47v), che contiene i concetti fondamentali di quello che potremmo definire l'*umanesimo militare* di Federico da Montefeltro. Il termine "umanesimo militare" sembra essere un ossimoro per la nostra sensibilità che vede nella guerra una bestiale pazzia. Il Duca Federico, tuttavia, è un umanista, educato alla raffinata scuola di Vittorino da Feltre ma è anche un valente condottiero del XV secolo, che proprio sull'arte della guerra aveva fondato le sue fortune ed aveva acquisito il potere e il titolo di principe. È proprio in questa duplice veste di umanista e militare che lo ritrae Pedro Berruguete: il Duca è intento a leggere un libro ma ha le vesti di un soldato.

L'immagine di Berruguete quindi mette insieme i connotati del Duca: la cultura classica e l'armatura da condottiero. Nella civiltà classica, il condottiero letterato - si pensi ad esempio a Giulio Cesare - è un esempio di virtù umane e proprio a queste virtù classiche sono dedicati i primi capitoli dell'opera di Roberto Valturio²⁵.

Nel riallacciare i rapporti con la civiltà antica Pacioli pertanto cita l'opera di Valturio, che comunque non è un tecnico ma un uomo di lettere che compila in latino un trattato sull'arte militare.

²⁴ Per un'immagine del condottiero rinascimentale cfr. Mallett (1988, 1995, pp. 45-72); Mallett (1983).

²⁵ Dopo una prefazione con dedica a Sigismondo Pandolfo Malatesta, Valturio fornisce un elenco delle fonti classiche utilizzate e una premessa sulla storia dell'arte della guerra, tratta dei seguenti argomenti:

libri I-V: qualità del condottiero e virtù di cui deve essere dotato (prudenza, forza, giustizia e temperanza);

libri VI e VII: l'arte della guerra presso gli antichi Romani;

libri VIII-XII: lessici voci suddivise tra diversi argomenti:

libro VIII: uffici pubblici (militari, civili e religiosi) e categorie di combattenti;

libro IX: formazioni militari, momenti e usi del combattimento;

libro X: insegne, gradi, vesti militari, armi difensive e offensive, macchine da guerra e artiglierie;

libro XI: guerra navale: vari tipi di barche e materiali connessi;

libro XII: trionfi e onorificenze militari.

Occorre tuttavia rilevare che gran parte delle macchine descritte nel libro *De re militari*, derivano da quelle di Mariano Taccola e quindi dalla tradizione medioevale dei tecnici militari²⁶.

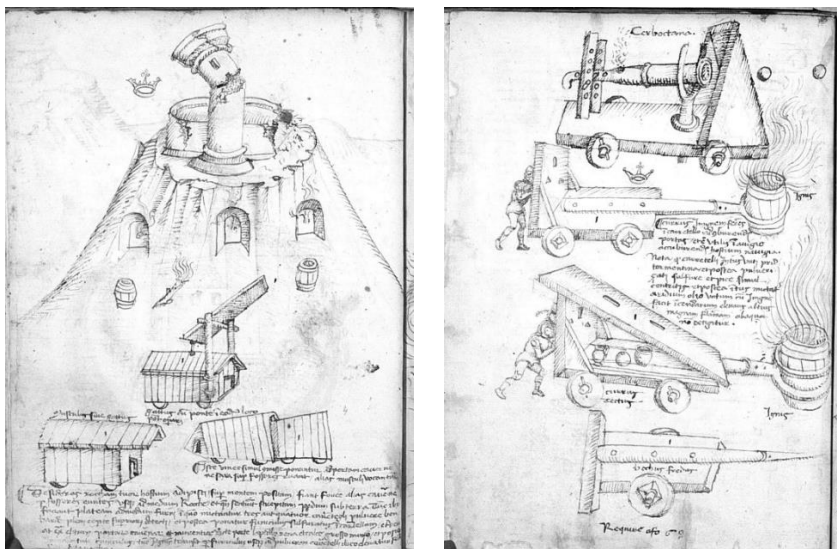


Fig. 1 Taccola, *De machinis*, Codice Lat. Monacensis 28800 della Bayerische Staatsbibliothek, c. 48v (mina sotterranea fa crollare una fortezza) e in basso c. 54v (carrelli con scudo di protezione per il trasporto di una cerbottana e barilotti incendiari), facsimile

Rispetto ai trattati degli ingegneri si aggiunge però una novità, costituita dalle reminiscenze antiche e dalle citazioni classiche che affiorano spesso nell'opera di Valturio. I disegni di macchine, infatti, servono a corredare un testo umanistico e non si limitano a lasciare tutta la spiegazione alla figura. È proprio la commistione tra la cultura “dotta” dell'umanista e la tradizione tecnica degli ingegneri a sollecitare l'interesse di Pacioli verso l'opera del riminese. Il libro *De re militari*, terminato nel 1455 conobbe, soprattutto dopo la stampa, una diffusione notevole e costituì uno dei punti di riferimento della stessa

²⁶ Le stesse illustrazioni del testo di Valturio furono eseguite da Matteo de' Pasti, che attinse in larga misura dai disegni del Taccola. Cfr. Gille (1972, 105-110); Galluzzi (1996). Delle opere di Taccola restano alcuni codici di rilevante interesse: 1) Cod. Lat. Monacensis 197 II, conservato alla Bayerische Staatsbibliothek di Monaco (*De ingeneis I-II*); 2) Cod. Lat. Monacensis 28800 (*De machinis*) conservato a Monaco; 3) il Ms. Palat. 766 della Biblioteca Nazionale di Firenze (contiene *De ingeneis III-IV*).

ingegneria militare di Leonardo. Frate Luca, inoltre, ritiene che proprio all'opera di Valturio si ispiri il programma decorativo del fregio del palazzo di Federico da Montefeltro:

E de ditte machine e instrumenti – scrive – ad litteram, commo in suo libro ditto ariminese pone, e de molte altre più assai, la felicissima memoria del congiunto e stretto affine de Vostra Celsitudine Federigo Feltrense, Illustrissimo Duca de Urbino, tutto el stupendo hedificio del suo nobile ammirando palazzo in Urbino circumcirca da piede in un frixio de viva e bella pietra, per man de dignissimi lapicidi e sculptori ordinatamente feci disporre.²⁷

La testimonianza di Pacioli è preziosa per almeno due motivi: 1) indica chiaramente nella figura di Federico da Montefeltro non soltanto il committente ma anche l'ideatore del fregio in pietra del Palazzo Ducale di Urbino; 2) individua chiaramente una delle fonti delle macchine di pietra, scolpite da Ambrogio Barocci nell'opera di Valturio. Quali furono le motivazioni che spinsero il Duca Federico a commissionare ai suoi «dignissimi lapicidi e sculptori» la realizzazione delle macchine militari e civili lungo la zoccolatura del suo palazzo? Senza dubbio le formelle sono un'icona del suo potere, ottenuto grazie alle imprese militari. Sarebbe tuttavia riduttivo spiegare la decisione di Federico in termini puramente autocelebrativi. Il Duca di Urbino aveva creato nella sua corte un ambiente culturale fecondo, frequentato da artisti, umanisti e matematici. Nel suo progetto culturale la disciplina principe era l'architettura e il trionfo delle macchine era lo specchio esterno dell'attività di recupero della civiltà classica che si svolgeva nella corte. Le formelle di pietra pertanto traducevano in immagini l'attività di recupero e riscoperta della civiltà classica che si svolgeva all'interno del Palazzo. La facciata del Palazzo Ducale rappresenta l'aspetto esteriore della Biblioteca di Federico. Le fonti delle formelle di pietra trovano, infatti, una straordinaria corrispondenza con i preziosi e lussuosi codici latini che Federico da Montefeltro stava raccogliendo.

Il Codice Urb. Lat. 281, che conserva il *De re militari* di Valturio contiene, infatti, *ad litteram* – come dice Pacioli – l'immagine di ben 11

²⁷ Pacioli (1982, c. 6v).

delle macchine raffigurate nelle formelle di Ambrogio Barocci e della sua scuola²⁸.

5. Le altre fonti delle formelle: Francesco di Giorgio, Vitruvio e le macchine civili

Il programma iconografico di Federico, ispirato al *De re militari* di Valturio, fu poi completato da Francesco di Giorgio Martini, che della tradizione degli ingegneri militari del Rinascimento è un diretto ed eccellente continuatore. I *Trattati di architettura civile e militare* dell'architetto non sono menzionati da Pacioli, ma l'opera, che insieme a quella di Valturio ispira la zoccolatura del Palazzo di Urbino, è senza dubbio da annoverare tra le maggiori di ingegneria militare del Quattrocento²⁹. La parabola culturale di Francesco di Giorgio è quella di un ingegnere e architetto che, pur appartenendo a quello *strato culturale intermedio* tra dotti ed analfabetici, costituito dai tecnici, cerca di nobilitare la sua arte e annoverarla tra le scienze. I suoi taccuini, che agli inizi della sua carriera ricalcano la tipologia dei disegni di macchine del suo maestro senese Mariano Taccola, cominciano col tempo ad affiancare al registro grafico quello verbale, segno inequivocabile di una trasformazione del linguaggio della tecnica nelle forme espositive della cultura dotta³⁰.

Quando Francesco di Giorgio Martini subentra a Luciano Laurana nel dirigere la fabbrica del Palazzo Ducale di Urbino (1475-76) il suo

²⁸ Per quanto riguarda le fonti iconografiche dell'opera, 33 formelle sono liberamente o direttamente ispirate alle illustrazioni del *Trattato di architettura civile e militare* e a disegni di Francesco di Giorgio; 11 sono tratte dal *De re militari* di Valturio; 4 da disegni quattrocenteschi su fonti antiche ormai perdute; 9 sono derivate dalle cosiddette Porte della Guerra presenti nello stesso Palazzo Ducale; di 10 non è stato ritrovato riscontro iconografico preciso mentre le restanti 4 hanno una fonte comune, essendo presenti sia in disegni di Mariano di Jacopo (detto "il Taccola") che in quelli di Valturio e di Francesco di Giorgio. Cfr. Bernini Pezzini (1985); Molari e Molari (2006).

²⁹ Cfr. Francesco di Giorgio Martini (1979). Oltre a questo- conservato nei codici Ashburnham 361 (Biblioteca Laurenziana), Saluzziano 148 (Biblioteca Reale di Torino) e il MS. II.1.141 della Biblioteca Nazionale di Firenze -, sono conservati e autografi di Francesco di Giorgio il Ms 197b.21 del British Museum di Londra e il Codice Lat.Urb 1757 della Biblioteca Vaticana. Cfr. Galluzzi (2005, 241-272).

³⁰ Francesco di Giorgio Martini (2002); Fiore e Tafuri (1993); Fiore (2004); Fiore e Cieri Via (1997).

linguaggio espressivo è ancora quasi esclusivamente grafico. I due manoscritti di macchine dai quali vengono tratte molte delle 72 formelle realizzate da Ambrogio Barocci e dalla sua scuola sono il codicetto Urb.Lat. 1757 e il successivo *Opusculum de Architectura* (Ms. 197.b.21, British Museum, London) dove si trovano, come nei codici di Taccola, soltanto i disegni delle macchine da guerra citate in rapida rassegna da Pacioli, e riprodotte, insieme alle macchine usate nell'ingegneria e nell'architettura civile (alzacolonne, argani, mulini idraulici, ecc), nelle formelle di Urbino.

Eppure Francesco di Giorgio, anche se è un tecnico, partecipa alla riscoperta umanistica degli antichi. A Urbino compie il suo salto di qualità culturale e comincia la sua riscoperta di Vitruvio. Una parziale traduzione del *De architectura* è conservata nel codice Magliabechiano n.141 alla Biblioteca Nazionale di Firenze, e tracce vitruviane sono ravvisabili anche nei codici di macchine. Alcuni disegni di Francesco di Giorgio infatti illustrano le macchine descritte da Vitruvio nel libro X de *De Architectura*; la vite di Archimede, ad esempio è una delle macchine disegnate da Francesco di Giorgio di chiara matrice vitruviana, così come anche le norie e alcune macchine da guerra presenti sia nei codici manoscritti dell'ingegnere senese, sia tra le formelle realizzate da Ambrogio Barocci.

6. Vitruvio e le formelle

Tra le fonti classiche che, anche se indirettamente, ispirano il fregio di Urbino quindi va annoverata anche l'opera vitruviana. Del *De architectura* di Vitruvio il duca Federico possedeva uno splendido codice, l'attuale Urb. Lat.1360. Pur essendo privo delle illustrazioni – come del resto tutti gli altri codici quattrocenteschi noti dell'opera di Vitruvio –, il manoscritto conservato nella Biblioteca Ducale è testimone non soltanto degli studi vitruviani a Urbino al tempo di Francesco di Giorgio, ma anche dell'importanza e della nobiltà culturale che il Duca conferiva all'architettura.

Lette in chiave vitruviana, le formelle del palazzo rappresentano il trionfo della meccanica. Il libro X dell'opera vitruviana è dedicato alla *machinatio* e costituisce, nel progetto di Vitruvio esposto nel primo libro (1,3,1), la terza parte dell'architettura dopo la *aedificatio*, che occupa i primi sette libri, e la *gnomonica*, trattata nel libro IX. Nella tradizione scientifica e culturale ellenistica la scienza meccanica e la tecnologia

delle macchine ad essa connessa costituivano, come emerge dalla *Sintassi meccanica* di Filone di Bisanzio³¹, un genere autonomo dall'architettura. Vitruvio, invece, inserisce la meccanica all'interno di un trattato di architettura sia per il ruolo delle macchine nella *aedificatio*, sia per il suo interesse, quale ingegnere militare al seguito di Cesare, per le macchine belliche.

Il termine *machinatio* in Vitruvio acquisisce un'accezione semantica molto più ampia della parola *meccanica*: indica infatti non soltanto i meccanismi tecnici (le nostre "macchine") ma anche i marchingegni della mente, gli stratagemmi utilizzati in situazioni difficili e specialmente in guerra (gli *Stratagemata* di cui parla Frontino). Occorre rilevare inoltre che la *machinatio* appare a Vitruvio oltre che una descrizione tecnica di macchine anche una scienza delle macchine (la nostra *meccanica* appunto) che spiega i principi del loro funzionamento. Il libro X del *De architectura* si presenta, del resto, come un trattato di *tecnologia* più che di *tecnica* delle macchine, poiché pretende oltre che di descrivere il funzionamento delle stesse anche di illustrare la teoria che sta alla base della loro costruzione. Ai primi tre capitoli di meccanica teorica, che risentono dei *Mechanica* attribuiti ad Aristotele³², segue

³¹ Dell'opera, redatta alla fine del III secolo a.c. restano il libro IV (*Beloipoiikà*), sulle macchine da getto, il libro V, dedicato alle macchine d'assedio (*Poliorvetica*) e a quelle di difesa (*Paraskeuastika*) e gli *Pneumatikà*, conservati nella versione araba. I *Beloipoiikà* sono stati pubblicati in Marsden (1971). Per le altre opere cfr. Philons *Mechanik* (1920).

³² La spiegazione del funzionamento delle macchine è basata sul principio della *Kykliké kinesis*. Scrive, a questo proposito Vitruvio: «Tutti i congegni meccanici devono la loro origine alla natura e il loro principio fondamentale alla rotazione del mondo da cui traggono lezione e insegnamento. Consideriamo infatti attentamente, prima di ogni altra cosa, il sistema formato dal sole, dalla luna e dai cinque pianeti: se questi non avessero rotazioni regolate da leggi meccaniche, non avremmo periodicamente la luce né i frutti maturi. Quando dunque i nostri antenati compresero la natura di tali fenomeni, trassero i loro modelli dalla natura e imitandoli, guidati dalle opere divine, svilupparono applicazioni utili all'esistenza. E così, a scopo di maggiore comodità, alcune le realizzarono per mezzo delle macchine e delle loro rotazioni, altre per mezzo di strumenti, e quelle che capivano essere utili ai bisogni si preoccuparono di perfezionarle con la riflessione teorica, con la ricerca tecnica, con l'istituzione graduale di una scienza», (Vitruvio, 1997, p. 1303). È quindi il moto circolare, imitazione del moto naturale dei pianeti, a costituire il principio di funzionamento delle macchine semplici. Vitruvio infatti, riconduce a tale principio anche il funzionamento della leva. «Analogamente – scrive – quando una leva di ferro è applicata ad un peso che un gran numero di mani non riesce a smuovere, se si pone sotto la leva un sostegno rettilineo in funzione di fulcro – quello che i Greci chiamano

quindi la meccanica pratica, divisa in meccanica civile (capp. 4-9) e meccanica militare (capp. 10-16). Quest'ultima a sua volta risulta suddivisa nella descrizione delle macchine da getto, catapulte e baliste (*Beloipoiikà*, capp. 10-12); delle macchine da assedio, arieti e testuggini (*Polioretica*, cap.13-15); e delle strategie per la difesa (*Paraskeuastica*, cap. 16). La divisione degli argomenti approntata da Vitruvio sembra suggerire una fondazione della meccanica pratica su quella teorica, e quindi non semplicemente l'illustrazione di un sapere tecnico che Vitruvio trae dalla sua pratica professionale e dall'insegnamento orale dei suoi *praeceptores*, ma una vera e propria tecnologia fondata sulla scienza meccanica elaborata in età ellenistica soprattutto da Archimede, Ctesibio di Alessandria e Filone di Bisanzio³³. Con questa opera di mediazione fra il sapere pratico degli ingegneri e i fondamenti teorici della scienza delle macchine, Vitruvio si prefigge di raggiungere due scopi: quello *utilitaristico* di fornire ai costruttori di macchine indicazioni ed elementi tecnici indispensabili per l'esercizio del loro mestiere; e quello *teoretico* di nobilitazione culturale della *machinatio*. Quest'ultimo scopo, del resto, riguarda tutta l'architettura, una disciplina che Vitruvio intende innalzare al livello di scienza oltre che di arte.

Lo stesso progetto di nobilitazione culturale che Vitruvio perseguiva nel *De Architectura* caratterizza i suoi emuli urbinati del XV secolo. L'idea del Duca Federico di celebrare le macchine tramite sculture in pietra, pertanto, non costituisce soltanto un'azione di sfoggio del potere politico raggiunto da un condottiero ma sottende una concezione del sapere fondata sull'architettura, scienza *in primo gradu certitudinis*, come aveva ribadito nella Patente al Laurana. Le formelle di Urbino, del resto, non si limitano a raffigurare le macchine

hypomòchlion – e sotto il carico si fa scivolare il braccio corto della leva, sarà sufficiente che la forza di un solo uomo preme sul braccio lungo della leva perché questo sollevi il carico. E questo perché il braccio inferiore della leva, quello più corto, scivola sotto il carico a partire dal sostegno che costituisce il fulcro, mentre il suo braccio lungo, che si trova a una maggiore distanza da tale fulcro, viene abbassato facendo forza su di esso, e *descrivendo movimenti circolari* fa sì che un carico oltremodo pesante venga controbilanciato grazie alla pressione esercitata da poche mani».

³³ Per l'elaborazione del libro X Vitruvio poteva avere a disposizione una discreta letteratura inerente alla meccanica teorica. Nel proemio al libro VII tra gli autori *qui de machinationibus scriperunt*, lo stesso Vitruvio cita: Diade, Archita, Archimede, Ctesibio, Ninfodoro, Filone di Bisanzio, Difilo, Democle, Carias, Polydos Pirro, Agesistrato (7, praef., 14).

guerra ma rappresentano in senso ampio la *machinatio* vitruviana in tutti i suoi aspetti e usi, civili e militari.

7. L'umanesimo matematico, le macchine e il codice memetico del Ducato di Urbino

Le macchine di pietra del Palazzo Ducale di Urbino rappresentano, per così dire, il suo codice memetico, il suo DNA culturale. Nel corso del Rinascimento l'umanesimo matematico nato alla corte del duca Federico si sviluppò a Urbino grazie ad un protagonista del rinascimento che portava, non a caso, il nome del Duca.

Nel corso della sua vita Federico Commandino (1506-1575) ebbe l'opportunità di studiare e compiere ricerche sotto il *patronage* di importanti famiglie del Rinascimento, come i Farnese e i Della Rovere e ciò gli consentì di accedere ai fondi manoscritti di preziose biblioteche, oltre che di mantenere uno stretto contatto con gli ambienti umanistici più raffinati del XVI secolo.³⁴ Il rinascimento della matematica antica al quale Commandino diede un contributo fondamentale si concretizzò nell'edizione a stampa di opere fondamentali per la rivoluzione scientifica del XVII secolo. Lo studioso urbinato, infatti, pubblicò e commentò i lavori - per menzionare solo i più importanti - di Archimede (1558, 1565), Tolomeo (1558, 1562), Apollonio (1566), Euclide (1572, 1575) e Pappo (postumo 1588)³⁵.

Grazie all'infaticabile lavoro di comprensione e restituzione dei testi di Euclide, Archimede, Apollonio e Pappo, svolto dallo studioso urbinato matematico e scienziato dell'età moderna poterono usufruire di testi rigorosamente tradotti dal greco nella lingua latina della repubblica delle scienze, e corredati da commenti puntuali che fornivano una preziosa rete di rinvii interni alle opere e da un'opera all'altra³⁶. La nuova matematica e la nuova scienza poggiano su fondamenta antiche ed è proprio sulle edizioni di Commandino che venne costruita una parte dell'edificio della nuova matematica e della nuova scienza.

A partire dall'opera di Pappo (1588) la scuola di Urbino sviluppò soprattutto le tematiche meccaniche. Nel libro VIII delle *Mathematicae*

³⁴ Napolitani (2000, 35-58).

³⁵ Cfr. Ciocci (2018 237-270); Ciocci (2021a, 205-230); Ciocci (2021b, 65-94), Ciocci (2022, 129-151).

³⁶ Napolitani (2000, 51).

collectiones infatti il matematico di Alessandria tratta delle macchine semplici e complesse (la leva, il cuneo, la vite, il piano inclinato, argani e carrucole). La seconda generazione dei matematici di Urbino, Guidobaldo del Monte e Bernardino Baldi in particolare, spostarono l'asse culturale dei loro interessi dal recupero e dallo studio della matematica antica a quello della meccanica. Di questo orientamento meccanico della Scuola di Urbino, già avviato peraltro dal *Mechanicorum liber* (1577) di Guidobaldo del Monte³⁷, sono testimoni l'edizione degli *Automata* di Erone curata da Baldi (1589), le sue *Exercitationes* sui problemi meccanici dello pseudo-Aristotele³⁸.

L'interesse per le macchine e in particolare per le opere di Erone, cominciato a partire dall'edizione della versione latina degli *Pneumatica*, pubblicata dal suo genero Valerio Spaccioli nel 1575³⁹, è del resto un tratto comune della prima generazione degli allievi di Commandino. Se ne trovano tracce, oltre che nelle opere di Guidobaldo del Monte e di Bernardino Baldi⁴⁰, anche nella cartella 4 della busta 121 della BUU

³⁷ Guidobaldo del Monte, 1577. L'opera fu anche tradotta in volgare da Filippo Pigafetta: *Le Mechaniche dell'illustriss. Sig. Guido Ubaldo de' Marchesi del Monte tradotte in volgare dal sig. Filippo Pigafetta*, in Venetia, appresso Francesco dei Franceschi sanese, 1581. La disciplina principale di Guidobaldo è nonostante i suoi poliedrici interessi che vanno dalla prospettiva (Guidobaldo del Monte, 1600) all'astronomia (Guidobaldo del Monte, 1579; 1609), proprio la meccanica, come si evince anche soltanto dal titolo delle sue opere a stampa (Guidobaldo del Monte 1588; 1615) e manoscritte. Ci limitiamo a ricordare le *Meditatiunculae Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis S. Mariae de rebus mathematicis*, in BNP, supp.lat., n° 1058. Cfr. Frank (2001, pp. 93-95, pp. 353-365); Frank (2022), Becchi, Bertoloni Meli e Gamba (2013).

³⁸ L'edizione delle *Exercitationes* è postuma e risale al 1621. La composizione dell'opera tuttavia risale agli anni che precedono il 1592. Cfr. Baldi (2011).

³⁹ La traduzione volgare dal greco degli *Automati*, di cui si conserva l'autografo nel Ms. Ashburnham 1525 della Biblioteca Laurenziana di Firenze, è da collegarsi con il lavoro svolto da Commandino con gli *Spirituali*. Lo stesso Baldi nel discorso introduttivo alla traduzione dell'opera di Erone afferma: «Cosi de le *Spirituali* come di queste scrisse Erone, e non è molto che Federico Commandino tradusse le *Spirituali* in latino e le illustrò di figure. Quelli poi che il medesimo Herone scrisse de le *Semoventi* se ne vengono fuori da le tenebre de l'antichità illustrati et illuminati da noi; essendo stati essortati et inanimati a farlo dal medesimo Commandino», Erone (1589, 9r).

⁴⁰ L'interesse di Baldi per le macchine risale al periodo di frequentazione con Commandino. Durante il suo soggiorno padovano dal 1573 e 1573 Margunio gli procurò il manoscritto greco dell'opera di Erone sulle macchine da guerra, come egli stesso afferma nell'opera poi pubblicata postuma nel 1616 (Erone, 1616, p. 73). Il manoscritto autografo di Baldi in cui è conservata la versione latina della *Belopoeica* di Erone è il Latin 10280, ff. 2-30v della BNF di Parigi. Sul posto della *Mechanica* nelle discipline matematiche cfr Gamba e Montebelli, (1988, 70-81).

dove restano frammenti (ff. 155r-156v) della traduzione volgare dell'*incipit* degli *Pneumatica (Spiritali)*, curata da Alessandro Giorgi, con la collaborazione di Valerio Spaccioli e pubblicata a stampa nel 1592⁴¹.

Gli sviluppi dell'umanesimo matematico di Commandino furono pertanto inequivocabilmente indirizzati verso la meccanica, quasi a voler portare a compimento un progetto culturale ideato un secolo prima da Federico da Montefeltro e raffigurato nelle 72 formelle che rappresentano il codice memetico di Urbino nel Rinascimento.

Bibliografia

- Alberti, L.B., 1847, *De statua*, in *Opere volgari*, Firenze, Bonussi, vol. IV, p. 180.
- Alberti, L.B., 1966, *Opere volgari di L.B. Alberti*, Firenze 1843, vol. IV. Cfr. L.B. Alberti, *De re aedificatoria*, edizione e traduzione a cura di G. Orlandi, con introduzione di P. Portoghesi, voll. 2, Milano, Il Polifilo.
- Ancona, C., 1973, *Milizie e condottieri*, in *Storia d'Italia*, vol. IV, t. I, Torino, Einaudi.
- Aristoteles, 1473, *De caelo et mundo cum commentariis Averrois*, Patavii, L. Canozius de Lendinaria.
- Baldi, B., 2011, *In Mechanica Aristotelis problemata exercitationes*, a cura di Elio Nenci, Edition Open Access, Max Plank Research Library for the History and Development of Knowledge, Sources 4, Berlin.
- Becchi, A., Bertoloni Meli, D. e Gamba, E. (eds), 2013, *Guidobaldo del Monte (1545-1607). Theory and Practice of Mathematical Disciplines from Urbino to Europe*, «Proceedings» 4, Berlin, Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge, 2013.
- Bernardoni, A., 2009, «Le artiglierie come oggetto di riflessione scientifica degli ingegneri del Rinascimento», in *Oggetti di Scienza*, a cura di Federica Favino, «Quaderni Storici», A. 44, fasc. 1, n. 130, pp. 35-65.
- Bernardoni, A., 2014, «La fusione delle artiglierie tra Medioevo e Rinascimento: cronaca di un rinnovamento tecnologico attraverso i manoscritti di Leonardo», in *Cromohs*, vol. 19.

⁴¹ Erone (1592). La traduzione volgare si basa sull'edizione latina di Commandino: Erone (1575).

- Bernini Pezzini, G., 1985, *Galleria delle Marche. Il fregio della guerra nel Palazzo ducale di Urbino. Catalogo dei rilievi*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Boas, M., 1973, *Il Rinascimento scientifico (1450-1630)*, tr. it., Milano, Feltrinelli.
- Bruschi, A., (a cura di), 1978, *Scritti rinascimentali di architettura*, Milano, Il Polifilo.
- Ciocchi, A., 2009, *Luca Pacioli tra Piero della Francesca e Leonardo, Sansepolcro*, Aboca Museum.
- Ciocchi, A., 2018, «I manoscritti urbinati di Federico Commandino: ricognizione delle buste 120 e 121 della Biblioteca Universitaria di Urbino», in *Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche*, Anno XXXVIII, 2, p. 237-270.
- Ciocchi, A., 2021, «Federico Commandino e le Spirali di Archimede», in *Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche*, vol. Anno XLI, 2, pp. 205-230;
- Ciocchi, A., 2021, «Federico Commandino filologo e matematico. L'edizione del De analemme di Tolomeo», in *Galilaena*, XVIII, pp. 65-94.
- Ciocchi, A., 2022, «Federico Commandino and the Latin Edition of Pappus' Collection», in *Archive for History of Exact Sciences*, Volume 76, issue 2, March 2022, pp. 129-151.
- D'Onofrio, G., 2001, «La scala ricamata. La "Philosophiae divisio" di Severino Boezio, tra essere e conoscere», in G. D'Onofrio (a cura di), *La divisione della filosofia e le sue ragioni*, Cava de' Tirreni, Avagliano Editore.
- Daly Davis. M., 1996, «Luca Pacioli, Piero della Francesca, Leonardo da Vinci: tra "proporzionalità" e "prospettiva" nella *Divina proporzione*» in *Piero della Francesca tra arte e scienza*, Atti del Convegno Internazionale (Arezzo-Sansepolcro) 1992, a cura di M. Dalai Emiliani e V. Curzi, Venezia, pp. 355-362.
- Erone, 1575, *Heronis Alexandrini Spiritalium liber. A Federico Commandino Urbinatè, ex graeco nuper in latinum conversus*. Apud Aegidium Gorbinum.
- Erone, 1589, *Di Herone Alessandrino De gli Automati, overo Machine Semoventi, libri due, tradotti dal greco da Bernardino Baldi Abbate di Guastalla*, Venezia.
- Erone, 1616, *Heronis Ctesibii Belopoeica, hoc est telifactiva, Bernardino Baldi Urbinatè, Guastalae abbate, illustratore et interprete. Item Heronis vita eodem auctore*, Augsburg.
- Erone, 1592, *Spiritali di Herone Alessandrino. Ridotti in lingua volgare da Alessandro Giorgi da Urbino*, In Urbino, Appresso Bartholomeo e Simone Ragusij fratelli.

- Fiore F. P., Cieri Via C., 1997, «Francesco di Giorgio di Martini», in *Dizionario Biografico degli italiani*, Treccani, volume 49, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana.
- Fiore, F.P. (a cura di), 2004, *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro*, Atti del convegno internazionale di studi, Urbino, Monastero di Santa Chiara 11-13 ottobre 2001, Firenze, Olschki.
- Fiore, F.P. e Tafuri, M., (a cura di), 1993, *Francesco di Giorgio architetto*, Ed. Electa, Milano.
- Francesco di Giorgio Martini, 1979, *Trattato di architettura: il codice di Ashburnham 361 della Biblioteca Medicea Laurenziana di Firenze*, a cura di P.C. Marani, Firenze, Giunti.
- Francesco di Giorgio Martini, 2002, *Studi per il V centenario della morte di Francesco di Giorgio Martini (1501-2001)*, Bollettino della Società di Studi Fiorentini, 11, Firenze, Alinea.
- Frank, M., 2001, *Guidobaldo dal Monte's Mechanics in Context A Research on the Connections between his Mechanical Work and his Biography and Environment*, Ph. D Thesis.
- Frank, M., 2022, *L'Epistolario Di Guidobaldo Dal Monte, (1545-1607)*. Edizione critica con Introduzione e Appendice documentaria a cura di Martin Frank. Con una Prefazione di Enrico Giusti, Urbino, Accademia Raffaello.
- Gadol, J., 1967, *Leon Battista Alberti. Universal Men of the Early Renaissance*, Chicago and London.
- Galluzzi, P., (a cura di), 1996, *Gli ingegneri del Rinascimento. Da Brunelleschi a Leonardo da Vinci*, Firenze, Giunti.
- Galluzzi, P., 2005, *Machinae pictae. Immagine e idea della macchina negli artisti-ingegneri del Rinascimento* in *Machina*, Atti del XI Colloquio Internazionale del Lessico Intellettuale Europeo (Roma 2001), a cura di M. Veneziani, Firenze, pp. 241-272.
- Gamba E., e Montebelli, V., 1988, *Le Scienze a Urbino nel Tardo Rinascimento*, Urbino, Quattroventi.
- Gille, B., 1972, *Leonardo e gli ingegneri del Rinascimento*, tr. it., Milano, Feltrinelli.
- Gozza, P., (a cura di), 1988, *La musica musica nella Rivoluzione scientifica*, Bologna, Il Mulino.
- Guidobaldo del Monte, 1577, *Mechanicorum liber*, Pesaro.

- Guidobaldo del Monte, 1579, *Planisphaeriarum universalium theoria*, Pisauri, Girolamo Concordia.
- Guidobaldo del Monte, 1588, *In duos Archimedis Aequponderantium libros paraphrasis*, Pesaro.
- Guidobaldo del Monte, 1600, *Perspectivae libri sex*, Pisauri, Girolamo Concordia.
- Guidobaldo del Monte, 1609, *Problematum astronomicum libri septem*, apud Bernardum Iuntam, Io. Baptistam Ciottum & socios.
- Guidobaldo del Monte, 1615, *Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis de Coclea libri quattuor*, Venezia.
- Karvouni, M., 1994, *Il ruolo della matematica nel "De re aedificatoria" dell'Alberti*, in J. Rykwert e A. Engel (a cura di), *Leon Battista Alberti*, Milano, Electa.
- Kuhn, T.S., 1985, *Tradizioni matematiche e tradizioni sperimentali*, in *La tensione essenziale*, tr. it., Torino, Einaudi.
- Molari, L. e Molari, P.G., 2006, *Il trionfo dell'ingegneria nel fregio del palazzo ducale d'Urbino*, Edizioni ETS, Pisa.
- Mallett, M., 1995, *Il condottiero*, in E. Garin (a cura di), *L'uomo del Rinascimento*, Bari, Laterza, pp. 45-72.
- Mallett, M., 1983, *Signori e mercenari: la guerra nell'Italia del Rinascimento*, tr. it. Bologna, Il Mulino.
- Marsden, E.W., 1971, *Greek and Roman artillery: Technical treatises*, Oxford.
- Napolitani, P.D., 2000, «Federico Commandino e l'Umanesimo matematico», in *Quaderni del Consiglio Regionale delle Marche*, pp. 35-58.
- Obertello, L., 1989, *Boezio e dintorni. Ricerche sulla cultura altomedievale*, Firenze, Nardini.
- Pacioli, L., 1494, *Summa de arithmetica geometria proportioni et proportionalita*, Venezia, Paganini.
- Pacioli, L., 1523, *Summa de arithmetica geometria proportioni et proportionalita*, Venezia, Paganini.
- Pacioli, L., 1982, *Divina proportione*, rist. anastatica del manoscritto ambrosiano (ed. Fontes Ambrosiani XXXI) a cura di A. Marinoni, Milano.

- Palisca, C.V., 1985, *Humanism in Italian Renaissance Musical Thought*, New Haven and London, Yale University Press.
- Perugini, R., 1998, «Gli “Elementi” di Euclide tra scienza, filosofia ed architettura», in W. Tega (a cura di), *Le origini della modernità. Volume I. Linguaggi e saperi tra XV e XVI secolo*, Firenze, Olschki, pp. 103-122.
- Philons Mechanik, 1920, *Exzerpte aus Philons Mechanik* B. VII und VIII (H. Diels, E. Schramm eds.), in *Abhand. Der Preussischen Akad. D. Wissenschaften, philos-hist. Kl. Nr. 12*, Berlin.
- Piero della Francesca, 1984, *De prospectiva pingendi*, a cura di G. Nicco Fasola, Firenze.
- Vitruvio, 1997, *De architectura*, a cura di P. Gros, Torino, Einaudi.
- Walker, D.P., 1985, *Music, Spirit and Language in the Renaissance*, London.
- Wittkower, R., 1994, *Principi architettonici nell'età dell'Umanesimo*, tr. it., Torino, Einaudi.

Ingegno e disegno: l'iconografia delle macchine e i metodi di rappresentazione

Filippo Camerota

Museo Galileo, Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze
f.camerota@museogalileo.it

«Ritengo che il disegno sia necessario a tutte le scienze»
Francesco di Giorgio Martini

Il codice Magliabechiano dei *Trattati di architettura* di Francesco di Giorgio Martini contiene una digressione sul disegno di grande rilevanza per capire il cambiamento in atto nel XV secolo sulle modalità della comunicazione scientifica e tecnologica.

Sono per molti tempi stati dignissimi autori i quali hanno diffusamente descritto dell'arte dell'architettura e di molti edifizii e macchine, quelli con carattere e lettere dimostrando e non per figurato disegno, et in tali modi hanno esplicato li concetti della mente loro; e per benché ad essi compositori li paia molto largamente tale opare secondo la mente loro avere illucide, pure noi vediamo che sono rari quelli lettori che per non avere disegno intendere possono.¹

Tra gli autori a cui allude Francesco - che credertero di aver sufficientemente illustrato il loro pensiero con la sola scrittura, senza il disegno - c'era certamente Vitruvio il cui trattato di architettura e macchine era stato trasmesso dai copisti senza l'apparato iconografico.

¹ Francesco di Giorgio Martini (1967, II, 489-490), si cfr. con *Trattati...*, BNCf, Magl. II.I.141, Sesto trattato, *Parti e forme dei porti*.

Ma c'era forse anche Leon Battista Alberti che scrisse tutti i suoi trattati senza alcuna illustrazione, nella convinzione umanistica che la parola fosse sufficiente a esprimere i concetti della mente. Il problema segnalato da Francesco è che la parola scritta induce a immaginare, e «andando dietro alla immaginativa ciascuno fa varie composizioni che sono tal volta più differenti dal vero e da la prima intenzione che dalla chiara luce la tenebrosa notte, e per questo reca ai lettori non piccola confusione». Allo scopo di fugare ogni possibile interpretazione erronea era quindi necessario unire «con la scrittura el disegno», legando «il segno col significato», in modo che «ogni oscurità sarebbe tolta via».

Ma sono molti speculativi ingegni che per loro solerzia hanno molte cose invente e dell'altre antiche come di nuovo ritrovate quelle descrivendo, e per non avere el disegno sono difficilissime ad intendare, perché siccome noi vediamo sono molti che hanno la dottrina e non hanno l'ingegno, e molti dotati d'ingegno e non di dottrina, e molti hanno la dottrina e lo ingegno e non hanno el disegno. Onde conviene, se questi vogliono per disegno altre scritture alcune cose dimostrare, bisogno che ad un esperto pittore lo dia a intendare. Ma è difficilissimo e gran penura ha lo autore overo inventore imprimare nella mente d'altri quello che lui manifesto coll'intelletto apertamente vede, e massime per dimostrare ad un medesimo tempo le cose estrinseche e intrinseche e anco occulte [...] adunque iudico el disegno essere in questo necessario a qualunque altra scienza si sia.

Ricorrere all'aiuto di un pittore era una soluzione possibile ma non del tutto risolutiva perché spesso non si trattava di copiare un oggetto dal vero, bensì di illustrare un concetto che albergava nella mente dell'inventore il quale, a sua volta, lo immaginava in modo non sempre compatibile con la rappresentazione pittorica. Le raffigurazioni incongruenti dal punto di vista prospettico che spesso vediamo nei trattati medievali di poliorcetica avevano un senso compiuto nella mente dell'ingegnere e rispondevano meglio alla sua immaginazione perché mostravano quello che era necessario far vedere, le cose esterne e quelle interne di un dato oggetto, o le cose nascoste alla vista. Queste caratteristiche della rappresentazione che Francesco di Giorgio sottolinea con molta efficacia, appartengono a un linguaggio che i pittori avrebbero acquisito e perfezionato nel corso del Quattrocento grazie alla codificazione delle regole del disegno: non solo la prospettiva ma anche le proiezioni ortogonali che pur essendo utilizzate dagli architetti fin dall'antichità non seguivano ancora modalità grafiche convenzionali. Questo perché il disegno era soprattutto uno strumento

progettuale che serviva principalmente ad affinare le idee la cui trasmissione nei cantieri avveniva attraverso le istruzioni impartite direttamente da chi le aveva concepite. La necessità del disegno come strumento di comunicazione che avvertiamo nelle parole di Francesco di Giorgio implicava uno sforzo ulteriore per far in modo che il linguaggio grafico fosse utile non solo a chi concepiva l'idea ma anche a chi doveva realizzarla, dando forma, dimensione e materia a ciò che altri avevano solo immaginato. Il modo migliore di trasmettere le idee pertanto non era servirsi di chi sapeva disegnare ma appropriarsi delle regole del disegno affinché la forma immaginata e quella costruita fossero del tutto coincidenti. Il disegno doveva cioè esprimersi attraverso l'ingegno e la «dottrina», o cultura, di chi attraverso il linguaggio grafico trasmetteva il frutto delle proprie idee.

Così sentenziava anche Leon Battista Alberti che pur non usando il disegno ne riconosceva la necessità pratica e concettuale: «Il disegno sarà un tracciato preciso e uniforme, concepito nella mente [...] e condotto a compimento da persona dotata di ingegno e di cultura»². Per poter essere usato come strumento di comunicazione, e quindi essere compreso dagli altri, il disegno doveva necessariamente seguire le modalità di qualsiasi linguaggio, ovvero adeguarsi all'applicazione di regole condivise. Senza un linguaggio grafico condiviso «saper leggere un disegno» – come spiega Antonio Averlino nel suo trattato di architettura – «è più difficile che disegnare», e pur essendovi molti «buoni maestri di disegno [...] se tu gli chiedi con quale regola hanno disegnato un tale edificio [...] non te lo sapranno dire»³. La straordinaria opera di codificazione delle regole del disegno intrapresa in questi anni da Piero della Francesca con il *De prospectiva pingendi* è la risposta più eloquente a questa esigenza comune di artisti, architetti, tecnici e ingegneri.

Rispetto alla tradizione antica e medievale, il rapporto tra testo e immagine nei trattati di macchine si era ribaltato. Non era più il disegno che andava a illustrare il testo ma la scrittura che andava a completare le informazioni fornite dall'apparato iconografico. Splendide illustrazioni affollano i trattati di Guido da Vigevano, Conrad Keyser e Giovanni Fontana, fino a diventare preponderanti nell'opera di Mariano di Jacopo detto il Taccola che fu la principale fonte di riferimento di molte invenzioni tecnologiche illustrate da Francesco di

² Alberti (1966, vol. I, 20).

³ Averlino (1972, I, 157-158).

Giorgio⁴. L'*Opusculum de architectura* che Francesco compose appena entrato al servizio di Federico da Montefeltro è sintomatico di questo nuovo atteggiamento verso il potere delle immagini⁵. Il codice è una raccolta di disegni di macchine senza alcun commento scritto, fatta eccezione per la lettera dedicatoria in cui Francesco si presenta al Duca di Urbino come un nuovo Dinocrate, o un nuovo Vitruvio, come un architetto cioè capace delle più ardite invenzioni tecnologiche. Le pagine di questo codice sono la principale fonte iconografica dell'inedito libro di pietra scolpito qualche anno dopo da Ambrogio Barocci a decorazione del postergale del sedile del Palazzo Ducale di Urbino: le 72 formelle dell'arte della guerra che celebravano pubblicamente le virtù del principe guerriero (Fig. 1). Il Duca di Urbino era però anche un grande umanista e le formelle si configuravano pertanto come un trattato ideale di invenzioni meccaniche, un compendio di immagini derivate da alcuni dei più preziosi codici della biblioteca ducale. Oltre ai disegni dell'*Opusculum*, sono riconoscibili immagini tratte dal *De re militari* di Roberto Valturio e dal *De ingeneis* di Mariano di Jacopo (Fig. 2).



Fig. 1 Formella raffigurante un battipalo azionato da una ruota calcatoria [in Bernini Pezzini (1985, 209)], da Francesco di Giorgio Martini, *Opusculum de architectura*, ms., c. 1475-1478, Londra, British Museum, Ms. 197.b.21, c. 48v

⁴ Galluzzi (1996).

⁵ Ms. 197.b.21, British Museum, Londra.



Fig. 2 Formella raffigurante una “macchina araba” da guerra [in Bernini Pezzini (1985, 85)], da Roberto Valturio, *De re militari*, Verona 1483, Lib. X, c. 163v, Biblioteca Oliveriana Pesaro

A fare del disegno il più efficace strumento di comunicazione fu certamente Leonardo, grazie anche a una perizia grafica impareggiabile che gli permise di visualizzare perfino i dettagli meccanici più complessi e articolati. In alcuni casi le parole erano perfino superflue. Nel disegnare la macchina del corpo umano, ad esempio, elaborando uno dei suoi più complessi disegni anatomici, l'artista diventa protagonista e sentenza in modo inequivocabile la superiorità del disegno rispetto alla scrittura: «Ma io ti ricordo che tu non t'impacci colle parole [...] perché sarai superato di gran lunga dall'opera del pittore»⁶. Un buon disegno era in grado di mostrare il funzionamento delle macchine più complesse, spogliate del loro involucro per rivelare gli articolati meccanismi interni: «e tali strumenti si figureranno in gran parte senza le loro armature o altra cosa che avessi a impedire l'occhio di quello che le studia»⁷. Private delle loro armature, così come il corpo umano della pelle che lo riveste, le macchine si configurano come un insieme articolato di elementi, macchine semplici di cui Leonardo avrebbe voluto trattare in uno dei suoi libri mai venuti alla luce: il trattato di

⁶ Windsor, Royal Library, K/P 162 r.

⁷ Codice di Madrid I, f. 82 r.

Elementi machinali. Quest'opera avrebbe dovuto comprendere una sezione teorica e una applicativa. Nella prima sarebbero stati illustrati temi come la duplicazione del cubo, la teoria dei centri di gravità, la teoria della leva, la teoria del piano inclinato, e la teoria delle quattro 'potenze' naturali: moto, peso, forza e percussione. Nella seconda, invece, avrebbero trovato posto i prodotti dell'ingegno meccanico, dove i principi teorici prendevano forma. La leva trovava applicazione, ad esempio, nelle macchine per il ribaltamento delle scale degli assalitori. La vite era applicata a macchine per la conduzione delle acque o, in campo militare, a sistemi di caricamento di gigantesche balestre con scatto a leva (CA 149r). La ruota dentata era applicata alle macchine per il sollevamento dei pesi, agli orologi meccanici, e ai carri falcati che Leonardo disegna sulla scorta di Francesco di Giorgio, Valturio e Guido da Vigevano. La ruota calcatoria, infine, la troviamo applicata alle macchine da costruzione e alla macchina da guerra per l'azionamento a ripetizione di grandi balestre (CA 1070r).

Il fascino dell'invenzione in molti casi prende il sopravvento. Leonardo si lascia trasportare dalle idee e dalle potenzialità dell'ingegno e, pur consapevole dei limiti reali della loro realizzazione, disegna prodigiose invenzioni: carri armati, schioppetti multipli a ripetizione, cannoni a vapore, sottomarini e sistemi di respirazione subacquea, macchine volanti e paracadute, grandi sifoni per condurre le acque sui monti, abbandonandosi alla visualizzazione di sogni tecnologici che altri ingegneri prima di lui avevano illustrato e che alcuni ingegni senza disegno, invece, avevano solo potuto descrivere: «Gli strumenti per navigare – scriveva Ruggero Bacon nel XIII secolo – possono essere fatti [...] in modo tale che grandissime navi fluviali e marine siano condotte da un unico pilota con maggiore velocità che se fossero piene di rematori. Si possono fare anche carri che si muovono senza animali con inestimabile impeto, come erano forse i carri falcati con cui si combatteva nel tempo antico. Si possono anche costruire strumenti per volare, tali che l'uomo, sedendo al centro dello strumento e movendo qualche congegno, faccia sì che ali artificiosamente composte percuotano l'aria, al modo di un uccello che vola [...] conosco bene un sapiente che escogitò questo artificio».⁸

Il disegno rendeva queste invenzioni credibili e sebbene i disegni di Leonardo non abbiano avuto la diffusione necessaria a fare scuola, a lui si devono alcune delle più efficaci rappresentazioni di macchine. Le

⁸ Bacon (1945, cap. IV, 29-30).

vedute prospettiche erano spesso ‘sceneggiate’ per mostrare il lavoro compiuto dalla macchina. Le figure che azionano il grande argano per il sollevamento dei cannoni in un vivace disegno della Royal Library (RL 12647) mostrano le dimensioni della macchina e al tempo stesso le parti mobili che la compongono (Fig. 3). La prospettiva non era però sempre il metodo più adatto a mostrare gli elementi meccanici, o almeno non lo era quando lo scorcio era troppo forzato, risultando bello dal punto di vista pittorico ma poco funzionale per l’illustrazione meccanica. La soluzione stava nell’adozione di una distanza di osservazione maggiore di quella raccomandata dai precetti dei pittori. Allontanando il punto di vista, la prospettiva diventava meno accelerata, le linee recedenti in profondità meno convergenti, e tanto più vicine al parallelismo quanto più il punto di vista si immaginava lontano. Questa condizione non era naturale ma l’artificio del disegno permetteva di metterla in atto e mostrare la macchina secondo una modalità grafica che oggi è nota come assonometria. Questo permetteva, ad esempio, di scomporre gli elementi della macchina e mostrarli separati ma allineati su un asse comune con lo stesso scorcio prospettico, come nei moderni esplosi assonometrici, rendendoli dunque riconoscibili anche nelle dimensioni, come nella scomposizione di una doppia ruota dentata raffigurata nel Codice Atlantico (CA 30v) (Fig. 4). Oppure di illustrare elementi della stessa dimensione a distanze diverse senza alterare la loro grandezza apparente, come nella macchina trafilatrice del medesimo codice (CA 10r).

Questo metodo di rappresentazione era solitamente usato dai matematici che fin dall’antichità lo adottarono per visualizzare la tridimensionalità dei corpi geometrici senza alterare la forma o le dimensioni delle facce che li compongono. Il cubo, ad esempio, si rappresentava con un quadrato e due parallelogrammi adiacenti a due lati contigui, in modo da non alterare la condizione di parallelismo delle facce opposte⁹. Si trattava però di una consuetudine grafica che non implicava un principio proiettivo e consentiva perlopiù di illustrare i corpi semplici, come il cilindro, il cono o la piramide. I poliedri più complessi, i cosiddetti corpi regolari, rappresentavano un problema che Piero della Francesca superò magistralmente immaginandoli inscritti in un cubo. Allo stesso modo in cui qualsiasi figura piana poteva essere

⁹ Cfr, ad esempio, le belle raffigurazioni di cubi e parallelogrammi nel codice greco degli *Elementi* di Euclide (XIII, 17), IX secolo, Biblioteca Apostolica Vaticana, Cod. Vat. Gr. 190, f. 245r.

disegnata in prospettiva immaginandola inscritta o contenuta in un quadrato – così leggiamo nel *De prospectiva pingendi* – ogni corpo poteva essere rappresentato in prospettiva o in prospettiva senza scorcio (assonometria) inscrivendolo in un cubo. Piero ne indica il procedimento nel *Libellus de quinque corporibus regularibus*, limitandosi al caso dei cinque corpi regolari, uno dei quali era appunto il cubo o esaedro. Una volta disegnato il cubo in forma assonometrica, gli altri quattro poliedri – tetraedro, ottaedro, dodecaedro e icosaedro – si potevano ottenere tracciando i punti di contatto dei loro vertici con le facce del cubo e unendo successivamente i vertici per visualizzare gli spigoli, sia quelli visibili che quelli nascosti (Fig. 5).



Fig. 3 Leonardo da Vinci, *Argano per il sollevamento di un cannone*, Windsor Castle, Royal Library, RL 12647, facsimile

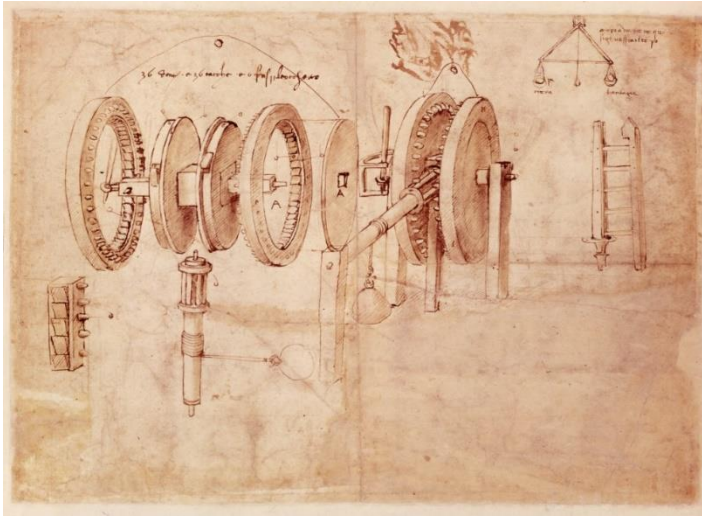


Fig. 4 Leonardo da Vinci, *Doppia ruota dentata assemblata e esplosa*, Milano, Biblioteca Ambrosiana, Codice Atlantico, f. 30v, facsimile

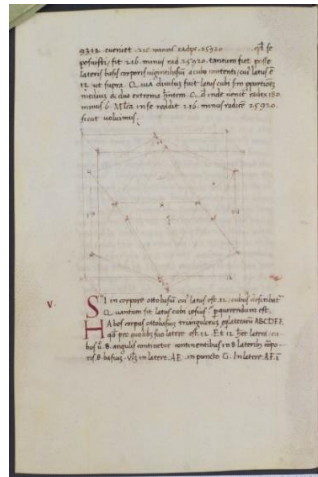
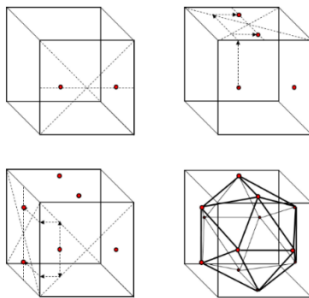


Fig. 5 Ricostruzione del metodo adottato da Piero per disegnare un icosaedro nel *Libellus de quinque corporibus regularibus*, Città del Vaticano, Biblioteca Apostolica Vaticana, Cod. Vat. Urb. Lat. 632, c. 40v (ricostruzione a cura di F. Camerota). Le dimensioni dei lati in scorcio assometrico sono state aumentate per agevolare la leggibilità del procedimento grafico

La codificazione delle regole del disegno cui Piero della Francesca contribuì in modo esemplare soprattutto con il *De prospectiva pingendi*, permise di superare le difficoltà e le convenzioni grafiche medievali ancora largamente presenti nei trattati degli ingegneri del Quattrocento.

Guido da Vigevano, Giovanni Fontana, ma lo stesso Valturio, utilizzavano un linguaggio grafico ancora fortemente legato agli schemi grafici della tradizione poliorcetica: artificiose combinazioni di pianta e alzato derivate dalla tradizione araba, prospettive ‘inverse’ per mostrare almeno quattro lati di una macchina cubica, e molto spesso prospettive parallele di tipo assonometrico (Fig. 6). Nel tempo fu proprio il disegno assonometrico a rivelarsi il metodo di rappresentazione più adatto al disegno delle macchine ma era necessario affinarne le modalità esecutive e soprattutto i fondamenti teorici. Nel 1529 Geoffroy Tory ne mostrò le qualità metriche, sebbene limitatamente al disegno dei caratteri tipografici (Fig. 7)¹⁰, e successivamente Jean Cousin lo introdusse tra i metodi di rappresentazione dello scorcio della figura umana.¹¹ Gli ingegneri militari lo adottarono per il disegno delle fortificazioni mentre gli ingegneri meccanici lo preferirono spesso alla prospettiva pittorica pur ambientando pittoricamente le loro invenzioni in contesti urbani o paesaggistici (Fig. 8)¹².

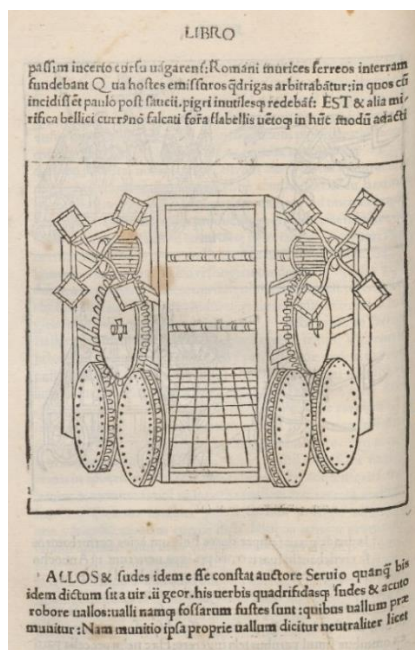


Fig. 6 Roberto Valturio, *De re militari*, Verona 1483, Lib. X, c. 159v: carro a vento, Biblioteca Oliveriana Pesaro

¹⁰ Tory (1529).

¹¹ Cousin (1571).

¹² Maggi e Castriotto (1564, Lib. II, cap. III, 40); Ramelli (1588).

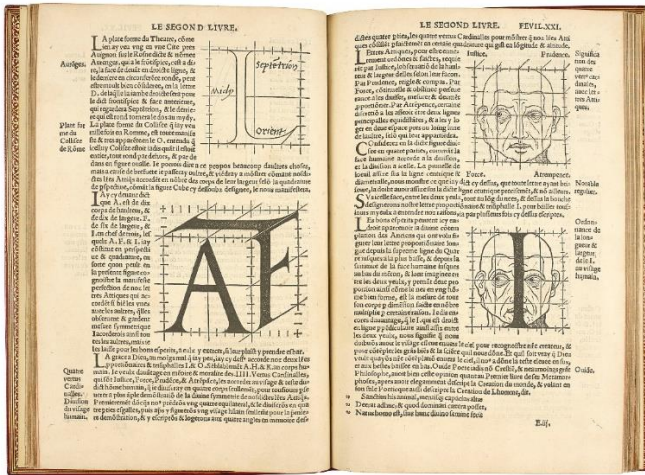


Fig. 7 Geoffroy Tory, *Champsfleury*, Paris 1529, livre II, c. 20v, facsimile

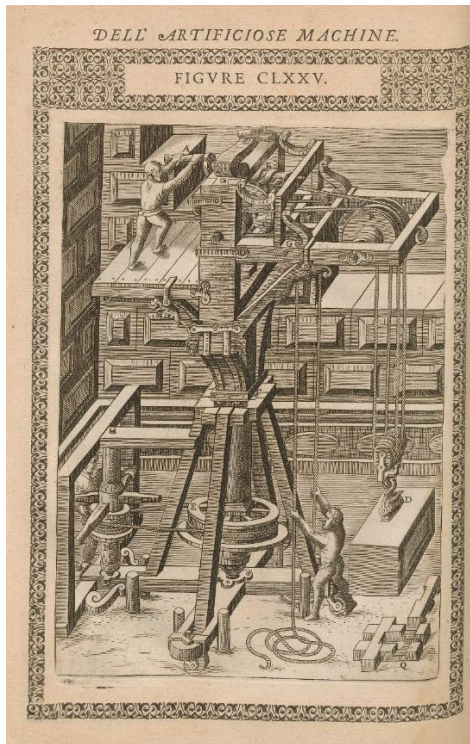


Fig. 8 Agostino Ramelli, *Le diverse et artificiose machine*, Parigi 1588, Biblioteca Oliveriana Pesaro

Il bisogno di individuare il fondamento proiettivo dei disegni assonometrici nella localizzazione del punto di vista all'infinito emerse gradualmente nella seconda metà del Cinquecento nel contesto dei trattati di astronomia che contemplavano l'uso dell'astrolabio universale. Fu Reiner Gemma Frisius a sostenere per primo il concetto di un occhio vedente situato all'infinito lungo l'asse degli equinozi, giustificando in questo modo l'apparenza dei cerchi paralleli come linee rette¹³. E il concetto fu ulteriormente sostenuto dal suo discepolo, Juan de Rojas Sarmiento¹⁴. Ma l'idea dell'occhio all'infinito incontrava qualche difficoltà ad essere accettata. Guidobaldo del Monte, ad esempio, la riteneva insostenibile perché l'infinito non è un luogo, e situare l'occhio «in nessun luogo» è cosa che contraddice il concetto di prospettiva: «Da ciò appare quanto riduttive siano le loro parole per spiegare la sua origine [dell'astrolabio universale]. Giovanni De Rojas infatti omise del tutto dove bisognava collocare l'occhio. Gemma Frisio invece stabilisce che l'occhio (ove possibile) venga collocato a distanza infinita, cosa che senz'altro corrisponde a non collocarlo in nessun luogo. A quale condizione è infatti possibile che qualcosa nasca dalla prospettiva se l'occhio si allontana a distanza infinita? Senza dubbio ciò ripugna alla stessa prospettiva».¹⁵ Nei suoi disegni della sfera celeste, di conseguenza, Guidobaldo preferì seguire la lezione di Federico Commandino che aveva metodicamente disegnato i cerchi in scorcio come ellissi (Fig. 9)¹⁶. Bernardino Baldi non mancò di segnalare questo aspetto e elogio l'opera di Commandino «per la schiettezza della lingua e per la diligenza delle figure, nelle quali adoperata l'arte della prospettiva evitò quelle bruttezze nelle quali incorrono e incorsero quelli che andarono dietro all'usanza depravata e al costume barbaro»¹⁷.

Il «costume barbaro» a cui si riferiva Baldi nel caso della sfera celeste era la consuetudine di rappresentare i cerchi in scorcio in forma di fusi. Questa convenzione grafica era stata usata soprattutto dagli Arabi ma continuava ad essere applicata dai cosmografi moderni perché consentiva di visualizzare immediatamente e senza disegnarlo il diametro del cerchio. Guidobaldo del Monte e Commandino furono invece costretti a disegnare il diametro perché la continuità della curva

¹³ Gemma Frisius (1556, I, 4).

¹⁴ de Rojas Sarmiento (1550).

¹⁵ Del Monte (1579, 141).

¹⁶ Commandino (1562).

¹⁷ Baldi (1998, 518).

ellittica non consentiva di individuare il centro della figura. Ma il disegno prospettico, sebbene meno funzionale, era considerato più bello, e questo era diventato ormai un requisito fondamentale per garantire il successo editoriale dei cosiddetti 'teatri di macchine' che tra il XVI e il XVII secolo avevano affidato alla stampa e alla finezza del bulino la spettacolarizzazione dell'ingegno che Francesco di Giorgio aveva messo in atto nel secolo precedente attraverso le formelle dell'arte della guerra.

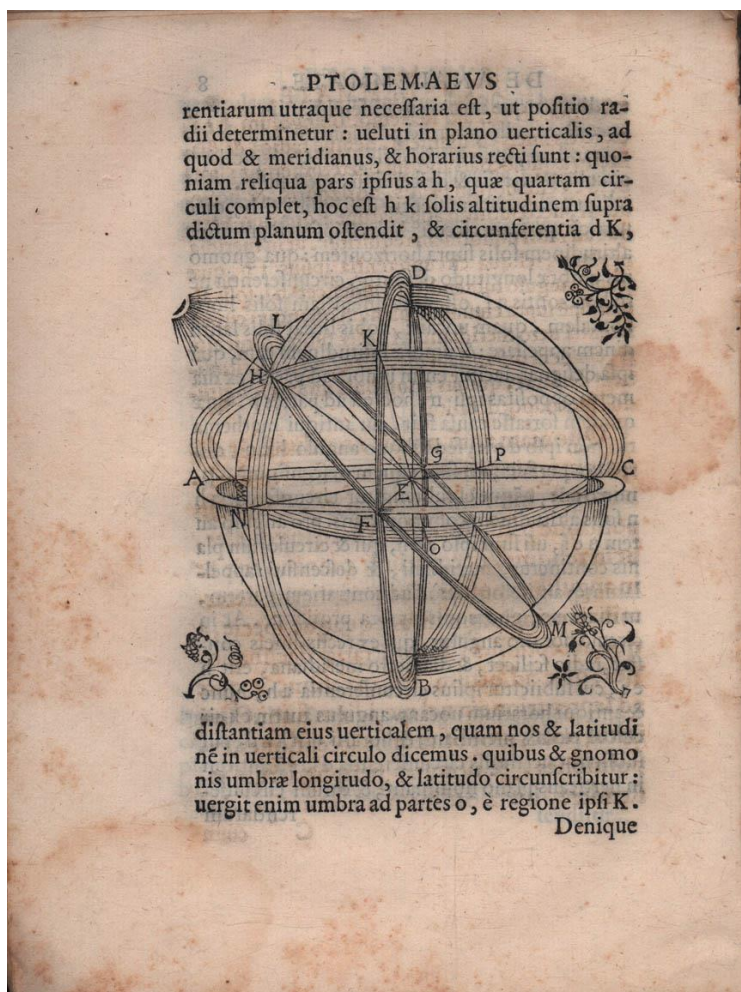


Fig. 9 Federico Commandino, *Claudii Ptolemaei Liber de analemmate*, Roma 1562, c. 8v

Bibliografia

- Alberti, L. B., 1966, *De re aedificatoria*, Firenze, 1485, I, I; ed. critica a cura di Giovanni Orlandi e Paolo Portoghesi, 2 voll., Milano, Il Polifilo.
- Averlino, A. (detto il Filerete), 1972, *Trattato di architettura*, a cura di Anna Maria Finoli e Liliana Grassi, 2 voll., Milano, Il Polifilo.
- Bacone, R., 1945, *De secretis operibus artis et naturae*, cap. IV; cfr. *I segreti dell'arte e della natura e confutazione della magia [...] secondo l'edizione critica antica di Giovanni Dee*, Milano, Spartaco Giovene.
- Baldi, B., 1998, *Le vite de' matematici. Edizione annotata e commentata della parte medievale e rinascimentale*, ed. Elio Nenci, Milano, Franco Angeli.
- Bernini Pezzini, G., 1985, *Il fregio dell'arte della guerra nel palazzo ducale di Urbino. Catalogo dei rilievi*, Galleria nazionale delle Marche, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Commandino, F., 1562, *Claudii Ptolemaei liber de analemmate*, Roma.
- Cousin, J., 1571, *La Vraye science de la portraicture*, Parigi.
- Del Monte, G., 1579, *Planisphaeriorum Universalium Theoricae*, Pesaro.
- Francesco di Giorgio Martini, 1967, *Trattati di architettura ingegneria e arte militare*, a cura di Corrado Maltese, 2 voll., Milano, Il Polifilo.
- Galluzzi, G., 1996, *Gli ingegneri del Rinascimento da Brunelleschi a Leonardo da Vinci*, catalogo della mostra, Firenze, Giunti.
- Gemma Frisius, R., 1556, *De astrolabo catholico*, Anversa.
- Maggi, G. e Castriotto, J., 1564, *Della Fortificatione della Città... libri tre*, Venezia.
- Ramelli, A., 1588, *Le diverse et artificiose macchine*, Parigi.
- Rojas Sarmiento, J. de, 1550, *Commentariorum in astrolabium*, Parigi.
- Tory, G., 1529, *Champfleury*, Parigi.

Nuove interpretazioni sulle formelle del Palazzo Ducale di Urbino

Luisa Molari
Alma Mater Studiorum Università di Bologna
luisa.molari@unibo.it

Pier Gabriele Molari
già Alma Mater Studiorum Università di Bologna
piergabriele.molari@unibo.it

1. Introduzione

Le 72 formelle che coronano il Palazzo Ducale di Urbino sono bassorilievi di alta fattura, scelti e disposti con estrema cura, che hanno lo scopo di generare le idee, che il Duca ha selezionato per essere divulgate, nelle menti di coloro che saranno in grado di interpretarle.

Si pensa che questa opera d'arte, per tanti versi così celata, vada letta in questa ottica per essere piacevolmente fruita. La comunicazione, secondo le teorie neoplatoniche messe a fuoco nella accademia di Careggi, e così ben accolte dalla colta corte Urbinate¹, avveniva infatti attraverso simboli che univano l'oggetto all'idea.

¹ La dedica a Federico delle *Enneadi* tradotte da Ficino lo attesta in maniera inequivocabile.

2. Le fonti dei disegni

19 delle 72 formelle raffigurano panoplie, che appaiono appartenere ad una serie temporalmente precedente alle altre e coerenti con il progetto iniziale del palazzo.

Le formelle che non raffigurano panoplie sono riferibili ai disegni dell'*Opusculum de Architectura*, ora al British Museum. Si può pensare che queste formelle siano riprese da quello che noi oggi chiameremmo il *book* con il quale Francesco di Giorgio² si presentava al Duca Federico. Questo bellissimo manoscritto membranaceo consiste in 80 fogli con dimensioni esterne di 274 mm x 229 mm.

Dopo la partenza del maestro *Luçiano* (Luciano Laurana), il Duca ebbe necessità di assumere e condividere le sue idee con colui che oggi definiremmo un ingegnere di sua fiducia, capace di completare la costruzione del palazzo, curare le difese e saper portare conoscenze sulla nuova tecnologia militare che andava affermandosi con l'impiego degli esplosivi. Francesco di Giorgio scelse questo *book* per dimostrare al Duca le sue capacità, come consigliatogli da Ubaldini, fratellastro del Duca, e come appreso dal suo Maestro senese Mariano Danniello Vanni, detto il Taccola che aveva presentato nel 1432 un *book* simile all'imperatore Sigismondo di Lussemburgo.

Il Duca ammise Francesco di Giorgio a corte, tanto che nei suoi Tattati scrisse³: «Confidandosi el mio ill(ustrissi)mo S.D.F. (Signor Duca Federico) in la mia esigua intelligenza forse più che quella non meritava, gli piacque in più luoghi facesse fare di fondo rocche in territorio di sua signoria».

Oltre all'*Opusculum*, esistono disegni progettuali, secondo la prassi urbinata del fare e rifare, prassi che verrà poi esaltata dal Barrocci e seguita dagli artisti che lavorano a corte, raccolti in una serie di altri codici membranacei, quindi per mani ducali. Questi codici portarono man mano sia ad una scelta degli oggetti da rappresentare sia alla definizione delle loro linee essenziali per condurre finalmente i lapicidi nella loro opera. Si hanno così in sequenza, come raffigurato in Fig.1: il codice Santini⁴, il codice *Organa Mechanica* della Marciana e infine il codice conservato ora nella Biblioteca Vaticana Urb. Lat 1397⁵.

² Ceccarelli e Molari P.G. (2020).

³ Francesco di Giorgio Martini (1967, vol. II, p. 295).

⁴ Bettini (2010).

⁵ Questi codici sono ora consultabili in rete agli indirizzi riportati in bibliografia.



Fig. 1 I codici dei disegni e la loro sequenza temporale per definire il contenuto delle formelle (edizioni facsimilari). Nei due codici a destra (qui pensati temporalmente ultimi) vi sono i disegni di alcune macchine che non sono presenti negli altri, un esempio: la rappresentazione della coclea⁶ che tanto verrà studiata ad Urbino

Il codice *Santini*, conservato ad Urbino dagli eredi Santini, consiste in 68 fogli membranacei di 211 x 151 mm.

Il codice *Organa Mechanica* della Marciana di Venezia Lat.VII,87=3048 già appartenuto a Guido Ubaldo Del Monte, portato forse a Venezia dal figlio Orazio che prestava servizio con la Serenissima, è di piccolo formato e consiste in 37 fogli di 136 x 118 mm.

Il codice Urb. Lat. 1397 di 86 fogli con dimensioni esterne 257 x 168 mm⁷, già facente parte della Biblioteca del Palazzo Ducale di Urbino, è conservato alla Biblioteca Apostolica Vaticana, riporta nei primi 53 disegni tutte le formelle che non sono panoplie (con 53=72-19). In particolare, è rovesciato l'ultimo foglio (il 27^{mo}), quello che contiene proprio il 53^{mo} disegno.

È quindi spontaneo considerare questo ultimo codice come quello di riferimento per i disegni operativi necessari per il taglio delle formelle. I disegni con dimensioni di 243 x 168 mm sono in scala di 1:3 rispetto alle immagini scolpite e quindi di facile trasposizione nelle dimensioni desiderate su cartoni e poi su pietra.

⁶ Magnini e Molari P.G. (2013).

⁷ Stornaiolo (1985).

Va notato che esiste una limitata serie di disegni riprodotti negli ultimi due codici e non ripresi dall'*Opusculum*. Essi si riferiscono a qualche particolare macchina o alle illustrazioni del codice *De Re Militari* di Valturio⁸, che, come noto, faceva parte della corte Riminese di Sigismondo Malatesti, avversario storico del duca Federico. È opportuno considerare come questi disegni rappresentassero macchine già all'epoca obsolete, e che, quindi, esporre queste macchine significasse mettere in evidenza l'arretratezza tecnologica della corte Riminese rispetto a quella Urbinate.

3. Come le formelle riempiono la fascia e il loro allestimento temporale

Le 19 formelle che rappresentano panoplie si raggruppano in gran parte nella zona centrale della facciata e sono coerenti alle immagini riprodotte negli zoccoli dei pilastri. Nasce quindi spontaneo pensare che appartengano ad una originaria esposizione che prendeva in considerazione solo la parte di facciata che va dal pilastro della porta della biblioteca allo spigolo della facciata verso il castellare e quindi da ricondurre alla mente dell'Alberti⁹, e come solo in un secondo tempo sia stata variata nell'estensione del fregio a tutta la facciata del *castellare* e a quella su piazza del Rinascimento.

Seguendo, con una lieve modifica, quanto indicato nel libro¹⁰ a pag.15, dove viene riportata la disposizione delle formelle ripresa dalla incisione pubblicata da F. Bianchini su rilievi effettuati da R. Cantarini, partendo dal lato su piazza del Rinascimento, si ha la disposizione delle

⁸ Codice BAV Urb. Lat. 281.

⁹ Si richiama l'Alberti perché si ritiene che la facciata principale sia opera sua per le tante analogie che presenta con il tempio malatestiano di Rimini per quanto riguarda la conservazione delle strutture esistenti ed il loro adeguamento alle nuove necessità. L'alloggiamento dello scalone interno e la sua illuminazione attraverso i finti finestrone esterni ne sono una palese prova. Il rivestimento della prima parte della facciata che lascia in evidenza il muro in mattoni, il fregio a palmette che circonda il palazzo, sotto le finestre del primo piano, portano ulteriori elementi a sostegno di questa tesi. Del fatto che parti di un vecchio edificio non siano abbattute c'è traccia, per l'esperienza fatta sul maggior costo di questa soluzione, nella lettera del 1481 del duca Federico a Matteo Contugi per consigliare Federico Gonzaga, citata in Fiore (2021).

¹⁰ Bernini Pezzini (1985).

formelle fra gli intervalli, cadenzati dai pilastri, come evidenziato in Fig. 2:

$$17 + 6 + [6 + 7 + 6] + 4 + 13 + 13 = 72$$

In grassetto e fra parentesi si può notare il gruppo delle 19 formelle della stesura dovuta all'Alberti. Queste verranno definite *vecchie* nel seguito per distinguerle dalle altre, dette *nuove*, e si cercherà anche di seguire come alcune di esse siano state traslate in altro lato, forse perché deteriorate o, in qualche caso, per ricordare la presenza di Federico attraverso il suo elmo e le sue onorificenze.

Considerando una dimensione standard di tutte le formelle con base di due piedi Urbinati, cioè $335 \text{ mm} \times 2 = 0,67 \text{ m}$ e altezza di 2,5 piedi $\sim 0,838 \text{ m}$, si possono calcolare le lunghezze dei tratti occupati.

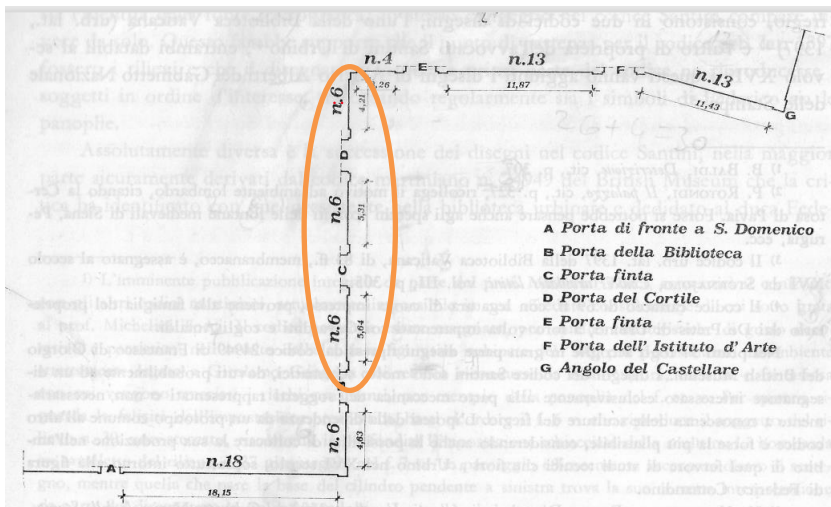


Fig. 2 Una proposta sulla disposizione delle formelle $(18 + 6 + [6 + 6 + 6] + 4 + 13 + 13)$ con evidenziata la zona delle formelle *vecchie*

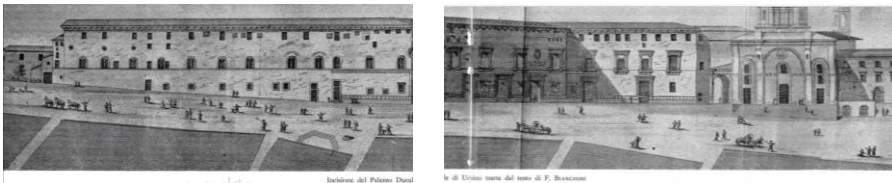


Fig. 3 Incisione del 1724 dove sono messe in evidenza le formelle¹¹

¹¹ Bianchini e Baldi (1724).

-Il primo tratto misura 18,15 m, contiene n. 17 formelle (I – XVII) a partire dal pilastro dello spigolo della facciata andando a ritroso verso la porta della Soprintendenza. Quindi, se si riempie il tratto senza fughe, si occupano $17 \times 0,67 \text{ m} = 11,39$ metri oppure, considerando una fuga media di 137 mm, 13,72 m (ovviamente, con la fuga d'estremità considerata solo da un lato).

Rispetto allo schema dei rilievi riportato in Fig. 2, si collocano in questo lato 17 formelle e non 18 perché sembra lecito ritenere che nel quarto lato fossero collocate 7 formelle e non 6. In questo modo si può completare nei tre lati considerati -terzo-quarto e quinto- il ciclo delle panoplie.

-Passato il pilastro di spigolo, si è nel secondo tratto dove vi sono 6 formelle (XVIII – XXIII) che devono riempire 4,63 m, quindi per simmetria occorre lasciare una fuga di 87 mm fra ciascuna formella ed i pilastri, infatti $4,63 - (6 \times 0,67) = 0,61 \text{ m} / 7 = 87 \text{ mm}$. Nei due tratti considerati fino ad ora, prima della zona ricoperta precedentemente, vi sono $17+6 = 23$ formelle. Delle quali 20 *nuove* e 3 *vecchie* che si identificano nelle 6, 7 e 15, tutte posizionate nel primo tratto. A partire dalla formella 24, si pensa vi fossero tutte le 19 formelle *vecchie* (Figg. 2 e 4) che riempivano i tratti che vanno dal pilastro a destra della porta della biblioteca al termine della facciata principale. In questi tratti sono state inserite le formelle *nuove* 29, 30 poi la 37 e le 39, 40, 41, 42 e sono state spostate le *vecchie* 43, 47, 56, 67.



Fig. 4 Le 19 *vecchie* formelle che non sono presenti nel codice BAV Urb. Lat. 1397 riportate qui con il numero fissato dal Bianchini (foto degli autori)

-Nel terzo tratto, che va dal pilastro destro della biblioteca a quello di sinistra rispetto alla *finta porta*, ci sono 6 formelle (XXIV- XXIX), le formelle *vecchie* 24, 25, 26, 27, 28; mentre la 29 appartiene alla *nuova serie* inserita in sostituzione della 6 *vecchia* traslata sul primo lato. Si può calcolare in questo lato una fuga media di 231 mm fra ciascuna formella ed i pilastri, infatti $5,64 - (6 \times 0,67) = 1,62 \text{ m} / 7 = 231 \text{ mm}$.

-Il quarto tratto, che viene considerato centrale, senza considerare quindi la parte di facciata restaurata/ricoperta dall'Alberti, va dallo stipite destro della *porta finta* a quello di sinistra della porta dell'ingresso sul cortile. Su di esso vi sono sette formelle (XXX – XXXVI), delle quali la 30 *nuova*, e le 31, 32, 33, 34, 35, 36, *vecchie*. La 30 è della *nuova serie* che sembra essere stata posta in sostituzione della *vecchia* 7 traslata nel primo lato.

Si può calcolare in questo tratto una fuga media di 77 mm fra ciascuna formella ed i pilastri, infatti $5,31 - (7 \times 0,67) = 0,62 \text{ m} / 8 = 77 \text{ mm}$.

Come sopra detto, rispetto allo schema dei rilievi riportato in Fig.2, si leggono in questo lato 7 formelle e non 6 in modo che si possa così completare nei tre lati considerati -terzo-quarto e quinto- il ciclo delle 19 panoplie: la *vecchia serie*.

-Il quinto tratto è ricoperto da 6 formelle (XXXVII – XLII). Si inizia con la 37 *nuova*, si prosegue con la 38 che appartiene alla *vecchia serie* e di seguito con le formelle *nuove* 39, 40, 41, 42 in sostituzione delle *vecchie* formelle 15, 47, 65, 67.

Si può calcolare in questo tratto una fuga media di 27 mm fra ciascuna formella ed i pilastri infatti $4,21 - (6 \times 0,67) = 0,19 \text{ m} / 7 = 27 \text{ mm}$.

-Il sesto tratto è ricoperto da 4 formelle (XLIII – XLVI). La formella 43 è *vecchia*, mentre le 44, 45, 46 sono *nuove*. Si può calcolare in questo tratto una fuga media di 120 mm fra ciascuna formella ed i pilastri infatti $3,28 - (4 \times 0,67) = 0,60 \text{ m} / 5 = 120 \text{ mm}$.

-Il settimo tratto è invece ricoperto da 13 formelle (XLVII – LX). Le formelle 47, 56 sono *vecchie*, le altre sono *nuove*. Si può calcolare in questo tratto una fuga media di 225 mm fra ciascuna formella ed i pilastri infatti $11,87 - (13 \times 0,67) = 3,16 \text{ m} / 14 = 225 \text{ mm}$

-Nell' ottavo tratto vi sono 13 formelle (LXI – LXXII). La sola formella 67 è *vecchia*, le altre sono *nuove*. Si può calcolare in questo tratto

una fuga media di 194 mm fra ciascuna formella ed i pilastri infatti $11,43 - (13 \times 0,67) = 2,72 \text{ m} / 14 = 194 \text{ mm}$.

Una valutazione più accurata delle singole fughe si può ottenere considerando le misure effettive delle singole formelle, tenendo tuttavia conto che alcune di esse sono state ritagliate e che non tutte le cornici sono originali, come si può constatare da fotografie prese quando le formelle erano esposte nelle sottogallerie del Palazzo Ducale¹².

4. Le chiavi di lettura del fregio

4.1. Il numero delle formelle: perché sono 72

Si osserva che impiegando le cifre del numero 72, si ottiene $7 \times 2 = 14$ che unito a 72 porta a 1472. Ecco la cabala, gioco così in voga in quei tempi, del numero delle formelle di Urbino. Si pensa possa così indicare la celebrazione di “la Batista”, Battista e Giovanni¹³ attraverso il ricordo di un anno fatale, il 1472, l'anno della loro morte. I vuoti da loro lasciati gettarono nello sconforto e nella malinconia profonda l'intero ducato con la palese depressione nella quale caddero il duca Federico, l'Ubalдини e tutta la corte con Piero della Francesca, i fratelli Laurana, Pacioli che lasciano Urbino. Questa attonita e impotente atmosfera viene rappresentata, con la stridente e variopinta tavolozza di Piero, nella tavola compunta e raccolta, già per il tempietto per la meditazione di Federico ed ora a Brera¹⁴.

Nelle formelle si ha una celebrazione della grandezza di queste persone all'esterno del palazzo attraverso la forza delle idee ricordando l'anno della loro morte. Le sequenze della progressione logica del pensiero umano filtrato nel progresso dell'ingegneria, come sintesi visibile dell'*otium* e del *negotium* per confluire nell'*ingenium*¹⁵, circondano il palazzo e lo avvolgono in una ancor più grande cabala, fondata sulla necessità che deve spronare il visitatore a ricostruire questo gigantesco rompicapo.

¹² Bernini Pezzini (1985).

¹³ Battista Sforza, la seconda moglie del Duca Federico, Battista Alberti, Giovanni Bessarione.

¹⁴ Molari P.G. (2012).

¹⁵ Molari L. e Molari P.G. (2006).

La bellezza della singola formella e la loro disarmonica dispersione ci proietta in un mondo vivo e palpitante di passione di conoscenza umana, così lontana dalla sottomissione ad un Dio del quale un ristretto e ottuso nucleo di famelici individui si ritiene intermediario.

4.2. La posizione podio-panca

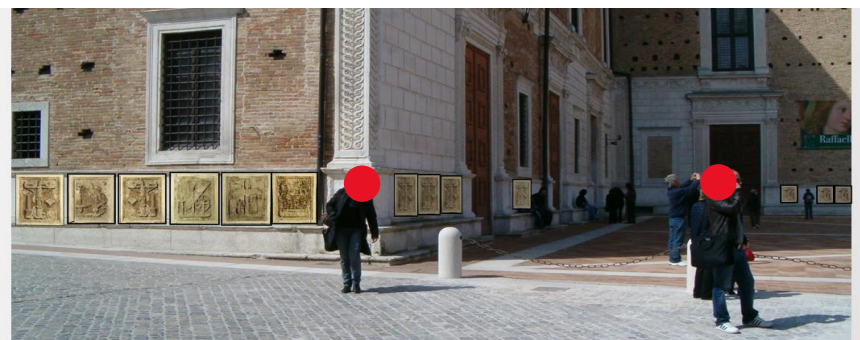


Fig. 5 Una ricostruzione virtuale della posizione delle formelle (foto degli autori)

Le formelle sono posizionate nella parte dell'edificio fra la fondazione ed il muro che è chiamato *zoccolo*, *basamento*, *pedistallo* ma che l'Alberti nel *De re aedificatoria* L. III, cap. VI¹⁶ chiede di chiamare *podio*, cioè il palco dal quale parlano gli oratori nei comizi o in altre pubbliche adunanze, o anche dove prendono posto le autorità durante una cerimonia¹⁷.

La collocazione del fregio in questa posizione, che diviene seduta, vuole così unire l'oratoria alla meditazione, e ci fornisce una palese chiave di lettura: i pochi che hanno capito e visto la potenza delle idee, e che sono stati avvolti dalla fiaccola divina, sentono l'imperativo di trasmettere queste conoscenze al popolo.

¹⁶ Alberti (2010).

¹⁷ Di Battista e Molari P.G. (2020).



Fig. 6 La mattonella, quadrata con lato di 335 mm, collocata nello sporto del tetto del Palazzo Ducale di Gubbio. Nella parte di sinistra Federico viene irrorato dalla fiaccola divina della conoscenza che, a sua volta, nella parte di destra, trasmette aumentata al suo popolo (foto degli autori)

È la rugiada divina di Giovanni Pico, altrimenti chiamata Pentecoste laica e così bene rappresentata nella mattonella quadrata di Gubbio che è posta nello sporto del tetto del Palazzo Ducale con la funzione di ricoprire e proteggere i suoi occupanti. Ha lato di 335 mm e definisce, non a caso, anche la dimensione ufficiale per il ducato di Urbino dell'unità di misura di lunghezza: il piede urbinato. In senso traslato vuole indicare il filtro necessario attraverso il quale, misurando tutto, si può raggiungere la vera conoscenza, cosa così cara a Piero della Francesca¹⁸.

Nel basamento degli edifici di quel periodo i committenti espongono in simboli ciò che sta alla base della ricchezza e del loro potere (Fig. 7). Si può osservare che sulla facciata di San Petronio a Bologna stanno i volti dei padri fondatori a definire come la chiesa sia fondata sul loro insegnamento.

Sulla facciata del palazzo della zecca di Venezia ci sono le onde correnti a significare che la ricchezza o il motivo stesso dell'esistenza della zecca risiede sui traffici per mare della Serenissima.

Nel fregio del tempio malatestiano di Rimini, ma anche subito sopra al cordolo della scarpa della rocca malatestiana di Rimini sono riportati fiori: l'hesperis matronalis, il fiore dell'imperatore romano d'oriente, e l'elefante ad indicare come Sigismondo si senta prosecutore dell'imperatore romano attraverso la sua discendenza da Scipione l'Africano e che quindi il suo potere sia maggiore di quello della curia

¹⁸ Molari P.G. (2012).

romana, dato che Valla denunciò la falsa donazione di Costantino (Fig. 7).

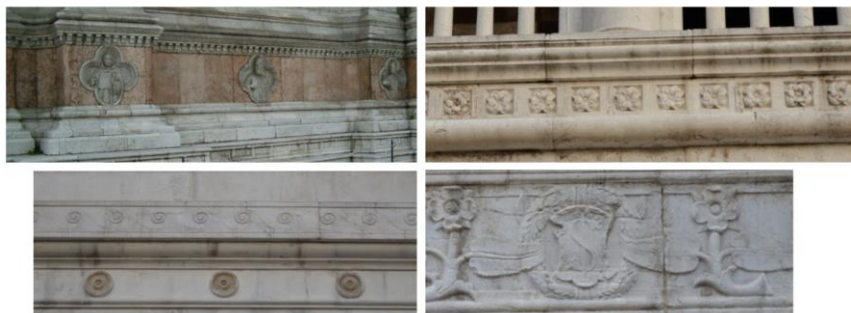


Fig. 7 Esempi delle “fondamenta” del potere (dall’alto in basso, da sinistra a destra) a Bologna in San Petronio i Padri fondatori, a Venezia nel Palazzo Ducale l’esperis per il commercio con Costantinopoli, a Venezia nel palazzo della zecca ancora con l’esperis e le monadi, a Rimini ancora con l’esperis per il potere dell’imperatore romano di Sigismondo (foto degli autori)

Queste considerazioni fanno sì che Bernardino Baldi nel 1590 possa scrivere sul fregio: Di grandissima lode e degna quest’opera, poiché à guisa di buona poccia ha mescolato insieme il diletto, l’ornamento e l’utile.

Anche Francesco Bianchini veronese scrive nel 1724, che l’ornamento più proprio di una tal fabbrica fossero gl’istromenti medesimi delle di lui vittorie, e del suo ingrandimento, e perciò lesse d’inciderli per corona al basamento di tutta l’abitazione.

Di fatto in questo fregio non si trova né il trionfo della guerra, né della sua arte. Non ci sono scene cruente di guerra né persone vittoriose, né armi ammucciate, né imbarcazioni semidistrutte, né tattica, né strategia, come invece si osserva in altri monumenti Fig.8. Non c’è neppure celebrazione di persone, di figure umane, ce ne sono solo due, appena accennate, quasi fossero osservatori estranei all’evento rappresentato.

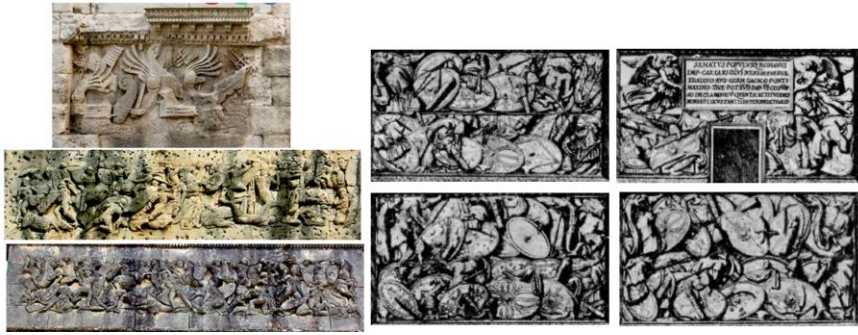


Fig. 8 le imbarcazioni semidistrutte e le armi amucchiate nel fregio sull'arco di Orange, e nel basamento della colonna Traiana (foto degli autori)

Alla base di tutto vi sono le idee, che, come palloni aerostatici e nastri flottanti, salgono verso l'alto (intuizione) e nella cappellina per la meditazione di Federico assumono in cielo sembianze angeliche per poi discendere, essere divulgate e diventare patrimonio comune¹⁹: la rugiada divina del Ficino o le idee-dèi di Parmenide Pitagorico. Sono fiaccole alimentate da fuoco perenne: vivaci e brillanti che salendo in cielo si alimentano di nettare e ambrosia, come scrive Giovanni Pico²⁰ (Figg. 9 e 10).



Fig. 9 Le *idee* che salgono in alto e diventano *dee*, cibandosi di nettare e ambrosia, come nell'ascesa al divino del mito greco (foto degli autori)

¹⁹ Ambrogi e Molari P.G. (2019).

²⁰ Busi e Ebgi (2014).

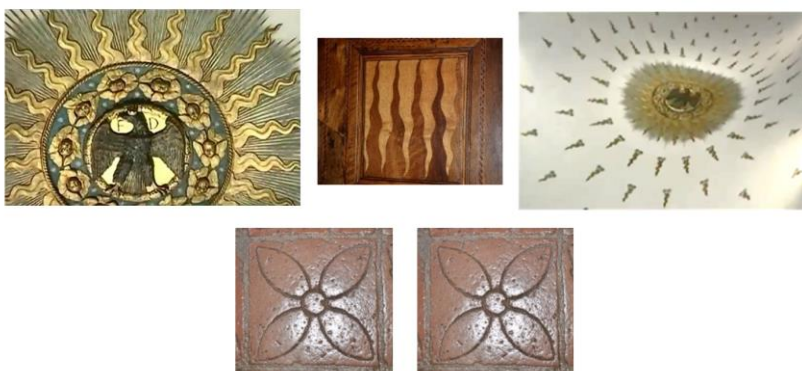


Fig. 10 L'origine delle idee e la loro disseminazione nei palazzi ducali di Urbino e di Gubbio (foto degli autori)

4.3. Il dualismo pensiero-azione si fonde nell'ingegneria

In questo fregio è inoltre espresso un altro concetto che riguarda il difficile rapporto fra ideatore/committente ed esecutore. Cioè il dualismo fra il pensiero e l'azione qui si risolve nell'ingegneria dove il pensiero (*ingegno*) si confonde con il suo frutto (sempre *ingegno*) prima con Alberti / Laurana fino al 1472 e poi con Francesco di Giorgio dal 1475/76 al 1501, essendo duca Federico fino al 1482 e in seguito Guidobaldo fino al 1508.

Nella risguardia delle *Camaldulenses disputationes* (BAV Urb. Lat. 508) che Cristoforo Landino dona a Federico, il Duca è più alto porta il cappellone generalizio, Francesco è più basso ed è a capo scoperto, ma entrambi sono vestiti di dignità con il rosso della porpora. Il Duca d'Urbino non è solo: con Francesco di Giorgio espone lo stesso oggetto, lo stesso tappeto sul quale il popolo può camminare, con due rosoni l'uno con idee che tendono ad esplodere, ad allargarsi, circondate da fiori, proprie di chi pensa e l'altro con idee che devono chiudere e che devono essere chiare, proprie di chi esegue (Fig. 11).

È necessario qui sottolineare il paragone di questo tappeto con il pavimento fiorito della biblioteca. Come nelle sale dei banchetti greci i mosaici sul pavimento riportano i residui del pranzo che i signori gettano, qui le persone colte condividono (gettando i fiori sul pavimento) il loro pensiero con le persone del ducato in modo che tutti

possano cibarsi della loro conoscenza (una specie di comunione con tutti).



Fig. 11 Il duca Federico sceglie con Francesco di Giorgio, in uno dei codici dei disegni, come meglio esprimere, e quindi divulgare, nelle formelle il concetto dell'unione fra l'ingegno soggetto e l'ingegno oggetto BAV Urb. Lat. 508, in Francesco di Giorgio, *Codivetto*, BAV. Urb. Lat 1757 (facsimile Belser Verl. Zurigo 1989)

Si ricorda il dualismo fra pensiero ed azione personificato dalle figure di Maria e Marta, Lia e Rachele come *verbum (otium)* contrapposto a *res (negotium)* che viene risolto da Francesco stesso nell'ingegneria dove vale l'equazione $verbum+res = otium+negotium = ingenium$ ²¹.

Spicca così la figura di Francesco di Giorgio, uomo di umili origini, lavoratore instancabile, che sente tutto il fascino della cultura che lo portano ad amare i classici, assimilando il grande lascito culturale dell'Alberti. Cerca di tradurre Vitruvio come scrive nel Preambolo dei suoi Trattati Senese e Magliabechiano²²: «la qual cosa per forza di grammatica greca e latina non è stato mai possibile venirne al fine, benché più peritissimi ingegni nell'una e nell'atra lingua in questo se siano affatigati, da me e dal signore mio indutti. e sente la necessità di divulgare le sue conoscenze così faticosamente acquisite ... metterò la figura acciò che per quelli, delli altri siminli da li lettori possino essere

²¹ Molari L. e Molari P.G. (2006).

²² Francesco di Giorgio Martini (1967, vol. II, p. 295).

trovati, benché più e più volte abbi fatto deliberazione di non voler manifestare alcuna mia macchina, peroché avendo io acquistata la notizia di quelle con grande mia spesa di esperienza e grave incomodo, lassando da parte le cose al mio vitto necessarie, ho visto per esperienza che el premio che io ho ricevuto è stato uno effetto di ingratitude; né trovo chi consideri che le esperienze non si possono acquistare vere senza longo tempo e dispendio et impedimento dell'altre cure utili, ma solo quando cercano avere alcuna macchina o ingenuoso instrumento, vedendo el disegno e parendolo poi cosa breve, la fatiga sprezzano dell'invenzione»²³.



Fig. 12 I disegni tratti dagli appunti di Francesco di Giorgio sul “tormento” del progettista, il lancio della prima mina per la presa di Castelnuovo di Napoli del 1495 con le formelle che la rappresentano e l’invenzione della granata, in Francesco di Giorgio, *Codicetto*, BAV. Urb. Lat 1757 (facsimile Belser Verl. Zurigo 1989)

²³ Francesco di Giorgio Martini (1967, vol. II, p. 459, Senese f.68v – Magliabechiano 89v).

Sul disegno scrive: «Perché troppo lungo saria ogni particula per parole esplicare; sia adunque accettato el supplemento della pitttura in quello che la littera fusse difettiva²⁴, [...] e questo è che questi tali s'ingegnino avere qualche intelligenza del disegno, perché senza quello non si può bene intendare le composizioni e parti dell'architettura perché le superficie esteriori coprano le interiori e d'ogni parte lungo saria dare esempi, e perché il completo architetto richiede la invenzione per molti casi occorrenti indescritti che senza disegno è impossibile conseguire, e perché non possendo ogni minima parte dichiarare, quelle che restano sono nella discrezione dell'architetto, la quale senza antigrafice è nulla e molte volte manca in quello anca dove si estende. Et ultimamente come nel principio è ditto, dato che alcuno nella fantasia avesse ordinato alcuno ragionevole edificio o vero instrumento, volendo quello fare comporre e fabbricare, non senza il disegno esprimere e dichiarare el concetto suo»²⁵.

Trasforma i suoi appunti in Trattati che, nel solco della tradizione medioevale, forniscono soluzioni, più che metodologie per affrontare i problemi, aggiungendo tuttavia argomentazioni e concretezza spogliando i ragionamenti per arrivare alla essenza delle cose per poi migliorarle, ottimizzarle e innovarle superandole. È forse il solo che comprende fino in fondo la definizione di macchina di Vitruvio, ancora non ben resa, come dovrebbe, anche nelle traduzioni attuali, dando particolare enfasi al telaio di sostegno. Vitruvio classifica, infatti, le macchine dividendole nelle parti essenziali quali: telaio, azionamento a fluido e azionamento meccanico.

Tutto ciò ci porta a dire che, come gli ingegneri di allora, per esempio Taccola o quello già visto di Francesco di Giorgio, si qualificavano, oggi diremmo, con il book delle cose che sapevano fare, anche il duca Federico espone il book delle cose che sa realizzare per il suo popolo e lo fa scolpire su pietra.

4.4. Le sequenze delle idee e l'evoluzione delle machine

Per far comprendere la necessità e la volontà di risalire alle essenze del problema ripercorrendone l'evoluzione che viene qui esposta attraverso le formelle, si ripete la sequenza della progettazione facendo

²⁴ Francesco di Giorgio Martini (1967, vol. II, Codice Senese f.51).

²⁵ Francesco di Giorgio Martini (1967, vol. II, Codice Magliabechiano f.99).

parlare lo stesso Francesco di Giorgio attraverso i suoi schizzi estratti dal Codicetto.

Il processo di progettazione di un nuovo strumento, in questo caso un vettore per portare esplosivo, sotto fuoco nemico oppure oltre un ostacolo, viene analizzata partendo dai modi più semplici di trasporto: usare come vettore un uccello o una freccia lanciata da un arco. In questo caso con minuscole capacità di carico, per passare ad impiegare un asino indirizzato verso l'obiettivo dal conduttore che poi lo abbandona dopo aver acceso una miccia, per passare ad un cavallo con bisacce di esplosivo lanciato in corsa da un cavaliere che, affiancandolo, sempre in corsa, ne accende la miccia. A questo punto il progettista si accorge di aver trascurato l'importante dettaglio su come ancorare l'esplosivo all'obiettivo per non dispenderne l'effetto. Si arma così l'animale vettore o il carro trainato con una lunga pertica appuntita per fissare il carico nel sito scelto per l'esplosione. La cosa viene ulteriormente migliorata pensando alla quantità di carico da lanciare facendo intervenire la potenza di lancio di bombarda per il lancio di un pallet rostrato caricato di una notevole quantità di esplosivo. Si riprende l'idea del *pons missilis* per raggiungere una prima sintesi nel lancio della cosiddetta prima mina avvenuto nell'assalto al Castel Nuovo di Napoli preso dai Francesi e riportato con l'abbattimento di una parte delle mura agli Aragonesi nel 1495²⁶. Ma la mente del progettista non si ferma e, analizzando ulteriormente il problema, si rende conto della inutilità di abbattere muri quando scopre la possibilità di colpire, scavalcando le mura stesse, i nemici già raggruppati all'interno del castello stesso. Nasce così la granata. In questo caso il pensatore comprende di essere andato oltre la sua volontà distruttiva di cose e non vuole divulgare l'idea tratteggiandola con un segno molto leggero, quasi per rallegrarsi del traguardo di idee raggiunto, senza tuttavia dare ad esso concretezza. Nelle formelle la presa di Castel Nuovo con il rivoluzionario lancio della prima mina viene immortalata nelle due formelle 20 e 41.

²⁶ Di Battista, Molari L. e Molari P.G. (2011).



Fig. 13 La sequenza della evoluzione delle macchine per scalare le mura (foto degli autori)

Nelle formelle l'evoluzione viene spezzata in tanti quadri per metterne maggiormente in evidenza il processo logico. Si hanno così gruppi di formelle che qui si elencano, non si fa qui distinzione fra le formelle della prima e della seconda stesura dato il raccordo che sembra tentato per rendere armonica l'aggiunta.

L'evoluzione delle *macchine per scalare le mura*²⁷ (Fig. 13) inizia dalla immagine della cosiddetta macchina araba del Valturio con la coda arrotolata e non eretta. Questa formella oltre a mettere in evidenza uno strumento obsoleto del suo rivale Sigismondo fa platealmente notare il suo accucciamento dopo le sconfitte subite ad opera di Federico culminata nella resa finale del 1463.

La sequenza della evoluzione è marcata dalle formelle 13, 16, 58, 11, e anche parallelamente dalla serie 18, 61, 50.

La 50, che avrebbe dovuto mostrare una bastia con piano mobile azionato in modo sincrono da due viti, come dal relativo disegno (*Opusculum de Architectura*, f. 83 v.) nel quale è ben visibile il tetto di riparo, viene in realtà associata alla fatica di Francesco di Giorgio che si ritrae mentre rimira l'ingegno rappresentato dal ramo di ulivo. Si pensa che Francesco di Giorgio voglia sottolineare come sia schiacciato dal dover sovrintendere per il suo duca, con chiara illusione all'angolo della facciata del palazzo di Urbino, a tanti cantieri sparsi nei vari ducati e soprattutto nel regno di Napoli.

²⁷ Molari P.G. e Di Battista (2020).

L'evoluzione delle *macchine da lancio* a mano o per via meccanica e quelle che impiegano esplosivo (Fig.14) viene messa in evidenza rispettivamente dalle formelle 32, 17, 49, 40, 54, 44, 70 e 34, 22, 55, 20, 41. Si passa dal lancio con fionde di proiettili in piombo, le famose castagnole romane, ai trabucchi per arrivare alla regina delle macchine da lancio che è la balista a torsione che nella formella viene paragonata a piccoli cannoni. Quest'ultima formella ha, come il disegno dal quale è tratta, vari punti non ben compresi su come costruirla, rispetto agli insegnamenti di Vitruvio. Va notato il suo disegno in pianta, quasi per non riconoscere che un esplicito disegno della macchina è riportato dal Valturio (Manoscritto BAV Urb. Lat. 281, f. 139 v).

Più intuibile è l'evoluzione delle *macchine per macinare granaglie* nelle formelle 64, 60, 62, riportata in Fig.15. Si passa da una macchina mossa dall'uomo con un sistema di regolarizzazione del moto a masse oscillanti, ad un sistema con motore, oggi diremmo, ibrido, cioè con la possibilità di essere messa in azione da uomo che pedala su piattaforma ad asse verticale, da quella animale, sempre su analoga piattaforma, o da quella mossa da energia idraulica. Lo stesso sistema viene modificato per portare moto a due macine che possono lavorare in parallelo. Da notare che a questo gruppo appartiene la formella 60 andata distrutta durante uno dei "traslochi" e ricostruita virtualmente in base ai disegni.



Fig. 14 La sequenza della evoluzione delle macchine da lancio, per via manuale o tramite esplosivo (foto degli autori)



Fig. 15 La sequenza della evoluzione delle macchine per macinare granaglie (foto degli autori). La n. 60 proviene da Anonimo (1999)



Fig. 16 La sequenza della evoluzione dei capannamenti (foto degli autori)

Particolarmente interessante, soprattutto per Francesco di Giorgio, che ne ha fatto elemento di base per i suoi *sistemi di difesa dei castelli*, è l'evoluzione dei ripari, detti capannamenti. Si hanno in parallelo le formelle per il riparo degli uomini e quelle per il riparo delle macchine, soprattutto dei cannoni Fig.16.

La sequenza può essere letta nelle formelle 21, 39, 23, 12 per la difesa umana e nelle 30, 63, 69 per la difesa di cannoni. Si parte dalla formella 21 dove è riportata una semplice tenda da campo ad un riparo per il comandante ripreso da Valturio, ma variando lo stemma di Sigismondo in quello della giarrettiera per indicare Federico, per arrivare ai capannamenti dei cannoni con due diversi metodi di inserimento della protezione o per traslazione del grosso cuneo di riparo nella 63 o di rotazione della protezione stessa nella 69. Si ha poi l'evoluzione della macchina detta ariete Fig.17. Si parte da un

rudimentale corpo battente sospeso su cavalletti ad una macchina dotata di riparo, ad una macchina per il fuoco greco per arrivare ad una specie di carro armato dell'epoca che veniva costruito a Siena da un gruppo di artigiani del quale faceva parte, oltre ai suoi allievi Cozzarelli ed altri, lo stesso Francesco di Giorgio.



Fig. 17 La sequenza della evoluzione dell'ariete (foto degli autori)

L'evoluzione delle *costruzioni navali*, punta di diamante della tecnologia di allora (Fig. 18), è rappresentata dalle formelle 15, 24, 2 per i remi ed i timoni, nonché per le gru di sollevamento delle merci e quelle per alberare le navi, alle navi vere e proprie dalle navi di epoca romana rappresentate nella formella 46 alle più recenti navi di allora nelle formelle 65, 42, 19, che, come si può ben comprendere dalle imbarcazioni che produceva l'arsenale di Venezia, aveva superato le fragili imbarcazioni trecentesche per arrivare alle caracche a tre, quattro o addirittura cinque ordini di remi.



Fig. 18 La sequenza della evoluzione delle costruzioni navali con chiaro riferimento all'arsenale di Venezia (foto degli autori)



Fig. 19 La sequenza della evoluzione delle macchine per sollevare e trasportare massi (foto degli autori)

L'evoluzione delle *macchine per sollevare o trasportare massi* (Fig.19) viene messa in evidenza dalle formelle 3, 48, 57, 71 72, 2. Si passa dal trasporto di cannoni o colonne, con carico sommerso in modo da usufruire della spinta idrostatica di questi volumi immersi, per passare a grandi draghe imbarcate a contrappeso, ad argano a doppia fune trainante tipico della tecnologia marittima impiegato con taglia multipla a doppio stadio e fune unica come quella descritta della nota macchina degli Haterii. Per le macchine a sollevamento si parte da una piattaforma che viene sollevata da quattro viti che, non essendo sincronizzate, rendono alquanto problematica l'efficienza della macchina, ad una gru con movimento di sbraccio lungo la volata e rotazione attorno alla torre, molto simile alle gru moderne e, per ultima macchina di questa serie, piace riproporre la gigantesca macchina per alberare le navi, tipica degli arsenali navali che viene rappresentata da un collo di cigno che sovrasta proprio un arsenale navale.



Fig. 20 diapositiva con la sequenza della evoluzione delle macchine per sollevare e trasportare acqua (foto degli autori)

Per il *trasporto di acqua* (Fig. 20) viene proposto un sifone ripreso dal Valturio di improbabile funzionamento dato la modesta se non nulla variazione di quota fra il ramo di ingresso e quello di uscita del liquido, formella 10. Si passa ad un serbatoio da campo che presenta due tubi di uscita del quale uno è a sifone 14. Una pompa a rosario dalla difficile se non impossibile tenuta fra pistone a piattello e cilindro 4, ad una pompa a secchi 5 per raggiungere una pompa basata su di una coclea 1. Questa macchina permette una semplice costruzione e un semplice funzionamento ma di difficile argomentazione. Lo studio di questa macchina innescherà notevoli ricerche negli scienziati del tempo, fino a raggiungere Guido Ubaldo Del Monte e Galileo Galilei.



Fig. 21 La sequenza della evoluzione delle armi leggere, o più in generale, l'esercito sul quale poteva contare il Duca Federico (foto degli autori)



Fig. 22 I simboli del Duca Federico (foto degli autori)

Più difficile è trovare l'evoluzione delle *armi leggere*, tuttavia evidente dalla forma degli scudi Fig. 21. Si parte dallo scudo rotondo impiegato dai romani nelle prime conquiste per passare allo scudo ovale o di forma ellittica dei Sanniti, alla testudo nelle formelle 38, 7, 9, 33, 35, 10, 56, 37, 47, 10, 27, 67, 28. Queste potrebbero non rientrare nella ottica della evoluzione di una macchina, appartenendo alla *prima fase del fregio* e più vicine all'idea di esposizione dell'esercito sul quale poteva contare Federico. La figura del duca si può individuare dal suo elmo, dalle sue onorificenze e dalle sue armi Fig. 22.



Fig. 23 Le formelle che destano la meraviglia del prodotto dell'ingegno nelle grandi macchine (foto degli autori)

Infine, ci sono poi quattro formelle 53, 10, 66, 68 che difficilmente si possono inserire nella evoluzione delle macchine Fig. 23. Esse sono *macchine che devono destare meraviglia*, quasi per considerarle evoluzione dell'insieme delle altre, si tratta di strumenti per la misura dello spazio percorso per terra o per mare secondo quanto scritto da Vitruvio, di una macchina automatica per suonare a rintocchi una campana, di una macchina battipalo imbarcata e di una macchina sezionatrice per materiale lapideo con avanzamento automatico del pezzo e moto alterno dell'utensile.

4.5. La disposizione delle formelle e le idee di Giovanni Pico

Sembra lecito da quanto fino ad ora visto, che ci si possa immergere in un'altra realtà, quella presente nelle leggi che regolano le *Conclusiones* di Pico della Mirandola dove si nota sempre una progressione che va dal più semplice al più complesso, dal più recente al più antico.

Ma, se la logica è questa come è già stato messo in evidenza, nasce spontanea la domanda del perché le formelle non siano già disposte in gruppi e in fila secondo le sequenze delle evoluzioni temporali. Non

sembra neppure lecito pensare che sia dovuta alla sbadataggine dei muratori, come scrive Bianchini: «non posso iscusare questa mancanza di metodo, se non col sospettare che essendo mancato di vita, come si raccoglie dal capo primo di Monsig. Baldi, o partito l'Architetto Lanciano, che aveva ideati per quanto io credo, questi ornamenti, ma differito forse ad ordinare il lavoro, e collocarli a suo luogo, quando fosse compiuta la parte superiore del Palazzo, a fine che in lavorarla non fossero sfregiati, e guasti da ciò che d'alto cade di sassi e di calce, i delicati lavori di questi intagli; colui che succedé direttore alla fabbrica, o affrettato dal Duca a compiere l'opera come poteva, collocasse i pezzi di mano in mano, che uscivano dalla officina dello Scultore, o trascurando di ricercarne la disposizione tra gli scritti dell'inventore (se pure allora si ritrovavano) lasciasse in libertà de' Capimastri l'applicare più l'un che l'altro al sito, che dovevano ricoprire».

Nel supremo guazzabuglio delle *Conclusiones* Giovanni Pico scrive per immagini, o meglio il suo modo espressivo²⁸ ricorda uno di quei collages degli anni venti del secolo scorso, in cui le parole e grafica, *objects trouvés* e lacerti di testo si mescolano in studiatissimo disordine. È lui, artista filosofico, a mutare i frammenti in opera, a trasformarli. Da relitti di pensiero, antichissimi e travisati, in oggetti d'arte euristica.

Si può così far risalire tutto ciò alla colta mente dell'Ubaldini che, come Pico, potremmo definire grande erudito e grande indisciplinato, e ritrovare qui, in questa così pionieristica opera d'arte, la poetica espressione di questo studiatissimo disordine.

5. Conclusioni

Il confronto fra il contenuto delle formelle ed i primi 53 disegni del codice della BAV Urb. Lat. 1377 permette di considerare due distinte fasi della composizione del fregio. Una prima stesura del fregio (con notevoli differenze stilistiche) viene identificata in continuità con l'idea dell'Alberti, esposta sugli zoccoli dei pilastri, dove sono esposti scudi romani con lance incrociate. In queste formelle Federico, come riconosciuto dal Bianchini, «che l'ornamento più proprio di una tal fabbrica fossero gl'istromenti medesimi delle di lui vittorie, e del suo ingrandimento, ha la sua gente armata sulla quale si basa» (sulla quale conta), rappresentata attraverso le loro armi, come se i suoi fossero

²⁸ Busi e Raphael (2014).

pronti ad indossarle per seguirlo, come fossero quelle ben lucidate e lubrificate che si dice «sostassero» all'interno del portico del palazzo. Ci sono rappresentati, come direbbe Machiavelli: «i fanti con lo scudo, i fanti con la picca, i capidieci colla picca, i capidieci con lo scudo, i veliti ordinari, i veliti straordinari, i centurioni, i centurioni delle battaglie, il capo del battaglione, il capitano generale, il suono, la bandiera, gli uomini d'arme, i cavalli leggeri, l'artiglieria».

Accostando le idee neoplatoniche alla colta corte urbinata, si scoprono le sequenze evolutive del pensiero materializzate nella evoluzione delle macchine e si portano argomenti per comprendere lo studiatissimo disordine proprio della stesura di questa così pionieristica opera d'arte. Viene giustificata la scelta del numero 72 delle formelle come ricordo della scomparsa di Battista Sforza, di Battista Alberti e Giovanni Bessarione avvenuta nel 1472.

Riprendendo anche il desiderio del soprintendente Giuseppe Marchini (come da lettera del 1959 ad Uccelli conservata al Museo della Scienza di Milano), si chiude, ancora una volta, con la richiesta di riportare le formelle nella loro posizione d'origine, anche se, per motivi di conservazione, solo in copia o su altro supporto.

Bibliografia

- Ambrogi, V. e Molari, P. G., 2019, «Una nuova lettura delle tarsie e della scritta dello Studiolo di Gubbio», *AMSacta*, Università di Bologna, Bologna, 8 maggio 2019, preprint, <http://amsacta.unibo.it/6160/>.
- Anonimo, Codice BAV Urb. Lat. 1397,
https://digi.vatlib.it/view/MSS_Urb.lat.1397.
- Anonimo, 1999, *Organa Mechanica*, Codice Marciana Lat. VIII, 87 = 3048 - poss. Guidi Ubaldi ex marchionibus Montis (facsimile Permasteelisa Group).
- Bernini Pezzini, G., 1985, *Il fregio dell'arte della guerra nel palazzo ducale di Urbino. Catalogo dei rilievi*, Galleria nazionale delle Marche, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Bettini, 2010, S., *Intorno a Francesco di Giorgio: un codice di macchine civili e militari della collezione Santini*, con *Esame codicologico e provenienza* a cura di M. Peruzzi, in *Some degree of happiness. Studi di storia dell'architettura in onore di Howard Burns*, a cura di Maria Beltramini e Carolin Elam, Pisa, Edizioni della Normale.

- Bianchini, F. e Baldi, B., 1724, *Memorie concernenti la città di Urbino*, Roma, Salvioli (facsimile Arnaldo Forni Editore, Bologna, 1996).
- Busi, G. e Ebgi, R., 2014, *Giovanni Pico della Mirandola*, Torino, Einaudi.
- Ceccarelli, M. e Molari, P.G. 2020, *Francesco di Giorgio (1439- 1501)*, in Ceccarelli *et alii*, *Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science*, Switzerland, Springer Nature, pp. 47-66.
- Del Monte Guido Ubaldo, 2013, *Sulla Coelea libri quattro*, Tradotti e curati da Elena Magnini e Pier Gabriele Molari, Bologna, Arnaldo Forni Editore.
- Di Battista, R., Molari, L. e Molari, P.G., 2011, *The first launching of a mine: Francesco di Giorgio and the capture of Castel Nuovo*, in Hub, B. e Pollali, A., *Reconstructing Francesco di Giorgio Architect*, Frankfurt am Main: Peter Lang, pp. 163 – 184.
- Di Battista, R. e Molari, P.G., 2022, *Il podio e gli elefanti nel simbolismo quattrocentesco della corte Riminese di Sigismundus imperator*, IX Convegno AISI - History of Engineering, Napoli.
- Francesco di Giorgio Martini, *Codicetto*, BAV Urb. Lat 1757, https://digi.vatlib.it/view/MSS_Urb.lat.1757 (facsimile Belser Verl. Zurigo 1989).
- Francesco di Giorgio Martini, *Opusculum de architectura* Codice British Museum - BM 1947.0117.2 [https://www.britishmuseum.org/collection/search?title=Opusculum%20de%20architectura&view=grid&sort=object name asc&page=1#page-top](https://www.britishmuseum.org/collection/search?title=Opusculum%20de%20architectura&view=grid&sort=object%20name%20asc&page=1#page-top).
- Francesco di Giorgio Martini, 1967, *Trattati di architettura ingegneria e arte militare*, a cura di C. Maltese e L. Maltese Degrassi, Milano, Edizioni Il Polifilo.
- Magnini, E. e Molari, P.G., 2013, *Archimedes' Screw in the Four Books "De Cochlea" by Guido Ubaldo del Monte [Santa Maria] – Venice – 1615: The Engineering and the Language*, in F. Sorge e G. Genchi, *Essay on History of Mechanical Engineering*, Hist. of Mech. and Mach. Science 31, Springer Verlag.
- Molari, L. e Molari, P.G., 2006, *Il trionfo dell'ingegneria nel fregio del palazzo ducale d'Urbino*. (pp 32 + 53 tavole fuori testo), Pisa, Edizioni ETS.
- Molari, L. e Molari, P. G., 2014, «Il "tormento" del progettista, negli appunti di Francesco di Giorgio», in *Scuola Officina, Museo del Patrimonio Industriale*, Bologna, 2014, anno XXXIII, luglio-dicembre, pp. 30-35.
- Molari, P. G., 2012, «Due libri su Piero della Francesca -La soluzione del cosiddetto enigma della flagellazione di Cristo -Il ritrovamento a Ferrara degli affreschi già

dal Vasari ritenuti perduti», in *AMSActa*, Università di Bologna, <http://amsacta.unibo.it/3513/1/DueLibriSuPiero.pdf>

Molari, P. G. e Di Battista, R., 2020, «Le scale impiegate nell'arte bellica per superare le mura nemiche: dai Romani al Rinascimento», in *VIII Convegno AISI - History of Engineering*, Vol I, pp. 435-448, Cuzzolin Ed., Napoli, 6-7 aprile, 2020, https://www.aising.eu/wp-content/uploads/2017/01/Atti_VIII_Convegno_2020.pdf

Polichetti, M. L., 1985, *Il palazzo ducale di Urbino*, Urbino, Ed. QuattroVenti.

Scaglia, G., 1992, *Francesco di Giorgio Francesco Di Giorgio: Checklist and History of Manuscripts and Drawings in Autographs and Copies from Ca. 1470 to 1687 and Renewed Copies, (1764-1839)*, Lehigh Univ. Press.

Stornaiole, C., 1895, *Le antiche descrizioni dei codici Greci Urbino-Vaticani ed il loro nuovo indice sotto il pontificato di Leone XIII* S.i.t.

Il ruolo del “fregio dell’arte della guerra” nel quadro della facciata ad ali del Palazzo Ducale di Urbino

Giorgia Aureli
Sapienza Università di Roma
giorgia.aureli@gmail.com

La ricchezza figurativa che contraddistingue il Palazzo Ducale di Urbino è l’esito più evidente del particolare e irripetibile contesto culturale e artistico che ha reso possibile l’edificazione della residenza feltresca così come ancora oggi ci appare.

Il vasto organismo si è venuto formando attraverso numerose e non sempre facilmente identificabili fasi edilizie in cui si sono combinate le intenzioni e le opere di molteplici attori: la colta committenza di Federico da Montefeltro (1422-1482), il nutrito gruppo dei suoi consiglieri, i diversi architetti-ingegneri, costruttori, lapicidi, artisti e collaboratori che a vario titolo hanno preso parte alla fabbrica.

In questo saggio ci si vuole soffermare specificamente sulla cosiddetta «facciata ad ali», ovvero sui prospetti che affacciano sull’attuale piazza duca Federico e sul ruolo che in tale ambito assumeva il «fregio dell’arte della guerra» con le formelle scolpite, originariamente collocato nella spalliera della panca basamentale. L’intento è quello di proporre una lettura aggiornata e contestualizzata delle soluzioni e del linguaggio architettonico adottati, ponendo l’attenzione su alcuni dettagli, ma anche sulla relazione che questi instaurano tra loro nel quadro architettonico generale. Questo sarà affrontato alla luce dei più recenti contributi bibliografici e delle questioni ancora rimaste aperte.

Giorgia Aureli, “Il ruolo del «fregio dell’arte della guerra» nel quadro della facciata ad ali del Palazzo Ducale di Urbino”, in Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini (a cura di), *Libro de viva pietra. Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino*, pp. 151-184.

© 2023 Urbino University Press

Università degli Studi di Urbino Carlo Bo

1. Premesse, vincoli, preesistenze

A inquadramento del tema si ritiene opportuno richiamare sinteticamente in premessa alcuni aspetti, per meglio comprendere la portata delle scelte operate nella configurazione della facciata e l'originalità delle innovazioni introdotte.

La facciata ad ali (Fig. 1) delimita il lato meridionale e quello occidentale della *platea magna* o *platea maior*, il cuore della città storica situato a ridosso dell'incrocio degli assi viari romani di cardo e decumano, su cui i documenti di inizio Quattrocento registrano la presenza dei palazzi del potere cittadino, signorile e religioso¹. Il settore urbano interessato è quello significativo della quadra di Porta Nuova, certamente edificato prima dell'erezione del Palazzo Ducale, ma del quale la storiografia ci restituisce ben poco.

I due margini del complesso feltresco sulla piazza, associate a un'unica proprietà almeno fin dal 1461², costituiscono un nodo cruciale anche dal punto di vista costruttivo e figurativo, rappresentando il campo su cui si intrecciano e sovrappongono due fasi distinte del cantiere quattrocentesco: quella condotta da Luciano Laurana (1464-1472) e quella diretta da Francesco di Giorgio Martini (post 1474). Inevitabilmente l'articolazione dei prospetti si lega all'impianto planimetrico impostato nella fase lauranesca, e in special modo agli ambienti direttamente connessi alla piazza: il cortile con l'andito d'ingresso in asse, che ha fissato la posizione decentrata del portale d'accesso; la soluzione in angolo dello scalone monumentale a tre rampe, giudicata determinante per l'assetto del corpo edilizio che collega il palazzetto della Jole con la facciata dei Torricini; il gigantesco salone del Trono al primo piano, che ha richiesto un'adeguata dotazione di aperture finestrate³ (Fig. 2).

All'arrivo di Francesco di Giorgio (al più tardi nel 1476), la critica è concorde nel considerare impostata l'ala nord della facciata con la

Desidero esprimere la mia gratitudine ai proff. Francesco Paolo Fiore e Flaminia Bardati per la fiducia e la disponibilità con cui seguono i miei studi.

¹ Sulla piazza affacciavano il palazzo del Comune (o palazzo dei Priori), il palazzo del Podestà, il palazzo del conte Antonio da Montefeltro e l'antico duomo con l'annesso palazzo Vescovile: cfr. Luni (1985); Luni (2009); Londei (1991); Negroni (1993); Giannatiempo López (2004); Höfler (2006, ed. 2010).

² Cfr. Fontebuoni (1985, 358).

³ Cfr. Rotondi (1950-1951, 209 e ss.); Fiore (1989, 11-16); Fiore (1994a, 66-70); Fiore (1994b, 188-189); Fiore (1998, 295-296); Fiore (2021, 27-38).

predisposizione delle aperture principali⁴. Al contempo si può ritenere iniziato, o quantomeno previsto, anche il prospetto della seconda ala che ingloba il «Castellare»: Pasquale Rotondi attraverso l'analisi delle fondazioni e dei paramenti murari sostiene la tesi che l'intera articolazione delle fronti sulla piazza sia frutto di un progetto organico e unitario⁵. Della stessa opinione è anche Francesco Paolo Fiore, che rafforza l'argomentazione con motivazioni di ordine statico⁶.

È verosimile che la creazione di un corpo trasversale abbia trovato ragione anche nell'opportunità di proteggere l'ingresso principale dagli agenti atmosferici – specialmente dai forti venti locali – come notoriamente suggerito dalla trattatistica⁷. La genesi dei due prospetti resta tuttavia una questione ancora aperta e dibattuta, che meriterebbe attenzione soprattutto nel tratto che dialoga con il giardino pensile e con il Castellare⁸.

Un ulteriore elemento da tenere in considerazione è rappresentato dal ruolo attivo della committenza plurale ed esperta nella conduzione del cantiere. Il riconosciuto interesse federiciano per l'architettura⁹, testimoniato anche dalle fonti letterarie, ha spinto alcuni studiosi a individuare nel colto signore il primo “autore” della fabbrica¹⁰, veste successivamente ridimensionata da Rotondi e da Bruschi, che preferisce parlare di «competente regista»¹¹. Le frequenti assenze di Federico da Urbino hanno del resto reso necessaria la compartecipazione di ulteriori figure decisive; un ruolo non secondario

⁴ Cfr. Rotondi (1942, 41-46); Fiore (2021, 27 e ss.).

⁵ Rotondi (1950-1951, I, 94-98).

⁶ Fiore (2021, 36-37). La variazione di spessore nella muratura che separa il salone del Trono dalla sala delle Veglie troverebbe giustificazione nella considerazione del contributo statico del corpo trasversale ovest (la seconda ala della facciata), realizzato per contenere le spinte della grande volta del salone del Trono. Di parere diverso è invece Höfler (2006, ed. 2010, 166 e ss.), che ipotizza una preesistenza sul lato sud della piazza – il palazzo di antica proprietà feltresca – sulle cui murature si sarebbe impostata la volta del salone.

⁷ Lo stesso Francesco di Giorgio nel riportare un passo di Vitruvio nei suoi *Trattati* segnala la necessità di situare gli ingressi degli edifici, compresi quelli dei «principi e gran signori», in «luoghi salubri, che non sieno offese dalli onportuni e maligni venti», Francesco di Giorgio (ed. Maltese 1967, I, 78).

⁸ Cfr. Polichetti (1985, 573 e ss.); Mussini (2003, I, 72).

⁹ Cfr. da ultimo Mussolin (2022) con bibliografia precedente.

¹⁰ Heydenreich (1967).

¹¹ Rotondi (1950-1951, I, pp. 54-55); Bruschi (2008, 50).

spetterebbe sia alla moglie, Battista Sforza (1446-1472), che all'“amico fraterno” Ottaviano Ubaldini della Carda (1423-1498)¹².

Sul volto offerto alla città consolidata il palazzo urbinato mostra dunque i segni e i caratteri che più lo contraddistinguono, vale a dire la sapiente integrazione di responsabilità diverse che si sono misurate con programmi, vincoli, preesistenze, ripensamenti e conseguenti variazioni progettuali. Su questi aspetti si innesta l'estro e l'ingegno di Francesco di Giorgio Martini, al quale la critica attribuisce la configurazione risolutiva della facciata.

2. Una facciata fuori dall'ordinario

Nelle residenze quattrocentesche il portale d'accesso solitamente identifica il relativo prospetto come “principale”. Nel Palazzo Ducale urbinato tale assunto non trova scontata applicazione data la presenza, a valle, della trionfale facciata dei Torricini e considerata, a monte, la particolare disposizione di quella d'ingresso.

La critica ha perciò dovuto utilizzare dei termini diversi per sintetizzare l'impianto che in modo del tutto insolito rispetto alle architetture coeve si dispiega ad angolo sulla piazza Grande. Dopo un'iniziale fase di incertezza linguistica, è merito di Luigi Serra l'approdo alla felice espressione di «mirabile facciata ad ali»¹³, divenuta oramai identificativa. L'appropriazione di una terminologia efficace rispecchia la rinnovata attenzione degli studiosi verso questa zona della residenza, che agli inizi del Novecento finalmente emerge accanto ad altre parti più note del complesso architettonico.

Nelle fronti sulla piazza è stato così rilevato un «sensibile mutamento nel linguaggio architettonico del palazzo»¹⁴, evidentemente associato al più generale rinnovamento nel clima artistico urbinato riscontrato da Rotondi intorno al 1474, quando Federico diviene duca e si creano le premesse per il decisivo contributo del Martini.

Quest'ultimo si occupa di sistemare la facciata mediante una studiata composizione in grado di risolvere organicamente i numerosi dati progettuali. La soluzione ha previsto l'articolazione di due registri di pari altezza: nel primo – una fascia basamentale rivestita in travertino

¹² Cfr. Michelini Tocci (1986); Bonvini Mazzanti (2008).

¹³ Serra (1921, 8).

¹⁴ Fiore (1996, 257).

bianco di Piobbico – trovano posto i portali connessi dalla panca e intervallati da finestre incorniciate; nel secondo – su un paramento laterizio lasciato a vista e coronato da merlature ghibelline – sono inserite le finestre a edicola trabeata entro pilastri scanalati che ripropongono, con proporzioni diverse, il modello già apparso sulla facciata dei Torricini (Fig. 3).

Nell'ala nord (Fig. 4) l'inusuale disposizione alternata di portali e finestre (che solo apparentemente nega il principio statico del vuoto su vuoto e pieno su pieno – i primi due sono infatti dei falsi-portali –) si riconnette all'ala ovest (Fig. 5) dove le aperture ritrovano la loro ideale assialità. La prima soluzione restituisce equilibrio e regolarità a un impaginato inizialmente fortemente asimmetrico e il suo accostamento alla diversa impostazione del secondo braccio evidenzia la tendenza pragmatica del progettista nel proporre con disinvoltura soluzioni mirate a esigenze puntuali, senza tradire il perseguimento di un'architettura unitaria, proporzionata e armoniosa¹⁵.

I volumi della facciata ad ali sono infatti sottolineati e tenuti insieme dagli elementi orizzontali continui finemente decorati del sedile con spalliera e del fregio marcapiano che corre sotto le finestre agganciandole e incorporando le mensole dei davanzali con le targhe dedicatorie (Fig. 6)¹⁶. Queste, per la presenza del motto FE DUX e delle imprese ducali e cavalleresche, hanno fornito gli estremi cronologici entro cui collocare la realizzazione dei prospetti¹⁷.

Elemento lineare fortemente segnante, il fregio a palmette e crateri, benché interrotto all'altezza della prima finestra a edicola del braccio ovest, compone una studiata intelaiatura con gli altri elementi delle ali: oltre che con le finestre del piano nobile, anche con le paraste angolari su alto basamento, a loro volta intimamente connesse con il sedile e, tramite esso, con i portali.

Alle paraste che si piegano “a L” è affidata l'evocazione dell'ordine architettonico in facciata, dove colte citazioni dell'antico si combinano con «audaci e ambigue sintesi» che conosceranno ampia diffusione nei decenni successivi e che suggeriscono ancora oggi interpretazioni

¹⁵ Cfr. Fiore (1993a).

¹⁶ Rotondi (1950-1951, I, 320 e ss.) ha ipotizzato la posteriorità del fregio rispetto alle incorniciature delle edicole trabeate per via delle ammorsature e dei tagli delle incorniciature; occorre tuttavia considerare gli invasivi restauri ottocenteschi che hanno sostituito porzioni più o meno estese del fregio decorativo. Cfr. su questo Nannelli (1985, 345-349); sul fregio vedi Ceriana (2004).

¹⁷ Cfr. Rotondi (1950-1951, I, 322).

diverse tra gli studiosi (Fig. 7)¹⁸. Al contempo le paraste angolari, insieme al rivestimento a bugnato piatto e pseudo-isodomo applicato nelle specchiature tra i portali e le finestre terrene, evidenziano l'ala nord con l'ingresso rispetto alle fronti contigue. Il fatto che il rivestimento lapideo non trovi una collocazione unitaria nel primo registro della facciata ha sedimentato tra gli studiosi la convinzione che i prospetti fossero rimasti incompiuti, forse a causa della morte del duca Federico (1482)¹⁹. A tal proposito non sono mancate proposte grafiche circa una possibile ipotesi ricostruttiva dell'ala nord interamente rivestita in pietra (Fig. 8)²⁰. Secondo un altro punto di vista, invece, l'inusuale estensione del bugnato, giudicata intenzionale, offrirebbe l'occasione di valutare la sensibilità del Francesco di Giorgio pittore e scultore, oltre che ingegnere-architetto²¹.

Nonostante le questioni ancora da chiarire, la facciata ad ali – nel marcare in maniera del tutto peculiare i due lati della piazza attraverso la dinamicità del suo sviluppo spezzato, ma al contempo saldamente coeso – non rinuncia a suggerire una sottile gerarchia tra le sue parti e a dichiarare i principi architettonici perseguiti dal suo autore.

3. Il sedile con il «fregio dell'arte della guerra»

La facciata ad ali è impostata su un alto elemento orizzontale in pietra costituito da uno zoccolo, un sedile e una spalliera che in origine accoglieva settantadue formelle scolpite con raffigurazioni di «macchine di guerra e di pace» sia antiche che moderne, in un secondo momento ricondotte esclusivamente all'«arte della guerra»²².

¹⁸ Ci si riferisce in particolar modo alla trabeazione che, all'angolo tra le due piazze, in corrispondenza della parasta si piega e aggetta per diventarne il capitello. Cfr. Bruschi (1992, 32-33); Fiore (2021, 29-31).

¹⁹ Il bugnato è presente infatti nell'ala nord, a esclusione di un brano murario tra il primo e il secondo portale, e nella sola prima campata del braccio ovest.

²⁰ Cfr. Serra (1929, 21), in cui si evidenzia che le merlature a coronamento del secondo registro della fabbrica si raccordano, all'angolo di fronte al San Domenico, ad altezze differenti.

²¹ Fiore (1994a, 70); Fiore (2021, 35).

²² Come è noto, nel 1756 per volere del cardinale Giovanni Francesco Stoppani (1753-1756) e sotto la direzione dell'architetto Giovan Francesco Buonamici (1692-1759), le formelle furono rimosse dalla posizione originaria e murate alla base delle soprallogge del cortile d'onore del palazzo. Sul fregio vedi: Giorgio Vasari (1568, ed. Milanesi 1878-1885, III, 71-72); Baldi (1590, ed. Bianchini 1724, 68); Bianchini

Dall'angolo nord in prossimità del Duomo – cantone della «facciata del Magnifico» – l'estesa fascia orizzontale si snoda lungo le due ali di muro piegandosi per ben due volte e termina con la prima porta sull'attuale piazza Rinascimento, in corrispondenza del fregio sottofinestra e in asse con il portale della chiesa di San Domenico. Si configura così un elemento lapideo continuo, interrotto solo dai portali, che tiene legata l'articolazione dei prospetti e, in maniera coerente al fregio a motivi vegetali, indirizza la vista prospettica a quanti percorrono il *cardo maximus* giungendo da nord²³.

La presenza di una panca in facciata risponde a precise esigenze estetico-funzionali e può essere considerata lo sviluppo formale della pratica diffusa di proteggere la zona basamentale della costruzione, più esposta al degrado e alle alterazioni. A tale scopo nel corso del XV secolo sono applicate, nel primo registro a contatto con il terreno, lastre lapidee spesso delimitate da cornici più o meno sporgenti, riscontrabili per esempio in numerosi palazzi senesi²⁴.

A cominciare dal palazzo Medici Riccardi a Firenze (1444) (Fig. 9) il sedile rientra a pieno titolo tra gli elementi che qualificano la facciata di una residenza come marcatamente fiorentina, divenendo una dotazione irrinunciabile nelle fronti dei palazzi che si ispirano a tale modello: compare perciò, con variazioni, nei prospetti fiorentini di palazzo Rucellai (post 1452) (Fig. 10) e di palazzo Strozzi (1490), di palazzo Piccolomini a Pienza (1459-1464) e dell'antistante palazzo Vescovile, ma anche nella fronte del fiesco Palazzo Ducale di Cagliari, dei senesi palazzo Todeschini-Piccolomini (1469 – post 1480) e villa Chigi alle Volte (anni Novanta del Quattrocento). All'incirca negli stessi anni panche ai piedi degli edifici sono presenti, inoltre, nelle raffigurazioni architettoniche di destinazione diversa: ne troviamo esempi in un pannello dipinto del ciclo di S. Bernardino a Perugia²⁵

(1724b); Rotondi (1950-1951, I, 322-326); Eimer (1968); Rotondi (1970, 73-101); Bernini Pezzini (1985); Dal Poggetto (2003); Molari, Molari (2006); Giorgione (2019, 108-109). Sulle macchine raffigurative vedi Fiore (1978); Galluzzi (1991).

²³ Fiore (1989, 13). È opportuno ricordare la presenza di un isolato che fino al 1563 fronteggiava il vasto prospetto orientale del Palazzo Ducale, in luogo dell'attuale piazza Rinascimento; vedi Negroni (1990).

²⁴ Sulle facciate dei palazzi senesi vedi Quast (2004); Nevola (2005).

²⁵ Pierantonio di Niccolò, *San Bernardino risana Giovanni Antonio da Parma ferito da una pala*, 1473. Sul pannello vedi Teza (2004) con bibliografia precedente.

(Fig. 11) e nelle celebri prospettive di città, sia dipinte che intarsiate, di ambito urbinato (Fig. 12)²⁶.

Il sedile ha il vantaggio di coniugare molteplici funzioni. L'opportunità di fornire una seduta a cittadini, frequentatori o semplici passanti si lega all'esigenza di riequilibrare visivamente i diversi pesi del prospetto tramite l'inserimento di un elemento sporgente di mediazione con i registri superiori. Nello specifico caso di studio la presenza di un gradino, di altezza variabile fino a ricongiungersi col primo dei tre scalini della porta sul lato orientale (Fig. 13), consente di bilanciare le diverse altimetrie della piazza, fornendo una base regolare e omogenea a quanto viene impostato al di sopra.

Rispetto agli esempi citati il sedile ducale vanta l'impiego di materiali pregiati unitamente a un richiamo dell'antico valorizzato da una straordinaria ricchezza decorativa. Su di uno zoccolo piatto, liscio e concluso da una cornice – in cui, limitatamente al braccio ovest, trovano posto strette fessure per illuminare i sotterranei –, aggetta il sedile dal profilo stondato sul quale si innalza la spalliera con le formelle (Fig. 14). Non c'è dubbio che questa rappresentasse fino al 1756 l'elemento decorativo più vistoso dell'intera facciata, superando anche la raffinatezza degli intagli delle finestre, del relativo fregio e probabilmente quella dello stemma originariamente situato sopra il portale d'ingresso²⁷. La scansione del dorsale in singoli pannelli incorniciati di dimensioni coerenti, in cui trovano spazio rappresentazioni scolpite più o meno aggettanti, richiama la lunga tradizione degli stalli lignei dei cori ecclesiastici, probabili modelli di riferimento diretti insieme alle parti basamentali delle opere pubbliche cittadine, quali fontane e logge²⁸. La serie dei bassorilievi raffiguranti macchine e dispositivi sia civili che militari, oggi conservata all'interno del palazzo, trae invece ispirazione dalle fonti iconografiche note al tempo ed esibisce quella peculiare cultura tecnico-matematica basata sui codici che nel Quattrocento ha contraddistinto il centro urbinato

²⁶ Vedi le città ideali di Urbino (Galleria Nazionale delle Marche), Berlino (Gemäldegalerie) e Baltimora (Walters Art Museum): Sampaolesi (1949); Krautheimer (1994); Frommel (2006). Vedi anche le tarsie con prospettive urbane sulle porte di accesso allo studiolo e al guardaroba del duca nel Palazzo Ducale di Urbino: su queste Negroni (2006); Trionfi Honorati (2008) con bibliografia precedente.

²⁷ Per lo stemma vedi Londei (1989).

²⁸ Vedi per esempio la fonte Gaia di Jacopo della Quercia (1374 circa-1438) in piazza del Campo a Siena.

dagli altri della penisola²⁹. Ampiamente studiati sono i rimandi espliciti alle illustrazioni contenute nei trattati o codici di Roberto Valturio³⁰, di Mariano di Iacopo detto il Taccola³¹ e di Francesco di Giorgio Martini³².

L'operazione settecentesca con finalità conservative di distacco del fregio, oltre ad aver provocato la distruzione di una formella, ha determinato la perdita dell'informazione circa l'originaria sequenza dei pannelli, attualmente ipotizzabile – ma non pienamente verificabile – sulla base della pubblicazione del Bianchini³³. I singoli riquadri lapidei dovevano susseguirsi in serie non direttamente accostati tra loro, ma inframezzati da elementi verticali intermedi di cui si ignorano i caratteri; la loro presenza, tuttavia, si impone in ragione dell'estensione dello schienale e risulta confermata dalle fonti iconografiche della facciata (Fig. 15).

L'analisi del repertorio figurativo e scultoreo – che in questa sede non si intende approfondire formella per formella – ha condotto alcuni storici a ritenere che il fregio abbia conosciuto almeno due fasi realizzative, la prima delle quali avviata intorno al 1474 e in ogni caso prima dell'arrivo di Francesco di Giorgio Martini. In un secondo momento il senese avrebbe apportato completamente all'iniziale progetto iconografico, ideato dal duca e che alcuni vogliono ultimato nel 1481³⁴. Tale interpretazione, seppur accettata dalla maggior parte della storiografia anche recente, è tuttavia da rigettare poiché evidente è la stretta e fortissima relazione che la spalliera con le formelle instaura con il sedile e al contempo con il sistema dei portali e delle paraste angolari reggenti la trabeazione. Come già notato, questi creano un organismo rigidamente intelaiato, sostenuto da elementi verticali e orizzontali, che è uno dei rimandi più espliciti all'operato di Francesco di Giorgio Martini³⁵, al quale pertanto va attribuita l'intera ideazione.

²⁹ Cfr. Chastel (1979).

³⁰ Roberto Valturio, *De re militari* (Roma, Biblioteca apostolica vaticana, Codice Urbinato Latino 281).

³¹ Mariano Taccola, *Liber tertius de ingeneiis ac edifiitiis non usitatis* (Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Manoscritto Palatino 766).

³² Vedi Eimer (1968); Fiore (1978); Bernini Pezzini (1985), Galluzzi (1991).

³³ Bianchini (1724b); cfr. Bernini Pezzini (1985, 18-21).

³⁴ Bernini Pezzini (1985, 29 e ss.); Boccia (1991, 332-333).

³⁵ Si pensi per esempio all'organizzazione dei prospetti urbinati dell'ex convento di Santa Chiara, del palazzo Giovannini Luminati e della chiesa di San Bernardino: cfr. Fiore, Tafuri (1993, passim); sul palazzo Giovannini Luminati vedi Aureli (2018).

Lo stretto legame instaurato tra le singole parti, e tra queste e l'insieme, si consolida proprio nella zona basamentale, dove l'alto piedistallo delle paraste (sia quelle angolari sia quelle ai lati dei portali) poggia sul sedile, aggettando rispetto alla spalliera della quale condivide l'altezza. Le cornici regolarmente costituite del basamento si piegano e con la stessa modulazione degli elementi proseguono lungo i campi murari tra i portali a delimitare i margini superiori e inferiori del dorsale (Fig. 16). Si ritrova così applicato quello stesso atteggiamento di flessibilità progettuale e sintesi ambigua delle singole membrature architettoniche che investe il fregio/capitello della parasta angolare e in generale i «ricinti» martiniani. Nel caso di specie il fregio della spalliera in corrispondenza della parasta aggetta per divenirne basamento, integrando di fatto le panoplie in esso contenute nel discorso figurativo delle formelle.

La mancata omogeneità d'esecuzione dei pannelli, certamente ravvisabile, è dunque da attribuire esclusivamente all'impiego di artisti diversi. A tal proposito la critica concorda nel considerare la supervisione e partecipazione di Ambrogio Barocci *magister* milanese³⁶, più tardi definito nei documenti anche «architector et lapicida» e «sculptor lapicida», al quale dovettero affiancarsi altre personalità, tra cui probabilmente quel Giovanni di Stefano senese (1444-1511?)³⁷, scultore ed esperto di armi che aveva già avuto esperienza nel campo della decorazione plastico-scultorea. Le spalliere senesi della Loggia della Mercanzia (1442) e della Loggia Piccolomini (1462 circa) – alle cui realizzazioni partecipò il di Stefano –, forniscono infatti dei validi antecedenti per valutare i caratteri e le qualità espressi a Urbino³⁸ (Fig. 17). È poi lecito ipotizzare la collaborazione di ulteriori maestranze, anche se risulta difficile individuare e circoscrivere i singoli apporti.

Le formelle, citate dalle fonti e ammirate per la capacità di mescolare «il diletto, e l'ornamento con l'utile»³⁹, conoscono una rinnovata attenzione con Rotondi, che dedica loro diverse pagine della

³⁶ Sull'attività decorativa di Ambrogio Barocci nel palazzo urbinato vedi Ceriana (2004).

³⁷ Sull'attività del di Stefano, noto per essere il figlio di Stefano di Giovanni detto il Sassetta (1400 circa-1450), vedi Angelini (2005a) e Angelini (2005b) con bibliografia precedente.

³⁸ Sulle logge senesi vedi Hansen (1992); Fiore (2003); Angelini (2005a); Angelini (2005b).

³⁹ Baldi (1590 ed. 1724, 68); cfr. anche Vasari (1568, ed. Milanese 1878-1885, 71-72).

sua opera più nota⁴⁰. In particolare, lo studioso evidenzia le qualità della composizione: l'elevata stilizzazione, il naturalismo delle rappresentazioni e l'accentuato rigore geometrico che realizzano una «pura astrazione formale».

La notevole carica espressiva del «fregio dell'arte della guerra» ha trovato sostegno anche nel diretto accostamento della spalliera lapidea al laterizio lasciato a vista in porzioni più o meno estese. L'organizzazione dell'intera facciata ad ali si rafforza infatti per la contrapposizione materica e cromatica fra il calcare bianco del basamento lapideo e il laterizio rosa del paramento murario; una contrapposizione che si avvicina a quella più ricercata del cortile maggiore e che consolida il rimando all'antico già presente nell'impostazione su alto basamento e in numerosi dettagli della facciata. Lo stesso bugnato adottato, profondamente lontano da quello rustico e "pesante" dei palazzi fiorentini, è configurato all'antica, presenta cioè un disegno regolare come – forse non a caso – quello del Tempio di Marte Ultore a Roma⁴¹. Il rivestimento condividerebbe con la panca non solo l'originario progetto unitario⁴², ma anche la funzione decorativa e al contempo funzionale: protegge la muratura dalle intemperie, offre un'occasione di ornamento che qualifica la facciata e diviene un esplicito rimando all'architettura romana antica. Questa d'altronde è attentamente osservata da Francesco di Giorgio, che ne registra impianti e particolari in numerosi disegni confluiti nei suoi manoscritti. Lo studio antiquario del senese potrebbe aver fornito un valido riferimento nella progettazione della facciata ad ali, come sembrerebbero suggerire alcuni fogli del codice Saluzziano che riportano alzati di edifici romani impostati su una fascia basamentale continua, che risalta in corrispondenza delle paraste reggenti la trabeazione, e ritmati da finestre incorniciate⁴³ (Figg. 18 e 19). Particolarmente aderente alla realizzazione dei prospetti urbinati sembrerebbe essere il disegno martiniano del Tempio di Minerva a Roma (Fig. 20), «difitio dengnissimo in Roma [...] di grandissima

⁴⁰ Rotondi (1950-1951, I, 322-326).

⁴¹ Sull'impiego del bugnato pseudo-isodomo nel Quattrocento e nel primo Cinquecento vedi Davis (1989).

⁴² Sulla contemporaneità di basamento e bugnato, contrariamente con quanto esposto da Rotondi (1950-1951, I, 320), vedi Fiore (1993a, 78-82).

⁴³ Francesco Di Giorgio Martini (1967, ed. Maltese, I, ff. 86 r tav. 159 e f. 94 r tav. 175). Sullo sperimentalismo antiquariale del Martini nell'ambito delle architetture dipinte vedi Cieri Via (2004a).

circunferentia hornato di mirabili scolture»⁴⁴, che spicca per trovarsi «dove si dice la chasa di cesari»⁴⁵ e per sfoggiare un ricco fregio scultoreo, oltre alla statua di Minerva al di sopra del portale⁴⁶.

Valutata nel complesso, la decorazione scultorea applicata alla facciata urbinata, e in special modo quella del «fregio dell'arte della guerra», assume dunque un ruolo di primo piano e non accessorio nella comprensione dell'architettura. Questo sembra vero sia agli occhi del progettista, che fa degli elementi orizzontali scolpiti il motivo unificante e al contempo diversificante (occasione cioè di *varietas* ornamentale) della facciata – sia agli occhi del comune osservatore, destinatario privilegiato delle scelte adottate. Il fregio basamentale, con le sue linee, gli aggetti e i chiaroscuri, ha certamente caratterizzato in maniera del tutto singolare e incomparabile la percezione della facciata ad ali.

Un aspetto che merita di essere evidenziato è inoltre il forte legame che la facciata, e nello specifico la panca con il fregio, instaura con la piazza antistante, forse il primo ornamento del palazzo stesso⁴⁷. Dello spazio pubblico per eccellenza il sedile con le formelle rafforza il ruolo accentratore, rappresentando un “incitamento al riposo”, un vero e proprio oggetto di arredo urbano, oltre che una “cortesia” che il signore del palazzo gentilmente concede e che qualifica la dimora come “familiare” e cittadina⁴⁸. I «muricciuoli», così come definiti da Bernardino Baldi⁴⁹, costituiscono un elemento di mediazione e corrispondenza anche tra l'esterno e l'interno del palazzo, essendo presenti, seppur con forme diverse, ai lati dell'andito d'ingresso che introduce al cortile⁵⁰. Il sedile con il «fregio dell'arte della guerra» consolida perciò lo speciale valore di apertura che investe la facciata e, tramite essa, l'intera residenza, sottolineando un impianto planimetrico che già di per sé abbraccia la città e intensificando la ricchezza decorativa degli esterni che preannuncia quella degli interni. Proprio la particolare disposizione delle due ali suggerisce che la piazza possa essere considerata parte integrante del palazzo, sostanziando

⁴⁴ Ivi, I, f. 78 *r* tav. 143.

⁴⁵ Ivi, f. 77 *r* tav. 141.

⁴⁶ Una testa di Minerva è stata ipotizzata anche nello stemma sul portale d'accesso urbinata: vedi Londei (1989).

⁴⁷ Lo stesso Bernardino Baldi segnalava la «piazza assai grande inanzi l'entrata, la quale è cagione al palazzo di non poco ornamento», Baldi (1590, ed. Bianchini 1724, 46).

⁴⁸ Cfr. Burns (1998, 135).

⁴⁹ Baldi (1590, ed. Bianchini 1724, 67-68, 71)

⁵⁰ Sui sedili del vestibolo, citati da Baldi (ivi, 49), vedi Nannelli (1985, 341).

l'identificazione della città con il monumento e contribuendo a vivificare quell'ambiguità tra spazi interni ed esterni ampiamente rappresentata negli stessi anni anche in pittura.

Da queste prime considerazioni e in virtù della sua notevole estensione, la spalliera rappresenta dunque un elemento altamente qualificante nell'ambito della decorazione dell'intera facciata ad ali, caricandosi di richiami funzionali, estetici e simbolici.

Del resto, il fregio con le macchine deve essere apparso una preziosa occasione per il Martini: legare la propria fama a quella del palazzo, e quindi a quella del duca Federico, attraverso l'esibizione delle sue capacità di ingegnere, architetto e inventore che, al seguito del principe-condottiero, ha modo di affermare e immortalare le sue doti. Le formelle, rivolte all'intera comunità cittadina, nel partecipare alla costruzione sapiente del mito di Federico suscitano stupore, meraviglia e una certa curiosità che, tuttavia, per essere risolta del tutto necessita dell'interpretazione di chi possiede cultura e conoscenze specifiche⁵¹. Al contempo, intendendo le formelle come raffinato gruppo decorativo e scultoreo, come unità estetica variegata che esprime un concetto più che una prassi operativa, Francesco di Giorgio mostra di aderire alle teorie albertiane sull'ornamento⁵².

La ricca ornamentazione lapidea approntata collabora dunque all'esaltazione del signore urbinato suggerendo proprio nella scelta del disegno, dei materiali e delle forme il rimando diretto tra questo e un antico imperatore romano, rimarcando il carattere magniloquente del palazzo già espresso nella facciata dei Torricini.

In conclusione, la facciata ad ali va perciò intesa, anche grazie alla presenza del sedile con le formelle, come una manifestazione del palazzo stesso, e quindi del suo signore, che si offre liberamente alla città. Il sedile può funzionare dunque da efficace metafora per cogliere il significato dell'intero complesso architettonico: quella «città in forma de palazzo» che, nell'impianto planimetrico, nell'articolazione delle sue facciate, nei dettagli scultorei carichi di senso si apre continuamente al centro abitato, scardina gli abituali confini tra interno ed esterno e tra pubblico e privato, per farsi accogliente e inclusiva, rinsaldando quel

⁵¹ Cfr. Lamberini (2003, 220).

⁵² Cfr. Fiore (2004b). Sul ruolo del pensiero albertiano nei rapporti tra architettura e ornamento nel contesto urbinato vedi Cieri Via (2004b).

legame tra il signore e il suo popolo su cui si fonda il potere del feltresco.

Prospettive di ricerca

Come osservato, l'insieme degli elementi architettonici analizzati si caratterizza per l'elevata qualità figurativa, raggiunta mediante progetti e realizzazioni contestuali all'ampliamento della fabbrica. La straordinaria ricchezza ornamentale del palazzo, del resto, è largamente riconosciuta e celebrata dalle fonti letterarie. Quei «dignissimi lapicidi e scultori» citati da Luca Pacioli⁵³ hanno raggiunto un livello tale di sperimentalismo, plurale e antiquario, che non sembra verosimile ricondurre direttamente alla volontà e alla pur profonda conoscenza architettonica dei committenti.

Per non disperdere questa ricchezza, bisognosa di approfondimento proprio nei legami e nessi reciproci tra le parti, la valorizzazione del «fregio dell'arte della guerra» dovrebbe avvenire anche attraverso una restituzione grafica delle formelle, contestualizzata all'interno di un rilievo geometrico strumentale aggiornato e di elevata precisione dell'intera facciata ad ali. Questo obbligherebbe a nuove ipotesi sull'originaria sequenza dei pannelli e, se esplicitato anche mediante restituzioni di dettaglio a scala ridotta, fornirebbe un accurato catalogo dell'apparato scultoreo dei prospetti – ad oggi mancante – e un prezioso strumento per ulteriori approfondimenti sulle vicende del palazzo e dei suoi protagonisti.

⁵³ Pacioli (1509, parte I, cap. 2).



Fig. 1 Urbino, Facciata ad ali del Palazzo Ducale su piazza duca Federico (da Rotondi 1970b)

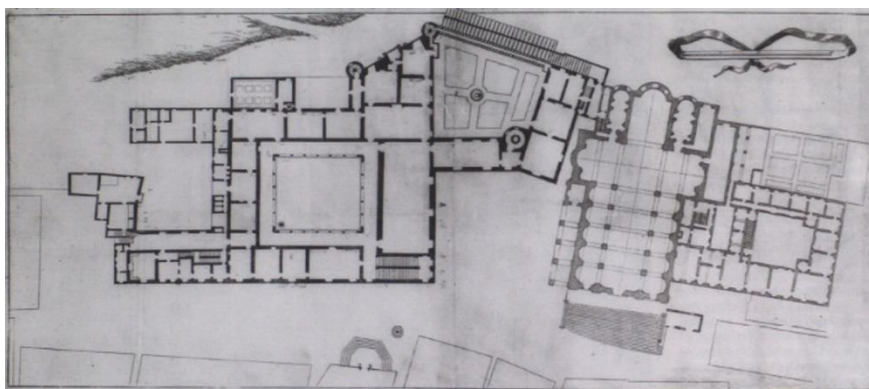


Fig. 2 Pianta del Palazzo Ducale, del duomo e del palazzo Arcivescovile nel contesto di Urbino, XVIII sec. (da Baldi 1590, ed. Bianchini 1724, tav. 2)

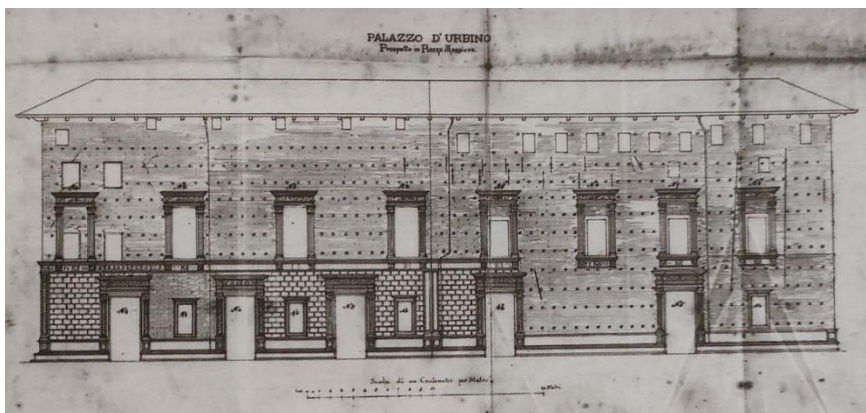


Fig. 3 Raffaele Faccioli, *Facciata ad ali del Palazzo Ducale di Urbino*, prospetto nord e ovest accostati. Roma, Archivio Centrale dello Stato, Ministero della Pubblica Istruzione, Dir. Gen. AA.BB.AA., I vers. (1860-1890), b. 543 (da Fiore, Tafuri 1993, 195)



Fig. 4 Urbino, Palazzo Ducale, prospetto nord della facciata ad ali (foto dell'autrice)



Fig. 5 Urbino, Palazzo Ducale, prospetto ovest della facciata ad ali (foto dell'autrice)



Fig. 6 Urbino, prospetto nord della facciata ad ali, dettaglio della finestra con il fregio scultoreo (foto dell'autrice)



Fig. 7 Urbino, Palazzo Ducale, dettaglio della parasta angolare (foto dell'autrice)

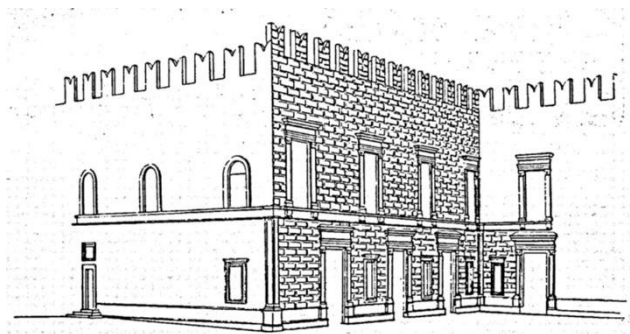


Fig. 8 Ipotesi ricostruttiva della fronte settentrionale della facciata ad ali del Palazzo Ducale di Urbino (da Serra 1929, 21)

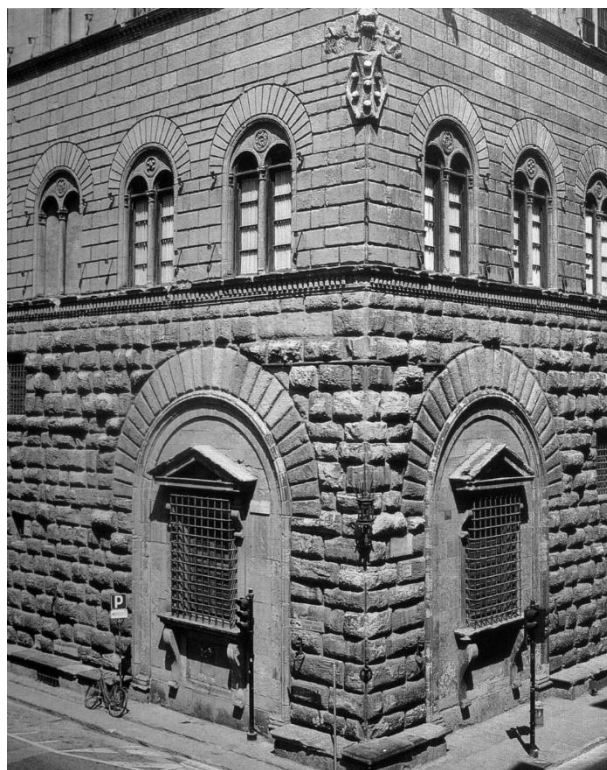


Fig. 9 Firenze, palazzo Medici-Riccardi, dettaglio della panca basamentale in facciata (da Belli 2019)



Fig. 10 Firenze, palazzo Rucellai, dettaglio del piano terra con la panca basamentale in facciata (foto dell'autrice)



Fig. 11 Pietro Perugino e la "Bottega del 1473", *San Bernardino risana Giovanni Antonio da Parma ferito con una pala*, 1473, Perugia, Galleria Nazionale dell'Umbria (foto dell'autrice)



Fig. 12 Presenza di panche nelle facciate degli edifici rappresentati. A sinistra: Anonimo, Città ideale, XV secolo, dettaglio. Baltimora, Walters Art Museum (da Krautheimer 1994, 238); a destra: Prospettiva urbana a tarsia, XV secolo. Urbino, Palazzo Ducale, porta dello studiolo (da Trionfi Honorati 2008)



Fig. 13 Urbino, Palazzo Ducale, dettaglio dell'aggancio della panca basamentale ai gradini della porta sul lato orientale della fabbrica (foto dell'autrice)



Fig. 14 Urbino, Palazzo Ducale, dettaglio della zona basamentale in cui originariamente trovava posto il «fregio dell'arte della guerra», prospetto ovest all'angolo con il braccio nord (foto dell'autrice)



Fig. 15 Gaetano Piccini, vista della Cattedrale e del Palazzo Ducale di Urbino, dettaglio in cui si vedono i campi intermedi verticali posti tra le singole formelle del fregio basamentale (da Eiche 1990, 97)



Fig. 16 Urbino, Palazzo Ducale, dettaglio della panca basamentale e del suo aggancio con gli elementi architettonici del portale (foto dell'autrice)



Fig. 17 A sinistra: Siena, Loggia Piccolomini, dettaglio della panca con schienale sul lato sinistro (da Fiore 2003); a destra: Siena, Loggia della Mercanzia, dettaglio della panca con schienale (foto dell'autrice)

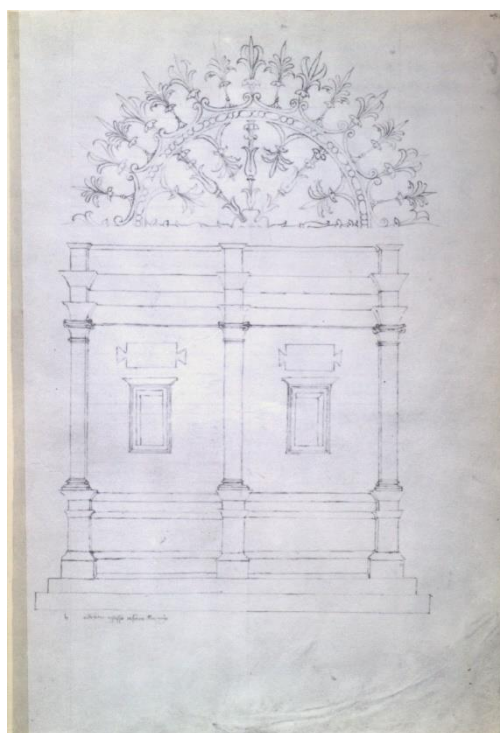


Fig. 18 Francesco di Giorgio Martini, *edificio apresso a Sam Marco*. Torino, Biblioteca Reale, cod. Saluzziano 148, c. 86 r (da Id., ed. Maltese 1968, tav. 159)

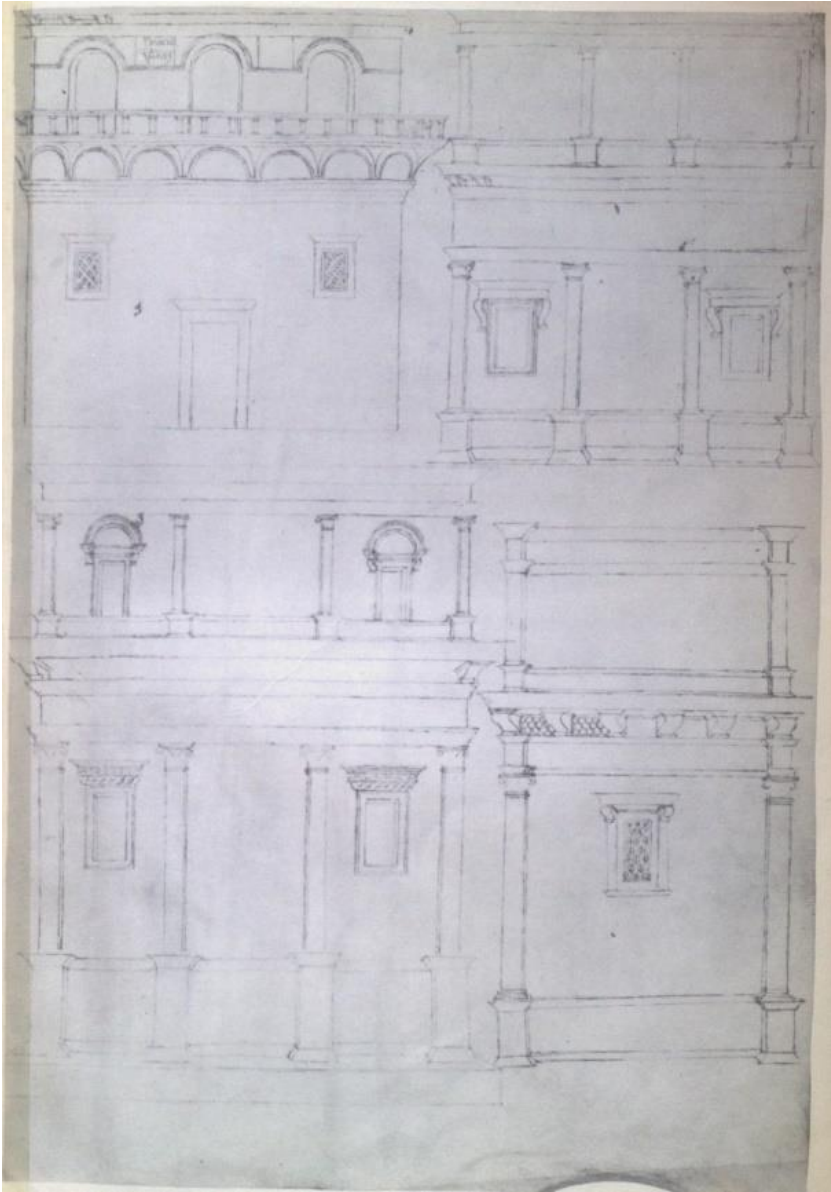


Fig. 19 Francesco di Giorgio Martini, *Quattro prospetti di edifice antichi, forse monumenti funerari*. Torino, Biblioteca Reale, cod. Saluzziano 148, c. 94 r (da Id., ed. Maltese 1968, tav. 175)

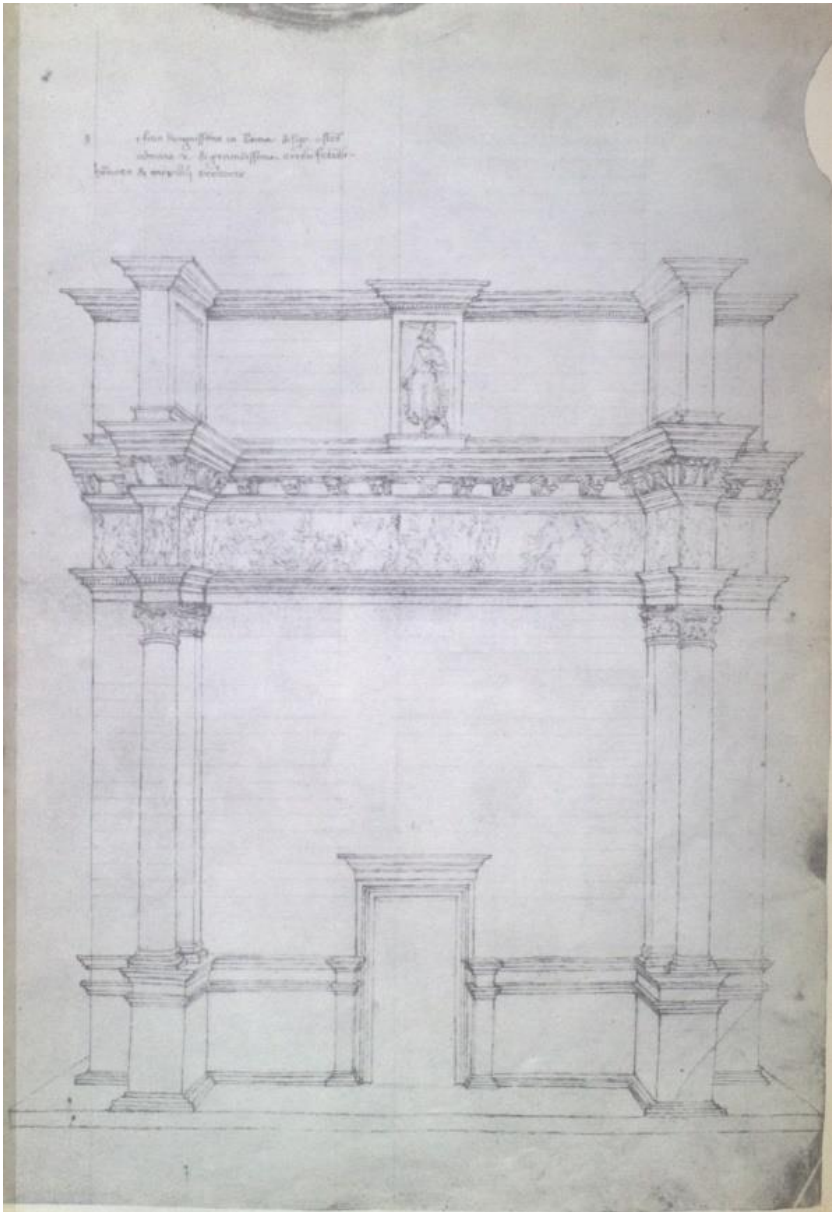


Fig. 20 Francesco di Giorgio Martini, *Tempio di Minerva a Roma*. Torino, Biblioteca Reale, cod. Saluzziano 148, c. 78 r (da Id., ed. Maltese 1968, tav. 143)

Bibliografia

- Angelini, A. et al., 2005, *Pio II e le arti. La riscoperta dell'antico da Federighi a Michelangelo*, a cura di A. Angelini, A. Lensini, Siena, Monte dei Paschi.
- Angelini, A., 2005a, *Antonio Federighi e il mito di Ercole*, in Angelini, A. et al., *Pio II e le arti. La riscoperta dell'antico da Federighi a Michelangelo*, a cura di A. Angelini, A. Lensini, Siena, Monte dei Paschi, pp. 105-149.
- Angelini, A., 2005b, *Il lungo percorso della decorazione all'antica tra Siena e Urbino*, in Angelini, A. et al., *Pio II e le arti. La riscoperta dell'antico da Federighi a Michelangelo*, a cura di A. Angelini, A. Lensini, Siena, Monte dei Paschi, pp. 307-385.
- Angelini, A. et alii, 2022, *Federico da Montefeltro e Francesco di Giorgio. Urbino, crocevia delle arti*, a cura di A. Angelini, G. Fattorini, G. Russo, Venezia, Marsilio.
- Aureli, G., 2018, *Urbino e Fossombrone. Città e residenze accanto ai palazzi ducali nei secoli XV e XVI: i casi studio dei palazzi Giovannini-Luminati e Dedi-Staurenghi*, Tesi di dottorato di ricerca in Storia, disegno e restauro dell'architettura, sezione A-Storia dell'architettura, XXX ciclo, Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura, Università Sapienza di Roma.
- Baldi, B., 1590, *Descrizione del Palazzo Ducale di Urbino*, in Bianchini, F., 1724a, *Memorie concernenti la città di Urbino dedicate alla Sagra Real Maestà di Giacomo III Re della Gran Bretagna*, Roma, Salvioni, pp. 37-78.
- Belli, G., 2019, *Paramenti bugnati e architettura nella Firenze del Quattrocento*, Firenze, Firenze University Press.
- Bernini Pezzini, G., 1985, *Il fregio dell'arte della guerra nel Palazzo Ducale di Urbino, catalogo dei rilievi*, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Bianchini, F., 1724a, *Memorie concernenti la città di Urbino dedicate alla Sagra Real Maestà di Giacomo III Re della Gran Bretagna*, Roma, Salvioni.
- Bianchini, F., 1724b, *Spiegazione delle sculture contenute nelle LXXII. Tavole di marmo, e bassi rilievi collocati nel basamento esteriore del palazzo di Urbino, che rappresentano Macchine, e molti altri strumenti, e arnesi di guerra spettanti all'Arte Militare Antica, e Moderna, da Monsignor Francesco Bianchini veronese. Fatta già in idioma Latino, ed ora dal medesimo trasferita in lingua Italiana*, in Bianchini, F., 1724a, *Memorie concernenti la città di Urbino dedicate alla Sagra Real Maestà di Giacomo III Re della Gran Bretagna*, Roma, Salvioni, pp. 79-132.
- Boccia, L.G., 1991, *Il fregio dell'arte della guerra*, in Galluzzi, P., 1991, *Prima di Leonardo. Cultura delle macchine a Siena nel Rinascimento*, catalogo della mostra (Siena, 9 giugno - 30 settembre 1991), Milano, Electa, pp. 332-340.

- Bonvini Mazzanti, M., 2004, *La politica culturale di Battista Sforza*, in Cleri, B., 2004, *Bartolomeo Corradini (Fra' Carnevale) nella cultura urbinata del XV secolo*, atti del convegno (Urbino, chiesa di San Cassiano, Castelcavallino, 11-12 ottobre 2002), a cura di B. Cleri, Sant'Angelo in Vado, Grafica vadese, pp. 45-68.
- Bruschi A., 1992, *L'Antico e il processo di identificazione degli ordini nella seconda metà del Quattrocento*, in *L'emploi des ordres dans l'architecture de la Renaissance*, a cura di J. Guillaume, Paris, Picard, pp. 11-57.
- Bruschi A., 2008, «Luciano Laurana. Chi era costui? Laurana, fra Carnevale, Alberti a Urbino: un tentativo di revisione», in *Annali di architettura*, 20, 2008, pp. 37-81.
- Budinich, C., 1904, *Il palazzo ducale di Urbino: studio storico artistico illustrato da nuovi documenti*, Trieste, Stabilimento Tipolitografico Emilio Sambo.
- Burns, H., 1998, *Leon Battista Alberti*, in Fiore, F.P., 1998, *Siena e Urbino*, in *Storia dell'architettura italiana. Il Quattrocento*, a cura di F. P. Fiore, Milano, Electa, pp. 114-165.
- Cerboni, G. et alii, 1986, *Federico di Montefeltro: lo stato, le arti, la cultura*, a cura di G. Cerboni Baiardi, G. Chittolini e P. Floriani, 3 voll., Roma, Bulzoni.
- Ceriana, M., 2004, *Ambrogio Barocci e la decorazione del palazzo ducale di Urbino*, in Fiore, F.P., 2004a, *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro*, atti del convegno internazionale di studi, (Urbino, Monastero di Santa Chiara, 11-13 ottobre 2001), a cura di F. P. Fiore, 2 voll., Firenze, L.S. Olschki, I, pp. 269-304.
- Cieri Via, C., 2004a, *Disegno e ornamento nell'opera pittorica di Francesco di Giorgio Martini*, in Fiore, F.P., 2004a, *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro*, atti del convegno internazionale di studi, (Urbino, Monastero di Santa Chiara, 11-13 ottobre 2001), a cura di F. P. Fiore, 2 voll., Firenze, L.S. Olschki, I, pp. 229-247.
- Cieri Via, C., 2004b, *Disegno architettonico, decorazione e narrazione nella pittura urbinata del Quattrocento*, in Cleri, B., 2004, *Bartolomeo Corradini (Fra' Carnevale) nella cultura urbinata del XV secolo*, atti del convegno (Urbino, chiesa di San Cassiano, Castelcavallino, 11-12 ottobre 2002), a cura di B. Cleri, Sant'Angelo in Vado, Grafica vadese, pp. 127-148.
- Chastel, A., 1979, *I centri del Rinascimento, Arte italiana 1460-1500*, Milano, Rizzoli, 1979.
- Cleri, B., 2004, *Bartolomeo Corradini (Fra' Carnevale) nella cultura urbinata del XV secolo*, atti del convegno (Urbino, chiesa di San Cassiano, Castelcavallino, 11-12 ottobre 2002), a cura di B. Cleri, Sant'Angelo in Vado, Grafica vadese.
- Dal Poggetto, P., 2003, *La Galleria Nazionale delle Marche e le altre Collezioni nel Palazzo Ducale di Urbino*, Urbino, Novamusa del Montefeltro.

- Davis, M. D., 1989, "*Opus isodomum*" at the Palazzo della Cancelleria: Vitruvian studies and archeological and antiquarian interests at the Court of Raffaele Riario, in *Roma, centro ideale della cultura dell'Antico nei secoli XV e XVI, da Martino V al Sacco di Roma 1417-1527*, convegno internazionale di studi su Umanesimo e Rinascimento (Roma, 25-30 novembre 1985), a cura di S. Danesi Squarzina, Milano, Electa.
- Eiche, S., 1990, «Gaetano Piccini's Drawings of Urbino», in *Notizie da Palazzo Albani*, XIX, 1990, pp. 87-106.
- Eimer, G., 1968, *Francesco di Giorgio Fassadenfries am Herzogsplatz zu Urbino*, in *Festchrift Ulrich Middeldorf*, a cura di A. Kosegarten, P. Tigler, Berlin, pp. 187-198.
- Fiore, F.P., 1978, *Città e macchine del '400 nei disegni di Francesco di Giorgio Martini*, Firenze, L.S. Olschki.
- Fiore, F.P., 1989, «Le residenze ducali di Urbino e di Gubbio "città in forma de palazzo"», in *Architettura, storia e documenti*, 1989, 1-2, pp. 5-34.
- Fiore F.P., 1993a, *L'architettura civile di Francesco di Giorgio*, in Fiore, F.P. e Tafuri, M., 1993, *Francesco di Giorgio architetto*, a cura di F.P. Fiore e M. Tafuri, Milano, Electa, pp. 62-113.
- Fiore, F.P., 1993b, *Il palazzo Ducale di Urbino*, in Fiore, F.P. e Tafuri, M., 1993, *Francesco di Giorgio architetto*, a cura di F.P. Fiore e M. Tafuri, Milano, Electa, pp. 184-194.
- Fiore, F.P., 1998, *Siena e Urbino*, in *Storia dell'architettura italiana. Il Quattrocento*, a cura di F. P. Fiore, Milano, Electa.
- Fiore, F.P., 2003, *La loggia di Pio II per i Piccolomini a Siena*, in *Il sogno di Pio II e il viaggio da Roma a Mantova*, atti del convegno internazionale, (Mantova, 13 - 15 aprile 2000), a cura di A. Calzona, F.P. Fiore e A. Tenenti, Firenze, L.S. Olschki.
- Fiore, F.P., 2004a, *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro*, atti del convegno internazionale di studi, (Urbino, Monastero di Santa Chiara, 11-13 ottobre 2001), a cura di F. P. Fiore, 2 voll., Firenze, L.S. Olschki.
- Fiore, F.P., 2004b, *Principi architettonici di Francesco di Giorgio*, in Fiore, F.P., 2004a, *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro*, atti del convegno internazionale di studi, (Urbino, Monastero di Santa Chiara, 11-13 ottobre 2001), a cura di F. P. Fiore, 2 voll., Firenze, L.S. Olschki, I, pp. 369-398.
- Fiore, F.P., 2021, "*non un palazzo, ma una città in forma de palazzo*". *Gli angoli nel palazzo Ducale di Urbino*, Roma, Campisano editore.
- Fiore, F.P. e Tafuri, M., 1993, *Francesco di Giorgio architetto*, a cura di F.P. Fiore, M. Tafuri, Milano, Electa.

- Francesco di Giorgio Martini (ed. Maltese), 1967, *Trattati di architettura, ingegneria e arte militare*, a cura di C. Maltese, 2 voll., Milano, Il Polifilo.
- Fontebuoni, M.L., 1985, *Regesto documentario*, in Polichetti, M. L., 1985, *Il palazzo di Federico da Montefeltro, restauri e ricerche*, 2 voll., Urbino, QuattroVenti, I, pp. 355-421.
- Frommel, C.L., 2006, *Le tavole di Berlino, di Urbino e di Baltimora*, in Frommel, C.L., *Architettura e committenza da Alberti a Bramante*, Firenze, L. S. Olschki.
- Galluzzi, P., 1991, *Prima di Leonardo. Cultura delle macchine a Siena nel Rinascimento*, catalogo della mostra (Siena, 9 giugno - 30 settembre 1991), Milano, Electa.
- Giannatiempo López, M., 2004, *Antefatti al palazzo di Federico: ritrovamenti, ipotesi*, in Fiore, F.P., 2004a, *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro*, atti del convegno internazionale di studi, (Urbino, Monastero di Santa Chiara, 11-13 ottobre 2001), a cura di F. P. Fiore, 2 voll., Firenze, L.S. Olschki, I, pp. 147-166.
- Giorgione, C., 2019, *Leonardo da Vinci. La scienza prima della scienza*, a cura di G. Giorgione, Napoli, Arte'm.
- Hansen, S., 1992, *La Loggia della Mercanzia in Siena*, Sinalunga, Arti Grafiche Viti-Riccucci.
- Heydenreich, L. H., 1967, *Federico da Montefeltro as a building patron some remarks on the Ducal Palace of Urbino*, in *Studies in Renaissance & baroque art presented to Anthony Blunt on his 60th birthday*, London-New York, Phaidon, pp. 1-6.
- Höfler, J., 2006 (ed. 2010), *Il Palazzo Ducale di Urbino sotto i Montefeltro: (1376 - 1508); nuove ricerche sulla storia dell'edificio e delle sue decorazioni interne*, Urbino, Accademia Raffaello.
- Krautheimer, R., 1994, *Le tavole di Urbino, Berlino e Baltimora riesaminate*, in *Rinascimento da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'architettura*, catalogo della mostra (Venezia 1994), a cura di H. A. Millon e V. Magnago Lampugnani, Milano, Bompiani, pp. 233-257.
- Lamberini, D., 2003, «Machines in perspective: technical drawings in unpublished treatises and notebooks of the Italian Renaissance», in *Studies in the history of art*, 59, 2003, pp. 213-233.
- Londei, E. F., 1989, «Lo stemma sul portale di ingresso e la facciata "ad ali" del palazzo Ducale di Urbino», in *Xenia*, 18, 1989, pp. 93-117.
- Londei, E. F., 1991, «La scena della Flagellazione di Piero della Francesca. La sua identificazione con un luogo di Urbino del Quattrocento», in *Bollettino d'arte*, LXXVII, 1991, 65, pp. 29-66.

- Luni, M., 1985, *Urvinum Mataurense (Urbino). Dall'insegnamento romano alla città medievale*, in Polichetti, M. L., 1985, *Il palazzo di Federico da Montefeltro, restauri e ricerche*, 2 voll., Urbino, QuattroVenti, pp. 11-49.
- Luni, M., 2009, *Dal 'Forum di Urvinum Mataurense' alla "Platea Magna" di Urbino in età ducale la piazza Duca Federico "ritrovata"*, a cura di M. Luni, Urbino, QuattroVenti.
- Michellini Tocci, L., 1986, *Federico da Montefeltro e Ottaviano Ubaldini della Carda*, in Cerboni, G. et alii, 1986, *Federico di Montefeltro: lo stato, le arti, la cultura*, a cura di G. Cerboni Baiardi, G. Chittolini e P. Floriani, 3 voll., Roma, Bulzoni, I, pp. 297-344.
- Molari, L. e Molari, P.G., 2006, *Il trionfo dell'ingegneria nel fregio del palazzo ducale d'Urbino*, Pisa, Edizioni ETS.
- Mussini, M., 2003, *Francesco di Giorgio e Vitruvio. Le traduzioni del «De Architectura nei codici Zichy, Spencer 129 e Magliabechiano II.I.141»*, 2 voll., Firenze, L.S. Olschki.
- Mussolin, M., 2022, *Federico da Montefeltro e la virtù dell'architettura nel Palazzo Ducale di Urbino*, in Angelini, A. et alii, 2022, *Federico da Montefeltro e Francesco di Giorgio. Urbino, crocevia delle arti*, a cura di A. Angelini, G. Fattorini, G. Russo, Venezia, Marsilio, pp. 222-227.
- Nannelli, F., 1985, *Palazzo ducale d'Urbino nel primo quarantennio post-unitario*, in Polichetti, M. L., 1985, *Il palazzo di Federico da Montefeltro, restauri e ricerche*, 2 voll., Urbino, QuattroVenti, pp. 315-353.
- Negrone, f., 1990, «Piazza del Rinascimento: momenti di urbanistica in Urbino», in *Notizie da palazzo Albani*, XIX, 1990, 2, pp. 31-44.
- Negrone, F., 1993, *Il duomo di Urbino*, Urbino, Accademia Raffaello.
- Negrone, F., 2006, «La tarsia in Urbino nella seconda metà del sec. XV: qualche annotazione», in *Accademia Raffaello. Atti e Studi*, N.S., 2, 2006, pp. 111-118.
- Nevola, F., 2005, *L'architettura tra Siena e Pienza: architettura civile*, in Angelini, A. et al., 2005, *Pio II e le arti. La riscoperta dell'antico da Federighi a Michelangelo*, a cura di A. Angelini, A. Lensini, Siena, Monte dei Paschi, pp. 182-213.
- Pacioli, L., 1509, *De divina proportione*, Venezia, Paganino Paganini.
- Polichetti, M. L., 1985, *Il palazzo di Federico da Montefeltro, restauri e ricerche*, 2 voll., Urbino, QuattroVenti.
- Quast, M., 2004, *Il linguaggio di Francesco di Giorgio nell'ambito dell'architettura dei palazzi senesi*, in Fiore, F.P., 2004a, *Francesco di Giorgio alla corte di Federico da Montefeltro*,

- atti del convegno internazionale di studi, (Urbino, Monastero di Santa Chiara, 11-13 ottobre 2001), a cura di F. P. Fiore, 2 voll., Firenze, L.S. Olschki, II, pp. 401-431.
- Rotondi, P., 1942, «Appunti ed ipotesi sulle vicende costruttive del Palazzo Ducale di Urbino», in *Studi urbinati di storia, filosofia e letteratura*, XIV, 1/2, pp. 3-49, 189-235.
- Rotondi, P., 1950-1951, *Il palazzo ducale di Urbino*, 2 voll., Urbino, Istituto Statale d'Arte per il Libro.
- Rotondi, P., 1970a, *Francesco di Giorgio nel palazzo ducale di Urbino*, Milano, Provinciali Spontorno.
- Rotondi, P., 1970b, *The ducal palace of Urbino. Its architecture and decoration*, London, Tiranti.
- Sampaolesi, P., 1949, «Le prospettive architettoniche di Urbino, di Filadelfia e di Berlino», in *Bollettino d'arte*, ottobre-dicembre, 1949, pp. 322-337.
- Serra, L., 1921, *Guida di Urbino*, Milano, Alfieri & Lacroix.
- Serra, L., 1929, *L'arte nelle Marche*, 2 voll., Roma, Armani, I, *Il periodo del Rinascimento*.
- Teza, L., 2004, *Una nuova storia per le tavolette di San Bernardino*, in *Pietro Vannucci, il Perugino*, atti del convegno internazionale di studio, (Perugia 25-28 ottobre 2000), a cura di L. Teza, M. Santanicchia, Perugia, Volumnia, pp. 247-305.
- Trionfi Honorati, M., 2008, «Prospettive architettoniche a tarsia», in *Le Dimore storiche*, 67, 2008, 2, pp. 38-47
- Vasari, G., 1568, (ed. Milanese 1878-1855), *Le vite de' più eccellenti pittori scultori ed architettori*, 9 voll., Firenze, Sansoni.

Fregio dell'arte della guerra
Scansione, formatura, riproduzione delle formelle
eseguite da Ambrogio Barocci su disegno
di Francesco di Giorgio Martini

Pino Mascia
Accademia di Belle Arti di Urbino
pinomascia@gmail.com

Massimo Tosello
Accademia di Belle Arti di Urbino
tosello@libero.it

Chebac Romeo Marian
Accademia di Belle Arti di Urbino
romeo_ferrero@yahoo.it

1. Panoramica del progetto (a cura di Pino Mascia)

La scuola di scultura dell'Accademia di Belle Arti fu invitata 4 anni fa, dall'allora direttore nel Palazzo Ducale Peter Aufreiter, per un progetto di recupero storico del lungo apparato decorativo che era disposto come una spalliera al di sopra del sedile che costeggiava le pareti esterne del Palazzo Ducale di Urbino. Entrando nel merito ci ha proposto di realizzare le copie di due formelle del ciclo dell'arte della guerra di Francesco di Giorgio Martini e della bottega di Ambrogio Barocci, una ancora in buone condizioni e una seconda molto deteriorata, l'intento

Pino Mascia, Massimo Tosello e Chebac Romeo Marian, "Fregio dell'arte della guerra. Scansione, formatura, riproduzione delle formelle eseguite da Ambrogio Barocci su disegno di Francesco di Giorgio Martini", in Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini (a cura di), *Libro de viva pietra. Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino*, pp. 185-199.

© 2023 Urbino University Press
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo

del progetto mirava a documentare lo stato attuale dei rilievi conservandone una memoria digitale, ma si proponeva anche di recuperarne la lettura originaria compromessa dal degrado della pietra. Con il nuovo direttore ci conoscevamo da qualche anno dato che era venuto a visitare i laboratori del nostro istituto, scusandosi perché a tre mesi dal suo insediamento non era ancora venuto a trovarci, gli facemmo notare che in quaranta anni era la prima volta che ciò accadeva. Da quel giorno è stato per noi un importante compagno di viaggio per i progetti culturali per la città soprattutto nel percorso di valorizzazione nei confronti dell'arte contemporanea. Sono nati ad Urbino nuovi progetti, come 1 rassegne espositive sulle nuove emergenze artistiche, allestite nelle scuderie della Galleria Nazionale delle Marche, con l'installazione di una grande scultura di Tony Gragg in acciaio specchiante nel cortile del palazzo e una mostra sulle avanguardie creative alla rocca di Senigallia.

Il perno del nostro lavoro è stato il prof. Massimo Tosello docente della cattedra di modellazione digitale, con macchinari in grado di fare delle operazioni di scansione e riproduzione in 3D. L'impegno didattico era indirizzato alla organizzazione di un laboratorio mobile per la scansione delle formelle direttamente nella sala dello *scriptorium* del museo urbinato operativamente aperto anche al pubblico, la seconda parte del lavoro consisteva nell'elaborazione dei software per poter avere dati utili per la riproduzione con le stampanti di una copia 1/1 in PLA realizzata in più pezzi poi assemblati, la fase successiva riguardava l'esecuzione di un modellato sulla superficie della copia che ricostruiva le parti mancanti, al termine lo stampaggio e la riproduzione della formella ricostruita. I dettagli della riproduzione li affronteremo in seguito perché farà parte della seconda parte della discussione di oggi.

Raramente si riconoscono alle Accademie Istituti di alta cultura della formazione artistica, i ruoli preminenti della ricerca e sperimentazione delle tecniche artistiche, un vecchio pregiudizio le ha sempre relegate ai margini della conoscenza, ritenute scarsamente capaci di affrontare discipline di studio come la chimica, la matematica, la programmazione informatica, non riescono ad emergere se non in campi indefiniti che hanno a che fare con l'opera d'arte. Se qualcosa ci ha insegnato il 900 e che la creatività non ha limiti né tecnologici, né di materiali e molte delle opere del presente, derivano da campi che niente hanno a che vedere col "fare ad arte", lo studio sulle nuove tecnologie

ci obbliga ad indagare in ambiti finora riservati alle materie convenzionali, lo studio della cromatologia, della biologia e della genomica è a volte più affascinante e offre più stimoli del gotico e del barocco. Ma nello stesso tempo non possiamo commettere l'errore di pensarci concorrenti con centri di ricerca, che da 80 anni affrontano la conservazione e il restauro dei manufatti artistici, gli studi di eccellenza sono in primo luogo gli istituti di restauro. Le Accademie di Belle Arti centri hanno da qualche decennio affrontato questo percorso dove lo studio, l'analisi e la tutela si concentrano soprattutto nell'indagare e sperimentare i procedimenti artistici, sia del passato che nelle nuove multimedialità, quindi oggi siamo maggiormente attrezzati ed è più che normale operare in questo settore. Gli inizi almeno per quanto riguarda la dotazione di materiali sono stati pioneristici, era difficile convincere l'amministrazione di questa "necessità" su cui investire per avere spazi e macchinari adeguati, eppure i risultati sono stati da subito superiori alle aspettative, a cominciare dalla mappatura del sito archeologico di Fossombrone in 3D, in coordinamento con l'Istituto di Archeologia dell'Università di Urbino, la scansione degli Avori del museo Poldi Pezzoli di Milano, il progetto per la mappatura della "Domus" di S. Angelo in Vado, del tempio di Augusto o della Vittoria a Fossombrone, fino al progetto Fregio dell'arte della guerra presentato nel 2019.

Nella regione Marche siamo stati il primo laboratorio che ha operato direttamente sul territorio con tecniche di scansione di riproduzione 3D ad altissima definizione, applicate all'archeologia e a manufatti artistici, come siamo stati il primo studio di restauro d'arte contemporanea dell'AFAM a lavorare esclusivamente su manufatti originali di alto valore artistico, ad esempio la collezione dell'artista Mirko della famiglia Basaldella. L'esigenza di superare il recinto delle tecniche della scultura ci ha permesso di affrontare la tecnologia dei nuovi materiali che parte dai sistemi compositi sintetici, alle resine ecologiche fino alle tecniche microbiche e batteriologiche applicate al restauro dell'opera d'arte. Questo è quello che noi tecnicamente stiamo facendo nei nostri laboratori. Ovviamente tenendoci in un contesto che non può e non deve entrare in merito ai beni culturali perché lo studio d'eccellenza sulle problematiche della conservazione ha il più alto livello della ricerca nella scuola di restauro ICR di Roma e nell'Istituto OPD di Firenze, poi c'è anche lo studio Universitario di restauro in diversi atenei d'Italia, nella nostra Accademia abbiamo una specializzazione sul

restauro dei metalli che focalizza il suo studio solo nell'ambito dell'arte contemporanea. Adesso entriamo un po' dentro l'oggetto specifico di questa conferenza.

L'idea della tecnica della riproduzione dei manufatti artistici, che era già molto diffusa dalla Grecia alla tarda romanità si è valsa di molte tecnologie nei secoli, a cominciare dalla semplice quadrettatura, poi seguono altre tecniche come il riporto dei punti, l'uso del filo a piombo, al cubito egizio, al pantografo, al sistema di definizione di Leon Battista Alberti. L'idea del trasferimento di un disegno, o di un modello direttamente sul marmo era alla base per l'organizzazione di opere di scultura molto complesse come quelle dei cicli di scultura nei grandi templi dell'epoca classica. La progettazione da parte del maestro che dirigeva, doveva coordinare i numerosi aiuti che curavano l'esecuzione delle differenti parti con estrema esattezza. Fino a non molto tempo fa gli archeologi ritenevano che “una tecnica meccanica per trasferire il disegno del modello al marmo non venisse elaborata prima del I secolo a.C. da parte di Prassitele”. Ora sappiamo con certezza che avvenne molto prima, esistevano di modelli in carta per guidare anche l'esecuzione di progetti tridimensionali, un esempio è riportato nel kylix del “pittore della fonderia” dell'Altes Museum in Berlino del V sec a.C. Nello studio della tecnica statuaria è presente l'uso del metodo del pantografo, esso “consisteva nel fissare con la massima precisione punti paralleli sul modello e sul blocco di marmo”¹. Questa tecnica rimanda direttamente al trapano che è l'unico strumento in grado di ripetere nel blocco di marmo in profondità, i punti rilevati sul modello-prototipo.

L'interesse per metodiche riproduttive che facessero a meno del classico stampo, la possibilità del calco senza calco nell'arte e nei sistemi di riproducibilità risalgono, per i manufatti dei beni culturali, agli anni 70.

Il primo esempio di studio che ricordo era presente in un catalogo della mostra arte-scienza che era “arte e metodo” e rappresentava con alcune applicazioni fotogrammetriche un tipo di analisi applicata al Crocifisso del Brunelleschi di Santa Maria Novella. Era un lavoro molto sperimentale mutuato dai plastici geografici però già dettava le basi del sistema stratigrafico applicandolo al modello tridimensionale.

In maniera più decisa invece questo impegno fu fatto per quanto riguarda il monumento equestre di Marco Aurelio. In questo caso al monumento si applicò la tecnica che viene nominata idrogrammetria, attribuita a Michelangelo e che viene citata da Cennino Cennini e da

Giorgio Vasari. Per il Marco Aurelio si è ipotizzata una sorta di gabbia ideale attorno alla struttura che era 2 x 3 x 6 metri e su cui da ogni lato venivano rivelate delle quote ed incrociate con un sistema fotografico frontale. Le varie facce riprese hanno permesso di ricavare delle intersezioni dei punti che poi sono stati unificati. Nel testo di Accardo e Vigliano “L'utilizzazione di modelli per lo studio e i problemi strutturali e formali” 3 spiegano in maniera molto chiara questa tecnica. Il risultato a seguito di questa complessa operazione che utilizzavano le stratigrafie che venivano riprodotte poi in PVC e successivamente fatte aderire ad una struttura d'acciaio, otteneva un modello che presentava dei gradini che venivano colmati con della plastilina. Ho conosciuto anni fa una ragazza di Urbino che ha partecipato a questa operazione eseguita dagli allievi dall'istituto della medaglia di Roma. Ma qual è il vero problema? L'immagine che noi avevamo ottenuto era un'immagine senza pelle, questa pelle veniva ricreata da questi modellatori a mano applicando 2 mm di spessore dopo aver già colmato il gradino di 5 mm della sfasatura delle varie lastre di pvc, e quindi dovevano creare a mano tutte le superfici come la pelle, le vene e tutti i dettagli del modello; è chiaro che questa è stata un'operazione mediatica fondamentalmente, in quanto hanno sorvolato sull'esistenza di una copia derivata da un calco di fine Ottocento che è stata fusa a Roma nel 1907 dalla fonderia ?. E questa copia è ancora oggi collocata a Providence Rhode Island negli Stati Uniti. In realtà alcune voci dicono che gli stampi ottocenteschi del marco Aurelio sono all'interno del Museo della Civiltà Romana.

Questo metodo di riproduzione impiegato con una tecnica non diretta, è un sistema per replicare il modello, senza l'utilizzo di materiali di contatto che comunque possano danneggiare la superficie della patina, l'allarme degli esperti era rivolto alla doratura anticamente applicata sopra il gruppo equestre di Marco Aurelio, allora molto debole e fragile, quindi evitare lo stampaggio tradizionale perché la pressione e il sottovuoto potevano strappare o deteriorare la materia della statua.

Il sistema che noi abbiamo utilizzato grosso modo è figlio di quella generazione, c'è una piccola ma sostanziale differenza, qui noi lavoriamo sulla pelle dell'oggetto ovvero che non è un'interpretazione manuale, ma definisce il dettaglio al millesimo di micron definendo la riproduzione di enorme fedeltà.

La riproduzione in piazza del campidoglio del Marco Aurelio restituisce un'evidenza di modellato con una superficie di finitura più "da cellulite" più di quanta possa esserne una scultura Romana, gli effetti della lavorazione manuale rimangono impressi, in più dopo la fusione piena di difetti ma di grande fedeltà perché realizzata con una colata molto fluida, la lavorazione successiva era la raschiatura del bronzo con lo strigile, per ottenere una finitura assolutamente piatta. La presenza di tanti tasselli, soprattutto nella parte sottostante, della statua equestre aveva bisogno di questa lavorazione per ottenere una superficie molto liscia. La restituzione della superficie fatta a mano è sempre il risultato di un rifacimento, attualmente le nuove tecniche di scansione non toccano il modello, la stessa restituzione è così precisa che possiamo tranquillamente affermare di riuscire a salvaguardare la memoria attuale delle formelle di pietra e conservarla per il futuro. Io credo che a questo punto meglio lasciare spazio, e poi eventualmente dopo riprenderò sulla storia sull'ambiguità del problema del modellato, a Massimo Tosello, a cui lascio la parola avendo presente che il nostro lavoro è prettamente tecnologico quindi entriamo nello specifico della tecnica.

2. Introduzione tecnica (a cura di Massimo Tosello)

All'Accademia di Belle Arti di Urbino abbiamo iniziato ad occuparci di 3D in occasione di un workshop sull'impiego dei droni, corso che poi nel tempo ha portato alla costituzione dell'attuale laboratorio 3D. L'idea di partenza fu quella di far toccare con mano agli studenti le possibilità offerte da certe tecnologie che iniziavano a comparire quasi in sordina sulla scena dei beni artistici e archeologici. Tutto è cominciato esclusivamente per motivi didattici. Il primo lavoro fatto risale al 2014/2015 ed è stato il rilevamento georeferenziato del sito archeologico "Forum Sempronii" di epoca romana a Fossombrone. Il rilevamento effettuato è stato poi uno dei 20 lavori selezionati in Europa per la presentazione al II Convegno Internazionale di Archeologia Aerea di Roma nel 2015. Nonostante realizzato con attrezzature non professionali, ci ha permesso di ottenere un'immagine del fotopiano, quindi non solo il modello 3D, dell'intero sito archeologico con una risoluzione di 1.25mm/pixel. Successivamente abbiamo cercato di ampliare questo tipo di attività eseguendo vari lavori; tra quelli portati a termine, oltre alle formelle del Palazzo Ducale

di Urbino, su cui poi mi addentrerò un attimo per poi lasciare la parola al professor Chebac, abbiamo eseguito la riproduzione tridimensionale in collaborazione con l'Università e il Museo Archeologico di Cagliari, di una serie di statuette dell'epoca del bronzo legate al femminile, siamo passati cioè dalle dimensioni di un intero sito archeologico a manufatti con dimensioni dai 3-4 ai 15-16 centimetri. Per tutte le attività finora svolte abbiamo puntato su un sistema che fosse molto duttile, gli estremi dimensionali appena citati ne dimostrano l'efficacia, e al contempo poco costoso visto che come tutti sanno l'Italia non brilla certo per i finanziamenti devoluti all'istruzione. In poche parole abbiamo preferito impiegare il sistema fotogrammetrico classico rispetto agli scanner laser, ai LIDAR o alla luce strutturata, tutti sistemi validi e ampiamente collaudati ma molto meno duttili e più costosi e il cui vantaggio risiede spesso e soprattutto nella velocità di acquisizione, in un range operativo che però può avere grandi limiti.

Siamo partiti da soggetti veramente grandi come un sito archeologico per finire con delle statuine anche di pochi centimetri e questo sempre con livelli di restituzione ortofotografica molto elevata, di sicuro molto più elevati di quanto consentito dalle tecniche appena citate. Ovviamente non sono tutte rose e fiori, ci sono anche aspetti negativi, la tecnica fotogrammetrica è meno “automatica”, è molto più laboriosa e richiede comunque delle competenze che solitamente non sono richieste ai sistemi automatizzati, cosa che peraltro si sposa perfettamente con la didattica. Gli elaborati sono costituiti da una struttura tridimensionale digitale rivestita dalla texture dell'oggetto, quella che il professor Mascia definisce come la “pelle” del manufatto, che con questa tecnica riusciamo ad ottenere con una risoluzione irraggiungibile, al meno per il momento, dalle altre metodiche. In questo senso vale la pena ricordare la riproduzione in altissima risoluzione dell'Ultima Cena di Leonardo nel Refettorio della Basilica di Santa Maria delle Grazie a Milano, un dipinto con grandi problemi di conservazione e deperibilità. Fu un'operazione che al tempo fu definita sperimentale e considerata molto innovativa a livello mondiale; costò una cifra davvero notevole per l'epoca, poco prima dell'introduzione dell'euro, e richiesero mesi di lavoro. La riproduzione fotografica finale del dipinto di 8,80 metri per 4,60 fu caratterizzata da una risoluzione complessiva di circa 16 gigapixel. La risoluzione delle ortofoto delle formelle ottenute con il sistema di scansione che abbiamo realizzato in Accademia è di circa 18 gigapixel,

ovvero fatte le debite proporzioni abbiamo ottenuto una risoluzione circa 100 volte superiore alla riproduzione del dipinto di Leonardo. E questo senza incorrere in tempi biblici e costi faraonici perché abbiamo lavorato con quel poco che avevamo a disposizione operando per scopi didattici e di ricerca e non per scopi economici. Mi sembra corretto ritenere quindi che, anche grazie a degli ottimi studenti che ci hanno seguito e aiutato, siamo riusciti ad ottenere dei buoni risultati. Non va dimenticato comunque che dalla riproduzione dell'Ultima Cena a quella delle due formelle del Palazzo Ducale sono passati molti anni in cui la tecnologia e le attrezzature si sono evolute in modo esponenziale. Durante altri percorsi fotografici in altissima risoluzione, abbiamo avuto anche l'opportunità di operare con un sistema automatizzato basato su quello messo a punto dalla NASA e impiegato dai Rover per eseguire le panoramiche in alta definizione sul territorio marziano. Purtroppo non è stato possibile impiegarlo sulle formelle perché operante nella logica della geometria sferica e non rettilinea, di qui la scelta per la scansione lineare è stata quasi obbligata. La risoluzione tridimensionale degli elaborati ottenuti fotogrammetricamente, non può competere con l'accuratezza impressionante di una ortofoto ma è comunque più che sufficiente per realizzare delle copie di livello elevato: per le formelle abbiamo approssimativamente raggiunto un errore compreso tra 3 e 5 decimi di millimetro per metro lineare. Volendo si potevano ottenere valori ancora migliori ma avremmo dovuto disporre di computer molto più performanti di quelli in nostro possesso.

3. Processo tecnico di rilievo fotogrammetrico (a cura di Chebac Romeo Marian)

Entro subito nel dettaglio tecnico di come sono state realizzate le formelle e in quello che è il sistema fotogrammetrico impiegato. Innanzitutto è un sistema di rilievo non a contatto ovvero a contatto indiretto perché quando vengono riprodotte o scansionate le superfici, soprattutto in ambito territoriale e architettonico, si utilizzano, o meglio si utilizzavano, metodi a contatto diretto, con la squadra, con la fettuccia metrica o con altri strumenti tecnici come il teodolite che permettono la misurazione strato per strato di ogni singolo elemento. Quindi luce al posto di paline metriche o spessimetri. Il sistema fotogrammetrico, come accennato dal professor Tosello, si differenzia

totalmente dal LIDAR, un sistema di riproduzione a luce laser, o dai sistemi a ultrasuoni e ancora da quelli a luce strutturata perché impiega la fotografia come ricorda il suo stesso nome. Anche in Accademia è disponibile un sistema di scansione a luce strutturata ma, oltre a non essere di recente produzione, è costituzionalmente limitato in quanto a volumi e dimensioni degli oggetti da scansionare. Il sistema fotogrammetrico non pone limiti alle dimensioni dei soggetti da restituire, si possono fare fotogrammetrie di oggetti microscopici come di interi castelli medioevali o della superficie lunare. Il sistema LIDAR, utilizzato anche sui droni, dal canto suo consente di ottenere un modello tridimensionale georeferenziato tramite dati Gps di un territorio come di una struttura architettonica o ingegneristica, e conseguentemente anche la mappatura DEM ovvero un modello quotato in maniera automatica. Nelle riprese fotogrammetriche una cosa importantissima è l'illuminazione del soggetto. Nel caso delle predelle del Palazzo Ducale, sono stati impiegati quattro illuminatori led del diametro di 20 cm ciascuno a luce diffusa per avere un'illuminazione morbida e priva di ombre sull'intera predella. La formella è stata posizionata sopra un piano e sopra di essa è stato fatto scorrere un carrello di scansione con l'asse ottico della fotocamera ortogonale rispetto al piano della formella (ripresa nadirale). Per una precisione maggiore sugli assi x&y e la gestione del movimento della fotocamera è stata utilizzato uno slider e un controller remoto per sincronizzare lo shutter con le stazioni gestite dal controller, che a sua volta gestiva uno stepper motor per la traslazione. La prima scansione è stata nadirale quindi perfettamente perpendicolare rispetto alla predella, mentre le successive serie di immagini sono state riprese con un'inclinazione di 45° per restituire anche i sottosquadra e le eventuali sporgenze e occlusioni. La fotogrammetria fa parte di quel sistema chiamata IBM ovvero Image Based Modelling, modellazione basata sulle immagini. Parlando di digitale bisogna fare attenzione perché spesso si assiste a una sua mala interpretazione confondendo quello che viene digitalizzato con quello che è reale. Quando si parla di traduzione fotogrammetrica si parla di virtualizzazione digitale, cioè si propone un oggetto tridimensionale virtuale, ma esso non è un oggetto tridimensionale, e sebbene di lui si abbia una comprensione tridimensionale tutta la morfologia della sua struttura, nel nostro caso le formelle, rimane comunque bidimensionale. Abbiamo a che fare con una struttura composta da una *mesh*, da una superficie piana

morfologicamente contorta e distorta che segue quelli che sono i dettagli dell'oggetto reale, quindi nel computer c'è un oggetto bidimensionale però la sua virtualizzazione lo rende un oggetto visivamente tridimensionale ma non tangibile. Ovviamente di oggetto tridimensionale tangibile in questo ambito si può parlare soltanto quando si ha a che fare con la sua riproduzione materiale attraverso i sistemi che vedremo tra poco come le stampanti 3D FDM e SLA.

4. Il processamento software delle immagini (a cura di Chebac Romeo Marian)

Quello che vedete di seguito è il processo fotogrammetrico, il risultato di quello che è stato l'intervento sulla predella, di una delle due formelle, tra l'altro quella meno rovinata, che segue ovviamente successivi e differenti processi.

Il software che è stato utilizzato è PhotoScan della Agisoft in quanto durante le prove si è dimostrato il migliore rispetto a software come "Regard 3D", "Mashroom", "Zephir 3ds" e tanti altri, in tutto attualmente sono disponibili circa una ventina di applicazioni in grado di fare una scansione fotogrammetrica IBM basata sulle immagini.

Le immagini realizzate per la formella più nota e meglio conservata sono state 946, questo ha permesso una risoluzione elevata, riproponendo l'oggetto (in questo caso la formella) nella sua interezza morfologica. Il primo processo di elaborazione delle immagini è la cosiddetta nuvola sparsa di punti. Questa nuvola non è altro che la virtualizzazione di tutte quelle che sono le impostazioni delle fotografie, ovvero l'orientamento statistico all'interno di uno spazio virtuale tridimensionale delle fotografie dell'oggetto. Abilitando la visualizzazione delle fotocamere si può vedere l'orientamento e il numero di ogni foto rispetto a quello che è l'andamento della superficie. Ce ne sono alcune in maniera planare, quindi in maniera parallela rispetto alla superficie della predella e alcune invece con un angolo di inclinazione per poter coprire i sottosquadra. Riassumendo il primo processo di elaborazione è quello della virtualizzazione, cioè l'allineamento delle fotografie per ottenere la cosiddetta nuvola sparsa di punti ovvero una prima ricostruzione statistica dell'intera formella.

La seconda elaborazione, quella della nuvola densa, è la più complessa sia dal punto di vista software che hardware. Il tempo necessario per l'elaborazione aumenta proporzionalmente con il

quadrato del numero delle immagini. Per fare un esempio concreto, se per processare 100 immagini sarà necessaria un'ora per processarne il doppio il tempo salirà a circa quattro ore. Nel nostro caso, con più di 900 immagini, il computer dedicato esclusivamente a questa elaborazione ha impiegato circa una settimana di lavoro giorno e notte.

Quello della nuvola densa è il primo processo di ricostruzione virtuale vera e propria che consente la virtualizzazione e visualizzazione dell'oggetto tridimensionale. Anche se può sembrare che si tratti già di un oggetto 3d, in realtà non è altro che una nuvola di punti talmente densa da dare l'impressione di una continuità superficiale. Tutti i software di modellazione IBM si basano sul principio di collimazione che non è altro che il calcolo matriciale di allineamento di ogni singolo pixel all'interno di una singola fotografia messa in coppia con tutte le altre fotografie. Quindi il primo pixel viene calcolato nella prima foto in corrispondenza alla posizione del pixel avente la stessa cromia e intensità di luce su tutte le altre 946 immagini. Facendo lo zoom sul modello, esso si separa facendo vedere quelli che sono i punti che compongono la superficie, quindi l'andamento morfologico viene seguito da quello che è il posizionamento dei punti all'interno del nostro modello.

In questo processo ci siamo limitati a dare una qualità del dettaglio legato a 17 milioni di punti che compongono l'oggetto tridimensionale. Questi punti, in un rapporto in scala 1:1, possono garantire una restituzione adeguata al nostro sistema percettivo la cui nitidezza è legata ai cosiddetti circoli di confusione: guardando un'immagine vista a una distanza di 20 centimetri non percepiamo difetti se essi sono inferiori a due decimi di millimetro.

Il terzo passo del processo fotogrammetrico è quello in cui si passa dalla nuvola densa al modello "solido" e viene chiamato "modello Wireframe" ovvero l'unione dei singoli punti attraverso una struttura poligonale, la mesh per l'appunto, solitamente definita da triangoli. Il triangolo è la figura geometrica piana che permette più facilmente la "copertura" di un soggetto tridimensionale. Aumentando il numero di triangoli rispetto a un dato soggetto, questi diminuiscono di dimensione e parimenti si assiste ad un aumento della risoluzione spaziale del modello.

In questo caso i 16 milioni di punti hanno permesso di realizzare una mesh con 1.700.000 triangoli. L'oggetto tridimensionale finale dipende da questa mesh poligonale, che come già detto non è un

oggetto 3d ma un oggetto planare bidimensionale che consente una visualizzazione tridimensionale, ovvero una struttura morfologica amorfa, un po' come se avessimo a che fare con un foglio di carta accartocciato che ha solo due dimensioni, X e Y, un foglio che però si adagia sopra la struttura dell'oggetto reale. Girando il modello virtuale è possibile notare come questo sia un modello aperto, manca infatti il fondo della predella poiché mancavano i dati relativi non essendo stato ripreso da quel lato. Di conseguenza è stato necessario un ulteriore intervento per ricostruire la volumetria.

Prima di passare ai sistemi di riproduzione vediamo l'ultimo dei vantaggi offerti dalla scansione fotogrammetrica: la ricostruzione della texture. La texturizzazione è fondamentale in questo ambito e non tanto per motivi estetici, è da qui infatti che si parte nella ricostruzione ortofotogrammetrica (ovvero il processo di riproduzione in altissima risoluzione della ricostruzione planare dell'oggetto), un processo legato a doppio filo alla colorimetria e alla sensitometria, i cui dati ci consentono di definire il deterioramento del manufatto (in questo caso le parti più chiare sono quelle più danneggiate).

Questa fase di elaborazione costituisce già un documento utilizzabile per un intervento di restauro perché le informazioni sul colore sono stabilite in seconda istanza dal sistema di illuminazione che ha caratterizzato le riprese fotografiche. In poche parole tutte quelle che sembrano ombre non sono ombre, ma differenze di colori all'interno del materiale. Tutti gli altri sistemi di scansione attualmente disponibili non sono in grado di offrire una riproduzione colorimetrica attendibile quanto quella possibile in fotogrammetria. Esistono sistemi di scansione che offrono dati colorimetrici, ma impiegano sempre la tecnica fotogrammetrica e poiché per la terza dimensione non fanno uso di immagini, garantiscono una definizione del colore davvero scadente nonostante il loro costo che può toccare facilmente le centinaia di migliaia di euro.

Una volta chiuso il modello, perché altrimenti non è possibile procedere con una superficie aperta, si è passati alla suddivisione del modello in 12 parti, tre in larghezza e quattro in altezza, esportati poi in altrettanti file OBJ. Ogni singolo file o fetta, è stato elaborato ulteriormente con un software di slicing per essere finalmente stampato con una stampante 3D.

L'accademia dispone al momento di tre tipi di macchinari 3D:

stampanti FDM o FFF, a deposizione di filamento fuso e stampanti SLA (stereolitografiche); entrambe hanno fatto uso dello *slicing*, ovvero utilizzano dei software che permettono la suddivisione in strati sottili del modello.

Il modello che abbiamo esportato è un modello in scala 1:1, motivo per cui si è dovuto suddividere in diverse parti. Complessivamente per la stampa di ogni singolo pezzo sono stati necessari vari giorni. In fine tutti i pezzi sono stati riuniti in quella che è la predella finale.

Le stampanti SLA, o stereolitografiche, non consentono di ottenere stampe di grandi dimensioni ma al contempo sono in grado di restituire risoluzioni elevatissime. Nel nostro caso visto le dimensioni delle predelle, circa 60x80 centimetri, per impiegare queste stampanti avremmo dovuto tagliare il modello in circa una quarantina di pezzi. Questo purtroppo non è l'unico problema che avremmo dovuto affrontare, poiché le resine fotopolimeriche impiegate durante la solidificazione tendono a far restringere il pezzo in modo non lineare e a deformarlo lungo i bordi, cosa che avrebbe reso veramente difficile unire tutti i pezzi.

Le stampanti a deposizione di termopolimeri da noi impiegate sono di tipo entry level e sebbene relativamente al dettaglio non consentano di scendere sotto il decimo di millimetro (nel caso delle SLA si parla di micron), ci hanno consentito di ottenere risultati finali a nostro avviso molto buoni. In commercio ci sono stampanti che permettono di stampare ad una qualità più elevata però sono stampanti di tipo industriale molto costose.

Va considerato in ogni caso che il modello stampato non era l'obiettivo finale, ma solo la base per un "restauro" studiato sulla base di documenti filologicamente attendibili e che è stato portato a termine dalla nostra Scuola di Scultura.

Come alternativa alle stampanti 3d abbiamo preso in considerazione anche le macchine CNC, le frese a più assi, visto che ne abbiamo acquisito una in grado di coprire le dimensioni di una predella, ma dopo alcuni test abbiamo preferito procedere con le stampanti 3D a deposizione.

Conclusioni (a cura di Pino Mascia)

La richiesta del direttore del Palazzo Ducale di ricostruire attraverso il modellato le parti mancanti dei rilievi in PLA è semplice tecnicamente ma concettualmente problematica. Perché mentre l'operazione di scansione è il frutto di una metodologia esatta che non lascia margini interpretativi, la ricostruzione delle composizioni con il recupero iconografico non è priva di insidie, deve avvenire solo a seguito dell'intervento di esperti che guidano con criterio storico-scientifico il disegno corretto del funzionamento dei meccanismi tecnologici che sono la guida per l'esecuzione del modellato.

Le indicazioni che Peter Aufreiter ci aveva dato erano quelle di ricostruire le parti mancanti per restituire una lettura coerente al progetto originario, l'intento "rivedere e rileggere" è argomento complesso, pertinente alla metodica del restauro e spesso le idee interpretative sono contrapposte o verso una neutralizzazione formale vicina all'astrazione, o di ricostruzione realistica con il rischio di falsificazione. Ciò che invece fa riferimento alla ricollocazione esterna alle pareti delle sedute esterne del Palazzo Ducale, è argomento che potrebbe protrarsi all'infinito, il dettato brandiano che risale ai primi anni 60, esclude categoricamente una qualsiasi forma di ricostruzione architettonica. Sappiamo che questi rilievi sono stati rimossi nel 1756, quindi si interviene su un ambito storico e la cautela è necessaria quando si pensa questo tipo di lavoro. Collocare le predelle ricostruite, per il direttore del palazzo Ducale era soprattutto una scappatoia per non spostare i manufatti storici ma rendere ben chiaro quello che era l'oggetto del rifacimento.

L'ipotesi di si mettere le antiche predelle nel luogo originario in ogni caso non è stata avanzata da nessuno dei responsabili, molti dei rilievi attuali hanno perso dettagli ancora presenti quindici anni fa e questo è un tema ricorrente, negli anni trenta il direttore del Palazzo Ducale, Pasquale Rotondi diceva: «Lo stato di conservazione è pessimo e non consente la lettura efficace della macchina e neppure permette di identificare l'uso di questo complicato congegno»¹. Sappiamo che diversi pezzi di questo importante ciclo di rilievi, furono molto ma molto tempo fa malamente restaurati e che l'uso di materiali non adatti alla conservazione ha accelerato il loro degrado e pare che non si sia modo di arrestarlo, urgente quindi la necessità di "fermare" archiviare

¹ Rotondi (1942).

digitalmente l'immagine, anzi in questo caso assolutamente indispensabile.

Ben altro tema si affronta sul processo della “ricostruzione”. Ecco perché è necessario dividere esattamente i due argomenti. E su questa rigidità vorrei fare una piccola riflessione. Secondo me l'argomento del divieto assoluto della ricomposizione di un'architettura è attualmente meno imperativo, per vari motivi. Perché una scultura o un vaso frantumato vengono ricomposti e questo non può avvenire per una architettura. Un progetto di anastilosi in uno stadio molto avanzato per uno dei templi Greci di Selinunte è stato presentato all'università di Urbino dall'archeologo Massimo Valerio Manfredi, in questo caso si tratta di risollevarlo un tempio che si è conservato quasi del tutto intatto, questa operazione che fino ad ora era assolutamente impensabile, oggi ci sono molte voci di storici e studiosi che ritengono che questo sia un'intervento possibile.

Nel nostro caso riguardante i due rilievi “mulino a doppia macina” e “congegno per argano a trasmissione multipla” con l'intervento di modellato eseguito dal gruppo di lavoro della scuola di scultura hanno avuto un recupero della loro lettura. La prima era meno compromessa quindi il dettaglio è stato recuperato in maniera molto semplice. La seconda predella era più problematica e a seguito di una ricerca documentaria si è stabilito che le stampe della base Bianchini in realtà erano più estetiche che tecniche, cioè cosa vuol dire? Vuol dire che se noi andiamo ad applicare la tecnologia concreta disegnata su quelle stampe, molte di queste macchine non funzionano affatto e non si capisce neanche come potrebbero operare.

Bibliografia

Rotondi, P., 1942, «Appunti ed ipotesi sulle vicende costruttive del Palazzo Ducale di Urbino», in *Studi Urbinati*, Urbino STEU.

Il fregio dell'arte della guerra nel Palazzo Ducale di Urbino: aspetti conservativi, materiali e tecniche esecutive

Maria Letizia Amadori,
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
maria.amadori@uniurb.it

Clizia D'Apice
Clizia Holistic Art
cliziaholisticart@gmail.com

1. Premessa

L'impiego delle indagini scientifiche nello studio delle opere d'arte è una prassi piuttosto frequente; ciò in considerazione dell'accresciuto interesse per lo studio, la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico-architettonico. In particolare, gli studi di tipo mineralogico-petrografico e chimico sui materiali costitutivi permettono di affrontare una serie di problematiche di notevole importanza, quali, ad esempio, quelle relative alla provenienza dei materiali stessi e alle tecniche esecutive¹.

La conoscenza approfondita dei materiali che costituiscono i manufatti permette, inoltre, di ottenere informazioni utili all'impostazione di adeguati progetti di manutenzione e restauro.

¹ L'autorizzazione all'uso delle immagini presenti nel saggio ci è stata concessa nel 2006 dalla dott.ssa Lorenza Mochi Onori e dalla dott.ssa Agnese Vastano.

Attraverso l'identificazione delle tipologie di degrado presenti è infatti possibile risalire alle cause che hanno permesso la loro formazione e intervenire per eliminarne gli effetti, cercando di individuare le migliori condizioni di conservazione.

La maggior parte delle tecniche analitiche utilizzate per studiare le superfici architettoniche richiede il prelievo di campioni, solitamente di piccolissime dimensioni, che devono essere opportunamente preparati e sottoposti alle varie indagini. Nel caso delle formelle che costituiscono il fregio dell'arte della guerra, il progetto diagnostico² è stato finalizzato ad ottenere informazioni su composizione e provenienza del materiale lapideo impiegato, sulle tecniche esecutive utilizzate, nonché ad individuarne lo stato di conservazione.

2. Storia conservativa

I settantadue bassorilievi in pietra che costituiscono il cosiddetto fregio dell'arte della guerra in origine erano inseriti all'interno di appositi riquadri e disposti l'uno accanto all'altro a formare una lunga fascia decorativa che si estendeva dalla porta laterale del palazzo, posta di fronte alla chiesa di S. Domenico, sino alla facciata del castellare. Nessuna fonte letteraria fa riferimento all'ordine con cui i rilievi erano disposti sulla facciata e alla cronologia di collocazione: il fregio si trova menzionato per la prima volta in una breve citazione nel *De divina proporzione* di Luca Pacioli (1509)³ mentre dal testo di Bernardino Baldi (1590) che reca un'accurata descrizione del Palazzo Ducale, traspare un dato rilevante, ovvero la continuità del sedile in pietra e quindi della spalliera con i bassorilievi da un estremo all'altro della facciata ad ali (porta laterale del palazzo-edificio del castellare)⁴.

Questa particolarissima serie di formelle in pietra era stata realizzata con lo scopo di illustrare un ricco repertorio iconografico raffigurante

² Il progetto diagnostico ha previsto, dopo un'accurata osservazione a luce radente dei manufatti, una serie di indagini micro invasive, tra cui osservazioni in microscopia ottica in luce trasmessa e microscopia elettronica a scansione, microanalisi EDS, spettrofotometria infrarossa in trasformata di Fourier. È stata inoltre condotta una campagna microclimatica nella sala espositiva della cancelleria per conoscere le condizioni termo-igrometriche.

³ Bernini Pezzini (1985, 13).

⁴ Baldi (1590, 555).

numerose macchine ingegneristiche da costruzione e da guerra, nonché simboli legati all'ambito militare e politico.

Il fregio rimase a decoro della spalliera esterna della facciata ad ali per un periodo relativamente limitato, ovvero dalla sua creazione (fine del XV sec.) al 1756, anno in cui fu rimosso e trasferito nelle sale interne dell'edificio per ragioni conservative. Si trattò di un importante intervento di salvaguardia, un vero e proprio atto di tutela compiuto dal Cardinale Giovan Francesco Stoppani, legato pontificio ad Urbino. L'intento principale del Cardinale fu quello di inserire il fregio dell'arte della guerra all'interno di un programma di salvaguardia di antichi reperti lapidei allo scopo di creare un Museo Lapidario nelle soprallogge del palazzo.

L'operazione di distacco dei bassorilievi dal sedile in pietra, affidato all'architetto riminese Giovan Francesco Buonamici, non fu particolarmente

Facile, come lo stesso avrebbe affermato che «...alcune furono trovate infrante, e d'una non fu possibile farne più uso...»⁵ riferendosi in particolare alla formella 60, oggi non più esistente e nota solo grazie ad un'incisione di Gaetano Piccini⁶.

Grazie a tale intervento le formelle furono preservate dall'interazione con l'ambiente «...e bene fu, che a questo provido restauratore di questa fabrica venne in pensiero così sottrarle agli ulteriori danni, mentre a quelle era minacciata la totale ruina e consumazione»⁷. Esse furono quindi murate all'interno di appositi riquadri, realizzati alla base delle pareti delle soprallogge, ed ornati da finte lesene perimetrali in stucco, in modo da riprendere la zoccolatura originaria. Il fregio fu dunque relegato a contatto con il suolo, in una posizione secondaria che non ne permetteva una perfetta leggibilità; al riguardo il Buonamici riferisce di aver aggiunto i bassorilievi alla «... gran suppellettile erudita...»⁸.

La disposizione dei bassorilievi nelle quattro pareti all'interno delle soprallogge, diversamente da quella originaria, fu realizzata secondo un criterio estetico tipico dell'epoca settecentesca, attribuendo alle formelle una funzione puramente decorativa. Si pensa che il

⁵ Il testo è citato in Bernini Pezzini (1985, 20).

⁶ Fa parte di una serie di incisioni rappresentanti le 72 formelle, realizzate dal Piccini a corredo del testo di Monsignor Francesco Bianchini e Bernardino Baldi (1996).

⁷ Il testo è citato in Bernini Pezzini (1985, 228).

⁸ *Ibidem*.

Buonamici, individuati i temi iconografici caratterizzanti il fregio, li avesse raggruppati per argomento in base al tema raffigurato (idraulica, panoplie, ecc.). Inoltre, per completare tutti i riquadri della zoccolatura, egli inserì un'altra serie costituita da diciassette bassorilievi da lui stesso disegnati.

Il fregio fu conservato all'interno delle soprallogge per circa due secoli (Fig. 1a). Nel secolo scorso l'intero materiale del Museo Lapidario fu trasferito nelle sale del pianterreno e le formelle depositate in alcune sale minori del palazzo (1944) (Fig. 1b): i bassorilievi in buono stato conservativo furono murati nelle sale prospicienti il cortile del Pasquino ed esposti in base ai soggetti rappresentati; tutti gli altri furono invece collocati nei depositi del palazzo insieme ai diciassette realizzati dal Buonamici. Intorno al 1980 le formelle furono sottoposte ad un intervento di restauro e quindi sistemate all'interno dei locali della Cancelleria⁹.



Fig.1 Immagini d'epoca relative alla disposizione del fregio nelle soprallogge (a) ed in una sala del palazzo (b)

⁹ Eseguito da Arduino Spagne.

Attualmente i bassorilievi mantengono quest'ultima disposizione, collocati l'uno accanto all'altro secondo la numerazione fornita dal Bianchini¹⁰. Le prime quarantotto formelle sono disposte all'interno della prima sala, mentre le altre tredici sono situate nella stanza adiacente. Esse poggiano su basi in plexiglass bianco e sono ancorate alle pareti tramite staffe metalliche inserite sul retro (Fig. 2).



Fig. 2 La disposizione attuale del fregio all'interno dei due locali della Cancelleria

3. I materiali e la tecnica esecutiva

La gestione di un cantiere nel Rinascimento, fortemente incentrata sulla specializzazione delle mansioni, rappresenta un elemento utile per

¹⁰ Vedi Baldi (1724). L'opera, intitolata *Memorie concernenti la città di Urbino*, fu pubblicata a Roma nel 1724 e dedicata a Giacomo III Stuart, ospite d'onore del Palazzo Ducale di Urbino.

identificare le varie fasi esecutive di una scultura in pietra (sia essa una modanatura, un capitello, un fregio o una statua).

Dopo essere stato estratto dalla cava, il blocco di pietra riceveva una prima sgrossatura. Successivamente esso veniva squadrato secondo le dimensioni richieste dalla sua destinazione d'uso. Il laborioso lavoro di modellatura del pezzo avveniva solitamente prima della messa in opera ed era affidato a vari scalpellini secondo il disegno fornito dal maestro scultore. Quest'ultimo era una figura ben distinta dalle altre (cavatori, tagliapietre e scalpellini): solitamente, infatti, egli si riservava la realizzazione di alcuni dettagli essenziali, nonché di dare gli ultimi tocchi di finitura¹¹.

Dal testo del Baldi si evince che il fregio dell'arte della guerra fu realizzato con una pietra denominata *Travertino di Piobbico* poiché ritenuta fin dai tempi antichi simile al travertino di Tivoli. Si tratta del Calcare Massiccio (Fig. 3), una roccia carbonatica locale proveniente dalla Val d'Abisso (versante settentrionale del Monte Nerone, nei pressi di Piobbico). Tale formazione è visibile grazie un'incisione torrentizia che ha scavato una gola di circa 300 m di profondità e 1,5 Km di lunghezza, dalla Val d'Abisso alla Valle dell'Infernaccio¹².



Fig. 3 Calcare Massiccio nella cava di Val d'Abisso¹³

¹¹ Wackernagel (2001, 370).

¹² Amadori (1985, 715); Raffaelli (2003, 33-35).

¹³ Raffaelli (2003, 33).

Nel testo del Baldi vi sono importanti informazioni sull'ubicazione della cava da cui proveniva il materiale lapideo: «Il Travertino si cava da dieci o dodici miglia lontano da Urbino da un monte, che...si chiama Nerone. Questo è sulla riva del Metauro, sopra un castello detto il Piobico», cui segue una descrizione più dettagliata: «In cima a questo monte vi sono le cave de' Travertini, e vi si vedono grotte, e caverne profondissime lasciatevi nel calar le colonne, e l'altre pietre per l'uso di questa fabrica»¹⁴. Il sito era noto fin dal periodo romano, ma dovrebbe aver avuto enorme risalto soprattutto in epoca rinascimentale. Il trasporto del materiale da questo luogo impervio avveniva facendo scivolare i blocchi di calcare su delle slitte, opportunamente ancorate per mezzo di corde a dei pali infissi in fori nella roccia, fino alla via di comunicazione¹⁵.

Studi precedenti hanno evidenziato l'esistenza di due *facies* distinte per questa tipologia di calcare¹⁶. La prima è denominata “femmina” ed è caratterizzata da una struttura minuta ed omogenea ad ooliti (granuli di forma sferica od ovoidale che si formano solitamente per precipitazione chimica di carbonato di calcio attorno ad un nucleo centrale). La seconda *facies* è invece denominata “maschio” ed è caratterizzata da una struttura molto grossolana a peloidi micritizzati di oltre 1 cm di diametro (oncoliti, pellets, frammenti algali), legati da scarso cemento spatico e aventi una granulometria estremamente dispersa.

Dal punto di vista geotecnico, il Calcare Massiccio o *Travertino di Piobbico* è una pietra di media durezza che consente di ottenere un'ampia varietà di superfici, a partire dalla lavorazione grezza sino alla finitura finale, dando la possibilità allo scultore di raggiungere la più grande varietà di sfumatura e trama della superficie. Una peculiarità importante di tale materiale è la buona recettività agli strumenti: essa è dovuta ad un'alta resistenza a trazione e a una discreta capacità di trattenere i dettagli¹⁷. Gli strumenti utilizzati solitamente per lavorare un calcare duro come quello in oggetto sono la subbia, la gradina, lo scalpello, il trapano e la raspa.

Il fregio è attualmente costituito da settantuno bassorilievi che mostrano difformità dimensionali ed esecutive. Sebbene presentino la

¹⁴ Baldi (1590, 560).

¹⁵ Busdraghi & Wezel (2002, 17).

¹⁶ Amadori (1985, 715).

¹⁷ Rockwell (1989, 19).

stessa dimensione in altezza (circa 84 cm), essi hanno una larghezza variabile; ciascun bassorilievo inoltre non è sempre composto da un unico elemento in pietra, bensì è spesso suddiviso in più pezzi di diversa misura: ad esempio la formella 43 ha una larghezza di 95 cm ed è costituita da un unico blocco, mentre la 3 è larga 64,5 cm ed è suddivisa in tre parti (Fig. 4). L'ipotesi più plausibile è che la maggior parte delle formelle fossero costituite da un numero variabile di blocchi (da uno a tre). Poche formelle sono composte da un unico elemento (2, 4, 9, 14, 25, 27, 33, 34, 37, 43, 47, 50, 65, 70, 72) e presentano una larghezza differente: ciò porterebbe a pensare che sia stato adottato un criterio poco accurato nella squadratura dei blocchi, ammettendo che tutte le restanti formelle siano state eseguite con un numero variabile di pezzi.



Fig. 4 Formella 43 costituita da un blocco unico (a); formella 3 costituita da tre blocchi (b).

Osservando gli elementi che costituiscono ciascuna formella, nella maggior parte dei casi le cornici laterali sembrano non combaciare con il blocco centrale; tale incongruenza è confermata anche dalla differente tonalità tra i due pezzi. Considerando le varie vicissitudini del fregio e gli spostamenti da una sala all'altra del palazzo, è possibile che nel tempo le formelle siano state assemblate in maniera imprecisa¹⁸.

Analizzando dettagliatamente lo scarso materiale fotografico esistente sui vari allestimenti delle formelle sono emersi alcuni elementi interessanti. In una fotografia d'epoca (Fig. 5a), che rappresenta la vecchia disposizione settecentesca di due formelle (44 e 36), all'interno della zoccolatura delle pareti delle Soprallogge è evidente l'inserimento di un tassello in pietra (realizzato appositamente per il loro assemblaggio) che ripropone i margini mancanti delle due formelle (rispettivamente il destro della prima e il sinistro della seconda). Nella stessa fotografia (Fig. 5a) è ancora visibile il margine destro della formella 36, oggi completamente mancante (Fig. 5b): è quindi evidente che la formella in una prima fase fosse stata tagliata lungo il margine sinistro per essere adattata alla disposizione settecentesca, e modificata lungo il lato destro probabilmente in occasione dell'allestimento avvenuto intorno agli anni '50.

È probabile che ciascuna formella fosse costituita da un unico elemento fin dall'origine; si prenda il caso del bassorilievo della formella 49, decentrato rispetto al blocco e mancante del margine destro, che comprende anche la cornice dell'adiacente formella (48). Si tratta di una ulteriore attestazione delle varie operazioni di taglio a cui sono state sottoposte molte formelle in occasione dei continui spostamenti del fregio nelle sale del palazzo¹⁹.

Dopo aver trattato la complessa questione relativa alla conformazione originaria delle formelle, sono state prese in considerazione le fasi esecutive, dalla sgrossatura dei blocchi all'esecuzione dei dettagli, riportando alcuni esempi caratteristici. Visto che la lettura delle superfici è condizionata dallo stato di conservazione delle formelle, sono state considerate solo quelle meglio preservate e quindi oggetto delle riflessioni di seguito indicate. L'accurata osservazione delle superfici a luce radente ha permesso di rilevare, ove possibile, le caratteristiche morfologiche delle impronte.

¹⁸ L'allestimento attuale del fregio negli ambienti settentrionali del palazzo si deve ad un intervento eseguito negli anni '80.

¹⁹ Per ulteriori, specifici approfondimenti si rinvia a D'Apice (2007-2008).



a)



b)

Fig. 5 Disposizione settecentesca delle formelle 44 e 3 con dettaglio dell'inserto in pietra realizzato appositamente per assemblare i due bassorilievi: è ancora visibile il margine destro della formella 36, quella a destra (a), mentre esso risulta sostituito in una foto recente (b)

Presumibilmente la prima fase di lavorazione è consistita nella squadratura dei blocchi (destinati ad uno o più bassorilievi) per mezzo di una sega che potrebbe averli lasciati grezzi sul retro e sul fronte. Ciascun bassorilievo dovrebbe poi essere stato scolpito all'interno di un riquadro rettangolare sui cui margini è stata ricavata una cornice con una bordatura interna arrotondata. Il blocco è stato poi segato lungo il piano frontale in modo da ottenere una superficie liscia di contorno, lasciando però lo spazio centrale destinato al riquadro ancora sbozzato; quindi è stata realizzata la cornice con uno scalpello (Fig. 6a). In seguito, probabilmente è stato ricavato un riquadro perfettamente rettangolare su cui sono stati abbozzati i contorni della figura per mezzo di subbia e trapano (per gli elementi più aggettanti). I contorni sono stati poi scolpiti fino al piano di fondo. Si ipotizza che in seguito il fondo sia stato poi ulteriormente sbozzato in modo da creare una superficie uniforme (ad eccezione dei piccoli spazi intermedi tra le figure probabilmente ricavati successivamente). L'esecuzione di quest'ultima operazione si può dedurre da due osservazioni:

- la superficie del fondo si presenta piatta e caratterizzata dalla medesima profondità;
- i contorni della rappresentazione sono piuttosto netti; sembra che essi siano stati marcati appositamente per delimitare il piano di fondo rispetto alla figura principale (Fig. 7 a,b).

Per quanto riguarda l'esecuzione del rilievo, si suppone che lo scultore abbia definito le forme con subbia e scalpello, partendo da quelle più esterne e di maggiore spessore, sino ad arrivare alle più interne sul piano di fondo. L'idea che sia stata utilizzata proprio tale tecnica e non quella inversa (che prevedeva prima l'esecuzione delle figure interne, poi di quelle esterne) deriva dal fatto che i rilievi non presentano il medesimo spessore rispetto al piano di fondo; ciò indurrebbe a pensare che non sia stato adottato un preciso metodo di calcolo delle profondità ma piuttosto una tecnica approssimativa. Sembra che dapprima venisse eseguita la figura principale (Fig. 6b), in primo piano e di maggior spessore, e successivamente i dettagli secondari (Fig. 6c) sulla base dei contorni già abbozzati.

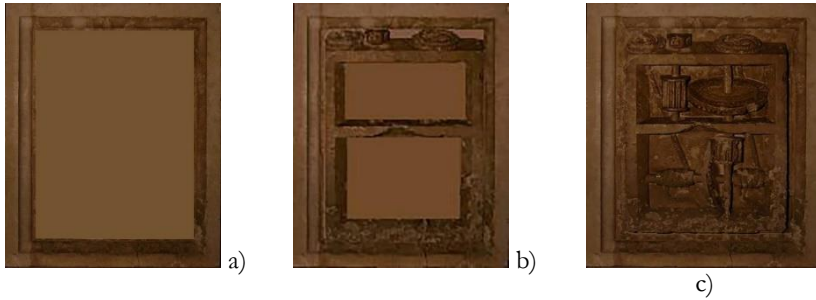


Fig. 6 Ricostruzione di alcune fasi di lavorazione della formella 57

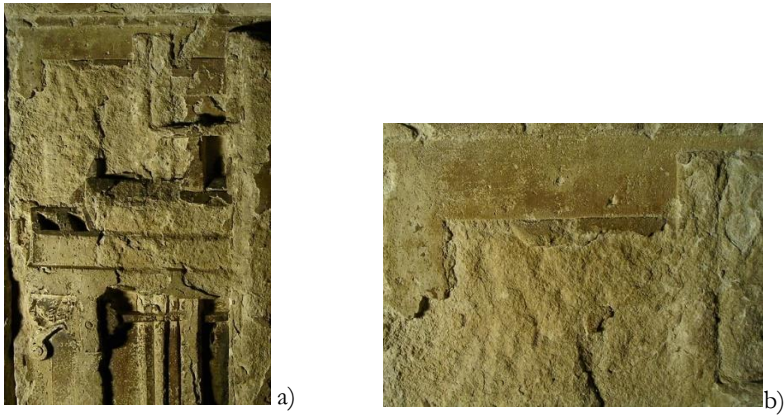


Fig. 7 Nella zona superiore della formella 68 (a) si possono notare i contorni della figura eseguiti con la subbia (b)

Si ipotizza che il lavoro da parte dello scultore o degli scultori sia proceduto per zone, valutando di volta in volta lo spessore delle figure e adattandolo a quello della composizione circostante. Sulla superficie di alcune figure sono state tracciate con una subbia delle linee di riferimento, utilizzate probabilmente come piani di simmetria. Per quanto riguarda la definizione dei dettagli, è evidente l'uso di trapano (Fig. 8a), ferrotondo (Fig. 8b), unghietto (Fig. 8c) e subbia (Fig. 8d). Per la finitura delle superfici, premesso che nella maggior parte dei casi la

tecnica risulta piuttosto veloce e poco accurata, sono stati impiegati scalpello e varie tipologie di gradine²⁰.



Fig. 8 Particolare decorativo floreale eseguito con il trapano nella formella 43 (a); rifinitura dell'orlo della corazza realizzata con il ferrotondo nella formella 38 (b); creste d'acqua realizzate con l'unghietto nella formella 1 (c); decorazione dell'elmo realizzata con la subbia nella formella 39 (d)

4. Cenni sulla questione attributiva del fregio

Se in merito all'ideazione del progetto del fregio non si hanno notizie certe, le questioni relative alla sua esecuzione appaiono ancora più complesse²¹.

²⁰ Le tracce di rifinitura sono particolarmente visibili sulle superfici di alcuni bassorilievi (1, 3, 9, 14). Sono state elaborate alcune schede tecniche al fine di individuare i diversi strumenti utilizzati (D'Apice, 2007-2008).

²¹ Cfr. i contributi dei vari studiosi in questo stesso volume. Secondo il Molari si possono evidenziare fasi successive di esecuzione: una ai tempi dell'Alberti, una successiva dovuta a Francesco di Giorgio Martini e al Duca Federico da Montefeltro,

Luca Pacioli nella sua opera (1509) riferisce che «...Federico Feltrense... un fregio dei viva e bella pietra per man de degnissimi lapicidi e scultori, ordinatamente fece disporre...»²²: la notizia si rivela estremamente interessante poiché fa intendere che l'esecuzione del fregio fosse stata affidata non ad un unico artista, bensì ad un gruppo di scultori. Peraltro, nell'affermazione viene fatta una distinzione tra due gruppi di lavoratori: gli scultori e i lapicidi (probabilmente meno qualificati rispetto ai primi).

Nel tempo altri studiosi hanno cercato di dirimere la *querelle* attributiva: Giorgio Vasari, ad esempio, menziona un certo «Francesco», da identificare presumibilmente con Francesco di Giorgio Martini²³, mentre il Baldi sostiene che lo scultore Ambrogio Barocci, bisavolo del noto pittore urbinato Federico, aveva realizzato il fregio insieme al fratello Simone sulla base dei disegni forniti dal Martini²⁴. A distanza di tempo, Pasquale Rotondi accosta genericamente la paternità delle formelle ad ambiente lombardo²⁵, mentre la Pezzini le attribuisce a diversi scultori (probabilmente i medesimi che hanno realizzato l'intero apparato ornamentale del palazzo)²⁶. In dettaglio: una parte delle formelle (34, 44, 45, 56), caratterizzata da un modellato robusto e ricco di elementi decorativi, è attribuita ad Ambrogio Barocci e la sua cerchia; un altro gruppo di formelle (35 e 59) è invece riferito ad alcuni scalpellini senesi, per il modellato di incisiva linearità e di profonda resa prospettica. Da ultimo la studiosa segnala anche la produzione di formelle di rozza esecuzione (dalla 23 alla 29). Più recente l'ipotesi di Luisa e Pier Gabriele Molari che attribuiscono l'esecuzione di 26 formelle a Francesco di Giorgio (1, 3, 4, 10, 12, 16, 17, 18, 23, 29, 40, 48, 49, 52, 54, 57, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 69, 71, 72) e le rimanenti al gruppo di lapicidi che lavoravano a palazzo, guidati probabilmente dal Barocci²⁷.

Nonostante il pessimo stato conservativo di gran parte dei bassorilievi, lo studio delle tecniche esecutive ha cercato di apportare un contributo alla questione attributiva rilevando elementi di

e forse una terza sempre dovuta a Francesco di Giorgio Martini ma con Guidubaldo da Montefeltro.

²² Bernini Pezzini (1985, 13).

²³ Vasari (1568, ed. Milanesi 1878-1885, III, p. 72); Bernini Pezzini (1985, 13).

²⁴ Baldi (1590, 556).

²⁵ Rotondi (1950).

²⁶ Bernini Pezzini (1985, 13).

²⁷ Molari e Molari (2006).

differenziazione tra gruppi di formelle che potrebbero essere state realizzate o definite nei vari dettagli da scultori diversi, magari in tempi diversi. Alcune differenze sia stilistiche sia esecutive sono state infatti evidenziate confrontando il medesimo soggetto (fiori, foglie, ecc.) scolpito in diverse formelle²⁸. Ad esempio l'elemento floreale a cinque petali rappresentato nella formella 39 è rifinito con più accuratezza rispetto a quello della formella 59 in cui appare quasi stilizzato, per l'esecuzione del fiore inoltre nel primo caso è stato utilizzato anche il trapano, mentre nel secondo caso è stata impiegata solo la subbia (Fig. 9 a,b). Da sottolineare che la foglia di quercia, rappresentata nella formella 46, ha uno spessore maggiore e una superficie più levigata rispetto alla foglia della formella 55, che presenta una lieve nervatura centrale ed ha un aspetto più naturalistico (Fig. 9 c,d).

L'interazione delle formelle con l'ambiente originale di collocazione è stata talmente intensa da compromettere la completa leggibilità delle superfici, limitando di conseguenza le osservazioni stilistiche ed esecutive.

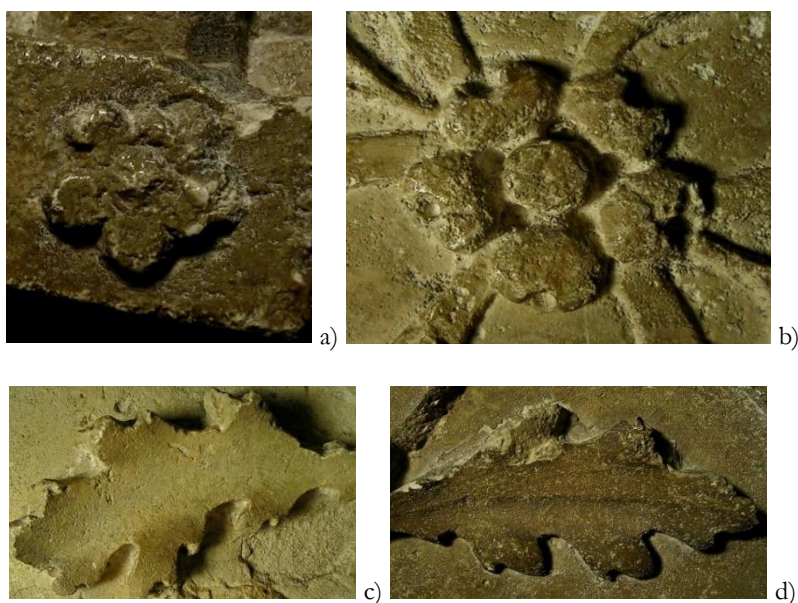


Fig. 9 Un fiore a cinque petali nella formella 59 (a) e 39 (b); una foglia di quercia nella formella 46 (c) e 55 (d)

²⁸ Per ulteriori, specifici approfondimenti si rinvia a D'Apice (2007-2008).

5. Il degrado del fregio e la sua disposizione sulla facciata

Le varie tipologie di degrado che hanno compromesso l'integrità dei bassorilievi sono principalmente riconducibili alla loro collocazione sulla facciata e dunque alla differente esposizione ai fenomeni atmosferici²⁹.

Occorre tuttavia sottolineare che i meccanismi di degrado di un manufatto in pietra posto all'aperto sono particolarmente complessi e si manifestano per l'interazione di più fattori concomitanti (di natura esogena ed endogena).

Le principali tipologie di degrado riscontrate sulle formelle sono le mancanze, localizzate soprattutto in corrispondenza degli elementi più aggettanti di minor estensione; l'abrasione e l'erosione, talvolta così intense da rendere quasi completamente irriconoscibili gli elementi rappresentati; il degrado differenziale che sottolinea i motivi compositivi della pietra; l'alveolizzazione; il sollevamento dello strato esterno, l'attacco biologico limitato alla presenza di specie fungine e licheni.

Gran parte delle formelle è interessata dalla presenza di patine ad ossalato i cui meccanismi di formazione sono imputabili a varie cause, ma che in questo caso sono probabilmente collegati a trattamenti conservativi eseguiti in passato³⁰. In generale le patine presenti sulle superfici delle formelle sono coerenti e compatte, con tonalità e spessore variabili; nelle zone particolarmente protette dal dilavamento meteorico, come le cavità e i sottosquadri, esse assumono una tonalità grigio scura. Nella maggior parte dei casi la patina si è adattata puntualmente alla morfologia del substrato, costituendone una replica fedele; in alcune formelle essa non ha ricoperto i segni di lavorazione delle superfici, ma è visibile all'interno delle impronte lasciate dagli strumenti. Da considerare che il fregio è presente all'interno del palazzo da circa due secoli e mezzo e dunque le differenti tonalità della patina possono essere in parte dovute anche alla disposizione dell'opera in un ambiente confinato. Tuttavia, ripercorrendo la sequenza del fregio sulla facciata si è potuto constatare che il tono e l'intensità della patina mutano gradualmente da un bassorilievo a quello adiacente; ciò costituirebbe una conferma del fatto che la formazione delle pellicole

²⁹ Amadori (1985, 715-727).

³⁰ Amadori *et al.* (1989, 233-243).

(e dunque anche delle diverse tonalità) possa essere correlata principalmente ai tre secoli di esposizione sulla facciata.

Sono stati inoltre individuati alcuni gruppi di formelle che presumibilmente hanno subito meccanismi di degrado approssimativamente simili per ciascun livello di leggibilità delle superfici (pessima, mediocre, discreta). Sebbene il fregio sia rimasto a decoro della spalliera esterna del palazzo per un tempo limitato, esso è stato comunque sottoposto ad intensi fenomeni di deterioramento che hanno causato nella maggior parte dei casi danni irreversibili anche se non è da escludere che i frequenti spostamenti delle formelle (dagli anni '40 in poi) abbiano influito sul loro stato conservativo.

Confrontando una foto d'epoca (Fig. 10a) e una foto attuale (fig. 10b,c), nelle quali sono visibili le formelle 49 e 25, è evidente che lo stato conservativo delle superfici si differenzia solo in minima parte: le patine presentano la medesima estensione e risultano mancanti nelle zone dove la superficie si presenta erosa.



Fig. 10 Una foto d'epoca con le formelle 49 e 25 nella loro prima disposizione nelle soprallogge (a); le stesse formelle nel loro stato attuale (b, c)

Dunque l'analisi delle diverse tipologie e dei meccanismi di degrado caratterizzanti i bassorilievi, nonché le osservazioni sulle variazioni di tonalità della patina, possono rappresentare uno strumento utile per individuare possibili correlazioni tra i parametri atmosferici (irraggiamento solare, temperatura, precipitazioni) e l'esposizione originaria delle formelle.

Non essendo possibile risalire alle condizioni meteorologiche della città di Urbino durante i tre secoli di esposizione del fregio³¹, per affrontare la questione sulla disposizione originaria ci si è basati sulle caratteristiche geomorfologiche del territorio urbinato e sulla conformazione degli spazi antistanti il palazzo nel periodo considerato. L'unico elemento in grado di fornire qualche dato interessante circa il numero di formelle collocate in ciascuna fascia è un'incisione (a corredo del testo del Bianchini) raffigurante il sistema urbanistico settecentesco della città e comprendente il Palazzo Ducale, piazza Rinascimento, piazza Duca Federico e il Duomo (Fig. 11)³²: le zone più esposte all'irraggiamento solare sono quelle orientate verso est (A, F, G) e sud-est (H); i tratti di facciata esposti verso nord (B, C, D, E) sono invece sempre in ombra (Fig. 12a). Bisogna inoltre considerare che la dinamica dei fenomeni di degrado è notevolmente influenzata dall'incidenza dei venti: essa interferisce sull'inclinazione e sulla modalità di penetrazione delle piogge e nei cicli di solubilizzazione e ricristallizzazione dei sali.

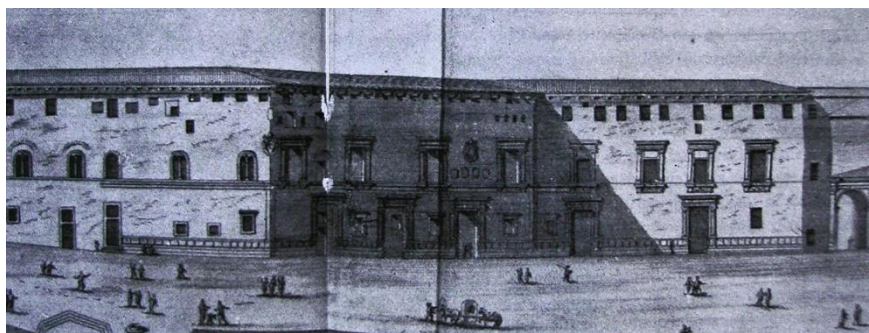


Fig. 11 Incisione del Palazzo Ducale di Urbino tratta dal testo del Bianchini

³¹ I primi archivi esistenti sull'argomento, che recano peraltro solo semplici osservazioni meteorologiche, risalgono al 1850, anno di fondazione del primo ed unico Osservatorio Meteorologico della città dedicato ad A. Serpieri.

³² Bianchini e Baldi (1724, 87).

Tornando alla distribuzione del Bianchini, lungo il primo tratto della facciata (A) erano presenti le prime diciotto formelle. Osservando la superficie di questi bassorilievi si possono riscontrare le medesime forme di degrado, dovute presumibilmente alle stesse condizioni di esposizione. Essi si trovavano su un tratto di parete esposto ad est, nel quale la principale causa di degrado è imputabile all'irraggiamento solare delle superfici ed ai fenomeni ad esso correlati. I distacchi visibili sulle superfici sono dovuti a meccanismi di espansione/contrazione dello strato superficiale, alla presenza di umidità di condensa e a un ispessimento della patina. Le formelle sono state interessate in minima parte anche da fenomeni abrasivi o erosivi. I dettagli più abrasivi o caduti sono quelli più fragili: si tratta di minuti elementi che risentono facilmente delle variazioni termiche e pertanto tendono a dilatarsi con più facilità. Patine, distacchi e mancanze caratterizzano le diciotto formelle anche se con estensione, aspetto e intensità variabili. Alcune di esse presentano mancanze di maggior estensione e i distacchi coinvolgono uno strato di materiale piuttosto profondo; oltre ai fenomeni suddetti, si deve ipotizzare che le cadute siano in parte imputabili anche ad altri fattori, di natura antropica. Considerando che tali bassorilievi ornavano lo schienale del sedile del palazzo, è quantomeno inevitabile concludere che l'usura delle superfici sia stata determinata anche dal continuo contatto fisico. A ciò si aggiungano i danni provocati dal gioco del pallone che, come afferma la Pezzini³³, si svolgeva ufficialmente in piazza Rinascimento (ovvero la piazza antistante il tratto di facciata in questione).

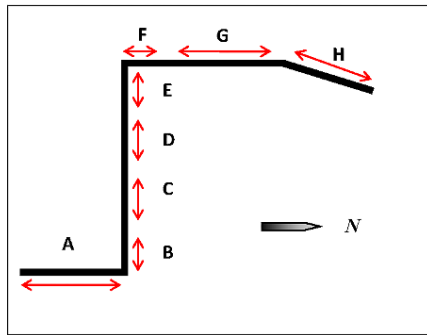
Gli intensi fenomeni di erosione presenti su alcune formelle (come ad esempio le formelle 4, 5, e 6) può essere invece correlato ad un cattivo funzionamento del sistema di scolo delle acque; già il Baldi aveva segnalato: «...questi canali...sono rinchiusi e guasti in gran parte...»³⁴.

Dalla formella 7 alla 18 si osservano limitati distacchi di minore estensione; le superfici sono per lo più abrase, lo spessore delle patine è inferiore e ciò fa pensare a una esposizione a correnti d'aria più intense rispetto alla posizione delle formelle antistanti. I fenomeni di abrasione permettono quindi di ipotizzare che la loro posizione originaria fosse in una zona del tratto su cui confluiscono non solo le correnti provenienti da nord (attuale via Pucinotti) e da sud (piazza

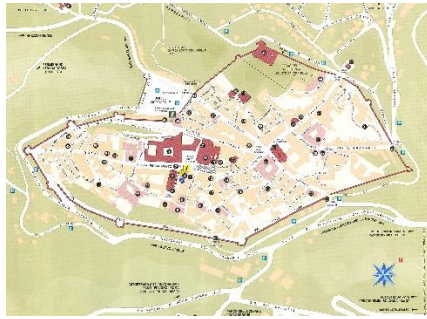
³³ Bernini Pezzini (1985, 40).

³⁴ Bernini Pezzini (1985, 40).

Rinascimento) ma anche quelle di sud-est (attuale via S. Domenico) (Fig. 12b).



a)



b)

Fig. 12 Schema raffigurante l'posizione dei vari tratti della facciata (a);
pianta di Urbino (b)

Alla luce di queste osservazioni si può ipotizzare che il tratto A contenesse effettivamente solo le prime diciotto formelle; si dovrebbe quindi ammettere che i tre bassorilievi successivi (19, 20, 21) appartenessero al tratto di facciata B. Confrontando lo stato conservativo di queste tre formelle con le successive (dalla 22 in poi) si possono notare immediatamente delle differenze mentre è evidente una somiglianza con le diciotto formelle del primo gruppo. La tonalità e lo spessore della patina sono infatti simili (bruno-rosato), la superficie è leggermente abrasa e minimi i distacchi (Fig. 13a,b). Si ha dunque l'impressione che queste ultime tre formelle siano state disposte alla fine del tratto A. Partendo dalla formella 22 la patina assume un tono differente (tende al grigio-ocra) e le superfici sono caratterizzate principalmente da fenomeni erosivi (Fig. 13c,d).

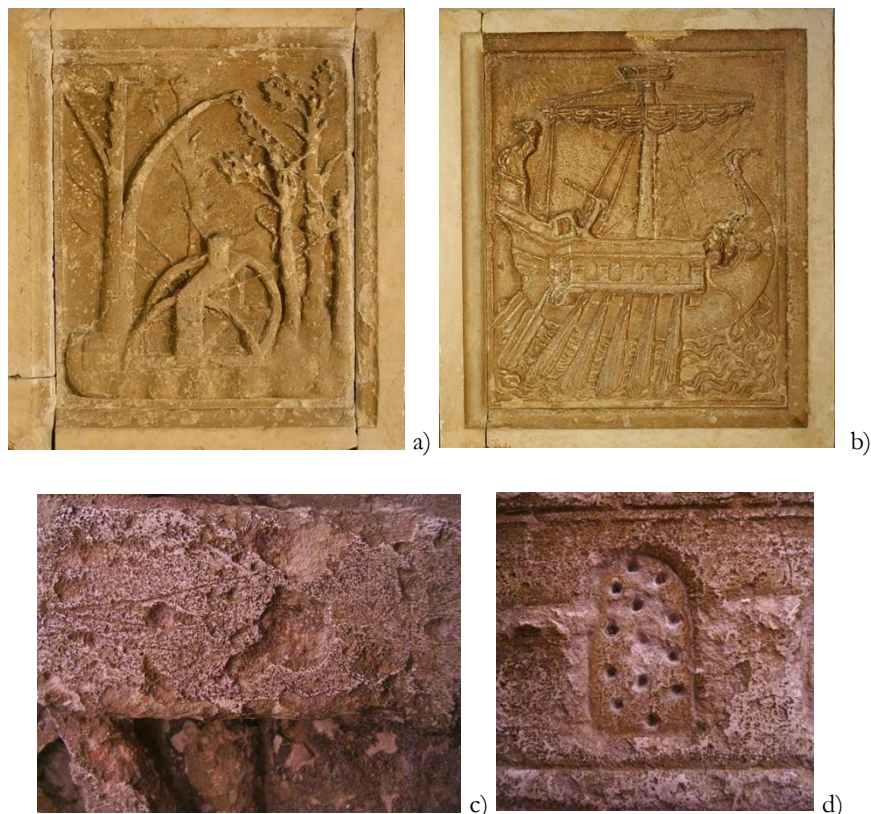


Fig. 13 Similitudini dello stato conservativo nelle formelle 17 (a, c) e 19 (b, d)

Secondo la distribuzione del Bianchini, sulla parete esposta a nord e che comprende i tratti B, C, D, E erano collocate 24 formelle (dalla 19 alla 42); considerando che, per le motivazioni suddette, i bassorilievi dal 19 al 21 potrebbero essere stati inseriti all'interno del tratto A, si può ipotizzare che la prima formella della parete nord sia stata la 22.

Ovviamente è piuttosto difficile risalire con esattezza al numero totale di bassorilievi presenti sia sull'intera parete sia all'interno di ciascun tratto (B, C, D, E)³⁵. Difatti, le stesse tipologie di degrado riscontrate su un cospicuo gruppo di formelle (dalla 22 in poi) permettono solo di ipotizzare che esse siano state sottoposte ai medesimi fenomeni atmosferici. L'erosione, la consunzione delle

³⁵ L'eventualità che le formelle fossero state collocate sullo schienale in tempi diversi (poche decine di anni di differenza) non può essere verificata in base al degrado che esse presentano perché si tratta di periodi molto limitati rispetto all'intero periodo di interazione con gli agenti esterni.

superfici e la quasi totale mancanza di patina rappresentano una conferma del fatto che tale tratto di facciata sia stato particolarmente esposto all'azione dilavante delle piogge. Dunque lo stato conservativo delle formelle in questione si deve principalmente ai seguenti fattori:

- azione dilavante di piogge direzionate dai venti suddetti;
- mancanza di irraggiamento solare e dunque costante presenza d'acqua sia all'interno che sulla superficie del manufatto;
- cattivo funzionamento del sistema di scolo delle acque;
- presenza di condizioni ambientali idonee (ventilazione, umidità) per la colonizzazione biologica.

La costante presenza di licheni crostosi sulle superfici fornisce una ulteriore conferma delle condizioni atmosferiche cui è stata soggetta la parete nord: tali forme biologiche infatti colonizzano generalmente le superfici particolarmente esposte sia alla circolazione d'aria sia al dilavamento meteorico.

Ripercorrendo la sequenza del gruppo di formelle in questione si può notare che dalla formella 22 in poi l'erosione delle superfici tende ad intensificarsi, manifestando anche forme di alveolizzazione (formelle 30, 31, 32). Dalla formella 33 alla 37 la consunzione delle superfici sembra essere attenuata; nelle successive l'erosione è più marcata, mentre le formelle 42 (Fig. 14 a,b) e 43 (Fig. 14 c,d), che presentano deboli fenomeni erosivi, potrebbero rappresentare le ultime formelle della parete nord.

Secondo la disposizione del Bianchini³⁶, sul tratto H erano disposte tredici formelle (dalla formella 60 alla 72). Considerando che tale tratto è esposto ad est come il tratto A, tale gruppo di formelle dovrebbe presentare i medesimi fenomeni di degrado caratterizzanti le prime ventuno: distacchi, patine compatte, mancanze. Effettivamente sulle superfici di tali bassorilievi si possono riscontrare le suddette tipologie di degrado riconducibili principalmente ai seguenti fattori: esposizione all'irraggiamento solare e presenza di umidità di condensa. È interessante notare che i distacchi evidenziati in tale gruppo sono molto più marcati rispetto a quelli visibili sulle prime ventuno formelle ed in alcune zone lo strato superficiale appare completamente sollevato (formelle da 68 a 72). Ciò potrebbe essere dovuto all'elevato riscaldamento di tali superfici attribuibile al leggero orientamento verso sud del tratto H che determina una maggiore quantità di ore di esposizione alla radiazione solare diretta. Alcune formelle (dalla

³⁶ Bianchini e Baldi (1724, 87).

formella 61 alla 65) si presentano completamente consunte forse per un problema di grondaie e forse anche la formella 60, oggi non più esistente, doveva trovarsi in uno stato conservativo simile.



Fig. 14 Similitudini dello stato conservativo nelle formelle 42 (a, c) e 43 (b, d)

All'interno del tratto G, il Bianchini dispone altre tredici formelle (dalla 47 alla 59). Poiché i bassorilievi 48 e 49 appartenevano ad un unico blocco in pietra, come si è potuto constatare dallo studio delle tecniche esecutive, essi erano presumibilmente disposti all'interno del medesimo tratto.

In definitiva, sulla base dei dati acquisiti in questo studio, la presunta distribuzione dei bassorilievi all'interno dei singoli tratti di spalliera non si discosta considerevolmente da quella del Bianchini³⁷: partendo dalla porta di fronte la chiesa di S. Domenico si trovavano 21 formelle (lato A), poi 22 o 23 formelle sul lato dell'ingresso principale della parete nord (lato B), a seguire 4 o 5 formelle nella parete est (lato F), 13

³⁷ *Ibidem.*

formelle tra la porta finta e la porta dell'ex Istituto d'Arte (lato G) e 13 formelle sul lato del castellare (lato H).

6. Conclusioni

Il fregio dell'arte della guerra è un'opera scultorea nata in un contesto storico-culturale, quale quello quattrocentesco, particolarmente vivace e aperto alle innovazioni tecnico-scientifiche e alle sperimentazioni architettoniche. Lo stesso programma iconografico che caratterizza questa serie di settantadue bassorilievi rappresenta gli sviluppi raggiunti nelle arti militari ed ingegneristiche in epoca rinascimentale.

Come già indicato dal Baldi (1590), il materiale lapideo con cui sono state realizzate le formelle è il Calcare Massiccio, denominato localmente *Travertino di Piobbico*, una roccia carbonatica locale proveniente dalla Val d'Abisso (versante settentrionale del Monte Nerone, nei pressi di Piobbico).

Lo studio sulle tecniche esecutive ha permesso di evidenziare alcuni elementi utili per approfondire la conoscenza di questi manufatti. Riguardo alla conformazione originaria dei blocchi, sono state proposte varie ipotesi: certamente i blocchi non avevano la medesima forma né la stessa larghezza ed è probabile che alcuni di essi fossero destinati ad un unico bassorilievo e altri ad almeno due.

L'accurata osservazione delle superfici lapidee ha permesso di risalire alle fasi di esecuzione delle formelle, tra cui la delimitazione del riquadro rettangolare destinato alla raffigurazione, la sbazzatura dei contorni della figura principale, la riduzione del piano di fondo ad un livello uniforme, l'esecuzione della raffigurazione e la finitura delle superfici.

Dalle tracce di lavorazione è emerso che i principali strumenti utilizzati nelle varie fasi di esecuzione erano stati il trapano, la subbia, lo scalpello, la gradina, l'unghietto e il ferrotondo.

L'esame delle impronte lasciate dagli strumenti sulle superfici durante la fase di finitura, pur avendo interessato solo alcune formelle (1, 3, 9, 14) a causa del generale pessimo stato conservativo, ha contribuito ad ottenere indicazioni utili anche all'attribuzione dell'opera. Infatti, la presenza di differenze stilistiche ed esecutive evidenziate confrontando il medesimo soggetto (fiori, foglie, ecc.) scolpito ha permesso di ipotizzare che la finitura delle superfici sia stata eseguita da scultori diversi.

L'analisi dello stato conservativo ha indicato che i principali fattori di deterioramento delle formelle sono dovuti ai fenomeni di interazione con gli agenti atmosferici intercorsi soprattutto durante i tre secoli di esposizione del fregio sulla facciata. La caratterizzazione delle varie tipologie di degrado riscontrate sui bassorilievi si è rivelata uno strumento utile anche ad analizzare la discussa questione relativa alla disposizione originaria del fregio sulla facciata. Il lavoro più complesso è consistito nell'individuazione di alcuni gruppi principali all'interno dei quali sono state inserite tutte le formelle con uno stato di conservazione simile e con patine dalle tonalità analoghe, riscontrando una correlazione tra le varie forme di alterazione presenti sulle superfici e l'incidenza dei fenomeni atmosferici legati alla loro collocazione originale sulla facciata. Escludendo quindi che la disposizione delle formelle sia variata durante i tre secoli di esposizione sulla facciata si conferma la sequenza settecentesca proposta dal Bianchini.

Bibliografia

- Amadori, M. L., 1985, *Studi e Ricerche sulle Pietre del Palazzo Ducale*, in *Il Palazzo di Federico da Montefeltro*, a cura di M. L. Polichetti, vol. 1, Urbino, Quattroventi.
- Amadori, M.L., Burragato, F. e Lazzarini, L., 1989, *Analisi delle patine presenti su elementi lapidei del Palazzo Ducale di Urbino*, in *Le pellicole ad ossalati: origine e significato nella conservazione delle opere d'arte*, Milano, Vega.
- Baldi, B., 1590, *Versi e prose di monsignor Bernardino Baldi da Urbino abate di Guastalla*, Venetia, appresso Francesco de' Franceschi senese.
- Bianchini, F. e Baldi, B., 1724, *Memorie concernenti la città di Urbino*, Roma, Salvioli (facsimile Arnaldo Forni Editore, Bologna, 1996).
- Bernini Pezzini, G., 1985, *Il fregio dell'arte della guerra nel Palazzo Ducale di Urbino*, Galleria Nazionale delle Marche, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Busdraghi, P. e Wezel, F. C., 2002, *Geologia applicata — Palazzo Ducale di Urbino: geologia delle colonne del "Cortile d'Onore"*, in *Rend. Fis. Acc. Lincei*, www.lincci.it/pubblicazioni/rendiconti/FMNrolpdfS2002.01.01.pdf .
- D'Apice, C., 2007-2008, *Il fregio dell'arte della guerra nel Palazzo Ducale di Urbino: le tecniche esecutive e lo stato di conservazione*, Corso Di Laurea Specialistica in Conservazione e Restauro del Patrimonio Storico-Artistico (Classe 12/S)12/s, A.A. 2007-2008, Università degli Studi di Urbino Carlo Bo.

- Molari, L., e Molari, P. G., 2006, *Il trionfo dell'ingegneria nel fregio del palazzo ducale d'Urbino*, Pisa, Edizioni ETS.
- Raffaelli, G., 2003, *Le rocce dell'Appennino Marchigiano, del Carso Triestino e della Penisola d'Istria: studio delle cave storiche, caratterizzazione dei materiali, loro impiego nell'architettura delle Marche Centro-Settentrionali e problemi di degrado*. PhD Thesis, Università degli Studi di Urbino Carlo Bo.
- Rockwell, P., 1989, *Lavorare la pietra*, Roma, La Nuova Italia Scientifica.
- Rotondi, P., 1950, *Il palazzo ducale di Urbino*, Urbino, Istituto statale d'arte per il libro.
- Vasari, G., 1568, (ed. Milanesi 1878-1855), *Le vite de' più eccellenti pittori scultori ed architettori*, 9 voll., Firenze, Sansoni.
- Wackernagel, M., 2001, *Il mondo degli artisti nel rinascimento fiorentino*, Roma. Carocci.

Il “fregio dell’arte della guerra” a Urbino: tra ricostruzione virtuale e rigore scientifico

Laura Baratin
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo
laura.baratin@uniurb.it

1. Introduzione

Il “fregio dell’arte della guerra”, voluto da Federico da Montefeltro, duca di Urbino, come decoro della spalliera esterna della «facciata ad ali» del Palazzo Ducale serviva a caratterizzare la propria dimora, sottolineando la sua vita gloriosa e la sua particolare posizione nella storia rinascimentale. Il fregio rimase a decorazione della facciata, impreziosita inoltre da un sedile e da una cornice marcapiano finemente lavorata, dalla sua realizzazione verso la fine del XV secolo fino al 1756, anno in cui fu rimosso dall’architetto Giovan Francesco Buonamici su ordine del cardinale Giovan Francesco Stoppani, legato pontificio a Urbino, per costituire il “Museo di antiche lapidi” nelle Soprallogge del palazzo a testimonianza del passato (Fig.1).

Laura Baratin, “Il ‘fregio dell’arte della guerra’ a Urbino: tra ricostruzione virtuale e rigore scientifico”, in Pierluigi Graziani, Davide Pietrini e Laerte Sorini (a cura di), *Libro de viva pietra. Studi sul fregio della facciata del Palazzo Ducale di Urbino*, pp. 227-246.

© 2023 Urbino University Press
Università degli Studi di Urbino Carlo Bo



Fig. 1 Palazzo Ducale di Urbino, particolare della spalliera esterna verso la Chiesa di San Domenico (foto dell'autrice)

L'operazione di distacco non fu facile, da fonti documentarie risulta che alcuni elementi subirono dei danni (la formella n.60 è oggi inesistente ed è ricostruibile solo grazie alla serie di incisioni fatte da Gaetano Piccini e pubblicate all'interno del testo B. Baldi, *Memorie concernenti la città di Urbino* del 1724), non si tenne conto, nella nuova disposizione, dell'originaria collocazione, ma fu attribuito un nuovo ordinamento i cui criteri sono ancora dibattuti¹. Unico fatto altamente positivo è che, in questo modo, il fregio fu sottratto all'azione degli agenti atmosferici che ne andavano via via provocando l'erosione. Il fregio è costituito da una particolarissima serie di settantadue bassorilievi in calcare massiccio, il cui repertorio iconografico rappresenta numerose macchine da costruzione e da guerra, nonché simboli legati all'ambito militare e politico. In origine le formelle erano inserite all'interno di appositi riquadri e disposte l'una accanto all'altra a formare una lunga fascia decorativa che si estendeva dalla porta laterale del Palazzo, posta di fronte alla Chiesa di S. Domenico, sino alla facciata del Castellare. Nessuna fonte letteraria fa riferimento all'ordine con cui i rilievi erano disposti sulla facciata. Il fregio è stato

¹ Per maggiori approfondimenti si veda il testo di Bernini Pezzini (1985).

conservato all'interno delle Soprallogge per circa due secoli, intorno al 1940 l'intero materiale del Museo Lapidario è stato spostato; la raccolta archeologica è stata trasferita nelle sale del pianterreno e le formelle deposte in alcune sale minori del palazzo (1944). I bassorilievi in buono stato conservativo sono stati murati nelle sale prospicienti il cortile del Pasquino e raggruppate in base ai soggetti iconografici rappresentati; tutti gli altri sono stati invece trasferiti nei depositi del palazzo. Intorno al 1980 le formelle sono state sistemate all'interno dei locali della Cancelleria, dopo aver subito un intervento di restauro seguito da Arduino Spegne. Nella prima fase del nostro lavoro (a.a. 2007-2008) i bassorilievi erano collocati l'uno accanto all'altro secondo la numerazione fornita dal Bianchini nel testo *Spiegazione delle sculture contenute nelle LXXII tavole di marmo e bassorilievi collocati nel basamento esteriore del palazzo di Urbino*, pubblicato nel 1724. Le prime quarantotto formelle erano disposte all'interno della prima sala, mentre le altre tredici erano situate nella stanza adiacente; appoggiate su basi in plexiglass bianco e ancorate alle pareti tramite staffe metalliche inserite sul retro (Fig. 2).



Fig. 2 Palazzo Ducale di Urbino, particolare della disposizione del fregio al momento delle due fasi di ricerca svolte negli a.a. 2007-2008 e 2013-2014 (foto dell'autrice)

Una prima interpretazione iconografica del fregio si deve sempre a Bianchini; altra fonte fondamentale è quella di G. Bernini Pezzini nel libro dal titolo *Il fregio dell'arte della guerra nel Palazzo Ducale di Urbino* del 1985 che fornisce un'interpretazione dei simboli e una spiegazione dei

meccanismi di funzionamento dei congegni raffigurati in ciascuna formella. Le rappresentazioni scolpite possono essere raggruppate secondo quattro categorie principali: opere d'ingegneria, panoplie, simboli nautici e arte militare. I diversi soggetti si riferiscono a diverse fonti trattatistiche: dai Codici di Francesco di Giorgio Martini ai disegni di Roberto Valturio della metà del XV secolo, ritenuti utili nel nostro studio per la rappresentazione attuale di alcune formelle molto degradate (Fig. 3).

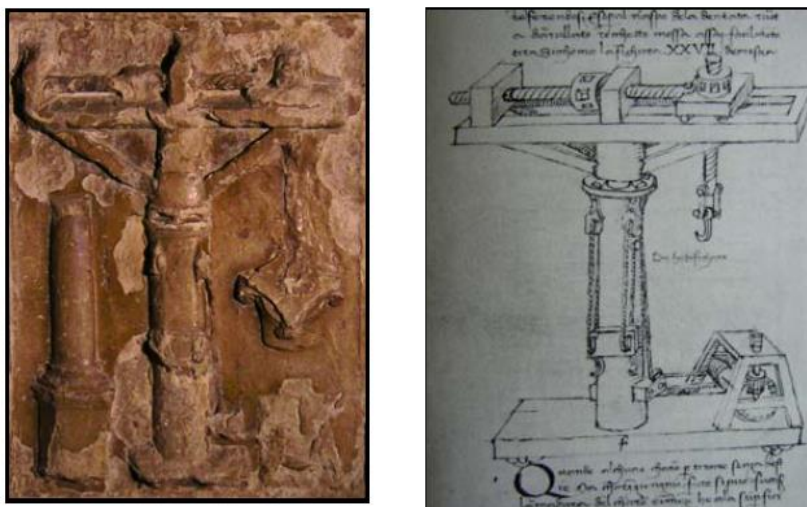


Fig. 3 Formella 72, Gru girevole (inv.n.830), foto dell'autrice, opera di ingegneria raffigurante una gru e a fianco la riproduzione dal Codice di Francesco di Giorgio Martini (edizione facsimile)

La seconda fase del lavoro risale all'anno accademico 2013-2014 quando la ricerca si è sviluppata su alcune ipotesi di ricollocazione delle formelle a partire dai rilievi effettuati precedentemente sulle spalliere delle facciate di Palazzo Ducale e sulle diverse formelle e sull'applicazione e confronto di diverse metodologie di rilievo tridimensionale al fine di verificarne l'economicità (tempi e costi), l'accuratezza, i limiti e l'affidabilità².

² I risultati della ricerca sono stati presentati al Convegno a Trento il 25-26 febbraio 2013, dell'International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences a cui è stato assegnato il premio per il miglior paper per contenuto scientifico e originalità dell'argomento, poi pubblicati nel Volume XL-

2. Prima fase: il rilievo e la documentazione dei manufatti

In questa prima fase, sviluppata nell'a.a. 2007-2008³, lo studio ha avuto inizio con la ripresa fotografica di ogni singola formella e la misurazione delle dimensioni di ogni singolo lato e delle diagonali per tutte le 72 presenti all'interno del palazzo. Successivamente, in via sperimentale, è stato eseguito un rilievo laser scanner di alcune formelle per analizzare la possibilità di una loro riproduzione con materiali diversi e infine, sempre utilizzando un laser scanner, sono stati rilevati i prospetti esterni di Palazzo Ducale sede originaria del fregio dell'arte della guerra per avere il materiale per poter, in seguito, approfondire la ricerca sulla collocazione delle formelle prima del loro distacco.

Le fotografie acquisite sono state sottoposte a un processo di raddrizzamento geometrico, basato sulla individuazione delle posizioni dei punti di fuga dei singoli fotogrammi e sulla collimazione sia di rette verticali sia orizzontali, con alcune misure di riferimento (Fig. 4).

Il principio del fotoraddrizzamento permette di trasformare immagini in prospettiva di oggetti piani in una proiezione parallela. Successivamente, le immagini delle singole formelle sono state importate nel software CAD e doverosamente scalate, grazie alle misure reali di alcuni elementi che precedentemente erano state acquisite. In questo modo le immagini sono state rese metriche, cioè sono state determinate le loro reali misure

Ogni studente ha lavorato su 3 o 4 formelle per ottenere i fotopiani poi si è proceduto a una attenta restituzione grafica digitale e al confronto, secondo un processo di sovrapposizione, con i rispettivi disegni recuperati negli archivi dai testi di Bernardino Baldi, dal trattato di Francesco di Giorgio Martini e dai disegni di Roberto Valturio⁴. I risultati prodotti permettevano di acquisire anche una base geometrica a supporto della successiva documentazione sullo stato di

5/W1, 2013 | WG V/4 “3D-ARCH 2013 – 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures”.

³ Il lavoro è stato svolto dagli studenti del 3° anno, in totale 21, nell'ambito dell'insegnamento di Topografia e Cartografia del corso in Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali dell'Università di Urbino tenuto dalla prof.ssa L. Baratin. L'esercitazione prevista è stata focalizzata sulla documentazione, sul rilievo e sulla rappresentazione delle 72 formelle.

⁴ Baldi (1587); Francesco di Giorgio Martini (1967); Valturio (1532).

conservazione, dei materiali, del loro degrado e delle analisi chimico-fisiche condotte su tutte le 72 formelle⁵.



Fig. 4 Formella 19, Quinquereme (inv. n. 778), esempio di rilievo, elaborazione di fotopiani, confronto con la documentazione storica e rappresentazione grafica

Sempre nell'ambito della documentazione digitale è stato sperimentato un rilievo laser scanner con due tecnologie per avere una riproduzione tridimensionale del manufatto utile a una documentazione più rigorosa ma anche alla possibilità di una fedele riproduzione dei singoli manufatti attraverso tecniche di prototipazione a partire direttamente dalle scansioni.

⁵ Per approfondimenti si veda il lavoro sviluppato all'interno degli insegnamenti di Chimica per i Beni Culturali e Chimica per il Restauro del corso in Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali tenuti dalla prof.ssa M.L. Amadori (a.a. 2007-2008) e della tesi di laurea di Clizia D'Apice *Il Fregio dell'arte e della guerra*, a.a. 2007-2008, relatore M.L. Amadori.

La prima tecnologia si basava su un sofisticato algoritmo di analisi dell'immagine⁶. L'acquisizione e l'elaborazione delle nuvole di punti avveniva esclusivamente usando immagini scattate da macchine fotografiche digitali e calibrate. Ogni modello restituito era frutto di tre soli fotogrammi e permetteva di ottenere in tempo reale restituzioni di buona qualità con un'elevata risoluzione fotografica. Questa tecnologia sperimentata sulla formella n. 19, Quinquereme, ha permesso di avere una documentazione 3D molto dettagliata associata a una documentazione fotografica professionale (Fig. 5).



Fig. 5 Formella 19, Quinquereme (inv. n. 778), foto dell'autrice; esempio di rilievo laser scanner con la tecnologia Z-SCAN

La seconda, invece, si basava su un sistema di scansione, finalizzato a rilievi di estremo dettaglio di oggetti di medie-piccole dimensioni. Il sistema era completamente integrabile con un braccio a 7 gradi di libertà e permetteva di eseguire facilmente una misurazione a contatto o non a contatto del soggetto interessato. Questo tipo di scansione avveniva con una velocità di rilevazione di oltre 19.000 punti al secondo

⁶ La tecnologia utilizzata allora era Z-SCAN della Menci Software s.r.l di Arezzo: uno strumento di misura basato su principi fotogrammetrici, in grado di generare nuvole di punti 3D utilizzando software dedicati. Lo strumento era composto dalle seguenti componenti hardware: slitta di precisione micrometrica; macchina fotografica digitale reflex Canon EOS 400D (o 450D), equipaggiata con ottica Canon 60mm EF-S Macro.

e in questo modo era possibile effettuare rapidamente la scansione anche di forme estremamente complesse con una precisione non paragonabile a nessun altro sistema di rilevamento digitale. L'applicazione della metodologia del Laser Line Probe CAM2⁷ ha permesso di realizzare un rilievo estremamente dettagliato tridimensionale di due formelle n.19, Quinquereme e la n.8, Simboli lustrali, con una precisione di 50µm (Fig. 6).

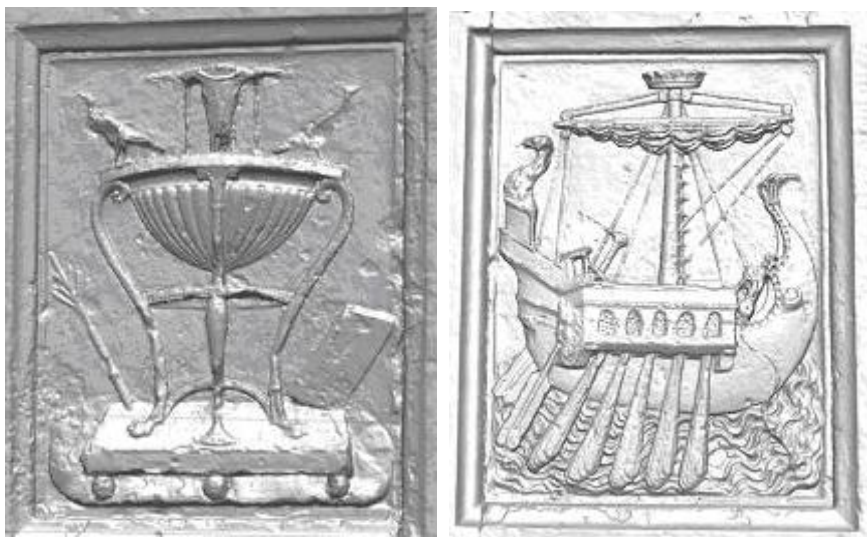


Figura 6 - Formella 8, Simboli lustrali (inv.n. 767), Formella 19, Quinquereme (inv. n. 778), modelli geometrici delle formelle acquisiti con la tecnologia laser Line Probe CAM2.

A partire da questo rilievo molto accurato è stata fatta una copia su granito, in scala 1:1, della formella n.19 con un lavoro di prototipazione rapida⁸ e qualche piccolo intervento da parte di uno scultore che ha fatto tesoro di alcune considerazioni sul tipo di lavorazione, sulla strumentazione utilizzata e sulla metodologia di

⁷ Line Probe CAM2 è una tecnologia della società FARO Technologies, Inc. (CAM2) che si occupa in generale di misurazione, imaging e realizzazioni 3D in ambito industriale nei settori dell'edilizia, della manifattura, della pubblica sicurezza e in parte anche nell'ambito dei beni culturali.

⁸ La prototipazione rapida è un insieme di tecniche industriali volte alla realizzazione fisica del prototipo, in tempi relativamente brevi, a partire da una definizione matematica tridimensionale dell'oggetto.

lavoro, presentate nello studio delle tecniche esecutive⁹ (Fig.7). Lo scopo era quello di presentare alla ex-Soprintendenza per il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico delle Marche la possibilità di realizzare delle riproduzioni estremamente fedeli e particolareggiate con tecniche automatiche su diversi materiali per verificare i costi e la fattibilità di riprodurre un'opera così importante nelle facciate ad ali del Palazzo Ducale definita come «primo biglietto da visita della potenza, della fama e della gloria stessa di Federico da Montefeltro»¹⁰.



Fig. 7 Formella 19, Quinquereme (inv. n. 778), riproduzione automatica in granito a partire dal modello 3D

Infine, per i controlli dimensionali e al fine di una ricollocazione “virtuale” dei bassorilievi nella loro posizione originaria, è stato fatto un rilievo laser scanner con il sistema Leica HDS6000 a differenza di fase, mediante delle scansioni che permettessero di ricavare un maggiore dettaglio nella zona circoscritta alla spalliera esterna¹¹. Il

⁹ Per maggiori approfondimenti si veda la tesi di laurea di D'Apice (2007-2008).

¹⁰ Dal Poggetto (1985, 5).

¹¹ Leica HDS6000 è un sistema a impulsi ad altissima velocità con compensatore bi-assiale, caratterizzato da precisione, portata e campo di vista di primo livello che permette di realizzare rilievi di estremo dettaglio (circa 1 punto ogni 2 mm fino a 300 metri di distanza).

rilevamento attraverso la tecnica laser permette di ottenere una nuvola di punti ad altissima densità per ognuno dei quali sono note le coordinate relative a un sistema di riferimento intrinseco allo strumento, quindi un vero e proprio archivio digitale costantemente consultabile e aggiornabile (Fig. 8).

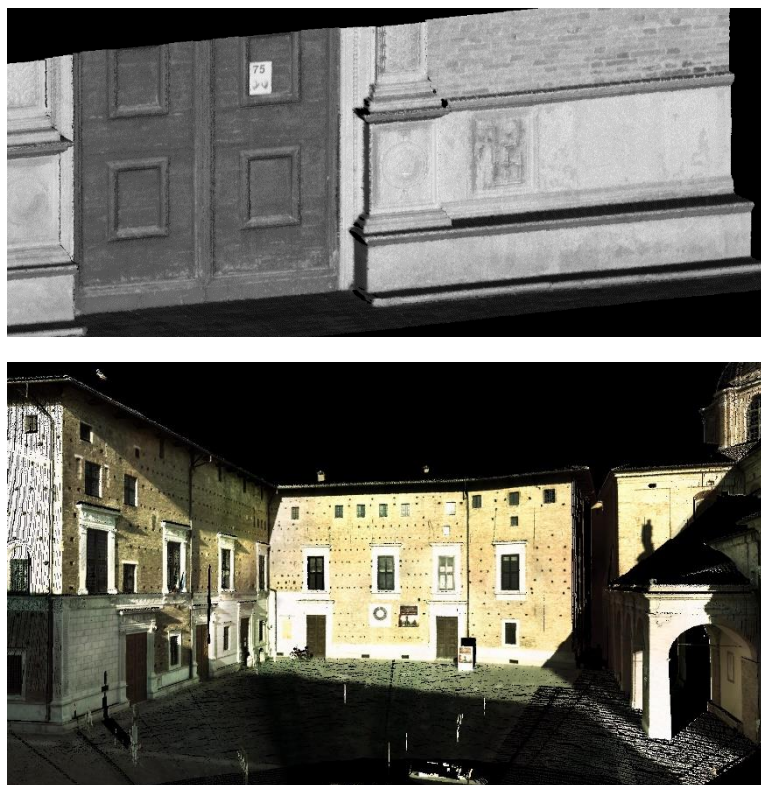


Fig. 8 Rilievo laser scanner delle facciate esterne con un particolare della nuvola di punti della spalliera (foto dell'autrice)

3. Seconda fase: ipotesi di ricomposizione della sequenza originaria delle formelle lungo le facciate ad ali di Palazzo Ducale

Nella seconda fase della ricerca ripresa alcuni anni dopo, in particolare nell'a.a. 2013-2014, si è cercato di ricostruire “virtualmente” la sequenza originale dei bassorilievi a partire dalle fonti storiche e iconografiche, dai rilievi della spalliera e delle singole formelle acquisiti precedentemente. Analizzando le diverse fonti la questione sulla

sequenza originaria dei bassorilievi sulle facciate ad ali di Palazzo Ducale non era ancora stata completamente delineata e il testo del Bianchini rappresentava l'unica importante testimonianza in grado di fornire indicazioni utili sull'argomento anche se non chiariva la distribuzione precisa delle formelle all'interno di ciascun tratto di spalliera. L'unico elemento in grado di fornire qualche dato interessante circa il numero di formelle collocate lungo ciascuna fascia era dato da un'incisione, corredata al testo del Bianchini¹², raffigurante il sistema urbanistico settecentesco della città e comprendente il Palazzo Ducale, le due piazze Rinascimento e Duca Federico e il Duomo. Nell'immagine è riproposta un'approssimativa ripartizione della spalliera in settantadue riquadri, mentre la riproduzione del fregio è piuttosto sommaria e non ci permette di ricavare delle informazioni utili, ma tuttavia può fornire alcuni elementi per risalire all'esatta distribuzione delle stesse. Il testo della Pezzini¹³ riporta uno schema distributivo delle formelle che riproduce la ripartizione della spalliera così come è raffigurata nell'incisione: il numero di formelle presenti per ciascun tratto di spalliera risultava il seguente, partendo dalla porta di fronte la chiesa di S. Domenico, 18, 6, 6, 6, 6, 4, 13, 13. Il testo riporta anche un altro schema distributivo dei bassorilievi sulla facciata, ricavato da una serie di disegni del Piccini: 21, 5, 1, 5, 6, 7, 13, 12.

In prima istanza si sono affiancate le formelle secondo la numerazione fornitaci dagli studi di Bianchini, seguendo i due schemi, rispettivamente del Bianchini e del Piccini; dove si può notare una mancanza di pertinenza di alcune lesene rettangolari affiancate ai bassorilievi (Fig.9). A questo proposito sono state utili le analisi delle tecniche esecutive e dell'organizzazione dei bassorilievi con le cornici e le lesene rettangolari. Dall'esame delle lesene superstiti, sia come elementi singoli che come blocchi facenti parte dei bassorilievi e dai confronti con i *sedili di via* di altri palazzi rinascimentali, soprattutto fiorentini e romani, si è giunti alla considerazione che ciascun bassorilievo fosse separato dagli altri da lesene di dimensioni omogenee di cui si è supposta una grandezza media di circa 22 cm (Fig.10). Successivamente, sempre seguendo i due schemi a nostra disposizione, sono state affiancate le formelle e confrontate con le misure rilevate dei

¹² F. Bianchini, *Spiegazione delle sculture contenute nelle LXXII tavole di marmo e bassorilievi collocati nel basamento esteriore del palazzo di Urbino*, in B. Baldi, *Memorie concernenti la città di Urbino*, Roma, 1724.

¹³ Cfr. G. B. Pezzini, pp.13-21.

sedili delle facciate del palazzo, riscontrando nell'uno e nell'altro caso una mancanza di corrispondenza. Introducendo a queste prime analisi anche alcune considerazioni sulle diverse tipologie di degrado, è stata, infine, ipotizzata una diversa disposizione dei bassorilievi che stravolgerebbe le due fonti analizzate, ma che mostrerebbe una maggiore coerenza dal punto di vista metrico (Figg.11,12).

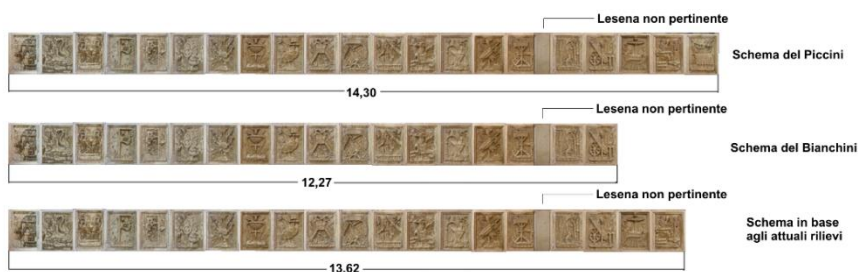


Fig. 9 Distribuzione delle formelle sulla facciata est del Palazzo secondo gli schemi del Piccini (n. 21) e del Bianchini (n.18)



Fig. 10 Ipotesi ricostruttive delle dimensioni medie di ciascuna lesena

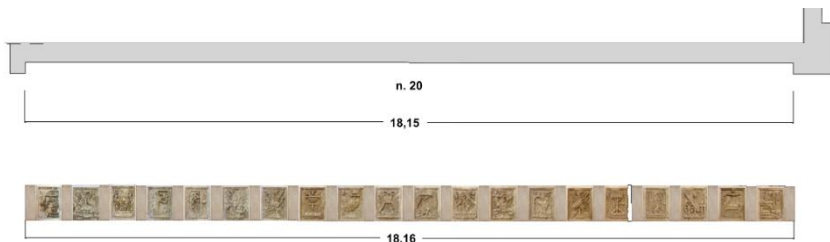


Fig. 11 Ricostruzione della successione delle formelle sulla facciata est con l'ipotesica ricollocazione delle lesene secondo le nuove ipotesi in prospetto e in pianta. Si nota come questa nuova ipotesi trovi un'esatta corrispondenza metrica.



Figura 12 – Posizionamento del fregio sul fotopiano secondo l'ipotesi attuale

4. Le formelle: tecniche di rilievo tridimensionale a confronto

Un secondo tema affrontato, sempre nello stesso periodo, riguardava la possibilità di riprodurre copie delle formelle per adattare poi all'ambiente esterno. Sono stati effettuati dei test con tre diversi sistemi: la tecnologia laser scanner Line Probe CAM2, già sperimentata e utilizzata come termine di riferimento, il software Image Master Pro e il software Arc3d web service per verificare l'accuratezza dei modelli tridimensionali ottenuti e una eventuale riproduzione attraverso la tecnica di prototipazione rapida. Per i test è stata scelta la formella n.19 dato il buono stato di conservazione, la particolare leggibilità dei dettagli e la sperimentazione già effettuata nell'a.a. 2007-2008.

Per il secondo test è stato utilizzato il software fotogrammetrico Image Master Pro che elabora misurazioni ricavabili da immagini stereo, generando ortofoto e modelli 3D. Le riprese sono state acquisite mediante una fotocamera digitale Panasonic DMC-ZX1 calibrata con una lunghezza focale a 4,5 mm. Durante la fase di elaborazione dei dati acquisiti è stato possibile rilevare i limiti del sistema, infatti in fase di definizione delle polilinee o breaklines sul modello, essendo la collimazione un processo di autocorrelazione, questa può dar luogo a numerosi problemi a causa della difficoltà nel riconoscere i punti

omologhi. L'autocorrelazione, infatti, è sempre una procedura che comporta un grosso margine di errore perché legato a fattori contingenti come la morfologia e soprattutto la natura delle superfici. Durante la fase di orientamento, il software opera secondo un criterio fotogrammetrico rigoroso, dando ottimi risultati con errori molto bassi, ma nella fase di creazione del modello necessita di una serie di informazioni, prima tra tutte la definizione delle polilinee laddove si riscontrino evidenti variazioni di quota o elementi di forte discontinuità, le quali creano delle forti incongruenze nei risultati tra la fase di orientamento e quella della creazione del modello.

Il terzo sistema adoperato è rappresentato dal software Arc3d web service che, una volta acquisite le foto, le restituisce corredate di calibrazione della camera, di una mappa delle profondità e della qualità di ciascuna immagine, tutti parametri dai quali sarà poi possibile ricavare, attraverso il confronto tra i diversi fotogrammi, un attributo spaziale e la relativa affidabilità. I sistemi di fotomodellazione come Arc3d interessano ciascun fotogramma, da intendersi nella sua accezione di matrice digitale di dati numerici: attraverso un confronto, vengono poi individuate le corrispondenze dei dati e, sulla base della geometria epolare che sostiene i principi della fotogrammetria monoscopica, viene stimata la mutua posizione di ciascun pixel caratterizzato poi da un colore che determina la texture del modello. I fotogrammi acquisiti non devono essere troppo distanti l'uno dall'altro e, anche se non c'è bisogno di posizionarsi in modo referenziato all'oggetto, è buona norma effettuare un percorso a semicirconferenza con prese ogni 15-30° circa, ricavando così, in virtù della loro equidistanza, una sequenza di immagini facilmente confrontabili. I limiti di questo sistema consistono nell'automatismo che consente solo parzialmente di interagire con il modello. Confrontando qualitativamente i risultati dei tre modelli si può affermare ovviamente che il primo è quello più attendibile e dettagliato, mentre, al contrario delle nostre previsioni, Arc3d sembra dare risultati più soddisfacenti rispetto a Image Master Pro che presenta uno *smoothing* molto accentuato e un minore dettaglio delle geometrie (Fig. 13). I test sono serviti anche a verificare la possibilità di integrazione tra dati geometrici, disegni storici e tecniche esecutive, per arrivare a una riproduzione che mantenga un rigore non solo dimensionale, ma anche morfologico.



Fig. 13 Formella 19, Quinquereme (inv. n. 778) dettaglio delle sezioni ricavate rispettivamente dal modello laser, da Arc3d e da Image Master Pro

5. Le formelle: un'ipotesi di ricostruzione virtuale come supporto al restauro

L'ultima problematica affrontata in questa sperimentazione è stata correlata al restauro attraverso un processo di elaborazione dati per la ricostruzione virtuale delle parti mancanti o lesionate delle formelle, così come si evidenziava dal loro stato di conservazione. Il processo di elaborazione dati per la ricostruzione virtuale, sviluppato negli step precedenti, non può prescindere dalla acquisizione delle geometrie corrispondenti alla situazione corrente dell'opera ed è quindi necessario, mediante l'utilizzo di laser scanner o altri dispositivi, realizzare un modello 3D tale da costituire la base dati per tutte le successive elaborazioni.

Per iniziare un lavoro di ricostruzione si è partiti dai rilievi effettuati rappresentando graficamente gli elementi geometrici ancora esistenti e di forme certe; dalla documentazione grafica storica, che non sempre risultava congruente con le misure reali, sono state eseguite delle integrazioni puntuali degli elementi degradati o assenti adattando le geometrie allo stato di fatto. Sul modello 3D sono state rilevate le quote dei principali piani di rappresentazione a cui appartengono gli elementi che devono essere integrati. Il disegno finale ottenuto sarà suddiviso in diversi livelli quanti sono i piani di rappresentazione; ogni

livello sarà poi traslato in quota fino a raggiungere il valore rilevato sul modello 3D in corrispondenza degli elementi originali a cui l'integrazione dovrà uniformarsi. Dato che il disegno grafico sarà eseguito sull'ortofoto o sul fotopiano della formella, sarà necessario registrare le coordinate di alcuni punti sul modello 3D visibili anche sul disegno per permetterci di allineare perfettamente il disegno al modello (Fig. 14).



Fig. 14 Formella 6, Onorificenze e imprese del Duca Federico (inv.n. 765), il modello 3D integrato dalla rappresentazione ricavata dal disegno storico è il punto di partenza dell'elaborazione dei dati per il restauro virtuale

Il processo sommariamente illustrato è stato applicato secondo due diverse modalità in relazione al tipo di degrado presente:

- il primo caso riguarda un elemento degradato, ma con una traccia geometrica in rilievo ancora presente;
- il secondo caso riguarda un elemento completamente degradato e non più presente sull'opera.

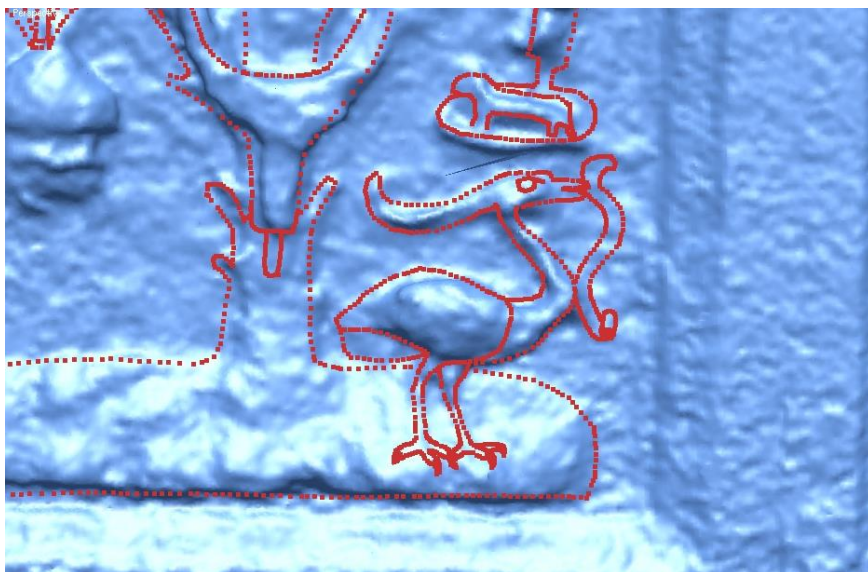


Fig. 15 Formella 6, Onorificenze e imprse del Duca Federico (inv.n. 765), dettaglio del processo applicato al primo caso

Nel primo caso si seleziona l'elemento da integrare salvandolo su un nuovo layer e si procede modificando il fattore di scala delle quote fino al raggiungimento della misura prevista lasciando invariati i fattori di scala di X ed Y (Fig. 15).

Nel secondo caso si seleziona la parte di modello che dovrebbe avere l'integrazione, la si salva su un nuovo layer e si trasla in quota della misura opportuna in modo da raggiungere la posizione che si presuppone avesse il particolare da ricostruire. La ricostruzione spaziale di geometrie complesse come quelle analizzate presenta non poche difficoltà sotto il profilo tecnico e metodologico. Le problematiche maggiori si incontrano nell'integrazione dei dettagli molto piccoli, come, nel caso in oggetto, le zampe ed il becco dell'uccello (Figg. 16, 17).

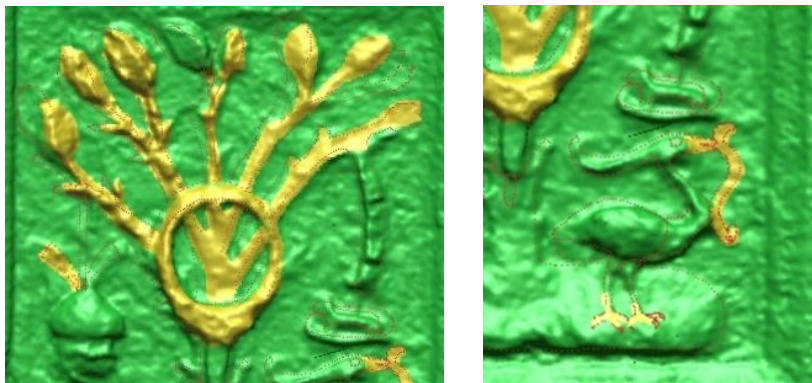


Fig. 16 Formella 6, Onorificenze e imprese del Duca Federico (inv.n. 765), dettaglio del processo applicato al secondo caso

Le difficoltà riscontrate sono dovute prevalentemente alla scarsa densità di triangoli nel modello 3D. Nel caso di elementi non più presenti si deve poi procedere a una ricucitura delle superfici traslate in quota, una procedura molto lenta che richiederà sicuramente un approfondimento e un adeguamento alle nuove tecnologie via via sviluppatesi.



Fig. 17 Formella 6, Onorificenze e imprese del Duca Federico (inv.n. 765), esempio di ricostruzione virtuale come supporto all'attività di restauro.

Bibliografia

- Baldi, B., 1587, *Descrizione del Palazzo ducale di Urbino*, Venezia.
- Baratin, L., 2012, *Survey and representation of architectural and archaeological assets: a summary of methodologies and applications*, in L. Baratin (ed.), *Instruments and Methodologies for Cultural Heritage Conservation and Valorisation*, Ancona, Editor Gabbiano, pp. 85-90.
- Bernini Pezzini, G., 1985, *Il fregio dell'arte della guerra nel palazzo ducale di Urbino*, Catalogo dei Rilievi, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Bianchini, F., 1724, *Spiegazione delle sculture contenute nelle LXXII tavole di marmo e bassorilievi collocati nel basamento esteriore del palazzo di Urbino*, in Baldi, B., *Memorie concernenti la città di Urbino*, Roma.
- D'Apice, C., 2007-2008, *Il Fregio dell'arte della guerra*, a.a. 2007-2008, relatore M. L. Amadori.
- Dal Poggetto, P., 1985, *Prefazione*, in Bernini Pezzini, G., 1985, *Il fregio dell'arte della guerra nel palazzo ducale di Urbino*, Catalogo dei Rilievi, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- De Luca, L., 2011, *La fotomodellazione architettonica*, Palermo, D. Flaccovio editore.
- Filippucci, M., 2010, «Nuvole di pixel. La fotomodellazione con software liberi per il rilievo d'architettura», in *Disegnare con...*, n 50, vol. 3, p. 50-63.
- Fiore, F. P., 1968, *Città e macchine del '400 nei disegni di Francesco di Giorgio Martini*, Firenze, Olschki.
- Francesco di Giorgio Martini, 1967, *Trattati di architettura, ingegneria e arte militare*, a cura di Maltese, C. e Maltese Degrassi, L., Milano, Edizioni il Polifilo.
- Mandelli E., 1989, *Palazzi del Rinascimento: dal rilievo al confronto*, in *Studi e documenti di architettura*, a cura dell'Istituto di composizione architettonica 1-2 della Facoltà di architettura di Firenze.
- Molari, L. e Molari P. G., 2006, *Il trionfo dell'ingegneria nel fregio del palazzo ducale d'Urbino*, Pisa, ETS.
- Rotondi, P., 1970, *Francesco di Giorgio nel Palazzo ducale di Urbino*, Milano, Provinciali Spotorno.
- Valturio, R., 1532, *De re militari*, codice urbinato latino, Parisiis, Apud Christianum Wechelum (I ed. 1483).

Vergauwen, M. e Van Gool, L., 2006, «Web-based 3D Reconstruction Service», in *Machine Vision Applications (MVA)*, 17, pp. 411-426.

Nel Cinquecento il Ducato di Urbino fu il luogo in cui si sviluppò la cosiddetta scuola matematica di Federico Commandino, considerata giustamente una delle forme più rappresentative di umanesimo scientifico, nonché uno dei motori principali della cosiddetta rivoluzione galileiana. Il clima culturale in cui la scuola commandiniana affonda le sue radici è individuabile nella grande stagione rinascimentale dei Montefeltro. In quest'epoca, grazie soprattutto al mecenatismo del duca Federico di Montefeltro e al grande cantiere del Palazzo Ducale, l'ambiente urbinato fu uno tra i centri italiani più dinamici e vitali del Rinascimento. In quegli anni, lungo la spalliera del sedile della facciata del Palazzo Ducale di Urbino vennero realizzate 72 formelle (bassorilievi in pietra) raffiguranti macchine di uso civile e militare. Esse, fortemente volute da Federico di Montefeltro, avevano lo scopo non solo di comunicare il potere "tecnologico" del Ducato, mediante rappresentazioni scultoree, ma anche di agire come strumento di divulgazione scientifica. Il libro raccoglie i seminari che si sono tenuti in occasione del ciclo dal titolo Fregio dell'arte della guerra. La peculiarità di questo libro è data dalla multidisciplinarietà dei saggi contenuti, la quale permette di collocare le formelle in un ampio quadro culturale consentendo sia di comprendere con occhi nuovi la genesi e il significato delle formelle sia di inserirle nel loro contesto storico di riferimento.

Pierluigi Graziani è ricercatore in Logica e Filosofia della Scienza presso l'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo.

Daide Pietrini è assegnista di ricerca presso l'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo.

Laerte Sorini è professore di Matematica, Informatica e Direttore del Centro Urbino e la Prospettiva presso l'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo.



1506
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI URBINO
CARLO BO

UUP
URBINO
UNIVERSITY
PRESS



CENTRO
INTERDIPARTIMENTALE
DI STUDI
URBINO E LA PROSPETTIVA

ISBN -A



ISBN 978.8831205/214

