

disegno 3.2018



unione italiana disegno
3.2018

disegno

ISSN 2533-2899



disegno

3.2018

STORIA/STORIE DELLA RAPPRESENTAZIONE

Rivista semestrale della società scientifica Unione Italiana per il Disegno
n. 3/2018
<http://disegno.unioneitalianadisegno.it>

Direttore responsabile

Vito Cardone, Presidente dell'Unione Italiana per il Disegno

Comitato editoriale - indirizzo scientifico

Comitato Tecnico Scientifico dell'Unione Italiana per il Disegno (UID)

Piero Albinetti, Sapienza Università di Roma - Italia
Fabrizio I. Apollonio, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Italia
Paolo Belardi, Università degli Studi di Perugia - Italia
Stefano Bertocci, Università degli Studi di Firenze - Italia
Carlo Bianchini, Sapienza Università di Roma - Italia
Vito Cardone, Università degli Studi di Salerno - Italia
Mario Centofanti, Università degli Studi dell'Aquila - Italia
Emanuela Chiavoni, Sapienza Università di Roma - Italia
Michela Gigola, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale - Italia
Antonio Conte, Università degli Studi della Basilicata - Italia
Antonella di Luggo, Università degli Studi di Napoli "Federico II" - Italia
Mario Ducci, Sapienza Università di Roma - Italia
Francesca Fatta, Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria - Italia
Paolo Giandebiaggi, Università degli Studi di Parma - Italia
Andrea Giordano, Università degli Studi di Padova - Italia
Elena Ippoliti, Sapienza Università di Roma - Italia
Francesco Maggio, Università degli Studi di Palermo - Italia
Anna Marotta, Politecnico di Torino - Italia
Livio Sacchi, Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara - Italia
Rossella Salerno, Politecnico di Milano - Italia
Alberto Sdegno, Università degli Studi di Udine - Italia
Ornella Zerlenga, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" - Italia

Membri di strutture straniere

Caroline Astrid Bruzelius, Duke University - USA
Glaucia Augusto Fonseca, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile
Pilar Chías Navarro, Universidad de Alcalá - Spagna
Frank Ching, University of Washington - USA
Livio De Luca, UMR CNRS/MCC MAP, Marseille - Francia
Roberto Ferraris, Universidad Nacional de Córdoba - Argentina
Ángela García Codoñer, Universitat Politècnica de València - Spagna
Pedro Antonio Janeiro, Universidade de Lisboa - Portogallo
Michael John Kirk Walsh, Nanyang Technological University - Singapore
Jacques Laubscher, Tshwane University of Technology - Sudafrica
Cornelie Leopold, Technische Universität Kaiserslautern - Germania
Carlos Montes Serrano, Universidad de Valladolid - Spagna
César Otero, Universidad de Cantabria - Spagna
Guillermo Peris Fajarnes, Universitat Politècnica de València - Spagna
José Antonio Franco Taboada, Universidade da Coruña - Spagna

Comitato editoriale - coordinamento

Fabrizio I. Apollonio, Paolo Belardi, Francesca Fatta, Andrea Giordano, Elena Ippoliti,
Francesco Maggio, Alberto Sdegno

Comitato editoriale - staff

Enrico Cicalò, Luigi Cocchiarella, Massimiliano Lo Turco, Giampiero Mele,
Valeria Menchetelli, Barbara Messina, Cosimo Monteleone, Paola Puma, Paola Raffa,
Cettina Santagati, Alberto Sdegno (delegato del Comitato editoriale - coordinamento)

Progetto grafico

Paolo Belardi, Enrica Bistagnino, Enrico Cicalò, Alessandra Cirafici

Segreteria di redazione

piazza Borghese 9, 00186 Roma
rivista.uid@unioneitalianadisegno.it

In copertina

Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, codex 1576, Biblioteca Palatina di
Parma, foglio 55 r; [Piero della Francesca (1984). *De prospectiva pingendi*. Edizione a
cura di G. Nicco-Fasola. Firenze: Casa Editrice Le Lettere. Tav. XXXV, Fig. LXII]

Gli articoli pubblicati sono sottoposti a procedura di doppia revisione anonima
(*double blind peer review*) che prevede la selezione da parte di almeno due esperti
internazionali negli specifici argomenti.

Per il numero 3, anno 2018, la procedura di valutazione dei contributi è stata
affidata ai seguenti revisori:

Salvatore Barba, Maria Teresa Bartoli, Marco Bini, Maura Boffito, Stefano Brusaporci,
Massimiliano Campi, Eduardo Antonio Carazo Lefort, Laura De Carlo, Agostino De Rosa,
Riccardo Florio, Fabrizio Gay, José Maria Gentil Baldrich, Paolo Giordano, Manuela Incerti,
Emma Mandelli, Riccardo Migliari, Roberto Mingucci, Giuseppa Novello, Maurizio Unali,
Graziano Mario Valenti, Chiara Vernizzi

Publicato in dicembre 2018

ISSN 2533-2899



3.2018

diségno

5 *Vito Cardone*

Editoriale

9 *Mario Docci*

Copertina

Contributo alla storia della rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente

22 *Philibert de L'Orme*

Immagine

Il *Bon Architecte*, il *Mauvais Architecte*

23 *Francesca Fatta*

La doppia allegoria del *Bon Architecte* e del *Mauvais Architecte* di Philibert de L'Orme

STORIA/STORIE DELLA RAPPRESENTAZIONE

29 *Fabrizio Gay*

Geometria

Sulla genealogia della geometria nel disegno per il design: futuro primitivo di un tema tecno-estetico

41 *Leonardo Baglioni*
Marta Salvatore

La teoria dei punti di concorso nella scenografia di Guidobaldo del Monte

53 *Mara Capone*

Teorie e metodi per lo sviluppo delle rigate e lo spianamento approssimato delle rigate non sviluppabili

69 *Stefano Chiarenza*

La diffusione della Geometria descrittiva in Gran Bretagna tra XVIII e XIX secolo

83 *Cristina Cándito*

Le misurazioni geometriche e strumentali nella rappresentazione

97 *Alberto Sdegno*

Digitale

Il grado zero della rappresentazione

109 *Liss C. Werner*

Kybernetische[s] Zeich[n]en. Eine Vereinheitlichende Sprache von Paskys Kybernetik und der Computerkunst in Deutschland

119 *Matteo Del Giudice*

Il ruolo delle tecnologie digitali per la rappresentazione progettuale

131 *Livio Sacchi*

Progetto

Come cambia il disegno

143 *Carlos Montes Serrano*
Amparo Bernal López-Sanvicente
Jesús Luna Buendía

Il disegno di architettura nella *Escuela de Madrid* negli anni Sessanta del Novecento

- 153 *Roberta Spallone* Parlare agli occhi con il disegno. Rappresentazioni di progetto nelle riviste a metà Ottocento
- 165 *Alberto Grijalba Bengoetxea*
Julio Grijalba Bengoetxea Arquitectura: historia y representación. Diseñar un Atlas interactivo. Procedimientos y comunicación
- 177 *Vincenzo Cirillo* La rappresentazione della scala nella trattatistica italiana dal XVI al XVIII secolo

Rilievo

- 191 *Paolo Giandebiaggi* Rilievo 4.0: la sfida della complessità
- 203 *Aldo De Sanctis*
Antonio Lio
Nicola Totaro
Antonio A. Zappani La basilica di San Pietro: rilievi come modelli di conoscenza (XVII e XVIII secolo)

RUBRICHE

Letture/Riletture

- 217 *Laura Carlevaris* L'Edizione nazionale del *De prospectiva pingendi*: un approccio filologico ai disegni del trattato

Recensioni

- 227 *Vito Cardone* Carlos Montes Serrano. *Del material de los sueños. Dibujos de arquitectura en la modernidad* Valladolid: Universidad de Valladolid 2018
- 230 *Paola Raffa* Francesco Manganaro, Alessio Altadonna, Adriana Arena. *Mario Manganaro "...un disegnatore generoso"* Messina: EDAS Editori 2018
- 233 *Andrea Giordano* Vito Cardone. *Gaspard Monge, padre dell'ingegnere contemporaneo*. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile 2017
- 236 *Silvia Massserano* Laura Carlevaris (a cura di). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva. Due giornate di studio* Roma: Gangemi Editore 2017

Eventi

- 241 *Saverio D'Auria* *Arquitecturas-Imaginadas: Representação Gráfica Arquitectónica e "Outras-Imagens"*
- 245 *Massimiliano Lo Turco* Workshop 3D Modeling & BIM. *Nuove Frontiere*
- 248 *Valeria Menchetelli* *Patrimonio culturale digitale | Esperienze internazionali. Documentazione, rilievo e rappresentazione per la conoscenza, il progetto e la conservazione*
- 251 *Barbara Messina* *Nexus Conference 2018. Relationships Between Architecture and Mathematics*
- 254 *Andrea Pirinu* *XVII Congreso Internacional EGA 2018*

- 259 **La biblioteca dell'UID**

Editoriale

Vito Cardone

Nel 2018 si svolge, a Milano, il 40° Convegno dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione: la prima edizione di questi incontri si tenne il 3-4-5 maggio 1979 a Santa Margherita Ligure.

L'Unione Italiana per il Disegno (UID) ricorderà adeguatamente la ricorrenza, avviando in realtà, considerato che nel 2020 cade poi il 40° anniversario della fondazione della nostra società scientifica (formalmente costituita il 4 agosto 1980), un biennio di celebrazioni.

L'articolo di Mario Docci – che è stato tra i fondatori della UID e oggi ne è Presidente Onorario – che apre questo numero 3 di *diségno* inaugura di fatto tale percorso, che vuole essere occasione per riflettere, come si dice, su “chi siamo, da dove veniamo”, ma pure su “dove andiamo”, anzi:

su dove “dobbiamo andare”. Non a caso Docci si sofferma soprattutto sulle vicende dell'ultimo mezzo secolo, con particolare riferimento alla nostra storia – che è ormai parte integrante della più generale storia della rappresentazione grafica – e all'insegnamento del Disegno nella Facoltà di Architettura di Sapienza Università di Roma, ove egli vede la nascita di una “scuola romana” che avvia, in Italia, «la creazione di una nuova disciplina: la rappresentazione architettonica». Docci conclude il suo contributo auspicando che «i giovani si dedichino alla ricerca storica nel settore della rappresentazione, poiché malgrado siano stati affrontati alcuni studi nel settore del rilievo e del disegno a mano libera, la Storia della Rappresentazione è ancora in gran parte da scrivere».

Ci è parso pertanto naturale, più che opportuno, dedicare il primo numero tematico della rivista, ossia il primo non dedicato al Convegno annuale della UID, alla storia della rappresentazione.

Questo tema è stato presente fin dai nostri primi convegni e la UID ne ha sempre caldeggiato la coltivazione, considerando la storia fondamentale per la definizione dell'identità del settore scientifico-disciplinare. È il caso di ricordare che a conclusione del I Convegno, all'epoca non ancora internazionale, dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione nelle Facoltà di Architettura e di Ingegneria, si decise che il successivo Convegno avrebbe avuto per tema *La storia del disegno per una metodologia didattica*.

In realtà in quel secondo appuntamento, svoltosi dal 29 al 31 maggio 1980, ancora nella villa Durazzo di Santa Margherita Ligure, si andò ben oltre. «La storia del disegno, o della rappresentazione (ma io mi accontenterei, e ce n'è abbastanza, della storia del disegno) ci consente di capire, ritrovare, creare e ricreare il disegno; storia delle teorie sull'arte o sull'architettura, storia della critica d'arte e dell'architettura, storia infine o critica del disegno, nelle tante flessioni delle loro forme, significano il guadagno e il possesso dello spirito storico-critico», sostenne Gaspare De Fiore nelle sua *Introduzione* ai lavori. E il primo intervento, di Luigi Vagnetti, ebbe il significativo titolo *Disegno e Rappresentazione. Invito alla storia*.

Quell'approccio ha fatto sì che l'attenzione alla contestualizzazione storica ha poi sempre caratterizzato la più qualificata ricerca scientifica nel settore e, quindi, pure gli interventi più significativi che si sono registrati ai nostri appuntamenti annuali. La XI edizione del Convegno – tenuta il 16-17-18 ottobre 1989, già nella villa Marigola di Lerici – ebbe per tema proprio *La storia del disegno*.

A inaugurare quella edizione del Convegno fu Edoardo Benvenuto, Preside della Facoltà di Architettura dell'Università di Genova, che organizzava quegli appuntamenti, che aprì con un colto intervento dal titolo *La rappresentazione nella storia del pensiero scientifico*, che andava pertanto ben oltre la rappresentazione nell'ambito dell'architettura e dell'ingegneria. Si prefigurarono così, seppur a grandi tratti, gli scenari che avrebbero affascinato in seguito alcuni di noi – all'epoca giovani all'inizio della carriera accademica – spingendoci a interessarci di tutta la rappresentazione visiva, non solo di quella grafica, e quindi di tutte le immagini, a qualsiasi fine prodotte: a cominciare da quelle che rientrano nell'ambito della scienza o in ambito artistico, quindi non più solo di quelle funzionali all'architettura, al design e all'ingegneria.

Inoltre, il 2018 è anno mongiano, perché ricorre il bicentenario della morte di Gaspard Monge, il fondatore della Geometria descrittiva.

È noto che egli non ha inventato, né se ne è mai attribuita la paternità, il metodo delle proiezioni ortogonali, che poi ha preso il suo nome, ma si è solo limitato a codificarlo rigorosamente. Monge, però, ha sistematizzato le tradizionali pratiche empiriche di rappresentazione grafica all'epoca adottate e ha concretizzato le intuizioni di numerosi artisti, architetti, ingegneri e geometri che lo avevano preceduto – da Piero della Francesca ad Albrecht Dürer, da Philibert de L'Orme a Girard Desargues, da Guarino Guarini ad Amédée François Frézier – in compiute e felici concezioni e formulazioni. Ha delineato così una vera e propria disciplina scientifica, prima inesistente come tale: dotata cioè di una solida impalcatura teorica coerente – basata su astrazioni, idealizzazioni, individuazione dei soli elementi e delle leggi essenziali per rappresentare gli oggetti secondo regole generali costanti –, di prassi di speculazione teorica e di ricerca specifica organizzata, che si dedica pure alla messa a punto di materiale didattico. Il successivo sviluppo di questi studi, fino all'attuale formulazione in un corpo disciplinare organico, non solo non può prescindere dai principi fondatori di Monge, ma è anche incommensurabile con la sua opera. Ciò pure perché egli non trattò solo questioni teoriche ma affrontò anche – ed è forse una delle massime espressioni dei legami inscindibili tra scienza e tecnica e tra teoria e pratica che caratterizzarono tutta la sua operosità scientifica e il suo magistero – applicazioni concrete e, pertanto, allargò i suoi interessi alla tecnica della rappresentazione. Avviò così, consapevolmente, l'elaborazione di una più generale "teoria e tecnica della rappresentazione grafica di carattere tecnico", fondata su un corpo disciplinare omogeneo e per molti versi autonomo, che travalica i confini della matematica applicata (nella quale, proprio seguendo il suo approccio iniziale, si è più volte tentato di inserirlo) e che ha rivoluzionato l'approccio al disegno di tutti gli oggetti, non solo dei manufatti architettonici, e alla rappresentazione del territorio.

Dedicare un numero della nostra rivista al maestro sarebbe stato però inopportuno, soprattutto considerato che lo scorso anno, proprio in previsione dell'anniversario, io stesso ho scritto un nuovo libro sul suo incomparabile itinerario scientifico, di professore, di politico e di organizzatore di studi superiori.

È stato ritenuto invece naturale – considerata la recentissima stampa dell'Edizione nazionale – dedicare la rubrica

letture/riletture al *De prospectiva pingendi* di Piero della Francesca. Se ne è fatta carico Laura Carlevaris, con un corposo saggio che costituisce pure un'attenta lettura di questa monumentale pubblicazione, nella quale l'edizione critica dei disegni è stata curata da Riccardo Migliari e ha visto impegnati alcuni suoi allievi.

Ovviamente, in linea con la *call*, gli articoli selezionati per questo numero della rivista e quelli pubblicati su invito trattano di storia della rappresentazione e non di storia della UID o dei Convegni dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione: cose, queste, che, come detto all'inizio, affronteremo con una serie di iniziative che sta curando uno specifico gruppo di lavoro della UID, coordinato dal Vice Presidente Mario Centofanti, i cui primi prodotti sono stati preparati per il Convegno di Milano.

Come era da aspettarsi, la maggior parte dei contributi ricevuti a seguito della *call* è relativa alla Geometria, descrittiva e non, e al Disegno di progetto, individuati naturalmente come i due filoni portanti e fondanti della disciplina. Alcune proposte, soprattutto quelle relative al Disegno di progetto, sono state rifiutate perché relative a realtà – architettoniche o urbane – o a personaggi minori o comunque poco significativi nell'ambito della ricca e articolata storia della rappresentazione. I contributi selezionati a valle del doppio processo di revisione condotto sia sugli abstract che sugli articoli completi, costituiscono pertanto due sezioni tematiche di questo numero della rivista, introdotte da due articoli ad invito.

L'introduzione alla sezione sulla Geometria è stata affidata a Fabrizio Gay, che si è soffermato su quello che egli definisce il «passaggio storico dalla Geometria Descrittiva alla Geometria Computazionale», verificatosi nella seconda metà del secolo scorso, evidenziando alcune «continuità e discontinuità nella storia della geometria per il disegno» e accennando alle condizioni attuali di quest'ambito tematico. Per l'introduzione alla sezione sul Disegno di progetto è stato invece chiesto il contributo di Livio Sacchi, il quale ha trattato delle principali trasformazioni che hanno stravolto il disegno architettonico che aveva «goduto nel tempo di straordinaria stabilità storica», fatte salve piccole innovazioni sul piano strumentale. Tra le principali procedure dei più generali algoritmi infografici che hanno sostituito il tradizionale (ed esclusivo) algoritmo grafico dell'*iter* progettuale, vengono esaminate soprattutto progettazione parametrica, BIM, *Big Data* e intelligenza artificiale: ossia le innovazioni che, per Sacchi, più di altre «sembrano sintetizzare i cambiamenti in atto». L'articolo si conclude con

alcune interessanti considerazioni sull'ulteriore rivoluzione che si profila «riguardante l'autorialità, sia del disegno sia, naturalmente, del progetto».

Varie proposte pervenute sono ascrivibili al disegno digitale; ma in buona parte avevano un taglio descrittivo ed erano abbastanza povere di contenuti scientifici adeguati al taglio della rivista, per cui sono state quasi tutte respinte dai revisori, in genere già nella valutazione degli abstract. L'unica selezionata è qui introdotta da un articolo di Alberto Sdegno, che si sofferma soprattutto sulle origini dell'applicazione dell'informatica alla rappresentazione grafica: passaggio cruciale, non ancora adeguatamente e criticamente storicizzato nella sua piena carica rivoluzionaria dalla nostra comunità scientifica. Per tale motivo, sullo stesso tema è stato chiesto un contributo anche a Liss C. Werner, della Technische Universität Berlin, che da tempo indaga lo stesso argomento, sul quale ha tenuto un'interessante *ponencia* invitata al recente Congresso EGA di Alicante.

Poche e quasi tutte non all'altezza le proposte che affrontano altri temi, a conferma del fatto che essi – a cominciare dal rilievo – sono considerati soprattutto espressione di attività di ricerca applicata, nelle quali recepiamo essenzialmente innovazione proveniente da altre aree scientifiche, piuttosto che produrla in proprio. Non si poteva, però, non dedicare comunque una riflessione al rilievo, le cui manifestazioni nel corso dei secoli hanno inciso in maniera sostanziale se non nella definizione dei metodi di rappresentazione, sicuramente sugli elaborati che in essi venivano eseguiti e sulle tecniche grafiche.

Questa riflessione è stata affidata a Paolo Giandebaggi che, con un ragionamento molto lineare, tenta di riscattare il rilievo allontanandolo dall'idea che si tratti di una semplice pratica tecnica. Sulla base della complessità del mondo attuale, che richiede un inedito e molto articolato tipo di conoscenza, egli sottolinea l'esigenza di interdisciplinarietà nel rilievo, costretto a «confrontarsi con culture differenti da quelle tradizionali in ambito architettonico, urbanistico, storico e ingegneristico». Giandebaggi delinea così una nuova e per molti versi inedita dignità scientifica per il rilievo, fino ad arrivare addirittura a parlare di una autonomia del rilievo, considerandolo come una disciplina autonoma. Quello proposto da Giandebaggi è un contributo di grande respiro, del quale si sentiva il bisogno, che può aiutarci ad andare al di là delle pratiche applicazioni che caratterizzano gran parte del nostro impegno in merito al rilievo, soprattutto dopo l'introduzione delle procedure e delle metodologie più sofisticate.

Con questo numero di *diségno*, alla rubrica di segnalazioni bibliografiche “la biblioteca dell’UID” si aggiungono le recensioni di libri ritenuti particolarmente significativi. Si tratta di una decisa scelta di campo che – nella pericolosa deriva che sta caratterizzando, soprattutto in Italia, la valutazione delle pubblicazioni scientifiche, tra le quali le recensioni non sono considerate – sottolinea invece l’importanza di questo prodotto editoriale, sul quale in altri contesti continuano a cimentarsi pure i professori più esperti e affermati, non solo giovani studiosi. Mi auguro che anche per noi possa verificarsi la stessa cosa, ovvero che pervengano proposte significative in merito e che le recensioni di monografie riacquistino il peso che compete loro.

Si arricchiscono invece le recensioni di eventi su temi della nostra area. Ciò testimonia in primo luogo il grande fervore che caratterizza da qualche anno l’attività dei colleghi del settore nelle diverse sedi universitarie italiane, ma pure il fatto che la UID è diventata punto di riferimento in campo internazionale, con richiesta di patrocinio di iniziative che si tengono all’estero, promosse da altre organizzazioni. L’elevata partecipazione di nostri soci e di studiosi esterni a questi eventi testimoniano il raggiungimento di un traguardo eccezionale.

L’esperienza di questo primo numero tematico suggerisce una considerazione utile per orientare le future proposte

di articoli per la nostra rivista. Si tratta del fatto che questa non è – come invece sono gli atti dei convegni – una raccolta di scritti senza limite numerico; non può pertanto accogliere qualsiasi articolo, che comunque risponde al tema della *call* e che sia ritenuto “accettabile” secondo gli standard utilizzati per i *paper* dei convegni.

Ciò comporta che i contributi che vengono proposti in relazione al tema generale del numero della rivista non solo vanno ben contestualizzati, ma debbono avere un taglio opportuno, essere centrati su personaggi e argomenti di adeguata rilevanza per contribuire a delineare uno scenario davvero significativo in relazione al tema generale proposto. E significa anche che saranno accettati per la pubblicazione non gli articoli valutati dai revisori semplicemente “accettabili”, come appena specificato, bensì solo quelli che – per originalità dei contenuti, rilevanza, qualità del testo, delle note e delle immagini, correttezza e pertinenza dei riferimenti bibliografici, stile e proprietà di linguaggio, come indicato dalla scheda di revisione – possano ritenersi di livello almeno “elevato”, degno di una rivista scientifica necessariamente selettiva.

Mi auguro che le proposte per il successivo numero tematico – il numero 5 della rivista, la cui uscita è prevista a dicembre 2019, dedicato alla rappresentazione del paesaggio, dell’ambiente e del territorio – tengano presente quanto qui proposto.

Contributo alla storia della rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente

Mario Docci

Introduzione

Risulta necessario riflettere sul significato della definizione "rappresentazione architettonica" prima di affrontare la tematica relativa alla storia di questa disciplina nel corso dei secoli. Tale denominazione si è affermata nel linguaggio tecnico in epoca relativamente recente, a partire dalla metà del secolo scorso, mentre precedentemente venivano utilizzate altre definizioni quali "disegno", "disegno architettonico", "disegno tecnico", "geometria descrittiva", "applicazioni di geometria descrittiva", "metodi di rappresentazione".

Alcuni dizionari italiani con il termine "rappresentazione" definiscono l'operazione di rappresentare con figure, segni e simboli sensibili o con processi vari, anche non materiali,

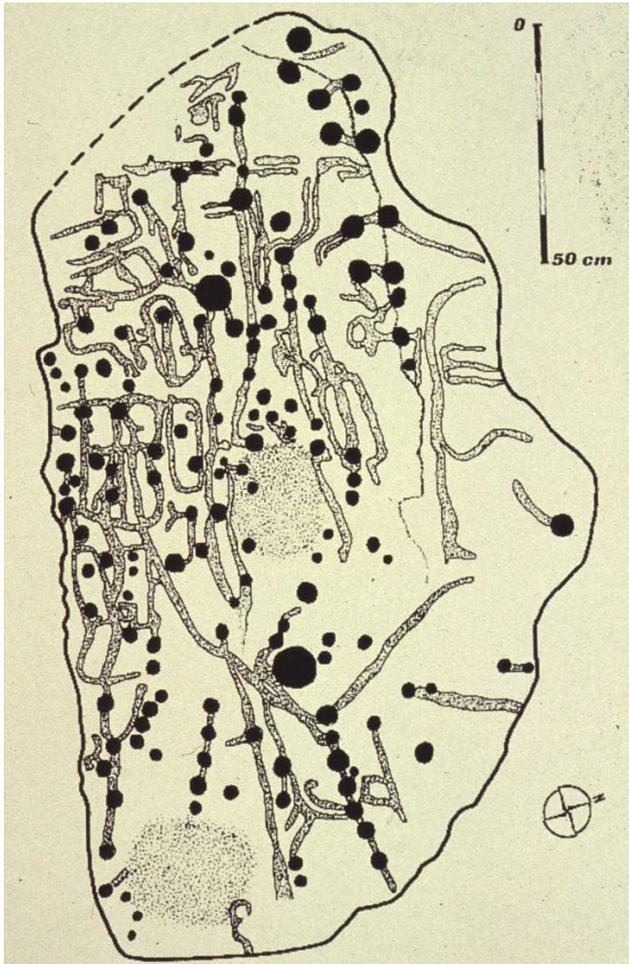
oggetti o aspetti della realtà, fatti e valori astratti. "Rappresentare" significa riprodurre graficamente un oggetto, una regione geografica ecc., su una superficie piana attraverso operazioni di proiezione che avvengono secondo criteri opportunamente stabiliti.

La rappresentazione può essere declinata in modo diverso in vari ambiti che vanno dalla filosofia al diritto, alla matematica e al campo dell'architettura e dell'ingegneria.

Venendo strettamente all'ambito dell'architettura, possiamo dire che l'azione del rappresentare è antica come il mondo [1]: nel corso dei secoli, tuttavia, essa ha assunto diverse connotazioni e denominazioni, come ho avuto

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

Fig. 1. A sinistra, Mappa di Abel Jamud (Wadi Ram), trascrizione grafica, periodo neolitico, 3000-3500 a.C. (elaborazione grafica dell'autore); a destra, Mappa di Abel Jamud (Wadi Ram), particolare (foto dell'autore). Si osservino le incisioni indicanti i percorsi e le semisfere che individuano i villaggi.



modo di osservare nel lontano 1997: «L'analisi storica ha indagato in modo approfondito il ruolo svolto dai metodi di rappresentazione e in particolare dalla prospettiva, in questa direzione basterà ricordare i fondamentali contributi di Erwin Panofsky e di Decio Gioseffi. Molti sono stati gli studi dedicati al problema della storia della prospettiva, pochi sono stati quelli dedicati alla più generale storia della rappresentazione e scarsissimi, infine, sono gli studi che affrontano il rapporto tra disegno di progetto e architettura nel suo sviluppo storico: eppure in questo rapporto è celata la chiave di lettura del progressivo sviluppo dei metodi di rappresentazione e, più in generale, della geometria solida, di sito e descrittiva. Per convincersi di ciò basta pensare a due casi emblematici, collocati esattamente al principio e alla fine dell'arco temporale che ha visto mutare il sapere attuale: Vitruvio e Frézier. In Vitruvio il metodo di rappresentazione si confonde a tutti gli effetti con il processo progettuale: l'*iconografia*, cioè la nostra proiezione in pianta, precede tutte le altre rappresentazioni dell'architettura, perché simula, cronologicamente, anche con il disegno, la prima operazione di cantiere, quella relativa al tracciamento sul terreno degli *spiccati* delle murature. Il termine che Vitruvio ci propone sta infatti per "disegno dell'impronta"; solo dopo questa operazione si potrà procedere ad innalzare muri e colonne, la cui corrispondenza grafica va trovata nel termine *ortografia*. Infine, a fabbrica ultimata, si ha la *sciografia*, cioè la "vista d'insieme", che da taluno è intesa come una prospettiva, forse una "*promenade architecturale*" *ante litteram* risolta grazie alla simulazione grafica che fornisce una visione d'insieme. È interessante osservare come per il grande teorico romano esista un preciso legame tra le operazioni grafiche eseguite sul tavolo da disegno e quelle del cantiere; questo ci consente di comprendere anche come alcune costruzioni grafiche, si pensi ad esempio alla divisione di una circonferenza in un numero n di parti uguali, possano essere condotte esattamente con le stesse regole sia sul foglio da disegno che in cantiere. È noto, infatti, che per dividere una circonferenza in quattro parti senza eseguire calcoli complessi si possono condurre due rette ortogonali passanti per il suo centro; ripetendo l'operazione si ottengono divisioni in otto, sedici o trentadue parti: ecco perché le cupole dei Sangallo presentano un numero di spirali di sedici o trentadue, ed ecco perché la rosa dei venti comprende otto o sedici venti. Lo stesso procedimento grafico eseguito sul tavolo da disegno può essere ripetuto in cantiere. In questo modo, dunque, si lega strettamente al progetto quella parte della geometria che si dedica alla rappresentazione degli og-

getti a tre dimensioni per mezzo di modelli bidimensionali» [Docci 1997, pp. XII, XIII].

In estrema sintesi possiamo dire che per molti secoli, fino alla fine del XVII secolo, per rappresentare un oggetto si realizzava un disegno riprodotto su un piano bidimensionale le sembianze dell'oggetto stesso, senza che vi fosse una rigorosa correlazione tra le sue forme e la sua rappresentazione. Con gli sviluppi della matematica e della geometria, a partire dal XVIII secolo fu codificata la geometria proiettiva [Amodeo 1939], i cui principi sono basati su due operazioni fondamentali: la proiezione (costruzione di un raggio proiettante passante per il centro di proiezione e per un punto dell'oggetto da rappresentare) e la sezione (intersezione del raggio proiettante con il piano su cui si forma la rappresentazione).

Riprendendo la prefazione già citata possiamo dire che: «Faccendo un salto di venti secoli si arriva a Frézier che, come noto, rappresenta l'ultimo dei trattatisti prima della rivoluzione industriale, a torto noto tra i cultori della geometria come autore di un trattato di stereometria, mentre dovrebbe esserlo per un'opera di geometria, disegno e architettura civile di amplissimo respiro, in cui si sviluppano mirabilmente tutte le osservazioni fin qui avanzate. Egli esordisce con una

Fig. 2. Mappa di Nippur, incisione su tavoletta di argilla, 1500 a.C.

Si osservi sulla destra la pianta del Palazzo reale con indicate le porte:

<<https://pierrickauger.wordpress.com/2014/03/19/la-plus-ancienne-carte-du-monde/>> (consultato il 10 giugno 2018).



Fig. 3. Torino, Museo Egizio. Cosiddetto "papiro delle miniere" con mappa dello Wadi Hammamat. *Cyperus papyrus*. Nuovo Regno, XX dinastia, regno di Ramesse IV (1156-1150 a.C.). Si osservi la rappresentazione delle gallerie di scavo: <https://it.wikipedia.org/wiki/Papiro_delle_miniere_d%27oro#/media/File:TurinPapyrus1.jpg> (consultato il 10 giugno 2018).



appassionata difesa della teoria, in sostanza degli studi geometrici, come presupposto dell'architettura e termina con un'esposizione dei cinque ordini, ben nota agli storici, nella quale rivendica alla razionalità vitruviana la genuina origine di ciò che in Architettura è autentica bellezza» [Docci 1997, p. XIII].

A partire da questi principi è stato possibile realizzare in modo rigoroso la rappresentazione di un oggetto posto nello spazio, attraverso la sua proiezione su un piano di rappresentazione (quadro) da un centro di proiezione posizionato a distanza finita dall'oggetto stesso (proiezione centrale) o a distanza infinita (proiezione parallela). Tra l'oggetto e la sua rappresentazione si viene così a stabilire una correlazione biunivoca che fa sì che, a partire dall'immagine, si può risalire all'oggetto che l'ha determinata e viceversa. Tutto ciò rende la rappresentazione scientificamente oggettiva e consente di utilizzarla per costruire fisicamente l'oggetto attraverso un processo univoco, sul quale si fondano tutti i progetti. Partendo dalle operazioni di proiezione e sezione, si sono successivamente sviluppati diversi metodi che consentono

operazioni di rappresentazione rigorosa e oggettiva, designati con la locuzione "metodi di rappresentazione", che si caratterizzano in relazione al diverso tipo di centro di proiezione (proprio o improprio) e alla relazione che si instaura tra il centro e il piano su cui avviene la proiezione (quadro). Nel corso dei secoli sono stati codificati il metodo della prospettiva (o proiezione centrale), il metodo della doppia proiezione ortogonale (o metodo di Monge), il metodo dell'assonometria e il metodo delle proiezioni quotate; ciascuno di essi si distingue per un diverso risultato di rappresentazione. In particolare, i metodi che usano il centro di proiezione a distanza finita danno luogo a una rappresentazione molto simile a quella propria della visione umana (prospettiva) e pertanto sono impiegati per rappresentazioni di tipo realistico. I metodi che impiegano il centro all'infinito generano invece rappresentazioni più astratte (proiezioni ortogonali, assonometria, proiezioni quotate), ma che presentano il grande vantaggio di un più agile controllo metrico, dal momento che misure lineari e angolari restano inalterate nel disegno nel caso in cui siano parallele al piano di proiezione. Questo tipo di rappresentazione è utilizzata prevalentemente nel settore tecnico e nella progettazione. Va infine ricordato che l'avvento dell'informatica ha determinato la nascita della rappresentazione virtuale, che non è una rappresentazione fisica ma che potrebbe anche essere

Fig. 4. *Forma Urbis Romae*, età severiana, frammenti I e, f, g, h [Docci, Maestri 1993, fig. 30, p. 25]. Sulla destra sono visibili tre domus e un odeon con al centro indicati i sedili e il colonnato di sostegno del tetto.

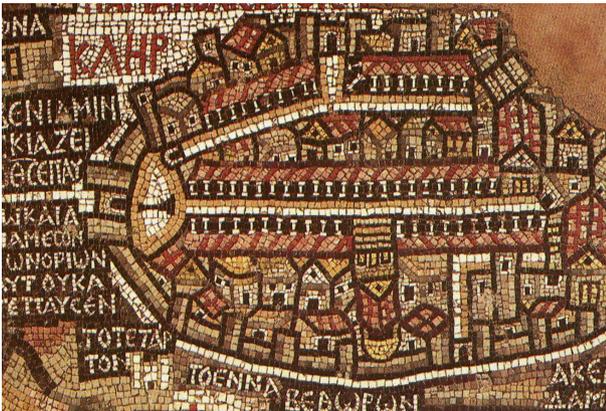


considerata tale, dal momento che esiste nella memoria del computer e che può essere visualizzata sullo schermo, e, pertanto, può essere utilizzata per rappresentare il progetto di un'opera da realizzare [2].

La Scuola Romana e i primi passi verso la creazione di una nuova disciplina: la rappresentazione architettonica

All'inizio degli anni Sessanta la Facoltà di Architettura di Roma, come altre facoltà italiane, fu presa d'assalto da una moltitudine di giovani allievi che volevano diventare architetti: i corsi di laurea avevano da qualche anno superato ampiamente i circa trecento iscritti ed erano in crisi poiché troppo affollati. Per tali esigenze la facoltà romana iniziò dunque a "sdoppiare" alcuni corsi e nella primavera del 1962 fu deciso che tale procedura venisse applicata anche al corso di *Applicazioni della geometria descrittiva*; il nuovo corso venne affidato a un giovane docente, Gaspare De Fiore, che già insegnava *Disegno dal vero*, nella speranza che egli provvedesse a un rinnovamento profondo dell'insegnamento. L'altro corso di *Applicazioni della geometria descrittiva*, affidato alla professoressa Maria Luisa Ganassini, sviluppava invece più tradizionalmente i metodi della Geometria descrittiva applicati alle problematiche dell'architettura.

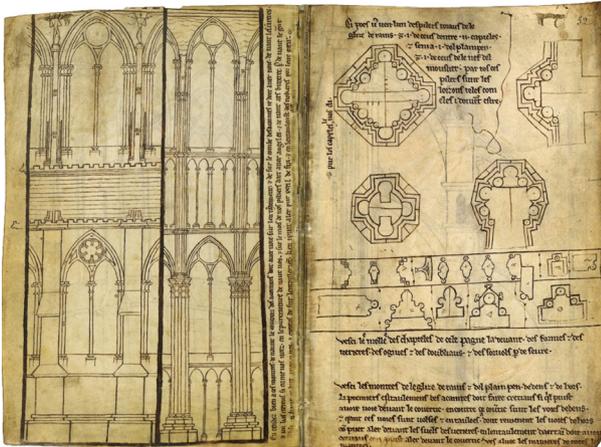
Fig. 5. Mappa di Gerusalemme, mosaico pavimentale nella chiesa di San Giorgio a Madaba, seconda metà del VI sec. d.C.: <https://en.wikipedia.org/wiki/Madaba_Map#/media/File:Madaba_map.jpg> (consultato il 10 giugno 2018).



Gaspare De Fiore riunì alcuni dei suoi collaboratori del corso di *Disegno* e altri giovani architetti, tra i quali chi scrive, precisando che egli avrebbe accettato l'affidamento del corso se ci fossimo impegnati a farcene carico, con il suo coordinamento. Fu così che durante l'estate del 1962 organizzammo molte riunioni con De Fiore e altri colleghi, come ad esempio Igino Pineschi, Achille Pascucci e Camillo Iannicari – a questi incontri credo che qualche volta abbia partecipato anche Franco Donato –, per poter elaborare il programma di un corso che non fosse il duplicato di quello già attivato e che, soprattutto, fosse focalizzato in particolare sulla rappresentazione dell'architettura e sull'esecuzione del progetto e all'analisi del contesto urbano o territoriale; ricordo qui che il progetto ha inizio con i primi schizzi di ideazione, per proseguire con la definizione del progetto stesso fino ad arrivare alla comunicazione del medesimo, proseguendo verso il progetto esecutivo. Fu da quei dibattiti che si cominciò a fare una distinzione tra la definizione "applicazioni della geometria descrittiva" e il termine "rappresentazione"; ci era infatti chiaro che per rappresentare il progetto l'architetto aveva bisogno di ricorrere a tutti i metodi della rappresentazione, tenendo conto che il mondo contemporaneo ci proponeva anche altre tecniche come ad esempio la fotografia e la realizzazione di plastici (modelli o *maquette*). Queste erano le principali ragioni per trovare una nuova denominazione per un corso che voleva esplorare tutti gli aspetti della rappresentazione.

Va ricordato che un architetto o un ingegnere si deve avvalere della rappresentazione non solo durante l'ideazione e la definizione del progetto ma anche nella fase di conoscenza dei luoghi nei quali è prevista la nuova opera e che ciò vale anche per gli interventi sull'architettura storica e sulla città. Infatti eseguendo rilevamenti architettonici egli ha la necessità, dopo aver misurato i punti caratterizzanti di un'opera, di rappresentare il singolo edificio o il comparto urbano; ha dunque bisogno di impiegare tutti i metodi e gli strumenti della rappresentazione in un modo più ampio di quello che un tempo potevano offrire le sole *Applicazioni della geometria descrittiva*.

In quella occasione comprendemmo a pieno come gli architetti ormai stessero usando sistemi di rappresentazione che in quegli anni erano già più complessi di quelli classici (che costituiscono i fondamenti scientifici della Geometria descrittiva) ma che necessitavano di essere ampliati con altre metodologie per rispondere a tutte le esigenze dell'architetto. Fu così che il nome del corso, pur



mantenendo il titolo ufficiale di *Applicazioni della geometria descrittiva*, venne completato con il sottotitolo: *Teoria e tecnica della rappresentazione*. Esso fu portato avanti dal nostro gruppo, sotto la supervisione di De Fiore: in particolare fummo Pascucci e io a impegnarci a fondo; purtroppo per la nostra sperimentazione, a partire dal 1968 il corso passò ad altro docente poiché De Fiore aveva nel frattempo vinto la cattedra di *Composizione architettonica* a Palermo. Questa nostra esperienza dunque ebbe termine, ma non cessò l'impegno di noi allievi di Gaspare De Fiore, che ci dedicammo ad approfondire le tematiche della rappresentazione, tanto che io stesso nel 1965 pubblicai un testo dal titolo *Teoria della rappresentazione*: nulla di particolarmente significativo, ma avevamo ormai raggiunto la piena coscienza che la rappresentazione costituiva il nostro ambito disciplinare. Su consiglio di De Fiore nel 1966 decisi di presentarmi al concorso per la libera docenza e sempre su suo suggerimento decisi di non presentarmi per *Disegno* o per le *Applicazioni della geometria descrittiva*, ma di puntare alla nuova disciplina che stavamo sperimentando a Roma. Nel maggio del 1967 conseguii con giudizio unanime della commissione l'abilitazione alla libera docenza in *Teoria della rappresentazione architettonica*, disciplina che per la prima volta entrava nel mondo universitario italiano. Come è noto, nel 1969 venne pubblicato il nuovo ordinamento delle Facoltà di Architettura che innovava profonda-



Fig. 6. Villard de Honnecourt, Taccuino, folio 62 e 63, metà del XIII secolo: <<http://classes.bnf.fr/villard/feuille/index.htm>> (consultato il 10 giugno 2018).

Fig. 7. Cristoforo Buondelmonti, Mappa di Costantinopoli, anno 1422 *Liber insularum Archipelagi*, 1824; Paris, Bibliothèque nationale de France: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b55010482q/f79.item>> (consultato il 10 giugno 2018).

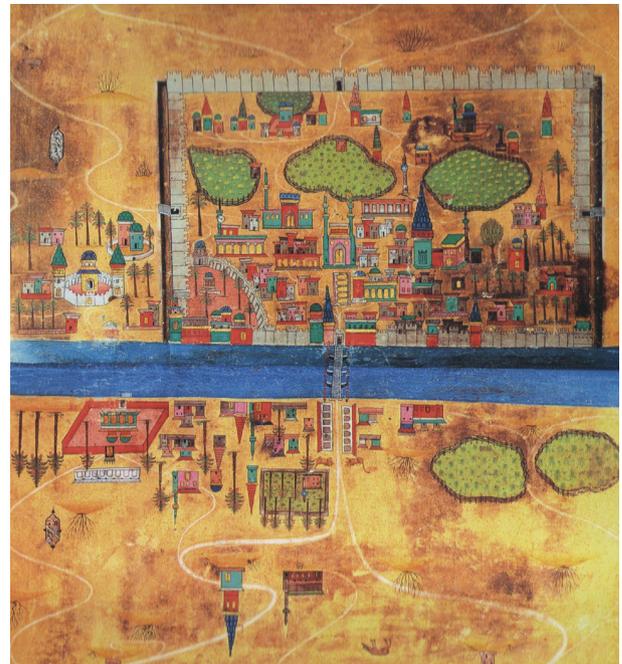


Fig. 8. Leonardo da Vinci, pianta di Imola, 1502 circa, Windsor Castle, Royal Library, n. 12284. Si osservi la rappresentazione degli isolati e degli edifici pubblici con indicata la pianta della fabbrica [Docci 1987, fig. 2, p. 182].

Fig. 9. Mappa di Baghdad, 1533. La planimetria della città presenta il ribaltamento degli edifici rispetto al fiume Tigri; le mura sono rappresentate con un ribaltamento di 90° in modo da mostrarne l'alzato: <MuslimHeritage.com> (consultato il 10 giugno 2018).

mente quello precedente e che colpiva pesantemente le nostre discipline, riducendole da sei a due, cioè *Applicazioni della geometria descrittiva* e *Disegno e rilievo*, cancellando del tutto i due corsi di *Disegno dal vero* e i due corsi di *Rilievo dei monumenti*. L'insegnamento di *Applicazioni della geometria descrittiva*, dovendo farsi carico anche dei fondamenti scientifici e delle tecniche della rappresentazione, assunse forme molto diverse in relazione al docente, limitandosi a fornire l'insegnamento dei metodi di rappresentazione oppure tentando di far rinascere il corso di *Scienza e Tecnica della rappresentazione*. Così accadde per il corso di *Applicazioni* che mi fu affidato a partire dall'anno accademico 1970-1971 e che mantenni fino all'anno 1974-1975, nel quale ripresi quanto già sperimentato con Gaspare De Fiore dal 1962 al 1968.

A partire dagli anni Settanta quindi riprese l'esperimento che continuò per molti anni grazie anche al contributo di Achille Pascucci che si fece carico del mio corso, portando avanti l'insegnamento di *Teoria della rappresentazione architettonica*. Il mantenimento di tale corso non significò solo la diffusione del sapere nel settore della Rappresentazione, ma anche l'elaborazione di ricerche e contributi scientifici che si dispiegarono nel tempo, come avrò modo di precisare di seguito. La nascita nel 1983 dei dipartimenti all'interno dell'Università La Sapienza e la creazione di un dipartimento de-



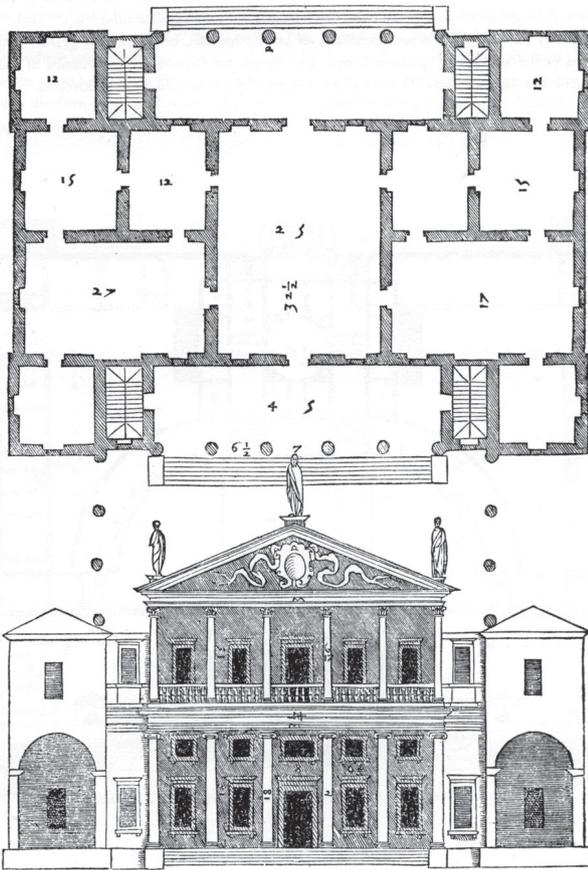
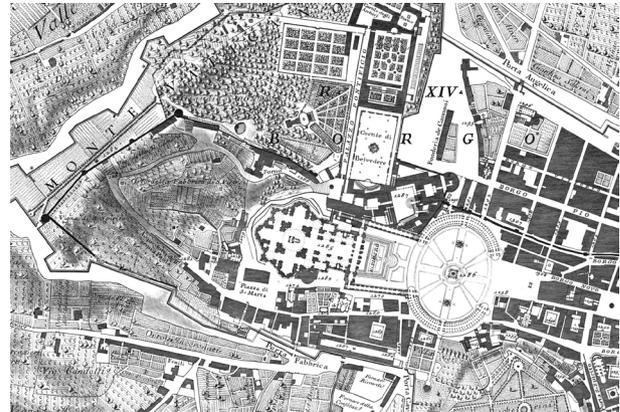


Fig. 10. Andrea Palladio, Villa Valmarana a Lisiera di Bolzano Vicentino, Vicenza. Incisione [Palladio 1570, libro I, p. 59].

Fig. 11. Giovanni Battista Nolli, Nuova Pianta di Roma, 1748. Particolare dell'area intorno a San Pietro. La rappresentazione della città è effettuata con una rigorosa proiezione ortogonale, inoltre gli edifici pubblici sono rappresentati anche con la loro spazialità interna.



nominato "Rappresentazione e Rilievo" – che riuniva tutti i docenti di Disegno, circa una trentina di persone, sparsi nelle Facoltà di Architettura, di Ingegneria e persino in quelle di Scienze Fisico-Matematiche e Naturali – determinò un notevole passo in avanti per l'attività della ricerca scientifica e anche una maggiore diversificazione delle competenze scientifiche.

Un grande confronto di idee ebbe luogo in quegli anni relativamente alle tematiche inerenti la Rappresentazione nei suoi diversi aspetti. Nel 1986 fu presa in particolare l'iniziativa di organizzare un Convegno Internazionale dal titolo *I Fondamenti Scientifici della Rappresentazione*, i cui responsabili scientifici eravamo Roberto de Rubertis ed io. Al fine di affrontare le nostre tematiche da un punto di vista interdisciplinare furono invitati, oltre a tutti i docenti di Disegno italiani, anche i seguenti professori: Decio Gioseffi, docente di Storia dell'Arte presso l'Università di Trieste; Richard Gregory, docente di Neuropsicologia dell'Università di Bristol; Giuliano Maggiora, docente di Composizione architettonica all'Università di Firenze; Corrado Maltese, docente di Storia dell'Arte dell'Università di Roma La Sapienza; Mario Rasetti, docente di Fisica Teorica al Politecnico di Torino; Alessandro Polistena, docente di Computer Graphics al Politecnico di Milano e René Taton, direttore dell'*École des hautes études en sciences sociales* di Parigi. Gli esiti di questo convegno costituiscono un vero e proprio punto fermo sullo stato dell'arte della Rappresentazione e anche della sua storia; in particolare mi riferisco ai contributi di Gioseffi e Taton, ma ritengo che anche gli interventi alle tavole rotonde debbano essere analizzati con attenzione da chi vuole affrontare

il tema della storia della Rappresentazione [AA.VV. 1989]. Il convegno si svolse all'interno del Palazzo della Cancelleria, luogo prestigioso, come ebbi a dire nell'apertura dei lavori: «Come avrete intuito, la scelta di questa bellissima sala affrescata mirabilmente da Giorgio Vasari, ove si svolge il convegno non è stata casuale; chi meglio del grande disegnatore fiorentino, avrebbe potuto dire: "il disegno è apparente espressione e dichiarazione del concetto che si ha nell'animo e di quello che altrui si è nella mente immaginato e fabbricato nell'idea"?» [3].

Tenuto conto degli esiti di questo importante Convegno, il Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo nel mese di aprile del 1993 organizzò un nuovo incontro, anch'esso legato strettamente al tema della Rappresentazione, dal titolo *Il Disegno di Progetto. Dalle origini al XVIII secolo*, che intendeva tracciare i lineamenti della storia della rappresentazione del progetto di architettura; gli esiti del convegno – particolarmente interessanti, tenuto anche conto dell'apporto di diverse scuole europee – sono reperibili nel volume che raccoglie i contributi più significativi [Docci 1997].

Dopo molti anni di discussione, le Facoltà di Architettura decisero, nel 1993, di porsi il problema della revisione del loro ordinamento, ritenendo che quello precedente, che risaliva al 1969, non fosse più in grado di rispondere alla formazione dei giovani architetti, tenuto anche conto della direttiva comunitaria relativa alla professione. Dopo una serie di confronti tra le diverse facoltà e i diversi settori disciplinari, fu approvata la nuova Tabella XXX che comportava notevoli cambiamenti nella formazione dell'architetto [4]. La nuova organizzazione prevedeva una struttura in tre cicli (2 anni + 2 anni + 1 anno); inoltre venivano per la prima volta introdotte undici aree disciplinari e l'Area XI era denominata "Area della Rappresentazione dell'Architettura e dello Spazio". Tale ordinamento, che restò in vita una decina di anni, è stato preso a modello da molte scuole europee e a mio avviso dovrebbe essere analizzato con grande attenzione poiché costituisce ancora oggi un modello di formazione moderno e più efficace rispetto a quello utilizzato attualmente [5].

Tali innovazioni non sfuggirono agli editori a livello nazionale; nel 1995 infatti la casa editrice Nuova Scientifica Italia (NIS) mi propose di redigere una monografia sulla Rappresentazione che includesse il sapere della Geometria descrittiva e i metodi di rappresentazione. Chiesi al collega Riccardo Migliari di collaborare e insieme affrontammo questo tema. Nella presentazione del volume abbiamo avuto modo di scrivere: «È noto che il termine "geometria descrittiva"

Fig. 12. François Demesmay, Concorso Clementino, 1758, seconda classe: "Ridurre la Basilica di S. Paolo sulla via Ostiense a forma moderna". Pianta secondo progetto. Roma, Accademia di San Luca (Dis. Arch. 0564), [Docci 1997, fig. 4 p. 324].

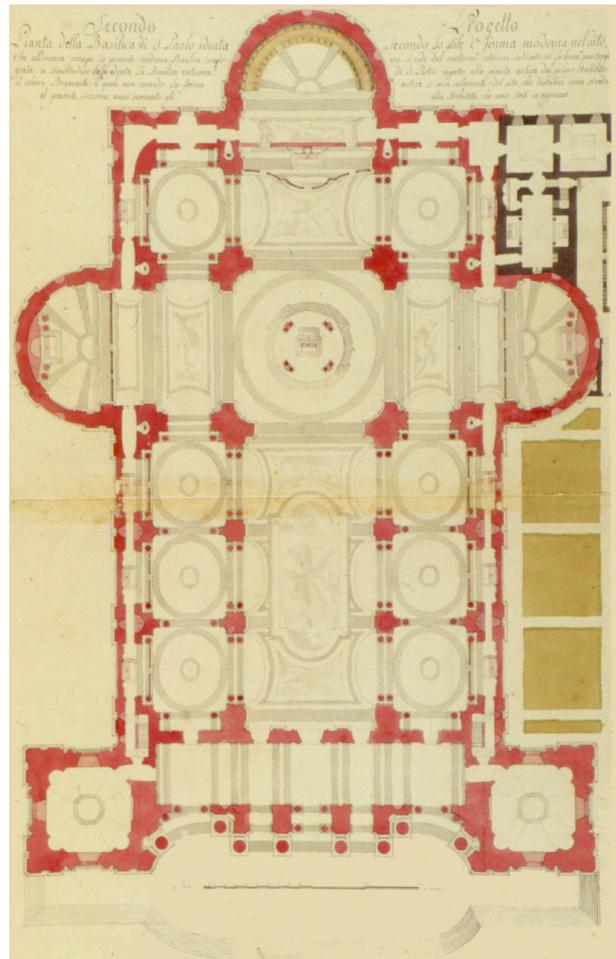
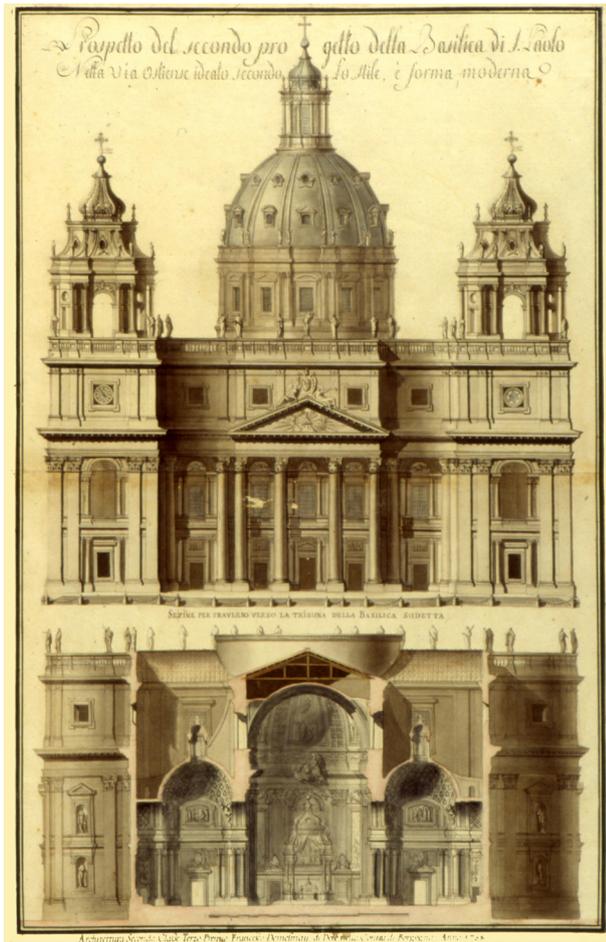


Fig. 13. François Demesmay, Concorso Clementino, 1758, seconda classe: "Ridurre la Basilica di S. Paolo sulla via Ostiense a forma moderna". Prospetto e sezione, terzo progetto. Roma, Accademia di San Luca (Dis. Arch. 0565), [Docci 1997, fig. 5, p. 324]. Si osservi la compiutezza della rappresentazione che segue i canoni del metodo della doppia proiezione ortogonale.



(*géométrie descriptive*) è stato coniato da Gaspard Monge per battezzare la nuova scienza della quale egli si dichiara il creatore. È scritto nelle fonti di questa storia che dopo la "invenzione" della geometria descrittiva sarebbe stato possibile risolvere, grazie a quest'ultima, ogni problema prima affrontato con i mezzi della prospettiva, della gnomonica, della stereometria e di tutte le altre scienze applicate alla rappresentazione dell'architettura e dell'ingegneria, della topografia e geodesia, ecc. È inoltre noto che molti "modi di rappresentare", che all'epoca non avevano forse ancora raggiunto la dignità di metodo di rappresentazione, l'hanno poi trovata in una storia più recente, tant'è che oggi al cosiddetto metodo di Monge se ne sono affiancati altri tre almeno, tutti con pari dignità di strumento matematico. Sembra dunque assurdo continuare a raccogliere sotto la denominazione suddetta scienze antiche, nobili e complete come la doppia proiezione ortogonale (nella forma del disegno architettonico illustrata in questo libro), come la prospettiva (o proiezione centrale, che dir si voglia), come l'assonometria (del tutto ignorata da Monge), come la proiezione quotata, e studi che meglio si avvalgono di questi altri metodi, piuttosto che il metodo di Monge, com'è lo studio delle superfici, quello delle volte e la teoria delle ombre e del chiaroscuro. Piuttosto sembra doveroso, al fine di raccogliere l'insegnamento della storia, comprendere tutte queste discipline, insieme e accanto alla geometria di Monge, sotto il nuovo titolo che potrebbe essere quello di "Scienza della rappresentazione", titolo che è appunto proposto per questo libro» [Docci, Migliari 1996]. Già in quegli anni dunque era viva in tutti noi la necessità di storicizzare la Scienza della rappresentazione, come si può ravvisare anche all'interno della pubblicazione qui menzionata, in quanto ciascun metodo di rappresentazione è preceduto da una breve introduzione storica, che ne ripercorre nascita, sviluppo e relativa codificazione.

La nascita dei corsi in Scienza della rappresentazione

Il nuovo ordinamento del 1993 si avviò a partire dall'anno accademico successivo; in molte facoltà, nell'ambito dell'area della Rappresentazione la materia fu insegnata ancora per qualche anno nei corsi che mantennero i nomi tradizionali dell'area ICAR/17, passando in molti casi dai due ai tre corsi resi obbligatori dal nuovo ordinamento. Nella Facoltà di Architettura di Roma La Sapienza fu subito chiaro che occorreva uno sforzo per cercare di superare le

vecchie discipline trovando delle denominazioni più ampie per comprendere i diversi aspetti della Rappresentazione, tra i quali anche le tecniche della rappresentazione, il Rilevamento con tutte le sue metodologie, ivi compresi i rilevamenti per scansione, senza tralasciare il Disegno dal vero, con le diverse tecniche quali ad esempio l'acquarello. Relativamente alla denominazione del corso, dall'anno accademico 2001-2002 si decise di designarlo con il nome di *Scienza della Rappresentazione I, II, III*, anche se forse avremmo potuto più coerentemente denominarlo *Scienza e tecniche della Rappresentazione*; la semplicità però paga sempre. Il problema dei contenuti dei tre corsi è stato risolto mediante l'impegno e il coordinamento dei tre docenti, con competenze diversificate, relative al Disegno di Architettura e ai Metodi di Rappresentazione e di Rilevamento. Nel corso dei tre anni tuttavia le conoscenze non vengono acquisite in maniera lineare: ad esempio il primo anno viene dedicato in prevalenza alle tecniche del disegno a mano libera e architettonico, ma viene affrontata anche l'analisi grafica dell'architettura; nell'ultimo anno invece oltre alle

principali metodologie di rilevamento si insegna la modellazione virtuale dell'architettura con il computer al fine di realizzare modelli virtuali 3D.

Attualità e complessità nell'elaborazione della storia della rappresentazione architettonica

Da quanto fin qui delineato emerge l'attuale complessità delle forme che la Rappresentazione ha assunto nel primo ventennio del XXI secolo, legata non solo all'avvento dell'informatica, che ha determinato la nascita della Rappresentazione virtuale [Docci 2007], ma anche all'esistenza di altre metodologie di rappresentazione, come ad esempio i modelli tridimensionali (plastici o *maquette*), il *Reverse Modeling*, la fotografia e la ripresa cinematografica. Vanno presi poi in considerazione altri aspetti legati, ad esempio, alla rappresentazione tridimensionale di un oggetto o di un manufatto: si pensi ai modelli generati da stampanti 3D gestite da software e derivati da scansioni

Fig. 14. Paul Letarouilly, *Plan général de la place et des édifices du Capitole*, 1860. Si osservi come la rappresentazione non sia sempre oggettiva ma tenda a interpretare le forme [Letarouilly 1860, fig. 15]: <<https://www.fulltable.com/vts/aoi/llletr/15.jpg>> (consultato il 10 giugno 2018).

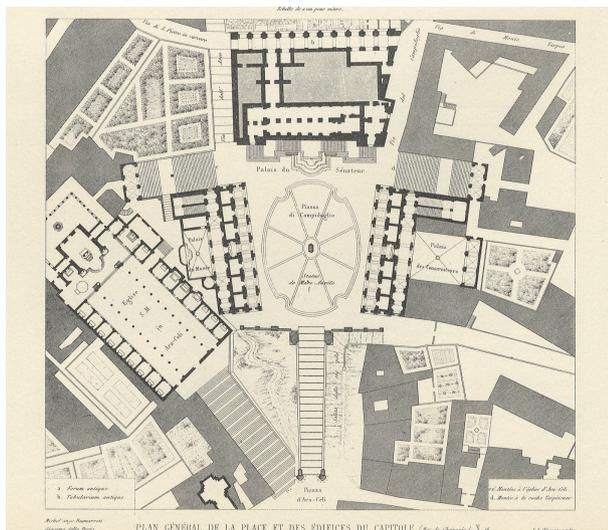


Fig. 15. Paul Letarouilly, *Vue générale de la place et des édifices du Capitole*, 1860. La rappresentazione prospettica è eseguita con grande accuratezza [Letarouilly 1860, fig. 16]: <<https://www.fulltable.com/vts/aoi/llletr/16.jpg>> (consultato il 10 giugno 2018).



tridimensionali con laser scanner e con altre metodologie quali la fotomodellazione.

Inoltre esistono specifici e autonomi settori nel mondo dell'architettura e dell'ingegneria: si pensi alla rappresentazione del territorio, ossia alla cartografia, che pur poggiando i suoi fondamenti scientifici sul metodo delle proiezioni quotate presenta una serie di aspetti particolari relativamente alla simbologia, ai segni grafici e ai tematismi, tanto da divenire, in alcuni casi, una vera disciplina (si pensi ad esempio alla Cartografia tematica).

Definire in modo esatto quali campi abbracci oggi la rappresentazione architettonica è dunque compito molto complesso, anche a causa del continuo rinnovarsi dell'informatica e delle nuove tecnologie.

È forse il momento di proporre una nuova definizione, più ampia, del termine "rappresentazione", che io reputo possa essere così descritta: la rappresentazione è il risultato di un processo che ha come finalità la restituzione di un oggetto su un piano di rappresentazione bidimensionale o in tre dimensioni (modello fisico), seguendo specifiche leggi di correlazione tra i punti dell'oggetto – sia esso reale o virtuale – e i corrispondenti punti rappresentati sul piano o appartenenti al modello tridimensionale.

La storia della rappresentazione, come altre storie quali ad esempio quella del rilevamento architettonico, non è

altro che uno dei tanti capitoli della storia della scienza [6], e pertanto ne dovrà seguire le regole già sperimentate, sviluppandosi lungo itinerari che attraversino tutte le periodizzazioni che sono state definite, dalle origini ai giorni nostri.

A mio parere tre sono i percorsi lungo i quali si sviluppa la storia della rappresentazione.

Un primo è quello dei fondamenti scientifici della materia, storia già in gran parte scritta da matematici e filosofi che si sono occupati della Geometria descrittiva prima e dei metodi di rappresentazione poi; si ricordino a tal proposito Gino Loria [Loria 1919; 1924; 1931] e Luigi Vagnetti [Vagnetti 1965; 1978].

Un secondo percorso è quello delle metodologie di rappresentazione, ivi compresi tutti gli aspetti legati alle convenzioni grafiche, alle simbologie e alla natura dei supporti. Il terzo percorso è quello inerente le strumentazioni attuali – dalle più semplici alle più complesse –, utilizzate nel processo di rappresentazione, versante sul quale vi è molto da lavorare.

In conclusione, è auspicabile che i giovani si dedichino alla ricerca storica nel settore della rappresentazione, poiché malgrado siano stati affrontati alcuni studi nel settore del rilievo e del disegno a mano libera, una vera Storia della Rappresentazione è ancora in gran parte da scrivere.

Note

[1] Le illustrazioni presenti nel testo, non richiamate direttamente nel contributo, illustrano le trasformazioni delle metodologie di rappresentazione impiegate nel corso dei secoli.

[2] Sulla rappresentazione virtuale si veda: Docci 2007.

[3] Docci, M., Apertura dei lavori. In AA.VV. 1989, p. 11.

[4] Il DM relativo alla tabella XXX per le Facoltà di Architettura è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 153 del 2/07/1993.

[5] Ad esempio, per l'Area della Rappresentazione si afferma che le discipline dell'area sono finalizzate al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

formare le conoscenze teoriche e pratiche necessarie alla rappresentazione dello spazio architettonico anche attraverso l'analisi del loro sviluppo storico; esercitare tutte le tecniche grafiche al fine di raggiungere il pieno controllo degli strumenti della rappresentazione, sia applicandole all'analisi dei valori dell'architettura, sia al progetto; praticare i metodi di rilevamento diretto e strumentale nonché le conseguenti tecniche di restituzione metrica, morfologica e tematica; formare la capacità di controllare il modello mentale dello spazio, che è premessa di ogni attività progettuale: Gazzetta Ufficiale n. 153, del 2/07/1993, p. 28.

[6] Per approfondire tale tipo di percorso si veda ad esempio Docci, Maestri 1993.

Autore

Mario Docci, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, mario.docci@uniroma1.it

Riferimenti bibliografici

AA. VV. (1989). *I fondamenti scientifici della rappresentazione*. Atti del Convegno. Roma 17-19 aprile 1986. Roma: edizioni Kappa.

Amodeo, F. (1939). *Origine e sviluppo della Geometria Proiettiva*. Napoli: Editore B. Pellerano.

Cigola, M., Fiorucci, T. (a cura di). (1997). *Il Disegno di Progetto dalle origini al XVIII secolo*. Atti del Convegno, Roma 22-24 aprile 1993. Roma: Gangemi editore.

Docci, M. (1987). I Rilievi di Leonardo da Vinci per la redazione della pianta di Imola. In S. Benedetti, G. Miarelli (a cura di). *Saggi in onore di Guglielmo De Angelis d'Ossat*, p. 182, fig. 2. Roma: Multigrafica Editrice.

Docci, M. (1997). Prefazione. In Cigola, Fiorucci 1997, pp. XI-XV.

Docci, M. (2007). Virtuale, Rappresentazione. In *Enciclopedia Italiana Treccani, XXI secolo*. Roma: Istituto Enciclopedia Treccani. Settima appendice, vol. terzo, pp. 448-450.

Docci, M., Maestri, D. (1993). *Storia del rilevamento architettonico e urbano*. Roma-Bari: Editori Laterza.

Docci, M., Migliari, R. (1996). *Scienza della Rappresentazione*. Roma: NIS.

Letarouly, P. (1860). *Édifices de Rome Moderne, Palais et Maison*, vol. 4, fig. 15. London: John Tiranti&Co.: <<https://www.fulltable.com/vts/aoi/letr/15.jpg>> (consultato il 10 giugno 2018).

Loria, G. (1919). *Metodi della Geometria Descrittiva*. Milano: Hoepli.

Loria, G. (1924). *Complementi di Geometria Descrittiva*. Milano: Hoepli.

Loria, G. (1931). *Il passato e il presente delle principali teorie geometriche. Storia e bibliografia*. Padova: Cedam.

Palladio, A. (1570). *I quattro libri dell'architettura*. Venezia: Domenico de' Franceschi.

Vagnetti, L. (1965). *Il linguaggio grafico dell'architetto oggi*. Genova: Vitali e Ghianda.

Vagnetti, L. (1978). De naturali et artificiali perspectiva: bibliografia ragionata delle fonti teoriche e della storia della prospettiva; contributo alla formazione della conoscenza di un'idea razionale, nei suoi sviluppi da Euclide a Gaspard Monge. In *Studi e documenti di Architettura*, n. 9/10.

Il Bon Architecte, il Mauvais Architecte

Philibert de L'Orme



La doppia allegoria del *Bon Architecte* e del *Mauvais Architecte* di Philibert de L'Orme

Francesca Fatta

Philibert de L'Orme fu uno dei massimi esponenti della cultura architettonica del secondo Rinascimento in Francia [Blunt 1958].

Si è scelta una doppia immagine, tra le più conosciute del XVI secolo, che riprende in chiave allegorica l'idea del buon architetto, in contrapposizione con quello cattivo.

Dalla rappresentazione della doppia allegoria emerge un concetto attuale, in quanto eterno, che intende coinvolgere il lettore in riflessioni che investono direttamente il contesto sociale e politico del fare architettura.

Si tratta di due incisioni inserite a conclusione del trattato *Le premier tome de l'Architecture* (1567) [1], che documentano le competenze dell'architetto progettista, costruttore e decoratore. Queste hanno la prerogativa di presentare la figura umana e il contesto architettonico e paesaggistico in atteggiamenti articolati ed espliciti.

De L'Orme fu costruttore e teorico di grande prestigio nella Francia di Francesco I e indubbiamente rappresentò per il suo tempo una personalità forte e influente. In queste immagini, tra somiglianze e differenze, si riassume l'evoluzione della figura del progettista e del costruttore nella fase di passaggio tra l'Età di Mezzo (il Medioevo) e il Rinascimento.

Note come immagini antitetiche di un fare positivo e negativo nei confronti del progettare e del costruire, le due illustrazioni richiamano Ambrogio Lorenzetti sugli effetti del Buon Governo e del Cattivo Governo [2].

Il «*sage et docte Architecte*» (figura di destra) viene rappresentato in un ambiente gradevole, allietato da giardini coltivati e giochi d'acqua che – in un effetto di prospettive – si contornano di architetture ariose, costituite da grandi vani segnati da arcature a tutto sesto, composte e proporzionate. Gli esterni e gli interni si compenetrano dando la sensazione che natura e architettura giochino un ruolo piacevole e rispettoso l'una dell'altra.

Ma è soprattutto la figura dell'architetto che attrae e stupisce, malgrado l'incredibile alterazione fisica, senza creare repulsione. La postura è ieratica e accondiscendente: egli si rivolge in modo compassionevole verso l'allievo e i due si accompagnano nei gesti e negli sguardi. Una figura fisica che potremmo definire "estroflessa", data la moltiplicazione dei sensi mediante cui viene rappresentata: quattro orecchie per amplificare l'udito nell'ascolto, quattro mani per accrescere la trasmissione del fare, tre occhi per cogliere i segni del passato, il presente e il futuro [3]. Inoltre, i piedi sono dotati di piccole ali, probabilmente per poggiare sulla natura in modo lieve e riguardoso. Il "buon architetto" parla all'allievo attraverso una bocca misurata perché la sua scienza va trasmessa in forma pacata e trasparente [4]. Il rotolo che tiene in una delle mani rappresenta il Disegno che organizza il mondo.

Il "cattivo architetto" (figura di sinistra) è rappresentato secondo un'idea analoga e contrapposta. Il contesto appare tetto e disorganico. La natura risulta incolta e misera, slegata rispetto a un'ambientazione che ha come

Articolo a invito a commento dell'immagine di Philibert de L'Orme, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

sfondo una architettura buia e massiccia, che mostra chiari riferimenti a una cultura medievale superata. La casa sulla destra è poco più di una capanna e il cielo minaccioso. Anche il grande albero al centro dell'immagine appare privo di legami con il paesaggio. Al centro si muove in modo scomposto una figura monca, un architetto privo di occhi e di naso, dalle mani mozzate, dalle vesti scomposte che oltretutto lasciano scoperte le gambe nude rendendo l'aspetto del *mauvais Architecte* ancora più fragile ed esposto. Infine, la bocca è spalancata, sempre per un'idea di contrapposizione con il parlare ragionato del *bon Architecte* [5].

Note

[1] Il trattato di Philibert de L'Orme, pubblicato nel 1567, è intitolato *Le premier tome de l'Architecture*; si prevedeva infatti un secondo volume che non fu mai scritto. *Le premier tome de l'Architecture* si compone di nove *Livres* e si completa con la *Conclusion*, centrata sulla figura dell'architetto e su «*certaines instructions sur l'entreprise et fait des bastiments*», che terminano con alcuni consigli riepilogativi sull'insegnamento che il buon architetto impartisce al discepolo affinché diventi anche lui un «*sage et docte Architecte*» [de L'Orme 1567, pp. 281-283].

[2] Ambrogio Lorenzetti, *Allegoria del Buon Governo, Effetti del Buon Governo, Allegoria del Cattivo Governo*, 1338-1339. Siena, Palazzo Pubblico.

Autore

Francesca Fatta, Dipartimento di Architettura e Territorio, Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria, ffatta@unirc.it

Riferimenti bibliografici

Blunt, A. (1958). *Philibert de l'Orme*. London: Zwemmer. [Ed. it.: M. Morresi (a cura di). (1997). Milano: Electa].

De L'Orme, P. (1567). *Le premier tome de l'Architecture de Philibert de L'Orme*

de L'Orme *conseillier et aumosnier ordinaire du Roy*. Paris: chez Federic Morel, rue S. lean de Beauvais: <<http://architecture.cesr.univ-tours.fr/Traite/Images/Les1653Index.asp>> (consultato il 22 luglio 2018).

de L'Orme commenta «*la figure cy-apres descrite [...] vous met devant les yeux un homme sage [...] ayant trois yeux. L'un pour admirer et adorer la sainte divinité de Dieu, et contempler ses oeuvres tant admirables, et aussi pour remarquer le temps passé. L'autre, pour observer et mesurer le temps present, et donner ordre à bien conduire et diriger ce qui se presente. Le troisieme pour prévoir le futur et temps à venir*» [de L'Orme 1567, p. 282].

de L'Orme commenta «*il fault beaucoup plus ouyr que parler*» [de L'Orme 1567, p. 282].

Anche in questo caso de L'Orme commenta «*il a seulement une bouche pour bien babiller et mesdire*» [de L'Orme 1567, p. 281].

Questa simmetrica contrapposizione tra positività e negatività, tra amplificazione dei sensi e mutilazione, rimarca la rispondenza da positivo a negativo nell'arte del costruire e nella figura etica e rappresentativa dell'architetto. Si sottolinea l'importanza della buona cultura, del saper fare e del saper insegnare. Una allegoria che, come già sottolineato, riprende l'idea di Ambrogio Lorenzetti di circa due secoli prima. Anche in quel caso gli affreschi si affidano all'allegoria per sottolineare un chiaro messaggio didascalico. L'allegoria del *Buon Governo* e quella del *Cattivo Governo* utilizzano entrambe visioni architettoniche e paesaggistiche contrapposte tra armonie e dissonanze per ispirare l'operato dei governanti.

STORIA/STORIE DELLA RAPPRESENTAZIONE

Geometria

Sulla genealogia della geometria nel disegno per il design: futuro primitivo di un tema tecno-estetico

Fabrizio Gay

Introduzione

Fare storia della geometria del disegno per il design – secondo l'intento dichiarato in questo numero di *disegno* – ci dovrebbe aiutare anzitutto a capire di che di cosa parliamo, oggi, quando parliamo di geometria nell'ambito delle ricerche universitarie coltivate specialmente nelle scuole di progettazione, di pedagogia, di arti e nei *design study*. In quest'ambito di studi, la storia della geometria non dovrebbe genericamente confondersi con storie della matematica [Chasles 1837; Loria 1921], né con la storia dell'arte, né con un'erudizione antiquaria: questi domini storiografici generali hanno altre (autorevoli) sedi scientifiche e pubblicistiche. La "geometria per il disegno" costituisce effettivamente un ambito tematico unitario se si dimostrano almeno due condizioni: 1°) che abbia un oggetto tecnico

comune a studi di svariata provenienza disciplinare; 2°) che i diversi punti di vista in materia abbiano un vocabolario comune e metodi condivisi.

1°) Intendiamo la "geometria per il disegno" come una scienza applicata che studia le categorie della forma degli oggetti, nonché le loro rappresentazione proiettiva e diagrammatica. La storia di questa geometria pratica raccoglie studi che, pur muovendo da punti di vista molto diversi, riguardano tutti – esplicitamente o implicitamente – questioni geometrico-morfologiche pertinenti al campo della storia e dell'antropologia degli artefatti visuali, specie di quelli fabbricati apposta per "rappresentare". Si tratta dunque di storie di artefatti visuali che indagano specifiche questioni geometrico-morfologiche.

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

Gli studi storici su una geometria così intesa, spaziando in domini molto diversi – dalla storia di artefatti visuali esemplari, alla trattatistica o all'odierna modellazione parametrica – offrono un panorama diversificato ma che dovrebbe comprendersi in un ambito tematico unitario, seppur trans-disciplinare.

Nel suo complesso la “geometria per il disegno” appare come una batteria di modelli geometrici, una sorta di pluralità sincronica (storica e attuale) di quelle che potremmo chiamare (al plurale) “Geometrie descrittive”, per rimarcare una genealogia che precede e prosegue dopo la parabola storica della Geometria descrittiva.

Consideriamo queste “geometrie descrittive” alla stregua dei concreti artefatti; attribuiamo loro lo stesso modo di esistenza degli oggetti tecnici descritto da Gilbert Simondon [Simondon 1958; 1992; 2013] e, come tali, le cogliamo – seguendo la formulazione del filosofo francese – nella loro specifica dimensione tecno-estetica.

2°) L'unitarietà di questa batteria di modelli geometrici è posta in due aspetti: i) nella confrontabilità (traducibilità) reciproca tra i modelli e ii) nella loro adeguatezza, cioè nella loro attitudine a descrivere gli aspetti più significativi delle forme degli oggetti e delle loro immagini. È a queste due condizioni – i) confrontabilità dei modelli e ii) loro adeguatezza esplicativa – che si potrebbe stabilire l'unitarietà tematica e l'attualità di studi storici sulla morfologia geometrica degli artefatti visuali.

Molti sono i punti critici di questo ragionamento.

Un realista ingenuo, come me, si chiede che cos'è la reale adeguatezza esplicativa dei modelli geometrici. Per adeguare le descrizioni geometriche ai valori fisici e antropologici (culturali) che danno senso alle forme degli oggetti è necessario avere una chiara consapevolezza (necessariamente storica) della concreta dimensione tecnica ed estetica di una geometria.

Dalla geometria descrittiva alla geometria computazionale

Nel motore a scoppio di un'automobile odierna pulsa ancora qualcosa di analogo a una macchina a vapore. Ce ne rendiamo conto solo immaginando di risalire la genealogia dell'ideazione di quel tipo di motore, fino alla macchina di Watt. Eppure l'automobile odierna è un artefatto meccatronico tanto complesso che non è più possibile rendersi conto dei calcoli che un insieme di algoritmi – a nostra completa insaputa – svolge in frazioni di secondo, per esempio, per dosare il comando di frenata sulle quattro

ruote in funzione delle loro specifiche velocità. La consistenza di quegli algoritmi – simili a quelli che pilotano gli aerei, regolano il traffico o la secrezione di ormoni – sfugge anche all'immaginazione dei loro autori. Così anche il funzionamento delle reti di microprocessori negli oggetti che ci circondano si basa su un'algoritmica che va ben aldilà dell'immaginazione visiva e oggettuale degli antichi teatri di macchine e del disegno tecnico.

La macchina a vapore e la *Géométrie Descriptive* (DG) sono entrambe oggetti tecnici connaturati alla prima rivoluzione industriale alla fine del Settecento; mentre gli odierni artefatti meccatronici, spesso dotati di percezione artificiale, sono connaturati alla Geometria computazionale (CG) e, come lei, sono frutto della terza e dell'incipiente quarta rivoluzione industriale.

Geometria descrittiva (DG) e Geometria computazionale (CG), pur in epoche diverse, sorgono nel corso di un medesimo sviluppo storico: quello dei mezzi di concezione tecnica degli artefatti. L'una (la DG) connessa a l'*art du trait*, alla stereotomia, al disegno meccanico e alla fotogrammetria; l'altra (la CG) ai sistemi CAD e CAM, alla fotogrammetria automatica e alla visione artificiale. Entrambe sono concepite come sistemi di traduzione di entità geometriche tra una rappresentazione matematica da un lato e disegni, prototipi e modelli, dall'altro. Entrambe sono nate elaborando nuove categorie di curve e superfici come oggetti matematici da tradurre geometricamente e realizzare concretamente in un'officina. Gaspard Monge, parallelamente alla *Géométrie Descriptive* e alla fabbricazione di cannoni, fondava la geometria differenziale dove la “superficie di pendio costante” porta ancora il suo nome. Pierre Bézier, parallelamente al perfezionamento delle macchine a controllo numerico nelle fabbriche Renault, segnando la preistoria dei sistemi CAD e CAM, realizzava una CG *ante-litteram* attraverso l'invenzione delle curve e delle superfici polinomiali che – realizzate ancora oggi attraverso gli algoritmi di Paul de Casteljau – portano il suo nome. Superfici di Monge e superfici di Bézier; DG e CG, oltre a nascere lungo il medesimo sviluppo bisecolare della progettazione e della manifattura industriale, sorgono anche dal medesimo sviluppo (più che millenario) della scienza della visione. La DG nasce quasi secoli prima della sua istituzione, con l'invenzione della teoria prospettica rinascimentale – cioè dello sviluppo dell'ottica geometrica nella *perspectiva artificialis* – e con le prime proposizioni proiettive della geometria pratica. Mentre l'ulteriore sviluppo della scienza della visione verso i modelli computazionali della psicologia

della percezione e verso la visione artificiale (robotica) ha segnato lo sviluppo e le applicazioni della CG, come vedremo in conclusione.

Inoltre – passando dallo sfondo scientifico alle pratiche tecniche – si noti che DG e CG sono entrambe connaturate alle pratiche di rilevamento delle superfici dei corpi reali nello spazio ambiente. Il metodo di rappresentazione per antonomasia della DG è la proiezione bicentrale, cioè, una forma di visione stereoscopica derivata dall'antico sistema di rilevamento topografico per "intersezione in avanti", schema analogo al modello geometrico della stereo-fotogrammetria.

Anche la CG costituisce uno sviluppo potenziato della fotogrammetria che, però, sfrutta l'evoluzione tecnologica dei sensori digitali e la loro sensibilità a uno spettro più ampio di radiazioni e fenomeni vibratorii. Con la diffusione delle tecniche d'acquisizione digitale delle immagini, grazie agli algoritmi di CG, i procedimenti fotogrammetrici della DG e, soprattutto, quelli della geometria epipolare, sono oggi alla portata di tutti, tramite software in grado di funzionare su personal computer economici, con immagini fornite da semplici fotocamere amatoriali o disponibili in rete. In più, la CG si è sviluppata negli anni Ottanta in stretta concomitanza con la straordinaria fioritura dei sistemi di acquisizione ottica dei dati 3D – dalla triangolazione attiva alla luce strutturata – applicando agli schemi topografici e fotogrammetrici tradizionali l'invenzione incessante di nuovi sensori e forme di scansione degli oggetti naturali o artefatti, minerali o viventi.

È impossibile indicare qui, anche sommariamente, lo spettacolare sviluppo tecnologico dei sistemi d'acquisizione dei dati geometrici spaziali negli ultimi trent'anni, nonché l'irraggiamento delle loro applicazioni nei campi più diversi – dalla biologia all'astronomia, dall'industria manifatturiera all'*entertainment*, dall'immagine medicale alla visione robotica – fino a pervadere, installati negli smartphone e nei mezzi di trasporto, la più comune vita quotidiana.

Per esempio, basterebbe considerare l'evoluzione della tomografia – partendo dalle prime macchine di Godfrey Hounsfield per la scansione a raggi X – per comprendere come la CG abbia esteso le applicazioni della DG al trattamento di corpi e dimensioni prima inaccessibili all'occhio e all'immaginazione umana.

Dalla scala molecolare – per esempio nello studio dei fenomeni di vibrazione di proteine – a quella astronomica – nello studio della forma spugnosa della distribuzione della materia nello spazio cosmico – la CG sta consentendo lo sviluppo di

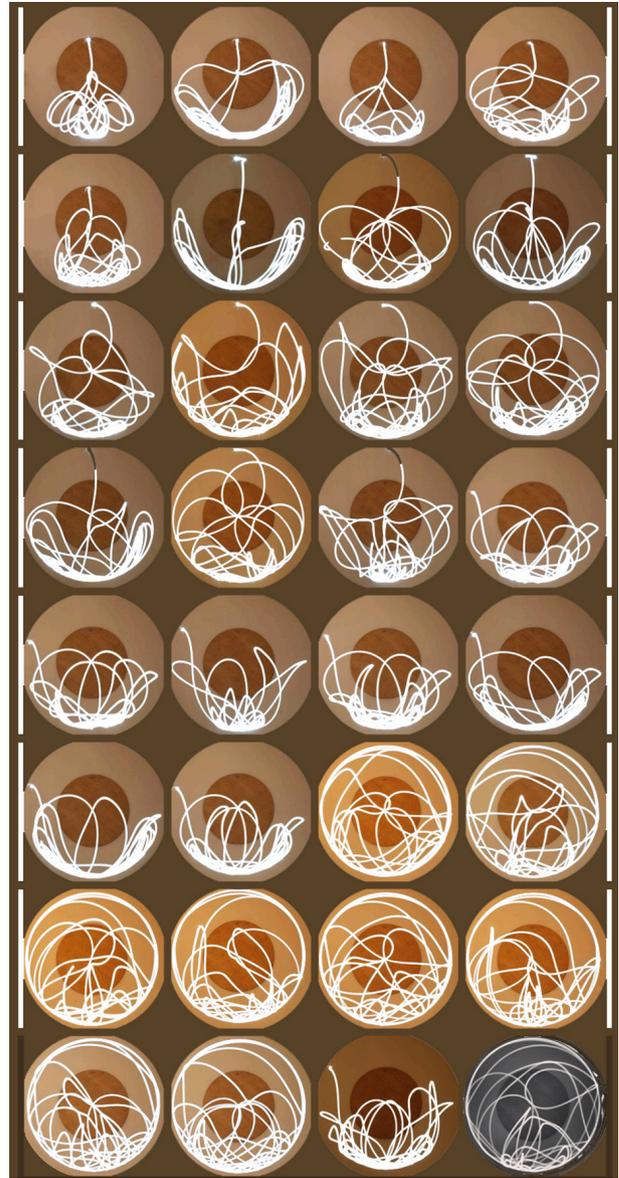


Fig. 1. Rilievo delle traiettorie del doppio pendolo con fotografie a lunga esposizione (elaborazione grafica di E. Calore, F. Giordano, E. Pettenà; IUAV, Corso di morfologia degli artefatti, prof. Fabrizio Gay, a.a. 2015-2016).

diverse "geometrie descrittive". Ma queste nuove "geometrie descrittive computazionali" possono studiare le forme degli oggetti lavorando anche all'inverso della tradizionale DG. Nella DG, come nella modellazione CAD, la forma è data matematicamente a priori rispetto alla rappresentazione concreta. All'opposto, nella CG la forma è praticamente ricavata a posteriori, è scoperta come struttura geometrica soggiacente a un'enorme massa di dati spaziali.

La CG è uno strumento morfologico atto a studiare i *pattern*, le regolarità stocastiche, i sistemi di macchie, corrugazioni e ondulazioni, le morfologie dei tessuti organici o geografici, le tassellazioni di alveoli, le crettature, le mazzature, striature, zebbrature nelle pigmentazioni animali e minerali, le ramificazioni, ecc.

Mentre la DG era principalmente uno strumento di rappresentazione, la CG è una sorta di geometria "estesica". La CG serve oggi a costruire strumenti di percezione e categoriz-

zazione dei corpi nello spazio ambiente e delle reti d'immagini, ricostruendo processi analoghi a quelli che negli esseri viventi portano al riconoscimento e alla cognizione estetica degli oggetti del mondo.

La traduzione (storica) tra geometrie e la nozione primitiva di "distanza"

Computational Geometry è il titolo della tesi dottorale di Michael Shamos che tratta «delle questioni che sorgono nel risolvere problemi geometrici attraverso il computer; cosa che – per il fatto che tali macchine sono state realizzate solo di recente – obbliga a considerare aspetti del calcolo geometrico che non sono semplicemente contemplati nelle matematiche classiche e, dunque, richiedono nuovi metodi». [Shamos 1978, p. I]

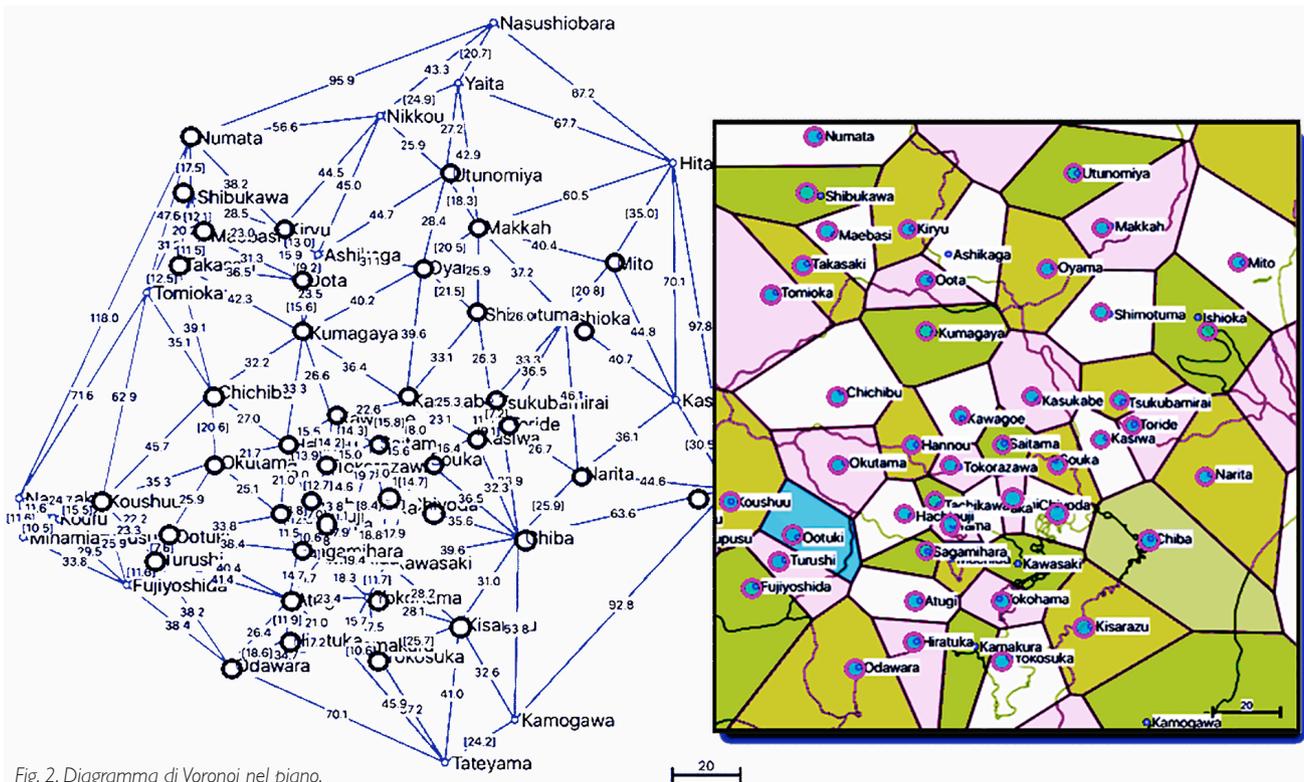


Fig. 2. Diagramma di Voronoi nel piano.

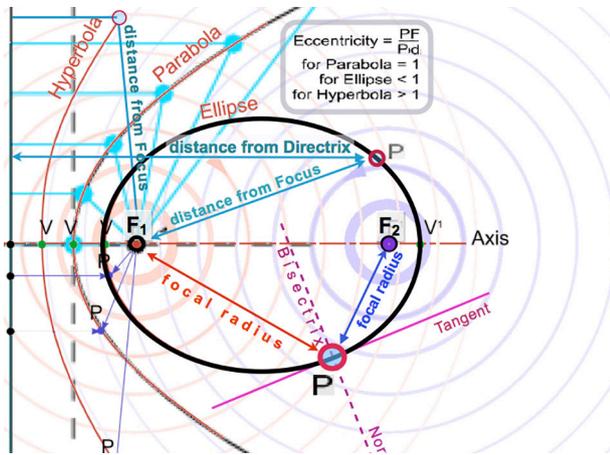


Fig. 3. Eccentricità e proprietà focali delle coniche.

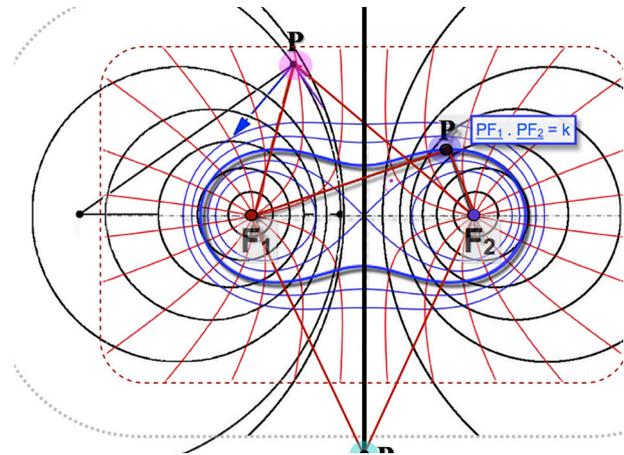


Fig. 4. Circoli di Apollonio e lemniscate di Bernoulli con le iperboli a esse ortogonali.

Un esempio di tali questioni è il problema – detto *Closest-Pair* – di trovare i due punti più vicini in un dato insieme di n punti. Ciò che noi tenteremmo di valutare “a occhio” è, geometricamente, il risultato di un’efficiente strategia di calcolo. Ma se una macchina misurasse la distanza di ognuna delle $m = n \cdot (n - 1) / 2$ coppie degli n punti dati, poi ordinasse e confrontasse le distanze, compirebbe un lavoro di complessità $O(n^2)$. L’autore [Shamos 1978, p. 163] propone invece un algoritmo ricorsivo del tipo *divide et impera* che riduce la complessità a $O(n \cdot \log n)$ operazioni elementari. In pratica, il tempo del calcolo su insiemi di dieci milioni di punti passava dalla settimana al secondo. Questa sparpagliata costellazione di n punti evocata sopra può essere trattata dalla CG solo attraverso modelli matematici discreti e la figura che meglio esprime questa discretizzazione dello spazio è il diagramma di Voronoi. Questi consiste (fig. 2) nella ripartizione di uno spazio in regioni distinte (dette “celle di Voronoi”) tali che ciascuna di esse contenga solo i punti più vicini a un dato punto (germe) che agli altri punti (germi). I confini delle celle di Voronoi sono i luoghi equidistanti da due o più punti (germi). La nozione qualitativa di distanza tra due punti è in grado di ridefinire le categorie tradizionali degli enti geometrici in termini computazionali. Non solo il cerchio e la sfera si possono definire in termini di distanza – luogo di punti equidistanti da un altro punto –, ma anche la retta e il piano: sono i luoghi dei punti equidistanti da due punti dati.

Dunque, retta e piano sono il diagramma di Voronoi per soli due punti. Il luogo dei punti equidistanti da un punto e da una retta (o da un piano) è ovviamente una parabola (o un paraboloide di rivoluzione). In generale, la definizione metrica delle coniche ci ricorda che l’equidistanza è solo un caso particolare di rapporto tra distanze ($= 1$). Infatti, le coniche sono definite in generale dalla loro eccentricità, come luoghi dei punti P le cui distanze PF da un dato punto F (fuoco) e Pd da una data retta d (direttrice) hanno rapporto costante ($PF/Pd = k$). Notoriamente, a seconda che k sia maggiore o minore di 1, si ha il caso dell’ellisse o dell’iperbole. D’altronde anche un cerchio o una sfera sono definibili come i luoghi dei punti P le cui distanze da due punti dati (F_1 e F_2) hanno un rapporto costante ($PF_1/PF_2 = k$). Si tratta in effetti (fig. 4) del cerchio (e della sfera) di Apollonio, che con $k = 1$ degenera in una retta (e in un piano). La proprietà metrica dell’eccentricità (fig. 3) definisce tutte le coniche ($PF/Pd = k$) ed è direttamente traducibile nelle loro proprietà focali. Come recita ogni dizionario, l’ellisse e l’iperbole sono definite rispettivamente come i luoghi dei punti del piano le cui distanze da due altri punti dati (i fuochi F_1 e F_2) hanno rispettivamente invariata la somma (per l’ellisse si ha $PF_1 + PF_2 = k$) e la differenza (per l’iperbole si ha $PF_1 - PF_2 = k$). Per k uguale alla distanza F_1F_2 , l’ellisse degenera nel segmento rettilineo finito F_1F_2 , l’iperbole in quello infinito F_2F_1 .

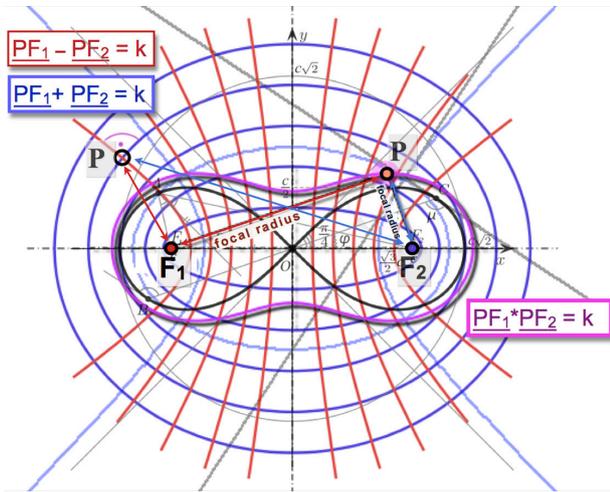


Fig. 5. Coniche e ovali di Cassini confocali.

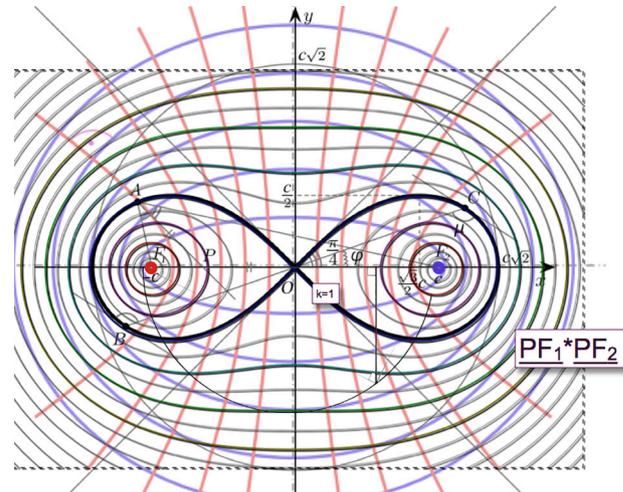


Fig. 6. Fogge delle ovali di Cassini confocali.

Eccentricità e proprietà focali delle coniche hanno consentito di formulare per analogia altre curve e superfici. Per esempio, le curve conicali possono essere intese come luogo dei punti dei quali è costante il prodotto delle distanze da un punto e da una retta ($PF \cdot Pd = k$). O la lemniscata, che Jakob Bernouilli (fig. 4), nel 1694, definiva ibridando le costruzioni dell'ellisse e del circolo di Apollonio ($PF_1/PF_2 = k$), come luogo dei punti del piano per i quali è costante ($= k^2$) il prodotto delle loro distanze da due fuochi ($PF_1 \cdot PF_2 = k^2$) (fig. 5). La classica forma "a otto" della lemniscata (fig. 6) si ottiene per $k = 1$; mentre per $k < 1$ la curva degenera in due distinti rami, due ovali quartiche, oppure, per $k > 1$, assume le varie fogge delle ovali di Cassini.

Questi esempi mostrano che l'affiorare di nuove definizioni di curve e superfici nella storia della geometria ricategorizza le definizioni precedenti. Con l'invenzione delle coniche anche il circolo, la retta e la coppia complanare di rette sono diventati casi particolari: coniche degeneri. Il fatto saliente nello sviluppo storico della teoria delle coniche è che le nuove proprietà sussumono e semplificavano le precedenti e, soprattutto, si traducevano in proprietà fisiche.

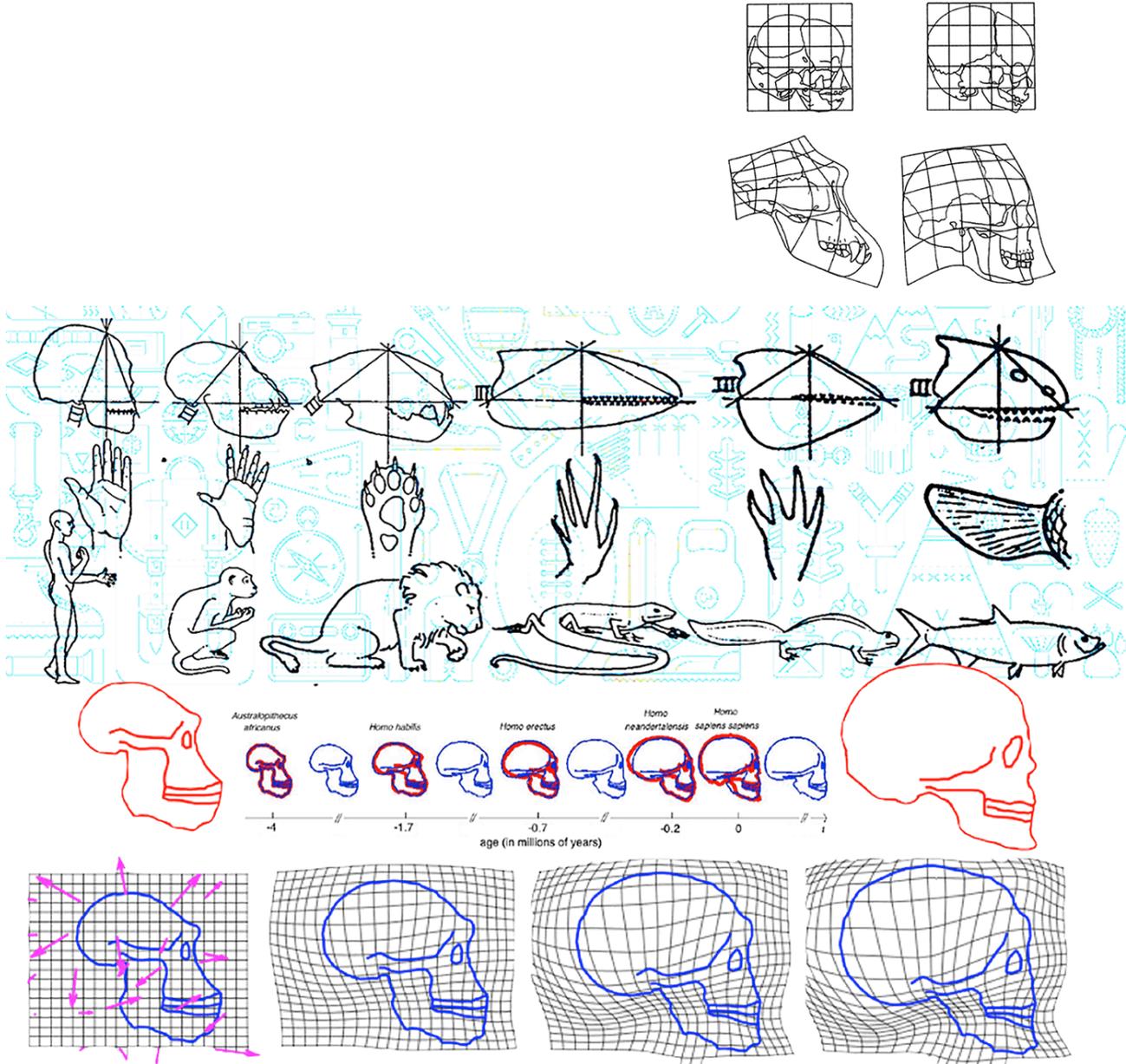
Lo stesso nome dei "fuochi" si deve storicamente alle note proprietà ottiche delle coniche. Dato che (fig. 3) ogni cop-

pia di raggi focali che si incontrano in un punto dell'ellisse è sempre tale che, 1*) la loro bisettrice è la normale alla curva (ortogonale alla tangente) e, 2*) le loro estensioni hanno somma costante; tali proprietà geometriche si traducono fisicamente nel fatto che tutti i segmenti irraggiati da un fuoco si riflettono nell'altro fuoco (a causa di 1*), tutti nel medesimo tempo (a causa di 2*).

Dunque, l'interpretazione energetica della nozione di distanza è ciò che unisce fisica e geometria. Già *ab antiquo* erano definite in termini "energetici" la retta di Archimede – più breve tra le linee che hanno gli stessi estremi –, sia quella di Euclide – linea che giace egualmente rispetto ai suoi punti (curva che coincide con ogni sua tangente) –, come il circolo di Aristotele, inteso come forma del moto perfetto. Dagli esperimenti ustori di Archimede alla fioritura seicentesca delle curve meccaniche e ottiche, fino allo studio ottocentesco dei *pattern* dei campi elettromagnetici, si identificano fisica e geometria in una concezione figurativa della scienza dell'estensione.

Per questa natura immaginale della geometria non esiste un solo modo formalizzato per categorizzare e immaginare un ente o una figura geometrica. Le categorie eidetiche concettualizzate, formalizzate, costituiscono una rete raramente gerarchica. Il fatto che ciò che sappiamo delle cose non può che essere interrelato con ciò che

Fig. 7. Sequenza degli arti e della scatola cranica dei vertebrati da Leroi-Gourhan 1986 e applicazione dei diffeomorfismi all'analisi statistica delle forme e dei profili del cranio.



sappiamo di altre cose, vale anche per la geometria, per quanto essa sia ordita come un linguaggio simbolico autoreferenziale e assiomatico.

Di fatto possiamo parafrasare correttamente, per esempio, la definizione di sfera come luogo dei punti equidistanti da un punto dato. In termini di rapporti tra distanze la si può tradurre come:

1) luogo dei punti per i quali è costante il rapporto delle distanze da due punti dati (la succitata sfera di Apollonio);
 2) luogo dei punti P la cui distanza PX da un dato segmento AB vale sempre e solo la radice quadrata di $AX \cdot (AB - AX)$;

3) ellissoide a due assi con i fuochi coincidenti.
 Chiamando in causa la figura dell'angolo retto – o le curve isottiche – potremmo definire la sfera come:

4) luogo dei vertici di tutti i triangoli rettangoli che hanno la stessa ipotenusa AB ; oppure, luogo dei vertici degli angoli retti i cui lati passano per due punti dati A e B ; oppure, luogo dei punti dai quali “si vede” sempre sotto un angolo retto un dato segmento AB .

Da un punto di vista differenziale la sfera è:

5) l'unica superficie a curvatura costante positiva;
 6) l'unica superficie che ha geodetiche tutte chiuse e congruenti tra loro;
 7) l'unica superficie (oltre al piano) fatta di soli punti ombelicali.

Invece, dall'opposto punto di vista integrale, la sfera può essere:

8) il poliedro regolare che ha un numero infinito di facce infinitesimali;

9) l'involuppo dei possibili poligoni i cui apotemi hanno la stessa estensione e concorrono in uno stesso punto; Molte sarebbero poi le varianti della genesi cinematica della sfera come superficie di rivoluzione di un cerchio intorno a un suo diametro; per esempio:

10) superficie che in infiniti modi – in ogni punto – è di rivoluzione;

11) l'unica superficie che un piano seziona sempre in cerchi;
 12) la più semplice superficie di larghezza costante, le cui tangenti parallele sono sempre equidistanti.

Infine, più efficacemente, si potrebbe definire la sfera come una bolla di sapone, secondo il principio fisico di minimizzazione dello sforzo, cioè, come:

13) la minore delle superfici che rivestono una data quantità di volume.

Queste definizioni – che assomigliano agli *Esercizi di stile* di Queneau – fabbricano diversamente il concetto di

sfera. Una bolla soffiata in una membrana perfettamente elastica (def. 13) è cosa diversa da una palla fatta al tornio (deff. 4 e 10) o modellata (deff. 5, 10 e 12), o tessuta di anelli intrecciati (deff. 6 e 11), o impilando dischi omotetici il cui raggio varia in concomitanza al coseno del raggio sferico (parafrasi della def. 2).

Perché queste immagini concettualizzate siano geometricamente traducibili tra loro bisogna assumere una nozione energetica di “distanza”. Questa nozione è dunque “primitiva” in tre sensi: logico, storico e psicologico. È logicamente preliminare ad altre ed è più antica; risale a epoche che non distinguevano fisica e geometria, epoche in cui i rapporti tra distanze corrispondevano a rapporti tra forze e le figure più semplici – retta e piano, circolo e sfera – erano solo i più improbabili tra gli spazi “contesi” tra forze opposte.

Da un lato la nozione di “distanza” ci riporta al senso delle antiche operazioni aritmetiche tra segmenti tracciati con riga e compasso. Dall'altro lato rinvia a proprietà fenomeniche e culturali degli oggetti fisici. In questo senso parliamo di una “concezione figurativa” che non ha mai abbandonato la storia delle geometrie, affiorando soprattutto nella questione della “genesì psicologica degli assiomi” [Enriques 1906, pp. 174-201].

L'idea che la geometria sia essenzialmente una scienza “figurativa” – non astratta – percorre tutta la storia di scuola realista della scienza dell'estensione, fino al progetto di una semiofisica [Thom 1988].

Conclusioni: geometrie e categorizzazione degli oggetti

La concezione figurativa della geometria che abbiamo evocato sopra riporta la scienza dell'estensione nell'alveo della filosofia naturale e delle tecniche [Thompson 1945]. Inoltre, ci consente di cogliere meglio le continuità e discontinuità storiche della geometria per il disegno nel passaggio tra DG e CG. Da questo punto di vista la DG e la CG sono episodi che si stagliano entrambe lungo le composite genealogie di due importanti capitoli della filosofia naturale:

1) la “scienza della forma” coltivata soprattutto nella morfologia naturalistica, dall'antica anatomia comparata fino alle teorie morfogenetiche otto e novecentesche;

2) la “scienza della visione”, dall'ottica euclidea alla *perspectiva artificialis* rinascimentale, dalla psicologia della percezione otto-novecentesca fino alle recenti tecniche di *computer vision*.

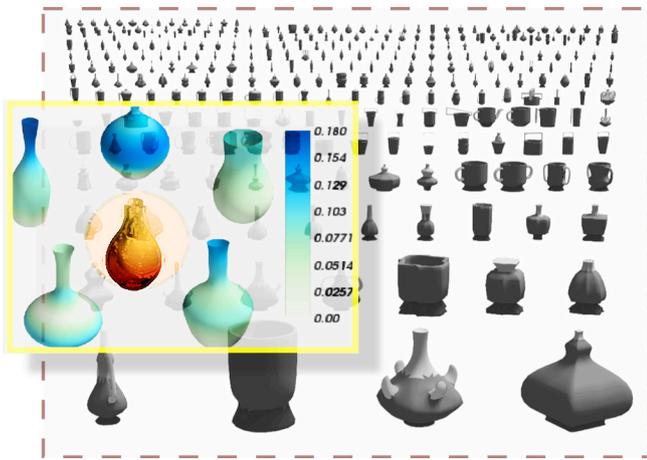


Fig. 8. Analisi statistica delle forme di superfici di vasi sulla base del calcolo della curvatura di Karcher. La "forma media" è al centro [Bauer, Bruveris, Michor 2014].

"Scienza della forma" e "scienza della visione" sono ambiti ben distinti, ma spesso hanno rappresentato il polo oggettivo e soggettivo di analoghe questioni morfologiche. Entrambe condividono alcuni problemi e metodi, alcuni strumenti geometrici e matematici che, con la terza rivoluzione industriale, hanno conosciuto la svolta epocale verso le tecno-scienze e l'attuale dimensione digitale del mondo. Mi spiego.

1) Notoriamente, dal secondo Ottocento, nelle scienze naturali si diffusero metodi comparativi morfometrici e statistici. Essi servivano a costruire tipologie dedotte da vasti *corpora* di *exempla* – costituiti prevalentemente da campioni, calchi o rappresentazioni grafiche – paramezzati e ordinati per grado di tipicità. A partire da questi *corpora*, ogni tipologia naturalistica era sempre basata sulla correlazione di caratteri analoghi su campioni omologhi di corpi diversi. Perciò ogni tipologia presuppone una tassonomia misurabile, cioè un paradigma comune all'insieme di corpi comparati e un criterio matematico di misura delle loro differenze. In senso tecnico si tratta di comparare proprietà geometriche, metriche e differenziali, come la distanza e la continuità delle curvature in un punto. Si tratta dunque di quelle trasformazioni geometriche dette "diffeomorfismi" (fig. 7) – a cavallo tra geometria differenziale e topologia – preconizzate

nelle pagine più famose del celebre *Growth and Form* di D'Arcy Thompson. In quelle pagine [Thompson 1945, pp.1026-1090] il naturalista inglese introduce l'uso di diagrammi detti "di trasformazione": grafici che descrivono la variabilità morfologica dei corpi nei termini della deformazione di un reticolo di riferimento composto di linee omologhe in organismi e parti di organismi diversi rappresentati alla stessa scala metrica. Ovviamente i diagrammi di trasformazione sono possibili solo se esiste un paradigma comune ai corpi comparati. Cioè, dipendono dalla scelta delle coppie di luoghi (ontogeneticamente) omologhi in diversi corpi. Dunque, tale reticolo di trasformazione avrebbe dovuto individuare il sistema di parametri più prossimo alle reali linee di crescita della forma (linee ontogenetiche) e prossimo alle parti degli organismi che manifestano le differenze di speciazione (filogenetiche).

La scienza della forma di Thompson, con la svolta epocale che ci ha condotti al mondo digitale e alle tecno-scienze, si è trasformata nel profluvio delle biometrie e morfometrie comparative che – dagli anni sessanta del Novecento – sono accompagnati dallo sviluppo sbalorditivo dei modelli morfogenetici in chimica teorica, fisica e, soprattutto, in biologia teorica.

2) I modelli geometrici che spiegano l'emergere delle forme dalla materia riguardano anche le neuroscienze. Oggi la neurogeometria [Petitot 2008] studia la geometria funzionale dell'apparato percettivo, specialmente i processi della percezione visiva di basso livello. Studia specialmente la trasduzione dell'informazione visiva dallo stimolo prossimale (retinico) 2D al formato del percelto elaborato dalla prima corteccia cerebrale visuale (V1). Ovviamente quest'ambito di studi si colloca all'inizio del quadro più ampio dei modelli geometrici usati nello studio dei diversi stadi nei quali si segmenta l'intero processo percettivo visuale:

- a) l'estrazione delle prime strutture morfologiche dall'immagine retinica (posizioni, dimensioni, orientamenti, colori, contrasti, distanze, moti);
- b) l'emersione di forme visuali;
- c) la misura dell'articolazione delle superfici in profondità nell'ambiente;
- d) la distinzione di regioni e oggetti come "cose" dell'ambiente effettivo;
- e) l'attribuzione della taglia e della posizione delle "cose";
- f) la segmentazione percettiva delle "cose" in loro parti;
- g) il riconoscimento di "oggetti";



Fig. 9. Riconoscimento e categorizzazione automatica di un oggetto attraverso inferenza di profondità di una singola immagine ed estrazione di caratteristiche da repertori di immagini [Yi et al. 2017].

h) l'attribuzione di categorie (funzionali e culturali) agli oggetti e alle situazioni percepite.

Ad esempio, in rapporto allo stadio "e" il vedere si assimila a una sorta di restituzione fotogrammetrica e stereoscopica della scena vista, trattandola secondo i modelli del cosiddetto "problema inverso" (della rappresentazione) elaborato nella DG.

In rapporto allo stadio "c" si usa una geometria differenziale che descrive il comportamento luministico delle superficie [Palmer 1999, pp. 243-246]. L'ipotesi è che il computo percettivo delle curvature avvenga a partire dall'andamento delle linee isofote, usato come indice della variazione punto per punto delle normali alla superficie.

Anche in rapporto allo stadio "f" si usano i termini della geometria differenziale. Per esempio, nell'ipotesi [Hoffman 1998] della tendenza ad attribuire "nomi" solo alle parti convesse degli oggetti, sono determinanti tutti gli indici percettivi di curvatura di una superficie [Koenderink 1972].

La ricerca di modelli geometrici adeguati a spiegare l'estrazione percettiva delle caratteristiche più significative degli oggetti riguarda anche lo studio dei processi cognitivi di più alto livello ("h"), anche se avviene una categorizzazione percettiva fin dai primi stadi della percezione.

L'ipotesi dominante è che la visione sia guidata in ogni istante dalla categorizzazione tramite strategie di economia computazionale, com'era per i criteri di organizzazione percettiva già ipotizzati dalla *Gestalt-psicologie* che identifica psicologia e geometria della forma-immagine (*Gestalt*).

La svolta del paradigma computazionale ha riguardato tanto la geometria quanto la psicologia della percezione [Marr 2010]. Entrambe, negli stessi anni, sono indistinguibili all'interno della teoria delle reti neurali elaborata da Minsky e Papert [Minsky, Papert 1990].

La storia di questa convergenza è lunga e nota. Ma cosa c'entra la geometria coltivata all'interno dei *design study* con la genealogia convergente nel modello computazionale di varie morfologie nate nelle scienze naturali?

Una prima risposta è storica. Fin dal secondo Ottocento, il modo di misurare morfologicamente la filogenesi ha riguardato anche l'antropologia, allora intesa come "storia naturale dell'uomo". La geometria comparativa dei *naturalia* si tradusse in quella degli *artificialia*. Cioè, il metodo della misurazione per diffeomorfismi si estese anche allo studio delle specie storiche e archeologiche degli artefatti umani, opportunamente ripartiti in *corpora* modellistici e tipologici (fig. 8). Da allora, metodi

analoghi alle biometrie statistiche sono giunti all'archeologia analitica [Clarke, Pinnock 1998] e giungono oggi al loro pieno compimento lavorando (*on line*) su *corpora* di modelli digitali ricavati dalla scansione 3D di immensi repertori di reperti.

La CG ha moltiplicato all'inverosimile le possibilità tecniche della morfologia del reperto e del repertorio. Nell'epoca dei *big data*, la CG consente l'estrazione di geometrie a partire da svariati tipi di dati – corpi fisici, misure, repertori e di modelli e d'immagini in rete [Heath et al. 2010; Yi et al. 2017] (fig. 9) – compiendo così elaborazioni semiotiche che vanno al di là delle possibilità umane [Stiegler 2016]. Gli algoritmi in azione nella CG eccedono le possibilità dell'immaginazione umana, ma non quelle della loro storia tracciabile dove la genealogia tecnica e quella estetica non sono separabili.

La geometria – nel suo valore di "morfologia" (scienza della forma) – è parte del sapere estetico investito nella fabbricazione degli oggetti; specialmente la "storia della GD", la "genealogia dei metodi di rappresentazione proiettiva" e la "morfologia delle curve, delle superfici e dei pattern" sono punti di vista rilevanti nello studio dell'evoluzione degli artefatti visuali (artistici e tecnici); perciò sono degli studi che si devono riferire all'ambito tematico della "geometria per il disegno": ambito che si staglia storicamente sullo sfondo del millenario interscambio tra "scienza della forma" e "scienza della percezione".

In queste constatazioni c'è una visione unitaria – retrospettiva e prospettiva – delle vicende storiche della "geometria per il disegno". È questa la tesi che abbiamo cercato di mostrare retrospettivamente e prospettivamente, partendo dal subentro – mezzo secolo fa – della GC alla GD, indicandone continuità e discontinuità. Retrospettivamente, abbiamo sottolineato la discontinuità tra il paradigma meccanico-proiettivo e quello computazionale-informazionale sovrapposta alla continuità profonda di una geometria intesa come scienza naturale: sapere da sempre negoziato tra "morfologia" e "teorie della percezione". Prospettivamente, abbiamo avvalorato questa tesi col fatto che le applicazioni odierne della GC si articolano seguendo – livello per livello – i capitoli della psicologia e semiotica della visione: dall'elaborazione dello stimolo prossimale ai processi di categorizzazione percettiva, cognitiva e culturale.

Autore

Fabrizio Gay, Dipartimento di Culture del Progetto, Università IUAV di Venezia, fabrizio@iuav.it

Riferimenti bibliografici

Bauer, M., Bruveris, M., Michor, P.W. (2014). Overview of the Geometries of Shape Spaces and Diffeomorphism Groups. In *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, n. 50 (1-2), pp. 60-97.

Chasles, M. (1837). *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie: particulièrement de celles qui se rapportent à la géométrie moderne, suivi d'un mémoire de géométrie sur deux principes généraux de la science, la dualité et l'homographie*. Bruxelles: M. Hayez.

Clarke, D.L., Pinnock, F. (1998). *Archeologia analitica*. Milano: Electa.

Enriques, F. (1906). *Problemi della scienza*. Bologna: N. Zanichelli.

Heath, K. et al. (2010). Image webs: Computing and exploiting connectivity in image collections. In IEEE CS. (ed.). *2010 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, San Francisco CA, 13-18 June 2010. pp. 3432-3439. Piscataway, NJ: IEEE.

Hoffman, D.D. (1998). *Visual intelligence: how we create what we see*. New York: W.W. Norton.

Koenderink, J.J. (1972). *Models of the visual system*. (Phd Thesis). Tutor M.A. Bouman. Utrecht University.

Leroi-Gourhan, A. (1986). *Meccanica vivente: il cranio dei vertebrati dai pesci all'uomo*. Milano: Jaca Book.

Loria, G. (1921). *Storia della geometria descrittiva dalle origini sino ai giorni nostri*. Milano: Ulrico Hoepli.

Marr, D. (2010). *Vision: a computational investigation into the human representation and processing of visual information*. Cambridge, Mass.; London: MIT Press.

Minsky, M.L., Papert, S. (1990). *Perceptrons, an introduction to computational geometry*. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology.

Palmer, S.E. (1999). *Vision Science: Photons to Phenomenology*. Cambridge, Mass.; MIT Press.

Petitot, J. (2008). *Neurogéométrie de la vision: modèles mathématiques et physiques des architectures fonctionnelles*. Palaiseau: Les Éditions de l'École polytechnique.

Shamos, M.I. (1978). *Computational Geometry*. (PhD Thesis). Yale University, New Haven, CT, USA: <<http://euro.econ.cmu.edu/people/faculty/mshamos/1978ShamosThesis.pdf>> (consultato il 17 febbraio 2018)

Simondon, G. (1958). *Du Mode d'existence des objets techniques*. Paris: Ligugé; Aubier: impr. d'Aubin.

Simondon, G. (1992). *Sur la techno-esthétique; et Réflexions préalables à une refonte de l'enseignement*. Paris: Collège international de philosophie.

Simondon, G. (2013). *Sur la technique, 1953-1983*. Paris: Presses Universitaires de France.

Stiegler, B. (2016). *Dans la disruption: Comment ne pas devenir fou?* Paris: Editions Les liens qui Liberent.

Thom, R. (1988). *Esquisse d'une sémiophysique*. Paris: Interéditions.

Thompson, D.W. (1945). *On growth and form*. Cambridge (England): University Press.

Yi, L. et al. (2017). Learning Hierarchical Shape Segmentation and Labeling from Online Repositories. In Association for Computing Machinery (ed.). *SIGGRAPH 2017 - ACM Transactions on Graphics*. Los Angeles CA. July 30 - August 03 2017. 36(4), 70:1-70:12. New York NY: ACM.

La teoria dei punti di concorso nella scenografia di Guidobaldo del Monte

Leonardo Baglioni, Marta Salvatore

Abstract

La scenografia teatrale è una delle applicazioni privilegiate della prospettiva nel Rinascimento. Il teatro di corte, caratteristico di quegli anni, si struttura intorno a un impianto prospettico frontale sviluppato in profondità. Questa particolare applicazione prospettica fa della scenografia un luogo privilegiato di sperimentazione delle trasformazioni proiettive alle origini della prospettiva solida in cui lo spazio reale si contrae trasformandosi nello spazio illusorio della scena. Questo studio rivolge l'attenzione al De scenis, VI libro della Perspectivae Libri sex, scritto da Guidobaldo del Monte nel 1600 interamente dedicato alla scenografia teatrale. Nel trattato è elaborato un metodo scientifico di validità universale per costruire le scene, fondato sulla teoria dei punti di concorso enunciata nel primo libro dell'opera, teoria che segnò profondamente la storia della prospettiva e della geometria descrittiva. Nell'opera di Guidobaldo il problema del controllo delle trasformazioni proiettive dello spazio è risolto riducendo la prospettiva solida a un insieme di prospettive piane relazionate fra loro e controllate attraverso la teoria dei punti di concorso. Applicata all'arte della scenografia, questa teoria rivela tutta la sua generalità, poiché consente la rappresentazione di classi di rette genericamente orientate nello spazio e allo stesso tempo risolve, con ragionamenti di tipo proiettivo, il problema della misura degli angoli e delle lunghezze.

Parole chiave: prospettiva, scenografia, Guidobaldo del Monte, prospettiva solida, punctum concursus.

Introduzione

Nel corso del Cinquecento la scenografia è una delle applicazioni privilegiate della prospettiva. La teorizzazione della prospettiva lineare, che aveva visto impegnati matematici e umanisti della fine del Quattrocento diviene per tutto il Rinascimento la forma principale di rappresentazione della realtà, riversandosi in ogni forma d'arte e trovando nella scenografia un terreno particolarmente fertile, capace di dare un aspetto inedito a un'arte plurisecolare [Mancini 1966, p. 9]. Il teatro di corte è infatti allestito intorno a un impianto prospettico frontale su cui si rappresentano modelli prevalentemente urbani, variabili in relazione all'opera da mettere in scena. Vasari racconta come questo modello, concepito in un primo momento piano, sia stato esteso allo spazio tridimensionale grazie ai contributi dati da Bal-

dassarre Peruzzi, che ampliò la profondità dello spazio scenico [Mancini 1966, p. 25] introducendo, diremmo oggi, la prospettiva solida nella scenografia.

Così quest'arte fa la sua comparsa nei trattati di prospettiva che vengono pubblicati a stampa nel corso del Cinquecento, come quelli di Serlio, Barbaro, Vignola-Danti e Sirigatti dove, con procedimenti operativi, si insegna a fabbricare le scene. Il contributo di Guidobaldo si colloca all'apice della produzione scenografica per il teatro di corte, in anni in cui i matematici avevano cominciato a interessarsi di prospettiva [1]; tanto era stato sperimentato allora nella scenografia, quanto poco invece era stato teorizzato.

La *Perspectivae Libri sex*, opera monumentale scritta da Guidobaldo del Monte nel 1600, è un testo fondamentale nella

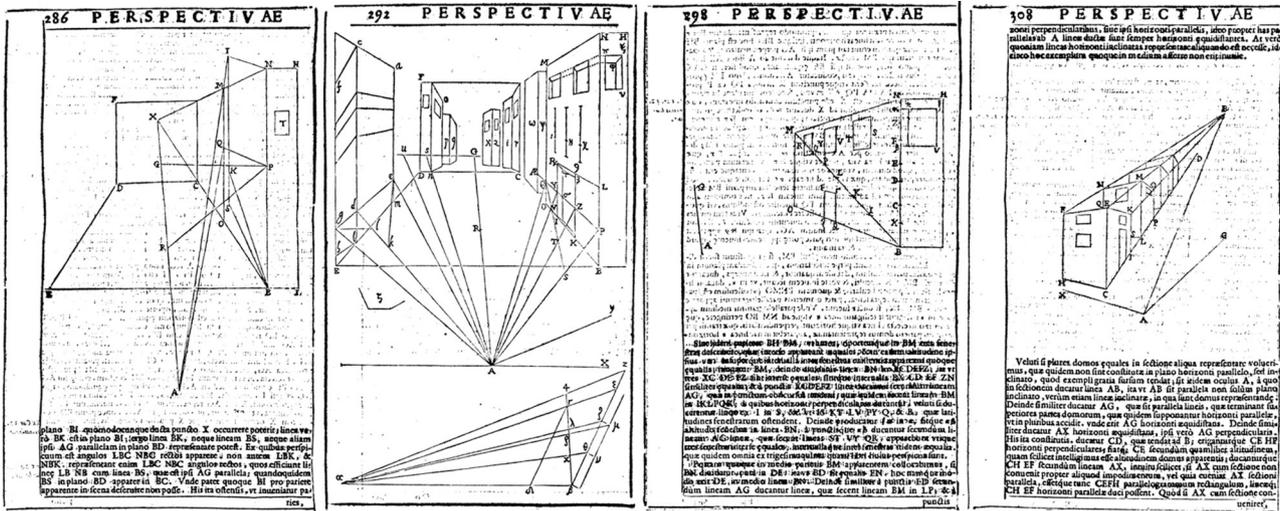


Fig. 1. Guidobaldo del Monte, *Perspectivae Libri sex*, illustrazioni del *De scenis* [Del Monte 1600].

storia della prospettiva poiché, come noto, getta le basi proiettive che porteranno alla teorizzazione della prospettiva moderna. Il sesto libro, il *De scenis* è interamente dedicato alla scenografia teatrale e rivolge l'attenzione all'applicazione pratica dei principi teorici enunciati nei primi libri (fig. 1). L'opera di Guidobaldo intendeva avvicinare l'universo matematico alla pratica pittorica, che diviene occasione di sperimentazione diretta di principi teorici apparentemente astratti. In quest'ottica deve essere intesa la scenografia che, in continuità con la tradizione prospettica rinascimentale, era considerata un laboratorio prospettico in scala reale, dove sperimentare procedimenti e validare risultati. La scenografia è il luogo in cui si materializzano le trasformazioni proiettive alla base della prospettiva solida, in cui lo spazio reale si contrae trasformandosi nello spazio illusorio della scena. La tridimensionalità delle costruzioni trova riscontro anche nelle immagini che illustrano il trattato, che descrivono la contrazione della scatola scenica in una sorta di prospettiva naturale che invita il lettore a ragionare nello spazio [Field 1997, p. 173]. Il controllo delle trasformazioni proiettive della scena è risolto da Guidobaldo attraverso l'applicazione reiterata della teoria dei punti di concorso. Il ragionamento, ineccepibile, consente la rappresentazione di enti in posizione

generica e si articola intorno a due momenti principali:

- la definizione delle trasformazioni proiettive della scena;
- la costruzione delle prospettive sulle quinte.

Le trasformazioni proiettive dello spazio scenico

La contrazione della scatola scenica era diretta conseguenza dell'inclinazione del piano del palco. Per evitare infatti che questa apparisse particolarmente schiacciata agli occhi dell'osservatore il palco subiva una inclinazione di pochi gradi, utile anche agli attori per ampliare lo spazio di recitazione. Questo cambiamento di giacitura introduceva nello spazio scenico un artificio prospettico con cui avrebbero dovuto confrontarsi tutti i piani della finzione, e cioè i piani delle quinte laterali, per assicurare allo spettatore l'illusione di trovarsi di fronte a uno spazio regolare, o quantomeno verosimile rispetto alle ambientazioni ricorrenti nell'esperienza visiva comune [Baglioni, Salvatore 2017, pp. 1-12]. La trattazione di Guidobaldo muove quindi proprio dalla necessità, dimostrata per assurdo, di contrarre lo spazio scenico [2]. Il ragionamento considera la contrazione complessiva della scatola scenica come il risultato dell'insieme delle trasformazioni proiettive di tutti i piani che la compongono,

degradati uno a uno attraverso l'applicazione della teoria dei punti di concorso. La volontà di sperimentare nella pratica prospettica la validità di tale teoria è la ragione che anima l'interesse del nostro matematico nei confronti della scenografia teatrale: «Poiché l'apparato scenico sembra rivendicare in parte l'analisi da noi intrapresa [...] accenneremo brevemente alcune cose che riguardano anche questo argomento; e mostreremo nel modo che segue [...] che il procedimento ottenuto, specifico e universale nel riprodurre le Scene, risulta dai principi che noi abbiamo esposti» [Del Monte 1600, p. 283; Sinisgalli 1984, p. 219].

Nelle proposizioni che vanno dalla XXVIII alla XXXII del primo libro dell'opera si insegna infatti a rappresentare la prospettiva di una retta in posizione generica nello spazio, attraverso la costruzione del suo punto di concorso, secondo un procedimento ancora oggi in uso per la costruzione del punto di fuga di una retta data (fig. 2): «Il punto in sezione, nel quale dall'occhio si conduce l'equidistante alle linee parallele, è un punto di concorso» [Del Monte 1600, p. 44; Sinisgalli 1984, p. 64].

Guidobaldo considera così uno a uno gli spigoli di bordo delle quinte che delimitano lo spazio scenico; li immagina perpendicolari al fronte della scena, come sono nella realtà e li proietta infine sulle quinte laterali, ciascuna intesa come piano di quadro. Ricava quindi il punto di concorso di queste rette dall'intersezione del "raggio visuale" con i rispettivi piani di quadro, *sectiones* nel trattato, e cioè i piani delle quinte. Poiché tali spigoli sono rette parallele fra loro, le rispettive immagini prospettiche condivideranno il medesimo punto di concorso e poiché dovranno apparire perpendicolari al fronte della scena, tale punto sarà dato dall'intersezione della normale al fronte stesso, con i piani delle quinte, immaginati opportunamente estesi.

Il risultato è la prospettiva solida di uno spazio di forma parallelepipedo, contratto in un tronco di piramide, all'interno del quale dovranno muoversi gli attori (fig. 3).

Nella contrazione della scatola scenica si palesano le relazioni fra la scenografia e la prospettiva solida. Tuttavia i principi su cui si fonda questa forma di rappresentazione sono ancora lontani dalle trattazioni ottocentesche che daranno fondamento teorico alle trasformazioni prospettiche nello spazio proiettivo. Guidobaldo riduce infatti la prospettiva solida a un insieme di casi piani, risolti con l'applicazione reiterata della teoria dei punti di concorso. La soluzione è legittima ma risolve un caso assai particolare, quello in cui l'oggetto delle trasformazioni proiettive è una porzione di spazio, e cioè un contenitore delimitato da una serie di superfici piane che ne stabiliscono i confini. Così

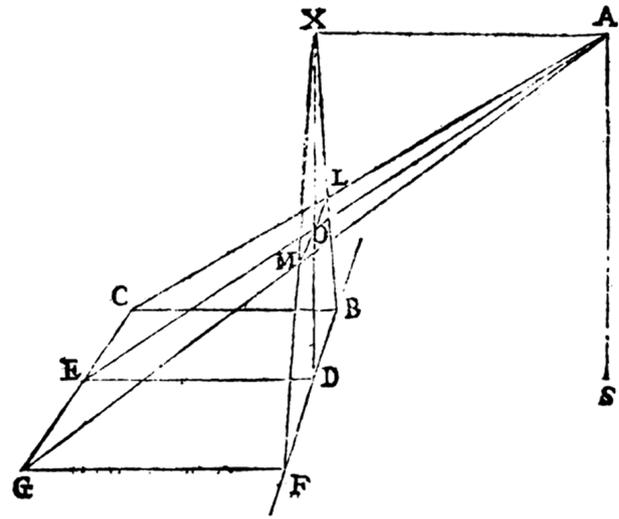


Fig. 2. Guidobaldo del Monte, *Theorema propositio XXIX*. Una delle immagini che descrivono la teorizzazione del *punctum concursus* [Del Monte 1600].

la prospettiva solida interessa la sola scatola scenica rivolgendosi all'architettura limitatamente alla costruzione dei fronti dei casamenti e del relativo paramento [3].

Se la definizione del punto di concorso delle rette perpendicolari al quadro è ineccepibile dal punto di vista teorico e legittima il procedimento impiegato, la sua costruzione non trova agile riscontro nella pratica operativa dove, per via delle ridotte dimensioni delle corti, questo punto è quasi sempre inaccessibile. Questo impedimento è lo spunto per la sperimentazione di raffinati procedimenti proiettivi preposti alla soluzione del problema che sono preceduti da una significativa testimonianza sulle pratiche operative per la costruzione dei tracciati prospettici in uso a quel tempo.

Tutti metodi descritti nel testo, praticati da Guidobaldo o da altri, operano di fatto sul piano che oggi definiamo "proiettante", determinato dal raggio visuale, oggi retta proiettante, e da un punto sulla quinta laterale per il quale dovrà passare la prospettiva. La materializzazione del raggio visuale, per mezzo di una fune tesa fra l'osservatore e il piano del fondale (retta AG) è presupposto comune a tutti i metodi descritti.

Guidobaldo racconta dunque come fosse consuetudine costruire la prospettiva di una retta PQ passante per un punto P assegnato su una delle quinte laterali con una serie di funi

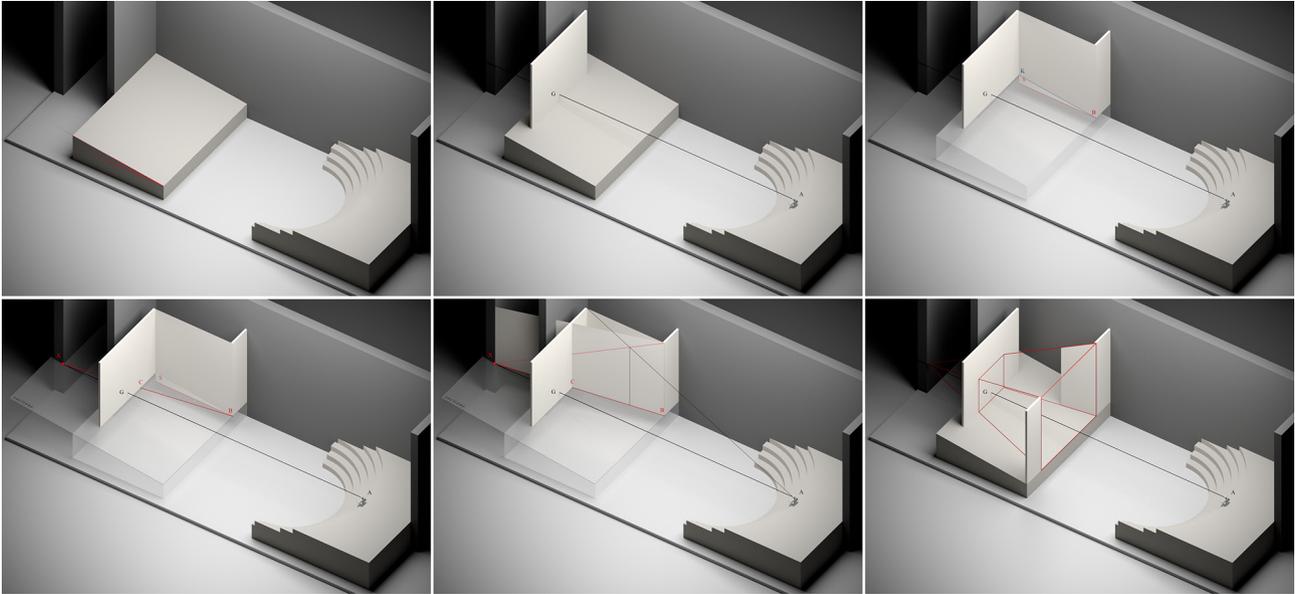


Fig. 3. Fasi delle trasformazioni proiettive dello spazio scenico (elaborazione grafica degli autori).

tese. Dato il raggio visuale AG , veniva tesa una seconda fune fra il punto P e un punto R scelto in posizione generica su AG [4]. Con una terza fune fissata questa volta nell'occhio A , era possibile proiettare uno degli infiniti punti della retta PR sulla quinta laterale, piano di quadro nella costruzione, e individuare così il punto Q , necessario e sufficiente per costruire la prospettiva PQ cercata (fig. 4). Questo procedimento, che trova riscontro nei *Commentarii* di Egnazio Danti alle *Due Regole della prospettiva pratica* di Vignola [Vignola Danti 1583, pp. 90-92], presuppone che le operazioni di proiezione avvengano sul piano proiettante, poiché le prospettive di tutte le rette che appartengono a questo piano si confondono nella sua intersezione con il quadro. Questo procedimento proiettivo poteva essere riprodotto in opera con funi e cordicelle, oppure con sorgenti luminose, generalmente citate in questo come in altri trattati di prospettiva dell'epoca in forma di candele, capaci di rappresentare, attraverso l'ombra delle rette proiettate, i tracciati cercati. Se il limite delle funi consisteva nella flessione, sensibilmente apprezzabile per lunghe distanze, i limiti delle torce erano dovuti alla loro relativa capacità illuminante per cui, alle medesime distanze, difficilmente sarebbero state in grado di proiettare un'ombra nitida.

Coniugando sintesi teorica e agilità procedurale, il metodo proposto da Guidobaldo risolveva il problema poiché affrancava le operazioni di proiezione dalla posizione dell'osservatore, proiettando rette che giacciono sullo stesso piano proiettante da un punto qualsiasi di tale piano, con l'uso di una sola fune, il raggio visuale AG .

Dovendo rappresentare come nel caso già descritto la prospettiva PQ di una retta perpendicolare al quadro, si immagini un osservatore che possiamo definire ausiliario libero di muoversi in una metà della scena. Siano dati il raggio AG e un punto P assegnato su una quinta che appartiene alla prospettiva della retta cercata. L'osservatore ausiliario dovrà spostarsi sulla scena osservando insieme la retta AG e il punto P , e alzarsi o abbassarsi finché non vedrà confondersi in un'unica immagine le due entità. Se le immagini prospettiche si confondono, i suoi occhi si trovano sul piano proiettante che appartiene a P e ad AG . Ne consegue che la prospettiva PQ si confonderà con l'immagine vista dall'osservatore ausiliario, che da quella posizione potrà agilmente riconoscere uno degli infiniti punti di PQ , che risulta così determinata [5] (fig. 5). La costruzione poteva

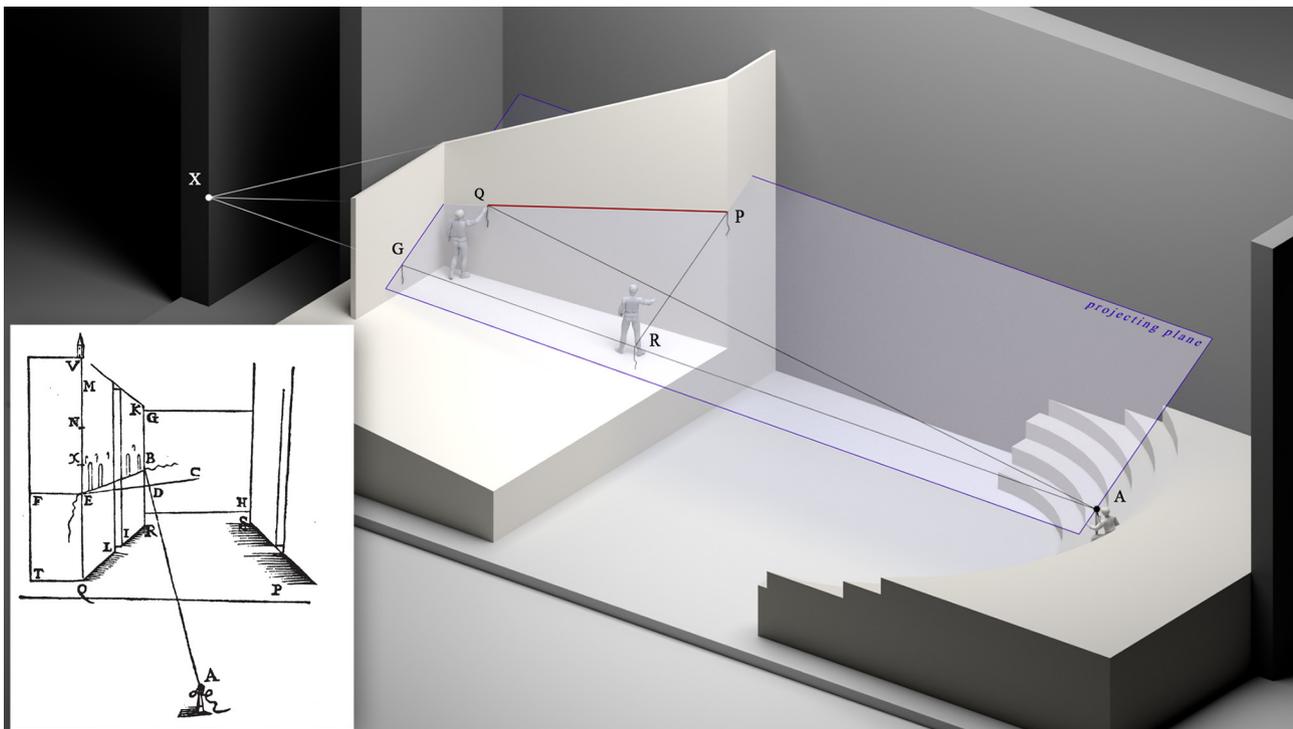
essere eseguita sostituendo all'osservatore ausiliario una sorgente luminosa libera di spostarsi sul piano proiettante, che avrebbe potuto essere posizionata rispetto alla retta da proiettare e al quadro, a distanze tali da garantire la proiezione di un'ombra sufficientemente nitida.

Esplicitato il metodo e illustrato il procedimento, il problema viene posto in termini spiccatamente operativi per i quali, «per non incappare in un grave errore» [Del Monte 1600, p. 289; Sinisgalli 1984, p. 222], dovranno essere costruiti, prima degli altri, gli spigoli che delimitano il piano del palco e che stabiliscono l'intera contrazione della scatola scenica. Fissata perciò l'inclinazione, la progettazione del palco poteva essere affrontata in due modi diversi, immaginando assegnate due condizioni di vincolo. La prima stabiliva l'altezza dell'osservatore ricavando di conseguenza lo scorcio prospettico; la seconda al contrario fissava lo

scorcio prospettico, e cioè la forma del trapezio del palco, ricavando di conseguenza l'altezza dell'osservatore.

Il primo procedimento segue la costruzione descritta della prospettiva della retta PQ , con la differenza che in questo caso il punto P appartiene al piano del palco. Seguendo questa via non era possibile progettarne a priori l'ampiezza, ma solo prevedere che a un'altezza maggiore dell'osservatore avrebbe corrisposto una maggiore ampiezza, dovuta all'allontanarsi del punto di concorso e viceversa. Poiché il controllo delle dimensioni e delle proporzioni dello spazio scenico era un parametro prioritario nella progettazione dello spazio scenico, Guidobaldo propone un secondo procedimento, in cui si stabilisce prima di tutto l'ingombro del trapezio del palco, e cioè lo scorcio prospettico. Sebbene sia segnalata nel trattato la rilevanza operativa di questo procedimento, il passaggio nella narrazione è sintetico e

Fig. 4. Metodo in uso per la costruzione dei tracciati prospettici (elaborazione grafica degli autori) a confronto con il metodo proposto da Egnatio Danti [Barozzi da Vignola 1583].



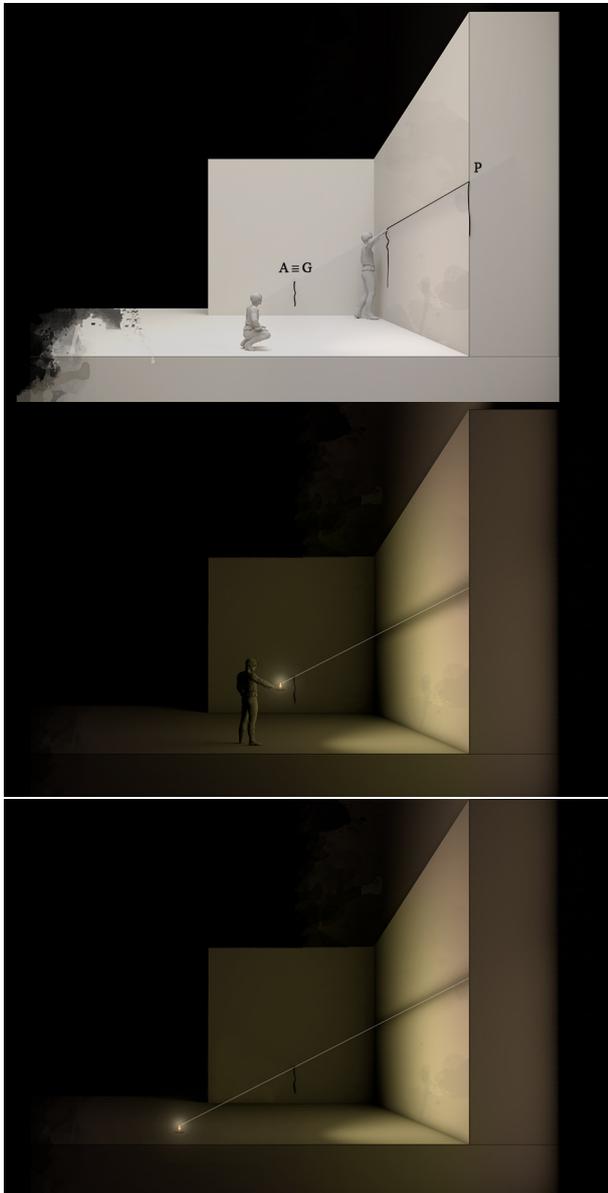


Fig. 5. Metodi proiettivi proposti da Guidobaldo del Monte con l'uso della vista e con l'uso di sorgenti luminose (elaborazione grafica degli autori).

criptico, ma soprattutto non è corredato da dimostrazioni, come invece accade per il resto delle costruzioni.

Tracciato il trapezio del palco: «bisogna muovere AG in giù o in su, purché (come è stato detto) essa occupi sempre il centro della scena e sempre stia equidistante all'orizzonte, finché stando dalla parte di ED , guardiamo per AG la linea BD e le linee AG e BC ci appaiono in una sola linea [...]»; e trovato il posto della linea AG , allora si renda immobile la linea AG ; e sarà in questo modo determinato il posto dell'occhio A » [Del Monte 1600, p. 291; Sinisgalli 1984, pp. 222, 223].

In questo tipo di costruzione le variabili sono due, l'altezza dell'osservatore ausiliario e quella della fune AG , che per comodità immaginiamo questa volta come un'asta rigida. Il movimento simultaneo dell'asta e dell'osservatore non consente il controllo della costruzione se non con evidenti difficoltà operative, antitetiche rispetto allo spirito con cui Guidobaldo affronta la questione.

È possibile ipotizzare una scomposizione dei movimenti e ordinarli secondo una sequenza logica che semplifichi il problema (fig. 6).

Si immagini dunque fissa l'asta AG ad un'altezza arbitraria e l'osservatore ausiliario che, disposto a piacere sul piano del palco, possa muoversi verso l'alto e verso il basso osservando con un solo sguardo la retta AG e lo spigolo BC inclinato a terra di una delle quinte laterali. Esisterà un'altezza dell'osservatore, e una sola, per la quale l'asta AG e lo spigolo BC della quinta appariranno paralleli. Fissata allora tale altezza sarà possibile muovere verticalmente l'asta AG fino a far coincidere la sua immagine con quella dello spigolo BC e fissare così l'altezza del centro di proiezione. La dimostrazione non è data nel trattato, ma è possibile immaginare che Guidobaldo abbia ragionato ancora una volta in termini prospettici per risolvere un problema che trova le sue ragioni nella geometria dello spazio. Lo spigolo BC e l'asta AG sono infatti due rette sghembe. Data una coppia di rette sghembe esiste sempre la possibilità di osservarle da una posizione tale da farle apparire parallele, condizione che si verifica sperimentalmente ruotando lo sguardo intorno a una coppia di asticelle di legno.

La costruzione delle prospettive nello spazio scenico

Stabilita la contrazione della scatola scenica, Guidobaldo prosegue la trattazione con la costruzione delle prospettive lineari sulle quinte laterali. Questa fase è particolarmente significativa poiché esplicita nuovamente e in modo ancor più incisivo il campo di applicazione sperimentale degli enunciati

teorici dell'opera, lasciando spazio ancora una volta all'applicazione metodica e reiterata della teoria dei punti di concorso. Ciascuna quinta della scena, compreso il palco con il suo declivio, costituisce una porzione di quadro da immaginarsi infinitamente esteso, su cui costruire la prospettiva dello spazio illusorio che si intende rappresentare: «dal momento che la conformazione delle Scene suole essere espressa tramite numerosi oggetti riprodotti in sezioni diverse dinanzi all'occhio» [Del Monte 1600, p. 283; Sinisgalli 1984, p. 219]. Così l'illusione complessiva dell'ambientazione scenografica veniva affidata alla rappresentazione di prospettive dipinte sulle quinte, piani di quadro che delimitano la scatola scenica contratta, viste tutte dallo stesso centro di proiezione. Questi fondali bidimensionali dipinti potevano essere direttamente installati nel teatro oppure servire come supporto per la costruzione di apparati lignei tridimensionali, come quelli realizzati da Vincenzo Scamozzi per il teatro Olimpico di Vicenza. In questo impianto prospettico l'osservatore recepisce l'illusione cogliendo nel loro insieme la molteplicità dei piani di quadro, così come avviene osservando le quadrature che affrescano le pareti di un unico ambiente, sulle quali sono rappresentate immagini prospettiche che alludono a un medesimo spazio illusorio.

Così Guidobaldo deve risolvere il problema della rappresentazione di rette in posizione generica nello spazio su diversi piani di quadro affinché l'insieme delle prospettive risulti coerente. La soluzione risiede nel carattere universale della teoria dei punti di concorso grazie alla quale è possibile costruire scientificamente, e cioè con un procedimento ripetibile, classi di rette con direzione qualsiasi su qualsivoglia giacitura. La trattazione accompagna il lettore attraverso livelli di complessità crescente che conducono alla massima generalizzazione del metodo. Le classi di rette di cui si tratta possono essere riepilogate nell'ordine che segue:

- rette perpendicolari al fronte della scena;
- rette orizzontali parallele al fronte della scena;
- rette orizzontali ma oblique rispetto al fronte della scena;
- rette in posizione generica.

La prima classe a essere approfondita riguarda quelle che devono apparire perpendicolari al fronte della scena. Nei panni di uno scenografo rinascimentale intento a rappresentare su una quinta laterale un casamento di forma regolare provvisto di aperture sui fronti, Guidobaldo osserva che le prospettive delle rette aventi questa direzione, come ad esempio i davanzali delle finestre, convergono verso il punto di concorso già determinato nella fase della contrazione della scatola scenica.

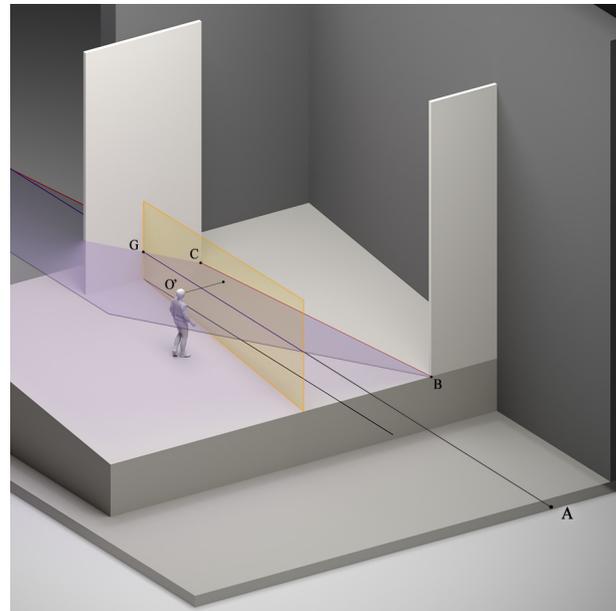


Fig. 6. Ipotesi ricostruttiva del procedimento progettuale della scena a partire da una coppia di rette sghembe (elaborazione grafica degli autori).

Si pone allora il problema della misura delle profondità di tali rette proponendo due procedimenti distinti: il primo operativo, eseguito direttamente in opera per suddividere le lunghezze in intervalli proporzionali fra loro; il secondo grafico, che invece consentiva di misurare le lunghezze delle rette rappresentate riportando a piè d'opera su carta l'icnografia della scena.

Per ricavare con il primo procedimento un'apertura posta al centro della parete che appare perpendicolare al fronte della scena si costruiva la prospettiva $P'Q'$ di uno spigolo orizzontale PQ (fig. 7). Dall'estremità Q' veniva condotta una retta parallela a PQ , spigolo del casamento reale idealmente posizionato al di là della quinta, che incontrava il raggio visuale PA nel punto S . Sul segmento $Q'S$ venivano quindi staccati due punti T e V tali che i segmenti ST e VQ' fossero uguali per poter rappresentare un'apertura disposta centralmente rispetto alla parete. Infine per mezzo dei raggi visuali AV e AT si riportava sul segmento $P'Q'$ in prospettiva la larghezza stimata in termini proporzionali della porta.

Se invece fosse stato necessario un controllo metrico nella suddivisione dello stesso segmento, si sarebbe fatto ricor-

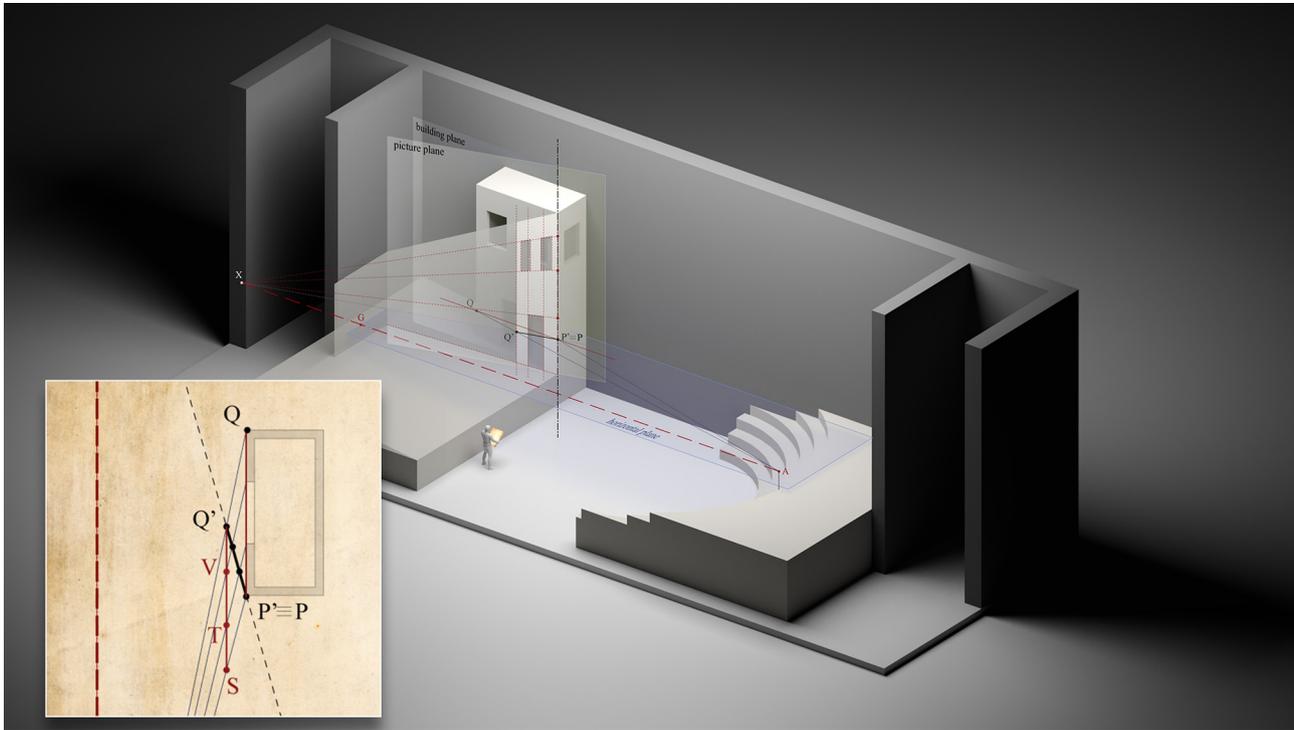


Fig. 7. Metodo di divisione proporzionale delle lunghezze sulle quinte laterali (elaborazione grafica degli autori).

so al secondo metodo. All'epoca di Guidobaldo procedimenti prospettici basati sull'uso dei punti di distanza avevano già trovato spazio nei trattati di prospettiva [6]. Ma il metodo proposto segue ancora una volta una logica di natura puramente proiettiva operando direttamente nello spazio scenografico, opportunamente ridotto in scala su carta senza ricorrere all'uso dei punti di distanza (fig. 8). Così Guidobaldo proietta gli intervalli sulla carta dove, a differenza del procedimento precedente, dispone della misura in vera forma dello spigolo reale. Ripartito dunque tale spigolo secondo ampiezze misurate, queste si proiettano sul quadro attraverso i raggi visuali.

Risolta la rappresentazione delle rette perpendicolari al quadro e di conseguenza definita la posizione degli spigoli verticali dei casamenti, il problema si complica con la costruzione di una seconda classe di rette: quelle orizzontali e paralle-

le al fronte della scena, la cui prospettiva giace sulle quinte laterali. Si tratta in particolare della rappresentazione degli spessori murari delle porte e delle finestre. Questo passaggio è particolarmente significativo perché mette in luce il *modus operandi* di Guidobaldo che sperimenta con sorprendente disinvoltura il potenziale della teoria dei punti di concorso.

Si consideri il piano di quadro della quinta laterale sul quale si vogliono rappresentare gli spessori delle aperture. Il problema si risolve nuovamente con la determinazione del punto di concorso di questa classe di rette, dato dalla intersezione della retta proiettante la retta data, parallela quindi al fronte della scena, con il piano di quadro *producto scilicet* (fig. 9). In questo caso particolare la prospettiva lineare che si viene a definire nel piano della quinta laterale è generalmente caratterizzata da una ridotta distanza principale; ne consegue che le entità rappresentate si dispongono al di fuori del cerchio

di distanza, dando luogo a una prospettiva anamorfica che ritrova la sua corretta visione solo se ricondotta alla condizione di veduta vincolata (fig. 10). Con questo procedimento si risolve sistematicamente la costruzione di tutti gli spessori delle pareti della scena, valutando di volta in volta la direzione dello spigolo reale e la giacitura del quadro.

Il pieno controllo della rappresentazione delle rette perpendicolari e parallele al fronte della scena consente a Guidobaldo di aumentare il livello di complessità, insegnando a rappresentare su un'unica quinta, due fronti adiacenti di un medesimo edificio: uno parallelo al fronte della scena, l'altro perpendicolare.

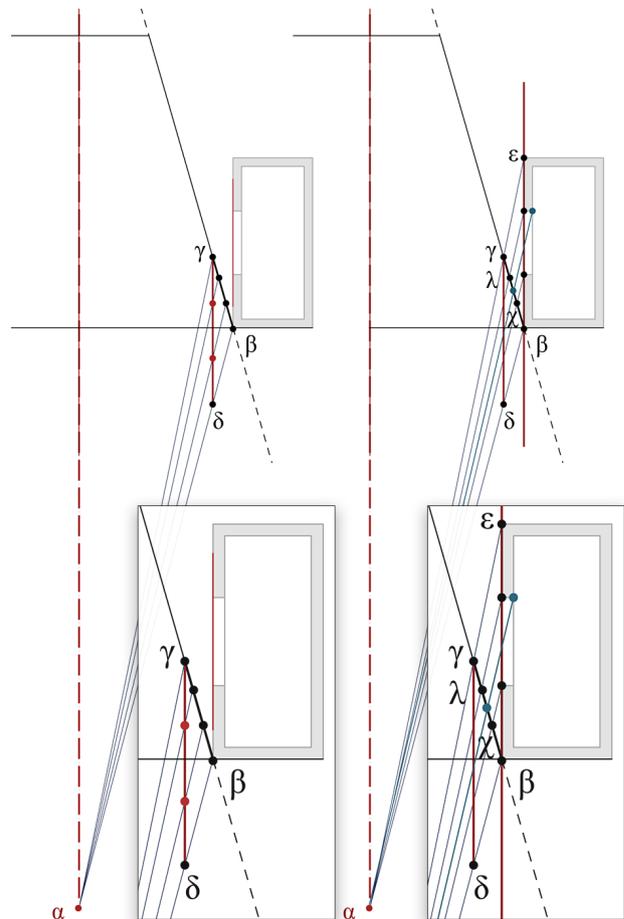
Le costruzioni descritte, ove possibile, venivano eseguite fuori opera, spostando la quinta in una posizione tale da consentire la materializzazione dei punti di concorso con dei chiodi intorno a cui fissare delle corde tese. Nel caso in cui la quinta fosse stata inamovibile si sarebbe invece fatto ricorso a procedimenti di divisione proporzionali in uso a quel tempo, capaci di risolvere il problema delle fughe inaccessibili [7]. Determinato quindi il quadrilatero che definisce l'immagine prospettica di un rettangolo, si sarebbero suddivisi i lati opposti in parti uguali. Le rette passanti per punti corrispondenti delle partizioni avrebbero condiviso il medesimo punto di concorso.

Il piano del fondale parallelo al fronte della scena, è anch'esso una sezione sulla quale proseguire la costruzione dei casamenti in linea con quelli rappresentati fino ad ora. Questa rappresentazione è l'occasione per generalizzare il metodo proposto poiché introduce il problema della prospettiva di rette orizzontali e oblique rispetto al quadro (fig. 11).

La soluzione segue, come di consueto, la costruzione dei punti di concorso. Così Guidobaldo rappresenta casamenti ruotati di angoli noti rispetto al quadro risolvendo con sorprendente modernità il problema, non banale, della misura angolare in prospettiva. Il ragionamento ha sempre carattere proiettivo e risolve la questione attraverso la misura in vera forma, nel centro di proiezione, dell'angolo formato dai raggi visuali corrispondenti alla coppia di rette che formano l'angolo dato, di cui si intende costruire la prospettiva. Con questo metodo è possibile disegnare rette orizzontali che formano angoli qualsiasi con il quadro come poligoni a n lati da utilizzare come strutture di riferimento per l'involuppo di linee curve quali le circonferenze. Il più alto livello di generalizzazione si raggiunge infine con la rappresentazione di rette inclinate in posizione generica, come quelle di massima pendenza di un piano sul quale si immaginano collocati degli edifici. Il ragionamento è sem-

pre lo stesso e si rivela indispensabile per la soluzione del problema in questa condizione di massima obliquità, mostrando in opera tutta la generalità della teoria dei punti di concorso: «Di qui si può vedere quanto sia utile e vantaggioso per la prospettiva la vera conoscenza dei punti di concorso, la quale potrà certamente garantire anche la massima comodità ai pittori» [Del Monte 1600, p. 309; Sinigalli 1984, p. 232].

Fig. 8. Metodo di misura delle lunghezze di segmenti sulle quinte laterali (elaborazione grafica degli autori).



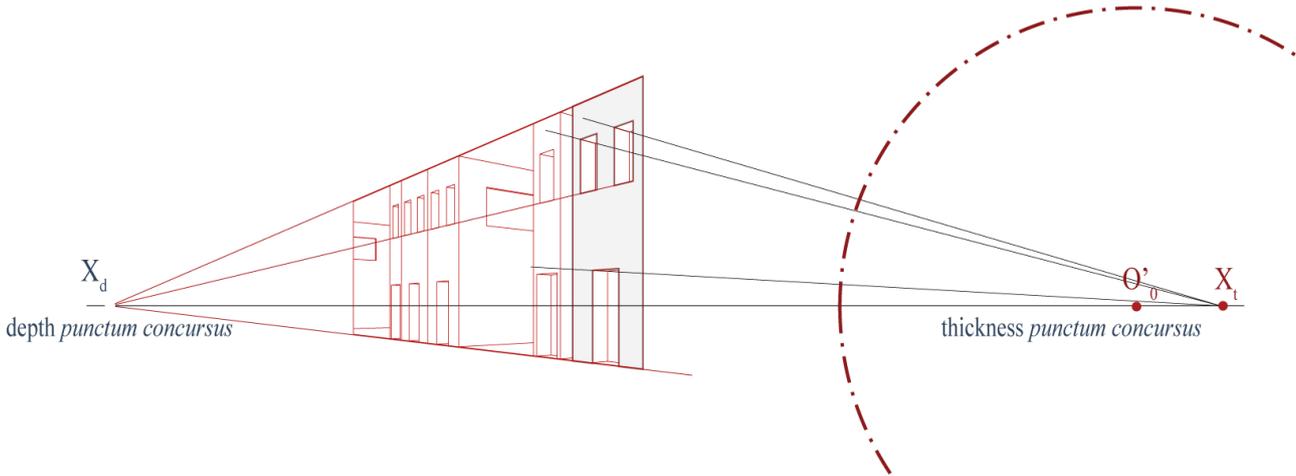
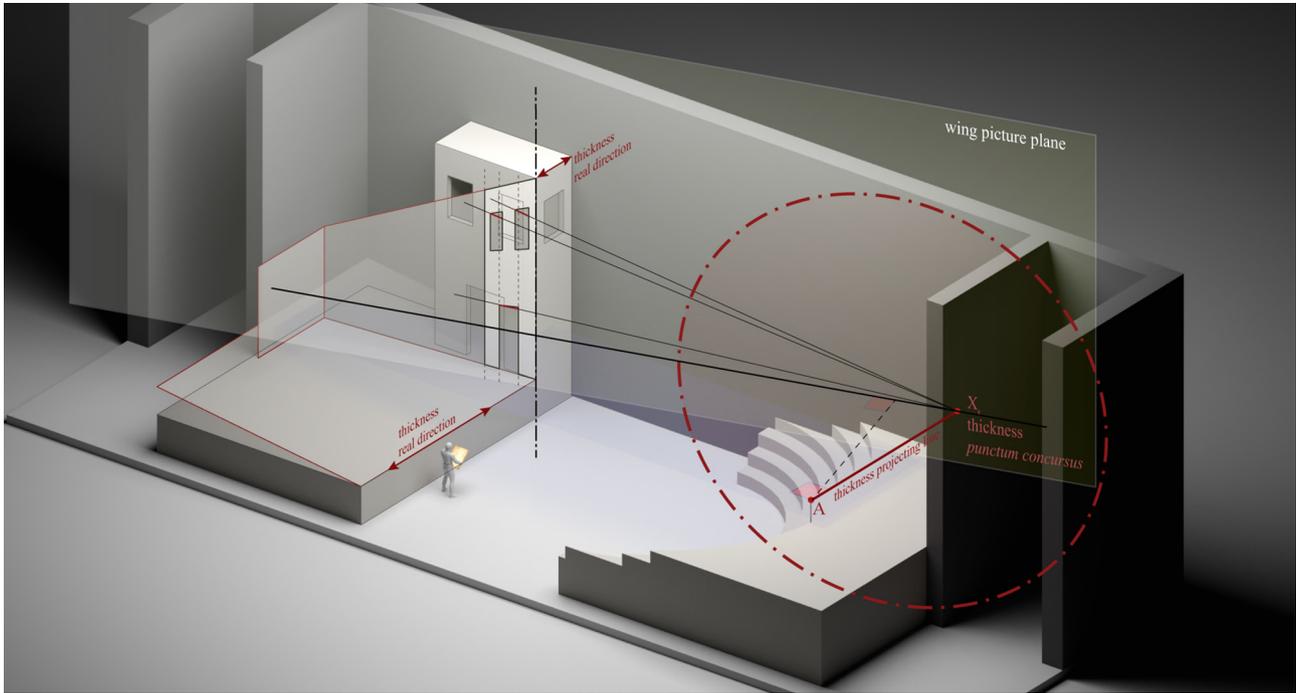


Fig. 9. Metodo di rappresentazione di una classe di rette orizzontali e parallele al fronte della scena con la teoria dei punti di concorso (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 10. Prospettiva anamorfica sul piano di quadro costituito dalla quinta laterale (elaborazione grafica degli autori).

Conclusioni

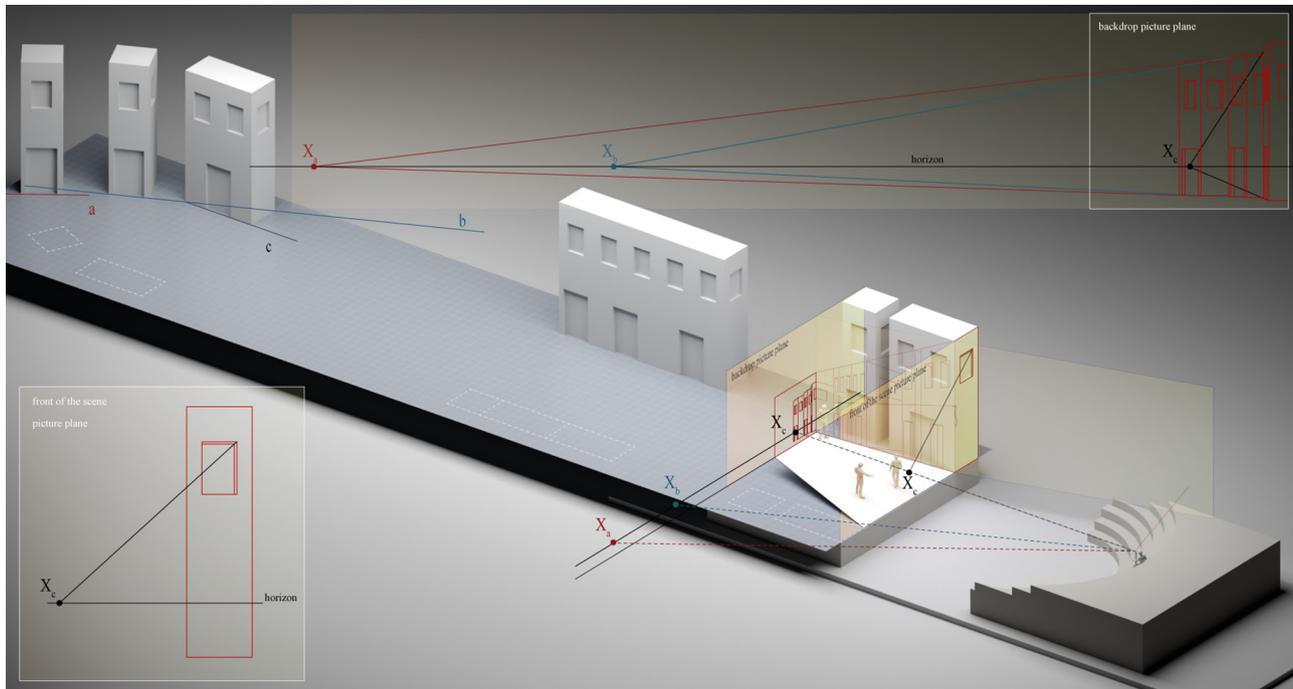
La teoria dei punti di concorso elaborata da Guidobaldo Del Monte costituisce un punto nodale nella storia della prospettiva poiché dimostra, per la prima volta, come la prospettiva di un sistema di rette parallele sia un fascio di rette concorrenti, fatto constatato empiricamente, la cui dimostrazione non era mai stata nemmeno tentata sino ad allora [Loria 1921, p. 16]: «con Guidobaldo del Monte i metodi per rappresentare su un piano le figure a tre dimensioni toccarono un livello così elevato che ben poco rimaneva da aggiungervi per toccare l'altezza a cui essi arrivano oggi» [Loria 1950, p. 362]. Nella scenografia teatrale, la teoria dei punti di concorso rivela tutta la sua validità teorica e la sua efficacia operativa, poiché consente la rappresentazione di classi di rette comunque orientate nello spazio e allo stesso tempo risolve, con ragionamenti di tipo proiettivo, il problema della misura degli angoli e delle lunghezze.

Protagoniste assolute delle costruzioni sono le rette proiettanti, già raggi visuali a cui, oggi come allora, è affidata la soluzione di ogni genere di costruzione prospettica.

La scenografia di Guidobaldo inaugura nella storia della prospettiva la trattazione dei principi teorici di una nuova scienza applicata, la «prospettiva in rilievo» [Loria 1921, p. 18], una forma di rappresentazione immersiva nella quale i procedimenti proiettivi, che risolvono generalmente su carta la prospettiva lineare, acquisiscono forma fisica. In questo luogo artefatto dell'effimero, a cavallo fra lo spazio reale e lo spazio proiettivo, si rivela tutta l'operatività di un ragionamento teorico, che riproduce in concreto, con le funi e le candele fisicamente presenti sul cantiere della scena o con il solo uso della vista, raffinati ragionamenti proiettivi attraverso la riproduzione dei raggi visuali, icona della universalità delle teorie enunciate.

A Guidobaldo si deve l'elaborazione di un metodo scientifico per praticare la prospettiva, fondato su prin-

Fig. 11. Lo spazio reale e lo spazio proiettivo: insieme delle immagini prospettiche dipinte sulle quinte della scena (elaborazione grafica degli autori).



cipi di carattere proiettivo capaci di conferire, con la forza della teoria, dignità di scienza alla pratica scenografica del tempo.

Concepito per avvicinare gli artisti ai fondamenti teorici della prospettiva, forse per le difficoltà di un testo latino o per l'eccesso di contenuti teorici che lo caratterizzavano, il *De scenis* non riscosse nell'immediato una particolare fortuna presso i pittori, risultando loro poco accessibile [Andersen 2007, p. 264].

Note

[1] Già Commandino e Benedetti avevano dato contributi significativi alla scienza delle proiezioni.

[2] Il ragionamento muove dall'ipotesi che la scena abbia una forma parallelepipedica e che quindi i piani delle quinte formino angoli di novanta gradi con il piano del fronte della scena. L'inclinazione del piano del palco che deve essere percepito orizzontale dall'osservatore causa la contrazione di tutte le superfici che delimitano lo spazio scenico, che altrimenti apparirebbe come un prisma irregolare [Del Monte 1600, pp. 283-289].

[3] Si osservino a questo riguardo le scenografie lignee realizzate da Vincenzo Scamozzi per il teatro Olimpico di Vicenza di Andrea Palladio nel 1584.

[4] Il punto *R*, descritto nel testo come il piede della normale condotta da *P* ad *AG*, può assumere una posizione generica lungo la fune *AG*.

Autori

Leonardo Baglioni, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, leonardo.baglioni@uniroma1.it
Marta Salvatore, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, marta.salvatore@uniroma1.it

Riferimenti bibliografici

Andersen, K. (2007). *The Geometry of an Art*. New York: Springer.

Baglioni, L., Salvatore, M. (2017). Images of the Scenic Space between Reality and Illusion. Projective Transformations of the Scene in the Renaissance Theatre. In *Proceedings*, vol. 1, n. 9, 943. DOI: 10.3390/proceedings1090943.

Barozzi da Vignola, I. (1583). *Le due regole della prospettiva pratica di M. Jacomo Barozzi da Vignola. Con i commentari del R.P.M. Egnatio Danti dell'ordine de predicatori Matematico dello studio di Bologna*. Roma: Francesco Zanetti.

Camerota, F. (2001). La scena teatrale. In F. Camerota (a cura di). *Nel segno di Massaccio*. Firenze: Giunti, pp. 149-164.

Del Monte, G. (1600). *Perspectivae Libri sex*. Pisauri: Apud Hieronymum Concordiam.

Field, J.V. (1997). *The invention of infinity. Mathematics and Art in the Renaissance*. Oxford: Oxford University Press

Così l'opera di Guidobaldo, traguardo di straordinaria portata rispetto alla generalizzazione delle teorie prospettiche agli inizi del Seicento, gettava solide fondamenta per avanzamenti successivi che condussero solo cento anni più tardi, il matematico inglese Brook Taylor a estendere il concetto di punto di concorso, *vanishing point* alla più ampia definizione di *vanishing line*, affinando teorie che porteranno la prospettiva ad appropriarsi del concetto di infinito [Migliari 2012, pp. 116, 117].

[5] In figura è stato ipotizzato che nel punto *P* fosse fissata una seconda fune, che avrebbe potuto essere agilmente tesa secondo opportune indicazioni dell'osservatore ausiliario.

[6] L'uso dei punti della distanza ricorre in modo diverso nel *De Artificiali perspectiva* di Jean Pelerin, del 1505, e nei *Commentarii* di Egnatio Danti alle *Due regole della prospettiva pratica* di Jacomo Barozzi da Vignola, pubblicato postumo nel 1583.

[7] Stabilite alcune lunghezze essenziali, le partizioni delle facciate potevano essere eseguite adoperando costruzioni grafiche basate su partizioni in proporzione dei lati di un quadrilatero rispetto alla sua diagonale; metodi di divisione progressiva delle parti di una figura piana erano in uso nella prospettiva del tempo, come dimostrano alcune delle proposizioni del primo libro del *De Prospectiva Pingendi* di Piero della Francesca (come la IX, X, XI e XV).

Kemp, M. (1990). *La scienza dell'arte*. Firenze: Giunti.

Loria, G. (1921). *Storia della geometria descrittiva. Dalle origini sino ai giorni nostri*. Milano: Ulrico Hoepli.

Loria, G. (1950). *Storia delle matematiche. Dall'alba della civiltà al secolo XIX*. Milano: Ulrico Hoepli.

Mancini, F. (1966). *Scenografia italiana, dal Rinascimento all'età romantica*. Milano: Fratelli Fabbri Editori.

Migliari, R. (2012). La prospettiva: una conversazione su questioni solo apparentemente banali. In L. Carlevaris, L. De Carlo, R. Migliari (a cura di). *Attualità della geometria descrittiva*. Roma: Gangemi editore.

Sinisgalli, R. (1984). *I sei libri della prospettiva di Guidobaldo dei marchesi Del Monte dal latino tradotti, interpretati e commentati da Rocco Sinisgalli*. Roma: L'Erma di Bretschneider Editrice.

Teorie e metodi per lo sviluppo delle rigate e lo spianamento approssimato delle rigate non sviluppabili

Mara Capone

Abstract

La genesi geometrica delle superfici e la conoscenza delle loro proprietà è da sempre la base per la risoluzione di molti problemi, sia costruttivi che di misurazione. La sviluppabilità di una superficie è una delle caratteristiche fondamentali di una forma che ne consente la fabbricazione a partire da una “striscia” piana, con un materiale flessibile e indeformabile. La geometria si occupa di studiare le proprietà che restano inalterate e, quindi, la forma che tale “striscia” deve avere affinché, a seguito di una serie di movimenti rigidi, essa possa assumere una determinata configurazione. Il contributo analizza i diversi metodi per determinare lo sviluppo delle superfici sviluppabili e la “planarizzazione”, o sviluppo approssimato, delle rigate non sviluppabili. Obiettivo primario è quello di individuare le relazioni tra i metodi illustrati in alcuni trattati e le possibili applicazioni derivanti dall'uso della modellazione parametrica. Ripercorrendo le tappe significative che, dalla prima definizione di superficie, presente nel De Anima di Aristotele (384-322 d.C.) e dalle ambigue definizioni di Amédée François Frézier (1682-1773), conducono agli studi di Leonhard Euler (1707-1783) e all'opera principale di Monge sulle superfici sviluppabili (1795), si intende offrire una panoramica sui diversi approcci, che hanno definito le basi del calcolo differenziale per lo studio delle proprietà delle rigate, e delle diverse metodologie che consentono di determinarne lo sviluppo.

Parole chiave: superfici sviluppabili, rigate, superfici a doppia curvatura, modellazione parametrica.

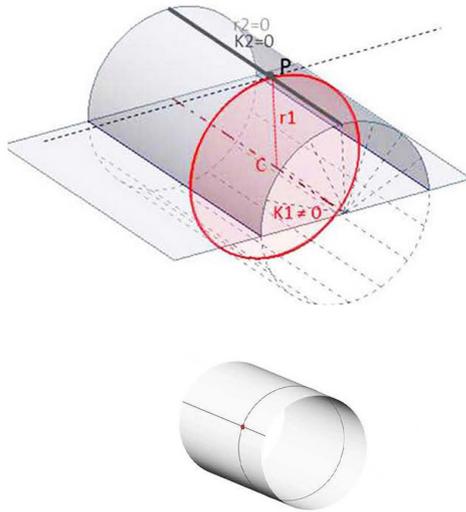
Introduzione

Sin dall'antichità, la genesi geometrica delle superfici e la conoscenza delle loro proprietà è stata la base per la risoluzione di molti problemi, sia costruttivi che di misurazione. La sviluppabilità di una superficie è una delle caratteristiche fondamentali di una forma, in quanto ne consente la fabbricazione a partire da una “striscia” piana di un materiale flessibile e indeformabile. La geometria si occupa di studiare le proprietà che restano inalterate e, quindi, la forma che tale “striscia” deve avere affinché, a seguito di una serie di movimenti isometrici, essa possa assumere una determinata configurazione.

Teorie

La classificazione differenziale delle superfici, introdotta da Leonhard Euler (1707-1783) e successivamente utilizzata da Monge, consente oggi di raggruppare le superfici in funzione della curvatura. In particolare, secondo la definizione introdotta Carl Friedrich Gauss nel 1802 [Gauss 1802, pp. 10-20], le superfici possono essere: a curvatura nulla, a curvatura positiva, a curvatura negativa o a curvatura variabile. Definita k la curvatura di una linea piana in un punto P , dove $k = l / r$ ed r è il raggio del cerchio osculatore della linea, si definiscono sezioni principali di una superficie quelle ottenute con piani passanti per la normale alla superficie nel punto P , con curvatura minima e massima. Euler dimostra che queste sezioni appartengono a piani ortogonali.

Superfici sviluppabili
Curvatura nulla $k=0$



Superfici non sviluppabili
 $k < 0$ e $k > 0$

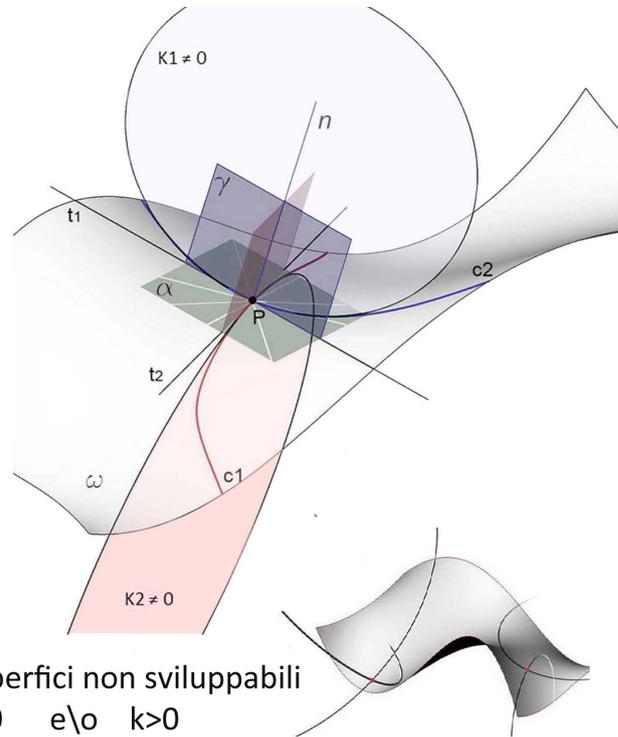


Fig. 1. Determinazione dei cerchi osculatori e della curvatura gaussiana di una superficie.

La curvatura gaussiana è il prodotto delle due curvatures principali, ne consegue che essa può essere positiva, negativa o nulla: è positiva quando i cerchi osculatori delle sezioni principali si trovano dalla stessa parte del piano tangente, negativa quando si trovano da parti opposte, nulla quando una delle due sezioni principali è una retta.

Le superfici con curvatura nulla sono delle particolari rigate, anche dette *sviluppabili* (fig. 1), quindi le superfici sviluppabili sono tutte rigate ma non tutte le rigate sono sviluppabili.

Per approfondire puntualmente il tema delle rigate fondamentale è il testo di Jean Pierre Nicholas Hachette, che classifica queste superfici in due categorie: le superfici sviluppabili, che ovviamente sono rigate, e le rigate, che per lo studioso francese sono le rigate non sviluppabili [Hachette 1828] [1].

I primi a studiare in modo sistematico le proprietà delle rigate sviluppabili in relazione ai principi della “geometria differenziale” sono Euler e Monge [Snežana 2011, pp. 701-714]. Entrambi propongono una generalizzazione della questione, pur non facendo mai esplicitamente riferimento ai concetti su cui tale classificazione si fonda, e non parlando mai né di cerchio osculatore né di piano osculatore [2].

Euler pone in modo esplicito il problema della sviluppabilità di una superficie. Nel *De solidis quorum superficem in planum explicare licet* egli definisce le condizioni geometriche di una superficie affinché sia sviluppabile: «notissima è la proprietà dei cilindri e dei coni, per cui si può sviluppare la loro superficie sul piano, proprietà che si può estendere a tutti i corpi cilindrici e conici, purché abbiano come base una figura; al contrario», afferma Euler, «la sfera manca di questa caratteristica per cui, in nessun modo, la sua super-

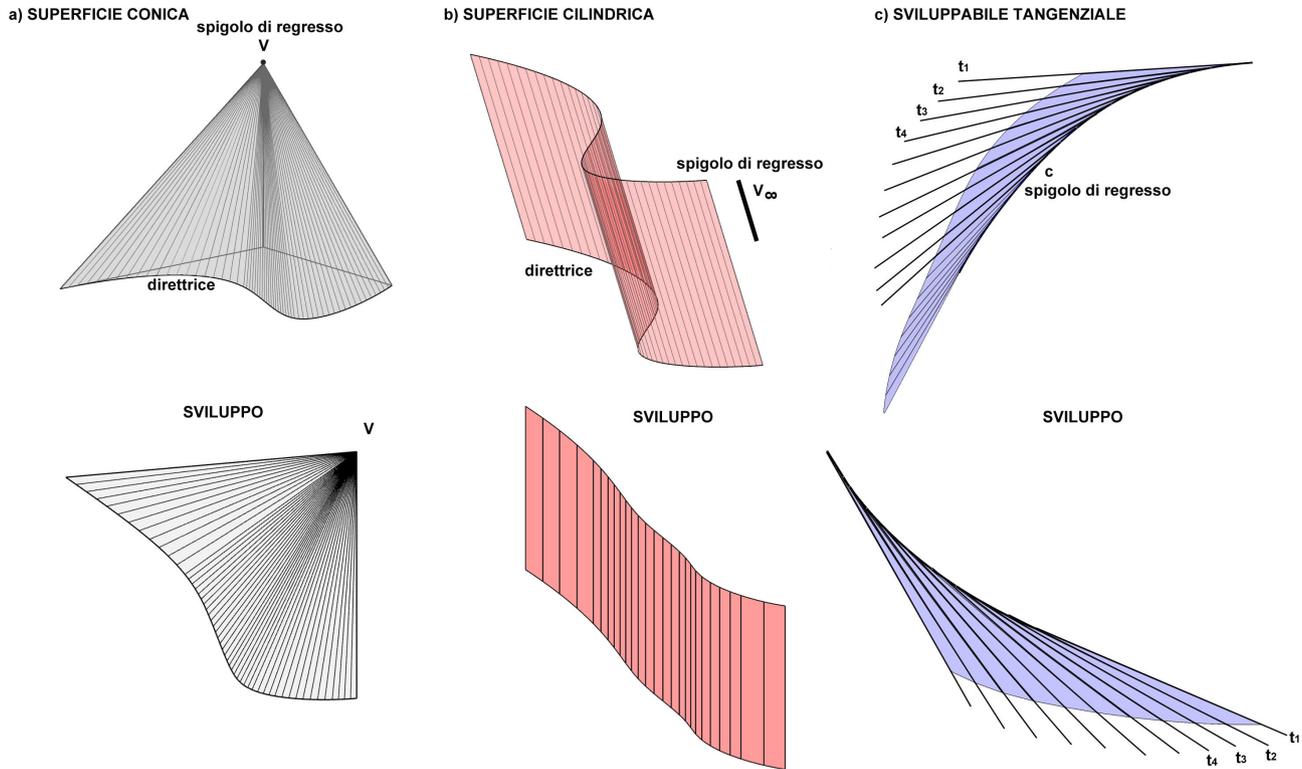


Fig. 2. Classificazioni delle superfici sviluppabili in funzione dello spigolo di regresso. Determinazione degli sviluppi.

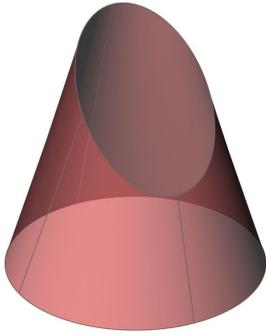
ficie si può rappresentare in piano...; da ciò nasce la domanda giustamente curiosa e degna di nota, esistono forse altri generi di corpi, oltre i coni e i cilindri, la cui superficie parimenti può essere rappresentata in piano, o no? Per la qual cosa in questa dissertazione ho posto questo problema: trovare un'equazione generale per ogni solido la cui superficie si può rappresentare in piano; alla cui soluzione in vari modi io mi sto per avvicinare» [Euler 1772, p. 3] [3]. Partendo dalla ricerca delle condizioni che rendono sviluppabile una superficie, il principale merito di Euler è stato quello di aver messo chiaramente in relazione i principi della geometria analitica e della geometria differenziale. Ma è Monge che introduce in modo esplicito una nuova famiglia di superfici sviluppabili, aprendo questioni che ancora oggi sono alla base dei diversi approcci per la costru-

zione di forme complesse [4]. Utilizzando il teorema che Monge illustra nelle sue lezioni di Geometria Descrittiva, per dimostrare il dominio di esistenza di una rigata generica [5] [Monge 1795, p. 130] egli definisce una particolare superficie generata da una retta che si muove lungo una curva sghemba restando tangente alla curva: tale superficie è una "svilupabile tangenziale".

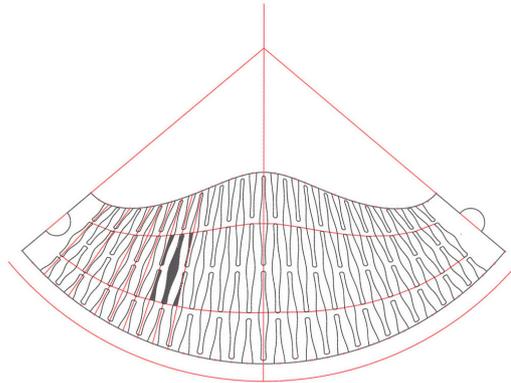
In base agli studi di Monge, Euler e Hachette si giunge ad una definizione generale delle superfici sviluppabili che sono, ovviamente, tutte rigate e possono essere raggruppate in tre famiglie: tangenziali, coniche e cilindriche. In una trattazione generale, la svilupabile tangenziale può essere considerata il caso generico in cui la direttrice ("spigolo di regresso") è una curva gobba qualsiasi (fig. 2c). La svilupabile si specializza quando lo spigolo di regresso si riduce

Fig. 3. Si possono facilmente costruire superfici coniche e cilindriche a partire dallo sviluppo utilizzando un materiale "flessibile" ma non "deformabile" (elaborazione grafica dell'autore).

1. Superficie conica - sviluppabile



2. Sviluppo



3. Costruzione



Fig. 4. Sviluppabili tangenziali. A sinistra: Antoine Pevsner, *Developable Surface*, 1938; a destra: Antoine Pevsner, *Developable Column*, 1942.



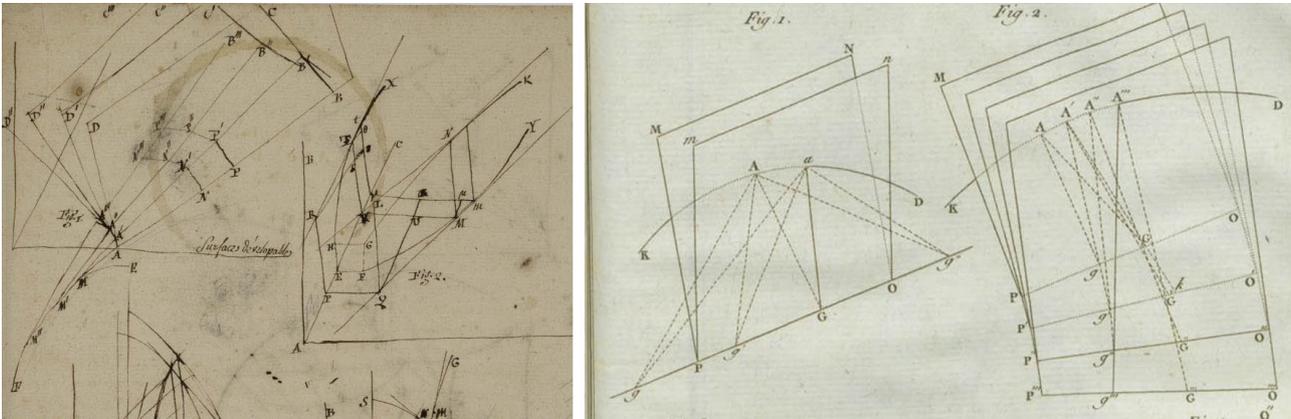


Fig. 5. A sinistra: Gaspard Monge, 1780 [Monge 1780]; a destra: Gaspard Monge, 1801 [Monge 1801].

ad un punto proprio o improprio: nel primo caso si ottiene una superficie conica (fig. 2a), nel secondo caso una superficie cilindrica (fig. 2b).

Definite le diverse tipologie di superfici sviluppabili è fondamentale definire il concetto di sviluppabilità. Geometricamente una superficie è sviluppabile se può essere distesa su un piano utilizzando una trasformazione isometrica, senza strappi o sovrapposizioni. Se ciò è immediatamente verificabile, anche empiricamente, per le superfici coniche e le superfici cilindriche (fig. 3), è sicuramente più complessa la verifica per una sviluppabile tangenziale (fig. 4), così come è più complessa la determinazione del suo sviluppo. La domanda posta da Euler su quali superfici possono essere distese sul piano e quali no richiede una risposta sempre più pertinente. Si definisce così la regola geometrica che consentirà di passare dalla teoria alla prassi relativa a cosa possiamo sviluppare e, soprattutto, come possiamo determinare lo sviluppo di una sviluppabile generica. Geometricamente una rigata è sviluppabile se due generatrici infinitamente vicine si intersecano e quindi sono complanari. Ciò è evidente per le superfici coniche in cui tutte le generatrici passano per un punto proprio, il vertice (fig. 2a), e per le superfici cilindriche in cui tutte le generatrici si intersecano in un punto improprio (fig. 2b). Nel caso della rigata tangenziale per dimostrarlo è necessario fare ricorso ai principi della geometria differenziale ed al concetto di limite e di derivata. La tangente ad una curva in un punto P , infatti, è la posizione limite che assume la retta

PQ al tendere di Q a P . Una volta definita la tangente in un punto P ad una curva piana, che si dimostra essere unica, si definisce il concetto di curvatura e la definizione di cerchio osculatore introdotta da Leibniz [Migliari 2009, p. 103]. Considerando, infatti, due punti A e B , prossimi a P , e la circonferenza passante per APB , si definisce cerchio osculatore quello che meglio approssima la curva al tendere di A e B a P .

Lo stesso ragionamento può essere esteso alle curve gobbe. Considerando la tangente t in un punto P della curva, la posizione limite della retta PQ , al tendere di Q a P , si definisce piano osculatore la posizione limite del piano passante per t e per un punto Q (al tendere di Q a P). Si può anche dimostrare che le tangenti di una curva sghemba sono le intersezioni delle coppie dei piani osculatori consecutivi e, per questa ragione, le superfici sviluppabili si possono anche definire come l'involuppo del movimento di un piano nello spazio [Fallavollita 2008, p. 111].

Dunque, da un punto di vista teorico, gli assunti posti alla base della sperimentazione possono essere così riepilogati:

- le superfici sviluppabili sono tutte rigate;
- hanno curvatura gaussiana nulla;
- possono essere generate dal moto di una retta tangente ad una curva sghemba;
- possono essere generate dall'involuppo del moto dei piani osculatori di una curva sghemba;
- in una superficie sviluppabile le due generatrici successive sono sempre incidenti.

Tutti gli studi fatti nel passato, qualunque sia stato l'approccio prevalente (quello geometrico sintetico, analitico o differenziale), si sono storicamente basati su intuizioni spaziali spesso poco o affatto rappresentate e quindi poco "visibili". Obiettivo di questo contributo è stato anche quello di utilizzare gli strumenti della modellazione tridimensionale quale metodo per dimostrare (oltre che per mostrare) e di utilizzare la modellazione algoritmica generativa per governare contemporaneamente le diverse anime della geometria: quella geometrica descrittiva, quella analitica e quella differenziale. A partire da questi assunti è stata messa a punto una sperimentazione basata sull'ibridazione dei vecchi principi e delle tradizionali metodologie con i nuovi strumenti di modellazione generativa, cercando di individuare approcci di ricerca innovativi in cui la conoscenza della geometrie risulta essere sempre il fondamento per la soluzione di problemi costruttivi complessi.

Metodi

La costruzione geometrica di una superficie conica o cilindrica non presenta particolari problematiche poiché assegnata una curva direttrice e il vertice (sia esso proprio o improprio) si tratta di costruire n generatrici che congiungono il vertice con gli n punti della direttrice. Anche la costruzione del modello 3D, utilizzando un qualsiasi software, è immediata: tale superficie si può, infatti, costruire semplicemente "estrudendo" la direttrice in una direzione o verso un punto proprio (fig. 2). Molto più complessa risulta, invece, la costruzione di una sviluppabile tangenziale. Analogamente vale per la determinazione degli sviluppi delle superfici coniche e cilindriche, che si ottengono agevolmente sia con metodi tradizionali che in ambiente digitale, mentre risulta molto più complessa sia la costruzione che la determinazione dello sviluppo di una tangenziale qualsiasi.

Costruzione di una sviluppabile tangenziale

Una sviluppabile tangenziale, in Geometria Descrittiva, è generata dal moto della retta tangente ad una curva gobba. Questa particolare famiglia di rigate può essere costruita utilizzando una sola curva direttrice (spigolo di regresso) poiché la tangente ad una curva sghemba in un punto è sempre univocamente determinata [Migliari 2009, p. 160]. Una sviluppabile generica si specializza se lo spigolo di regresso è un'elica cilindrica: la superficie generata dal moto di una retta tangente ad un'elica cilindrica è un elicoide sviluppabile.

La costruzione di una retta tangente ad una qualsiasi curva gobba è estremamente laboriosa con il metodo grafico tradizionale, ciò determina la quasi totale assenza di illustrazioni a supporto dei complessi ragionamenti spaziali nella maggior parte dei testi storici analizzati. L'apporto dello strumento informatico è notevole perché consente di costruire automaticamente una retta tangente in un punto di una curva sghemba. Per generare la superficie, quindi, è necessario costruire n tangenti che, per quanto automaticamente, dovranno essere determinate una alla volta per poter poi costruire la superficie utilizzando le n generatrici rappresentate. Ne deriva che: minore è il numero delle generatrici utilizzate e maggiore è la differenza tra la superficie generata e la sviluppabile tangenziale.

Utilizzando lo strumento di analisi della curvatura gaussiana k si può verificare se la superficie ottenuta è sviluppabile (verde, $k = 0$) oppure no (blu, $k < 0$) (fig. 6).

Il caso dell'elicoide sviluppabile è più semplice, infatti, se lo spigolo di regresso è un'elica cilindrica, per generare la superficie sarà sufficiente costruire la tangente in un punto qualsiasi dell'elica e farla traslare lungo di essa [6].

La modellazione generativa si rivela, in questo caso, uno strumento estremamente potente e utile sia per reiterare procedimenti sia per verificare teorie. Una superficie tangenziale, in realtà è sviluppabile con delle inevitabili approssimazioni, in quanto le due generatrici consecutive si intersecano sullo spigolo di regresso in un intorno infinitesimo, cioè con n tendente ad infinito. Nell'ambito di questa sperimentazione si è messa a punto una definizione che segue la logica geometrica per costruire rigate sviluppabili partendo da una curva gobba qualsiasi. La curva può essere importata o parametrizzata a seconda delle specifiche esigenze. La definizione consente di generare la superficie costruendo le n rette generatrici passanti per gli n punti in cui è stata divisa la curva assegnata (spigolo di regresso) e tangenti ad essa. Modificando la lunghezza della generatrice e lo spigolo di regresso si possono ottenere infinite sviluppabili. Tale superficie può essere tagliata per definire il bordo che, altrimenti, viene automaticamente generato in funzione della lunghezza della generatrice (fig. 6).

Costruzione di una striscia sviluppabile utilizzando due direttrici

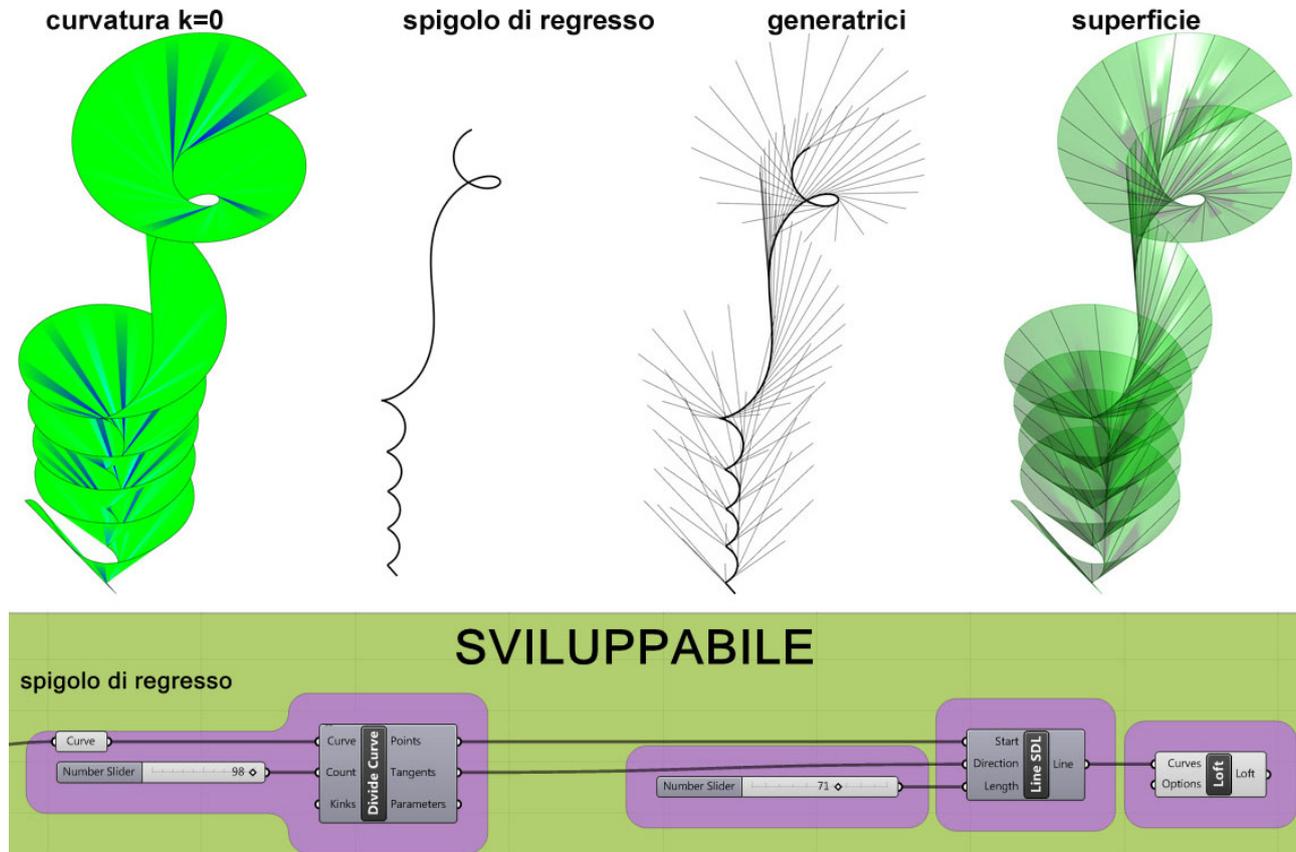
Più frequente è il caso in cui le strisce sviluppabili si costruiscono considerando due direttrici c e c' . Utilizzando i metodi della Geometria Descrittiva, per costruire una generatrice di una sviluppabile che si appoggia a due curve c e c' , si considera un punto P sulla curva c e si costruisce la

superficie conica di vertice P e direttrice c : la generatrice della sviluppabile si ottiene considerando il piano passante per P e tangente alla superficie conica. Infatti, tale piano individua sul cono la retta r , che è la generatrice della sviluppabile passante per P . Reiterando il procedimento si possono quindi ottenere n generatrici della superficie. In questo modo si dimostra che ogni generatrice di una sviluppabile ammette un unico piano tangente [Migliari 2009, pp. 213-218]. Questa importantissima proprietà geometrica delle superfici sviluppabili è stata fondamentale per definire l'algoritmo che consente di costruire un striscia sviluppabile assegnate due direttrici.

Assegnando arbitrariamente le due curve non sempre è possibile ottenere una superficie sviluppabile. Può accadere che le due curve, assegnate arbitrariamente, non siano "estese" a sufficienza o lo siano troppo e che in alcuni punti non sia possibile determinare la generatrice. In questo caso sarà necessario definire il dominio di esistenza della superficie (fig. 7).

In ambito digitale il problema sembra essere risolvibile in maniera immediata, ad esempio, utilizzando il comando *DevLoft* di Rhinoceros e assegnate due curve qualsiasi come direttrici si può generare automaticamente una striscia sviluppabile. Analizzando la superficie così ottenuta risulta che la curvatura

Fig. 6. Tangenziale, modello parametrico: l'approssimazione migliora ($k = 0$) aumentando il numero delle generatrici (definizione dell'autore).



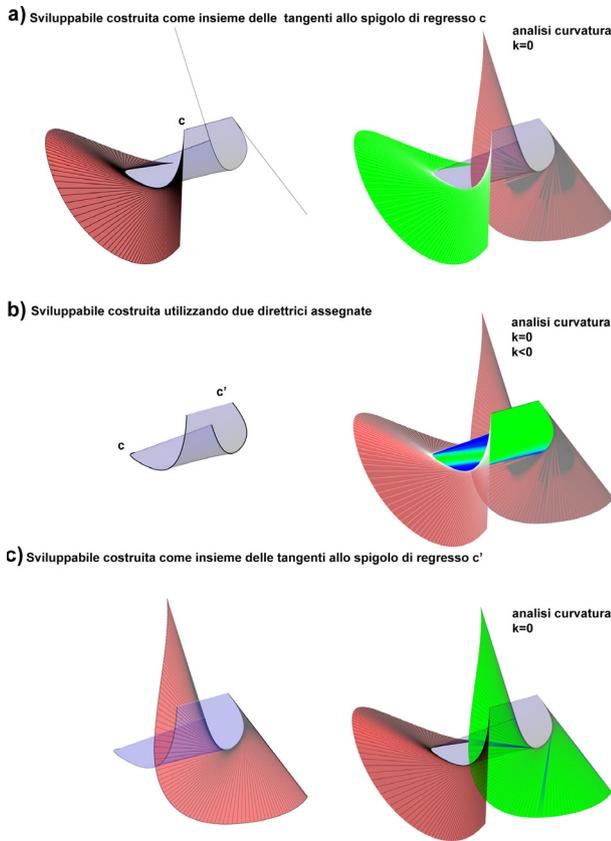


Fig. 7. Strisce sviluppabili costruite utilizzando due direttrici qualsiasi c e c' . Definizione del dominio di esistenza (elaborazione grafica dell'autore).

gaussiana, pur essendo generalmente nulla, in alcuni punti è negativa (fig. 7) e quindi la superficie non è sviluppabile. Uno degli inconvenienti del comando *DevLoft* è proprio quello di creare comunque una superficie rigata utilizzando tutta la lunghezza delle due curve assegnate arbitrariamente quindi, non sempre si ottiene una striscia perfettamente sviluppabile. Le soluzioni per risolvere il problema, utilizzando il software, possono essere varie e, ovviamente, dipendono dalle applicazioni specifiche. Una delle soluzioni possibili è sicuramente quella di estendere le curve e costruire la superficie analizzando la curvatura. In questo modo, per successive approssimazioni e correggendo le

curve fino ad ottenere superfici a curvatura nulla, si possono costruire strisce sviluppabili che potranno essere successivamente tagliate a seconda delle necessità. Attraverso la modellazione algoritmica sono state messe a punto definizioni che consentono di modificare le direttrici, una in funzione dell'altra, in modo da garantire l'esistenza della sviluppabile.

In particolare, nell'ambito di questa ricerca è stata, portata avanti la sperimentazione per:

- la costruzione di una sviluppabile su due direttrici, c e c' , utilizzando la modellazione algoritmica [7];
- la determinazione dello spigolo di regresso ottenuta unendo a due a due le generatrici successive;
- la determinazione della tangenziale utilizzando lo spigolo di regresso;
- il confronto delle due superfici (fig. 8).

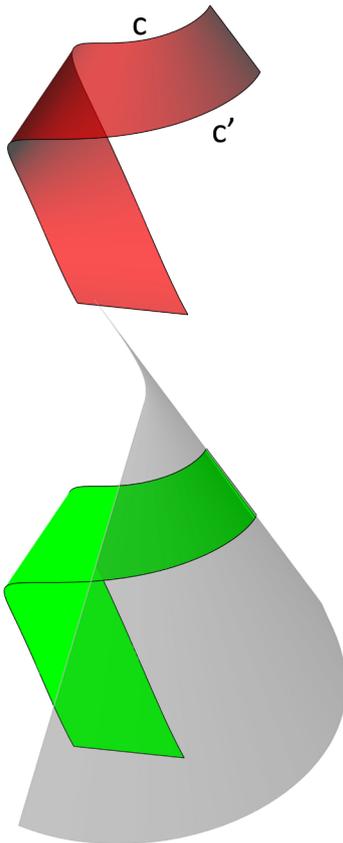
Questo procedimento può essere utilizzato sia per progettare una striscia, in modo che essa sia sicuramente sviluppabile (fig. 9) [Lanzara 2015, pp. 199-203] sia per determinarne lo sviluppo.

Determinazione dello sviluppo di una sviluppabile tangenziale
Come riportato precedentemente, una superficie è sviluppabile se può essere distesa su un piano con movimenti rigidi, senza rotture o sovrapposizioni: ciò è possibile se e solo se due generatrici consecutive sono complanari. Per definire i diversi approcci che consentono di determinare lo "sviluppo approssimato" di una superficie non sviluppabile sono stati analizzati i principi e i metodi utilizzati per definire lo sviluppo delle superfici sviluppabili e le tecniche di fabbricazione che possono "compensare" l'approssimazione insita nell'operazione di "spianamento" consentendo, in alcuni casi, la deformazione grazie a "rotture", *kerfing*, o "sovrapposizioni", *bending*.

Le superfici sviluppabili hanno curvatura gaussiana nulla, come già sottolineato, di conseguenza possono essere costruite con un materiale flessibile e non deformabile a partire dal loro sviluppo, mettendo in forma la sagoma ritagliata. Questi vantaggi evidenti, soprattutto in termini di fabbricabilità, hanno favorito la diffusione di questa tipologia di superfici. Nel caso delle superfici cilindriche l'angolo di regresso coincide con una direzione, quindi, le generatrici sono tutte incidenti in un punto improprio. Utilizzando il metodo tradizionale introdotto da Monge, per determinare lo sviluppo della superficie si divide in n parti la direttrice e si ottiene una superficie prismatica che, al limite (al tendere di n all'infinito), coincide con la superficie cilindrica. Disten-

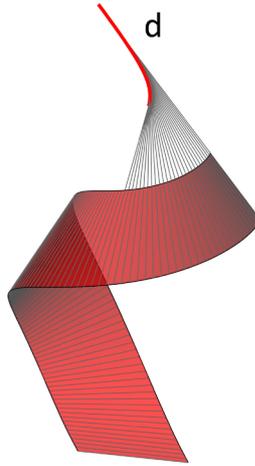
Fig. 8. Modello parametrico: confronto tra la striscia costruita utilizzando due direttrici e la tangenziale costruita con lo spigolo di regresso.

1. striscia su due direttrici c e c'

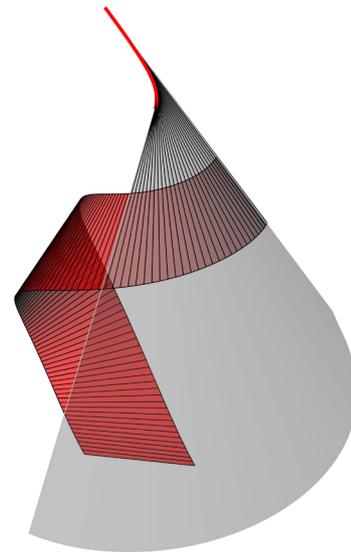


K=0 - curvatura della striscia

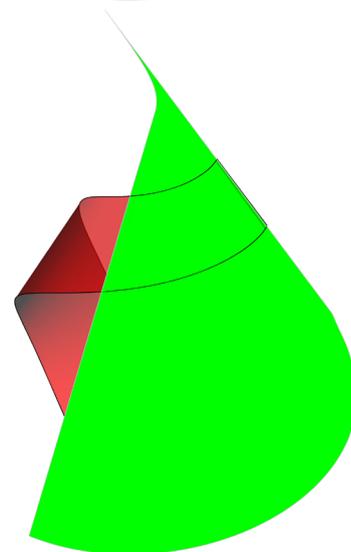
2. costruzione spigolo di regresso d



3. tangenziale su spigolo di regresso

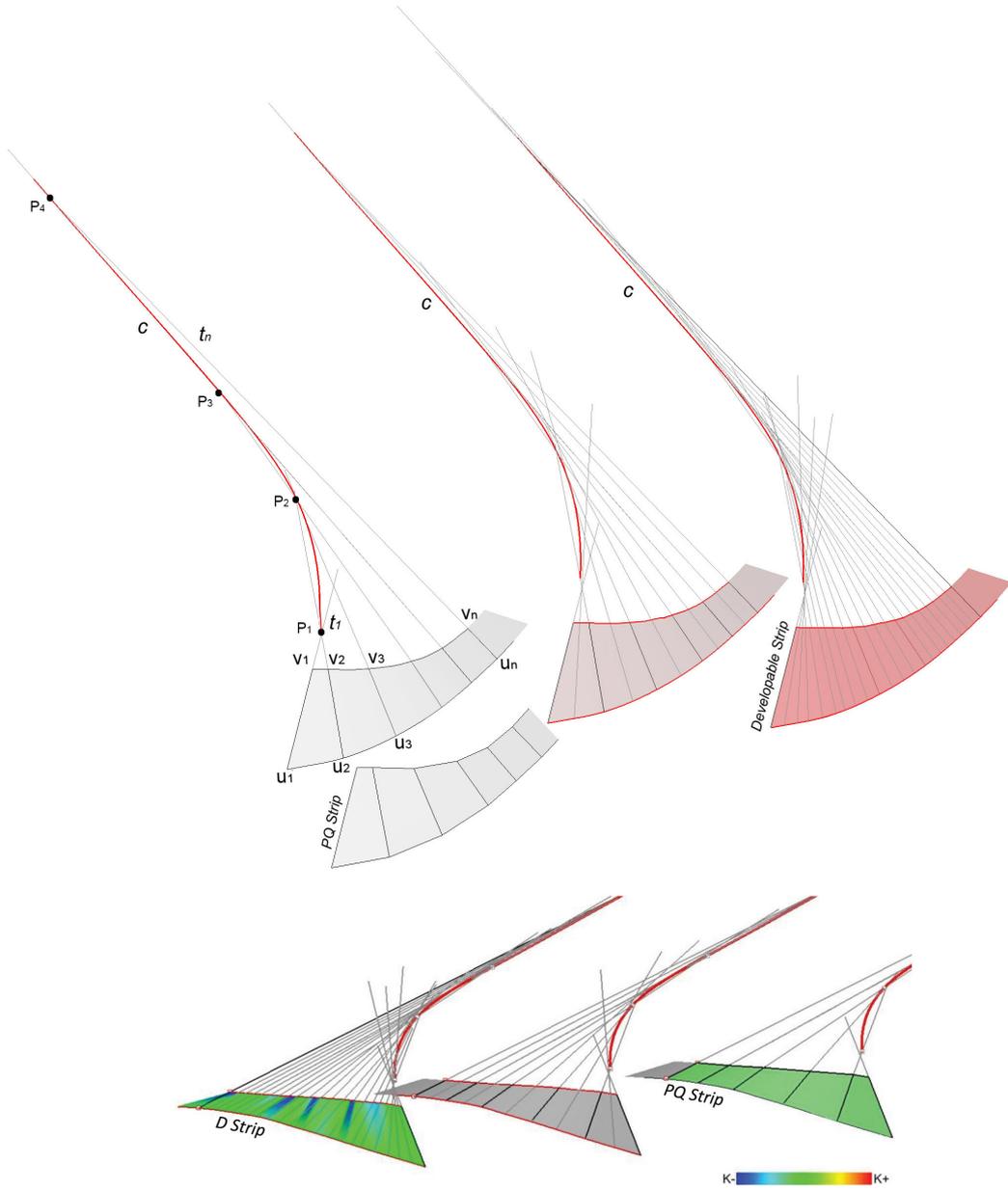


4. analisi della curvatura gaussiana



K=0 - curvatura della tangenziale

Fig. 9. Processo di approssimazione per la progettazione di una striscia sviluppabile (elaborazione grafica di Emanuela Lanzara).



dedo le n facce quadrilatero in sequenza su un piano si ottiene lo sviluppo della superficie cilindrica.

Analogamente, le superfici coniche, possono essere considerate delle sviluppabili specializzate nelle quali lo spigolo di regresso è un punto proprio. Ne deriva che tutte le generatrici sono incidenti in tale punto. Quindi due generatrici consecutive, comunque considerate, sono sicuramente incidenti. Per definire lo sviluppo della superficie si suddivide la direttrice in n parti e si trasforma la superficie continua in una superficie poliedrica: una piramide a base poligonale. Distendendo le n facce triangolari in sequenza su un piano si ottiene lo sviluppo della superficie che sarà meglio approssimato al tendere di n all'infinito. In ambiente digitale esiste un comando dedicato in grado di sviluppare automaticamente sia le superfici coniche sia quelle cilindriche [8]. Più complesso è il procedimento per determinare lo sviluppo delle sviluppabili tangenziali, dove, l'applicazione dei principi della geometria differenziale è molto più evidente. Per studiare le proprietà delle superfici sviluppabili Monge utilizza i principi del calcolo differenziale [Migliari 2009, pp. 106-108]. Ogni sviluppabile può essere distesa sopra un piano senza deformazioni e, in una regione limitata, senza sovrapposizioni. La sviluppata della superficie generata dalle infinite tangenti ad una curva sghemba si ottiene considerando n generatrici e sviluppando nel piano i tratti di superficie compresi tra due generatrici consecutive. Per ottenere lo sviluppo della superficie, quindi, si considerano due tangenti consecutive t_1, t_2 (fig. 10) che, essendo incidenti, individuano un piano. Facendo ruotare t_2, t_3 intorno a t_1 , e ripetendo l'operazione per tutti i tratti successivi si ottiene lo sviluppo della superficie. La forma dello sviluppo dipende dallo spigolo di regresso e spesso accade che, per la configurazione della superficie, porzioni di superfici sviluppate si sovrappongano alle altre [Fallavollita 2008, p. 113]. Per poter procedere alla fabbricazione in questi casi, è necessario suddividere la superficie di progetto in parti. L'operazione di sviluppo, dunque, si esegue in modo agevole per le superfici coniche e cilindriche dove «il metodo rigoroso non può che desumersi dal calcolo» [Sereni 1826, p. 49] [9] in quanto il metodo approssimato si dimostra lungo e impreciso.

Interessante è, a tal proposito, l'approccio di Leroy che evidenzia l'importanza della conoscenza del risultato per distribuire gli errori. Lo studioso affronta il problema dello sviluppo della tangenziale generica, ed in particolare dell'elicoide sviluppabile, procedendo come per una superficie conica o cilindrica. Leroy afferma che «dividendo

una curva piana situata sulla superficie in piccoli archi sensibilmente confusi con le loro corde: allora i settori elementari proiettati potranno essere considerati come triangoli di maniera che... se si costruiscono questi triangoli sopra uno stesso piano ed allato gli uni degli altri, il loro insieme rappresenterà lo sviluppo della superficie in questione» [Leroy 1826, p. 289] (fig. 10). Egli sottolinea che la necessità di approssimare la superficie continua ad una superficie poliedrica dà luogo «alla contingenza di cumulare errori, i quali sparirebbero se si conoscesse anticipatamente la forma che dee prendere sullo sviluppo una certa curva data sulla superficie curvilinea [...] nell'elicoide sviluppabile avviene che tutte le eliche hanno per trasformata sullo sviluppo tanti cerchi concentrici» dunque, in questo caso particolare, lo spigolo di regresso si trasformerà in un cerchio il cui raggio, che dipende dal raggio di curvatura dell'elica (O_1A_2), potrà essere determinato sia utilizzando il calcolo differenziale sia graficamente. Per determinare lo sviluppo dell'elicoide una volta costruita la trasformata dell'elica, quindi, sarà sufficiente riportare da un qualsiasi punto della circonferenza, sulla retta tangente, la lunghezza della generatrice assegnata (per esempio A_2W_2) e tracciare un cerchio concentrico di raggio O_2W_2 (fig. 10).

Utilizzando la modellazione procedurale, e basandoci su questo principio teorico, si è messo a punto una definizione che consente di sviluppare l'elicoide utilizzando la curvatura dell'elica. Si è, inoltre, studiato un procedimento utile anche per determinare lo sviluppo di una tangenziale generica che si basa sul calcolo differenziale.

Dividendo lo spigolo di regresso in n parti e considerando le n tangenti (generatrici della rigata) si ha che due tangenti consecutive si possono considerare incidenti lungo lo spigolo di regresso. In realtà ciò è vero solo in un intorno piccolo, infinitesimo. Dividendo, infatti, lo spigolo di regresso in n parti e considerando due tangenti successive, t_1 e t_2 , condotte rispettivamente dai punti 1 e 2 (fig. 10) si definisce il quadrilatero sghembo $A12B$. Al tendere del punto 2 al punto 1, i punti 1, 2 e B possono considerarsi allineati, ne deriva che, per approssimazione, sarà sempre possibile definire una faccia piana triangolare e quindi sviluppare la superficie composta da n facce triangolari.

Se ne deduce che all'aumentare di n migliorerà l'approssimazione della superficie sviluppata rispetto a quella reale. Nell'ambito della ricerca sono stati sperimentati due procedimenti e, analizzando i risultati, è stato possibile valutare quale dei due consente di ottenere lo sviluppo che meglio approssima la superficie.

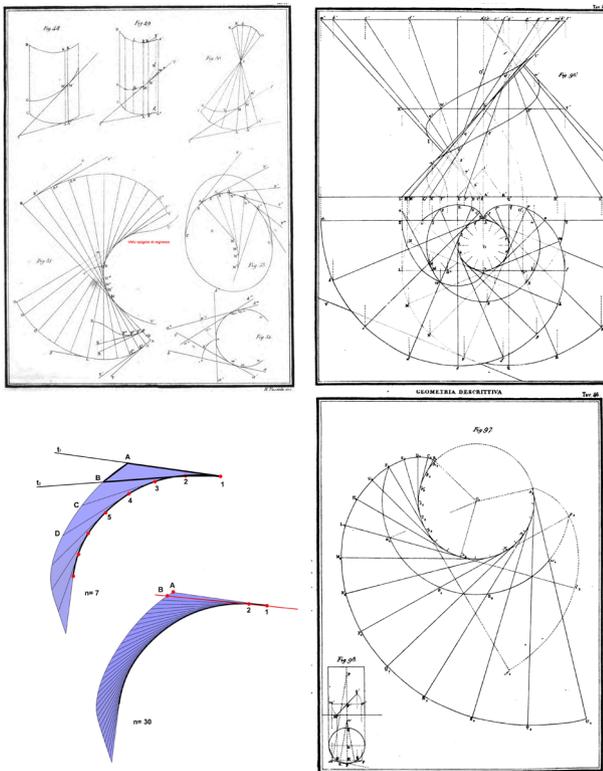


Fig. 10. Charles François Antoine Leroy: sviluppabile generica, elicoide sviluppabile e sviluppo. Discretizzazione in quadrilateri sghembi o in elementi triangolari.

Nel primo caso è stata divisa la superficie utilizzando le n tangenti ed è stata definita una superficie composta dalle rigate ottenute utilizzando a due a due le tangenti successive, $A1, B2, C3 \dots$ (fig. 10c). Tali rigate, essendo costruite utilizzando i quadrilateri sghembi $A12B$, non sono sviluppabili, come teoricamente definito in precedenza. Esse sono state "spianate" utilizzando lo strumento *smash* che, in ambiente digitale, consente di determinare lo sviluppo approssimato di una superficie non sviluppabile. Collegando in sequenza le singole facce disposte su un piano è stato determinato lo sviluppo della superficie [10].

Nel secondo caso, considerando i punti $1, 2, B$ e $2, 3, C \dots$ allineati, la superficie è stata discretizzata, suddivisa nei triangoli

$AB1, BC2, CD3 \dots$, ed è stata poi sviluppata sul piano. Infatti, in un intorno infinitesimo i punti $1, 2$ e B possono considerarsi allineati e quindi le due tangenti consecutive saranno incidenti nel punto 1 . Ne deriva che la faccia $A12B$ può essere considerata equivalente alla faccia triangolare IAB se n tende ad infinito (fig. 10c). Confrontando i valori metrici relativi alla lunghezza dei bordi e all'area della superficie 3D con i due sviluppi risulta che: nel primo caso la superficie sviluppata è maggiore di quella reale e nel secondo caso risulta essere minore. Ne deriva che, per costruire esattamente la forma utilizzando gli sviluppi così determinati, nel primo caso dovranno essere previste sovrapposizioni (*bending*) e nel secondo caso tagli (*kerfing*) e l'utilizzo di un materiale "deformabile".

Determinare lo spianamento approssimato di una rigata a doppia curvatura

L'operazione di sviluppo è di fondamentale importanza per la costruzione di un oggetto, qualunque sia la sua scala: dalle opere di carpenteria metallica agli oggetti di design e, in generale, in tutti i casi in cui si costruisce un elemento a partire da una superficie piana che, opportunamente lavorata, sarà utilizzata per realizzare la forma desiderata. Risulta evidente, quindi, la necessità di conoscere lo sviluppo per il tracciamento in piano del contorno esatto della superficie da tagliare. Sviluppi approssimati, ma sufficientemente precisi per certe applicazioni pratiche, possono essere ottenuti anche per alcune superfici teoricamente non sviluppabili.

Si possono individuare diversi approcci per costruire una superficie a doppia curvatura utilizzando elementi piani che dipendono, ovviamente, dal tipo di oggetto, dal materiale e soprattutto dalle tecnologie utilizzate per la fabbricazione. La questione della determinazione dello sviluppo approssimato di una superficie complessa si può risolvere:

1. approssimando la superficie e dividendola in strisce sviluppabili, quindi individuando alcune linee notevoli sulla superficie in modo da ottimizzare il procedimento costruttivo;
2. progettando la superficie utilizzando strisce sviluppabili [Liu et al. 2006];
3. utilizzando procedimenti che rendano flessibile e deformabile il pannello (*kerfing* o *bending*) in modo da ottenere la forma progettata a partire da un elemento piano.

Un approfondimento sulle rigate non sviluppabili, ed in particolare sul paraboloido iperbolico, ha consentito di evidenziare alcune delle problematiche e di definire approcci possibili che possano guidare le operazioni necessarie a trasformare una superficie non sviluppabile in una superficie piana che, con migliore approssimazione, sia in grado di con-

Fig. 11. Modellazione procedurale: sperimentazione per la fabbricazione di un elicoide sviluppabile a partire dal suo sviluppo (elaborazione grafica dell'autore).

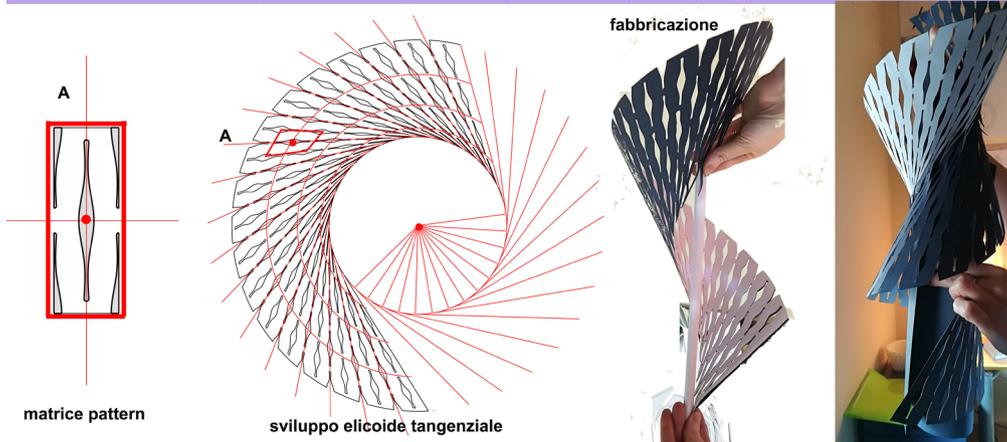
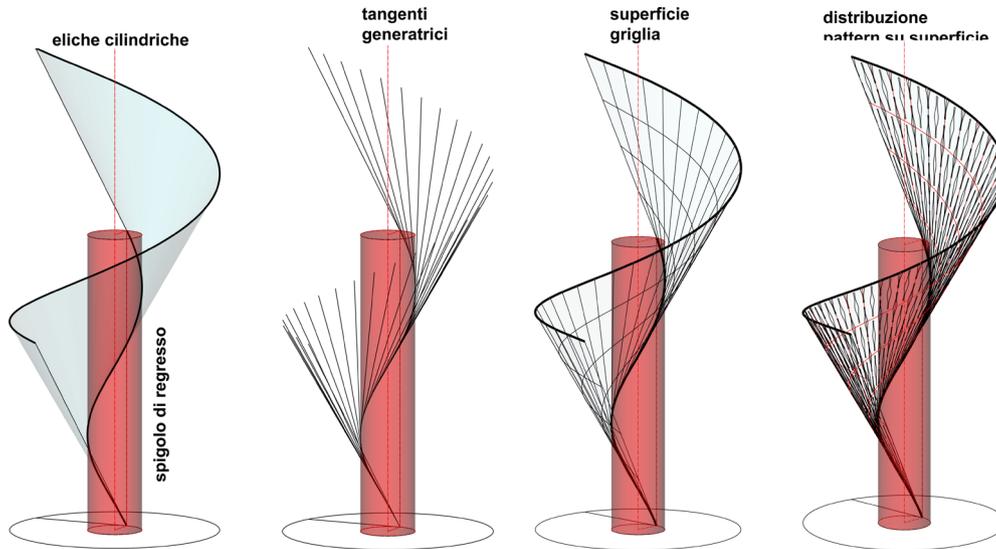
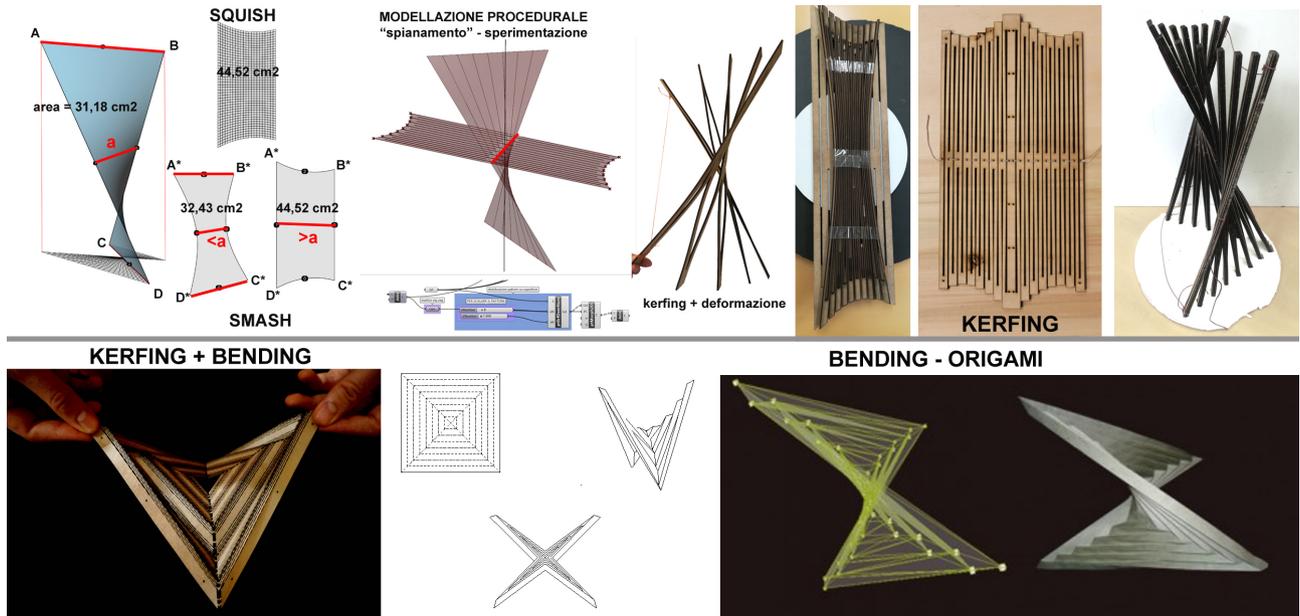


Fig. 12. Prototipi in legno e cartoncino per la costruzione di una lampada: porzioni di elicoide sviluppabili. Progetto di Mara Capone.



Fig. 13. Sperimentazione per la fabbricazione di un paraboloide iperbolico: esperimenti di kerfing e bending.



servare le caratteristiche della superficie stessa. Altro obiettivo fondamentale della ricerca è di evidenziare, attraverso le applicazioni, come questi approcci condizionino fortemente l'esito figurativo e soprattutto le modalità costruttive. Il paraboloido iperbolico è una rigata con due piani direttori con due schiere di generatrici parallele a tali piani. La superficie non è sviluppabile, in quanto due generatrici consecutive sono sempre sghembe, essendo parallele al piano direttore, e la curvatura è sempre negativa. In ambito digitale esistono diversi strumenti che consentono di ottenere automaticamente lo spianamento di una superficie non sviluppabile: in Rhinoceros i comandi *smash* e *squish* (fig. 12). L'analisi critica dei risultati ottenuti utilizzando questi strumenti è parte integrante della nostra sperimentazione. Con *smash* si può generare automaticamente uno sviluppo approssimato di una superficie a doppia curvatura ma, partendo da questo, si può ricostruire la forma di partenza solo utilizzando un materiale deformabile. Il comando *squish*, "appiattisci", utilizza un algoritmo diverso, esegue la spianatura di *mesh* o superfici NURBS 3D e modificando l'area di partenza consente la visualizzazione ed il controllo delle zone di compressione e di allungamento locale. Applicando i comandi *smash* e *squish* alla porzione di paraboloido iperbolico utilizzato per questa sperimentazione si sono ottenute due forme diverse (fig. 12) deducendo le seguenti osservazioni: l'area si modifica rispetto a quella reale e le generatrici di una delle due schiere si deformano incurvandosi in modo evidente. Da questo ne deriva che per passare dallo spianamento approssimato alla forma progettata si dovranno necessariamente prevedere rotture e/o sovrapposizioni. Infatti, se la generatrice *AD* si incurva, cioè si trasforma nel bordo curvo *A'D'* dello svi-

luppo, quest'ultimo dovrà essere deformabile, pertanto, i tagli dovranno essere fatti in modo da consentire che la curva *A'D'* possa assumere la configurazione rettilinea della forma progettata una volta che il pezzo sia messo in forma. Analogamente, se si deforma la generatrice *AB*, si dovrà consentire che la curva *A'B'* dello sviluppo si trasformi nel segmento rettilineo *AB* (fig. 12).

Utilizzando la modellazione generativa si sono sperimentate diverse metodologie per simulare la deformazione in funzione dei tagli effettuati con l'obiettivo di individuare i processi basati sulla conoscenza delle proprietà geometriche e mettere a punto strumenti per definire lo sviluppo approssimato di una superficie a doppia curvatura.

Conclusione e futuri sviluppi della ricerca

Il tema della costruzione di una forma a partire da una superficie piana è stato storicamente affrontato ed è alla base delle sperimentazioni che hanno come obiettivo la ricerca di soluzioni ottimizzate e che si fondano sulla geometria applicata. L'utilizzo degli strumenti di modellazione parametrica consente di affrontare il problema in tutta la sua complessità aprendo nuovi ambiti di sperimentazione e di ricerca basati su antichi principi la cui verifica è sempre meglio supportata dalla diffusione delle tecniche di fabbricazione digitale.

L'attività di ricerca parte dallo studio della geometria e degli strumenti di modellazione algoritmica e, ibridando diverse metodologie, tende a sviluppare soluzioni generali che, in quanto parametrizzate, potranno essere utilizzate in diversi ambiti.

Note

[1] Hachette propone una classificazione delle superfici in tre gruppi: le superfici sviluppabili, le superfici di rivoluzione e le rigate: «de surfaces qu'on vient de définir et qui sont désignées par le noms de surfaces developables, surfaces de révolution, surfaces réglées» [Hachette 1828, p. 30].

[2] Come è noto, il cerchio osculatore è il cerchio che meglio approssima una curva in un intervallo infinitesimo. La curvatura in un punto è l'inverso del raggio del cerchio osculatore $k=1/r$. Il piano osculatore in un punto *P* di una curva dello spazio, è la posizione limite assunta dal piano passante per la tangente in *P* alla curva e per un altro punto *Q* della curva stessa, al tendere di *Q* a *P*. Se consideriamo un punto *P* di una curva sghemba, il piano osculatore è il piano individuato dal vettore tangente *t* in *P* e dal vettore normale *n*.

[3] «Notissima est proprietas cylindri et conii, qua eorum superficiem in planum explicare licet atque ad eo haec proprietas ad omnia corpora cylindrical et coni-

ca extenditur, quorum bases figuram habeant quamcumque; contra vero sphaera hac proprietate destituitur, quum eius superficies nullo modo in planum explicari neque superficie plana obducatur; ex quo nascitur quaestio aequae curiosa acnotatudigna, utrum praeterconos et cylindros alia quoque corporum genera existant, quorum superficiem itidem in planum explicare liceat nec ne? Quamobrem in hac disertatione equens considerare constitui Problema: Invenire aequationem generalem pro omnibus solidis, quorum superficiem in planum explicare licet, cuius solutionem variis modis sum aggressurus» [Euler 1772].

[4] Le ricerche più avanzate per la costruzione di superfici complesse si svolgono nell'ambito della geometria applicata. Una delle possibili soluzioni consiste nel dividere la superficie in parti che possono essere realizzate per approssimazione utilizzando strisce sviluppabili. Questo procedimento offre notevoli vantaggi in termini di fabbricazione della superficie che potrà essere costruita utilizzando elementi piani da mettere in forma.

[5] Nelle sue prime lezioni di Geometria Descrittiva, Gaspard Monge insegna una elegante «dimostrazione esistenziale» delle superfici rigate, generate dal moto di una retta che si appoggia a tre generiche curve sghembe assunte come direttrici [Migliari 2009, p. 154].

[6] Ad esempio, con Rhinoceros, si può utilizzare il comando *sweep* ad *l binario*.

[7] Per costruire la striscia abbiamo utilizzato la definizione *Tapeworm script* by Märten Nettelblatt che consente di modificare le due direttrici garantendo l'esistenza della sviluppabile.

[8] Con il comando *Unroll*, Rhinoceros consente di sviluppare le superfici sviluppabili. Si sviluppano automaticamente superfici coniche, superfici cilindriche e strisce ottenute assegnando due direttrici. Si presentano al-

cuni problemi per sviluppare una tangenziale generica, nonostante sia una superficie sviluppabile.

[9] Sereni è un sostenitore del metodo analitico, infatti egli afferma che «i metodi approssimativi sono essi medesimi soverchiamente lunghi, e di sì raro uso nelle arti che non meritano d'arrestarci davvantaggio [...] in ultima analisi tutti si ridurrebbero a costruire lo sviluppo di una superficie poliedrica [...] e quanto minore fossero gli angoli tanto più il lavoro si accosterebbe alla precisione» [Sereni 1826, p. 49].

[10] Utilizzando algoritmi generativi lo sviluppo della superficie rigata tangenziale è stato determinato dividendo in n parti (variabili) lo spigolo di regresso e costruendo le tangenti alla curva passanti per gli n punti così determinati. È stata poi determinata la superficie generata dalle tangenti successive.

Autore

Mara Capone, DiArc Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, mara.capone@unina.it

Riferimenti bibliografici

Euler, L. (1772). De solidis quorum superficiem in planum explicare licet. In *Novi commentarii academiae scientiarum imperialis Petropolitanae*. XVI. pp. 3-34.

Fallavollita, F. (2008). *Le superfici rigate e le superfici sviluppabili. Una rilettura attraverso il laboratorio virtuale*. Tesi di dottorato di ricerca in Scienze della Rappresentazione e del Rilievo. Tutor: L. De Carlo, R. Migliari. Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Rilievo, Analisi, Disegno dell'Ambiente e dell'Architettura.

Gauss, K.F. (1902). *General Investigations of Curved Surfaces of 1827 and 1825, translated with notes and a bibliography by James Caddal Moreheas and Adam Miller Hildebeitel*. Princeton: The Princeton University Library.

Hachette, J.N.P. (1828). *Traité de Géométrie Descriptive*. Paris: Corby.

Lanzara, E. (2015). *Paneling Complex Surfaces. Razionalizzazione di superfici complesse per l'industrializzazione*. Tesi di dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e rilievo e rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente. Tutor: M. Capone, cotutor: A. Picerno Ceraso. Università degli Studi di Napoli Federico II.

Leroy, C.F.A. (1846). *Trattato di Geometria Descrittiva con una collezione di disegni composta da 60 tavole*. Traduzione dal francese con note di Salvatore d'Ayala e Paolo Tucci, Napoli: Dalla Reale Tipografia della Guerra. (Prima ed. *Traité de géométrie descriptive*, Parigi 1842).

Liu, Y. et al. (2006). Geometric Modeling with Conical Meshes and Developable Surfaces. In *ACM Transactions on Graphics*, 25, 3, pp. 681-689.

Migliari, R. (2009). *Geometria descrittiva*. Roma: CittàStudi.

Monge, G. (1780). Mémoire sur les propriétés de plusieurs genres de surfaces courbes et particulièrement sur celles des surfaces développables avec une application à la théorie générale des ombres et des pénombres. In *Mém. div. Sav.*, t. 9, pp. 382-440.

Monge, G. (1785). *Mémoire sur les développées, les rayons de courbure, et les différens genres d'inflexions des courbes a double courbure*. Paris: De l'Imprimerie Royale.

Monge, G. (1798). *Géométrie Descriptive*. Paris: Baudouin.

Monge, G. (1801). *Feuilles d'analyse appliquée à la géométrie, appliquée à la géométrie à l'usage de l'Ecole Polytechnique*. Paris: Baudouin.

Quintial, F.G., Barrallo, J., Artiz Elkarte, A. (2015). Freeform surfaces adaptation using developable strips and planar quadrilateral facets. In *Journal of Facade Design and Engineering*, 3, pp. 59-70.

Sereni, C. (1826). *Trattato di Geometria Descrittiva*. Roma: Nella Stamperia di Filippo e Nicola De Romanis.

Snežana, L. (2011). Developable Surfaces: Their History and Application, In *Nexus Network Journal*, 13, pp. 701-714.

Tang, C., Bo, P., Wallner, J., Pottmann, H. (2016). Interactive design of developable surfaces. In *ACM Transactions on Graphics*, 35, 2, Article 12: <<http://www.geometrie.tugraz.at/wallner/abw.pdf>> (consultato il 23 ottobre 2018).

La diffusione della Geometria descrittiva in Gran Bretagna tra XVIII e XIX secolo

Stefano Chiarenza

Abstract

Tra il XVIII e il XIX secolo la diffusione della Geometria descrittiva di Monge in Europa determina, con tempi ed esiti diversi nei vari paesi, un cambiamento radicale nel campo della rappresentazione. Essa modifica non solo l'approccio al disegno ma anche, e in maniera sostanziale, l'istruzione professionale.

In Gran Bretagna, tuttavia, la nuova scienza, per motivi sia politici che spiccatamente culturali, approda ufficialmente con grande ritardo. La sua circolazione tra professionisti, artigiani e disegnatori, attestata però ben prima, la vede innestarsi su una serie di esperienze di ricerca autonome, alimentando altresì i tentativi, da parte dei teorici dell'isola, di definire un sistema universale di comunicazione grafica.

Il presente studio, attraverso una rivisitazione di ricerche sulla storia della rappresentazione relative a quest'epoca e la raccolta di fonti documentali, intende offrire una sistematica ricostruzione della diffusione della geometria descrittiva in Gran Bretagna, contestualizzandola nel clima socio-politico del tempo e intrecciando le nuove istanze del metodo mongiano con le originali ricerche condotte oltre Manica in quegli anni.

Parole chiave: disegno geometrico, Inghilterra, proiezioni, Monge, Nicholson.

Introduzione

Sul finire del XVIII secolo la definizione mongiana dell'impalcato teorico della geometria descrittiva rappresentò il punto d'inizio di una profonda rivoluzione culturale nel campo delle scienze tecniche.

La nuova disciplina, in grado di riannodare in un corpo organico la vasta produzione empirica esistente, andava infatti a delineare i tratti di una scienza della rappresentazione, fino ad allora mai esistita o, quanto meno, mai formalizzata in maniera unitaria. Con essa ebbe inizio anche un processo radicale di trasformazione del sistema di istruzione: la formazione in ambito tecnico-ingegneristico trovava nel nuovo metodo scientifico di rappresentazione uno strumento di studio imprescindibile per i giovani ingegneri, ponte di raccordo tra materie di natura teorico-matema-

tica e applicativa, in un percorso didattico che chiamava in gioco una molteplicità di discipline spesso eterogenee.

La Francia fu certamente il fulcro di tale cambiamento. Ma la raffinatezza teorica del metodo di Monge e i suoi diversi campi di applicazione attrassero, in pochi anni dalla sua diffusione pubblica, tutta la comunità scientifica europea. Nei vari paesi l'impatto della nuova disciplina sugli studi diede avvio progressivamente a processi di cambiamento significativi nei percorsi di istruzione, innestandosi sui modelli presenti o interagendo variamente con essi. Se in Spagna, Italia e Germania la geometria descrittiva fu accolta in tempi rapidi e reagì in maniera osmotica con le conoscenze scientifiche fino ad allora maturate, in altri paesi non riscontrò tuttavia lo stesso successo.

Il ritardo nella diffusione del metodo in Inghilterra: problemi politici e ragioni sociali

Nel contesto europeo, in particolare, l'Inghilterra recepisce con ritardo il metodo di Monge e ciò a causa di un insieme di fattori concomitanti sia di ordine politico che culturale [Mason 1971; Lawrence 2003]. Dal punto di vista politico, com'è stato notato, «*The lack of interest shown upon the translation of the technique into English is partly due to its having been translated during the period between the Napoleonic wars, so the technique itself was regarded as the invention of one of the most prominent republican educationalists. The competition between the two nations – English and French – in matters not only of war but of prosperity and industry during the intervals of peace is an important element to be considered. The lack of a suitable translation and instruction into the technique by one of the 'original' students was another result of the wars in which the French and English were engaged in at the time*» [Lawrence 2003, p. 1271].

E in effetti, gli eventi politici successivi alla Rivoluzione, coincidenti con gli anni della diffusione oltre i confini francesi della Geometria descrittiva, vedono sì un periodo di pace tra le due nazioni – intervenuto dopo il trattato di Amiens del 1802 e cessato già nel 1803 – ma questo appariva legato a necessità contingenti piuttosto che alla ricerca di un sinecismo culturale. L'Inghilterra, infatti, fu mossa alla pace dall'interesse, tra l'altro, di ristabilire relazioni commerciali con la Francia per scambiare le proprie eccedenze industriali [Bignon 1840, p. 270]. Relazioni che, tuttavia, non decollarono mai a causa dell'evidente protezionismo francese volto a limitare l'egemonia economica inglese. I contrasti politici e la concorrenza industriale tra i due Stati si mantennero quindi sostanzialmente costanti e ciò, indipendentemente dagli eventi bellici, non facilitò la diffusione scientifica dell'opera di Monge sull'isola. Il continuo stato di tensione e di competizione impedì inoltre che scienziati francesi potessero trasferire in Gran Bretagna le conoscenze del metodo, cosa che invece avvenne negli Stati Uniti d'America, sia sul piano pratico che teorico, grazie a Marc-Isambard Brunel, a Claude Crozet e a Simon Bernard [Cardone 2017, p. 150].

Dal punto di vista culturale, la lenta espansione della scienza mongiana nel tessuto professionale e della formazione tecnica britannica sembra dipendere, invece, da alcune profonde differenze tra due identità nazionali, quella francese, appunto, e quella inglese: la prima orientata verso la teoria, la seconda verso la pratica. E non si tratta di un

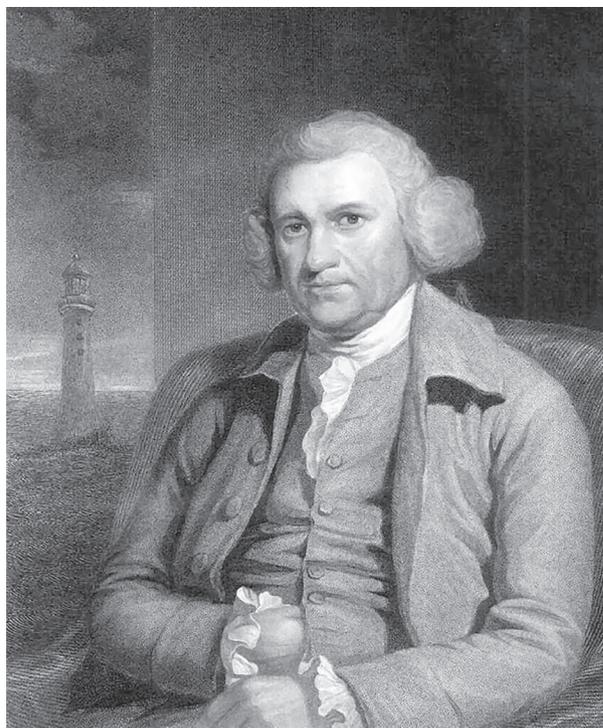


Fig. 1. John Smeaton (1724-1792). Incisione dal ritratto del pittore Mather Brown, 1788 ca.

mero luogo comune, ancorché tale possa apparire nelle parole di Hyppolite Taine quando, nelle sue *Notes sur l'Angleterre* scrive «*le Français demande à tout écrit et à toute chose la forme agréable; l'Anglais peut se contenter du fonds utile. Le Français aime les idées en elles-mêmes et pour elles-mêmes; l'Anglais les prend comme des instruments de ménémotechnie ou de prévision. [...] En général, le Français comprend au moyen de classifications et par des méthodes déductives, l'Anglais par induction, à force d'attention et de mémoire, grâce à la représentation lucide et persistante d'une quantité de faits individuels, par l'accumulation indéfinie des documents isolés et juxtaposés*» [Taine 1874, p. 326].

La contrapposizione tra orientamenti teorici e pratici, tra deduzione e induzione, elementi, questi, che appaiono peculiarità specifiche dei due popoli, non nasce solo da una



Fig. 2. Thomas Telford (1757-1834). George Patten, Ritratto, 1829. Olio su tela. Glasgow Museums. Immagine distribuita con licenza CC BY-NC-ND.

enfaticizzazione retorica di due caratteri antitetici e storicamente in competizione. Essa trova precisi riscontri nei modelli formativi e nell'approccio alla scienza e alla tecnica. Ed è proprio il sistema formativo britannico dell'epoca, forse, la principale causa della mancata diffusione di un metodo che si sublimava nei suoi aspetti teoretici.

Una prima riflessione può essere fatta sulla formazione dell'ingegnere nel XIX secolo nei due paesi. L'ingegnere francese era una figura di Stato, incardinata in corpi gerarchici come l'*École des Ponts et Chaussées* o il *Corps du Génie*. Veniva formato in scuole specializzate ed era considerato parte di quella che poteva già definirsi una categoria professionale [Picon 1992]. Il contesto britannico era del tutto diverso. Nella Gran Bretagna, a cavallo tra il XVIII e XIX secolo, l'ingegneria non era ancora una professione comple-

tamente organizzata [Buchanan 1989] e gli ingegneri erano ancora figure formate attraverso un apprendistato tradizionale, spesso come produttori di strumenti o geometri. Tra essi anche alcuni tra i più brillanti innovatori del secolo: si citano ad esempio l'ingegnere John Smeaton (1724-1792), fondatore nel 1771 della *Society of Civil Engineers*, che fece il suo apprendistato a Londra quale costruttore di strumenti (fig. 1); Thomas Telford (1757-1834), ingegnere e primo presidente della *Institution of Civil Engineers*, che si formò da scalpellino (fig. 2); o ancora George Stephenson (1781-1848), il quale, prima di scoprire il proprio genio nella costruzione di locomotive, lavorò come supervisore ai motori delle miniere (*brakesman*) [1].

Le opportunità di istruzione formale o di formazione erano ridotte e, in genere, anche gli uomini di scienza acquisivano le loro abilità di base dall'apprendistato artigianale o come autodidatti, naturalmente dotati di ingegno e capacità imprenditoriale. L'istruzione tecnica e scientifica, nonostante i grandi risultati raggiunti dall'industria, era in uno stato di arretratezza così come peraltro tutto il sistema educativo [2]. Più in generale, l'insegnamento delle discipline scientifico-ingegneristiche, almeno fino alla metà dell'Ottocento, era solo eccezionalmente erogato nelle antiche università inglesi o in scuole pubbliche, peraltro di stampo clericale [3]. Molti dei pionieri dell'ingegneria o scienziati che avevano ricevuto una educazione scientifica in questi settori avevano studiato o in scuole dell'Europa continentale, o, se in Inghilterra, nelle cosiddette "accademie dissenzienti". Tali accademie erano gestite dai "dissenzienti" ovvero coloro che non si conformavano alla Chiesa d'Inghilterra. Le accademie dissenzienti si diffusero in Inghilterra dopo il 1662 come risultato della cosiddetta "legislazione di Conformità" che accentuò le differenze tra le scuole ortodosse statali e quelle non ortodosse. Esse costituirono parte significativa dei sistemi educativi dell'Inghilterra dalla metà del XVII al XIX secolo [4]. In Gran Bretagna l'istruzione migliore era quella scozzese, offerta dalle Università di Glasgow ed Edimburgo che eccellevano in medicina, scienza e ingegneria ben più di quanto facessero le meno illuminate Oxford e Cambridge [5].

Se dunque in Francia, la geometria di Monge fu elemento catalizzatore della riforma degli studi di ingegneria, imperniata su un sistema già in qualche modo pronto a recepirne l'enorme portata formativa, in Gran Bretagna non solo la disciplina tardò a diffondersi per motivi politici, ma quando vi arrivò, non trovò neanche un sistema educativo e formativo-professionale preparato ad accogliere la dirimpente novità.

Il nuovo linguaggio tecnico, costituitosi grazie al metodo di Monge, permetteva infatti di delineare una nuova figura di ingegnere. Da un lato offriva un repertorio comune, che consentiva di controllare i dettagli della costruzione con estrema precisione, senza necessità di acquisire le abilità manuali dei mestieri o di interessarsi degli aspetti pratico-realizzativi dei manufatti. Dall'altro, le modalità di questa forma di disegno avevano importanti implicazioni per l'organizzazione del lavoro e la progettazione di artefatti, ridefinendo di fatto il ruolo dell'ingegnere nel ciclo produttivo. Segnando, cioè, una separazione sempre più netta tra il progettista-ideatore di un'opera, e il suo esecutore. Come nota Joël Sakarovitch, la Geometria descrittiva «can also be viewed as a transition discipline that allowed a gentle evolution to take place: from the 'artist engineer' of the Old Regime, whose training was based on the art of drawing rather than scientific learning, to the 'learned engineer' of the 19th century for whom mathematics – and algebra in particular – is going to become the main pillar of his training» [Sakarovitch 2005, p. 240].

È chiaro che in Gran Bretagna, dove la pratica costruttiva aveva ancora una straordinaria forza educatrice anche per i professionisti e dove l'intervento statale sulla formazione era marginale [Baynes 2009, p. 15], un approccio estremamente teorico alla disciplina ingegneristica del disegno non avrebbe potuto trovare terreno fertile [6]. Tuttavia è certo che il metodo di Monge entrò in qualche misura a far parte del bagaglio conoscitivo dei tecnici inglesi anche se non vi fu, se non intorno alla metà del XIX secolo, una traduzione che ne perpetuasse la divulgazione sistematica per l'istruzione tecnica.

La diffusione della Geometria descrittiva: tra adattamenti, traduzioni e orientamenti autonomi

Sembra certo che, non troppo tempo dopo che la *Géométrie descriptive* vide le stampe in Francia, il *British War Office* ne ottenne una copia [7]. Dell'opera, tuttavia, l'ufficio non ne fece nulla [Belofsky 1991, p. 35]. Indipendentemente da tale circostanza, verosimile dal momento che la materia non era più secretata, sicuramente alcune copie del metodo in francese circolarono tra gli addetti ai lavori. Il suo ingresso nel portato delle conoscenze professionali è stato ricondotto nondimeno a qualche tempo prima, legandolo alla figura di Marc-Isambard Brunel. L'ingegnere franco-britannico durante la sua formazione aveva avuto modo di conoscere Monge, affidatogli come tutor durante

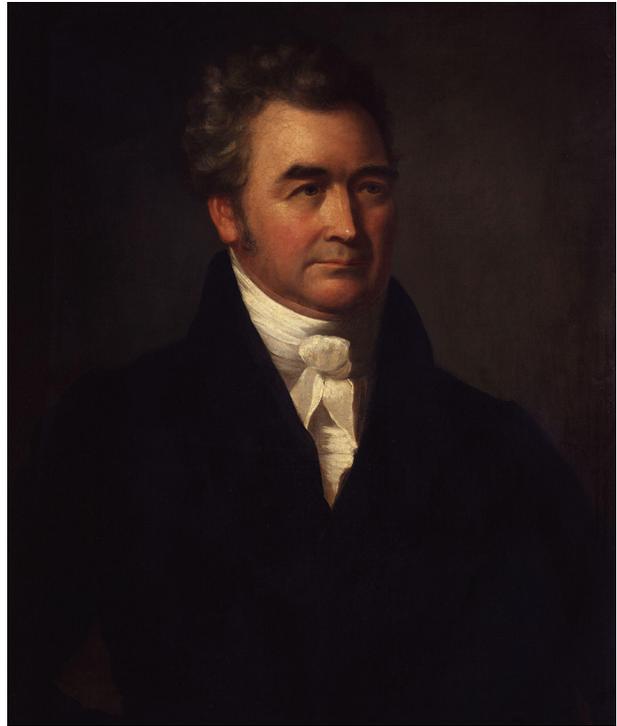


Fig. 3. Peter Nicholson (1765-1844). James Green, Ritratto, 1816. Olio su tela. National Portrait Gallery of London.

un corso a Rouen per diventare cadetto ufficiale di marina. Noto per le sue idee "realiste", Brunel emigrò nel 1793 negli Stati Uniti dove divenne capo ingegnere della città di New York, per poi trasferirsi in Inghilterra nel 1799 [8]. L'attività di Brunel tuttavia, ancorché possa esservi certamente riconosciuto un ruolo fondamentale nel disseminare un nuovo orientamento nel disegno ingegneristico, non si condensò in scritti teorici divulgativi dell'opera del maestro di Beaune, come invece avvenne per Crozet negli Stati Uniti d'America. Le prime trattazioni del metodo di Monge in tale direzione, anche se parziali, sono invece databili al 1812, a opera dell'architetto, ingegnere e matematico scozzese Peter Nicholson (1765-1844) (fig. 3). La sua figura eclettica e la sua attività poliedrica rappresentano uno spaccato della docenza e della professione architettonico-ingegneristica in Gran Bretagna

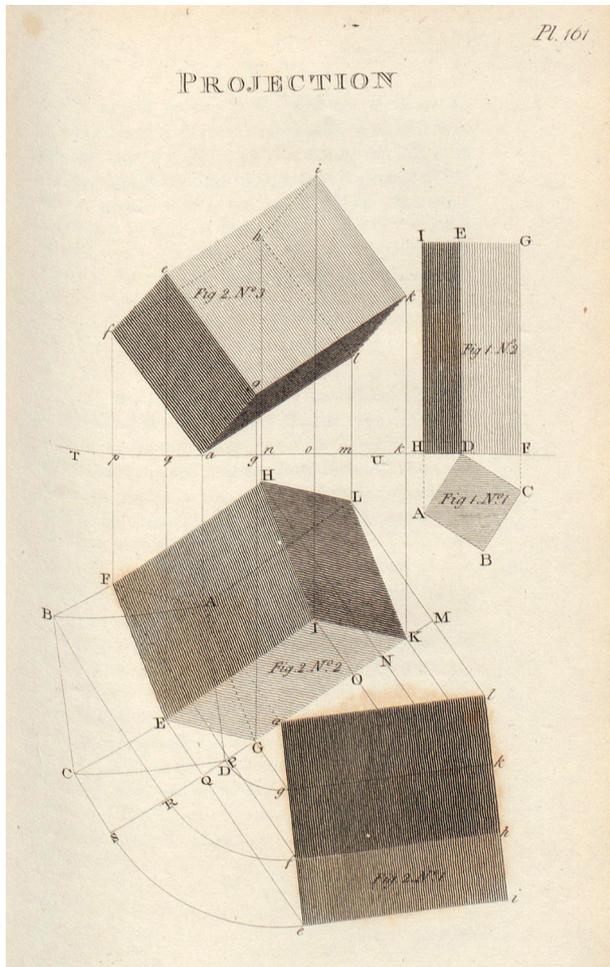


Fig. 4. Peter Nicholson. Incografia e alzato di un parallelepipedo rettangolo [Nicholson 1797, vol. II, Fig. 2].

a inizio Ottocento, protesa verso l'essenzialità di una teoria sempre devota alla pratica del costruire. Egli fu capace di riannodare con consapevolezza e versatilità gli aspetti scientifici del disegno e della geometria con la pratica del costruire, distinguendosi per le sue opere rivolte all'educazione e per il suo spirito matematico che contrassegno pure buona

parte della sua vasta produzione. In molte delle sue trattazioni Nicholson inserisce disegni esemplificativi provenienti dall'esperienza professionale diretta, nella quale non manca mai l'occhio dell'operaio, attività che pure aveva caratterizzato la sua prima formazione.

Nel 1794 egli si occupò della proiezione ortografica su un piano di oggetti, in ogni posizione nello spazio, e riuscì a descrivere «l'incografia e l'alzato» di un parallelepipedo rettangolo [9]. Il disegno a stampa (fig. 4) delle tavole elaborate in quegli anni comparve nel secondo volume dei *Principles of Architecture* (fig. 5) pubblicato nel 1797 [Nicholson 1797], ma il lavoro venne revisionato e ampliato nell'edizione del 1809.

I principi della proiezione costituivano a quel tempo per i disegnatori inglesi l'equivalente britannico della Geometria descrittiva mongiana. E Nicholson può essere considerato il principale studioso della materia a quel tempo in Inghilterra. Egli stesso rivendicò inoltre la propria autonomia da Monge sostenendo, con forza e svariate argomentazioni, di averne conosciuto l'opera soltanto nel 1812, anno in cui ne avrebbe ricevuto in prestito una copia dallo stampatore Wilson Lowry [Nicholson 1828, pp. 44-54].

Sebbene avesse fatto uso del personale metodo di proiezione in diverse opere destinate agli operatori del campo dell'edilizia, ne produsse una più rigorosa trattazione prima nell'*Architectural Dictionary* del 1812 *sub vocem* "Projection" [10] – nel quale pubblicò anche un largo estratto della *Géométrie Descriptive* di Monge *sub vocem* "Descriptive Geometry" tradotta da Mr. Aspin [Nicholson 1819a] – poi nella *Rees Cyclopædia* del 1814 [11] quando venne chiamato da Abraham Rees, in qualità di esperto nella materia, a scrivere per il volume XXVIII uno degli articoli più rilevanti (più di 15 colonne) [Nicholson 1819b], cui faranno seguito le tavole grafiche esplicative nel volume IV del 1820 [Nicholson 1820].

Le proiezioni di Nicholson divennero ben presto il sistema britannico di rappresentazione [Grattan-Guinness, Andersen 1994]. Nella loro versione finale, queste raccoglievano alcuni principi e nomenclature mongiane, preservando comunque le loro originali prerogative [12]. Tale sistema infatti, strettamente legato alla pratica della stereotomia e della carpenteria, aveva il pregio di essere facilmente memorizzabile e prontamente adattabile ai problemi pratici dell'architettura e dell'ingegneria. Un metodo antesignano di quello denominato dagli anglosassoni come "diretto" [Rowe, McFarland 1939] che ha determinato, nei paesi di lingua inglese, una sempre più rada produzione di testi te-

orici di Geometria descrittiva a vantaggio di quelli più propriamente denominati di disegno tecnico, in cui gli assunti teorici lasciano spazio alle più pratiche e rapide modalità di visualizzazione grafica. La conoscenza che Nicholson ebbe delle tecniche di proiezione utilizzate nei mestieri degli scalpellini e dei falegnami fu indiscutibilmente importante nella definizione del suo metodo.

La personale ricerca di offrire una via grafica di valido utilizzo, non soltanto per gli architetti e gli ingegneri, ma soprattutto per gli operai, lo condusse ad ampliare costantemente il suo orizzonte di studio perfezionando prima le proiezioni ortografiche nel trattato del 1827 *A Popular and Practical Treatise on Masonry and Stone-cutting* [Nicholson 1827]; in seguito definendo il sistema che egli stesso chiamò «proiezione parallela obliqua», un sistema speditivo di rappresentazione capace di offrire insieme alle viste ortografiche anche una immagine tridimensionale.

Che in Gran Bretagna in quegli anni, quindi, vi fosse un orientamento di ricerca autonomo è indiscutibile. E non da parte del solo Nicholson, figura forse meno nota alla storiografia rispetto a quelle di William Farish, Joseph Jopling e Thomas Sopwith. Il tentativo di definire un sistema universale di comunicazione grafica [Booker 1963] basato su una visualizzazione geometrica chiara, aveva infatti spinto i teorici dell'isola a cercare di sviluppare metodi di rappresentazione meno astratti e di facile applicazione [Docci, Migliari 1993; Cándito 2003] rispetto a quello di Monge, che tuttavia non restò senza eco.

In realtà la proiezione ortografica parallela di Nicholson, avendo come riferimento un solo piano di proiezione (fig. 6), può a buon diritto essere considerata un'assonometria che, prima di Farish e a differenza del lavoro di quest'ultimo, parte dalla vera forma e grandezza dell'oggetto da rappresentare. Ne sono esempi la tavola grafica del 1794, e le tavole a corredo degli scritti del 1812 e 1814. Si tratta di assonometrie ortogonali (figg. 7, 8) che, in particolari condizioni – come ad esempio un'inclinazione di 90 gradi del piano di proiezione (*plane of projection*) rispetto al piano su cui giace la figura (*original plane*) – danno come risultato immagini del tutto assimilabili a quelle mongiane. Nel caso di rappresentazione di solidi, ad esempio, la proiezione assonometrica della base si riduce a un segmento: in tal modo, l'assonometria del volume equivale, di fatto, a un alzata (seconda proiezione mongiana), che risulta peraltro correlata con la vera forma della base.

Quando poi William Farish, scienziato e professore, prima di Chimica, poi di Filosofia Naturale all'Università di Cam-

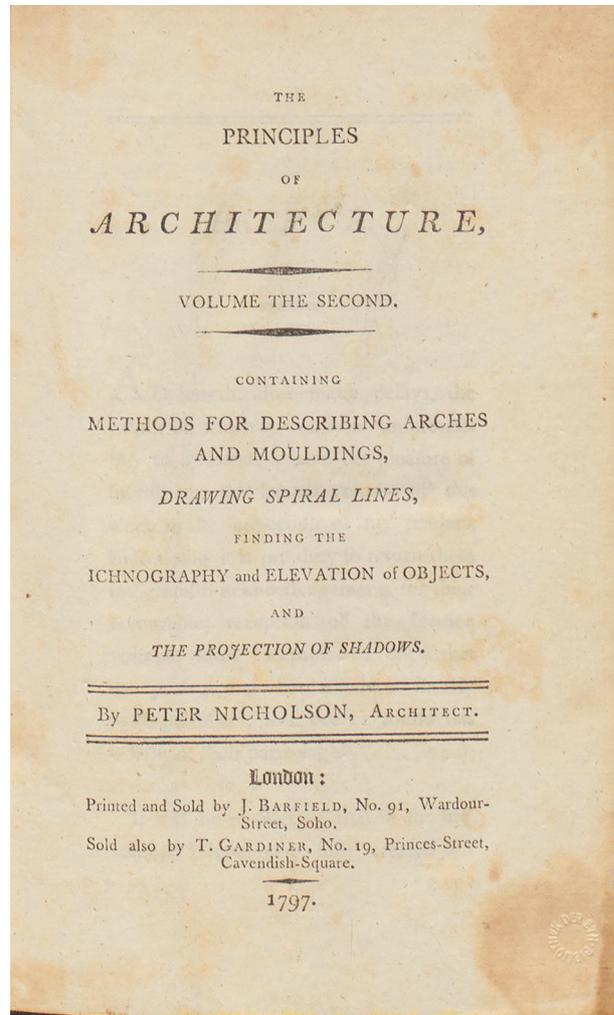


Fig. 5. Frontespizio di *The Principles of Architecture*, vol. II [Nicholson 1797].

bridge, pubblica nel 1820 il suo studio sull'assonometria ortogonale isometrica, la rappresentazione in Gran Bretagna sembra essere approdata in via definitiva a un nuovo metodo, più semplice ed efficace oltre che identitario.

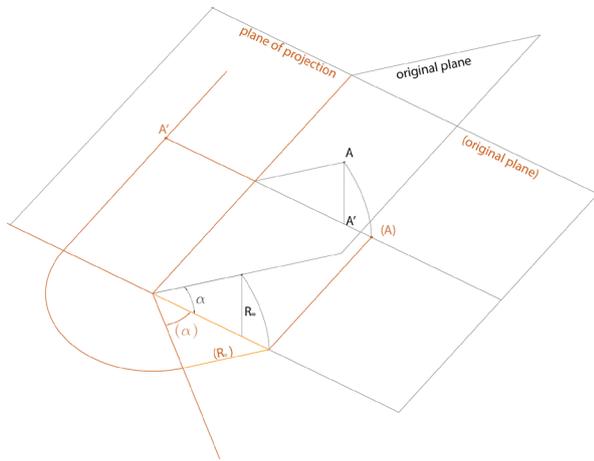


Fig. 6. Schema spaziale dell'applicazione del metodo proiettivo utilizzato da Nicholson (elaborazione grafica dell'autore).

A parte le opere di Nicholson e un accenno al tema della Geometria descrittiva, fatto dello scienziato scozzese John Leslie [13], l'opera di Monge in questi anni non sembra essere entrata nella piena conoscenza del mondo scientifico britannico. Ne è la riprova il fatto che diverse enciclopedie del tempo come l'*Encyclopædia Britannica* o la *Chamber's Cyclopædia* non accennano alla materia né sotto la voce "Monge" né presentando una specifica nota sotto la voce "Geometria". D'altro canto nel 1836, Mr. Thomas S. Davies [14], allora uno dei maestri matematici alla *Royal Military Academy* di Woolwich, scrisse: «Several years ago a considerable extract was made from Monge's work in the *Architectural Dictionary* of Mr. Peter Nicholson. [...] Mr. Nicholson afterwards commenced a work in numbers, bearing the title of *Descriptive Geometry*, but the commercial casualties of the period (1825) put a stop to the undertaking [...] Nothing further on this branch of science has appeared in England» [Cunningham 1868, pp. 49, 50].

Nel 1837, ancora Nicholson dà alle stampe *A Treatise on projection* nel quale viene presentato nuovamente, e in forma più completa, anche il metodo delle proiezioni parallele oblique [Nicholson 1837]. Sul lavoro di Nicholson l'ingegnere e geologo Thomas Sopwith, nella prefazione a un suo trattato del 1838 sul disegno isometrico, scriverà: «This method possesses the advantages of being extremely

simple in its principles and universal in its application; nor in the writings of either continental or English authors has any other general method been proposed» [Sopwith 1838, p. 66]. Un metodo poggiato sulla chiarezza della percezione in relazione al rapporto intuitivo tra la vista ortografica e la configurazione spaziale rappresentata.

Solo nel 1841 venne pubblicato dall'editore J. Parker il primo testo in lingua inglese di geometria descrittiva dal titolo *The Elements of Descriptive Geometry, chiefly designed for Students in Engineering*. Si trattava di un testo didattico, scritto dal reverendo Thomas Grainger Hall [15], professore di matematica al King's College di Londra, a supporto degli studenti del corso di Mr. Thomas Bradley [16], allora lettore di disegno geometrico presso il Department of Civil Engineering and Mining dello stesso College (figg. 9, 10). Lo scritto, realizzato in stretta collaborazione con lo stesso Bradley era, in realtà, in larga parte una traduzione dal francese del trattato di Lefébure de Fourcy [17].

Nel 1849 i Lords Commissioners of the Admiralty [18] incaricarono il reverendo Joseph Woolley [19] della stesura di un trattato di geometria descrittiva con applicazioni alle costruzioni navali destinato alla scuola di costruzioni navali di Portsmouth Dockyard, da adattare anche agli studenti universitari di ingegneria civile.

Il trattato fu pubblicato nel 1850 [Woolley 1850]. È interessante notare come si inizi a prendere consapevolezza dell'importanza dello studio della disciplina mongiana e del colpevole ritardo con il quale è stata recepita fino alla metà del secolo dagli studiosi britannici. Così infatti scrive Woolley nella prefazione: «The properties of Descriptive Geometry have been thoroughly investigated by continental mathematicians: they have paid the greatest attention to the subject: by us it has not met with that regard it most deservedly merits; since it contains not only a course of geometrical reasoning of a most interesting character, but it also unfolds to us properties of the highest value to practical mathematicians. As this volume is designed not only for students who have the advantage of constant direction, but also for those who, deprived of tutorial aid, may yet be desirous of acquiring a knowledge of the principles of the science, it became necessary, in the introductory and elementary parts, to have an especial view to the latter class of students» [Woolley 1850, pp. III, IV]. È anche chiaro l'impegno non solo a destinare l'opera agli studenti universitari ma, secondo la tradizione britannica, anche a coloro che, senza una guida didattica, sono desiderosi di acquisire i principi della nuova scienza. Il testo prende ancora a riferimento due lavori francesi.

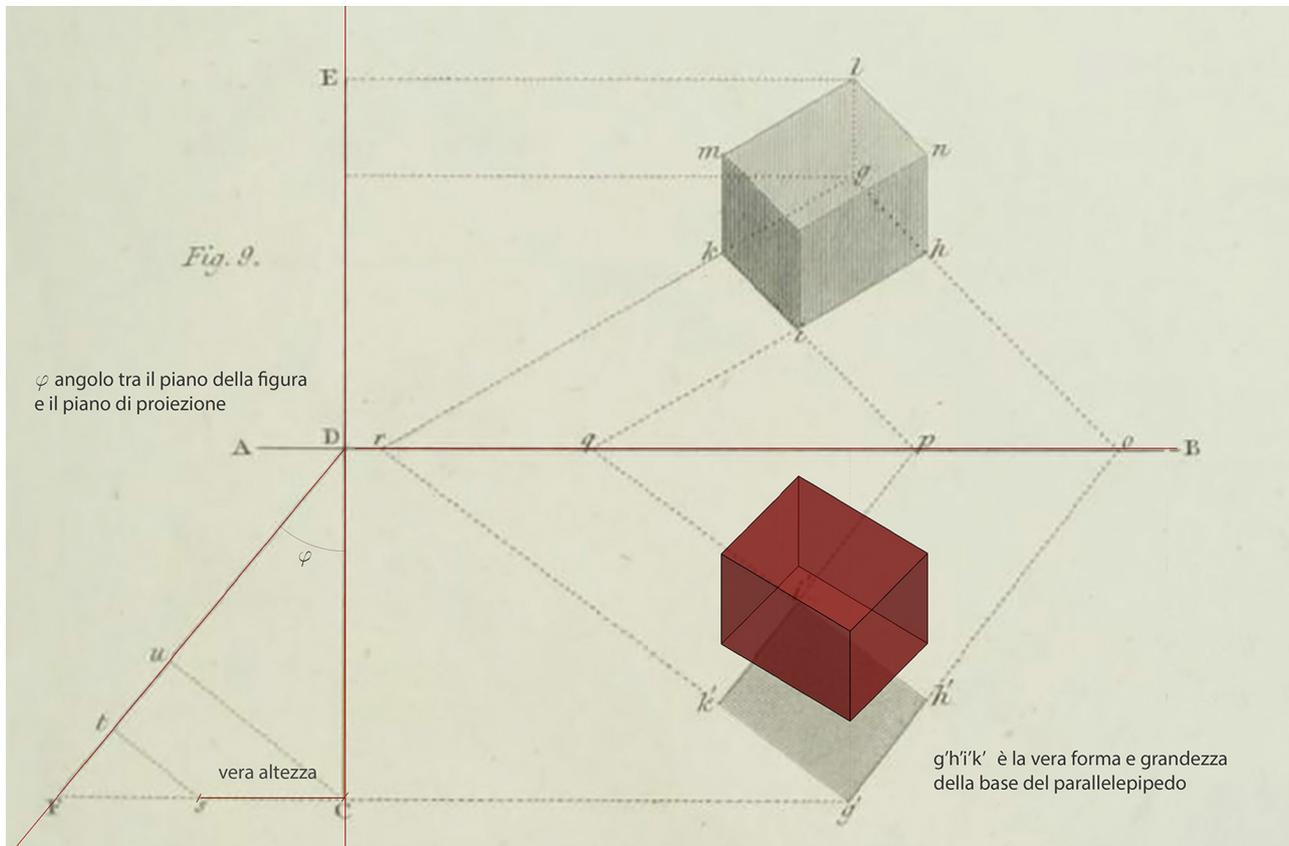


Fig. 7. Elaborazione digitale sulla base di una figura di Nicholson: proiezione di un solido (elaborazione grafica dell'autore).

Si tratta del volume di A.F. Amadieu, *Notion élémentaires de géométrie descriptive exigées pour l'admission aux diverses écoles du gouvernement* edito a Parigi da Bachelier nel 1838 e, di nuovo, quello già citato di Lefébure de Fourcy, usato stavolta per trattare le proprietà degli iperboloidi di rivoluzione, del paraboloido iperbolico e delle superfici contorte in generale, come anche le proprietà dell'epicloide sferico. In chiusura dell'introduzione ai due volumi l'autore fa ancora alcune considerazioni sullo stato delle conoscenze della nuova scienza della rappresentazione in Inghilterra: «The scarcity of works on this subject in the En-

glish language has encouraged the author to hope that much of the contents of the present volume will be new to the English student: that not only the Naval Architect and Engineer (who is especially interested in this branch of mathematics) will find it of use, but also students in the Universities, to whom the principles of the Geometry of Space are usually accessible only in an analytical form, will find this subject rendered much more distinct and clear when seen by the light which the more palpable methods of Descriptive Geometry enable us to throw upon it» [Woolley 1850, p. IV]. Nel testo di Woolley, per la prima volta viene spiegato in maniera

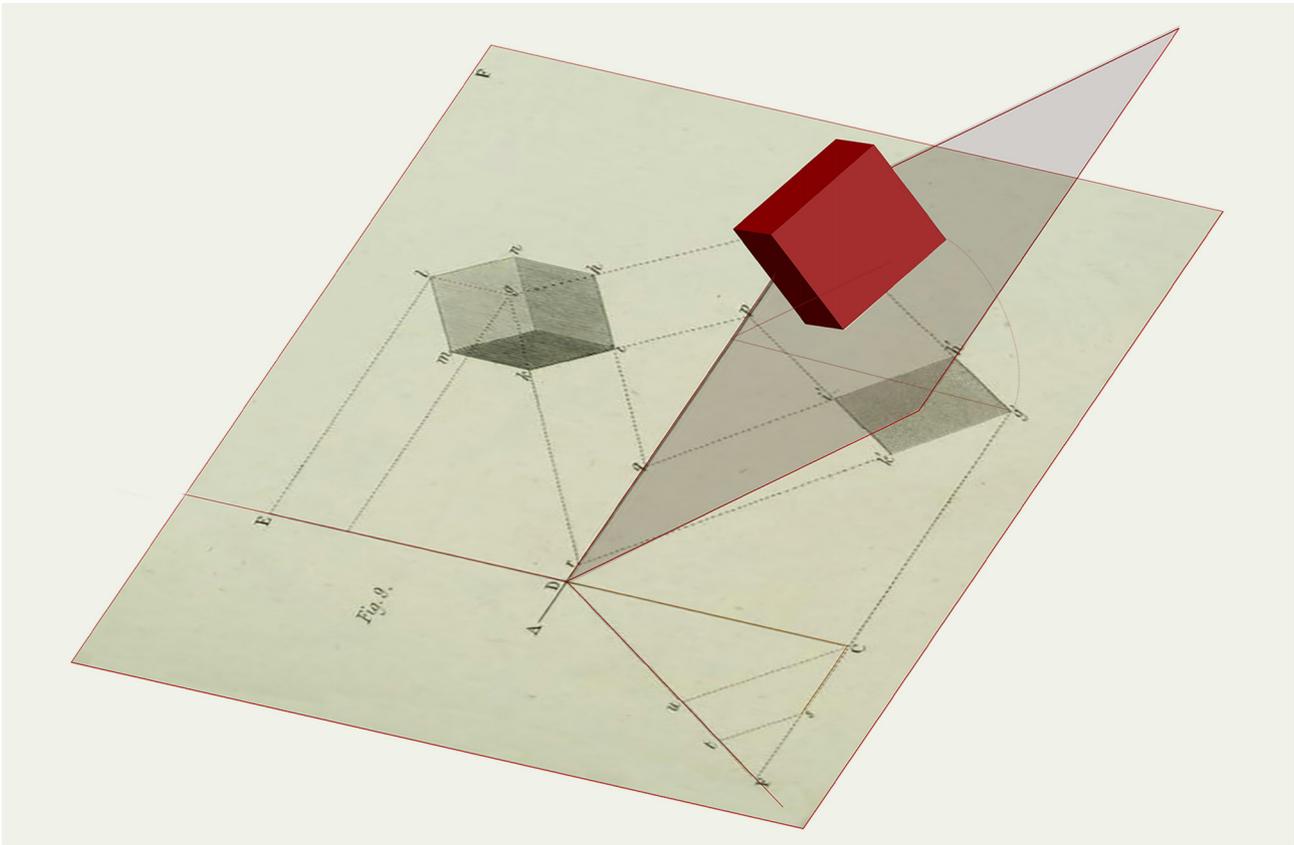


Fig. 8. Schema assonometrico della proiezione di un parallelepipedo retto (elaborazione grafica dell'autore).

chiara il principio del ribaltamento e lo stesso termine francese "Rabatement" è lasciato inalterato. È significativo notare come nell'*Encyclopædia Britannica* del 1860 alla voce "Shipbuilding", nella parte dedicata alla pratica, l'autore dell'articolo dica che i principi per realizzare disegni costruttivi sono «very able treated by the Rev. Dr. Woolley, in a work entitled *Descriptive Geometry*. Before the publication of this work the efforts in this direction in this country had been chiefly made by practical men, each showing the mode of delineating the more difficult object in his own art» [Murray 1860, p. 184].

Conclusioni

A valle dell'Esposizione Universale, germina la profonda riflessione che ha investito in quegli anni il sistema formativo inglese, mettendo in luce la debolezza di un approccio scientifico che invece avrebbe potuto risultare trainante sullo stesso sviluppo industriale. In uno stretto lasso temporale sorgono nuove istituzioni universitarie e, nei programmi di architettura e ingegneria anche delle scuole con maggiore tradizione, tra il 1840 e il 1860, rientrano alcuni insegnamenti di Geometria descrittiva, proiezioni e

THE ELEMENTS
OF
DESCRIPTIVE GEOMETRY;

CHIEFLY INTENDED
FOR STUDENTS IN ENGINEERING.

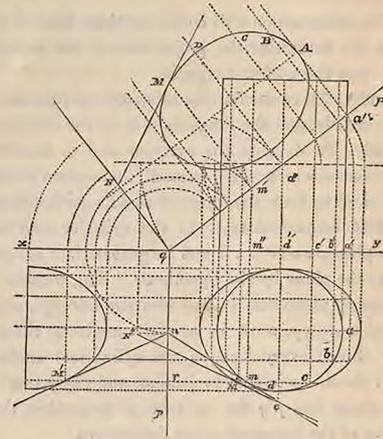
BY THE
REV. T. G. HALL, M.A.,
PROFESSOR OF MATHEMATICS IN KING'S COLLEGE, LONDON.

LONDON:
JOHN W. PARKER, WEST STRAND.

M.DCCC.XXX

303.

The tangent at any one of these points, as for example m, m' , is easily obtained. The tangent plane to the cylinder at this point is vertical, and has for its horizontal trace the tangent mn , to the base $abc \dots$. Now the tangent required is the intersection of this tangent-plane with the given one; the projections therefore of this tangent are mn and qp' .



2°. To determine the true magnitude and form of the section let us suppose the plane ppp turned down on one of the planes of projection by rotating on the trace qp' . The point m, m' is situated in space on a perpendicular to qp' at a distance from m' equal to mm' : hence by drawing mm at right \angle^s to qp' and making it equal to mm' , m will be one point of the curve sought. By the same construction as many points may be found as may be deemed neces-

Fig. 9. Frontespizio di The Elements of Descriptive Geometry [Hall 1841].

Fig. 10. Sections of curved surfaces by planes [Hall 1841, p. 66].

disegno assonometrico, ibridando le teorizzazioni nazionali di Nicholson e Farish con quelle mongiane [Lawrence 2003; Cardone 2017].

Nel 1851 è John Fry Heater [20] della Royal Military Academy di Woolwich a pubblicare ancora un volume sulla Geometria descrittiva. Questa volta il testo è composto da copiosi estratti dell'opera dello stesso Monge. Nonostante ciò rappresenti un passo ulteriore nel trasferimento dei contenuti originali dell'ingegnere francese, il fatto che non offrisse l'intero lavoro, ma solo degli estratti, fu oggetto di critiche. Nel 1868 Cunningham scriverà infatti che, benché il testo stesso di Monge, seppure con le aggiunte postume di Brisson, sia complesso e forse non adatto come libro di testo, il libro di Heater, certo eccellente, ha danneggiato la causa della Geometria descrittiva nel Paese. Infatti: «*It has been a stumbling-block to many, who, regarding it as a complete elementary text book on the subject, have, after a brief inspection, laid it aside, and rashly pronounced that Descriptive Geometry was not sufficiently practical for their requirements*» [Cunningham 1868, p. 52].

In ogni caso, negli anni Sessanta dell'Ottocento la descrittiva è ormai materia molto richiesta anche nelle Università, tanto che nel 1861 il Committee of Council on Education chiede a Mr. Bradley, allora professore alla Royal Military

Academy e al King's College di Londra, di preparare un corso completo di disegno geometrico ("Geometria Grafica"). Il testo scritto per il suddetto corso, suddiviso in due parti, fu intitolato *Elements of Geometrical Drawing, or Practical Geometry, Plane and Solid, including both Orthographic and Perspective Projection* [Bradley 1861] e considerato, in quegli anni, uno dei lavori più completi sia sul piano pratico che teorico, essendo corredato peraltro da splendidi grafici [Cooke 1866, p. 136]. Il libro di Bradley divenne un testo fondamentale per la formazione e fu utilizzato come riferimento per gli esami di certificazione di qualifica indetti periodicamente dalla *Royal Society of Arts* [21].

Particolare attenzione va posta sul fatto che sia il testo di Woolley che quello di Bradley furono realizzati su iniziativa del governo, interessato in quegli anni a migliorare la formazione all'interno di numerose scuole speciali dell'Esercito e della Marina.

Con grande ritardo, ma con larga consapevolezza circa la sua utilità, la Geometria descrittiva, anche se insegnata in maniera diversa rispetto alla Francia, fa ora stabilmente parte dei programmi di studio, sia nelle scuole tecniche – si pensi ad esempio alla Royal School of Mines – sia nelle Università, dove trova spazio, in particolare, nelle scuole di architettura, ingegneria e meccanica [Lawrence 2008].

Note

[1] L'elenco potrebbe continuare annoverando altri nomi illustri tra i quali James Brindley (1716-1772) che si formò come meccanico di mulini (*millwright*); James Hargreaves (1720-1778) iniziato alla carpenteria e al lavoro sui telai tessili come pure Samuel Crompton (1753-1827). Si veda anche: Buchanan 1978.

[2] Scrive Babbage: «*It cannot have escaped the attention of those, whose acquirements enable them to judge, and who have had opportunities of examining the state of science in other countries, that in England, particularly with respect to the more difficult and abstract sciences, we are much below other nations, not merely of equal rank, but below several even of inferior power. That a country, eminently distinguished for its mechanical and manufacturing ingenuity, should be indifferent to the progress of inquiries which form the highest departments of that knowledge on whose more elementary truths its wealth and rank depend, is a fact which is well deserving the attention of those who shall inquire into the causes that influence the progress of nations*» [Babbage 1830, p. 1].

[3] La religione ha influenzato in maniera significativa lo sviluppo dell'istruzione tecnica in Inghilterra. In effetti tutte le fasi del sistema educativo inglese sono state sottoposte a dogmi e credenze religiose che hanno ostacolato lo sviluppo di un efficace sistema nazionale di educazione nel corso di molti secoli.

[4] L'Atto di Uniformità del 1660 stabiliva che «*Every schoolmaster keeping any public or private school and every person instructing or teaching any youth in any house or private family as a tutor or School master should subscribe a declaration that would confirm to the liturgy as by law established and should also obtain a licence permitting him to teach from his respective archbishop, bishop or ordinary of the diocese*» [Parker 1914, pp. 46, 47].

[5] L'Università di Oxford richiese, fino all'Oxford University Act del 1854, un test di ammissione di conformità alla Chiesa d'Inghilterra [Brock & Curthoys 1997, p. 220; Marsden & Smith 2005, pp. 251, 252].

[6] Booker nel suo *A history of engineering drawing* scrive che la Geometria descrittiva di Monge si diffonde lentamente in Inghilterra «*possibly because they were on too theoretical a level for the practical Englishman*» [Booker 1963, p. 130].

[7] Sull'arrivo dell'opera di Monge in Inghilterra converge il lavoro di diversi studiosi tra cui Lawrence (2003), Sakarovitch (2005) e Belofsky (1991). Sia Lawrence che Sakarowitch riferiscono di una traduzione del metodo di Monge nel 1809. In particolare Lawrence scrive: «*Géométrie Descriptive was translated into Spanish in 1803, and*

into English in 1809, presumably for military purposes, as there are no publications to be found in English libraries to suggest that the work was made public» [Lawrence 2003, p. 1270].

[8] A proposito del contributo di Brunel all'approdo della geometria mongiana, scrive Cardone: «Egli [...] lasciò la Francia quando gli studi di ingegneria non erano stati ancora riformati e la geometria descrittiva era ancora coperta da segreto militare; doveva però conoscere la nuova disciplina, impostata da Monge già nella metà degli anni Sessanta del secolo, a Mézières. A provarlo, il fatto che la gendarmeria francese lo ricercò a lungo, proprio temendo che fosse depositario di alcuni segreti del maestro. E, ancora di più, il titolo nobiliare di cui Brunel fu insignito in Gran Bretagna, proprio per aver introdotto Oltre Manica la nuova disciplina e non, come si è pure creduto, per la realizzazione del *Thames Tunnel*» [Cardone 2017, p. 150]. Un'attenta biografia di Brunel è nel recente libro di Bagust 2006.

[9] Precisamente Nicholson scrive: «In the year 1794 I first attempted the Orthographical Projection of objects in any given position to the plane of projection; and, by means of a profile; I succeeded in describing the ichnography and elevation of a rectangular parallelepipedon: this was published in volume II of the "Principles of Architecture"» [Nicholson 1828, p. 46].

[10] L'*Architectural Dictionary* fu pubblicato tra il 1812 e il 1819. L'edizione consultata e riportata in bibliografia è stata rinvenuta online presso l'Universitätsbibliothek della Technische Universität Berlin ed è datata 1819.

[11] Il vol. XXVIII della *Rees Cyclopædia* cui si fa riferimento è stato pubblicato nel 1814. Il testo citato in bibliografia riporta tuttavia la data del 1819. Al fine di non ingenerare errori di datazione è importante chiarire che l'enciclopedia fu stampata dal gennaio 1802 al luglio del 1820. Dopo la conclusione del vol. XXXIX, fu ristampata l'intera serie riportante l'unica data del 1819. Poiché questo, tuttavia, pose un problema di priorità delle ricerche scientifiche pubblicate, nel *Philosophical Magazine* del 1820 venne pubblicato un elenco con la corretta datazione di tutte le 85 parti dei 39 volumi: «We have been sorry to observe the date 1819 affixed to the title page of each of the 39 volumes, instead of the particular year, in which each volume was finished; because of the great number of discoveries and improvements in the useful Arts and Sciences, which have been for the first time submitted to the Public [...] We trust therefore, that our Readers will approve our giving here, a list containing the Dates of Publication, of each of the 85 Parts of this extensive Work» [Tilloch 1820, p. 222].

[12] Nell'introduzione alle proiezioni, nel testo *The school of Architecture and Engineering*, Nicholson rimarca la differenza tra la *Géométrie Descriptive* e la proiezione da lui trattata: «Projection is an art which teaches the rules for representing (or drawing) upon one plane, any body or solid whatever, of which the dimensions, the position of its faces to one another, and the position of one of them to the Plane of projection are known» [Nicholson 1828, p. 51].

[13] John Leslie (1766-1832) fu un matematico e fisico scozzese, professore di Matematica e Filosofia Naturale all'Università di Edimburgo e membro corrispondente del Royal Institute of France. Accenna alla geometria descrittiva nella prefazione al testo *Geometrical analysis, and geometry of curve lines, being volume second of a course of mathematics, and designed as an introduction to the study of natural philosophy* del 1821: Leslie 1821, p. IX. Qui avanza il personale proposito di scrivere un

volume sulla geometria descrittiva e la teoria dei solidi. Che Leslie fosse a conoscenza della nuova disciplina è probabile. La parte sull'analisi geometrica di un suo testo del 1811 [Leslie 1811], è tradotta in lingua francese da M. Comte, per essere inserita nel testo di M. Hachette del 1818, *Second supplément de la Géométrie Descriptive*, pubblicato a Parigi da Firmin Didot: Hachette 1818, pp. IV-X.

[14] Thomas Stephens Davies (1794?-1851) fu un matematico britannico. Nel 1834 fu nominato tra i maestri matematici della Royal Military Academy di Woolwich.

[15] Thomas Grainger Hall (1803-1881), di famiglia profondamente religiosa, studiò prima nella città di Wisbech poi presso il Magdalene College dell'Università di Cambridge. Conseguì il suo *Bachelor's degree* nel 1824 e divenne *Master of Arts* nel 1827. Nello stesso anno venne ordinato diacono per poi ricevere l'ordine sacerdotale nel 1828. Insegnò matematica al King's College di Londra dal 1830 al 1869. Dal 1851 al 1861 ricoprì la carica di preside dell'Applied Sciences Department e dal 1861 al 1862 fu preside dell'Engineering section of Applied Sciences Department. Fu autore di diversi scritti di algebra, calcolo differenziale e integrale, e trigonometria. Cfr. Cambridge University Alumni, 1261-1900; Secretary's In-Correspondence, KA/IC/G31, King's College London Archives.

[16] Thomas Bradley (1797?-1869), nacque a Westminster a Londra. Sulla data di nascita di Bradley sussistono ancora incertezze, dal momento che su alcuni documenti è riportata la data di nascita al 1797, mentre tra la documentazione in possesso del King's College risulta battezzato il 28 aprile 1799 alla St. Anne's Church di Soho a Londra, e ciò porta gli stessi storici del College a datarne la nascita in quell'anno. Nel 1838 fu nominato soprintendente del Royal College of Practical Science e fu incaricato come *lecturer of Geometrical Drawing* al King's College di Londra. Divenne professore nel 1848. Nel 1855, pur mantenendo il suo incarico nell'Università londinese, fu chiamato a insegnare anche presso la Royal Military Academy di Woolwich. Thomas Bradley fu il primo a tenere lezioni sulla Geometria descrittiva durante le sessioni del 1839-1841 presso il Dipartimento di Ingegneria del King's College. Queste lezioni erano anche parte del programma di architettura.

[17] Così dichiara lo stesso Hall nella prefazione: «*The treatise on Descriptive Geometry, by Mr. Lefébure de Fourcy has, therefore, been selected, and the following pages are, for the most part, translated from it*» [Hall 1841, pp. V, VI]. Louis Lefébure de Fourcy (1787-1869) fu un matematico francese. Lavorò all'École polytechnique come vice assistente e poi assistente al corso di Geometria descrittiva di Charles François Antoine Leroy. Ancorché si trattò di una figura di secondo piano [Cardone 2017, p. 157], il suo testo di Geometria descrittiva, insieme ad altri scritti matematici, è stato considerato a lungo un "classico", come dimostra anche il fatto che nel 1847 era alla sua quinta edizione [Havelange et al. 1986, p. 452].

[18] Si trattava del Consiglio dell'Ufficio dell'Ammiragliato, uno dei grandi uffici di Stato inglesi che gestiva gli affari navali.

[19] Joseph Woolley (1817-1889), fu un architetto navale. Si formò presso l'Università di Cambridge e per circa 25 anni servì l'*Admiralty* come istruttore di architettura navale e come ispettore. Considerevole il suo contributo all'educazione navale.

[20] John Fry Heater (1815-1886), architetto navale.

[21] The Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce, più semplicemente chiamata Royal Society of Arts, divenne la prima associazione a offrire qualifiche vocationali – rivolte cioè a coloro che non avevano avuto un percorso di formazione istituzionale, circostanza peraltro molto frequente – su base nazionale. Gli esami di qualifica, istituiti nel 1852 erano specificamente rivolti alla cosiddetta *working class*, la cui educazione cominciò a essere

ritenuta fondamentale per la prosperità economica del paese. Nel 1863 era possibile sostenere tra gli altri anche l'esame in Disegno geometrico. Tra i testi consigliati vi erano quelli di Bradley e di Hall e «*in consequence of the great deficiency of English works on Geometrical Drawing*» anche i testi francesi di descrittiva di Lacroix, Lefébure de Fourcy, Armengaud e Amouroux (per il disegno industriale) e Bardin. Si veda: Blake 1862.

Autore

Stefano Chiarenza, Dipartimento di Promozione delle Scienze Umane e della Qualità della Vita, Università San Raffaele Roma, stefano.chiarenza@unisanraffaele.gov.it

Riferimenti bibliografici

Babbage, C. (1830). *Reflections on the decline of Science in England*. London: B. Fellowes and J. Booth.

Bagust, H. (2006). *The great genius? A Biography of Marc Isambard Brunel*. Hersham: Ian Allan Publishing.

Baynes, K. (2009). *Models of change: the impact of 'designerly thinking' on people's lives and the environment: seminar 3 ... modelling and the Industrial Revolution*. Loughborough: Loughborough University.

Belofsky, H. (1991). Engineering Drawing – A Universal Language in Two Dialects. In *Technology and Culture*, 32(1), pp. 23-46.

Bignon, L.P.É. (1840). *Storia di Francia dal 18 brumale (novembre 1799) alla pace di Tilsitt*. Lugano: C. Storms e L. Armiens.

Blake, B. (1862). Programme of Examinations for 1863. In *The Journal of the Society of Arts*, 10(509), pp. 612-624: <<http://www.jstor.org/stable/41323709>> (consultato il 15 marzo 2018).

Booker, P.J. (1963). *A history of engineering drawing*. London: Chatto & Windus.

Bradley, T. (1861). *Elements of Geometrical Drawing or Practical Geometry, Plane and Solid Including both Orthographic and Perspective Projection*. 2 voll. London: Chapman and Hall.

Brock, M.G., Curthoys, M.C. (1997). *The history of the University of Oxford: Nineteenth-century Oxford*, voll. 6-7. Oxford: Oxford University Press.

Buchanan, R. (1978). Science and Engineering: A Case Study in British Experience in the Mid-Nineteenth Century. In *Notes and Records of the Royal Society of London*, 32(2), pp. 215-223.

Buchanan, R.-A. (1989). *The Engineers. A History of the Engineering profession in Britain 1750-1914*. London: Jessica Kingsley.

Càndito, C. (2003). *Le proiezioni assonometriche*. Firenze: Alinea.

Cardone, V. (2017). *Gaspard Monge padre dell'ingegnere contemporaneo*. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.

Cooke, A.C. (1866). A List of Book of Reference on Professional and Scientific Subjects. In *Officers of the Royal Engineers. Papers on subjects connected with the duties of the Corps of Royal Engineers*, vol. XV, pp. 119-160. Woolwich: Jackson & Son.

Cunningham, A.W. (1868). *Notes on the History, Methods and Technological Importance of Descriptive Geometry, compiled with reference to Technical Education in France, Germany & Great Britain*. Edinburgh: Edmonston and Douglas.

Docci, M., Migliari, R. (1993). *Scienza della Rappresentazione*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.

Grattan-Guinness, I., Andersen, K. (1994). Descriptive Geometry. In I. Grattan-Guinness, K. Andersen (eds.). *Companion encyclopaedia of the history and philosophy of the mathematical sciences*, pp. 887-896. London-New York: Routledge.

Hachette, J.N.P. (1818). *Second supplément de la Géométrie Descriptive*. Paris: Firmin Didot.

Hall, T.G. (1841). *The Elements of Descriptive Geometry, chiefly designed for Students in Engineering*. London: John W. Parker.

Havelange, I., Huguet, F., Lebedeff-Choppin, B. (1986). *Dictionnaire biographique 1802-1914*. Paris: Institut national de recherche pédagogique.

Lawrence, S. (2003). History of Descriptive Geometry in England. In S. Huerta (ed.). *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 20-24 gennaio 2003, pp. 1269-1281. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Lawrence, S. (2008). Descriptive Geometry in England – a Historical Sketch. In B. Evelyne, S. Nad'a, T. Constantinou (eds.). *History and Epistemology in Mathematics Education. Proceedings of the 5th European*

Summer University, Prague, 19-24 July 2007, pp. 805-812. Plzeň: Vydavatelský servis.

Leslie, J. (1811). *Elements of geometry, geometrical analysis, and plane trigonometry*. Edinburgh and London: Ballantyne & Co. and Longman, Hurst, Rees, Orme and Brown.

Leslie, J. (1821). *Geometrical analysis, and geometry of curve lines, being volume second of a course of mathematics, and designed as an introduction to the study of natural philosophy*. Edinburgh and London: W. & C. Tait and Longman, Hurst, Rees, Orme and Brown.

Marsden, B., Smith, C. (2005). *Engineering Empires. A Cultural History of Technology in Nineteenth-Century Britain*. New York: Palgrave Macmillan.

Mason, S.F. (1971). *Storia delle scienze della natura*. Vol. II. Milano: Feltrinelli 1971. [Prima ed. *A History of the Sciences*. New York: Collier Books 1962].

Murray, A. (1860). Ship-building. In *The Encyclopædia Britannica or Dictionary of Arts, Sciences and General Literature*, vol. XX, pp. 116-206. Edinburgh: Adam and Charles Black.

Nicholson, P. (1797). *The Principles of Architecture*, voll. II. London: J. Barfield.

Nicholson, P. (1819a). Descriptive Geometry. In *An Architectural Dictionary*, vol. I. London: J. Barfield.

Nicholson, P. (1819b). Projection. In A. Rees (ed.). *The Cyclopædia or Universal Dictionary of Arts, Sciences and Literature*. XXVIII. London: A. Straham.

Nicholson, P. (1820). Projection plates I-X. In Rees, A. (ed.). *The Cyclopædia or Universal Dictionary of Arts, Sciences and Literature. Plates (IV)*. London: A. Straham.

Nicholson, P. (1827). *A Popular and Practical Treatise on Masonry and*

Stone-cutting. London: Thomas Hust, Edward Chance & Co.

Nicholson, P. (1828). *The School of Architecture and Engineering*. London: Knight and Lacey.

Nicholson, P. (1837). *A Treatise on projection*. London: Groombridge.

Parker, I. (1914). *Dissenting academies in England: their rise and progress and their place among the educational systems of the country*. Cambridge: Cambridge University Press.

Picon, A. (1992). *L'Invention de l'ingénieur moderne. L'École des Ponts et Chaussées 1747-1851*. Paris: Presses de l'École nationale des Ponts et Chaussées.

Rowe, C.E., McFarland, J.D. (1939). *Engineering Descriptive Geometry*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Sakarovitch, J. (2005). Gaspard Monge, Géométrie Descriptive, First Edition (1795). In I. Grattan-Guinness (ed.). *Landmark Writings in Western Mathematics 1640-1940*, pp. 225-241. Amsterdam: Elsevier.

Sopwith, T. (1838). *A treatise on Isometrical Drawing*. London: John Weale.

Taine, H. (1874). *Notes sur l'Angleterre*. Paris: Hachette.

Tilloch, A. (ed.). (1820). Notice respecting new books. The Rees Cyclopædia; or Universal Dictionary of Arts, Sciences and Literature; by Abraham Rees. In *The Philosophical Magazine*, vol. LVI, pp. 218-226. London: Richard and Arthur Taylor.

Woolley, J. (1850). *The Elements of Descriptive geometry: being the first part of a treatise on Descriptive geometry and its application to shipbuilding*. London: John W. Parker.

Le misurazioni geometriche e strumentali nella rappresentazione

Cristina Càndito

Abstract

La ricorrenza di tematiche legate alla misura, negli studi prospettici tra Seicento e Settecento, evidenzia un ritorno all'oggettività per un metodo di rappresentazione cui viene spesso riconosciuto un prevalente contenuto percettivo. Il presente contributo approfondisce alcuni trattati che conducono all'identificazione del sistema di costruzione prospettico dei punti misuratori, in relazione all'evoluzione di alcuni strumenti impiegati per il rilevamento dell'architettura e dei luoghi.

*Il manoscritto che affronta il metodo prospettico dell'ingegnere Jacques Alleaume del 1627, pubblicato postumo dal matematico Estienne Migon, *La perspective speculative et pratique* (1643), contiene un primo sistema per rappresentare prospetticamente segmenti di cui sono assegnate l'inclinazione e la lunghezza.*

*L'individuazione dei punti misuratori attraverso la progressiva generalizzazione del problema è contenuta per la prima volta nel *Cours de mathématiques* di Jacques Ozanam (1693) e si ritrova poi nell'opera di Brook Taylor dal titolo *Linear Perspective* (1715), il cui contributo più noto è la sistematizzazione del metodo inverso della prospettiva.*

La rivendicazione da parte di Ozanam dell'estensione del campo di applicazione nella geometria pratica dello strumento universale (1688) rispecchia il comune interesse per la misura nello studio dei fondamenti teorici matematici e del significato proiettivo dei metodi della rappresentazione e nella concezione della strumentazione per il rilievo dell'architettura.

Parole chiave: disegno, prospettiva, misura, storia della rappresentazione, strumenti per il rilievo.

La Prospettiva tra percezione e misura

«Aveva il senso della misura ma non quello delle proporzioni.
Per questo non fece molti errori in vita sua, ma tutti colossali»
[Parrini 2009, p. 17]

L'attitudine più evidente della prospettiva consiste nella resa percettiva della realtà tridimensionale del soggetto rappresentato. A differenza di quanto accade per le proiezioni cilindriche, per ricavare le misure dell'oggetto reale nelle proiezioni coniche occorre applicare articolate procedure inverse, che possono oscurare un ruolo della prospettiva che pur presenta una forte tradizione in campo architettonico. Tale funzione è legata ad applicazioni artistiche e strumentali, che hanno avuto una evoluzione e presentano risvolti attuali, quali la fotogrammetria di-

gitale, che ha assunto una diffusione e una conseguente varietà di applicazioni mai conosciuta prima.

In questo contributo si individuano alcuni momenti della citata evoluzione, le cui tracce sono reperibili nei testi sulla storia della prospettiva e del rilievo e sulle relazioni tra architettura, scienza e tecnica. L'applicazione di queste acquisizioni ai metodi per il rilievo dimostra la versatilità di una materia che comprende tutti i metodi della rappresentazione dello spazio sul piano [1].

Il rapporto inscindibile tra misura e architettura presenta spesso una mediazione grafica, in quanto la rappresentazione è riconosciuta come un modo privilegiato per quantificare il valore di una concezione spaziale, sotto l'aspetto fisico, estetico o funzionale. Nel mondo attuale,

il tema della misura trova un riscontro tangibile legato alle sfide dell'architettura contemporanea che accomuna storiche visioni e attuali proposte progettuali, anche attraverso una loro interpretazione poetica [2].

La ricerca di una configurazione dei rapporti di proporzione tra gli elementi architettonici sembra essere alla base dei contributi di Filippo Brunelleschi (1377-1446) che, oltre alla valenza spettacolare e dimostrativa delle due perdute tavolette prospettiche (dalla datazione molto discussa che oscilla tra il 1413 e il 1424) [3], pare interessato alla funzione mensoria, non solamente percettiva, del nuovo (o riscoperto) metodo di rappresentazione della realtà tridimensionale sul piano.

Peraltro, la scelta di un soggetto simmetrico per il suo primo esperimento, quale il Battistero di Firenze, permette a Brunelleschi di superare le discrepanze legate al metodo probabilmente usato per percepire la rappresentazione, ovvero la riflessione speculare. La prima prospettiva della rinascita e molti dei suoi successivi echi in campo artistico non sembrano, dunque, doversi confrontare con le modalità di configurazione maggiormente presenti nel mondo figurativo contemporaneo, che spesso si orienta programmaticamente nel superamento delle regole della simmetria dell'architettura classica o dei suoi derivati [Cohen 2001].

Dal punto di vista della rappresentazione prospettica, la misura può dirsi introdotta con la costruzione che prevede l'impiego dei punti misuratori, oltre che con le operazioni di restituzione prospettica, anche se segni tangibili di questo legame si riconoscono in tutta la storia della rappresentazione.

Dell'ampio e inesauribile dibattito sulla prospettiva tra teoria e pratica nel Quattrocento e nel Cinquecento, interessa in questa sede accennare alla discussione intorno all'introduzione dei punti della distanza, in quanto precursori delle modalità più genericamente adottate dai punti misuratori.

Nella pratica pittorica è Leon Battista Alberti (1404-1472), nel *De Pictura*, il primo a illustrare un metodo prospettico che, pur limitatamente a un caso particolare, è in grado di fornire ai pittori la possibilità di realizzare uno spazio misurabile [4]. La scacchiera del pavimento, proiettata in uno spazio tridimensionale, fornisce un modello all'interno del quale il pittore può svolgere il suo tema pittorico in maniera corretta e con la stessa ampia libertà concessa dalla metrica alla poesia. Non a caso, l'intento programmatico del grande architetto e umanista è noto-

riamente quello di elevare le arti figurative alla stessa dignità delle arti liberali, obiettivo che egli vuole perseguire attraverso la trasformazione della concezione della pratica di bottega, che assume caratteri scientifici principalmente attraverso l'impiego della costruzione prospettica. La costruzione dell'Alberti permette di definire il digradare delle misure staccate su rette parallele e ortogonali al quadro in prospettiva attraverso il ribaltamento della posizione dell'osservatore. Oltre ad alcuni significativi precursori [5], da questo momento in poi, è possibile riconoscere in diversi dipinti l'applicazione dello stesso metodo, verificabile attraverso un criterio, esposto nello stesso testo di Alberti, basato sull'allineamento dei punti di intersezione della scacchiera: non si tratta ancora di un consapevole impiego dei punti della distanza, ma è indiscutibile il riconoscimento della stessa ragione geometrica.

Le trasgressioni non mancano anche nelle opere degli artisti che pur conoscono e apprezzano le proprietà regolatrici della prospettiva, ma non rinunciano a un certo grado di autonomia. Sono infatti frequenti i compromessi che tentano una conciliazione tra le contraddizioni dovute alla diminuzione di una dimensione nel passaggio tra realtà e rappresentazione e che stravolgono le più evidenti regole prospettiche: in alcuni dipinti si riscontra la mancata convergenza delle rette parallele in un unico punto di fuga o la più frequente modifica delle misure in profondità, come si vede anche nelle opere degli artisti che maggiormente impiegano la prospettiva, quali ad esempio Paolo Uccello [6].

Non si intende ripercorrere la complessa evoluzione della disciplina teorica e pratica, ma si osserva che nel Cinquecento si applicano sempre più eleganti trasgressioni alla regola e contemporaneamente la misura si consolida quale elemento controllabile attraverso la prospettiva. I punti della distanza per alcuni critici sono pienamente impiegati per la prima volta da Jean Pélerin detto il Viator [Pélerin 1505] [7], ma si riconoscono alcune precedenti illustrazioni nelle trattazioni di Leonardo da Vinci e di Piero della Francesca [Piero della Francesca 2017].

Le due regole che possono essere indicate come "albertiana", basata sull'intersezione, e "pierfrancescana", con i punti di distanza, vengono descritte in maniera distinta nel testo di Jacopo Barozzi detto il Vignola (1507-1573) pubblicato da Egnatio Danti (1536-1586) nel 1583 [Barozzi da Vignola 1583, pp. 69-100] [8]. Una sovrapposizione delle due modalità (fig. 1) permette di verificare che la regola

dell'intersezione (a sinistra, con il profilo del quadro π e il punto di vista V) e quella del punto della distanza (a destra, con il punto D , come ribaltamento di V) conducono allo stesso risultato. Nello scritto di Vignola e Danti viene anche illustrato uno strumento concepito per svelare le prospettive segrete [Barozzi da Vignola 1583, p. 96]: pur essendo notoriamente riconosciuto come metodo approssimato per generare o leggere anamorfose prospettiche, il sistema è comunque efficace per restituire la proporzione a un disegno altrimenti deformato (fig. 2).

I contributi secenteschi tra misura e unificazione delle proiezioni

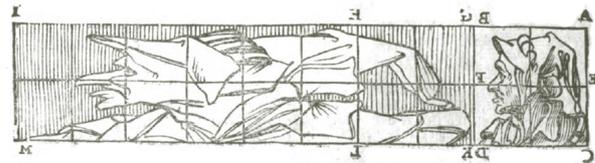
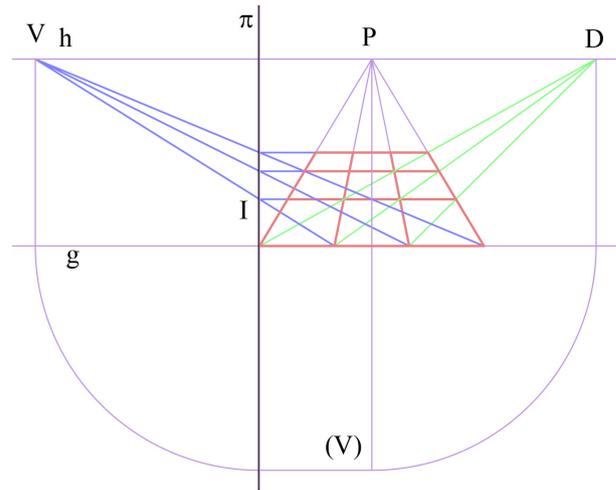
Nel Seicento si possono poi individuare alcuni significativi episodi che conducono a un recupero delle proprietà mensurative della prospettiva e giungono ad affermare una comunanza di fondamenti per quelli che oggi sono classificati sotto il nome di metodi della rappresentazione dello spazio sul piano.

La critica riconosce tra gli elementi precursori il testo sulla prospettiva di Guidobaldo Bourbon del Monte (1545-1614) del 1600 [Del Monte 1600], con le costruzioni dirette della prospettiva di figure (libro secondo), che precorrono gli studi legati al riconoscimento delle relazioni proiettive tra le proiezioni di uno stesso soggetto. È ormai noto, inoltre, il ruolo fondamentale di Girard Desargues (1591-1661) per il testo in cui espone un metodo basato sull'individuazione della riduzione delle misure in prospettiva [Desargues 1636]. Senza impiegare i punti di distanza o altri punti fuori dal quadro (come annunciato nel titolo) e basandosi sulle scale prospettiche dimensionali, Desargues ricorre all'individuazione dell'unica proporzione che si conserva in tutti i tipi di proiezione: il birapporto. I contributi esposti a partire dal testo del 1639 sulle proiezioni coniche [Desargues 1639], intese come proiezioni centrali del cerchio, inoltre, introducono gli elementi impropri (punti e rette all'infinito), che costituiscono la premessa essenziale per una individuazione delle relazioni tra le diverse proiezioni [Docci, Migliari, Bianchini 1992].

Nel 1605, Simon Stevin (1548-1620) [Stevin 1605] riconosce la permanenza delle caratteristiche dell'immagine prospettica anche in seguito ad operazioni di ribaltamento del quadro e del piano orizzontale che passa per la linea dell'orizzonte, arrivando a individuare la permanenza

Fig. 1. La regola dell'intersezione (a sinistra del disegno) e quella del punto della distanza (a destra del disegno) conducono allo stesso risultato.

Fig. 2. Pitture segrete [Barozzi da Vignola 1583, p. 96]. Una costruzione approssimata dell'anamorfose.



dei rapporti proiettivi tra la figura reale sul piano geometrico e la sua immagine prospettica [9].

Per la relazione tra la prospettiva e le misure del soggetto rappresentato è importante anche individuare le premesse e la sistematizzazione della costruzione con il sistema dei punti misuratori. È considerato significativo a questo proposito il manoscritto sulla prospettiva redatto dall'ingegnere Jacques Alleaume (1562-1627) dal titolo *Introduction à la perspective, ensemble, l'usage du compas optique et perspectif* [10]. A causa della morte dell'autore, il testo non può essere stampato nella sua forma originale, che risulta attualmente perduta. Il professore di matematica Estienne Migon acquista i diritti dell'opera, che pubblica con alcuni adattamenti e integrazioni non chiaramente individuabili [Alleaume, Migon 1643] allo scopo di attribuire al defunto Alleaume il merito del citato metodo prospettico di Desargues del 1636 [11]. Nel testo, articolato in otto proposizioni e undici problemi, si sono riconosciuti anche alcuni elementi precursori dei punti misuratori nella *proposizione V* e nel *problema VII* [Vagnetti 1979, pp. 385-398].

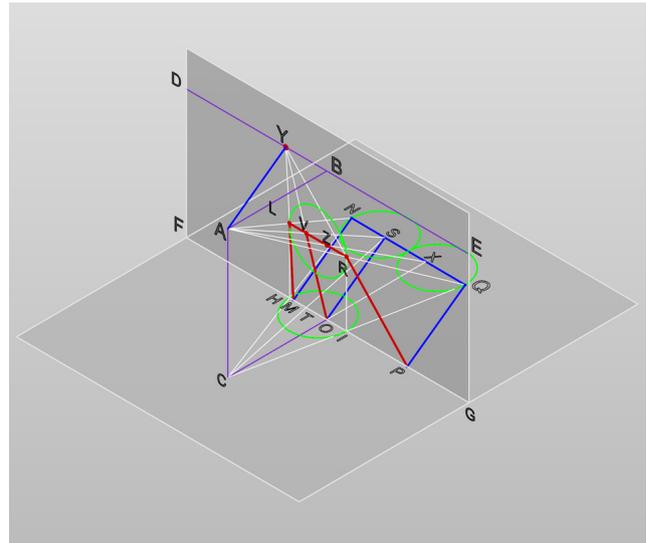
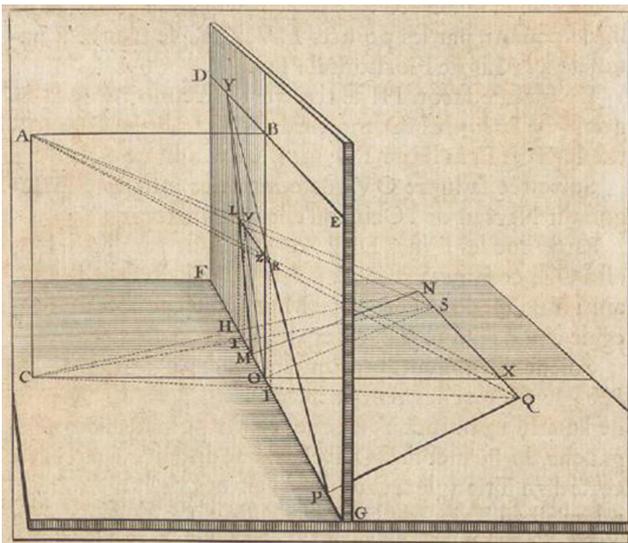
La *proposizione V* [Alleaume, Migon 1643, pp. 39-43] illustra un sistema spaziale volto a dimostrare la concorrenza

delle immagini delle rette parallele in un punto della linea orizzontale (fig. 3). Il processo è articolato ma non presenta caratteri generali utili al riconoscimento di precisi rapporti di grandezze in prospettiva, in quanto l'esempio riguarda il caso particolare di un segmento posto a una distanza dal quadro pari alla distanza principale. Infatti, i raddoppi e i dimezzamenti osservati (come ad esempio $HI = 2NQ$) non paiono finalizzati a funzioni mensorie, quanto alla costruzione di similitudini capaci di condurre alla dimostrazione della concorrenza in un unico punto di fuga (Y) di rette parallele.

Una maggiore relazione con il tema della misura in prospettiva si riconosce nel *problema VII* [Alleaume, Migon 1643, pp. 128-130], che cerca di fornire un metodo per la costruzione di segmenti di lunghezza e angolazione desiderata (fig. 4).

Si cerca qui di seguito di fornire un'interpretazione dell'enunciato che ne svela l'impostazione originale ma anche il limitato significato generale. Data la retta NL , con N come sua intersezione con la linea orizzontale e L quale sua intersezione con la linea d'orizzonte (ovvero suo punto di fuga), si vuole tracciare la prospettiva di un suo segmento di una grandezza pari a 16 unità (a piacere, in questo caso

Fig. 3. A sinistra, *Proposizione V* [Alleaume, Migon 1643]. A destra, elaborazione tridimensionale con le relazioni proporzionali dovute alla posizione di NQ , (elaborazione grafica dell'autore).



iedi) a partire da un suo punto M . Da N si prendono 16 unità (o multipli) sulla linea di terra opportunamente graduata e si individua il punto O che si congiunge a L e permette di tracciare MP , che rappresenta in prospettiva un segmento lungo 16 piedi e parallelo alla linea d'orizzonte. Per proiettare questa misura sulla semiretta ML , si considera che, siccome ML è inclinato rispetto alla linea di terra di 58° , allora si può considerare MP come lato di un triangolo isoscele il cui altro lato MR lungo NP sia da determinare. Tale triangolo PMR deve avere alla base due angoli uguali la cui somma sia supplementare a 58° , ovvero 122° , che diviso per due stabilisce che $MPR = MRP = 61^\circ$. Per questo motivo, dal punto L si contano 61 tacche sulla linea dell'orizzonte, fino ad individuare il punto Q e condurre la linea QP che interseca la linea NL nel punto R cercato. A questo modo $MR = MP = 16$ piedi.

Il *problema VII*, in realtà, sembra portare a compimento il programma dell'intero testo enunciato nel titolo [Alleaume, Migon 1643] che si riferisce a un originale metodo di costruzione prospettica che non impiega il punto principale o i punti di distanza, ma si avvale della linea d'orizzonte. Infatti, la validità del metodo sembra legata all'accurata costruzione della tavola descritta nelle parti precedenti del testo, in particolare alla graduazione della linea dell'orizzonte [Alleaume, Migon 1643, p. 73 e ss.] che permette di delineare le immagini delle rette attraverso la conoscenza della loro inclinazione rispetto al quadro. Non sembra di riconoscere, quindi, quella generalità di impostazione che era stata anticipata da Simon Stevin, di cui Alleaume era stato allievo [12]. Alleaume, infatti, non sembra interessarsi a questi temi, ma si rivolge alla concezione di una scala grafica per il tracciamento della prospettiva di elementi prevalentemente lineari [13]. Purtroppo non ci è permesso di conoscere la sua trattazione circa il compasso prospettico, che è omessa nel testo del 1643 poiché destinata a essere trattata in uno degli altri due volumi preannunciati da Migon, ma mai realizzati. Rimane, dunque, nel campo delle ipotesi l'eventuale legame di questo strumento con la tavola grafica descritta e il suo rapporto con gli altri strumenti ottici studiati e progettati dallo stesso Alleaume [Molhuysen, Blok 1912], la cui opera originale rimane in gran parte oscura.

Sembrano essere di origine molto diversa rispetto a quelle di Alleaume e Migon le considerazioni per la misurazione in prospettiva di Jacques Ozanam (1640-1718), che è noto per essersi occupato delle più disparate applicazioni matematiche con l'intento di rendere la disciplina

Fig. 4. Problema VII [Alleaume, Migon 1643]. Elaborazione grafica con gli elementi di misurazione lineari e angolari (elaborazione grafica dell'autore).

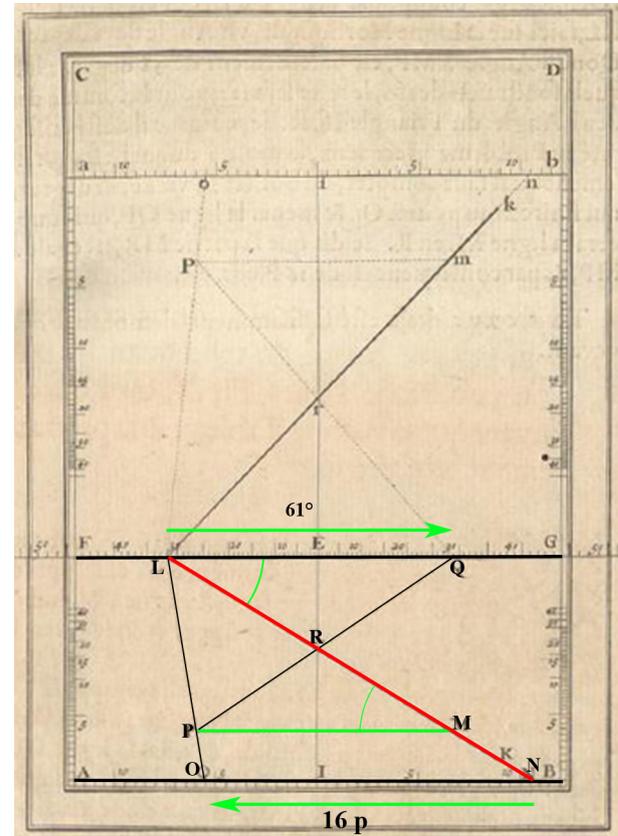


Fig. 5. A sinistra, Tav. 7, fig. 14 [Ozanam 1693]. A destra, applicazione del punto D per ottenere segmenti uguali lungo AV (elaborazione grafica dell'autore).

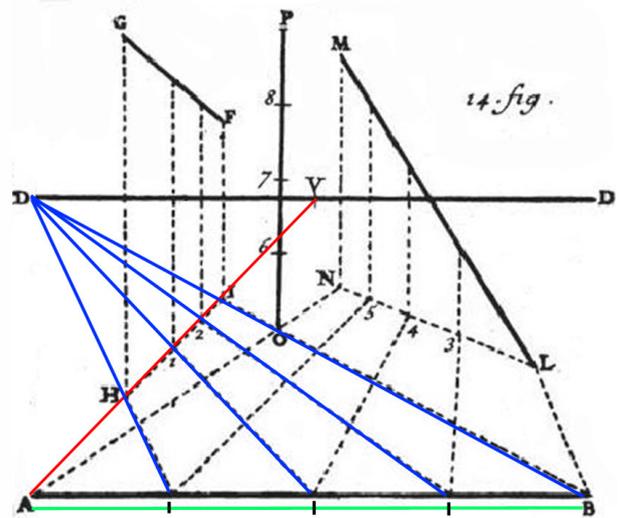
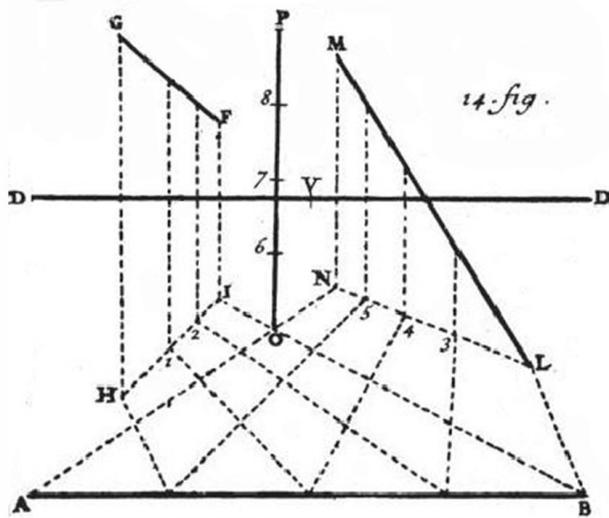
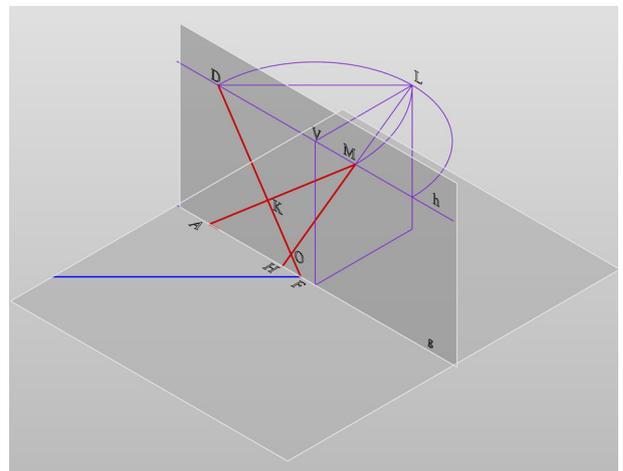
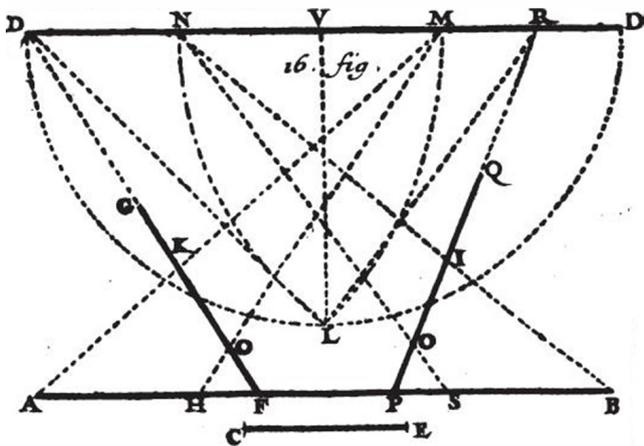
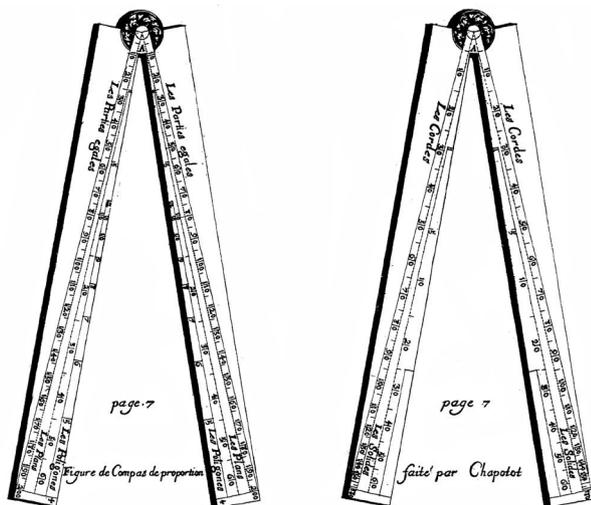


Fig. 6. A sinistra, Tav. 8, fig. 16 [Ozanam 1693]. A destra, elaborazione tridimensionale con i rapporti spaziali tra D e M, punto misuratore (elaborazione grafica dell'autore).



Dello stesso anno è un testo sullo strumento universale [Ozanan 1688b] che è costituito da una tavoletta rettangolare e da regoli fissi e mobili (fig. 9) impiegati per misurare angoli anche su piani verticali, per tracciare linee parallele e perpendicolari e per disegnare planimetrie, come si può osservare nella tavola IX del testo (fig. 10), in cui si illustra anche il suo impiego per ingrandire i disegni sfruttando le relazioni omotetiche. Lo stesso Ozanam dichiara nella prefazione di essere il primo ad estendere l'uso dello strumento universale, già impiegato nel rilievo dei terreni, a svariate applicazioni della geometria pratica. Ozanam si dedica al tema dei metodi di misurazione nel *Traité de l'arpentage, et du Toisé* [Ozanan 1699], dai contenuti non particolarmente originali, ma di grande diffusione e praticità, ed affronta più sistematicamente il tema del rilievo nel *Méthode de Lever les Plans et les Cartes* [Ozanan 1693], descrivendo compiutamente diversi strumenti, quali, ad esempio, il semicerchio e, nuovamente, lo strumento universale. Questi strumenti sono basati sui principi degli antichi strumenti per la misurazione territoriale e astronomica, come ad esempio il baculo o il quadrante, ovvero sulla traduzione delle misure angolari della visione naturale in misure angolari e lineari oggettive: il fondamento scientifico si trova negli stessi principi proiettivi della prospettiva lineare geometrica.

Fig. 8. Jacques Ozanam, *L'usage du compas de proportion*, 1688 [Ozanan 1688, p. 7].



Un altro capitolo interessante per l'impiego dei punti della distanza, misuratori della direzione ortogonale al quadro, è contenuto nel testo di Jean François Nicéron *La perspective curieuse* [Niceron 1638] nel quale assumono la funzione di misurare la distorsione applicata nell'anamorfose (fig. 11) e permettono un'evoluzione rispetto alla soluzione approssimata di Vignola e Danti [18].

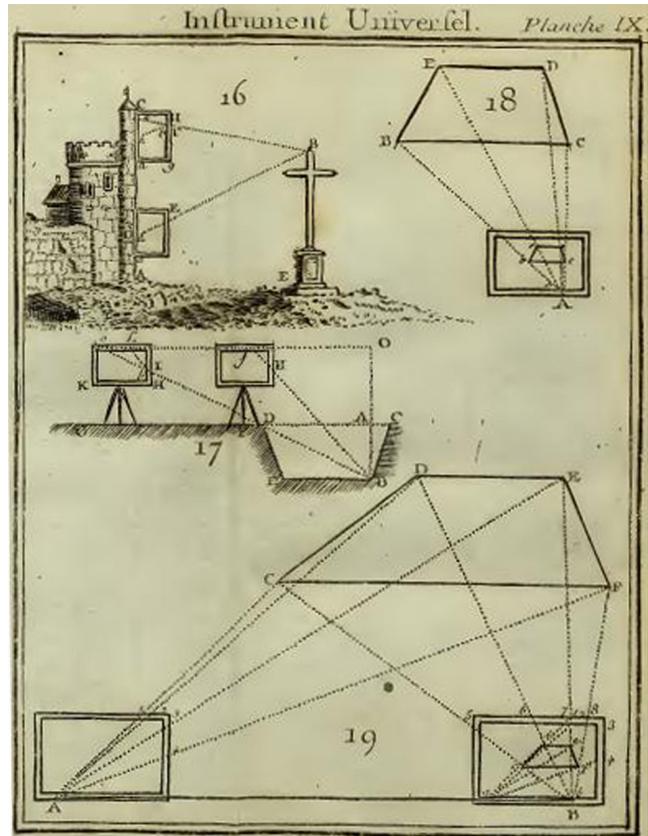
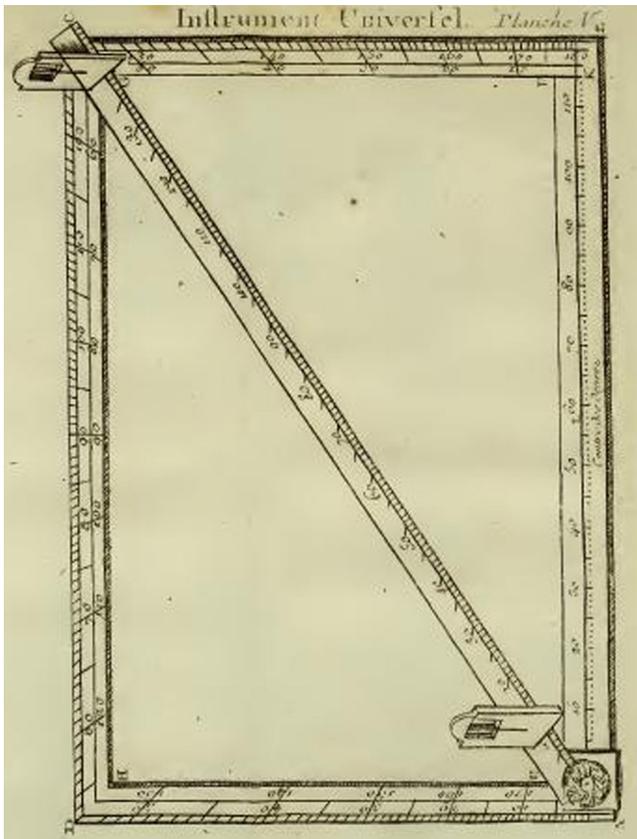
Per arrivare, invece, al compimento di una reversibile relazione tra il soggetto e la sua rappresentazione prospettica, si deve citare l'opera del matematico inglese Brook Taylor (1685-1731) [19]. Il testo del 1715 dal titolo *Linear Perspective or a New Method of Representing justly all manner of Objects as they appear to the Eye in all Situations* [Taylor 1715] contiene una trattazione teorica e pratica sulla prospettiva, sulla teoria delle ombre e dei riflessi. La critica per aver adottato un linguaggio difficile e sintetico induce Brook Taylor a compilare, quattro anni dopo, una seconda edizione più estesa del suo testo [20], in cui si trova, peraltro, una costruzione dei punti misuratori simile a quella di Ozanam [Taylor 1719, fig. 17]. Il nuovo scritto contiene due sezioni di cui la prima si occupa della costruzione prospettica e dei temi ad essa correlati, mentre la seconda è appunto dedicata alle costruzioni di restituzione prospettica (fig. 12), con l'aggiunta di due appendici dedicate alla prospettiva su superfici curve e alla teoria di Isaac Newton sul colore. Le ricerche di Taylor sul problema inverso avranno forse un'influenza sull'opera di Johan Heinrich Lambert del 1759 [Lambert 1759] [21] e contengono i principi della fotogrammetria che si trovano alla base degli strumenti oggi ancora in uso nel rilievo architettonico [22].

Conclusioni

Tra i secoli XVII e XVIII, si giunge gradualmente a riscattare una funzione della prospettiva che accompagna quella della realizzazione di immagini percettivamente significative: il controllo delle misure. Si riconoscono diversi contributi alla progressiva focalizzazione del problema, come provano le indicazioni contenute nei testi di Guidobaldo Bourbon del Monte [Del Monte 1600], Simon Stevin [Stevin 1605] e Girard Desargues [Desargues 1636; 1639]. Alcuni momenti fondamentali sono costituiti dall'introduzione dei sistemi misuratori prospettici nel testo di Jacques Alleaume ed Estienne Migon [Alleaume, Migon 1643] e dall'individuazione dei punti misuratori di Jacques Ozanam

Fig. 9. Jacques Ozanam, *L'usage de l'instrument universel, planche V*, 1688 [Ozanam 1688b]: lo strumento universale.

Fig. 10. Jacques Ozanam, *L'usage de l'instrument universel, planche IX*, 1688 [Ozanam 1688b]: le applicazioni dello strumento universale al rilievo dei luoghi e alla scalatura dei disegni.



[Ozanam 1693], fino alla sistematizzazione del metodo inverso di Brook Taylor [Taylor 1715] e Johan Heinrich Lambert [Lambert 1759].

Una premessa è riconoscibile nell'impiego dei punti della distanza, come misuratori della direzione ortogonale al quadro, e nella continuità tra studi teorici e applicazioni strumentali per il rilevamento, riconoscibili nella stessa opera di molti tra i protagonisti citati.

È ancora la misura, quindi, una delle basi della prospettiva. Le implicazioni proiettive, peraltro, permettono di estendere il campo interpretativo, in quanto la relazione reciproca creata tra le due proiezioni, ortografica e prospettica, ne consente una lettura relativa, in quanto ciascu-

na rappresenta una versione a suo modo distorta dello stesso soggetto tridimensionale [Cohen 2001, pp. 54, 55]. Si conferma, quindi, quel contraddittorio legame tra le più rigorose evoluzioni prospettiche e quelle curiose [Barozzi da Vignola 1583; Nicéron 1638] che si sviluppano nello stesso ambito scientifico che impara a scoprire le infinite implicazioni della rappresentazione nella concezione e interpretazione dei fenomeni spaziali.

L'ampia diffusione di tali innovazioni prospettiche e la loro applicazione agli strumenti e ai metodi per il rilievo dei luoghi dimostra, ancora una volta, la versatilità della teoria prospettica e l'inscindibile relazione tra disegno, architettura, scienza e tecnica.

Fig. 11. Jean-François Nicéron, *Tav. 13, 1638* [Nicéron 1638]: anamorfose costruita correttamente con l'ausilio dei punti della distanza, qui impiegati per distorcere le misure invece che proporziarle.

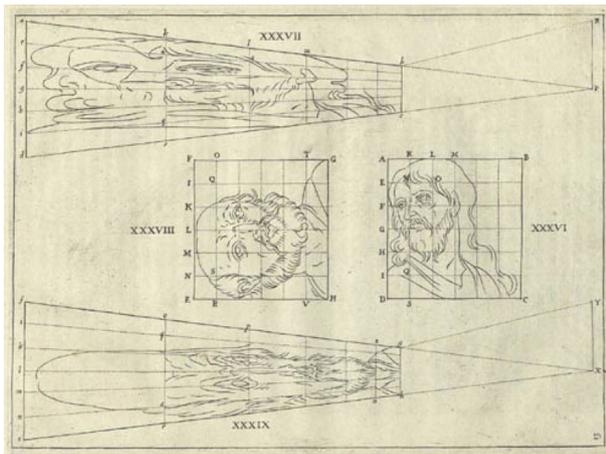
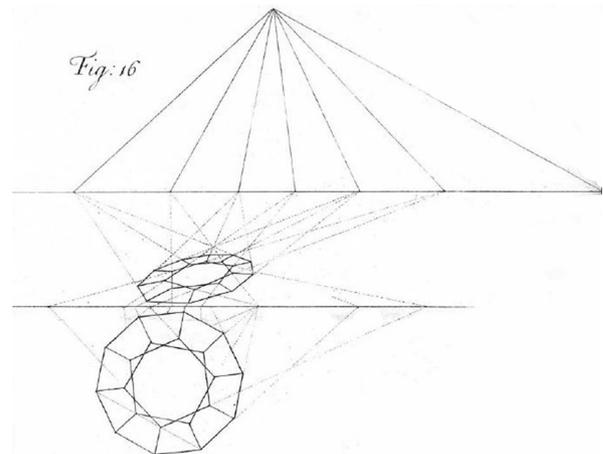


Fig. 12. Brook Taylor, *Fig. 16, 1719* [Taylor 1719]: prospettiva e restituzione.



Note

[1] Tra i numerosi testi di riferimento si citano: Docci, Maestri 1993; Sgroso 2001; Giordano 2001; Camerota 2006; Paris 2014.

[2] Si pensi al significativo titolo della raccolta di scritti sui rapporti tra architettura e arte di James S. Ackerman [Ackerman 1991], e alla mostra svoltasi a New York tra il 14 agosto e il 19 settembre 2015 dal titolo *Measure. Exhibition. Storefront for Art and Architecture*.

[3] Non si può fornire in questa sede che qualche riferimento per l'approfondimento del tema: Damish 1987; Camerota 2006.

[4] Per le datazioni relative alle edizioni latina e volgare: Sinisgalli 2006.

[5] Si cita la *Trinità* del Masaccio, Firenze, Santa Maria Novella, 1426-1428.

[6] Come nel *Miracolo dell'ostia profanata*, Urbino, Palazzo Ducale, 1465-1468.

[7] Per il testo del Viator si veda: Brion-Guerry 1962. Una illustrazione del metodo dei punti della distanza si trova nel Ms. A, Institut de France, Paris: Massey 2003, p. 163.

[8] Il testo *Le due regole della prospettiva pratica* è stato compilato dal Vignola tra il 1530 e il 1545 e pubblicato da Egnatio Danti nel 1583: Barozzi da Vignola 1583.

[9] Ribaltamento, *teorema 5, propoposizione VII; teorema 6, proposizione VIII*.

[10] Alleaume, J. (1627). *Introduction à la perspective, ensemble, l'usage du compas optique et perspectif*, (Ms.).

[11] Per le note vicissitudini, si veda: Amodeo 1933, pp. 7, 8, 33-37; Vagnetti 1979, p. 385 e p. 398; Sgrosso 2001, pp. 269-270; Andersen 2007, pp. 418-427.

[12] Alleaume è stato anche allievo del matematico François Viète (1540-1603): Molhuysen, Blok 1912.

[13] L'opera di Migon può considerarsi un anticipo dell'impiego dei punti misuratori secondo Luigi Vagnetti [Vagnetti 1979, p. 398] e Anna Sgrosso [Sgrosso 2001, p. 269] che inserisce l'immagine di un cerchio graduato non reperibile nelle due edizioni consultate [Alleaume, Migon 1643; 1663].

[14] Ozanam, J. (1694). *Récréations mathématiques et physiques, qui contiennent plusieurs problèmes d'arithmétique, de géométrie, de musique, d'optique, de gnomonique, de cosmographie, de mécanique, de pyrotechnique, et de physique. Avec un traité des horloges élémentaires*. Paris: Jean Jombert. Per l'opera di Ozanam si veda: Cándito 2015.

[15] Philippe de La Hire, *Nouvelle méthode en géométrie pour les*

Autore

Cristina Cándito, Dipartimento Architettura e Design (DAD), Università di Genova, candito@arch.unige.it

Riferimenti bibliografici

Ackerman, J. *Distance Points: Essays in Theory and Renaissance Art and Architecture*. Cambridge: The MIT Press 1991.

Alleaume, J., Migon, E. (1643). *La Perspective Spéculative et Pratique, ou sont demonstrez les fondemens de cet Art, & de tout ce qui en esté enseigné jusqu'à present. Ensemble la manière universelle de la pratiquer, non seulement sans Plan Geometral, & sans Tiers point, dedans ni dehors le champ du Tableau. Mais encores par le moyen de la Ligne, communément appellée Horizontale. De l'invention de seu Sieur Aleaume, Ingegnier du Roy. Mise au jour par Estienne Migon, Professeur és Mathématiques*. Paris: Tavernier et Langlois. [Altra edizione: Paris: Dupuis, 1663].

Alleaume, J., Migon, E. (1663). *La Perspective Spéculative et Pratique, ou sont demonstrez les fondemens de cet Art, & de tout ce qui en esté enseigné jusqu'à present. Ensemble la manière universelle de la pratiquer, non seulement sans Plan Geometral, & sans Tiers point, dedans ni dehors le champ du Tableau. Mais encores par le moyen de la Ligne, communément appellée Horizontale. De l'invention de seu Sieur Aleaume, Ingegnier du Roy. Mise au jour par Estienne Migon, Professeur és Mathématiques*. Paris: Dupuis, 1663.

Amodeo, F. (1933). *Lo sviluppo della prospettiva in Francia nel secolo XVII*. Napoli: Tipografia dell'Ospedale psichiatrico "Leonardo Bianchi".

sections des superficies coniques et cylindriques, Paris 1673. veda: Andersen 2007, p. 344.

[16] Tali segni sono rilevabili con strumenti che non si limitano alla ripresa fotografica. Per alcuni studi in questo senso, si veda: Valenti 2014; Bartoli, Lusoli 2015.

[17] Galilei lo descrive nell'opuscolo *Le operazioni del compasso geometrico et militare* del 1606, ma precedentemente lo strumento è descritto, ad esempio, da Fabrizio Mordente e da Muzio Oddi. Si veda: Mordente, F., *Modo di trovare l'astrolabio*. Venezia 567; Oddi, M., *Fabrica et uso del compasso polimetro*. Milano 1633.

[18] Si veda: De Rosa 2013, pp. 13-17. Per l'anamorfo: Camerota 1987.

[19] Brook Taylor è maggiormente conosciuto per la nota formula che da lui prende il nome, esposta nel *Methodus Incrementorum Directa et Inversa*, si veda: Taylor 1715.

[20] L'edizione moderna delle due edizioni di Taylor 1719 si trova in: Andersen 1992.

[21] Per Lambert 1759, si veda: Loria 1921, pp. 43-48; Vagnetti 1979, pp. 441-443; Kemp 1994, pp. 167-170; Andersen 1992; Giordano 2001, pp. 53-61.

[22] Per il contributo di Aimée Laussedat del 1899 e l'evoluzione della fotogrammetria si veda: Paris 2014.

Andersen, K. (1992). *Brook Taylor's Work on Linear Perspective. A Study of Taylor's Role in the History of Perspective Geometry*. New York: Springer Verlag.

Andersen, K. (2007). *The Geometry of an Art. The History of the Mathematical Theory of Perspective from Alberti to Monge*. Copenhagen: Springer-Verlag.

Barozzi da Vignola, I. (1583). *Le due regole della prospettiva pratica di M. Iacomo Barozzi da Vignola. Con i commentari del R.P.M. Egnatio Danti dell'ordine de predicatori Matematico dello studio di Bologna*. Roma: Francesco Zanetti.

Bartoli, M.T., Lusoli, M. (a cura di). (2014). *Le teorie, le tecniche e i repertori figurativi nella prospettiva d'architettura tra il '400 e il '700. Dall'acquisizione alla lettura del dato*. Firenze: Firenze University Press.

Brion-Guerry, L. (1962). *Jean Pélerin Viator sa place dans l'histoire de la perspective*. Paris: Les Belles Lettres.

Camerota, F. (1987). *L'architettura curiosa. Anamorfo e meccanismi prospettici per la ricerca dello spazio obliquo*. In Gambuti, A., Andanti, A., Camerota, F. (1987). *Architettura e prospettiva: tra inediti e rari*. Firenze: Alinea.

- Camerota, F. (2006). *La prospettiva del Rinascimento. Arte, architettura, scienza*. Milano: Mondadori Electa.
- Càndito, C. (2015). Jacques Ozanam (1640-1718). In M. Cigola (ed.), *Distinguished Figures in Descriptive Geometry and Its Applications for Mechanism Science*. New York-London: Springer; pp. 223-248.
- Cohen, P.S. (2001). *Contested symmetries: the architecture and writings of Preston Scott Cohen*. London: Laurence King.
- Damisch, H. (1987). *L'origine de la perspective*. Paris: Flammarion.
- Del Monte, G. (1600). *Perspectivae Libri sex*. Pisauri: Apud Hieronymum Concordia.
- De Rosa, A. (2013). L'oblio del visibile. La memoria dell'invisibile: Jean François Nicéron taumaturgo ottico. In A. De Rosa (a cura di), *Jean François Nicéron: prospettiva, catottrica & magia artificiale*. Ariccia (Roma): Aracne editrice, pp. 3-86.
- Desargues, G. (1636). *Exemple de l'une des manières universelles du S.G.D.L. touchant la pratique de la Perspective, sans employer aucun tiers point, de distance ny d'autre nature, qui soit hors du champ de l'ouvrage*. Paris: Bidault.
- Desargues, G. (1639). *Brouillon project d'une atteinte aux événemens des rencontres du cône avec un plan*. Paris: Pierre Des-Hayes.
- Docci, M., Maestri, D. (1993). *Storia del rilevamento architettonico e urbano*. Roma, Bari: Laterza.
- Docci M., Migliari R., Bianchini C. (1992). Le "vite parallele" di Girard Desargues e Guarino Guarini, fondatori della moderna scienza della rappresentazione. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 4, pp. 9-18.
- Giordano, A. (2001). *La geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*, vol. III, *Dal secolo dei lumi all'epoca attuale*. Torino: Utet.
- Kemp, M. (1994). *La scienza dell'arte: prospettiva e percezione visiva da Brunelleschi a Seurat*. Firenze: Giunti (Ed. orig.: *The science of art: optical themes in western art from Brunelleschi to Seurat*. New Haven: Yale University Press, 1990).
- Lambert, J.H. (1759). *Die Freye Perspektive / La perspective affranchie de l'embaras du plan géometral*. Zurich: Heidegger.
- Loria, G. (1921). *Storia della Geometria Descrittiva dalle origini sino ai nostri giorni*. Milano: Hoepli.
- Massey, L. (2003). *The Treatise on Perspective: published and unpublished*. Washington New Haven London: National Gallery of Art distributed by Yale University Press.
- Molhuysen, P.C., Blok, P.J. (1912). *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek. Deel 2*. <https://www.dbnl.org/tekst/molh003nieu02_01/molh003nieu02_01.pdf> (consultato il 23 agosto 2018).
- Ozanam, J. (1688a). *L'usage du compas de proportion*. Paris: Estienne Michallet.
- Ozanam, J. (1688b). *L'Usage de l'instrument universel*. Paris: Estienne Michallet.
- Ozanam, J. (1693). *Cours de Mathématique, qui comprend toutes les parties les plus utiles & les plus nécessaires à un homme de guerre, & à tous ceux qui se veulent perfectionner dans cette science...* Tome IV. *Perspective*. Paris: Jean Jombert.
- Ozanam, J. (1699). *Traité de l'arpentage, et du toisé*. Paris: Jean Jombert.
- Nicéron, J.F. (1638). *La perspective curieuse ou magie artificielle des effets merveilleux : de l'optique, par la vision directe, la catoptrique, par la réflexion des miroirs plats, cylindriques & coniques, la dioptrique, par la réfraction des cristaux...* Paris: chez Pierre Billaine
- Parrini, M. (2009). *A mani alzate. Aforismi*. Bologna: Pendragon, p. 17.
- Piero della Francesca. (2017). *De prospectiva pingendi*. Edizione nazionale degli scritti di Piero della Francesca, III.B. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Tomo I. *Edizione critica del testo latino*. Carden, F. (a cura di); Tomo II. *Edizione critica dei disegni*. Migliari, R. et al. (a cura di); Tomo III. *Stampa anastatica del codice 616, Bibliothèque Municipale, Bordeaux*.
- Paris, L. (2014). *Dal problema inverso della prospettiva al raddrizzamento fotografico*. Ariccia (Roma): Aracne editrice.
- Pélerin, J. (1505). *De artificiali perspectiva*. Toul: P. Jaques.
- Sgrosso, A. (2001). *La geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*. Vol. II, *Rigore scientifico e sensibilità artistica tra Rinascimento e Barocco*. Utet: Torino.
- Sinisgalli, R. (2006). *Il nuovo "De Pictura" di Leon Battista Alberti*. Roma: edizioni Kappa.
- Stevin, S. (1605). *Eerste Bouch Der Deursichtighe vande verscaeuwwing*. In *Wisconstighe Ghedachtnissen*. Leyden: Ian Bouwenfz. [Trad. latina: *De Sciagraphia*. In *Tomus Tertius. Mathematicorum Hypomnematum de optica...* Lugodini Batavorum: ex officina Ionnis Patii 1605].
- Taylor, B. (1715). *Methodus Incrementorum Directa & Inversa*. Londini: Guidi.
- Taylor, B. (1719). *New Principles of Linear Perspective, or the Art of Designing on a Plane the Representations of all sorts of Objects, in a more general and simple method than has been before*. London: Knaplock.
- Vagnetti, L. (1979). *De naturali et artificiali perspectiva*. Bibliografia ragionata delle fonti teoriche e delle ricerche di storia della prospettiva; contributo alla formazione della conoscenza di un'idea razionale, nei suoi sviluppi da Euclide a Gaspard Monge. In *Studi e documenti di Architettura*, n. 9-10, marzo 1979.
- Valenti, G.M. (a cura di). (2014). *Prospettive Architettoniche. Conservazione digitale, divulgazione e studio*. Roma: Sapienza Università Editrice.

Digitale

Il grado zero della rappresentazione

Alberto Sdegno

«*Drawing vs. moving*»

«Convenzionalmente il disegno è un processo attivo che lascia una traccia di grafite sulla carta. Con uno schizzo al computer; invece, ogni segmento è rettilineo e può essere ricollocato spostando una o entrambe le estremità» [Sutherland 1963, p. 102]. Con queste parole di una laconicità sorprendente, il venticinquenne Ivan Sutherland descrive nella sua tesi di dottorato [1] la più evidente differenza tra un disegno tradizionale e un elaborato grafico elettronico. Autore del primo sistema di disegno interattivo presentato pubblicamente, chiamato *Sketchpad* e esposto proprio nel documento citato, il primo uomo ad aver tracciato linee luminose su di un monitor si poneva quesiti non ancora pienamente risolti oggi, a più di cinquant'anni da quel primitivo atto. È possibile, infatti, chiamare questo nuovo

artefatto iconico con lo stesso nome con cui da sempre è stato definito un oggetto figurato a mano? Sutherland rispondeva così nel capitolo citato che significativamente aveva intitolato *Drawing vs. moving*: «Non c'era alcun momento nel sistema che poteva essere chiamato 'disegno'» [Sutherland 1963, p. 102] (fig. 1).

La distanza tra il tracciamento manuale, fisico, materiale, di un segno grafico su di un foglio di carta e l'equivalente digitale, astratto, immateriale, veniva ormai definitivamente consegnata alle pagine dei libri di storia che potevano così registrare il *grado zero* della rappresentazione. Non si trattava di un lento secolare cambiamento – come nell'analisi di Barthes sulla letteratura [Barthes 1960] – ma di un mutamento improvviso, istantaneo quanto inaspettato.

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

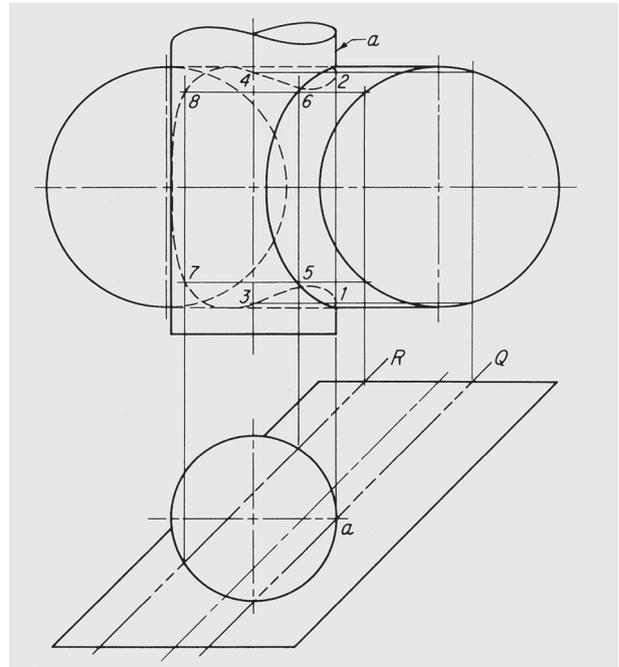
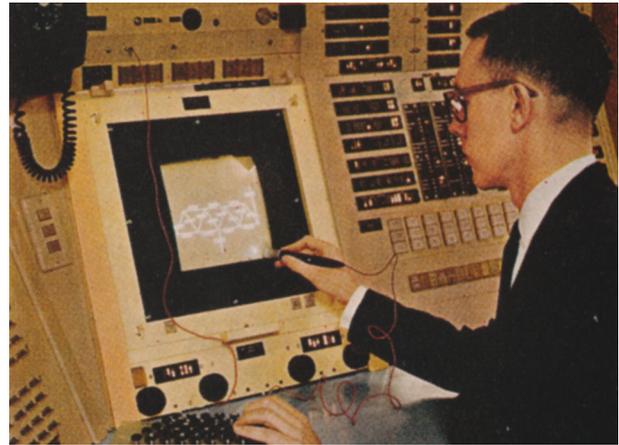
Non certo la penna ottica, da cui fuoriusciva il fascio di luce irradiante che restava imprigionato nello schermo, poteva evocare il fascino radioso e raggianti di una matita impugnata da un disegnatore. Pur essendo della stessa forma e dimensione, questo nuovo attrezzo costringeva ad un comportamento innaturale, meccanico, che estorceva all'utente la spontaneità di un gesto istintivo e istantaneo, anche se gli offriva in cambio una precisione sorprendente, che nessun altro strumento di tracciamento – regolo o compasso che sia – aveva mai concesso.

Né avrebbero potuto più valere le regole per apprendere l'arte del disegno descritte, ad esempio, da Eugène Viollet-le-Duc nella sua *Histoire d'un dessinateur* [Viollet-le-Duc 1992] o negli *Elements* ruskiniani [2]. Anche se, paradossalmente, le circa 150-180 ore di applicazione pratica per apprendere l'arte del disegno suggerite da John Ruskin – «un'ora di esercizio al giorno per sei mesi, oppure un'ora un giorno sì e uno no per dodici mesi» [Ruskin 2009, p. 31] come recita la promessa del noto didatta – corrispondono alla durata media di un corso di apprendimento di un software di Computer Aided Design (CAD) o di Building Information Modeling (BIM).

Più vicino, forse, alle rigorose metodiche della geometria descrittiva che accompagnano il disegnatore al riconoscimento di forme sintatticamente congruenti, grazie al tracciamento di segmenti e archi discreti, o agli svaghi dell'enigmografia che nella connessione di punti numerati in sequenza ci svela disegni celati, il segno composto da pixel luminosi sullo schermo può figurare in brevissimo tempo geometrie di una complessità sorprendente. Morfologie tanto articolate che avrebbero rubato ad un allievo di Gaspard Monge – o allo stesso *professeur de mathématiques* [3] – ore di attività per risolvere simili operazioni di costruzione geometrica. Non a caso Steven Coons [4], docente di disegno meccanico al Massachusetts Institute of Technology, cui si deve la formalizzazione teorica del sistema poi elaborato da Sutherland, nel volume scritto con John T. Rule [Rule, Coons 1961] ha dedicato molte pagine alla risoluzione grafica di problemi di carattere geometrico-descrittivo di solidi e intersezioni degli stessi nello spazio (fig. 2). Si può ben comprendere, quindi, che il lavoro di Sutherland nasce a valle di un lavoro collettivo di indagine su questi temi di ricerca e a seguito di un cospicuo finanziamento da parte del Ministero della Difesa degli Stati Uniti d'America, che in precedenza aveva alimentato anche il sistema SAGE [5], progenitore – in termini di sistemi di puntamento a video – del sistema di Sutherland.

Fig. 1. Ivan Sutherland e il sistema Sketchpad, Massachusetts Institute of Technology, 1963.

Fig. 2. Intersezione di solidi [Rule, Coons 1961, p. 218].



Già dal 1959, infatti, erano stati avviati i *Computer-Aided Design Projects* press il MIT con la finalità di definire i caratteri di un sistema di rappresentazione basato sulla tecnologia elettronica. In uno dei primi rapporti sull'argomento, a firma dello stesso Coons e di Robert Mann [Coons, Mann 1960], si stabilisce che «l'obiettivo [...] è studiare un sistema uomo-macchina che permetterà al designer e al computer di lavorare assieme su problemi di ordine creativo» [Coons, Mann 1960, p. III], con un'ulteriore specifica in premessa, vale a dire che «non è contemplato che la progettazione completamente automatizzata senza la guida e le decisioni dell'operatore umano sia possibile in un futuro prevedibile» [Ward 1960, p.V]. Si trattava, quindi, di definire un «*perfect slave*» digitale [Cardoso Llach 2015, p. 49], lasciando all'essere umano l'apporto creativo nel processo di progettazione. A conferma del fatto che il lavoro che ha condotto alla realizzazione di *Sketchpad* fosse collettaneo, è sufficiente sfogliare gli atti della *Spring Joint Computer Conference* tenutasi a Detroit nel 1963, in cui tutta una sessione – intitolata *Computer Aided Design* e estesa per più di cinquanta pagine – è dedicata alla presentazione di questo nuovo strumento da disegno [6].

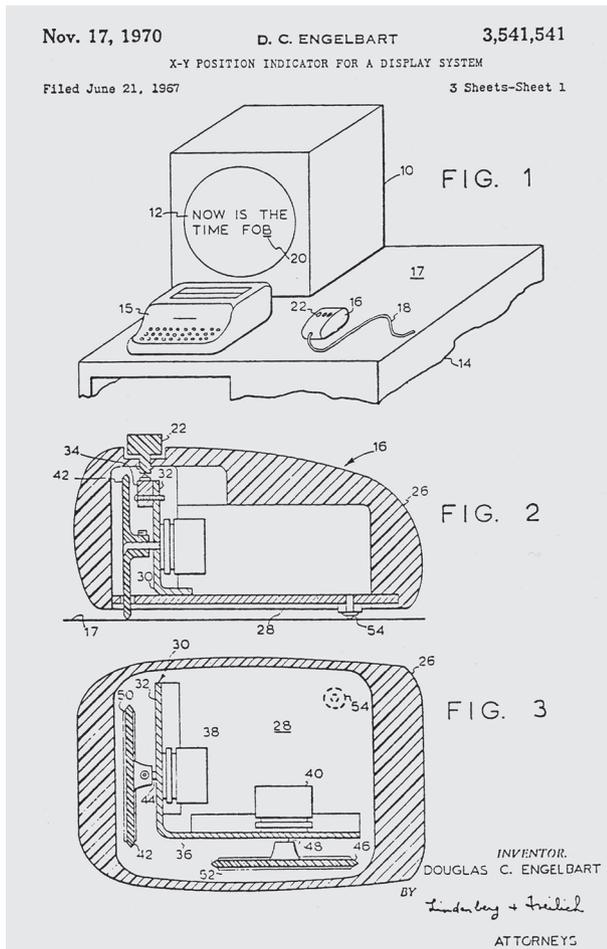
Di lì a poco inizieranno le ricerche per caratterizzare maggiormente il disegno verso strategie diversificate di formalizzazione di contenuti: da un lato la sperimentazione nel campo dell'industria aerospaziale e di quella automobilistica, all'inizio soprattutto da parte della Boeing e della General Motors, dall'altro lo sviluppo di applicazioni orientate all'architettura e all'edilizia, subito ridenominate con un differente acronimo: CAAD, ovvero *Computer Aided Architectural Design* [Negroponte 1975; Mitchell 1977]. Ma questa maggior qualificazione dell'elaborato grafico difficilmente avrebbe sanato quella netta distinzione tra disegno manuale e figurazione digitale che, contemporaneamente, avrebbe maturato una maggiore distanza, soprattutto con la definizione di una inedita modalità grafica: la rappresentazione a tre dimensioni.

3D

Se l'innovazione nel campo della figurazione si manifestava con il cambiamento tecnico della strumentazione a disposizione, la vera rivoluzione tecnologica consisteva nel paradigma informativo e comunicativo che per la prima volta si offriva a colui che voleva rappresentare una forma. Nello stesso Lincoln Lab del MIT in cui Sutherland dava vita all'ori-

gine dell'informatica grafica bidimensionale, Timothy Johnson [Johnson 1963], nei medesimi giorni, traduceva nelle tre dimensioni il codice genetico scritto dall'amico e collega, tanto che si può dire senza tema di smentita che il disegno elaborato con il calcolatore nasce con una valenza stereometrica, non concessa al disegno tradizionale. Un valore aggiunto che immediatamente ci riconduce alla descrizione di Malevič per il suo *Quadrato nero su fondo bianco* del 1915: «Mi sono trasfigurato nello zero delle forme – diceva il pittore russo – e sono andato al di là dello zero» [Malevič 1915]; con queste parole anticipava di qualche anno la sua opera più risolutiva, quel *Quadrato bianco su fondo bianco* che non consentiva alcuna possibilità di mediazione con il passato. «Andare al di là dello zero» potrebbe voler dire allora, se consideriamo la tridimensionalizzazione di un disegno, modificare completamente il paradigma operativo con cui si realizza un elaborato grafico: non più un prodotto stabile sul nostro foglio, statico nelle sue coordinate cartesiane o vincolato a procedimenti proiettivi propri o impropri che ne impediscono la variazione, a meno di una cancellazione fisica di linee e un ridisegno dell'impianto figurativo. Ora il disegno – se ancora lo si può definire tale – diventa dinamico, mobile, infinitamente variabile, senza lasciare traccia di una eventuale eliminazione di segmenti. Infinite prospettive possono essere generate al semplice tocco dello strumento di puntamento che fino al decennio successivo resterà a forma di stilo. Il brevetto del mouse (fig. 3), infatti, avverrà nel 1970, da parte di Douglas Engelbart [7] a sette anni di distanza dalla nascita di *Sketchpad*. Ma anche proiezioni parallele, ingrandimenti e riduzioni di scala, sono previste in questo nuovo "taccuino digitale". Con una ulteriore singolarità figurativa che riposa sulla trasparenza della sua essenza filiforme, costituendosi come la traduzione informatizzata di quello stratagemma grafico che prevede la stratificazione dell'elaborato tradizionale con la sovrapposizione di fogli di lucido. Anche in questo caso la differenza tra tradizione e innovazione è evidente: il disegno a mano utilizza carta trasparente per esprimere contenuti diversi su vari livelli, quali il disegno di una pianta o di un prospetto in forma integrale. Nel caso del digitale, invece, i *layer* possono custodire piccole parti omogenee di una stessa altimetria o planimetria, come ad esempio le aperture, le scale, gli infissi, con un'ulteriore discretizzazione dei componenti che può contenere al suo interno infinite strutturazioni di informazioni. Un taglio netto con il passato, quindi, una nuova tecnica grafica che contemplava un dispositivo figurativo che negava con un colpo solo, superandoli, i due principi alla base della

Fig. 3. Disegni presenti a corredo del brevetto N. 3541541 del mouse di D.C. Engelbart, 1970 [Bardini 2000, p. 100].



geometria proiettiva: i concetti di proiezione e sezione. È possibile generare ora un modello filiforme, che poco ha a che fare con l'esito prodotto da un disegnatore manuale, chino sul tavolo, tra matite, lapis e fogli di carta.

A partire da quel 1963 i solidi, più o meno complessi, cominciano a volteggiare sugli schermi degli elaboratori elettronici nella loro rappresentazione tridimensionale (fig. 4), sostituendosi alle meno accattivanti stringhe di caratteri che accomunavano, fino a quel momento, la vita dei programmatori e quella degli utenti. Informatici e fruitori di software da ora in poi avrebbero vissuto esperienze distinte, le prime regolate da sistemi algoritmici composti da interminabili linee di codice, i secondi da contenuti visivi e interattivi, sempre più ricchi di forme e colori, tali da rendere seducente e *friendly* anche quella macchina dall'apparenza poco attraente e allettante.

Il vero sovvertimento, infatti, è depositato in una sorta di similarità esponenziale che questo "nuovo disegno" ha con l'oggetto in scala reale: se il modello è da sempre, come ci ricorda Massimo Scolari, «uno strumento di iniziazione per generazioni di architetti che nella realizzazione di oggetti in forma di piccole architetture si preparavano a costruire in grande» [Scolari 1988, p. 16], il modello digitale è ad un tempo analogo del reale e equivalente alla sua copia in scala, di cui conserva quell'affinità conformativa che lo ha reso strumento insostituibile delle nuove figurazioni.

Modelli di aeroplani scheletrici, di automobili filiformi, di paesaggi urbani a forma di semplici parallelepipedi luminescenti, cominciano ad essere ospitati sulle riviste tecniche e nelle presentazioni pubbliche: tutti artefatti rigorosamente prodotti in modalità *paperless*, vale a dire senza il consumo di carta. Questa netta distinzione tra disegno tradizionale e rappresentazione digitale si è dilatata col tempo grazie all'invenzione di nuovi mezzi espressivi che, partendo da tali contenuti a tre dimensioni, si riverberano in contesti più complessi, attraverso la intercessione di un'altra importante mediazione tra analogico e digitale: l'invenzione dell'immagine elettronica.

Discretizzare immagini

«Abbiamo scelto di campionare ad un valore di 500 KC e definiamo ognuno di questi campionamenti come un elemento dell'immagine o *pixel*» [Billingsley 1965, p. 3]. Può sembrare strano che uno dei termini più significativi della storia dell'informatica grafica – la definizione di *pixel*, forma contratta di *picture element*, ovvero l'unità di misura dell'im-

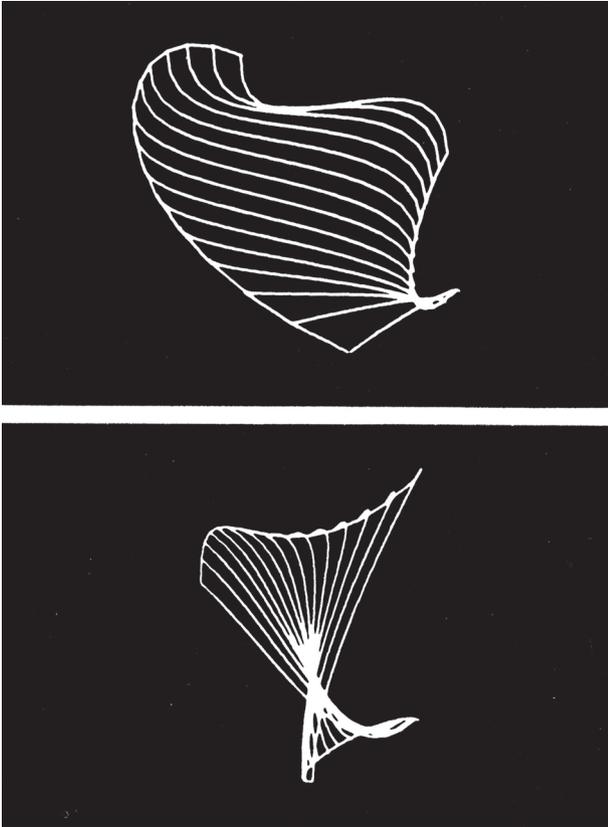


Fig. 4. Superfici a doppia curvatura realizzate da S.A. Coons, 1967.

magine digitale – compaia per la prima volta nella forma di un inciso in un saggio tecnico del 1965 a firma di Fred C. Billingsley, un ricercatore del Jet Propulsion Laboratory del California Institute of Technology, come delineato in un recente saggio [Lyon 2006]. Soprattutto è anomalo che ciò appaia a distanza di quasi due lustri dal primo utilizzo. L'invenzione dello strumento in grado di tradurre immagini analogiche in *pixel* digitali, infatti, avviene nel 1957, quando un gruppo di ricercatori coordinati da Russell A. Kirsch, dà vita al primo scanner lineare all'interno di un laboratorio del National Bureau of Standards, che verrà ufficialmente presentato nel dicembre dello stesso anno all'interno della *Eastern Joint Computer Conference*, tenutasi a Washington [Kirsch et al. 1958].



Fig. 5. Immagine originale e scansione numerica realizzata con il sistema di R.A. Kirsch, 1957 [Kirsch 1958, p. 223].

Ma a rileggere gli atti di quella conferenza apparentemente non si rileva la rivoluzionarietà di quanto viene lì presentato. Al saggio che descriverà procedura e attrezzi scientifici non verrà dato più spazio rispetto agli altri contributi, a differenza di quanto abbiamo visto è capitato al disegno vettoriale. Eppure all'interno delle nove pagine del contributo verrà descritta la traduzione di un'immagine fotografica in formato puntiforme, che segnerà per sempre la strada dell'elaborazione digitale delle immagini, costituendosi di fatto come una nuova modalità di elaborazione iconografica e ponendo le basi per quella trasformazione sostanziale nel campo della fotografia e della cinematografia non ancora del tutto compiuta.

Paradossalmente, quindi, il problema della scansione digitale di informazioni cartacee viene segnalato soltanto come un mezzo per pervenire a quello che era considerato il vero obiettivo da raggiungere: il riconoscimento automatico di forme e caratteri provenienti da un preesistente documento analogico, con la finalità di velocizzare processi manuali di input da parte di un operatore.

Dal punto di vista tecnico la macchina era basata su di un sistema rotante a rullo, sul quale era collocata l'immagine da scandire, che veniva illuminata da un fascio luminoso. Attraverso un complesso meccanismo di rilevamento a impulsi ottici – che prevedevano anche l'impiego di un disco stroboscopico – si è riusciti a catturare l'oggetto della ricerca: una fototessera quadrata avente 44 mm di lato. Il tempo di scansione è stato di 25 secondi e l'esito digitale era composto da 176x176 punti (30.976 caratteri) (fig. 5).

Tali punti – che come abbiamo detto solo nel decennio successivo verranno definiti *pixel* – erano di colore nero o bianco: il primo per identificare la figura, il secondo per descrivere lo sfondo. Pur non essendo pertanto considerata la sfumatura di grigio, né indubbiamente il cromatismo, all'interno del saggio si sottolineavano alcuni esperimenti sul riconoscimento della forma e del carattere che hanno immediatamente sollevato l'interesse da parte dei partecipanti. Questa modalità di utilizzo in bianco e nero, infatti, consentiva di semplificare le operazioni di identificazione di testo e figure: si pensi nel primo caso allo sviluppo successivo dei sistemi OCR [8] e nel secondo caso – come sottolineato anche dallo stesso Kirsch nella discussione finale [Kirsch et al. 1958, p. 229] – all'associazione istantanea di impronte digitali con il volto di un criminale.

Se l'immagine sopra descritta relativa alla scansione della figura umana compare solo all'interno del saggio citato, Kirsch ha dichiarato che, in realtà, la prima fotografia scandita è stata quella del volto del figlio Walden, nato poco prima. L'originale di questa scansione è custodita dal 2003 negli archivi del Portland Art Museum [9] (fig. 6). Sebbene tale primato le sia riconosciuto dai motori di ricerca della rete, questo non è confermato dalle pubblicazioni ufficiali che descrivono, come il saggio che abbiamo citato, l'esito della ricerca sperimentale: probabilmente, però, l'associazione tra invenzione di un nuovo strumento scientifico – quale lo scanner – e immagine di un bimbo nato da poco, può essere avvertita come un'equivalenza più efficace sul piano comunicativo.

Definito il modo con cui era possibile vedere su di un monitor un qualsiasi elaborato grafico prodotto analogicamente – sia esso un disegno, una pagina di un libro o una fotografia – si spalancano di fatto le porte alla rappresentazione completamente virtualizzata, come ulteriore evoluzione dei sistemi di rappresentazione CAD che abbiamo descritto in apertura.

Non a caso tra le prime questioni sollevate dai ricercatori vi era la questione dello *shading* di un modello 3D, ovvero di come dare verosimiglianza a quegli oggetti filiformi, di fatto poco realistici.

Già dalla fine degli anni Sessanta, il problema delle linee nascoste si offre come tema di sperimentazione. Molti algoritmi vengono elaborati, permettendo la rapida risoluzione del problema della simulazione dell'ombreggiatura.

Se il primo algoritmo per la generazione del chiaroscuro su di una superficie si basava sulla legge del coseno, definita circa due secoli prima da Johann Heinrich Lambert nella

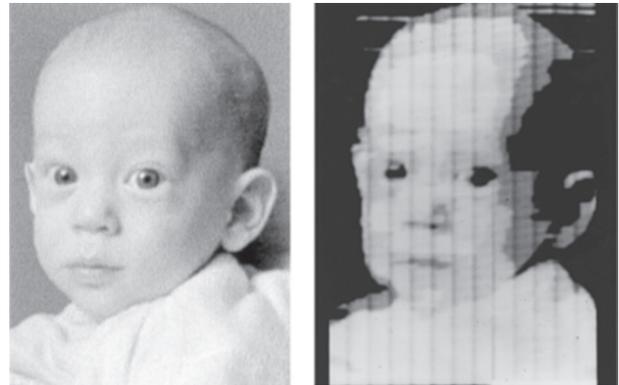


Fig. 6. Immagine originale e scansione numerica di Walden Kirsch, realizzata con il sistema di R.A. Kirsch, 1957: <<http://portlandartmuseum.us/mwebcgi/mweb.exe?request=record;id=2112;type=701>> (consultato il 20 settembre 2018).

sua *Photometria* [Lambert 1760], di lì a poco vari ricercatori hanno proposto soluzioni differenti che nel tempo sono state indispensabili per ottenere quel realismo figurativo che è oggi possibile ottenere con qualsiasi software di simulazione.

Le immagini di *rendering* che dagli anni Settanta cominciano faticosamente ad uscire dagli schermi degli elaboratori preludono ad un ulteriore livello di innovazione che, ancora una volta, si distanzia nettamente da tutte le sperimentazioni precedenti: la *Virtual Reality* (VR). Grazie alla VR, infatti, da un punto di vista operativo ciò che era apparso già come una fonte primaria di nuove suggestioni visive – il modello 3D – acquista una forte valenza espressiva in termini di interazione totale, completa, immersiva. Da un punto di vista concettuale, come ha scritto Franco Purini, «la realtà virtuale si dà così non già come ciò che può avvenire ma come l'immediatamente accaduto, come un presente accelerato» [Purini 2000, p. 108].

Nuove virtualità

«L'idea principale alla base del dispositivo di visualizzazione tridimensionale è presentare all'utente un'immagine prospettica che cambia quando egli si muove» [Sutherland 1968, p. 757]. Così il giovane autore di *Sketchpad* presenterà il suo sistema di visualizzazione stereoscopica e inte-

rattiva a soli cinque anni di distanza dalla sua rivoluzionaria invenzione, chiamandolo, similmente a quanto fatto per il sistema di disegno CAD, con un termine altrettanto evocativo: *The Sword of Damocles* (fig. 7). Come la leggendaria spada sostenuta da un esile crine di cavallo da Dionigi I, tiranno di Siracusa, sul capo di Damocle stava a indicare le minacce sempre incombenti per l'uomo di potere, così un sostegno ancorato al soffitto, che reggeva un casco mobile dotato di particolari visori, poteva essere indossato da un "temerario" utente. Il movimento di questo particolare elmetto consentiva all'utente di visualizzare uno spazio virtuale – composto da volumi filiformi trasparenti costruiti con *Sketchpad* – come se ci si trovasse virtualmente in quella scena. Al movimento del capo, si modificava anche la prospettiva dell'oggetto.

A pochi anni dall'invenzione del CAD, venivano poste le basi per quella che Jarom Lanier definì venti anni dopo *Virtual Reality*, vale a dire un sistema che associava ad un visore digitale una scena virtuale, e permettendo lo spostamento all'interno della stessa con l'impiego di particolari guanti elettronici da indossare dall'utente, chiamati *datagloves*. Se il disegno elettronico modificava completamente il registro figurativo codificato attraverso un lento sviluppo della storia della rappresentazione, la riflessione attorno ad un sistema di realtà virtuale induceva a considerare nuovi paradigmi anche di ordine teorico-speculativo, alimentando un dibattito, forse già insito in quella prima associazione fatta da Sutherland, tra il suo sistema e la pericolosità di una lama incombente sospesa sul capo di Damocle.

Alla realtà virtuale hanno fatto seguito altre ricerche sul piano esperienziale che fanno uso di sistemi informatizzati di visione e percezione, che amplificano la distanza tra nuovi media e strumenti tradizionali di fruizione di oggetti e spazi. Si pensi ad esempio alla *Augmented Reality* (AR), in cui l'interfaccia permette di sovrapporre contenuti digitali di varia natura – video, testi, immagini, suoni, ecc. – ad artefatti analogici, dimostrando il valore aggiunto di un nuovo sistema comunicativo. Nata nel 1990 come strumento tecnico di controllo visivo del sistema di cavi elettrici all'interno degli impianti di una fusoliera di aeroplano, grazie all'intervento di Tom Caudell [Caudell, Mizell 1992], chiamato dalla Boeing per risolvere tale problema, ben presto è diventato uno strumento di larghissima diffusione sia nel campo della divulgazione scientifica – all'interno di spazi museali esplorabili interattivamente grazie a questo sistema –, sia in quello commerciale – offrendo la possibilità di sovrapporre un articolo virtuale ad un ambiente reale, come avviene

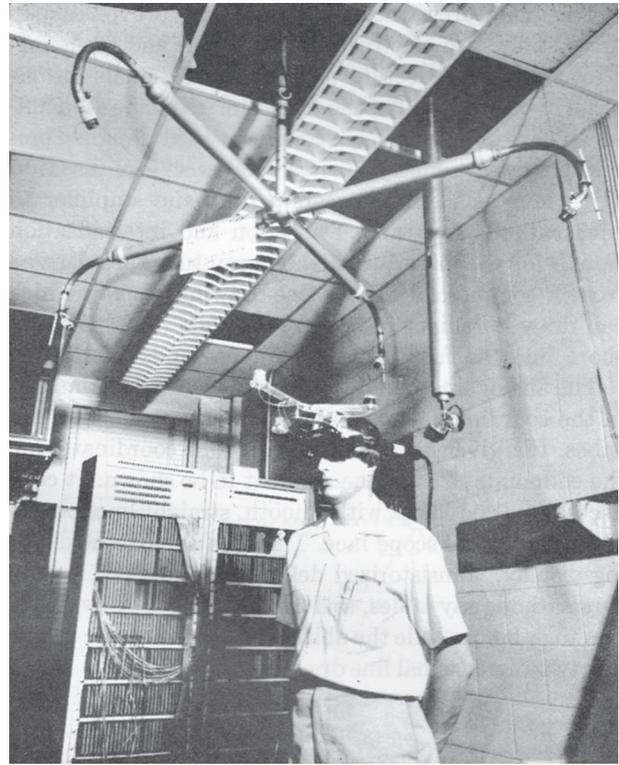


Fig. 7. *The Sword of Damocles* di I.E. Sutherland, 1968 [Sutherland 1968, p. 760].

nel catalogo di una delle più importanti catene di arredamento [10] – sia nel settore dell'intrattenimento, con le applicazioni quali *Snapchat* – per la sovrapposizione di maschere virtuali a volti reali – e *Pokemon Go*, quest'ultima basata su di un sistema di geolocalizzazione GPS che consente la ricerca di creature fittizie all'interno di un ambiente reale. Tra l'altro non si può celare che questo recente gioco elettronico – commercializzato a partire da luglio 2016 – tiene conto anche di una precedente esperienza digitale basata sulla costruzione di mondi immaginari, che già dal nome dichiara una netta separazione da contenuti tradizionali: *Second Life* (SL). La concezione che accoglie il visitatore di questa nuova piattaforma esplorativa *web-based* è differente dalla logica del videogioco. L'utente, in-



Fig. 8. Nunox Cyberpunk City in Second Life: <<https://secondlife.com/destination/nunox-cyberpunk-city>> (consultato il 20 settembre 2018).

fatti, attraverso un *avatar* – copia 3D della propria persona in formato digitale – può svolgere tutte le funzioni di un essere umano, declinandole in forma elettronica, come si trattasse di una sorta di “abitare virtuale” [Unali 2014]. Può visitare luoghi dall'apparenza tradizionale, come *Ruistica* o *Lake Templeton Beach* o posti futuribili come *InSilico* o *Nunox Cyberpunk City* (fig. 8), suonare uno strumento musicale, parlare con altri utenti, acquistare oggetti utilizzando una moneta virtuale, svolgere attività di commercio, o realizzare degli artefatti digitali – quali una scultura, o una architettura – dando libero sfogo alla propria creatività e senza una finalità specifica.

I contenuti previsti dal generale concetto di *digital divide* – vale a dire quel divario che l'elettronica determina tra utenti che fanno uso di tecnologia avanzata e coloro che sono esclusi dalla stessa – vengono a costituire ora un di-

stacco incolmabile tra chi abita lo spazio virtuale di SL e tutto il genere umano, la cui vita è ancora saldamente – e inevitabilmente – ancorata alla superficie terrestre. L'estrema creatività, però, offerta da SL a chi intende generare morfologie di qualsiasi genere non può che introdurre un altro tema centrale, quello dell'utilizzo della modellazione digitale avanzata per la costruzione di architetture dalla sorprendente complessità.

Architetture elettroniche

Abbiamo proposto qualche anno fa il neologismo *e-architecture* per indicare quelle architetture che devono la loro progettazione a strumenti digitali di elaborazione [Sdegno 2001]. Avevamo indicato due personalità di rilievo – Peter

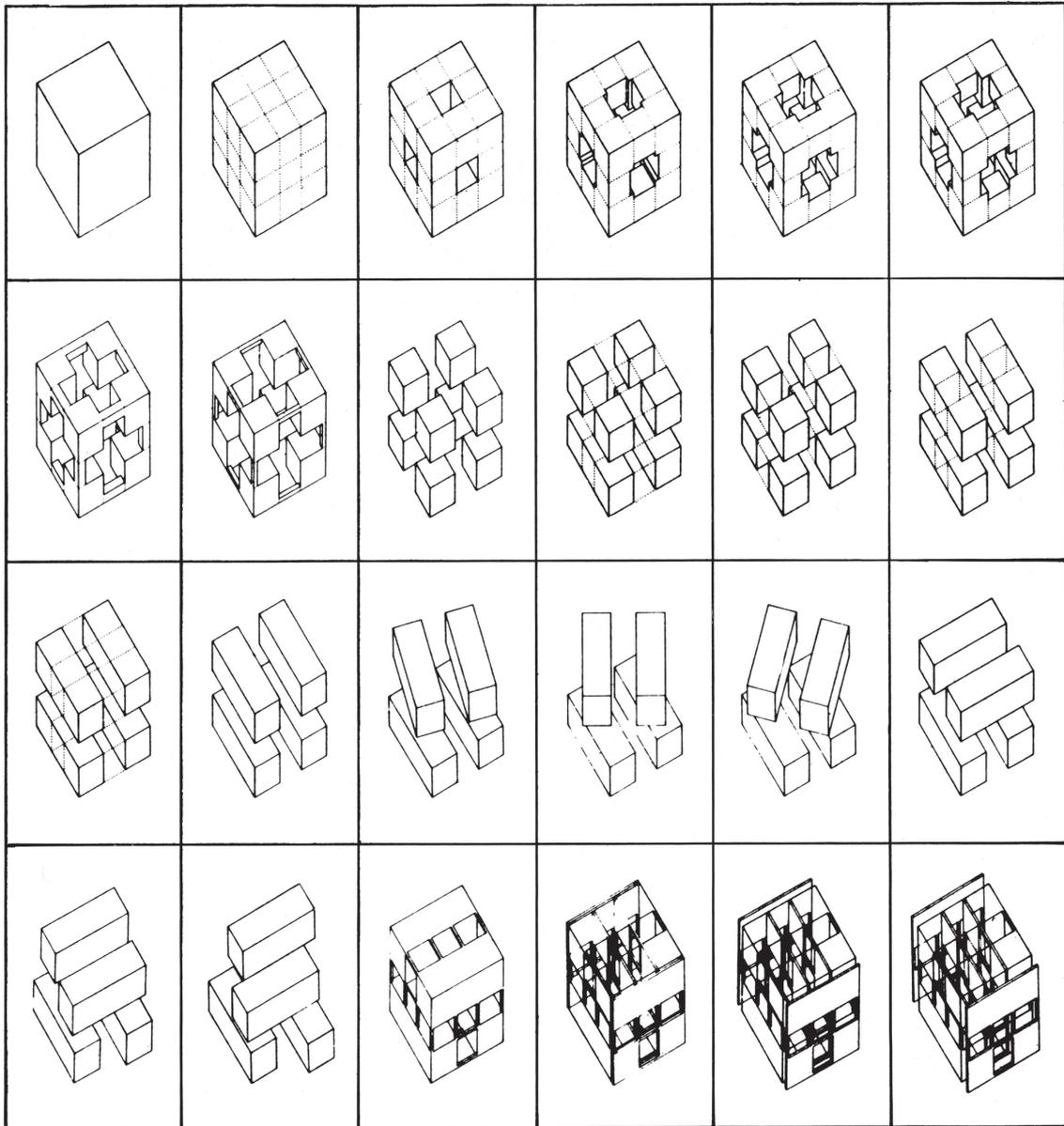


Fig. 9. Peter Eisenman, House IV, Falls Village, Connecticut, 1971. Diagrammi del processo compositivo.

Eisenman e Frank O. Gehry – come quegli architetti che impersonavano due strategie comportamentali abbastanza diverse che identificavano – pur nella semplificazione di una tale classificazione – due tipologie di relazione tra progettista e strumento digitale: vale a dire chi lavora *ex ante*, con gli strumenti elettronici fin dalla fase iniziale della concettualizzazione del progetto, e chi opera *ex post*, a progetto in gran parte concluso, utilizzando la tecnologia digitale per dare consistenza costruttiva alle proprie idee progettuali.

Questa diversità è rimasta sostanzialmente identica oggi: da un lato ci sono coloro che utilizzano sistemi procedurali di controllo morfologico, quali ad esempio il linguaggio di programmazione visiva Grasshopper [11], e procedure algoritmiche di modellazione avanzata; dall'altro vi sono coloro che usano metodi tradizionali di progettazione basati sulla realizzazione di modelli fisici o di disegni tecnici a scale opportune, poi tradotti in formato digitale.

I due architetti citati erano indicati per la singolarità delle loro esperienze: Eisenman, infatti, ha utilizzato la geometria booleana anche per la costruzione delle sue *houses* degli anni Settanta (fig. 9), in assenza di tecnologia digitale; Gehry, invece, non ha modificato il suo comportamento tradizionale verso il progetto, costruendo ancora oggi piccoli plastici in cartoncino e filo di rete – come si evince anche dal film sulla sua persona realizzato da Sidney Pollack [Pollack 2006] (fig. 10) – le cui forme tridimensionali verranno successivamente digitalizzate per la realizzazione del modello in *wireframe* all'interno del software di modellazione. Non a caso entrambi gli autori sono presenti in un recente volume dedicato all'archeologia del digitale [Lynn 2013].

Innumerevoli sono gli strumenti digitali a disposizione dei progettisti, tanto da essere in presenza di una vera e propria «rivoluzione informatica in architettura» [Saggio 2007], in cui viene a definirsi un nuovo «paradigma elettronico» [Eisenman 1992, p. 17]. Ma non si può tralasciare un fattore determinante manifestatosi con questa nuova modalità operativa della progettazione: il rischio della perdita dell'autorialità. Mario Carpo ha in vari modi affrontato tale questione, sia in rapporto al tema della copia e della riproduzione [Carpo 2011], sia sottolineando un nuovo cambiamento sostanziale introdotto dallo strumento digitale, in riferimento al precedente utilizzo della tecnologia [Carpo 2017]. Un suo recente saggio ribadisce ulteriormente questo aspetto: «gli architetti – scrive Carpo – non possono lavorare senza la tecnologia, ma la tecnologia può operare senza di loro» [Carpo 2018], distillando in tale efficace considerazione critica quanto anni prima era velatamente emerso in un dialogo a due voci tra

Fig. 10. Fotogrammi dal film *Sketches of Frank Gehry* [Pollack 2006].



Jean Nouvel e Jean Baudrillard [Baudrillard, Nouvel 2003]. Anche in quel caso veniva più volte posto l'argomento dell'autorialità in termini stringenti: «Cosa c'è di più facile che riutilizzare dati già stabiliti – si domandava l'architetto – dal momento che il computer può adattarli molto velocemente? Si cambiano alcuni parametri, il procedimento dura qualche ora e hop! ...ecco un nuovo edificio. [...] In uno spazio del genere – si domandava il filosofo – l'architetto ha ancora la possibilità di farsi notare in quanto architetto? [...] Nella maggior parte dei casi – rispondeva Nouvel – non ci sono architetti nel senso in cui vengono generalmente intesi, ma ingegneri che maneggiano efficacemente alcune norme» [Baudrillard, Nouvel 2003, pp. 53, 54].

Note

[1] Sutherland 1963. Cfr. anche Sdegno 2013.

[2] Ruskin 2009. Sul tema della didattica del disegno da parte di Ruskin si veda anche: Levi, Tucker 1997.

[3] Come è noto Gaspard Monge viene definito matematico, fisico, ingegnere, disegnatore. Utilizziamo in questa sede la definizione più frequente. Per una un'ampia disamina sulla sua figura, si veda il recente volume: Cardone 2017.

[4] Sulla figura di Steven A. Coons si veda: Sdegno 2012; Cardoso Llach 2015, pp. 49-72.

[5] SAGE è l'acronimo di *Semi Automatic Ground Environment*, sistema di controllo aereo del territorio americano che faceva uso di uno strumento luminoso di puntamento diretto su di un monitor.

[6] La sessione citata della *Spring Joint Computer Conference* è presente alle pp. 299-353, con testi di S.A. Coons, D.T. Ross, J.E. Rodriguez, R.

Autore

Alberto Sdegno, Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura, Università degli Studi di Udine, alberto.sdegno@uniud.it

Riferimenti bibliografici

AA.VV. (1963). *AFIPS Conference Proceedings. 1963 Spring Joint Computer Conference*. Washington, DC-London: Spartan Books, Inc.-Macmillan and Co., Ltd.

Bardini, T. (2000). *Bootstrapping. Douglas Engelbart, Coevolution and the Origins of Personal Computing*. Stanford, CA: Stanford University Press.

Barthes, R. (1960). *Il grado zero della scrittura*. Milano: Lerici (Prima ed. *Le degré zéro de l'écriture*. Paris: Editions du Seuil 1953).

L'estrema ingegnerizzazione del prodotto architettonico, anche nella forma concessa dalle tecnologie BIM, ramifica infatti in differenti competenze la buona riuscita di un progetto, tanto che in alcuni casi – come nell'esempio descritto da Livio Sacchi in questo numero [Sacchi 2018, p. 138] – sia difficilmente imputabile ad un unico soggetto umano l'effettivo apporto creativo dell'opera. Non a caso Jean Nouvel concluderà il dibattito con alcune disarmanti parole che confermano il significativo mutamento in atto nell'ambito della disciplina: «un'architettura automatica creata da architetti intercambiabili: non è una fatalità incombente; è già oggi l'essenza della realtà» [Baudrillard, Nouvel 2003, p. 76].

Stotz, E.I. Sutherland, T.E. Johnson, tutti ricercatori o docenti del MIT. AA.VV. 1963.

[7] Il brevetto del mouse è del 17 novembre 1970, con numero 3541541: Bardini 2000, pp. 81-102.

[8] OCR sta per *Optical Character Recognition*, sistema di riconoscimento ottico di caratteri.

[9] L'immagine è archiviata con il codice 2003.54.1: <<http://portlandart-museum.us/mwebcgi/mweb.exe?request=record;id=5273;type=101>> (consultato l'8 luglio 2018).

[10] Ci riferiamo a *Ikea Place*, che permette di sovrapporre un elemento d'arredo virtuale ad una scena reale: <<https://www.ikea.com/gb/en/customer-service/ikea-apps/>> (consultato il 10 ottobre 2018).

[11] Grasshopper è stato sviluppato per il software di modellazione 3D *Rhinoceros*.

Baudrillard, J., Nouvel, J. (2003). *Architettura e nulla. Oggetti singolari*. Milano: Electa (Prima ed. *Les objets singuliers: architecture et philosophie*. Paris: Calmann-Levy, 2000).

Billingsley, F.C. (1965). Digital Video Processing at JPL. In E.B. Turner (ed.). *Electronic Imaging Techniques I*, Proceedings of SPIE, Vol. 0003, XV, pp. 1-19. Los Angeles, CA, USA: SPIE.

Cardone, V. (2017). *Gaspard Monge padre dell'ingegnere contemporaneo*. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.

- Cardoso Llach, D. (2015). *Builders of the vision. Software and the imagination of design*. New York and London: Routledge.
- Carpo, M. (2011). *The Alphabet and the Algorithm*. Cambridge, Mass.-London: The MIT Press.
- Carpo, M. (2017). *The Second Digital Turn. Design Beyond Intelligence*. Cambridge, Mass.-London: The MIT Press.
- Carpo, M. (2018). Post-Digital "Quitters": Why the Shift Toward Collage Is Worrying. In *Metropolis*, 26.3.2018: <<https://www.metropolismag.com/architecture/post-digital-collage/>> (consultato il 10 settembre 2018).
- Caudell, T.P., Mizell, D. (1992). Augmented reality. An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*. Vol. II, pp. 659-669. Kauai, HI, USA: IEEE. DOI: 10.1109/HICSS.1992.183317.
- Coons, S.A., Mann, R.W. (1960). *Computer-Aided Design related to the Engineering Design Process*. Technical Memorandum 8436-TM-5, Electronic System Laboratory, Department of Electrical Engineering, Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology.
- Eisenman, P. (1992). Oltre lo sguardo. L'architettura nell'epoca dei media elettronici. In *Domus*, n. 734, pp. 17-24.
- Johnson, T.E. (1963). *Sketchpad III. Three Dimensional Graphical Communication with a Digital Computer*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Kirsch, R.A. et al. (1958). Experiments in Processing Pictorial Information with a digital computer. In *Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference*. New York: The Institute of Radio Engineers, Inc., pp. 221-229.
- Lambert, J.H. (1760). *Photometria Sive de Mensura et Gradibus Luminis, Colorum et Umbrae*. Augsburg, Germany: Augustae Vindelicorum.
- Levi, D., Tucker, P. (1997). *Ruskin didatta: il disegno tra disciplina e diletto*. Venezia: Marsilio.
- Lyon, R.F. (2006). A Brief History of 'Pixel'. In N. Sampat, J.M. DiCarlo, R.A. Martin (eds.). *Digital Photography II*. Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging. SPIE Vol. 6069, 606901, pp. 1-15.
- Lynn, G. (ed.). (2013). *Archeology of the Digital*. Montréal-Berlin: Canadian Centre for Architecture-Sternberg Press.
- Malevič, K. (1915). *От кубизма к супрематизму. Новый живописный реализм*: <http://rozanova.net/second_page.pl?id=443&catid=14> (consultato il 20 settembre 2018).
- Mitchell, W.J. (1977). *Computer-Aided Architectural Design*. New York: Petrocelli/Charter.
- Negroponte, N. (ed.). (1975). *Computer Aids to Design and Architecture*. New York: Petrocelli/Charter.
- Pollack, S. (2006). *Sketches of Frank Gehry*. Culver City, CA: Sony Pictures Home Entertainment, film, durata 81' (Trad. it. *Frank Gehry. Creatore di sogni*. Milano: Feltrinelli).
- Purini, F. (2000). *Comporre l'architettura*. Roma-Bari: Laterza.
- Rule, J.T., Coons, S.A. (1961). *Graphics*. New York: McGraw-Hill.
- Ruskin, J. (2009). *Gli elementi del disegno*. Milano: Adelphi (Prima ed. *The Elements of Drawing*. London: Smith, Elder 1857).
- Sacchi, L. (2018). Come cambia il disegno. In *diségno*, n. 3, pp. 131-142.
- Saggio, A. (2007). *Introduzione alla rivoluzione informatica in architettura*. Roma: Carocci.
- Scolari, M. (1988). L'idea di modello. In *Eidos*, n. 2, pp. 16-39.
- Sdegno, A. (2001). E-architecture. L'architettura nell'epoca del computer. In *Casabella*, n. 691, pp. 58-67.
- Sdegno, A. (2012). Sulle origini della teoria del disegno digitale. In memoria di Steven A. Coons (1912-1979). In L. Carlevaris, M. Filippa (a cura di). *Elogio della teoria: identità delle discipline della rappresentazione e del rilievo*, pp. 333-341. Roma: Gangemi Editore.
- Sdegno, A. (2013). Sketchpad: sulla nascita del disegno digitale. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 46, pp. 74-81.
- Sutherland, I.E. (1963). *Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System*. PhD Thesis. Boston, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Sutherland, I.E. (1968). A head-mounted three-dimensional display. In *AFIPS Conference Proceedings. 1968 Fall Joint Computer Conference*. Vol. 33, pp. 757-764. Washington, DC: The Thompson Book Company.
- Unali, M. (2014). *Atlante dell'abitare virtuale*. Roma: Gangemi Editore.
- Viollet-le-Duc, E. (1992). *Storia di un disegnatore. Come si impara a disegnare*. Venezia: Edizioni del Cavallino (Prima ed. *Histoire d'un dessinateur. Comment on apprend a dessiner*. Paris: J. Hetzel & Cie 1879).
- Ward, J.E. (1960). Preface, In Coons, Mann 1960, pp. I-V.

Kybernetische[s] Zeich[n]en. Eine Vereinheitlichende Sprache von Pasks Kybernetik und der Computerkunst in Deutschland

Liss C. Werner

Abstrakt

Der Aufsatz gibt einen Überblick über die Beziehungen von Kybernetik und der in den 1960er Jahren in Deutschland entwickelten Computerkunst. Im Zentrum stehen der britische Kybernetiker Gordon Andrew Speedie Pask sowie Frieder Nake und Georg Nees, Mitbegründer der Computerkunst. Erst in den 1960er und 70er Jahren begannen Wissenschaftler wie Max Bense, Abraham A. Moles, Vera Molnar, Georg Nees und Frieder Nake sich mit Fragen der kybernetischen Prinzipien „Feedback“ und „Informationstransfer“ in Kunst, Gestaltung und Wissenschaft zu beschäftigen. Ihre sogenannte Computerkunst untersuchte die Ästhetik von Computersprachen für den automatisierten Prozess generativer Iterationen, die von festen Zuständen eines vorbestimmten Formalismus abweichen. Zur gleichen Zeit entwickelte in Großbritannien Gordon Andrew Speedie Pask die Konvergenztheorie, ein mathematisches Modell, das er bei seinen kybernetischen ‚Maschinen‘ anwendete. Die dabei von Pask entwickelten Netzwerk- und Konversationsdiagramme erfassten mögliche Interaktionen zwischen den Akteuren und Phänomene bis dato unbekannter Verhaltensformen. Zentrale Fragestellungen der Untersuchungen, sowohl von Pask als auch von Nake und Nees, waren zum einen die Dichotomie ‚Kontrolle und Autorschaft über Form und Schöpfungsmethode‘, zum anderen ‚Form und ihre Ästhetik als Ergebnis aktivierter dynamischer systemisch vorprogrammierter Regelwerke‘ (und nicht als statische inaktive Zustände). Damit basieren beide Ansätze, die frühe Computerkunst als auch Pasks Logik, auf Grundlagen der Kybernetik, eine damals noch junge Forschungsrichtung, die zunehmend innerhalb der Wissenschaften inter- und transdisziplinär Anwendung fand.

Schlüsselworte: Kybernetik, Gordon Pask, Frieder Nake, Georg Nees, Computerkunst, Deutschland.

Kybernetik als Vereinheitlichende Sprache für Zusammenhängende Systeme

1948 prägte der amerikanische Mathematiker und Philosoph Norbert Wiener den Begriff ‚Kybernetik‘. Sein Buch „Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine“ als theoretische Grundlage für die Kybernetik als Wissenschaft, die eine Brücke zwischen den Disziplinen schlagen kann. Tatsächlich fand die Kybernetik Eingang in das Spektrum der unterschiedlichen Disziplinen und entwickelte sich von einem ‚Werkzeug zur Steuerung linearer Systeme‘ zu einem ‚Generator für komplexe Zeichnungen und selbstorganisierende, multidimensionale, semantische Netzwerke‘. Operative Kybernetik beschäftigt sich mit Phänomenen des Kontrollierens, Managens, Steuerns und Regulierens. Phänomene, die in Systemen jedweder Art vorkommen und jeweils unterschiedlich sind in Definition, Aus-

führung, Kommunikationsmodi und dem Prozess der Informationsübertragung. In diesem Aufsatz vertrete ich die These, dass es der Kybernetik möglich ist, eine vereinheitlichende Sprache anzubieten und so den Wissens- und Informationsaustausch zwischen unterschiedlicher Wissenschaften zu unterstützen – bzw. generiert. Meiner Ansicht nach befinden wir uns gegenwärtig in einem Prozess der ‚Kybernetifizierung‘, folgend einem Prozess der funktionalen und teilweise formalen Digitalisierung. Gepaart mit zunehmender Komplexität ermöglicht, generiert und kreiert das jetzige kybernetische Informationszeitalter analog, digital und biologisch eine Vielzahl gleichzeitiger Formen der Rückkopplung. [Werner 2017, Werner 2018] Kommunikation als Prozess der Informationsübertragung ist für jedes der oben genannten Phänomene

der Kybernetik, Kontrollieren, Managen, Steuern und Regulieren, relevant. Denn Kybernetik basiert auf Rückkopplung (Feedback), eine Reaktion, die das zukünftige Verhalten eines Systems mehr oder weniger beeinflusst. Verhalten, das zur Weiterentwicklung zum Florieren, zur Schwächung oder zur Zerstörung des jeweiligen Systems führen kann. Feedback ist ein wesentlicher Motor für jedes kybernetische System. Sei es ein soziales System aus menschlicher oder tierischer Interaktion, ein kognitiv-biologisches System aus Neuronen und Muskeln, ein technisch-sensorisches System, wie ein Thermostat, oder ein algorithmisches System aus Binärcode und Kommunikationsraum für KI und deren ‚künstliche‘ Lernalgorithmen. Ein kybernetisches System besteht aus ‚programmierten‘ integralen Zeichen, die interagierende Konstrukte ermöglichen. Diese programmierten Zeichen sind Informations-Sender (z.B. ein Algorithmus), Informations-Träger (z.B. ein Stück Papier), Informations-Überträger (Kommunikationsmedien, z.B. ein Drucker), Informations-Empfänger (Beobachter) und die Information selbst. Interagierende Konstrukte sind isomorph zu den Formen, die sie repräsentieren. Die Form selbst ist ein numerisch beschriebener Algorithmus oder eine grafische Visualisierung – sozusagen eine 2-, 3- oder mehrdimensionale Datenvisualisierung. Abhängig von dem Wissen des Beobachters um den Zusammenhang oder die Geschichte der visualisierten Daten, kann das kybernetische System

- a) eine Information kommunizieren und möglicherweise eine semantische Bedeutung haben und
- b) sich insofern erweitern, als es den Beobachter in das System einbezieht. Der Beobachte wird ein aktiver Teil, ein Akteur; ein beobachtendes System.

Das Verständnis von Kybernetik als ‚Brückenwissenschaft‘ entstand durch das Problem der Spezialisierung innerhalb der einzelnen Wissenschaften. In den exakten (oder auch harten) Wissenschaften waren dies Mathematik Statistik, Biologie, (Neuro-) Physiologie, Elektromechanik, Chemie, Ingenieurwesen, in den weichen Wissenschaften Soziologie, Anthropologie, Psychologie, Pädagogik, sowie Disziplinen der Gestaltung: Architektur (Christopher Alexander, Cedric Price) und Städtebau (Yona Friedman, Constantinos A. Doxiades, Projekt Cybersyn). [Werner forthcoming] Das Massachusetts Institute of Technology, die Harvard University und die Bell Laboratories waren die Arbeitsorte von Mathematiker und dem amerikanischen Begründer der Kybernetik Norbert Wiener und einer Reihe von Wissenschaftlern, die es sich zur Aufgabe gemacht hatten, die Kybernetik als verbindende Wissenschaft voranzutreiben. Zu dieser Gruppe gehörten unter anderem der Ingenieur und Erfinder des ‚Differential Analyzer‘ Vannevar Bush [Bush 1931], der Physiologe Arturo Rosenblueth und der Informatiker Julian H. Bigelow. [Stewart 2000, Van Alsty-

ne 2006] Ziel war es, wissenschaftliche Probleme zu lösen, die sich auf eine Vielzahl von Disziplinen bezogen aber nur durch die jeweilige Disziplin lösbar waren, die das Thema mit den spezifischen Mitteln und Fachkenntnissen darstellte. Die Darstellungs- und Lösungsmethoden der einzelnen Wissenschaften sollten untereinander bekannt und verinnerlicht sein. Wiener erinnert: „Dr. Rosenblueth hat immer darauf bestanden, dass eine ordnungsgemäße Erforschung dieser weißen Flecken auf der Landkarte der Wissenschaften nur von einem Team von Wissenschaftlern durchgeführt werden kann, von denen jeder ein Spezialist auf seinem Gebiet ist, der aber über ein gründlich fundiertes Wissen der Forschungsfelder seiner Nachbarn verfügt; alles in der Gewohnheit, zusammenzuarbeiten, die intellektuellen Bräuche des anderen zu kennen und die Bedeutung eines Vorschlags eines Kollegen zu erkennen, bevor er einen vollen formalen Ausdruck angenommen hat“. [Wiener 1948] S.3

Während ihrer Forschungen Mitte der 1940er Jahre untersuchten Wiener und Bigelow „die Theorie der Vorhersagen und des Gerätebaus zur Verkörperung dieser Theorien.“ [Wiener 1948] S.6 Ein Bereich ihrer Untersuchung beschäftigte sich mit dem System ‚Mensch – Maschine‘, der Mensch als notwendiger ‚Assistent‘ der Maschine, damit diese fehlerfrei und zuverlässig funktioniert, z.B. eine Feuerleitvorrichtung. Laut Wiener mussten die Kernaussagen dieses Forschungsprojektes exakt verstanden werden, um sie im ersten Schritt in die Mathematik zu übertragen und in weiterer Folge auf die Maschine. Kommunikation und Kontrolle wurden zum Schwerpunkt der Diskussion. Wiener, Rosenblueth, Bush und Bigelow beschlossen, dieses Forschungsfeld ‚Kybernetik‘ zu nennen: „Last und das gesamte Feld der Kontroll- und Kommunikationstheorie, ob in der Maschine oder im Tier; mit dem Namen Kybernetik, die wir aus dem Griechischen *κῦβερνήτης* oder Steuermann bilden, benennen. Wiener bezieht sich auf das 1868 entstandene Papier des Sekretärs Maxwell mit dem Titel „*On Governors*“, das den Begriff des Feedbacks untersucht. [Maxwell 1868] ‚Kommunikation von und zwischen Menschen und Maschine‘ als kybernetische Fragestellung wurde zur gleichen Zeit von den US-Wissenschaftlern Aiken, von Neumann, Goldstein, McCulloch, Pitts, Weaver, Selfridges und Kurt Lewin behandelt. Die Anthropologen Margaret Mead und Gregory Bateson diskutierten und erforschten Kommunikation innerhalb menschlicher Organisation und sozialer Systeme – dies in regelmäßigem Austausch mit ihren Kolleginnen und Kollegen der Naturwissenschaften.

Auf der anderen Seite des Globus, in Großbritannien, widmeten sich der Psychiater Ross Ashby, der Informatiker Alan Turing und der Neurophysiologe und Robotikpionier Gray Walter [1] diesem neuen innovativen Forschungsgegenstand, gefolgt von

dem Ökonomen Stafford Beer, dem Kybernetiker Gordon Pask, und in Österreich dem Biologen Heinz von Foerster: Die Macy-Konferenzen, interdisziplinäre Konferenzen, die unter der Schirmherrschaft der Josiah Macy, Jr. Foundation zwischen 1946 und 1953 in den USA stattfanden, bildeten den ersten offiziellen Rahmen für Diskussionen zwischen Wissenschaftlern unterschiedlicher Fachrichtungen zur kybernetischen Idee. Ziel der Konferenzen war, gemeinsam Grundlagen zu formulieren und eine vereinheitlichende Sprache zu finden, für eine universale Wissenschaft (Kybernetik), deren Forschungsbereich sowohl Funktionsweise und Verhalten des Menschen und des menschlichen Gehirns als auch die der Maschine bzw. des Computers beinhaltet. [Pias 2016] Die von dem britischen Neurophysiologen und Roboterforscher William Grey Walters entwickelte ‚Schildkröten‘, stellte eine erste Roboterkonstruktion dar: Für die Idee der Kybernetik als verbindende, vereinheitlichende Sprache war sie von besonderem Interesse: Walter bezeichnete seine erfundenen Roboter als *Machina Speculatrix*, als Maschinen, die unvorhergesehene Formen des Verhaltens zeigten, basierend auf a) einem vorprogrammierten System und b) einer Kombination aus Sensoren, Verstärkern und einem Bewegungsapparat. [Walter 1950]

Auch in Deutschland wurde der Begriff ‚Kybernetik‘ seit den 1940er Jahren in ähnlichem Umfang diskutiert. Der deutsche Physiker Hermann Schmidt [2] (1894-1968), der ersten deutschen Professor zum Thema Kybernetik an der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg (heute Technische Universität Berlin) spezialisierte sich im Rahmen seiner ‚Allgemeinen Regelungskunde‘ auf die Schwerpunkte technische und lebende Systeme. Auch er verstand die Kybernetik als Brücke zwischen den Wissenschaften. (Schmidt, 1941) Schmidt gilt als deutscher Vater der Kybernetik. [Fasol 2002] Ebenso wie der deutsche Mathematiker Helmar Frank übertrug Schmidt seine Arbeiten innerhalb der Mathematik auf die Psychologie und Pädagogik. Während Schmidt die Veränderung des Menschen durch die Technik untersuchte, fokussierte Helmar Frank seine kybernetische Forschung auf den Akt des Lernens, kybernetische Pädagogik und die Entwicklung von Lernmaschinen, *Lernautomaten*. [3]

Während Helmar Frank's Buch *Kybernetik - Brücke der Wissenschaften*, erstmals veröffentlicht in 1962, eine Diskussionsgrundlage zu dem Thema der Kybernetik als vereinheitlichende Wissenschaft bot [Frank 1966], schrieb Felix von Cube das Grundwerk *Was ist Kybernetik*. [Cube 1967] Cube führt Grundprinzipien wie den Steueremann, Rückkopplung und das Verhältnis verschiedener Disziplinen untereinander an. Auch er diskutiert Kybernetik als Brückenschlag zwischen den Wissen-

schaften. Cube widmet ein Kapitel seines Buches dem Informationsbegriff, der über Forschungsgebiete hinweg angesiedelt und angewandt werden kann. Er erklärt, dass „Der Begriff der Information (im kybernetischen Sinne) läßt sich auch in den Geisteswissenschaften und [...] in den Sozialwissenschaften mit Erfolg anwenden. Freilich ist stets zu bedenken, daß der kybernetische Begriff der Information nichts mit Inhalt oder Bedeutung zu tun hat. Will man im Rahmen irgendeines Wirklichkeitsbereiches inhaltliche Aussagen machen, muß man erst eine Zuordnung des betreffenden Inhalts zu den Strukturbegriffen und Strukturgesetzen herstellen.“ [4] [Cube 1967] S.33 *Was ist Kybernetik* enthält Artikel von dem deutschen Mathematiker, Philosoph und Autor, Professor für Philosophie und Wissenschaftstheorie Max Bense und Georg Nees über *generative Ästhetik*. Max Bense gründete Ende der 1950er Jahre die *Stuttgarter Gruppe*, die seine Ideen einer *Informationstheoretischen Ästhetik* umsetzte. Computergenerierte Kunstformen, wie Grafik, Literatur und Semiotik, fanden um Bense ihren Platz. 1965 stellte Bense in Stuttgart erste *Computerkunstwerke* der Künstler Georg Nees und Frieder Nake in Stuttgart aus. Er manifestierte die Kybernetik in Deutschland so in einem dritten Bereich – neben der Technik und der Anthropologie – nämlich der *Informationsästhetik*; auch benannt als *Ästhetik des Digitalen*, *Algorithmische Ästhetik* oder *Kybernetische Ästhetik*. [Bense 1965] In 1968, zeigten Bense, Nake, Nees und andere Computerkünstler der Stuttgarter Gruppe neben Gordon Pask und weiteren internationalen Computerkünstlern, einen Teil Ihrer Werke in der von Jasja Reichardt kuratierten Ausstellung *Cybernetic Serendipity* in London. [Reichardt 1969]

Die Vereinheitlichende Sprache von Gordon Pask

Gordon Andrew Speedy Pask (1928-1996) war ein britischer Kybernetiker. Schon in frühen Jahren seines Schaffens begann er eine Theorie der Konversation zu entwickeln, die später als *Conversation Theory* bekannt werden sollte. Sie sollte die Disziplinen der Wissenschaft, Prinzipien der Interaktion zwischen Menschen, Mensch und Maschine und Maschinen, Theorien der Architektur und Methoden des Lehrens und Lernens vereinen. Ab den 1950er Jahren entwickelte Gordon Pask kybernetische Lehr- und Unterhaltungsmaschinen sowie interaktive und interagierende Räume wie *Musicolour*, 1953, oder das *Colloquy of Mobiles*, ausgestellt in der Ausstellung *Cybernetic Serendipity* in 1968. Der wohl bekannteste interaktive architektonische Raum ist der *Fun Palace*, entworfen von dem britischen Architekten Cedric Price. Pask verstand die Kybernetik als ein allgemeines System zur Annäherung, zur Beobachtung, zum Verstehen und Analysieren.

Seine Kybernetik arbeitet auf einer Vielzahl von Ebenen und phänomenalen Bereichen, sie unterliegt Beobachtungen aus allen Disziplinen. Die Maschinen dienten als physische Machbarkeitsbeweise, als *proof of concept*, für seine Theorie der Konversation (*Conversation Theory*). Diese veröffentlichte er 1975 und 1976. Anfang der 1990er Jahre - wenige Jahre vor seinem Tod - kam eine weitere Schrift hinzu, die *Interactions of Actors Theory and Some Applications*. [Pask, de Zeeuw, & Nov 1992] Die *Conversation Theory* (CT) beschreibt Elemente in Systemen und deren Kommunikationswege und Veränderung in oder mehreren einer Konversation, bzw. Konversationen. Eine Konversation kann im Wesentlichen als ein Informationsaustausch in einem mit Kognitionsfähigkeit ausgestatteten System beschrieben werden. Jedes Element unterliegt epistemologisch seinem Vorwissen und Repertoire an bekannten Zeichen, mit denen es kommunizieren kann. CT hatte das, kybernetische Ziel, Theorien und Konzepte disziplinübergreifend zu vereinen. Für Pask ist also alles, was man vernünftigerweise über „Gespräch“ sagen kann, Teil des CT. Als kybernetische Theorie ist CT die Theorie der Gespräche. [Scott, 1987, Pask 1978] *Conversation Theory* ist auch, was gegenwärtig in der experimentellen digitalen und medialen Architekturdarstellung und Architekturproduktion angewandt wird; spezifisch in der generierung von computerbasiertem, beziehungsweise algorithmusgesteuertem Design (Architektur einbezogen). Auf ähnliche Prinzipien aufgebaut entstand sie als eine Grundlage vor dem, was wir in der digitalen Architektur als genetischen oder evolutionären Algorithmus kennen. Dieser beschreibt einen interaktiven Algorithmus, der digitale Werkzeuge, Motherboards und Parallelprozessoren eroberte; mit der Möglichkeit, Parameter und Störungen in dynamischen Umgebungen (Ökologien, Systemen) anzuwenden; diese Umgebungen (Ökologien, Systeme) erfahren kleinere oder weitreichendere radikale Veränderungen, die zur Mutation des Ökosystems oder der Elemente darin führen können. In einem Rückblick beschreibt Bernard Scott, Professor für Soziokybernetik, Pask als einen theoretischen Kybernetiker; neugierig und witzig. Seine Leidenschaft und sein lebenslanges Engagement für die Kybernetik als Forschungsfeld begann, so Scott, 1958 während Pasks Besuch der Konferenz *'The Mechanisation of Thought Processes'* am National Physical Laboratory in London. Dort traf der damals einunddreißigjährige Erfinder, Biologe und Physiker Gordon Pask die Pioniere der Kybernetik Warren McCulloch, Stafford Beer, Marvin Minsky und Ross Ashby. [Scott 1982] Pasks Büchlein *An Approach to Cybernetics* lässt erkennen, wie sehr diese ersten Kybernetiker den jungen Pask geprägt hatten. [Pask 1961b] Laut Scott dokumentiert bereits sein Konferenzpapier *Physical Analogues to the Growth of a Concept* den Beginn einer Konversation seiner Kybernetik und

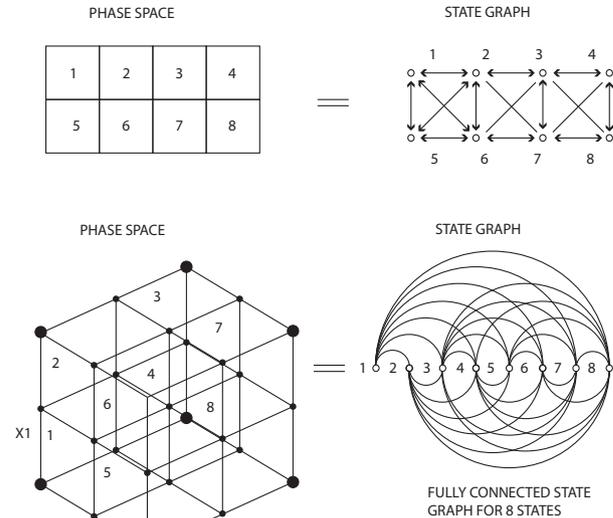


Abb. 1. Diagramm von 'Phasenraum' (Phase Space) und 'Zustandsdiagramm' (State graph) in zwei und drei Dimensionen. [Pask 1961a] Nachgebildet durch die Autorin.

Strategien zu Gestaltung. In dem Text bespricht 'die Umstände, unter denen wir sagen können, dass eine Maschine „denkt“, und ein mechanischer Prozess können einer Konzeptbildung entsprechen.' [Pask 1958] Eine weitere prägende Veranstaltung dürfte die interdisziplinäre Konferenz *Conference on Self-organizing Systems* (Konferenz über selbst-organisierende Systeme) gewesen sein, am 5. und 6. Mai 1959 am Illinois Institute of Technology mit Heinz von Foerster, Marvin Minsky, Frank Rosenblatt und Warren McCulloch. Dort präsentierte Pask ein Papier mit dem Titel *The natural History of Networks*, eine Einführung in den „Network Space“ als vierdimensionales offenes Reaktionssystem. [Pask 1959] Eine ähnliche Denkweise findet sich bereits in seiner Theorie zum *Phase Space*, den Phasenraum in seiner Schrift *An Approach to Cybernetics*. Abbildung 1 zeigt den Unterschied, die Entwicklung von einem linearen 2-dimensionalen Diagramm, das acht teilweise verbundene Zustände zeigt - jeder Zustand kann nur mit drei benachbarten Zuständen verbunden sein - zu einem 3-dimensionalen Zustandsdiagramm, in dem mehr Zustände möglich sind. Diese werden durch die Fähigkeit iterativer Verbindungen ermöglicht. Selbst wenn wir Pasks' Kybernetik in die Bereiche Konversation, Lernen, Architektur und Computertechnologie kategorisieren

könnten, gibt es wenig Möglichkeiten, die Pask'sche Kybernetik auf ein bestimmtes Modell zu reduzieren. Fest steht dass Stafford Beer's *Viable System Model* (VSM) und Ross Ashby's *Law of Requisite Variety* Pask's Modell der Konversationstheorie beeinflussten. Pask erklärt "Pask erklärt, dass 'die Kybernetik nicht mehr auf die Kontrolle beobachtbarer Organisationen und der ihnen entsprechenden abstrakten Systems beschränkt ist, als die Geometrie auf die Beschreibung von Figuren im euklidischen Raum, die unsere Umwelt modellieren.' [Pask 1961a] In einer BBC-Dokumentation von 1974 beschreibt Gordon Pask das Interesse der Kybernetiker in den Worten: 'Wir sind nicht daran interessiert, worum es in dem Gespräch geht, wir sind daran interessiert, wie es abläuft. Und die Hypothese, die wir testen, geht darum, wie Menschen verstehen oder lernen oder was wir über Prozesse von Gesprächen verstehen können.' [Davies 1974] Anstatt sich mit Inhalten als Forschungsgegenstand zu beschäftigen, betonte Pask das System der Informationsübertragung. Die Prinzipien der Kodierung, Dekodierung, des Verstehens und der Informationsträger waren die Grundlage für Pask's Arbeit. An dieser Stelle möchte ich Parallelen zu der bereits erwähnten Beobachtung von Felix von Cube ziehen. 1976 beschreibt Gordon Pask, in welchen vom Menschen geschaffenen Organisationen oder Disziplinen eine kybernetische Methode zukünftig angewendet werden kann. Im sogenannten 'Belgian Paper' *Future Prospects of Cybernetics* (Zukunftsperspektiven der Kybernetik) sagt Pask: 'Kybernetik ist die Wissenschaft von Kontrolle, Kommunikation und Organisation. Als solche geht es in erster Linie darum, zielgerichtete Systeme zu synthetisieren oder das Verhalten des internen Funktionierens der bereits existierenden Systeme zu analysieren. Diese Systeme können von unterschiedlicher Art sein. So gibt es beispielsweise mechanische oder elektronische Regler für die Anlagensteuerung, Fabriksteuerung (Automatisierung), Fahrzeugsteuerung und dergleichen; [...] Der Verstand und das Gehirn des Menschen ist ein zielorientiertes System in dem Wissenschaftsbereich der psychologischen Kybernetik (manchmal bekannt als Kognitionsforschung) und es ist möglich, bestimmte mentale Fähigkeiten durch Maschinen- oder Computerprogramme nachzuahmen („heuristische Programmierung“ und „künstliche Intelligenz“...“). [Pask ca. 1976] Hauptmerkmal eines kybernetischen Systems ist für Pask, dass es zielgerichtet. In seinem Artikel definiert Pask Kybernetik als Wissenschaft, Methode und Ansatz, ein Merkmal für ein System (kybernetisches System) und eine Theorie. Pask unterscheidet zwischen Kybernetik an sich und der entsprechenden Forschung. Er betont, dass eine Mensch-System-Interaktion folgendes beinhaltet: eine Mensch-Maschine-Interaktion sowie Lern- und Entschei-

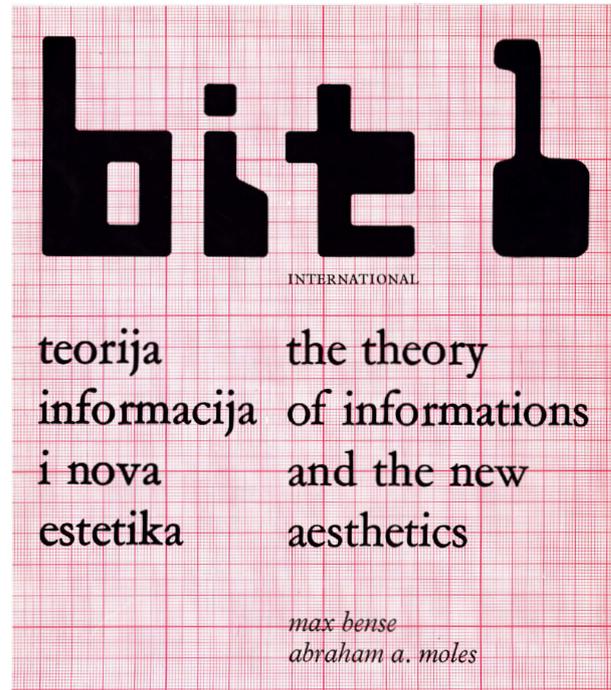


Abb. 2. Titelblatt der ersten Ausgabe des Bit International Magazine (Quelle: https://monoskop.org/images/b/bf/Bit_International_1_The_Theory_of_Information_and_the_New_Aesthetics_1968.pdf (Letzter Zugriff 21.10.2018))

dungsprozessen durch Computerunterstützung (Mensch-Maschine-Interaktion). Er betont die Notwendigkeit, die Kybernetik im Hinblick auf die Partizipation des Menschen an einem System zu erforschen und beschreibt die Kybernetik als eine Methode und eine Theorie als einen Aufruf an die Zukunft: 'Obwohl die mathematische Theorie der Ingenieurkybernetik anspruchsvoller ist als die der anderen Zweige, ist es interessant zu beobachten, dass die Theorie von Industrie und Handel unterschätzt wird. [...] Tatsache ist, dass angesichts der Natur des Menschen, der Gesellschaft und des Wirtschaftssystems eine Automatisierung (Computerisierung, Mechanisierung usw.) häufig unerwünscht ist. In gewisser Weise ist dies für den Fachmann enttäuschend, in anderer Hinsicht deutet es darauf hin, dass in der Vergangenheit den Beziehungen zwischen Mensch und Maschine, der Kognition und dem Charakter der sozialen Organisationen, in denen letztlich alle kybernetischen Systeme eingesetzt werden, im Allgemeinen

Sl. 12. Na svakom nivou komunikacije između odašiljača i primaoca, koja se odvija po bilo kakvom kanalu, moguće je uvijek razlikovati dva aspekta poruke. Poruka ima s jedne strane semantički aspekt koji odgovara stanovitom repertoaru standardiziranih i univerzalnih znakova, a s druge strane postoji estetski aspekt (MOLES) ili ektosemantički (MEYER, EPPLER) koji je izraz varijacija što ih signal može podnijeti a da ne izgubi svoju specifičnost u granicama jedne norme. Te varijacije predstavljaju polje slobode koje svaki odašiljalac iskorišćuje manje-više originalno. Poruka koja stiže do primaoca može se dakle smatrati sumom informacija semantičkih H_s i estetskih H_e .

Fig. 12. A chaque niveau de communication entre l'émetteur et le récepteur par un canal quelconque, il est toujours possible de distinguer deux aspects dans le message. D'un côté l'aspect sémantique, correspondant universels, de l'autre, l'aspect esthétique (MOLES) ou ectosémantique (MEYER EPPLER) qui est l'expression des variations que le signal peut subir sans perdre sa spécificité autour d'une norme; ces variations constituent un champ de liberté que chaque émetteur exploite de façon plus ou moins originale. Le message qui parvient au récepteur peut donc être considéré comme la somme des informations proprement sémantique H_s et esthétique H_e .

Semantički i estetski modus shvaćanja poruke.
Modes sémantique et esthétique d'appréhension de message.

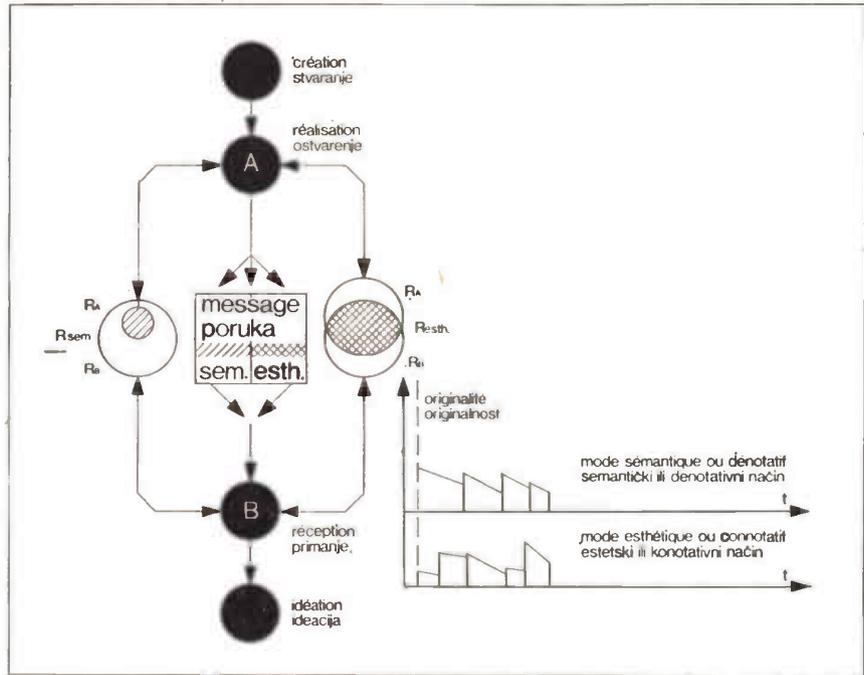


Abb. 3. Diagramm ‚semantisches und ästhetische Zustände von Nachrichtenaufnahme‘, Abraham A. Moles. Source: Bit international, Issue 1, Zagreb, 1968, s. 39.

nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Daher bin ich zu der Ansicht geneigt, dass die spannendste und fruchtbarste Richtungen der Forschung diejenigen sind, die den Menschen als Teil des Systems einbeziehen.“ [Pask, ca. 1976] Schließlich schlägt Gordon Pask vor, dass der kybernetische Ansatz ein “conversational rather than authoritarian” (interaktiver, konversationsbasierter an Stelle eines autoritären) oder mathematisch basierter “automation like systems” ist. [Pask, ca. 1976]

Algorithmische Kunst Computerkunst Informationsästhetik

Algorithmische Ästhetik, generative Ästhetik, digitale Ästhetik oder Informations Ästhetik beziehen sich auf die Ästhetik, das wahrgenommene formale Ergebnis, von Computerprogrammen. Regel-

basierte Kunst imitierte und bestimmte gleichzeitig die Disziplin der Kunst in den 1960er und 70er Jahren. Max Bense, die französisch-ungarische Medienkünstlerin Vera Molnar, die deutschen Mathematiker Georg Nees, Michael Noll, Frieder Nake und andere begannen, die Beziehungen zwischen Kunst, Design, Wissenschaft und dem kybernetischen Prinzip der Rückkopplung zu untersuchen. Ihre Arbeit war Teil einer digitalen Medienrevolution, die mit einer Ausstellung mit dem Titel *Algorithmische Revolution – zur Geschichte der interaktiven Kunst* (Algorithmic Revolution – on the history of interactive art) gefeiert wurde. Die Ausstellung wurde von Peter Weibel, Dominika Szope Katrin Kaschadt und Margit Rosen zwischen 2004 und 2008 im ZKM, Zentrum für Kunst und Medien in Karlsruhe, Deutschland, kuratiert. Die Arbeiten der Computerkunst lösten die Idee der rationalen Darstellung der formalen abstrakten Beschreibung weg von dem Figurati-

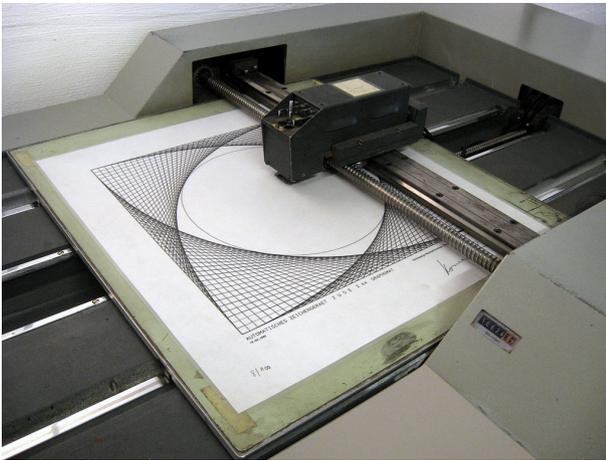


Abb. 4. Automatisches Zeichengerät ZUSE Z64, Flachbettziehmaschine Graphomat Z64, Foto von Tomasz Sienicky, Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Automatisches_Zeichengerat_ZUSE_Z64_ubt.JPG (Letzter Zugriff 24.09.2018).

ven, aus. Die Computerkunst der 1960er und 70er Jahre war ein Experiment, eine Bewegung und ein Anstoß, Kunst—somit auch Zeichnungen—durch konkrete quantitative Regeln zu schaffen. Ein wissenschaftlicher Ansatz, bei dem der Künstler das System—das Computerprogramm—und nicht ein Endprodukt entwerfen, bzw. gestalten würde. Eine der Geburtsstätten der Computerkunst in Deutschland war die Literaturabteilung in dem Lehrstuhl der Philosophie von Max Bense in Stuttgart, Bense hatte neben der Philosophie auch Physik, Chemie, Mathematik und Geologie studiert. Die so genannte *Stuttgarter Schule / Stuttgarter Gruppe*, [Döhl 2012] erforschte Computerpoesie, wobei auch Semiotik und Semantik von Worten in Visualisierungen umgewandelt wurde. Wie bereits erwähnt initiierte Bense in 1965 die erste Ausstellung künstlerischer Computergrafik in Deutschland, in der er Werke von Georg Nees und später Werke von Frieder Nake zeigte. Die von Jasja Reichardt kuratierte Ausstellung *Cybernetic Serendipity* in London fand drei Jahre später in 1968 statt. Georg Nees war Mathematiker; arbeitete für die Siemens AG, und promovierte später im Fach Philosophie bei Max Bense. 1968 trugen Max Bense und Abraham Moles maßgeblich zur Zeitschrift *bit international – the theory of informations and new aesthetics*, die in Zagreb im ehemaligen Jugoslawien veröffentlicht wurde—mit Texten in Englisch, Kroatisch, Französisch und Deutsch—bei. Abbildung 2 zeigt das Titelblatt der ersten Ausgabe. Information und Ästhetik

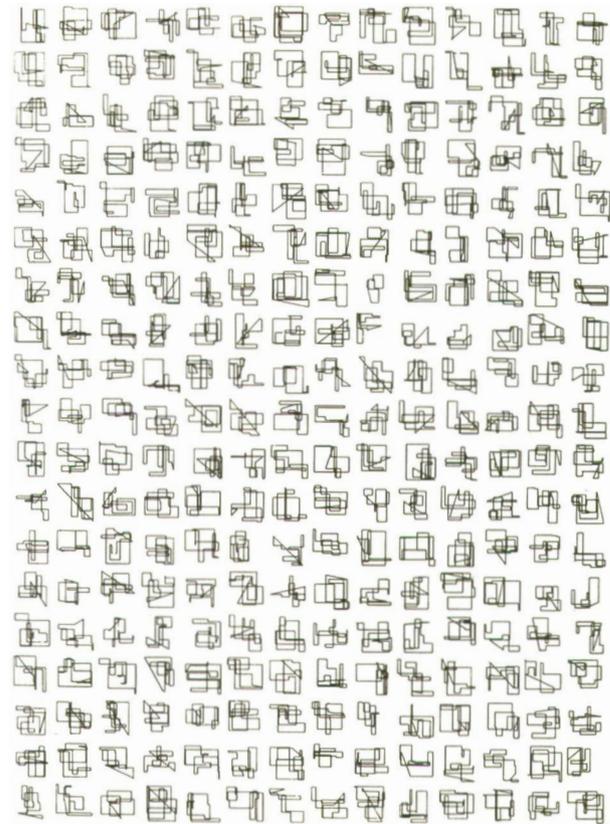


Abb. 5. 23-eck, von Georg Nees, Tusche auf Papier (29,7 x 21 cm). Ursprünglich veröffentlicht in der Zeitschrift *rot* Ausgabe 19, Stuttgart 1965. [Nake 2009]

durch philosophische Ansätze, generative Zeichnungen und neu entwickelte Theorien, die Semantik und Ästhetik z.B. durch Phänomenologie, Erfahrung oder Rezeption, zusammen- und gegenüberstellen, wurden thematisiert. Kern aller Texte ist das kybernetische Prinzip der Informationsvermittlung. Das in Abbildung 3 dargestellte Diagramm von Abraham A. Moles trägt den Titel „semantische und ästhetische Formen der Nachrichtenaufnahme“. Es zeigt den Prozess von der Schöpfung bis zur Verwirklichung und seine Umsetzung in Rezeption und Ideation durch das Attribut ‚Botschaft‘. Er beschreibt (ursprünglich auf französisch), dass es auf jeder Ebene der Kommunikation zwischen Sender und Empfänger; die über jegliche Art von Kanal erfolgen kann, immer mög-

lich ist, zwei Aspekte der Botschaft zu unterscheiden. Auf der einen Seite der semantische Aspekt eines bestimmten Repertoires von standardisierten Universalzeichen, und auf der anderen Seite gibt es einen ästhetischen Aspekt (MOLES) oder Ektosemantik (MEYER, EPPLER) [...]. Es wird vom Signal verwendet, ohne seine Spezifität innerhalb der Grenzen einer Norm zu verlieren. Diese Varianten stellen einen Spielraum dar; das jeder Verteiler nutzt. Die vom Empfänger empfangene Nachricht ist daher als eine Summe von Informationen der Semantik H_s und Informationen der Ästhetik H_e zu verstehen. Vgl. [Moles 1968] S.39

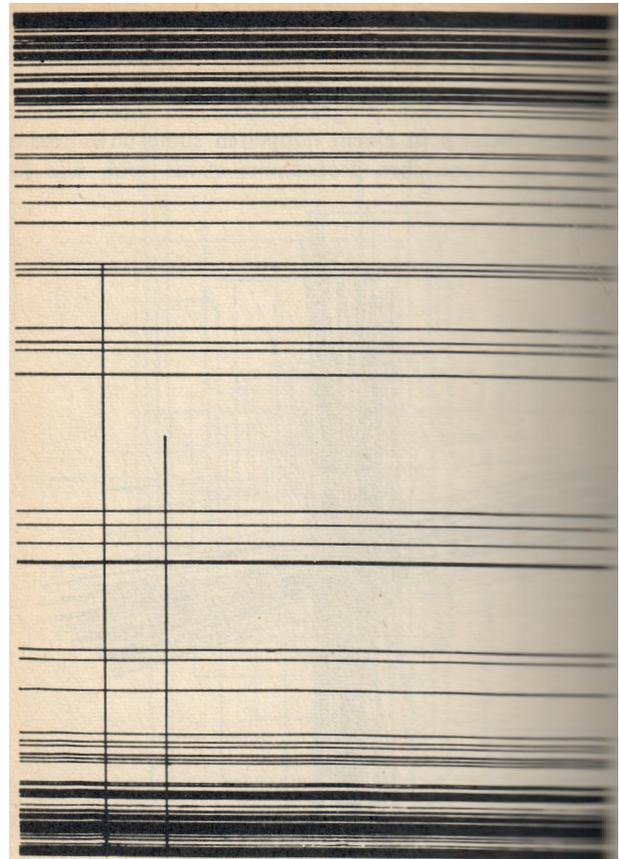
In dem Text „ästhetik und programmerung“ zeigt Max Bense seine theoretische Erklärung der modernen Ästhetik. Er stellte fest, dass moderne Ästhetik das künstlerische Objekt als Träger eines ästhetischen Zustandes definierte; und dass dieser ästhetische Zustand im Vergleich zum eigentlichen materialen Objekt eher schwach ist. Bense unterscheidet zwischen numerischer ästhetischer; semiotischer Ästhetik, semantischer Ästhetik und generativer Ästhetik, wobei die erste die materiale Ästhetik des künstlerischen Objekts beschreibt, die zweite und dritte den ontologischen Aspekt und die vierte die Berechnung des künstlerischen Objekts. Dies beinhaltet eine De-Konstruktion (Zerlegung) der zur Herstellung der Kunst verwendeten Prozesse. Im Falle der generativen Kunst leitet sich die generative Ästhetik vom verwendeten Algorithmus ab. [Bense 1968] (S.83-86 ff)

Georg Nees, Frieder Nake und Michael Noll, wurden die 3Ns, Pioniere der Computerkunst. [Klütsch 2007] Nees experimentierte mit der Computersprache ALGOL (Algorithmic Language) auf einem Zuse Graphomat Z64. Der Z64, dargestellt in Abbildung 4, war eine Kombination aus einem Computer und einer Zeichenmaschine. Die Programme (Sätze aufeinanderfolgender Befehle) wurden in Form von Lochkarten in die Zeichenmaschine eingegeben. Diese wiederholte die Ausführung der Regeln ständig. Eine einprogrammierte stochastische Kontrolle erzeugte eine zufällige Streuung der Ausgangsdaten: *ästhetische Innovationen*. Im Zusammenhang mit seiner Beschreibung seiner Kunstwerke – seiner unmöglichen ästhetischen Zustände – 8-ecke und 23-ecke, wie in Abbildung 5 dargestellt, beschreibt Nees: „jede grafik besitzt zufällige parameter: das program zur einzelnen grafik wiederholt operierende grundoperation so, daß die bloßen wiederholungen die ästhetische redundanz, die zufälligen parameterwerte bei jeder wiederholung die ästhetische unwahrscheinlichkeit der grafik erzeugen.“ Laut Georg Nees würde sich der Zufallsfaktor nach 2^{30} Ausführungen wiederholen. Cube beschreibt das realisierte Computerprogramm für die Informationsästhetik ‚Gardinen‘ als eine Reihe von Anweisungen: Zeichne im Rahmen eines Rechtecks 60 Linien parallel zu den kürzeren Kanten des Rechtecks so, dass die Abstände zwischen den Parallelen zu den Außenkanten

hin zufällig abnehmen. (Abb. 6) Zeichnungen von A. Michael Noll (Gaussian-Quadratic, 1965), Georg Nees und Frieder Nake (Nr. 5 ‚Verteilung elementarer Zeichen‘, 13.9.1965) wurden 1968 auf der Ausstellung *Cybernetic Serendipity* ausgestellt. In der gleichen Ausstellung zeigte Gordon Pask's seine interaktive kinetische Raumskulptur *Colloquy of Mobiles*.

Nees beobachtet: „Man bemerkt, daß die maschinelle Erzeugung der *Unwahrscheinlichkeit ästhetischer Zustände* durch eine methodische Kombination von Plan und Zufall ermöglicht wird.“ [Cube 1967] S.271 ff In 2012 beschreibt Nake den Zeitgeist der Anfänge der

Abb. 6. Gardinen, von Georg Nees, 1968, erstellt auf einem Graphomat Z64 [Cube 1967] S.276.



Computerkunst kritisch und erinnert, dass ‚Informationsästhetik war ein kurzlebiger, aber einflussreicher Versuch, eine ästhetische Theorie der mathematischen Strenge ohne Subjektivität zu etablieren. Sie basierte auf der Informationstheorie, Semiotik und Kommunikationstheorie. Sie wurde in den 1960er Jahren vor allem in Deutschland und Frankreich entwickelt. Sie gewann nicht nur bei Designern und Künstlern, sondern auch bei Kunstlehrern an Einfluss. Ihre Konzepte erwiesen sich als reduktionistisch und schematisch, was unserer Meinung nach zu ihrem Verschwinden, wenn nicht gar Scheitern führte.‘ [Nake 2012] In den 1960er Jahren war das Momentum ähnlich der Kybernetik, damals auf dem ersten Höhepunkt ihrer Existenz.

Zusammenfassung und Ausblick

Sowohl Gordon Pasks' Kybernetik als auch die frühe deutsche Computerkunst beschreiben einen kybernetischen Ansatz für zusammenhängende Systeme, ihre algorithmische Kausalität und ihr ästhetisches Aussehen. Der größte Unterschied kann als die Annäherung an das, was mit den Informationen passiert, nachdem sie am Zielort angekommen sind, angesehen werden. Nake bezieht sich auf das Shannon/Weaver-Modell, *The Mathematical Model of Communication*, das 1948 entwickelt wurde und Input, Prozess und Output ermöglicht. Die Debatte um die Fragen der Ästhetik und Kunst stieg, diese Frage diskutierte eine ultimative Wahrheit oder Existenz einer objektiven Ästhetik vs. einer subjektiven Ästhetik. [Nake 2012]; oder in einem kybernetischen Verständnis und kybernetischer Begrifflichkeit der Ästhetik eines Beobachters. Claude E. Shannons Modell beinhaltet keine Rückkopplung, um eine nächste Iteration zu ermöglichen. Das Modell beschränkt sich auf sich selbst als geschlossenes System. Es kann von einem externen Beobachter beobachtet, analysiert und bewertet werden, versäumt es jedoch, den Beobachter in den Prozess der Operation, in die Gleichung einzubeziehen. Das von Gordon Pask verwendete kybernetische Modell bezog den Beobachter ein. Es beinhaltete den Beobachter als aktiven Teil des Systems, der von dem System lernen und und das System lehren konnte. Pask verglich sein kybernetisches System mit Konversationen; des Ergebnis einer Konversation würde als Input für eine nächste Iteration oder eine Fortführung einer Konversation dienen. Folglich würde sich der Gesprächsprozess selbst steuern mit der

Möglichkeit immer wieder neue Formen, ggf- auch Strukturen der Konversation generieren. Streng genommen ist das Modell, auf das sich die Computerkunst in den 1960er Jahren bezieht, ein Modell der Kybernetik erster Ordnung, das Modell, auf das sich das Werk von Gordon Pask bezieht, ist ein Modell der Kybernetik zweiter Ordnung; Pask schloss den Menschen ein. Wenn wir das System der Produktion von Computerkunst, generative Ästhetik, Informationsästhetik allerdings auf den Designer der das Computerprogramm gestaltet—wie Georg Nees, der mit Kreisen, Linienanzahl und den Parametern experimentierte, dies tat, um zu einem emergierenden künstlerischen Ausdruck zu gelangen—wenn wir festlegen den Designer, der Programmierer in das System einzubeziehen, dann schlage ich vor, dass die Computerkunst in den 1960er Jahren einem Modell der Kybernetik zweiter Ordnung entspricht.

Wir beobachten ein zweistufiges Konstrukt, wobei die erste Ebene auf die einfache Ausführung eines Algo-Algorithmus z.B. durch eine Flachbettziehmaschine Z64 reduziert wird, und die zweite Ebene mit dem Beobachter, der als Teil des Konstrukts die erzeugte Zeichnung als Input für weitere Entscheidungen und Maßnahmen, als Input für die Optimierung des Algorithmus nutzt. Ich möchte mit dem Vorschlag schließen, dass systemische Prinzipien, die auf den Akt der Schaffung von Informationsästhetik in den 1960er Jahren und die systemischen Prinzipien der Schaffung von interagierenden Robotern, Lehr- und Lernmaschinen angewendet werden, auf der Kybernetik als vereinheitlichender Sprache basieren. Dies nicht nur wegen ihrer zur interdisziplinären Gestaltung, sondern auch wegen ihrer gemeinsamen Prinzipien der Informationsverarbeitung, ihres Schwerpunkts auf den Umgang mit Informationen und nicht auf die Rücksichtnahme oder ein Verständnis von Inhalten oder Bedeutungen. Zum Ersten möchte ich hier an Moles Aufbau einer Botschaft durch eine Kombination aus Semantik und Ästhetik erinnern, zum Zweiten an den Gedanken von Cube, dass die Kombination, die fast zufällige Kollision von geplanten und spontanen ungeplanten Ereignissen ist. Es ist eine Voraussetzung für die Unmöglichkeit ästhetischer Zustände oder; kybernetisch betrachtet, für die Voraussetzung eines ständigen Auftauchens und Wachsens neuer Zustände, neuer Situationen, neu konstruierter Realitäten auf einer epistemologischen Grundlage. Cube betont die Funktionsweise der systemischen Kombination, die einen Steuermann erforderte.

Anmerkung

[1] Gray Walter (1919-1977) erfand die 'Anticipating Tortoise', einen der ersten automatisierten kleinen beweglichen Roboter, der Objekte erkennen und beim Durchfahren vermeiden konnte.

[2] Im Universitätsarchiv der Technischen Universität Berlin sind die wissenschaftlichen Arbeiten von Hermann Schmidt derzeit sicher aufbewahrt. Wir sind dabei, die Arbeiten für weitere Forschungen zur Kybernetik zu besichtigen.

[3] Helmar Gunter Frank (1933-2013) war maßgeblich an der Entwicklung von Lernautomaten beteiligt, die auf einer kybernetischen Theorie der Psychologie und Pädagogik basieren. Er promovierte an der Universität Stuttgart in Informationsästhetik. 1963 wurde er zum Professor für Informationswissenschaften (später Kybernetik) an der Pädagogischen Hochschule Berlin ernannt.

[4] "Der Begriff der Information (im kybernetischen Sinne) kann auch in den Geistes- und Sozialwissenschaften erfolgreich eingesetzt werden. Natürlich muss immer daran erinnert werden, dass der kybernetische Begriff der Information nichts

mit Inhalt oder Bedeutung zu tun hat. Will man inhaltliche Aussagen im Kontext eines Realitätsbereichs machen, muss man zunächst eine Verknüpfung der relevanten Inhalte mit den Strukturkonzepten und Strukturgesetzen herstellen."

[5] Die Titel 8-ecke und 23-ecke beziehen sich auf die Ausgangsgrafik mit entweder 8 Ecken oder 23 Ecken.

[6] Bit, I, S.95. <https://monoskop.org/images/b/bf/Bit_International_1_The_Theory_of_Information_and_the_New_Aesthetics_1968.pdf> (Letzter Zugriff 24.10.2018).

Autorin

Liss C. Werner, Technische Universität Berlin, Institut für Architektur, liss.c.werner@tu-berlin.de

Literaturverzeichnis

Bense, M. (1965). *Aesthetica Einführung in die neue Aesthetik*. Baden-Baden: Agis Verlag.

Bush, V. (1931). The Differential Analyzer; A New Machine For Solving Differential Equations. In *Journal Franklin Institute*, 212, 4, 447-488.

Cube, F. v. (1967). *Was ist Kybernetik? Grundbegriffe, Methoden, Anwendungen*. Bremen: Verlag Schönmeyer.

Davies, B. (1974). *The Experimentors - Gordon Pask 1974*. London: BBC.

Döhl, R. (2012). *Der Kreis um Max Bense. Als Stuttgart Schule machte*.

Fasol, K. H. (2002). Hermann Schmidt: pionier in control and cybernetics. *IEEE Control Systems*, 22(2), 24-28.

Frank, H. (1966). *Kybernetik Brücke zwischen den Wissenschaften; 29 Beiträge namhafter Wissenschaftler und Ingenieure*. Frankfurt/Main: Umschau Verl.

Klüttsch, C. (2007). *Computergrafik: ästhetische Experimente zwischen zwei Kulturen; die Anfänge der Computerkunst in den 1960er Jahren*. Cham: Springer.

Nake, F. (2009). The semiotic engine: notes on the history of algorithmic images in Europe. *Art Journal*, 68, 1.

Nake, F. (2012). Information aesthetics: An heroic experiment. *Journal of Mathematics and the Arts*, 6(2-3), 65-75.

Pask, G. (1958). *Physical Analogues to the Growth of a Concept*. Paper presented at the Mechanization of Thought Process Conference, Symposium held at the National Physical Laboratory.

Pask, G. (1959). *The Natural History of Networks*. Paper presented at the Self-Organizing Systems: Interdisciplinary Conference.

Pask, G. (1961a). *An Approach to Cybernetics* (3 ed.). London: Hutchinson & Co Ltd.

Pask, G. (1961b). *An approach to cybernetics*. London: Hutchinson.

Pask, G. (1978). A conversation theoretic approach to social systems. In *Socio-cybernetics* (15-26). Cham: Springer.

Pask, G. (ca. 1976). *Future Prospects of Cybernetics*. Paper with handwritten notes, Gordon Pask Archive, Vienna.

Pask, G., de Zeeuw, G., Nov, L. E. (1992). Interactions of actors, theory and some applications. *OOC/CICT/Universiteit Amsterdam*, 1.

Pias, C. (2016). *Cybernetics: the Macy-Conferences 1946-1953*. Zürich u.a.: Diaphanes.

Reichardt, J. (1969). *Cybernetic serendipity: the computer and the arts*. New York-Washington: Frederick A. Praeger.

Schmidt, H. (1941). Regelungstechnik. Die technische Aufgabe und ihre wirtschaftliche, sozialpolitische und kulturpolitische Auswirkung. *Zeitschrift des VDI*, 85(4), S. 81-S. 88.

Scott, B. (1982). The Cybernetics of Gordon Pask, part 1. In *International Cybernetics Newsletter*, 17, 21.

Scott, B. (1987). Human systems, communication and educational psychology. *Educational Psychology in Practice*, 3(2), pp. 4-15.

Stewart, D. (2000). An essay on the origins of cybernetics. Retrieved February, 22, 2008.

Van Alstyne, G. (2006). *Biomedica: Past, Present and Future*. <https://www.academia.edu/4470739/Biomedica_Past_Present_and_Future> (Letzter Zugriff 25.10.2018).

Walter, W. G. (1950). An imitation of life. In *Scientific American*, 182(5), 42-45.

Werner, L. C. (2017). Cybernetification I: Cybernetics Feedback Netgraft in Architecture. *10.14279/depositonnce-6121*, 1, 16. doi:10.14279/depositonnce-6435.

Werner, L. C. (2018). Cybernetification II: toward a sixth ecology. In A. Graafland, D. Perera (Eds.), *Architecture and the Machinic Experimental Encounters of Man with Architecture, Computation and Robotics* (58-71). Dessau: Anhalt University Dessau.

Werner, L. C. (forthcoming). The Origins of Design Cybernetics. In C. M. H. T. Fischer (Ed.), *Design Cybernetics: Navigating the New*. Cham: Springer.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris: Herman & Cie.

Il ruolo delle tecnologie digitali per la rappresentazione progettuale

Matteo Del Giudice

Abstract

Negli ultimi anni si è assistito a un processo di innovazione dell'industria delle costruzioni basato sulla digitalizzazione delle informazioni utili per descrivere in modo affidabile il patrimonio immobiliare esistente. È emersa quindi la necessità di adottare un nuovo linguaggio grafico basato sulla modellazione informativa che riesce a sintetizzare le caratteristiche grafiche e quelle alfanumeriche di un certo manufatto. Il contributo si concentra sull'analisi di aspetti che hanno caratterizzato l'idea di rappresentazione nel passato, proponendo la modellazione informativa come naturale rinnovamento della rappresentazione progettuale attraverso le tecnologie digitali.

Parole chiave: disegno, modellazione parametrica 3D, BIM, edifici esistenti.

Introduzione

La capacità di trasmettere una certa idea o un'informazione sul progetto è fondamentale per l'essere umano che ha studiato nella storia modi e strumenti diversi per descrivere la realtà, grazie all'impiego di vari metodi di rappresentazione, utilizzando il disegno come dispositivo fondamentale per comunicare una certa idea progettuale.

La capacità quindi di passare dall'idea alla forma, attraverso la mediazione del disegno, ha posto nel tempo una serie di interrogativi sul senso della rappresentazione a cui molti studiosi hanno provato a dare risposta con le loro ricerche. Questo contributo si propone di esplorare la scienza del disegno, prendendo in considerazione le varie definizioni che nel tempo sono state

date dagli studiosi e andando a chiarire quale sia oggi il ruolo delle tecnologie digitali per la rappresentazione progettuale del patrimonio esistente.

Nel XVIII secolo la ricerca di una teorizzazione del disegno si ha con Gaspard Monge che, grazie alla geometria descrittiva, ha codificato il metodo delle proiezioni ortogonali definendo regole per rappresentare gli enti dello spazio sulla superficie piana. Anche in questo caso il disegno viene declinato come una lingua necessaria sia all'uomo che concepisce un progetto, sia a quelli che devono realizzarlo [Bennicelli 2006, pp. 261, 262]. Una delle sfide principali affrontate da Monge è stata l'esplicitazione della necessità di descrivere le proprietà degli enti dello spazio tridimensionale in quello bidimensio-

nale dei piani di quadro. La soluzione proposta dallo studio prevedeva che la posizione di un certo oggetto fosse descritta da una rappresentazione su due piani tra loro ortogonali. Secondo questa procedura, l'oggetto può assumere qualsiasi posizione rispetto ai piani di riferimento che descrivono la posizione dell'oggetto stesso nello spazio attraverso un sistema di proiezione. Attraverso questo sistema di codifica il matematico francese è riuscito ad eliminare ogni ambiguità nel passaggio dalla rappresentazione alla realtà e viceversa.

In questo modo è stato generato un metodo discreto che ha reso le operazioni da compiere più oggettive e più chiaro il processo di rappresentazione. Gaspard Monge è riuscito quindi a codificare con i suoi testi il tema delle proiezioni parallele trasformando il disegno in scienza della rappresentazione grafica. Il metodo da lui proposto ha soddisfatto l'esigenza di rappresentare forme e dimensioni effettive e molto accurate che saranno utili per la produzione in serie [Docci, Migliari 1992, pp. 74-78].

Il linguaggio proposto dalla geometria descrittiva diventa quindi un valido candidato per giocare un ruolo fondamentale nell'era della produzione industriale.

Con la modernità, il disegno tecnico riesce a rispondere alle richieste relative alla meccanizzazione delle città che con la rivoluzione industriale conosce l'introduzione di forme e spazi architettonici di nuova concezione basati su nuovi materiali come il ferro. Con esso mutò la dimensione delle città e con esse la forma e il rapporto degli edifici nel contesto urbano, proponendo nuovi stili di rappresentazione urbana. L'utilizzo della trave prefabbricata in ferro divenne presto il simbolo di un nuovo formalismo architettonico che estremizzò anche il valore del disegno come strumento necessario per restituire l'idea di progetto pronta per essere realizzata in serie.

Con l'era industriale il disegno architettonico si trasforma da strumento ideativo e conoscitivo a progetto funzionale alla produzione edilizia che avrà poi la necessità di creare norme e regole precise per codificare il linguaggio del disegno progettuale [Bennicelli 2006, p. 265]. Il settore del disegno si allineò alle esigenze dell'epoca, evidenziando le caratteristiche descrittive di un certo manufatto ricomposto nella sua interezza, anche se osservato per parti significative e non più privilegiando le singole parti, pianta prospetto, sezione [Bennicelli 2006, p. 266].

Nell'era moderna il disegno architettonico ha conosciuto un largo impiego dell'assonometria utilizzata come

linguaggio informativo della comunicazione spaziale, evidenziando la volumetria e descrivendo i componenti di un manufatto attraverso il disegno "esplosivo".

Attraverso questi linguaggi, l'importanza dell'interdisciplinarietà viene valorizzata evidenziando la necessità di comunicare diverse informazioni relative alla forma, alla materia e alla tecnologia in rapporto ai livelli di focalizzazione quali il contesto, il manufatto e il particolare. Accanto alla ricerca stilistica caratterizzata dalla purezza formale, il disegno progettuale aveva l'obiettivo di rappresentare la complessità architettonica e urbanistica in due momenti della progettazione: quello relativo all'idea identificato dallo schizzo e quello dell'elaborazione progettuale attraverso la sistematica proposta di materiali e tecnologie costruttive derivati dalla produzione industriale, ricercando quindi una nuova estetica industriale [Bennicelli 2006, p. 268].

Il tentativo di comprendere e descrivere il ruolo della rappresentazione, non solo come strumento di traduzione dell'idea mentale a segno grafico, ma come luogo in cui l'idea progettuale si manifesta come massima espressione della poetica dell'architetto. Lo spirito del Movimento Moderno quindi si incarna e si sostanzia esaminando il disegno architettonico come strumento mentale e culturale [Florio 2012, p. 12].

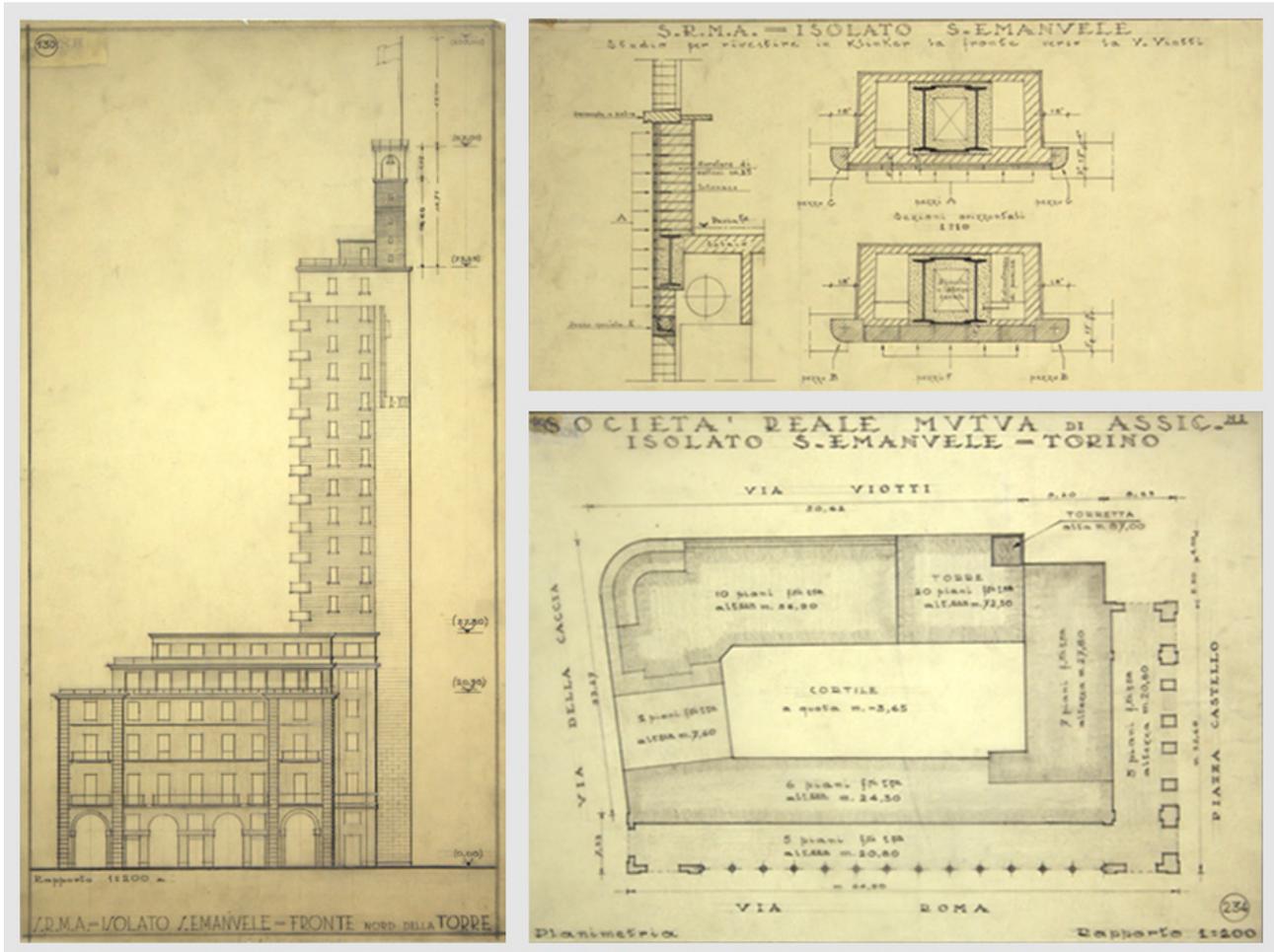
In questo senso il disegno è concepito come veicolo per la trasmissione di informazioni e soprattutto come possibilità che esso si identifichi con il fine da raggiungere [Melis 2016, p. 891].

In questo contesto l'attività di lettura di un edificio del patrimonio immobiliare esistente mediante un segno o una tecnologia deve concretizzare l'immagine del pensiero umano di un certo manufatto attraverso la consultazione diretta di documenti grafici prodotti nel tempo dell'attività progettuale (fig. 1).

L'attività di rilievo consente quindi di sviluppare per successive approssimazioni rappresentazioni della realtà che producono immagini mentali del manufatto che possono essere materializzate nello sviluppo di un modello virtuale informativo (fig. 2).

In questo contesto Riccardo Antonini ha provato a dare un formalismo a questa visione del disegno introducendo un modello teorico formale in cui la rappresentazione della realtà da parte dell'essere umano produce intrinsecamente un mondo virtuale tridimensionale che viene attuata grazie al meccanismo della percezione [Antonini 2004, pp. 54-61].

Fig. 1. Fronte nord, sezioni verticali e orizzontali e planimetria della Torre Littoria di Torino. Fondo Melis de Villa, LSBC Politecnico di Torino.



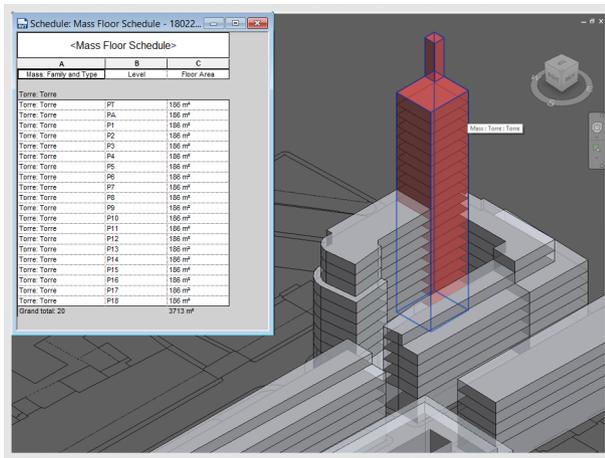


Fig. 2. Vista assometrica volumetrica dell'isolato Sant'Emanuele con abaco dei pavimenti di massa (elaborazione grafica dell'autore).

Le immagini mentali della realtà e della sua stessa rappresentazione producono una serie di relazioni che danno vita al progetto che può assumere una serie di definizioni: la rappresentazione dell'immagine mentale di un individuo che si immagina la percezione di un oggetto come se fosse stato già realizzato e la figurazione del progetto stesso attraverso l'attività del disegnare. Questa operazione ha consentito nel tempo di avvicinare il mondo reale a quello virtuale definendo alcune differenze tra disegnare e simulare l'immaginazione, creando due settori quali quella del disegno-progetto/rilievo e quello della *Virtual Reality* (VR) (fig. 3). Attraverso la modellazione ad oggetti, ossia grazie alla materializzazione dell'immagine del progetto attraverso modelli 3D informativi, i due settori stanno producendo una serie di relazioni mirate a ottimizzare il processo edilizio.

La comunicazione dell'idea progettuale può essere attuata non più solo con un segno grafico su una superficie, ma anche mediante l'elaborazione di un modello digitale. Questo viene di volta in volta arricchito di informazioni, generando una serie di prodotti tra cui la visualizzazione immersiva e gli elaborati grafici che producono l'effetto di avvicinare il mondo della rappresentazione a quello reale. In questo modo la rappresentazione del patrimonio esistente avviene mediante la produzione di modelli virtuali che trasformano l'immagine tradizionale

del disegno come istante che arresta il fluire del tempo [Dal Co 1989, p. 6], in un percorso di contemporaneità che rende dinamica la lettura di un edificio, mediante un linguaggio di comunicazione focalizzato alla gestione efficiente dei dati attraverso le *Information and Communication Technologies* (ICTs).

Nell'era della trasformazione digitale la rappresentazione viene innovata con questo linguaggio basato sulla realizzazione di modelli tridimensionali parametrizzati in cui confluiscono informazioni eterogenee che vengono messe a sistema. Il settore del Disegno viene quindi riscoperto come attore fondamentale del percorso che, dalla realtà, passa per le immagini mentali presenti nella concezione formale dell'oggetto rappresentato [Spallone 2012].

Il ruolo delle tecnologie digitali e dell'*information modelling*

Tradizionalmente, attraverso una serie di documenti grafici 2D e 3D, i professionisti hanno comunicato i loro contenuti progettuali utili all'intero processo edilizio. A questo si associa il concetto di rilievo che sottolinea il valore della consultazione diretta di tali documenti osservati nella loro materialità originale per comunicare la conoscenza del un patrimonio costruito.

Attualmente, il Building Information Modelling (BIM) sta innovando questa procedura, concentrandosi sullo sviluppo di un database grafico condiviso in grado di descrivere una grande quantità di informazioni memorizzate in oggetti parametrici 3D tra cui muri, pavimenti, travi e connessioni analitiche più ricchi di dati rispetto a semplici disegni basati su segni. L'informazione digitale è considerata il vero valore aggiunto poiché favorisce la gestione ottimizzata dei dati che può avvenire anche in modo decentralizzato basandosi su piattaforme che permettono la condivisione della conoscenza interdisciplinare. La collaborazione tra tutti gli attori coinvolti nel processo edilizio avviene adottando una metodologia di lavoro basata su linguaggi che devono essere utilizzati per trasferire informazioni ottimizzando la gestione dei dati. Attraverso l'elaborazione di una o più banche dati è, infatti, possibile creare relazioni che valorizzano l'unicità del dato che può essere filtrato per usi diversi grazie all'interoperabilità. I modelli informativi possono quindi essere integrati da tutti i professionisti, adottando un protocollo condiviso basato sulla creazione di oggetti intelligenti basati su regole di scambio definite [Osello 2012, p. 61].

Mentre la rappresentazione tradizionale del costruito è caratterizzata da elaborati bidimensionali basati su oggetti muti senza alcun collegamento o relazione tra essi, con l'elaborazione di modelli 3D parametrici è possibile descrivere la realtà con oggetti intelligenti che vengono combinati tra loro per realizzare un'unica banca dati (fig. 4) contenente tutte le informazioni dell'edificio [Ciribini 2013, pp. 15-22].

Questa nuova metodologia di lavoro si basa sul concetto di condivisione del lavoro tra i diversi attori coinvolti in un'attività progettuale che viene identificato come quel momento in cui l'individuo tenta di definire un'immagine della realtà o di ciò che vorrebbe realizzare per soddisfare una certa esigenza. Nel tempo, quindi, gli elaborati informativi hanno migliorato la loro qualità, grazie anche all'evoluzione tecnologica, sviluppando un importante incremento nella *performance* di lavoro.

Prendendo in considerazione il patrimonio architettonico esistente, la fase conoscitiva di un fabbricato esistente attuabile anche con l'attività di rilievo, stabilisce una prima immagine del mondo reale che può essere tracciata attraverso la produzione di elaborati digitali o non digitali. Questa attività viene concretizzata attualmente con l'elaborazione di modelli informativi, veicoli di simulazione e di contrattualizzazione di un prodotto risultante od un processo del settore delle costruzioni, attraverso conte-

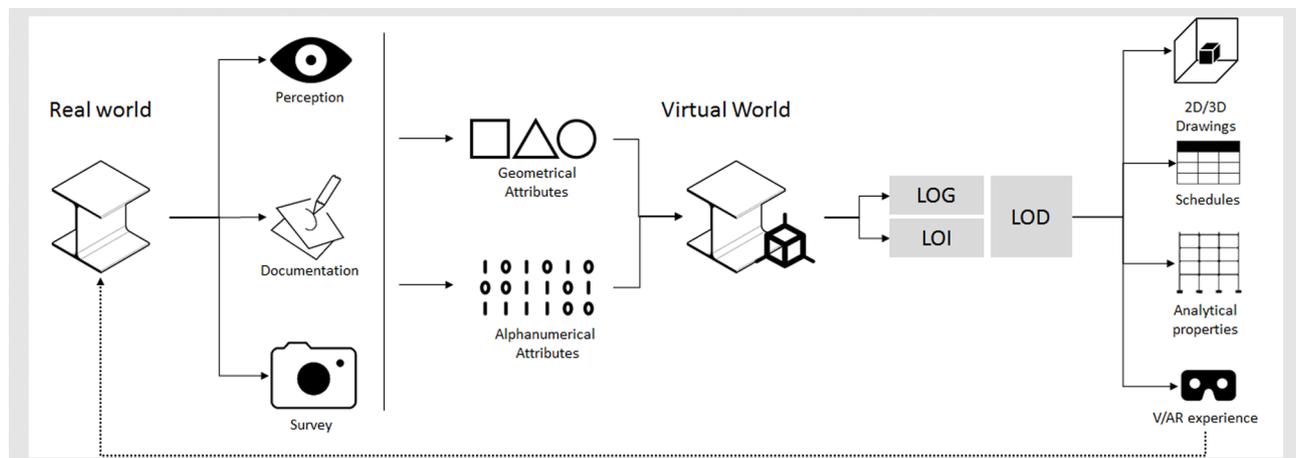
nuti informativi di natura grafica, alfanumerica e multimediale [UNI 11337-1:2017, p. 11]. Con l'elaborazione di modelli parametrici orientati agli oggetti la rappresentazione viene potenziata, inserendo l'informazione come valore aggiunto negli elaborati grafici.

Lo spazio architettonico è descritto da componenti solidi ma anche da spazi riprodotti nelle varie simulazioni che possono essere sviluppati grazie ad elaboratori che hanno la capacità di collegare il mondo reale con quello digitale. Con i modelli informativi, la rappresentazione di un manufatto non ricade più nelle consuete proiezioni ortogonali 2D o viste assonometriche e prospettiche, ma nella riproduzione di qualcosa che esiste o che verrà realizzata.

In questo senso, l'idea del disegnare non è stata modificata in funzione degli strumenti meccanici o elettronici, ma è stata valorizzata continuando a detenere il ruolo fondamentale di linguaggio comunicativo per ottimizzare la rappresentazione della realtà o del progetto.

L'elaborazione di modelli di simulazione, offre oggi l'opportunità di ottimizzare la gestione dei dati, rendendoli coerenti tra loro con l'opportunità di assottigliare la distanza tra mondo reale e mondo virtuale. La simulazione dell'immagine del reale o del progetto può quindi avvenire a partire da modelli che possono evolversi nel tempo in funzione degli obiettivi e degli usi che sono stati redatti o richiesti.

Fig. 3. Schema concettuale del processo di rappresentazione dal mondo reale al mondo virtuale.



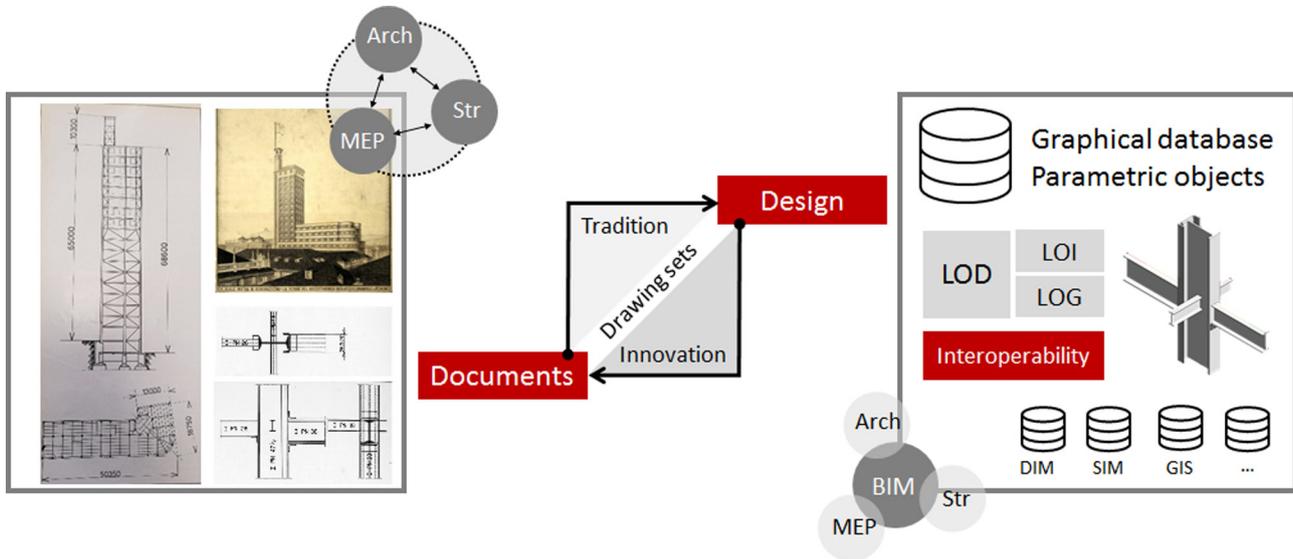


Fig. 4. Schema metodologico di confronto tra l'approccio tradizionale e quello innovativo nell'industria delle costruzioni.

Il punto di partenza di questi modelli informativi deve essere la definizione dei 'Livelli' di dettaglio geometrico (LOG) e alfanumerico (LOI) per ciascun oggetto che deve essere messo in relazione con la totalità del modello attraverso i propri attributi, per essere ri-elaborati successivamente. Prendendo in considerazione il patrimonio edilizio esistente, i *Level of Detail* (LOD) degli oggetti devono riguardare informazioni di natura oggettiva, relative alla realtà, con l'obiettivo di assimilare dati derivanti dall'esistente per poi estrapolarli per una progettazione o gestione futura [Pavan 2017, pp. 14-28]. La simulazione di oggetti reali con librerie di oggetti virtuali consente di descrivere un certo manufatto in modalità diversa per via informatica negli attributi e nelle geometrie attraverso abachi, viste 2D e 3D, avvicinando il mondo della rappresentazione a quello della realtà. Per questo motivo la gestione delle informazioni riferita alla creazione di un modello parametrico di un edificio esistente parte dall'analisi dei documenti storici, dalla lettura del manufatto attraverso la schedatura di lettura e la documentazione multimediale. Dopo di ché, la definizione degli attributi geometrici e alfanumerici sono il punto di partenza per l'elaborazione del modello BIM formato da oggetti con un opportuno LOG e LOI per la declina-

zione del LOD relativo. Parte delle informazioni inserite negli oggetti possono essere ancora legati a mezzi della rappresentazione tradizionale, mentre altri si riferiscono alla analisi strutturale o alla visualizzazione immersiva attraverso la *Virtual/Augmented Reality* (VI/AR).

Metodologia

Il tentativo di comprendere come il ruolo della rappresentazione sia fondamentale per poter rendere effettivo il processo che traduce l'idea mentale a modello informativo viene affrontato in questo contributo prendendo in analisi la Torre Littoria di Torino, un edificio con struttura in acciaio, realizzato negli anni trenta. In quel periodo si cercava di rinnovare l'immagine del capoluogo sabauda spinto dalla corrente fascista che sottolineava in modo evidente le proprie esigenze anche dal punto di vista urbanistico e architettonico. La ricerca di uno stile nazionale che affondasse le sue radici nella classicità porta comunque all'introduzione di innovazioni nell'utilizzo dei materiali da costruzione e nella gestione del cantiere che doveva richiamare le catene di montaggio delle fabbriche.

L'adozione della struttura metallica saldata è sicuramente una delle innovazioni più importanti proposte dai progettisti Armando Melis de Villa e Giovanni Bernocco. Il corpo principale è costituito da dieci piani fuori terra che diventano venti nella torre con un'altezza complessiva di 85 metri. La torre è collocata in aderenza al corpo di fabbrica da conservare in piazza Castello [Moglià 1995, p. 117].

In un articolo su *Casabella* del 1938 la struttura portante della torre è annoverata tra gli esempi di costruzioni con ossatura a gabbia metallica che risulta essere interamente saldata. Le colonne sono uniformemente costituite da travi a doppia T accoppiate e collegate da ferri piatti saldati posti a distanza di circa un metro. I pilastri si estendono ogni due piani e le travi principali sono perpendicolari alle facciate per formare con le colonne telai robusti finalizzati ad assicurare la stabilità trasversale dell'edificio. L'impiego della carpenteria metallica ha facilitato e velocizzato la realizzazione dell'edificio che è composto da alcuni

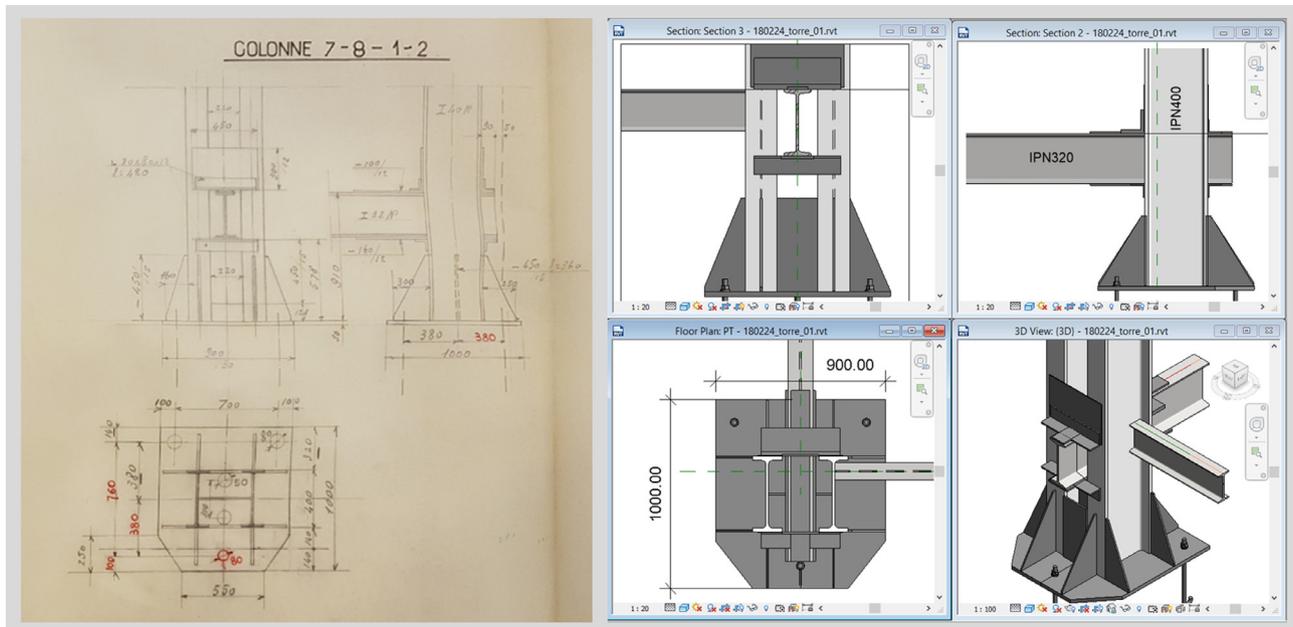
tipi standardizzati che possono essere assemblati sul posto da pochi operai [Fava 1938, p. 40].

La consultazione di documenti di progetto relativi alla Torre, presso l'Archivio di Stato di Torino (AST) e il Fondo Melis de Villa, situato al Politecnico di Torino, ha favorito la creazione dell'immagine mentale della torre che ha innescato un processo di ricerca degli attributi geometrici e alfanumerici che caratterizzavano gli elementi costituenti la struttura metallica.

Il modello informativo è stato quindi elaborato concentrandosi su alcuni dettagli costruttivi come ad esempio il basamento delle colonne (fig. 5) oppure il giunto tra le colonne o ancora l'attacco delle travi alle colonne.

Il processo di elaborazione del modello è stato avviato con l'individuazione dei componenti principali dell'ossatura metallica, soffermandosi sul caricamento degli oggetti BIM all'interno di un ambiente di progetto come Autodesk Revit. Il tentativo di riprodurre i dettagli costruttivi realizzando una serie di oggetti che

Fig. 5. Confronto tra un documento d'archivio (Archivio SNOS, Torino) e il modello informativo relativo a un dettaglio della colonna.



ne descrivono ogni parte ha consentito di affrontare le problematiche relative alla modellazione alla scala di dettaglio. Ogni particolare costruttivo è descritto secondo le componenti architettoniche visibili negli elaborati storici, prendendo in considerazione dati relativi a forma, quantità, dimensione, posizione, dettagli di assemblaggio e caratteristiche proprie del mondo della fabbricazione.

Oltre alle caratteristiche fisiche, i dettagli proposti descrivono anche le caratteristiche strutturali, geometriche, proprietà di materiali e sono in grado di descrivere i carichi della struttura.

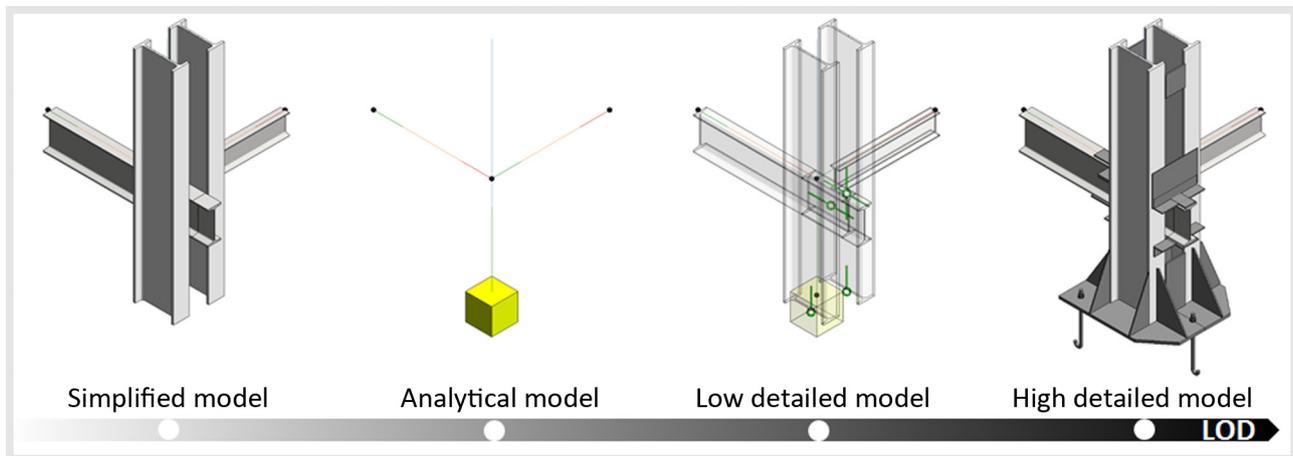
Queste molteplici informazioni formano un sistema analitico costituito da aste e nodi. Tale riproduzione virtuale offre la possibilità di utilizzare la banca dati BIM anche per applicazioni di analisi e simulazione strutturale specifica. La rappresentazione del modello fisico è messa quindi in relazione con quella analitica pur se quest'ultima possa essere gestita anche in modo indipendente. È possibile osservare come sebbene l'oggetto che descrive il pilastro fisico sia formato da due travi IPN collegate con calastrelli, il pilastro analitico deve essere modificato per descrivere in modo univoco l'asta che deve rappresentare le proprietà che possono essere usate per la simulazione strutturale.

Risultati

L'elaborazione di oggetti capaci di rappresentare molteplici informazioni proprie di diverse discipline ha consentito un progressivo avvicinamento del mondo virtuale a quello della realtà, offrendo varie riproduzioni del manufatto che possono essere utilizzati per la gestione del patrimonio immobiliare esistente. Tale obiettivo ha richiesto notevole sforzo nella modellazione, strettamente connessa alle capacità di calcolo di applicativi che oggi sono disponibili sul mercato. Lo sviluppo di modelli informativi con elevata quantità geometrica e alfanumerica può causare un rallentamento nelle capacità dell'elaboratore rendendo quindi il processo di modellazione complesso e laborioso. La valutazione del LOG/LOI opportuno è stata fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi e degli usi del modello che in questo caso erano incentrati sulla capacità di riprodurre un dettaglio costruttivo nel mondo virtuale (fig. 6).

La soluzione proposta da questo contributo vuole dimostrare come i modelli informativi consentano di raggiungere elevati livelli di precisione geometrica descrivendo un certo oggetto con caratteristiche multidisciplinari. Sono state riscontrate, tuttavia, alcune criticità relative alla standardizzazione degli oggetti che possono essere utilizzati nella rappresentazione di modelli digitali relativi ad edifici esistenti.

Fig. 6. Rappresentazione del dettaglio costruttivo in BIM, relativo ad un LOD progressivo.



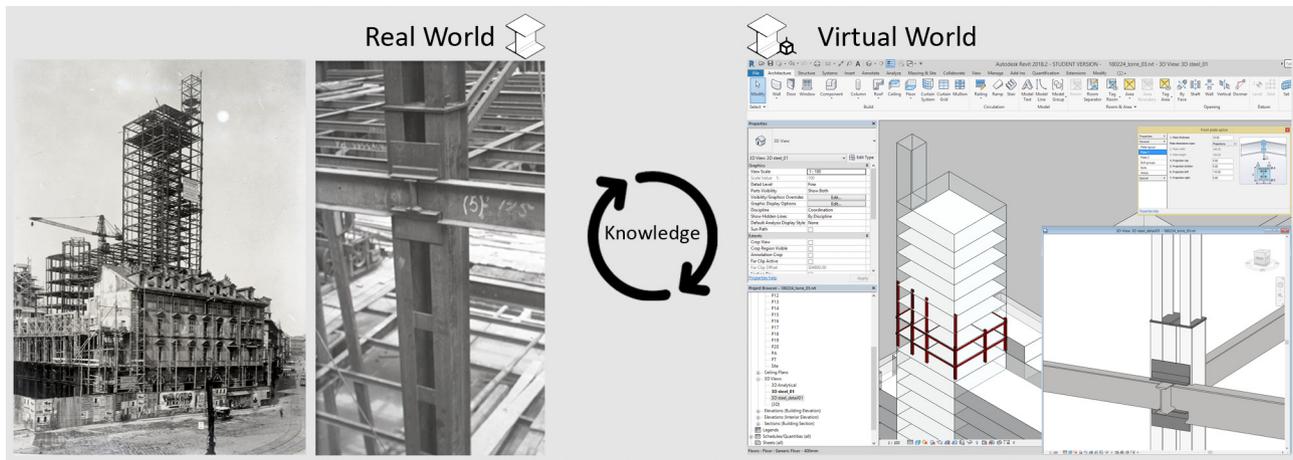


Fig. 7. Confronto tra fonti che descrivono il mondo reale (Fondo Melis de Villa, LSBC Politecnico di Torino) e il modello informativo.

Quanto detto evidenzia le potenzialità offerte dalla metodologia BIM basata sull'elaborazione di un unico modello informativo composto da una serie di componenti che descrivono il nodo costruttivo. Il dettaglio riproposto in forma elettronica descrive la realtà dal punto di vista della forma, dell'informazione relativa e delle sue capacità analitiche per un possibile utilizzo in un ambiente di analisi strutturale specifico.

Dai test effettuati si nota come le connessioni strutturali vengono perse durante il processo interoperabile rendendo quindi lo scambio di dati non esente da errori. L'importazione del modello nel *software* specifico non conserva tutte le caratteristiche assegnate nell'ambiente nativo causando una perdita di dati. Questo risultato deve quindi porre un interrogativo su quali siano le regole che devono essere seguite per realizzare oggetti che descrivano i nodi costruttivi sia dal punto di vista architettonico, sia strutturale.

Attraverso l'elaborazione di alcuni dettagli strutturali relativi alla Torre Littoria è evidente come il processo delineato possa essere assimilato a un processo iterativo in cui è possibile migliorare l'idea del percepito grazie al modello digitale. L'inserimento del dato all'interno dei singoli oggetti diventa fondamentale per trasformarsi in informazione attraverso le interazioni tra loro nell'ambiente di modellazione. È evidente come la metodologia BIM innovi l'approccio tradizionale di rappresentare la realtà basata sulla creazione di una serie di elaborati che descrivono un progetto

(fig. 7). A partire da un modello unico, infatti, è possibile estrapolare le informazioni che sono messe in relazione tra loro, evitando sprechi di costi e tempi e migliorando la conoscenza del patrimonio costruito.

La ricostruzione virtuale di un manufatto può quindi essere considerata il punto di partenza per la creazione di una piattaforma digitale basata su varie banche dati eterogenee che possono essere messe in relazione tra loro per descrivere, ad esempio, lo spazio urbano, le reti di distribuzione energetiche e il territorio.

Conclusioni

Il confronto tra tecnologie tradizionali e innovative, espresso in questo contributo, valorizza il ruolo della rappresentazione all'interno del processo edilizio che è in costante evoluzione grazie alle ICTs.

La percezione degli edifici esistenti si può concretizzare nell'elaborazione di un modello informativo che è un'interpretazione caratterizzata da una serie di operazioni di lettura e sintesi attraverso il linguaggio della modellazione 3D parametrica. In conclusione, la rappresentazione diventa espressione di un passato non direttamente osservabile, ma percepibile attraverso la rielaborazione delle fonti storiche e multimediali grazie all'innovazione tecnologica.

Autore

Matteo Del Giudice, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, matteo.delgiudice@polito.it

Riferimenti bibliografici

Antonini, R. (2004). Verso un'ecologia del virtuale. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 28, pp. 54-61.

Bennicelli, M. (2006). Il disegno del progetto d'architettura: origine e funzioni. Trattati, manuali, progetti e ricerche. In A. Pratelli, (a cura di). *Codici del disegno di progetto. Innovazione dei modi di rappresentazione in relazione alle mutate necessità operative*, pp. 253-288. Udine: Forum.

Ciribini, A. (2013). *L'information modeling e il settore delle costruzioni. IIM e BIM*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.

Dal Co, F. (1989). Sul disegno d'architettura: dodici domande. In *XY dimensioni del disegno*, n. 10, p. 6.

Docci, M., Migliari, R. (1992). *Scienza della rappresentazione. Fondamenti e applicazioni della geometria descrittiva*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.

Fava, A. (1938). L'applicazione dell'acciaio nella costruzione di ponti e carpenterie in Italia. In *Casabella*, n. 128, pp. 40-42.

Florio, R. (2012). *Sul disegno. Riflessioni sul disegno di architettura*. Roma: Officina Edizioni.

Melis, F. (2016). Il disegno di progetto nel Razionalismo Italiano. Espressività e lettura semantica. In S. Bertocci, M. Bini, (a cura di). *Le Ragioni del Disegno. Pensiero, Forma e Modello nella gestione della complessità*. Atti del 38° Convegno dei docenti delle discipline della Rappresentazione. Firenze, 15-17 settembre 2016. pp. 889-894. Roma: Gangemi Editore.

Moglia, G. (1995). Il risanamento novecentesco del tratto settentrionale di via Roma. In P. Scarzella, (a cura di). *Torino nell'Ottocento e nel Novecento. Ampliamenti e trasformazioni entro la cerchia dei corsi napoleonici*, pp. 100-121. Torino: Celid.

Osello, A. (2012). *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Pavan, A., Giani, M., Mirarchi, C. (2017). *BIM. Metodi e Strumenti. Progettare, costruire e gestire nell'era digitale*. Milano: Tecniche Nuove.

Spallone, R. (2012). *Rappresentazione e progetto. La formalizzazione delle convenzioni del disegno architettonico*. Alessandria: Edizioni dell'Orso.

UNI 11337-1:2017. (2017). *Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni - Parte 1: Modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotti e processi*.

Progetto

Come cambia il disegno

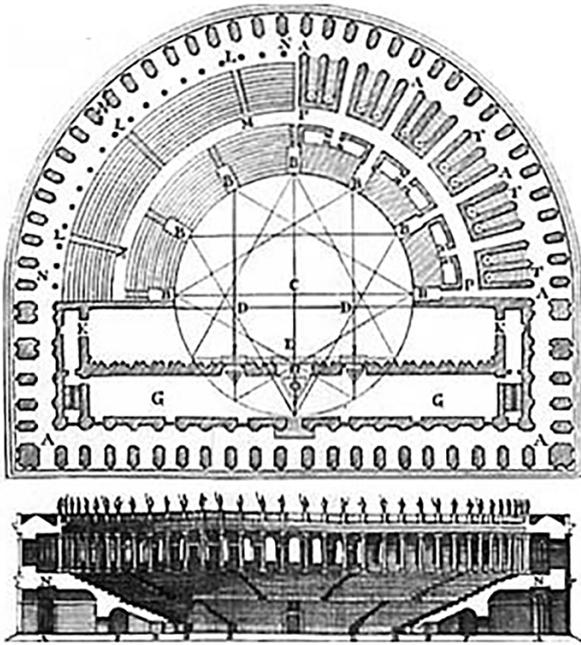
Livio Sacchi

Il disegno degli architetti appare oggi sostanzialmente cambiato rispetto anche a soli pochi anni fa, soprattutto per quanto riguarda alcune grandi questioni generali, peraltro collegate tra loro, alcune note, altre forse meno: progettazione parametrica, BIM, *Big Data* e intelligenza artificiale. Sullo sfondo, si profila una ulteriore rivoluzione riguardante l'autorialità, sia del disegno sia, naturalmente, del progetto. Ma procediamo con ordine.

Osserviamo, per cominciare, che il disegno architettonico ha goduto nel tempo di straordinaria stabilità storica. A ben guardare, esso è rimasto sostanzialmente invariato, fatte salve piccole innovazioni sul piano strumentale quali,

per esempio, l'adozione del tecnigrafo o della carta trasparente, che velocizzò le operazioni di correzione e ripasso per *layer* successivi. Sul piano metodologico, le proiezioni parallele e centrali, di cui scrive Vitruvio, sono rimaste le stesse per circa 1.500 anni; il Rinascimento aggiunse la sezione e, soprattutto, riscoprì la cultura prospettica, dettando il canone per i cinque secoli successivi. I cambiamenti ai quali il disegno appare esposto in questi ultimi anni sembrano invece di ben diversa natura e portata rispetto alla tranquillizzante continuità precedente. Ciò implica che dobbiamo prestare grande attenzione: per evitare il rischio di ritrovarci prematuramente fuori gioco dal punto di vista

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

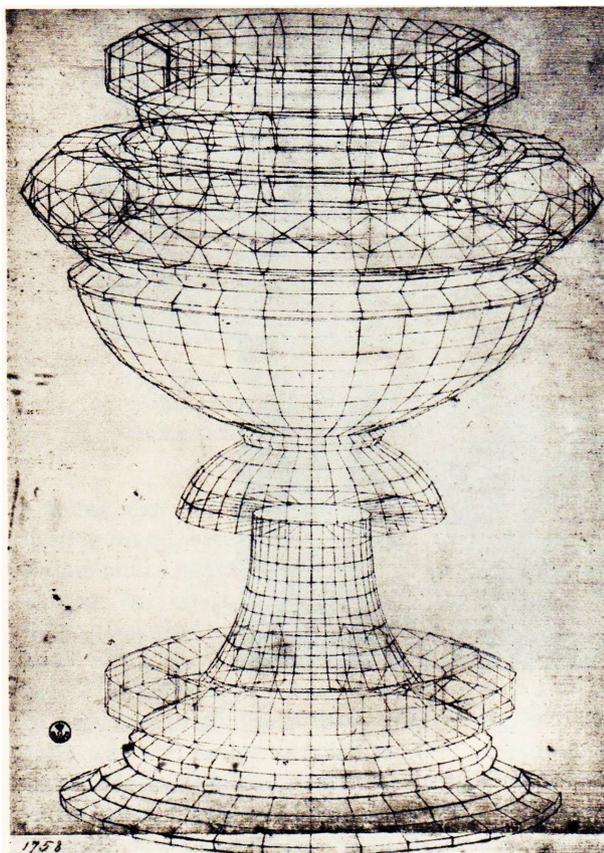
Fig. 1. Marco Vitruvio Pollione, *Illustrazione del Teatro Romano*, 1790.

professionale e per evitare, dal punto di vista didattico, di formare giovani architetti che sono invece già vecchi prima ancora di cominciare a lavorare. Naturalmente e fortunatamente non tutto è cambiato: è rassicurante richiamare che, come sempre, il disegno serve a noi architetti per progettare: è un *medium* per rappresentare e specularre, il principale, ineludibile *medium* a nostra disposizione. Progettare è un'operazione di ideazione e comunicazione indispensabile alla costruzione dell'architettura; il progetto è dunque uno strumento in primo luogo predittivo, qualcosa che precede la realtà, che anticipa ciò che sarà, ma anche uno strumento in grado di spostare e superare i limiti di ciò che è possibile realizzare. Non è poco, almeno nella misura in cui raggiunge il suo obiettivo: la costruzione di un buon edificio.

Semplificando un po', del progetto è possibile identificare almeno quattro declinazioni diverse: il progetto dell'architetto, del committente, dell'ingegnere e dell'impresa costruttrice, a testimonianza della sua natura inclusiva e versatile. Tali non particolarmente originali declinazioni, richiamate fra gli altri da Patrick Schumacher [Schumacher 2011], meritano tuttavia qualche considerazione supplementare. La prima è evidentemente costituita dal progetto architettonico, che comprende quella parte, iniziale, di lavoro in cui il progettista dialoga con se stesso alla ricerca della soluzione migliore e quella rivolta ad altri architetti (la comunicazione mirata a riviste e siti web, alle giurie dei concorsi, a mostre, premi ecc.). La seconda è costituita dalla parte specificamente rivolta al committente (una comunicazione quindi divulgativa, indirizzata cioè a non addetti ai lavori), che include *concept*, *rendering* e *mood-board* (o *sample-board*), le tavole che presentano materiali, finiture e i relativi accostamenti impiegate nell'*interior design*; ma è anche costituita dal diretto contributo che il committente dà al progetto, a seconda della sua maturità e capacità d'interazione. La terza declinazione è costituita dal progetto strutturale e impiantistico. La sua importanza è cresciuta per almeno due prevedibili ragioni: da una parte, il progressivo abbandono dei codici classici vecchi e nuovi, razionalismo incluso, ha reso la progettualità contemporanea molto più esposta all'autorità degli strutturisti di quanto non fosse in passato; dall'altra, la nuova centralità assunta dalla digitalizzazione degli edifici e dalla loro sostenibilità, efficienza energetica ecc., ha caricato il progetto impiantistico di un peso storicamente inedito. La quarta è infine costituita dai cosiddetti *shop drawings*, gli esecutivi di cantiere, ma anche computi metrici e specifiche nonché piani di cantierizzazione dell'opera, di sicurezza ecc.: grafici spesso redatti in collaborazione con i produttori di materiali costruttivi e di finitura, con artigiani ed esecutori diversi. Anticipiamo che, nel rinnovato clima di condivisione innescato dal BIM, il modello 3D assume assoluta centralità: le quattro declinazioni sopra esposte, in realtà un po' più numerose e articolate, determinano un processo circolare di progressivo avvicinamento alla soluzione da portare in cantiere. Oggi si progetta in 3D, concretizzando ciò che in fondo è il sogno di ogni progettista, che ha sempre, più o meno chiaramente, saputo che l'essenza dell'architettura è lo spazio interno che si determina, il vuoto risultante all'interno dell'involucro da noi disegnato, ma anche la riverberazione che i volumi hanno sullo spazio urbano o, comunque, aperto che circonda l'edificio. Il modello 3D

genera, solo successivamente, i 2D: piante, alzati e sezioni. La pianta è ancora, per molti aspetti, generatrice nel processo ideativo di un edificio, ma il modello tridimensionale è il nuovo protagonista. Dal modello si misurano le quantità; si specificano i contenuti tecnici e prestazionali; si verifica la rispondenza agli standard; si rende possibile la visualizzazione degli spazi con *rendering* anche foto-realistici, spesso così efficaci da essere difficilmente distinguibili da una fotografia; si ricava infine la navigazione più o meno interattiva degli spazi progettati, anticipando alla fase progettuale

Fig. 2. Piero della Francesca, Studio per un calice, XV secolo, penna su carta bianca, 34 x 24 cm.



tuale quella quarta dimensione temporale così essenziale alla concreta esperienza dell'architettura.

A ragione, ormai quasi trent'anni fa, William Mitchell attribuiva al modello il compito di definire ontologicamente la sfera progettuale in contrapposizione con l'edificio [Mitchell 1990]. A ragione Mario Carpo ha di recente parlato di «Digital Renaissance della terza dimensione» [Carpo 2017].

Ma veniamo adesso alla disamina delle quattro questioni generali citate in apertura, che più di altre ci sembrano sintetizzare i cambiamenti in atto.

La progettazione parametrica

Si tratta di uno sperimentale processo di ricerca delle forme che consente all'architetto di progettare strutture di notevole complessità geometrica utilizzando software parametrici, che ricorrono cioè ad algoritmi. Le prime ricerche condotte all'interno di scuole quali l'Institute for Computational Design della University of Stuttgart o la Bartlett School of Architecture dell'University College di Londra diedero subito risultati interessanti, sulla scia delle

Fig. 3. Vincenzo Scamozzi, Copia del disegno preparatorio per il Teatro di Sabbioneta, 1589.

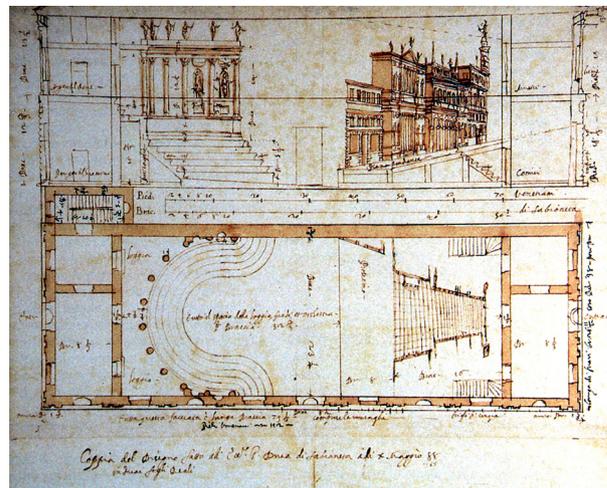


Fig. 4. Le Corbusier (1887-1965).



Fig. 5. Frank Lloyd Wright (1867-1959) a Taliesin.



sperimentazioni avviate, già negli anni Novanta, sulle curve, o *splines*, generatrici di superfici più o meno complesse. Un lavoro pionieristico, svolto da alcuni architetti operanti a cavallo fra la fine del secolo scorso e i primi anni del nuovo secolo, tutti più o meno influenzati da quella che fu chiamata la “*Deleuze connection*”, diffusasi in seguito all'uscita del libro *The Fold: Leibniz and the Baroque* [Deleuze 1993]. Fu probabilmente il citato Patrick Schumacher, alla *Smart Geometry Conference* che si tenne a Monaco nel 2007, il primo a dare un nome al nuovo “ismo”: *Parametricism* [Schumacher 2016]. Da allora gli architetti hanno cominciato a lavorare con primitive quali appunto *splines* e NURBS, utilizzando procedure progettuali diverse da quelle tradizionali (anche se poi i grafici standard destinati a committenti e imprese hanno continuato ad avere forma tradizionale). A un disegno essenzialmente fondato sull'uso di linee (rette o curve) che separano porzioni di superfici o ne segnano le intersezioni, si sostituisce un disegno fondato sulla modellazione tridimensionale parametrica. Revit, che com'è noto è un software di Autodesk, o Digital Projects, che Gehry Technologies ha sviluppato a partire dall'ormai storico Catia di Dassault Systèmes, consentono da tempo tutto ciò, sia pur con modalità diverse (tutto viene riferito a un unico *master model* nel primo caso, a una rete aperta di modelli collegati fra loro nel secondo).

Con il disegno parametrico – che ha indubitabilmente determinato la fortuna di alcuni grandi studi, primo fra tutti ZHA, Zaha Hadid Architects – l'architettura, pur rischiando di veder prevalere l'immagine, se non trasformandosi essa stessa in celebrativa autorappresentazione, ha raggiunto orizzonti formali impensabili prima. La spettacolarità delle forme è legata alla loro arbitrarietà, quest'ultima resa possibile dall'adozione di algoritmi che, con l'ausilio di *Visual Programming Language* (VPL) quali, per esempio Grasshopper, ne regolano complessità geometrica, graficizzazione e produzione. Forme fondate sulla reiterazione seriale di elementi formali che, condividendo una struttura matematica comune, reintroducono il discorso organico (si pensi a un testo come *On Growth and Form*, pubblicato un secolo fa, per la precisione nel 1917) [Thompson 1917].

II BIM

Acronimo di *Building Information Modeling*, il BIM designa – com'è noto – un processo progettuale che consente la simulazione digitale della costruzione di un edificio in ma-

niera computabile, interoperabile e in grado di assicurare coerenza fra gli elementi che lo compongono, rispondendo inoltre ai fenomeni che potrebbero verificarsi in ogni fase del suo ciclo di vita. Una rappresentazione digitale del processo costruttivo che facilita lo scambio e l'interoperabilità delle informazioni in formato digitale, ovvero un metodo basato sulla condivisione della conoscenza come suggerisce Chuck Eastman, direttore del *Building Lab* di Georgia Tech [Eastman et al. 2016]. Si tratta, in altre parole, di un processo che – avvalendosi di tecnologie digitali basate su logiche parametriche in grado di coniugare dati geometrici e alfanumerici, sovrapponendo cioè immagini e informazioni, e assicurare coerenza progettuale grazie alla verifica delle dimensioni finanziaria (costi) e cronologica (tempi) – ha assunto negli ultimi anni importanza crescente all'interno dei processi di ideazione, progettazione, realizzazione, gestione e manutenzione degli edifici. Interoperabilità e coerenza dei modelli 3D sono le parole chiave che, meglio di altre, sintetizzano le principali caratteristiche di questo processo. Con il BIM tutti i soggetti coinvolti nella progettazione di un'opera portano avanti, insieme, una vera e propria costruzione digitale del manufatto, in cui le propedeuticità logiche e temporali non sono dissimili da quelle realizzative ed eventuali errori e omissioni diventano palesi prima della cantierizzazione e possono, di conseguenza, essere corretti o colmati.

Fig. 6. Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969) con Philip Johnson e Phyllis Lambert, New York 1955.

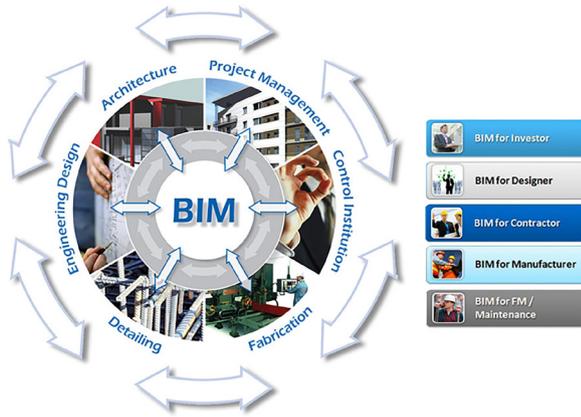


Un aspetto interessante del disegno digitale è che, diversamente da quello tradizionale, esso è in qualsiasi momento modificabile da parte di chiunque. Con il BIM tale aspetto diventa ancor più rilevante se si pensa che tutti i molti diversi attori (architetti, ingegneri strutturisti e impiantisti, *interior designer*, paesaggisti, costruttori, fornitori, esperti ecc.) intervengono, in momenti diversi, modificando e perfezionando il modello; quest'ultimo è *open-ended*, non è cioè mai davvero concluso fino al momento in cui si va in cantiere. Ma anche durante la costruzione dell'edificio continua a rendere possibile la correzione di eventuali errori, mentre il rilevamento tramite laser scanner delle fasi costruttive, che in opere importanti può avvenire anche quotidianamente, consente il suo progressivo adeguamento a ciò che viene costruito, portandolo gradualmente a coincidere con i cosiddetti "*as built*", i disegni che documentano l'edificio realizzato. Tale modello finale sarà successivamente utilizzato per il *facility management*, ovvero per la gestione e manutenzione dell'edificio nel tempo. Si osservi che tale processo è alquanto lontano da quell'autorialità con cui era – o ci s'immaginava che fosse – gestito il progetto in passato: il risultato viene piuttosto raggiunto per progressivi avvicinamenti e approssimazioni, una serie lunghissima di revisioni partecipate: un processo da una parte circolare, che ricorda da vicino il circolo ermeneutico, dall'altra ridondante, secondo un principio – quello appunto di ridondanza – diffuso nei software grafici (basta pensare a quanti modi diversi ci sono per ottenere il medesimo risultato). Per limitarci a una prima provvisoria conclusione, osserviamo che il principale obiettivo del BIM, oltre a consentire risparmi di tempo e di denaro, ci sembra la riduzione del *gap* fra progettazione e costruzione, avvicinando l'architettura alla sua natura di arte del fare. Non è poco.

Big Data e intelligenza artificiale

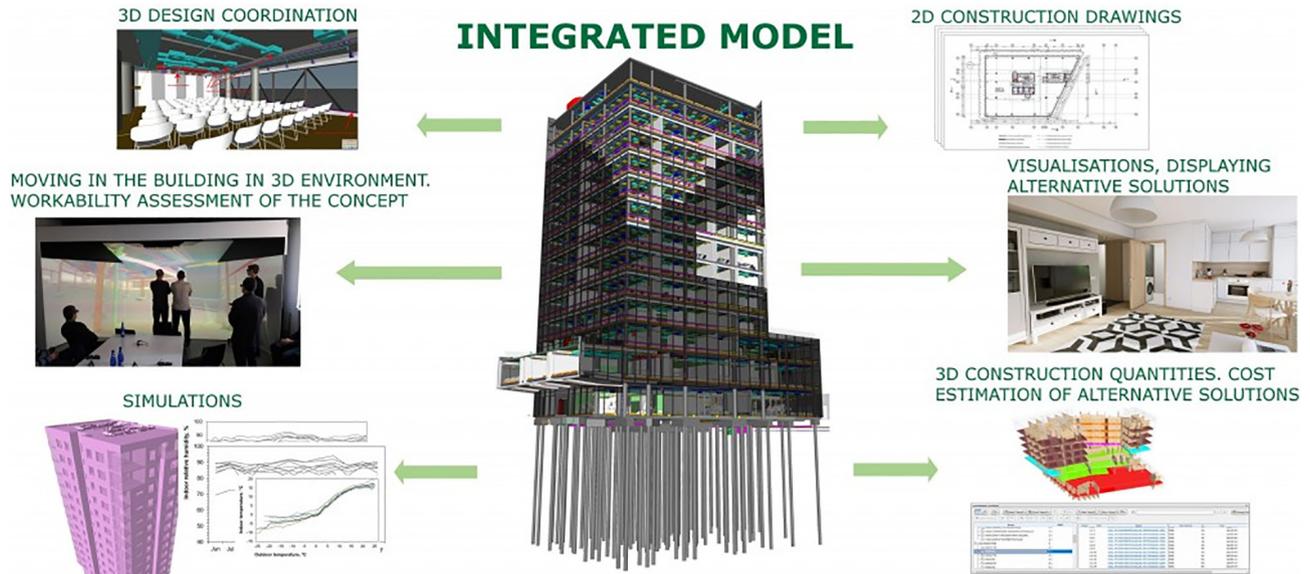
Big Data è una fortunata locuzione – utilizzata per la prima volta nel 1999 da Steve Bryson, David Kenwright, Michael Cox, David Ellsworth e Robert Haimes in un articolo pubblicato dal mensile americano *Communications of the ACM* [Bryson et al. 1999] che sintetizza un processo complesso: da una parte indica l'impressionante quantità di dati cui siamo esposti, dall'altra il sempre più impegnativo lavoro di analisi che siamo chiamati a fare. Alla base della questione sono il *crowdsourcing*, ciò che in sostanza ha determinato

Fig. 7. Le figure del BIM.



la sostituzione delle enciclopedie con *Wikipedia* (si pensi, per esempio, alla fine della pubblicazione dell'autorevole *Encyclopaedia Britannica*), e il cosiddetto *Internet of Things*, che con i suoi "oggetti connessi", contribuisce significativamente all'accumulo di tali flussi di dati. Anche l'architetto, che si accinge a disegnare un edificio, è esposto a dati numerosi, forse molto più numerosi di quelli controllabili se non di quelli effettivamente necessari. La loro gestione rende certamente più complesso il nostro compito. Di qui la delega ai *software*, in grado di raccogliere e analizzare al nostro posto. Si tratta di forme più o meno evolute di intelligenza artificiale, in un processo, ancora una volta, circolare di ottimizzazione progettuale. Imparare a utilizzare l'Intelligenza artificiale dal nostro punto di vista progettuale richiederà un certo tempo. Ma è indubitabile che essa stia entrando, in maniera massiccia quanto inavvertita, nella vita di tutti noi. *Facebook*, per esempio, è in grado di analizzare le foto e i testi che postiamo, orientando di conseguenza i messaggi pubblicitari a noi rivolti (e rendendo la raccolta di tali messaggi pubblicitari più remunerativa).

Fig. 8. La composizione del modello integrato nel BIM.



Oltre a essere il titolo – *AI, Artificial Intelligence* – di un film di Steven Spielberg realizzato nel 2001 a partire da un'idea di Stanley Kubrick, l'intelligenza artificiale è un insieme di tecnologie avanzate che consente ai computer – più in generale, alle macchine (si pensi a MBUX, il sistema appena commercializzato da Mercedes Benz basato sulla *user experience*) – di comprendere, apprendere e agire di conseguenza. Assieme alla robotica, è destinata a cambiare radicalmente gli scenari progettuali e costruttivi dell'architettura. Per fermarci ai primi, cioè a quelli progettuali, non possiamo non porci due domande simmetriche. Qual è il grado di creatività dell'intelligenza artificiale? Ovvero: che impatto può avere sul processo progettuale? Alcune risposte sono facilmente immaginabili: numerosi *software* ci aiutano già oggi a compiere operazioni di carattere progettuale. Non è difficile prevedere che l'architetto si occuperà sempre più della parte intuitiva e creativa del lavoro, quella legata alle scelte strategiche, mentre lo sviluppo del progetto, la parte attualmente spesso delegata ai collaboratori, sarà portata avanti da un *software*. Ma è anche facile pensare che, a mano a mano, si arriverà alla definizione di modalità sempre più efficaci: Google, IBM, Salesforce e altre aziende stanno lavorando a *software* in grado di ottimizzare l'interazione e l'utilizzo del prodotto con l'utente finale. *AutoDraw* di Google, per esempio, consente di trasformare facilmente schizzi approssimativi in disegni ben definiti. Non a caso, lo slogan che lo pubblicizza è: «il *tool* che trasforma gli scarabocchi in disegni». L'Intelligenza artificiale aiuta il processo, ma, almeno per adesso, non ruba il lavoro ai progettisti.

La crisi dell'autorialità

Abbiamo anticipato in apertura che, sullo sfondo dei ragionamenti su come cambia il disegno degli architetti, si sta profilando una ulteriore rivoluzione riguardante l'autorialità dello stesso disegno nonché del progetto. Arriveremo a progetti di architettura fatti a più/molte mani? Certamente sì, è già così da tempo. Per non allontanarci dal nostro campo, ricordiamo che non è difficile guardare, per esempio, a una città come a un'opera fatta a più mani; similmente, forme diverse di intelligenza creativa collettiva sono state espresse da scuole e movimenti artistici. Sarà così – o forse è già così – anche per una architettura, o almeno per una architettura di una certa complessità? L'intelligenza creativa e costruttiva di più menti, integrate dal supporto dell'intel-

Fig. 9. Il modello tridimensionale come generatore di informazioni del progetto.

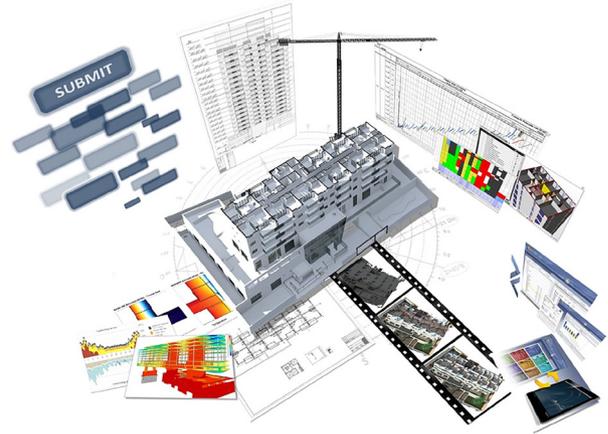


Fig. 10. L'esportazione delle informazioni negli specifici formati dei diversi software.

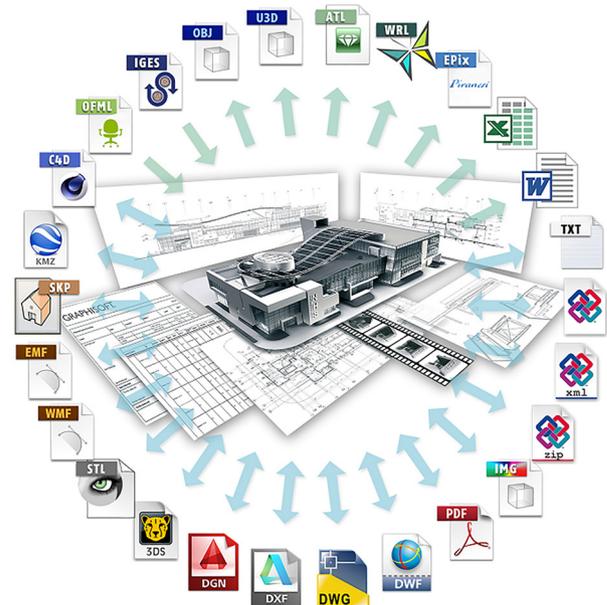
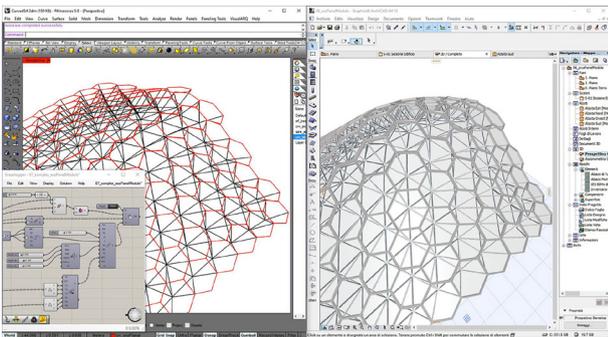


Fig. 11. Zaha Hadid Architects, cantiere del King Abdullah Petroleum Studies and Research Centre (2009-2017).

Fig. 12. Interfaccia grafica di Grasshopper.



ligenza artificiale, è davvero migliore di quella di un unico progettista?

Un interessante contributo di riflessione ci è offerto dal confronto fra due grandi progetti, relativamente recenti. Il primo, moderno, prodotto della creatività di Frank Lloyd Wright, mente senza dubbio autoriale *par excellence*: ci riferiamo a *The Illinois*, il celebre *Mile High Skyscraper*, il grattacielo alto un miglio disegnato dal maestro americano poco più di sessant'anni fa, precisamente nel 1957. Un progetto di straordinaria forza propositiva, rimasto irrealizzato anche perché troppo avanti per le tecniche costruttive del tempo. Il secondo, contemporaneo, anzi in corso di realizzazione: ci riferiamo alla Kingdom Tower a Jeddah, in Arabia Saudita. La somiglianza formale con il progetto di Wright è evidente. Ma chi può dirsi autore di un'opera così ambiziosa, destinata a superare i 1.000 m di altezza con l'obiettivo di conquistare il titolo di 'torre più alta del mondo'? Non è facile capirlo. In realtà si tratta di un folto gruppo di studi diversi, tutti molto noti, nei loro diversi settori, a livello internazionale: per citare solo i principali, Thornton Tomasetti per le strutture (un gigante con base a New York e una cinquantina di filiali sparse per il mondo); Environmental Systems Design per le tecnologie costruttive e l'acustica; Langan International per la geotecnica, il traffico e i parcheggi; Lee Herzog Consulting per gli accessi; SWA Group per il *landscape*; Rowan Williams Davies & Irwin per la resistenza ai venti; Rolf Jensen & Associates per la prevenzione degli incendi; AEGIS per la sicurezza; Fortune Consultants per i trasporti verticali; Lerch Bates per la gestione di materiali e rifiuti; Forcade Associates per la segnaletica; Fisher Marantz per l'illuminotecnica. Ci sono, naturalmente, anche gli architetti: si tratta di Adrian Smith + Gordon Gill Architecture, studio fondato nel 2006 a Chicago da un gruppo di ex partner di SOM (autori, fra l'altro, di alcune fra le torri più alte del mondo: dal Burj Khalifa a Dubai al Jin Mao a Shanghai). Siamo consapevoli di come non sia corretto paragonare un'idea di progetto, quello che oggi definiremmo un *concept*, sia pur emersa dalla straordinaria intelligenza di Wright, con un esecutivo attualmente in cantiere; siamo anche consapevoli di come l'idea architettonica che presiede alla realizzazione della Kingdom Tower sia probabilmente ascrivibile, almeno in larga misura, ad Adrian Smith. Ma riteniamo il confronto comunque molto istruttivo.

Mario Carpo, che nel suo *The Second Digital Turn* si occupa diffusamente della questione dell'intelligenza artificiale, cita due aneddoti in contraddizione fra loro: da

Fig. 13. Kohn Pedersen Fox Associates, Aeroporto Internazionale di Abu Dhabi, elaborazione del modello strutturale BIM.

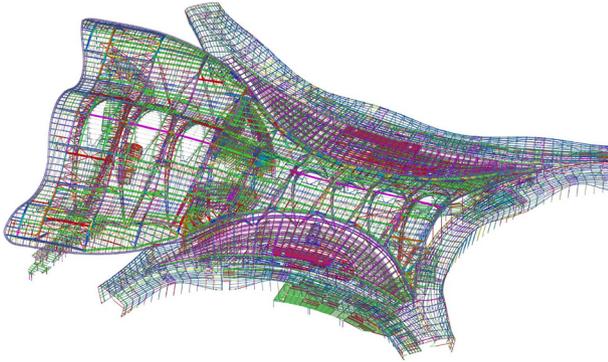


Fig. 14. Zaha Hadid Architects, Dongdaemun Design Plaza, Seoul 2007-2015, modello integrato BIM.

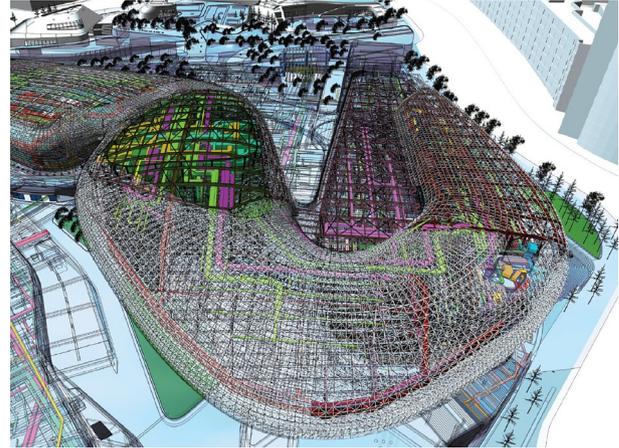


Fig. 15. Utilizzo del BIM per progetti impiantistici a scala urbana.



una parte la storiella del cammello che è «un cavallo disegnato da una commissione» [Carpo 2017], dando per scontato che un cammello sia più brutto di un cavallo e che la creatività di gruppo sia frutto di compromessi difficilmente in grado di produrre qualcosa di bello. Dall'altra il cosiddetto esperimento di Galton. Questi era un eclettico matematico e scienziato del periodo vittoriano imparentato con Charles Darwin che studiò un caso curioso: a una fiera di bestiame, la media delle stime a vista del peso di un bue era più vicina al peso reale della bestia di quanto lo fosse ciascuna stima individuale. Cosa emerge da tale esperimento? In primo luogo l'affermazione di una sorta di superiorità *ante litteram* del *crowdsourcing* (non dobbiamo tuttavia dimenticare che

si trattava sì di un gruppo numeroso, ma non generico, in quanto formato da esperti allevatori). L'esperimento, poi, ci lascia riflettere sulla dicotomia che tanto preoccupa i politologi contemporanei: da una parte la fiducia nella capacità media di individuazione dei problemi e delle loro possibili soluzioni da parte delle masse, per esempio quelle degli elettori nei sistemi democratici; dall'altra i positivi risultati raggiunti dalle tecnocratie, più o meno mascherate da democrazie, che sembrano funzionare così bene in alcuni Paesi del mondo).

Torniamo, per concludere, al tema dell'autorialità. Siamo di fronte a tre linee di pensiero: la prima considera semplicemente la digitalizzazione come qualcosa in grado di velocizzare il processo progettuale e di gestire più facilmente grandi quantità di dati, senza che questo vada a intaccare il ruolo creativo dell'architetto; la seconda prevede invece la graduale scomparsa del ruolo autoriale dell'architetto, che arretra di fronte a macchine sempre più intelligenti, con il conseguente, sostanziale anche se non facilmente prevedibile, ridimensionamento della sua creatività; la terza, ipotizzata da Lluís Ortega [Ortega 2017], delinea infi-

Fig. 16. Schema delle interazioni dell'intelligenza artificiale.

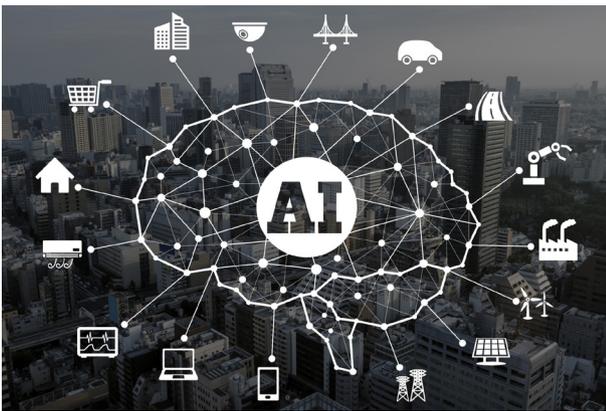


Fig. 17. Schema dei campi di interesse dell'intelligenza artificiale.

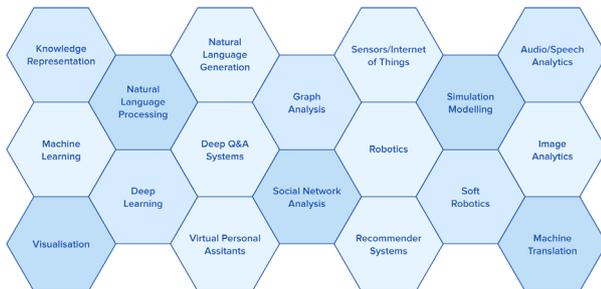
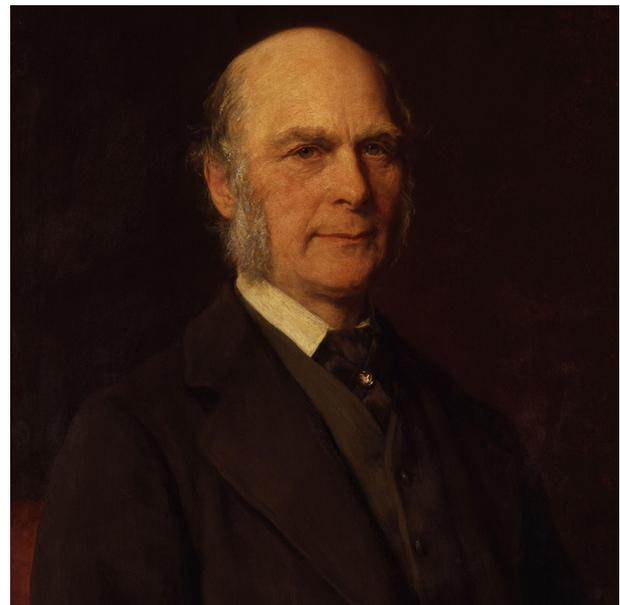


Fig. 18. Sir Francis Galton (1822-1911).



ne un ampliamento degli orizzonti progettuali, una sorta di "realtà aumentata" resa possibile dalla digitalizzazione, che non porterà all'esautoramento dell'architetto, quanto piuttosto a una crescita della sua consapevolezza, fino a elevarne il ruolo a quello di mediatore o negoziatore fra la sua personale creatività e quella collettiva derivante da forme diverse di *crowdsourcing* e intelligenza artificiale. Un *Total Designer* dunque, piuttosto che un *Automated Architect*: citando Artaud, «un manager della magia, un maestro di cerimonie sacre» [Artaud 1938].

Fig. 19. Fotoelaborazione di Frank Lloyd Wright (1867-1959) con il progetto per *The Illinois, The Mile High Skyscraper*.

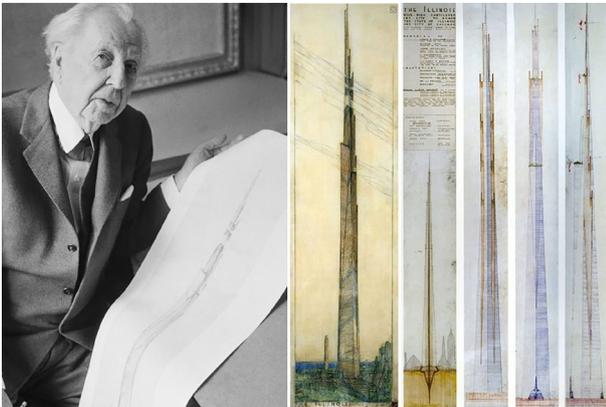
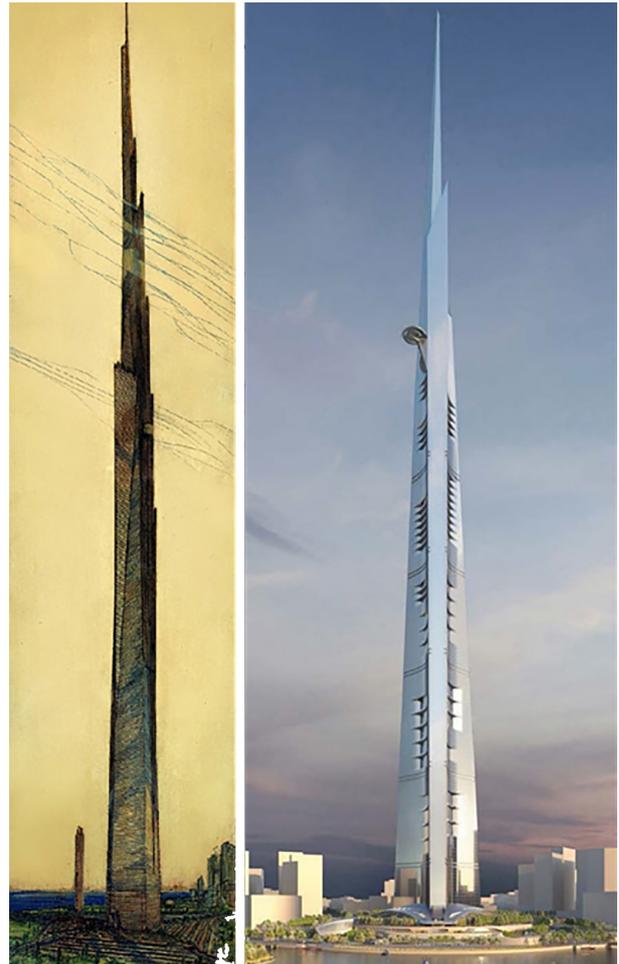


Fig. 20. Il cantiere della *Kingdon Tower* a Jeddah all'inizio del 2018.



Fig. 21. Il *Mile High Skyscraper* (a sinistra) e la *Kingdon Tower* a Jeddah (a destra).



Autore

Livio Sacchi, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi "G. D'Annunzio" Chieti-Pescara, livio.sacchi@unich.it

Riferimenti bibliografici

Artaud, A. (1938). *Le Théâtre et son double*. Paris: Gallimard.

Bryson, S. et al. (1999). Visually Exploring Gigabyte Data Sets in Real Time. In *Communications of the ACM*, 42, 8, pp. 82-90.

Carpo, M. (2017). *The Second Digital Turn. Design beyond Intelligence*. Cambridge (Mass.) and London: MIT Press.

Deleuze, G. (1993). *The Fold: Leibniz and the Baroque*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Eastman, C. et al. (2016). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Hoboken (N.J.): John Wiley & Sons [Ed. it. Milano: Hoepli 2016].

Mitchell, W.J. (1990). *The Logic of Architecture. Design, Computation and Cognition*. Cambridge (Mass.): MIT Press.

Ortega, L. (2017). *The Total Designer. Authorship in Architecture in the Postdigital Age*. Barcelona: Actar.

Schumacher, P. (2011). *The Autopoiesis of Architecture. A New Framework for Architecture*. Chichester: John Wiley & Sons.

Schumacher, P. (ed.). (2016). *Parametricism 2.0 - Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century*. Chichester: John Wiley & Sons.

Thompson, D'A. (1917). *On Growth and Form*. Cambridge: Cambridge University Press.

Il disegno di architettura nella *Escuela de Madrid* negli anni Sessanta del Novecento

Carlos Montes Serrano, Amparo Bernal López-Sanvicente, Jesús Luna Buendía

Abstract

L'articolo si propone di offrire una mostra del disegno di architettura degli architetti della cosiddetta "Escuela de Madrid" durante gli anni Sessanta del secolo passato. Nel corso di quel decennio un buon numero di architetti si distinse in quel che è stato definito "el organicismo de los años sesenta", con opere molto radicate nel sito e di grande qualità costruttiva, realizzate con l'impiego di materiali tradizionali.

L'articolo ha anche un'intenzione teorica. Di fronte al relativismo nei criteri con i quali valutare l'arte, si afferma che è possibile parlare di un "canone di eccellenza". Per tale motivo, si parte da una rigorosa selezione degli architetti più importanti di quel decennio, per poi valutarne i disegni in relazione alla loro maggiore o minore rilevanza, studiando i mezzi utilizzati per rappresentare l'architettura, e al maggiore o minore impatto in quegli anni.

Parole chiave: disegno di architettura, Spagna, 1960-1969.

Introduzione. Materiali per una storia del disegno

Benché siano state fatte negli ultimi decenni molte tesi dottorali dedicate ai principali architetti spagnoli del secolo passato, poche volte è stato affrontato uno studio concreto sul modo di rappresentare i loro progetti, sul tipo o lo stile del disegno utilizzato, sulle influenze pervenute dall'estero. Né sono stati elaborati studi più generali, in grado di individuare le caratteristiche o le tendenze grafiche comuni in qualche scuola o in qualche periodo di tempo. In particolare, rispetto ad esempio all'Italia, in Spagna non si dispone di un libro simile a quello curato dal professor Carlo Mezzetti, *Il disegno dell'architettura italiana nel XX secolo* [Mezzetti 2003]. Per colmare questa lacuna, la rivista *EGA. Expresión Gráfica Arquitectónica* ha iniziato a includere in ogni

numero un apparato finale intitolato *Aproximación histórica al dibujo de arquitectura en España en siglo XX*, nel quale si tratterà di quegli architetti che si sono distinti per la pratica del disegno in relazione al *pensamiento gráfico* e della loro opera architettonica. Ad oggi sono stati pubblicati quattro articoli, dedicati ad Antonio Palacios, José Luis Sert, Luis Moya Blanco e Luis Albert Ballestreros.

Il presente testo risponde allo stesso obiettivo, offrendo un campione significativo dei distinti usi del disegno, ai quali sono ricorsi alcuni architetti spagnoli residenti a Madrid durante gli anni Sessanta del secolo scorso. Si tratta di un'epoca particolarmente importante in Spagna: sono gli ultimi anni del regime di Franco;

vi è un grande progresso tecnologico; si registra una decisa apertura all'esterno, importando molte idee e valori estranei al nostro paese; si produce uno sviluppo economico senza precedenti, che faciliterà la transizione pacifica verso la democrazia nel decennio seguente e l'integrazione nell'Unione Europea ecc. In architettura si segnala un gruppo di architetti che iniziano ad avere una proiezione internazionale, con la pubblicazione delle loro opere nelle riviste straniere.

Alcuni criteri per la selezione dei disegni

Il criterio principale per trattare del disegno in quegli anni è quello della "rilevanza". La maggior parte degli architetti della generazione del dopoguerra furono grandi disegnatori, per effetto dei piani di studio delle due scuole di architettura che esistevano allora in Spagna, quella di Madrid e quella di Barcellona. Tuttavia, una narrazione storica esige innanzitutto di selezionare l'opera grafica di quegli architetti che più si affermarono per le loro realizzazioni, perché grazie all'interesse e alla qualità dei progetti la loro produzione grafica fu diffusa attraverso riviste e libri.

Per questo, per fare tale selezione, è imprescindibile ricorrere alle fonti bibliografiche. Benché la storiografia dell'architettura spagnola di quegli anni sia molto povera (vi erano pochissime pubblicazioni di architettura e i libri più diffusi erano di case editrici straniere), si può contare comunque su alcune collezioni di riviste: *Arquitectura*, fondata nel 1916 dagli architetti del Collegio di Madrid; *Cuadernos de Arquitectura*, fondata nel 1944 da quelli del Collegio di Barcellona; *Hogar y Arquitectura* (1955-1977), pubblicata dal Ministerio de la Vivienda, e *Nueva Forma* (1966-1975), rivista indipendente di alto livello critico, per quanto di vita effimera.

In queste riviste si trova molta informazione sull'opera degli architetti più affermati, sebbene la maggior parte sia limitata agli architetti di Madrid e di Barcellona perché, oltre alla loro vicinanza ai comitati editoriali delle riviste, sono quelli che ricevono i maggiori incarichi di opere pubbliche o da committenti privati [Montes 2017, pp. 170-179].

In questo articolo centreremo l'attenzione su quella che è stata denominata *Escuela de Madrid*, termine coniato dall'architetto Juan Daniel Fullaondo [Fullaondo 1968, pp. 11-23] – uno degli scrittori più perspicaci del momento – in contrapposizione con quello di *Escuela de Barcelona*, introdotto da

Oriol Bohigas [Bohigas 1968, pp. 24-30], nel suo tentativo di identificare due maniere ben differenziate di esercitare la pratica del progetto di architettura.

Tra le tendenze architettoniche del periodo predomina uno stile che suole essere denominato l'organicismo moderno della *Escuela de Madrid* che segue le idee di Bruno Zevi sull'onestà dei materiali e cerca le fonti di ispirazione nelle opere di Wright, Alvar Aalto e altri architetti nordici [Ruiz 2001, pp. 43-52]. Una seconda tendenza deriva del razionalismo e dalla moderna tecnologia; il suo principale modello è l'architettura di Mies van der Rohe e conduce alla realizzazione, in Spagna, di alcune opere singolari. Infine, nella seconda metà del decennio, si registra una crescente influenza del *Brutalism*, con opere di forte espressività formale, raggiunta con il calcestruzzo armato [Capitel 1986, pp. 23-28].

Da tutto ciò si deduce che le correnti architettoniche che si formarono in Spagna giunsero con quasi un decennio di ritardo rispetto ai paesi più avanzati del nostro intorno. Si adegua bene ai parametri sociologici del periodo il fatto che quelle che sono state individuate come le costanti culturali degli anni Sessanta in Europa vengono introdotte e divulgate nel nostro paese con un certo ritardo, tra 1966 e 1975, ossia negli anni finali della dittatura.

Grazie alla ricerca che abbiamo realizzato sulle riviste di architettura degli anni Sessanta [Bernal 2011], siamo riusciti a individuare, con una certa garanzia di obiettività, quali furono gli architetti che raggiunsero un maggior rilievo in quel decennio grazie alla pubblicazione dei loro progetti, molti redatti in occasione di concorsi. Cosa che abbiamo potuto costatare e precisare con le monografie pubblicate a partire dagli anni Ottanta del secolo passato, durante i quali si registrano l'auge e il consolidamento delle case editrici di architettura in Spagna.

Si tratta di figure ben note nell'ambito dell'architettura spagnola, che in alcuni casi si erano affermate già a partire dagli anni Cinquanta, mentre in altri irrompono con forza nel panorama nazionale nel periodo preso in esame. In una selezione esigente, probabilmente vi sarebbe un ampio consenso nel considerare che questi architetti dovrebbero figurare in qualsiasi elenco: Francisco de Asís Cabrero, Alejandro de la Sota, Francisco Javier Sáenz de Oiza, José Antonio Corrales, Ramón Vázquez Molezún, Fernando Higueras, Antonio Fernández Alba, José María García de Paredes, Javier Carvajal, Julio Cano Lasso e Rafael Moneo. Come si verifica nell'applicare qualsiasi canone di eccellenza, il dubbio è se, insieme ai

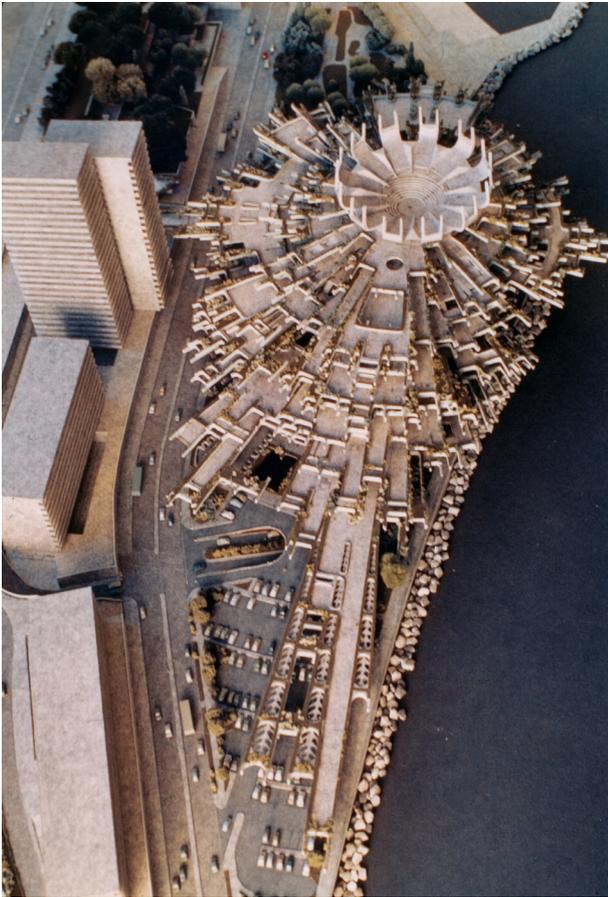


Fig. 1. Fernando Higuera, Maquette per il Centro civico di Montecarlo, 1969. Biblioteca della Escuela de Arquitectura de Valladolid.

precedenti, sarebbe stato opportuno includere qualche altro architetto [Montes 2010, pp. 44-51].

Lo spazio limitato di cui disponiamo per quest'articolo non consente di analizzare l'opera grafica di tutti loro, pertanto abbiamo deciso di commentare solo un disegno di ognuno. Nell'insieme, quelli selezionati, costituiscono un campione molto completo dei sistemi di rappresentazione più abituali dell'architetto: schizzi a

mano libera, piante e prospetti di edifici, plastici, dettagli costruttivi e qualche prospettiva. Includiamo solo un'assonometria perché, fino agli anni Settanta, gli architetti spagnoli utilizzarono appena questo metodo di rappresentazione, sebbene Juan Daniel Fullaondo (sempre attento al panorama internazionale) iniziò a impiegarla alla fine del decennio, forse per influenza di James Stirling o dei New York Five Architects.

Dobbiamo precisare, altresì, perché in questa selezione abbiamo inserito due foto di *maquettes*. In Spagna, gli anni Sessanta furono il decennio dei grandi concorsi di architettura e, in questo contesto competitivo, i plastici, o le loro fotografie, quasi sostituirono le prospettive come sistema di visualizzazione del progetto, tanto nei concorsi come nelle successive pubblicazioni nelle riviste [Bergera 2016, pp. 8-27]. Le fotografie dei modelli plastici svolsero così un ruolo simile a quello dei recenti *render* o *infografie*, soffrirono persino lo stesso processo di virtuosismo e di eccessi, del quale sono una prova le sofisticate *maquettes* di Fernando Higuera già alla fine del decennio: canto del cigno di una pratica che decadrà negli anni Settanta (fig. 1).

Dieci architetti, otto disegni e due *maquette*

Francisco de Asís Cabrero (1912-1995) si fece conoscere nel 1949, vincendo il concorso per l'edificio dei Sindacati di Madrid: un fabbricato che si allontanava dagli stili storicistici ispirati a El Escorial, per cercare nuove referenze nell'architettura di Adalberto Libera e Giuseppe Terragni che aveva potuto visitare alcuni anni prima. Negli anni Sessanta costruì alcuni edifici ispirati all'architettura di vetro, acciaio e laterizio di Mies van der Rohe, tra i quali si distingueva il *pabellón de Cristal* della casa de Campo a Madrid (1964). Poco prima aveva realizzato, sempre a Madrid (1962), la sua casa e studio: opera singolare nella quale Cabrero coniuga distinti materiali (calcestruzzo, laterizio, acciaio, alluminio, legno ecc.), riuscendo a rendere compatibili il confort degli spazi interni con una pretesa leggerezza e trasparenza verso l'esterno. Dal relativo progetto abbiamo selezionato quest'assonometria, nella quale Cabrero espone in maniera magistrale la soluzione adottata (fig. 2). Il disegno, pur essendo di carattere tecnico, è stato molto riprodotto nelle pubblicazioni di architettura spagnola, come una prova dell'interesse degli architetti iberici ad

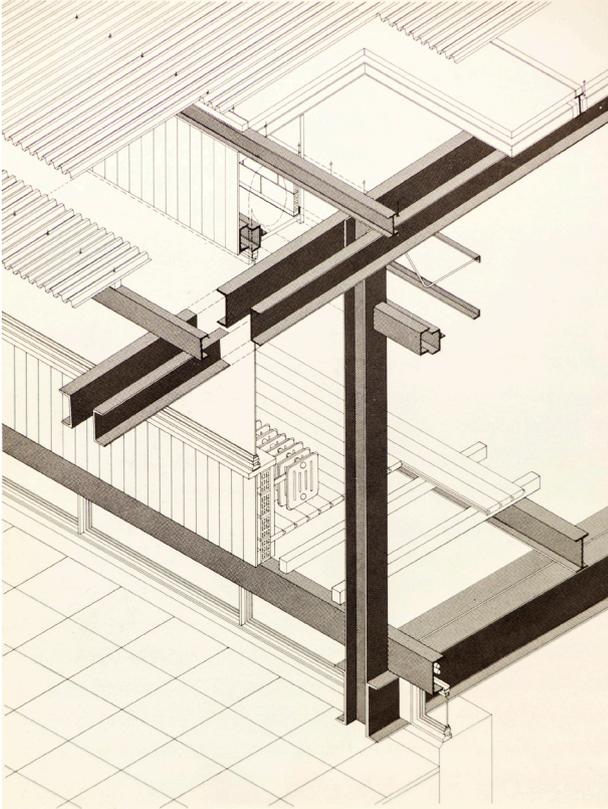


Fig. 2. Francisco Cabrero, casa a Puerto de Hierro, Madrid, ca. 1962 [Climent 1979, p. 110].

adottare sistemi costruttivi derivati dalle correnti estetiche dominanti negli Stati Uniti.

Alejandro de la Sota (1913-1996) fu un magnifico disegnatore e utilizzò le tecniche più varie. Come la sua architettura, anche il linguaggio grafico da lui impiegato ebbe un'evoluzione durante la sua traiettoria professionale. Dai primi appunti dal vero o di progetto, nei quali si apprezza il dominio delle tecniche più tradizionali, si arriva ai bozzetti più tardivi e minimalisti. Questo piccolo bozzetto della sezione del *Gimnasio del colegio Maravillas* di Madrid è, senza alcun dubbio, il disegno spagnolo di architettura più riprodotto in libri e riviste (fig. 3). Si tratta di uno

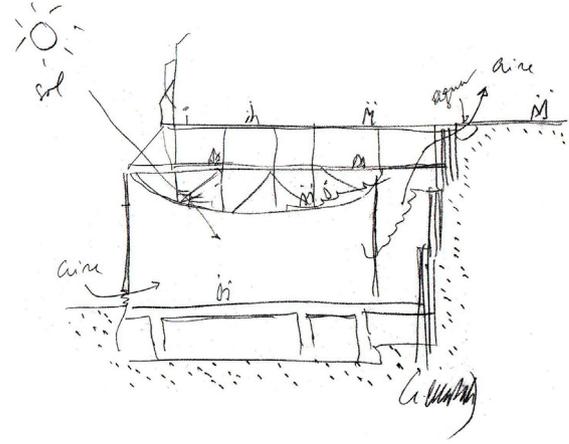


Fig. 3. Alejandro de la Sota, Gimnasio del colegio Maravillas, Madrid, ca. 1962 [De Llano 1994, p. 106].

schizzo a mano libera e a penna, nel quale de la Sota sintetizza il meglio del suo progetto, perché è evidente che l'idea portante del *Gimnasio Maravillas* è in quell'intelligente uso delle superfici curve e invertite, qualcosa che si può spiegare solamente con la sezione verticale. Così, possiamo apprezzare nel disegno, oltre alla soluzione strutturale, l'illuminazione, la ventilazione incrociata, la ripida gradinata del pubblico e i tre livelli di uso previsti: il patio di gioco in copertura, le aule gradonate nella superficie curva e la palestra.

Per molti architetti l'edificio *torres Blancas* di Madrid (1961-1969) è la migliore opera di architettura spagnola di quel decennio. Il suo autore fu Francisco Javier Sáenz de Oiza (1918-2000), titolare della cattedra di *Proyectos* nella *Escuela de Arquitectura* di Madrid e, pertanto, maestro di un'intera generazione di professori della stessa *Escuela*, a partire dall'ultimo quarto di secolo. Del progetto si conservano decine di schizzi e varianti della pianta, che mostrano una grande influenza dell'architettura organica di Frank Lloyd Wright. Di fatto, Oiza era solito riferirsi a quest'edificio come a un albero con diversi tronchi che crescono, o come a un giardino verticale. Tra le centinaia di disegni del progetto abbiamo scelto questa pianta definitiva di un piano interrato (fig. 4), nella quale si possono apprezza-

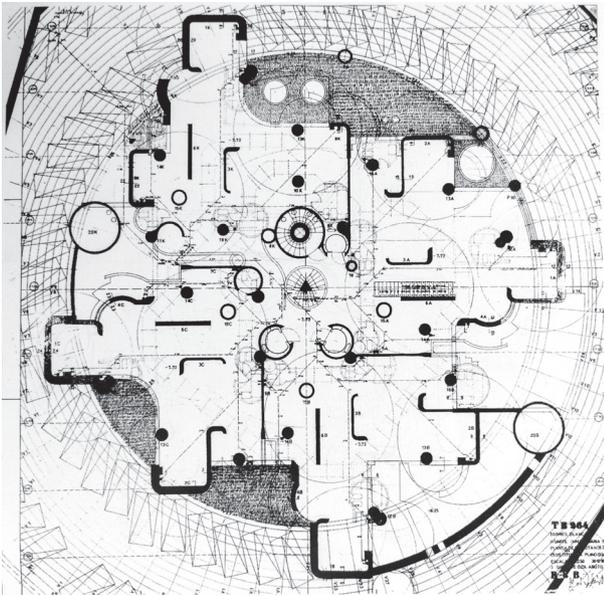


Fig. 4. Francisco Javier Sáenz de Oiza, Torres Blancas, Madrid, 1964 [Alberdi, Sanz Guerra 1996, p. 125].

re la precisione tecnica del progetto, il formalismo nella soluzione dell'edificio, la sua complessità strutturale e l'organicismo stilistico degli architetti di quel decennio. Julio Cano Lasso (1920-1996) fece parte della corrente organicista che meglio definisce la *Escuela di Madrid*. Disegnava con grande facilità e divennero noti molti dei suoi disegni di città nel paesaggio (Madrid, Cuenca, Toledo, Salamanca...), che raccolse in un libro con questo titolo. Fu un architetto sensibile, attento ai dettagli e con un superbo impiego del laterizio, con il quale riusciva a inserire la sua architettura nell'intorno naturale. Di quegli anni abbiamo scelto la sua proposta per il concorso per un *parador de turismo* nel castello della città di Cuenca, che ebbe il primo premio (fig. 5). Il disegno mostra l'inserimento del progetto in uno scorcio di grande bellezza e accidentata orografia. La tecnica impiegata è quella del lapis di grafite, con la quale ottiene differenti gradazioni e una "morbidezza" nel disegno molto in linea con la tipologia che il Ministero



Fig. 5. Julio Cano Lasso, Concorso per un parador de turismo a Cuenca, ca. 1968 [Capitel et al. 1991, p. 83].

desiderava per i suoi *paradores de turismo*. Come Cano Lasso lasciò scritto, dopo la realizzazione del progetto fu evidente che le esigenze funzionali del programma alberghiero erano eccessive, per cui il volume sarebbe risultato molto aggressivo in un intorno conformato da un contesto di caseggiati modesti e tradizionali. José Antonio Corrales (1921-2010) e Ramón Vázquez Molezún (1922-1993) misero lo studio insieme nel 1952, al rientro di quest'ultimo da una permanenza di due anni in Italia come *pensionado* della Accademia Spagnola di Belle Arti di Roma. Ottennero il riconoscimento nazionale con il *pabellón Español* nella Esposizione Universale di Bruxelles del 1958. Vi sono alcuni tratti distintivi in questo e in altri loro progetti, come la soluzione strutturale e costruttiva, gli elementi leggeri, l'adattamento al terreno, la chiarezza nel tracciato delle piante e delle sezioni nonché una rilevanza della copertura che unifica tutto il programma funzionale. Abbiamo scelto il piano delle coperture della *casa Huarte* a Madrid (1966), perché possiede alcune di queste caratteristiche e perché probabilmente è l'edificio più divulgato tra quelli realizzati in quegli anni (fig. 6). Si tratta di un'opera elegante, atemporale e sobria nell'impiego dei materiali. In questo disegno l'importanza delle coperture risalta attraverso le ombre e si apprezza la preferenza dei due architetti nel lavorare con forti pendenze, al fine di unificare i distinti volumi del progetto, una volta che sono

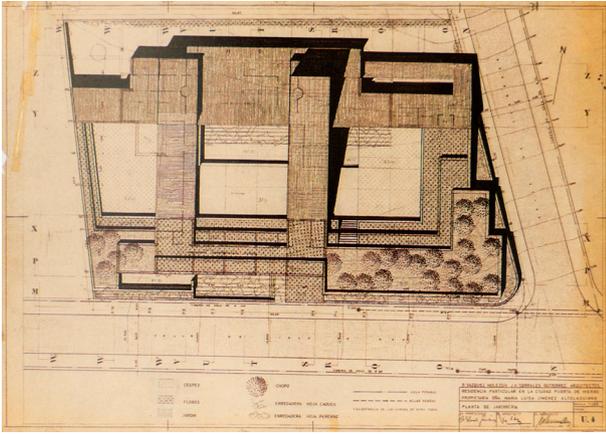


Fig. 6. José Antonio Corrales e Ramón Vázquez Molezún, casa Huarte, Madrid, ca. 1966 [AA.VV. 1992, p. 116].

riusciti a dotare di una maggiore intimità i patii interiori. José María García de Paredes (1924-1990) ottenne il titolo di architetto nel 1950. Visse a Roma tra 1956 e 1958, dopo avere vinto l'anno prima la borsa di studio dell'Accademia di Spagna, potendo viaggiare da lì ai paesi scandinavi per conoscere la loro architettura. Nel 1960 si presentò al concorso per una parrocchia a Cuenca, con un progetto che per la sua radicalità non ottenne nessun premio. Si trattava di uno spazio uniforme e isotropo, formato da un reticolo di sottili pilastri metallici. Per esporre meglio la sua proposta costruì una *maquette* molto astratta, della quale abbiamo selezionato una delle fotografie realizzate dallo stesso architetto (fig. 7). L'immagine, benché sia la foto di un plastico, tenta di rendere l'idea di una pianta, nella quale sono state esagerate le ombre portate, ottenendo così una composizione grafica molto simile a quella del celebre disegno con il quale Jørn Utzon spiega la sua idea per la piattaforma dell'Opera di Sydney. Tale immagine si colloca pertanto nello spazio di frontiera che condividono il disegno e la fotografia di *maquettes*; effetto raggiunto mediante un processo di astrazione formale che, evitando la finalità documentaria della fotografia, intende potenziare le qualità proprie del disegno di architettura [Bernal 2017, p. 642].

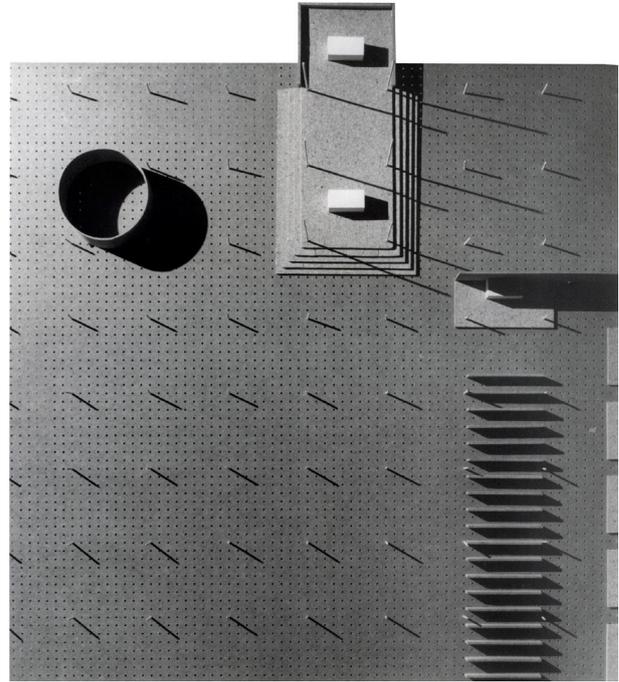


Fig. 7. José María García de Paredes, Concorso per una chiesa a Cuenca, 1960 [Bergera et al. 2016, p. 134].

Javier Carvajal (1926-2013) si laureò nel 1953, conseguendo l'anno seguente la borsa di studio dell'Accademia di Spagna, che gli consentì di ampliare gli studi e realizzare alcuni progetti a Roma tra 1955 e 1957. Al suo rientro coniugò la docenza con l'esercizio della professione, ottenendo la cattedra di *Proyectos* a Madrid, nel 1965. Raggiunse rapidamente un riconoscimento internazionale con il *pabellón Español* della Fiera Mondiale di New York, che nel 1964 ebbe il premio alla migliore opera straniera della Fiera. È difficile inquadrare l'opera di Carvajal in uno stile determinato, per quanto essa possieda un senso scultoreo e un'eleganza formale tali che potrebbe paragonarsi ad alcuni edifici di Leslie Martin o di Denys Lasdun. Carvajal possedeva il dono speciale di pensare in tre dimensioni e di progettare qualsiasi spazio con rapidità, precisio-



Fig. 8. Javier Carvajal, casa Carvajal, Madrid, 1964 [Fernández-Isla 1996, p. 46].

ne e senza perdere la visione dell'insieme, le caratteristiche metriche o la scala dell'edificio. La pianta che abbiamo scelto è relativa alla sua casa d'abitazione, a Madrid (fig. 8). Osservando quest'immagine possiamo vedere l'architetto al suo tavolo da disegno, risolvendo la distribuzione funzionale della pianta, organizzando e concatenando spazi, mentre va cesellando i suoi volumi. La pianta dell'edificio sembra crescere da un nucleo centrale, come se fosse un organismo che si va adattando e colonizzando il lotto su cui sorge, per dar luogo a una composizione grafica che ricorda quelle del pittore spagnolo Pablo Palazuelo.

Antonio Fernández Alba (1927) fu una delle figure più note degli anni Sessanta grazie alle sue costruzioni, ai suoi scritti di teoria dell'architettura e al suo impegno didattico come professore di *Proyectos* nella *Escuela de Madrid*. Va inoltre sottolineato che fu un eccellente disegnatore, capace di impiegare con scioltezza sia lo schizzo a mano libera con lapis sia altre forme di rappresentazione, come le *maquettes* o la manipolazione fotografica. Sempre attento al panorama internazionale, è possibile individuare nei suoi progetti di quegli anni l'influenza di Alvar Aalto. I disegni del concorso per l'O-

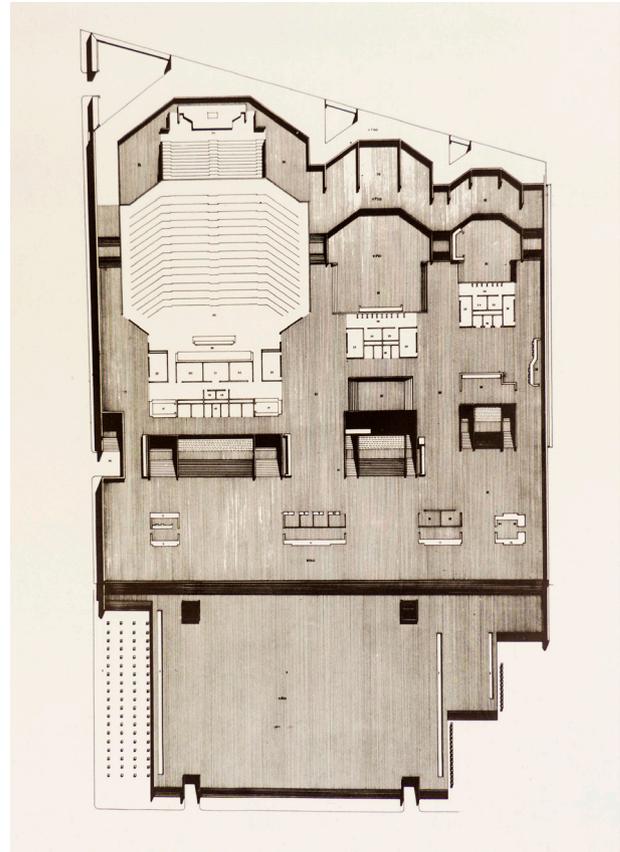


Fig. 9. Antonio Fernández Alba, Concorso per il palazzo dei Congressi di Madrid, 1965 [Uría et al. 1981, p. 92].

pera di Sydney di Jørn Utzon gli dovettero fare notevole impressione, perché adatterà la maniera di disegnare dell'architetto danese in varie sue proposte per concorsi, come per il *palacio de Congresos* di Madrid (fig. 9). Con le ombre portate e una leggera campitura, Fernández Alba riesce a fare risaltare il rilievo della grande piattaforma del complesso, così come la distinzione funzionale degli spazi: la zona bassa di accesso, la salita, l'incontro con le sale di congressi ecc.

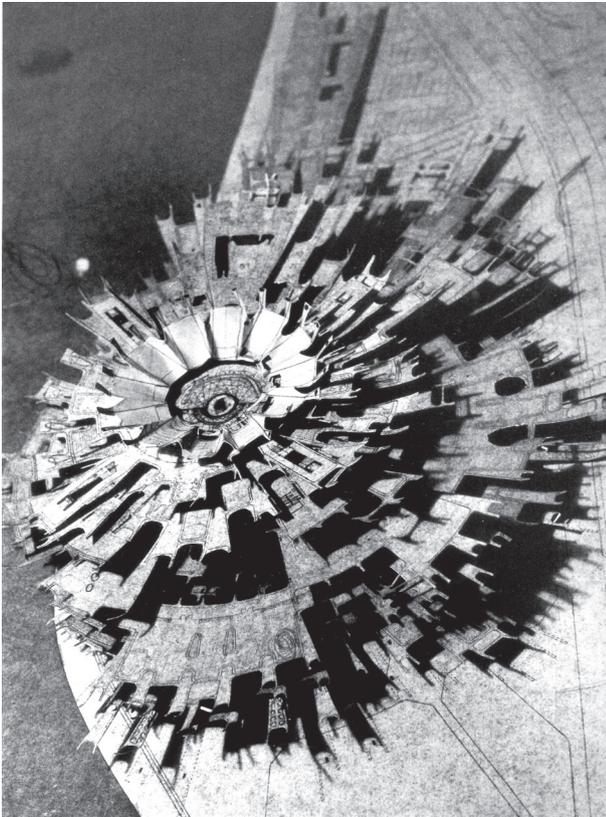


Fig. 10. Fernando Higuera, Concorso per un Centro civico a Montecarlo, 1969 [Bergera et al. 2016, p. 195].

Fernando Higuera (1930-2008) fu uno degli architetti più creativi di quegli anni. Un astro fugace che brillò con inusitata forza in quel decennio per andare spengendosi e quasi sparire in quello seguente. Nelle sue opere, sempre esagerate nel loro espressionismo scultoreo, si uniscono diverse fonti di ispirazione. In primo luogo il suo interesse per la geometria; poi un'audace applicazione di soluzioni costruttive e strutturali; infine una predilezione per le forme degli organismi naturali. Nella sua carriera si distinguono tre progetti: la sua proposta al concorso per la nuova Opera di Madrid

(1964), il progetto per il *centro de Restauraciones Artísticas*, sempre a Madrid (1965) e quello per il concorso di un Centro Polivalente a Montecarlo (1969). Per mettere in luce la sua straripante creatività, abbiamo selezionato una fotografia di una prima *maquette* per Montecarlo (fig. 10), perché oltre a essere realmente spettacolare, mostra chiaramente quell'ideale organicista e biomorfico al quale ci siamo riferiti. Se guardiamo però con attenzione, il modello fotografato è costituito da un insieme di disegni su cartoline delle distinte piante, sovrapposti in maniera tale da dare l'impressione di essere una *maquette* tradizionale. Se García de Paredes utilizzava la fotografia della *maquette* per simulare una pianta, Higuera fotografa quest'insieme di disegni per alludere a un modello tridimensionale.

Rafael Moneo (1937) studiò architettura a Madrid, ottenendo il titolo nel 1962. Con grande visione del futuro, dedicò gli anni seguenti a completare la sua formazione, collaborando con vari professionisti e fruendo di una lunga permanenza a Roma, tra 1962 e 1965, grazie a una borsa di studio dell'Accademia di Spagna. Benché abbia costruito poco nella seconda metà degli anni Sessanta, vi sono alcune proposte per concorsi che si distinguono per la chiarezza delle idee e la bellezza dei suoi disegni, qualcosa che sarà presente nei suoi grandi incarichi del decennio successivo. Tra questi abbiamo scelto quello per il concorso per l'Opera di Madrid (fig. 11). Come si può osservare il progetto si relaziona tanto con l'organicismo della *Escuela de Madrid* che con certe architetture del *brutalism* di quel decennio. Interessa segnalare lo stile grafico, con l'uso del lapis di grafite di mina tenera e la scioltezza nel tratto, che gli permettono di ricreare i chiaroscuri e le texture dell'edificio. Si tratta di una tecnica molto popolare negli anni Trenta, nella quale gli architetti espressionisti tedeschi, come Hans Poelzig o Dominikus Böhm, riuscirono a essere maestri consumati. Dopo la guerra, Gottfried Böhm continuò impiegando nei suoi progetti la stessa tecnica del lapis che era solito utilizzare suo padre, come mostrano i suoi disegni per il concorso della chiesa del Pellegrinaggio a Neviges, Germania (1963). Non sappiamo se Moneo, sempre attento all'architettura del momento, ebbe modo di conoscere allora questi disegni, all'epoca molto pubblicati; in caso contrario, ci indicherebbe la fine sensibilità del giovane Rafael Moneo, in perfetta sintonia con le correnti architettoniche del momento.

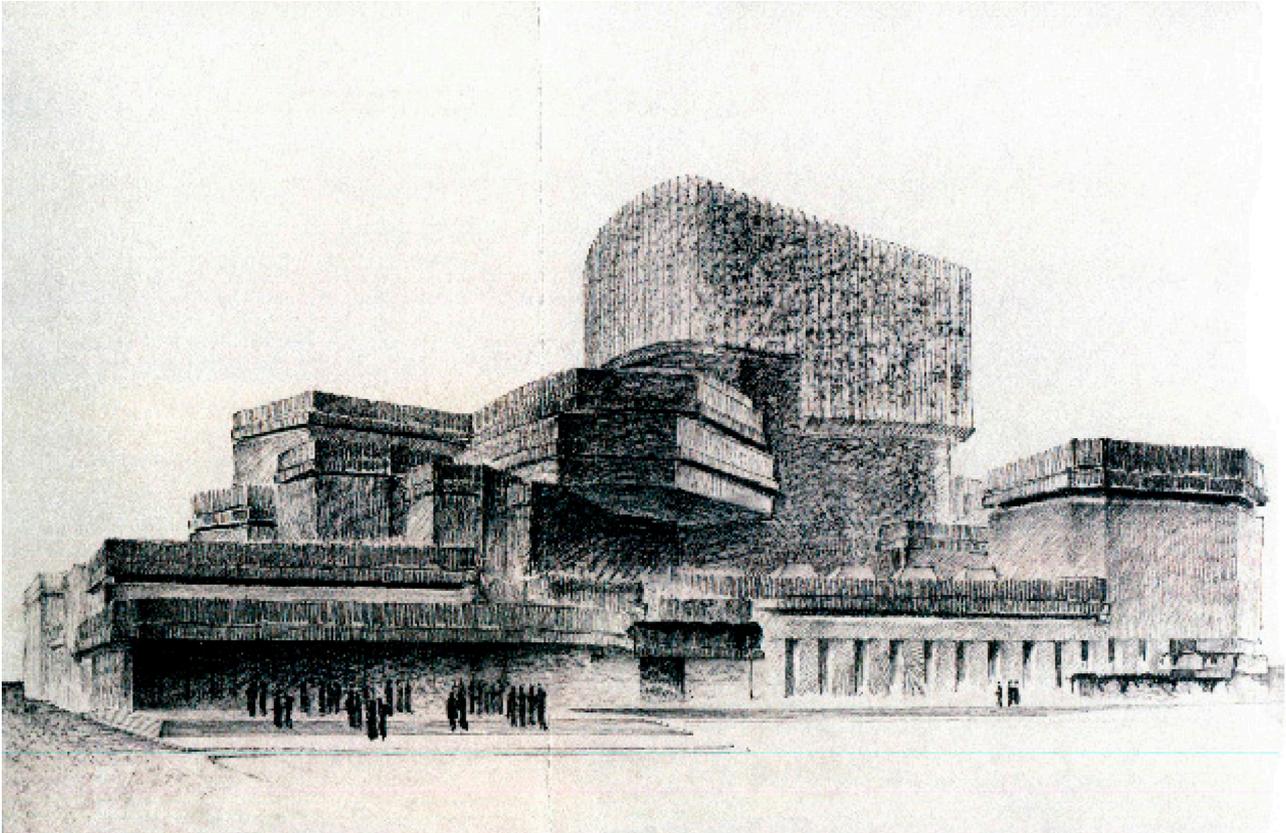


Fig. 11. Rafael Moneo, Concorso per la nuova Opera di Madrid, 1964 [González de Canales et al. 2017, p. 155].

Autori

Carlos Montes Serrano, Departamento de Urbanismo y Representación, Universidad de Valladolid, montes@arqu.uva.es
 Amparo Bernal López-Sanvicente, Departamento de Expresión Gráfica, University of Burgos, amberlop@ubu.es
 Jesús Luna Buendía, Departamento de Urbanismo y Representación, Universidad de Valladolid, jesusunabuendia@gmail.com

Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (1992). *Corrales y Molezún*. Madrid: Consejo Superior de Arquitectos.
- Alberdi, R., Sanz Guerra, J. (1996). *Francisco Javier Sáenz de Oiza*. Madrid: Pronaos.
- Bergera, I. et al. (2016). *Cámara y modelo. Fotografías de maquetas de arquitectura en España, 1925-1970*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Bernal López-Sanvicente, A. (2017). Fotografía de maquetas en la representación icónica del proyecto. In A. Di Luggo et al. (a cura di). *Territori e Frontiere della Rappresentazione. Atti del 39° Convegno internazionale dei Docenti delle discipline della Rappresentazione, UID 2017*, Napoli, 14, 15, 16 settembre, pp. 641-646. Roma: Gangemi editore.
- Bernal López-Sanvicente, A. (2011). *Las revistas Arquitectura y Cuadernos de Arquitectura*. Tesis de Doctorado en Arquitectura. Universidad de Valladolid.
- Bohigas, O. (1968). Una posible Escuela de Barcelona. In *Arquitectura*, n. 118, pp. 24-30.
- Capitel, A. (1986). *Arquitectura española años 50-años 80*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas.
- Capitel, A. et al. (1991). *Julio Cano Lasso*. Madrid: Consejo Superior de Arquitectos.
- Climent, J. (1979). *Francisco Cabrero*. Madrid: Xarait.
- De Llano, P. (1994). *Alejandro de la Sota*. Pontevedra: Diputación de Pontevedra.
- Fernández-Isla, J.M. (1996). *Javier Carvajal*. Madrid: Fundación Cultural COAM.
- Fullaondo, J.D. (1968). La Escuela de Madrid. In *Arquitectura*, n. 118, pp. 11-23.
- González de Canales, F. et al. (2017). *Rafael Moneo. Una reflexión teórica desde la profesión*. Madrid: Museo Thyssen-Bornemisza.
- Mezzetti, C. (a cura di). (2003). *Il Disegno dell'architettura italiana nel XX secolo*. Roma: Edizioni Kappa.
- Montes Serrano, C. (2010). Un posible canon de los dibujos de arquitectura de la modernidad. In *EGA. Expresión Gráfica Arquitectónica*, n. 16, pp. 44-51.
- Mendoza Rodríguez, I., Álvaro Tordesillas, A., Montes Serrano, C. (2017). El dibujo de arquitectura en los años cuarenta en España: un estudio a partir de la Revista Nacional de Arquitectura. In *EGA. Expresión Gráfica Arquitectónica*, n. 29, pp. 170-179.
- Ruiz Cabrero, G. (2001). *El Moderno en España: Arquitectura 1948-2000*. Sevilla: Tanais Ediciones.
- Uría, L. et al. (1981). *Antonio Fernández Alba*. Madrid: Xarait.

Parlare agli occhi con il disegno. Rappresentazioni di progetto nelle riviste a metà Ottocento

Roberta Spallone

Abstract

Le riviste di architettura, nate negli ultimi anni del Settecento, si affermano dagli anni Quaranta dell'Ottocento in Germania, Inghilterra e Francia come medium privilegiato della diffusione del dibattito e dell'attualità architettonica. Favorite dai continui miglioramenti delle tecniche di stampa, le rappresentazioni di progetto aumentano e si integrano in maniera sempre più organica con i testi, rispecchiando le istanze di un ambito in cui si vanno definendo le distinte professionalità di ingegneri e architetti. Nuovi tipi architettonici, nuovi materiali, nuove tecniche costruttive vengono divulgati e trasmessi attraverso disegni che, nelle differenti aree geografiche, assumono caratteristiche particolari, legate alla cultura artistica, al dibattito architettonico, alle modalità di rappresentazione sviluppate nelle scuole di indirizzo illuminista e proposte nella trattatistica coeva.

Parole chiave: architettura, disegno, progetto, riviste, tecniche di stampa.

Introduzione

«Il faut parler aux yeux par le dessin» afferma César Daly nel 1864 sulle pagine della *Revue générale d'architecture* [Saboya 2001, p. 73]. Dagli anni Quaranta dell'Ottocento, in Germania, Inghilterra e Francia le riviste di architettura conoscono uno sviluppo considerevole. La rivista come forma aperta alla pluralità dei dibattiti e delle esperienze, agente di diffusione di categorie e modelli nelle scuole, mezzo di trasmissione rapida e aggiornata del sapere professionale diviene, in tale periodo, il polo principale del flusso delle rappresentazioni.

L'essenziale intreccio tra testo e figure si evolve in un'acquisizione di importanza e di spazio da parte di queste ultime, favorita da nuove tecniche di riproduzione, anche a colori, con costi e tempi contenuti, dall'adozione di formati via via più grandi, dalla possibilità di intercalare le immagini allo scritto.

L'ascesa della rivista per la trasmissione dell'attualità architettonica

«Les Revues seules ont le loisir de rassembler des séries, de dessiner l'ensemble du mouvement des idées, d'en dégager la signification et d'en faire ressortir les conséquences» [Daly 1861, coll. 9-10].

La stampa periodica comincia ad affermarsi nel corso del XVIII secolo, come uno dei supporti più efficaci della cosiddetta rivoluzione della lettura e del suo passaggio da estensiva a intensiva; la meccanizzazione deve rispondere fin dall'inizio ai bisogni di tale settore mediante una produzione di qualità, rapida, ampia e a buon mercato [Barbier 2004, p. IX], ma le riviste dedicate all'architettura e al mondo delle costruzioni compaiono solo alla fine del secolo, accompagnando

le tappe della rivoluzione industriale e comportando una presa di coscienza della figura professionale dell'architetto.

Quando negli anni Quaranta dell'Ottocento si verifica l'esplosione del periodico di architettura, si costituiscono, poco prima, nel 1834, l'Institute of British Architects e, contemporaneamente nel 1840, la Société centrale des Architectes. Le riviste assumono il ruolo di elementi costitutivi di uno statuto sociale e professionale e di agenti della trasmissione di categorie e modelli [Barbier 2004, p.VIII]. Mentre l'attività architettonica si emancipa dal mecenatismo di un'élite e assumono importanza nuove istituzioni della società industriale e urbana (aziende municipali, banche, imprese, distretti scolastici e dipartimenti governativi in rapida crescita [King 1976, p. 32]), la rivista diviene strumentale al consolidamento della professione in fase di modernizzazione e sviluppo.

L'associazione della stampa e dell'architettura conferma una comune volontà di editori e architetti di creare uno strumento di comunicazione in grado di veicolare l'attualità architettonica a un pubblico più ampio possibile.

La teoria architettonica ha modo di diffondersi attraverso la stampa periodica che permette non solo di estendere il dibattito, ma anche di renderlo pubblico e di far intervenire i lettori.

Di fronte alla sperimentazione di nuovi materiali e all'evoluzione dei procedimenti di costruzione, i periodici cercano di colmare le lacune e i ritardi dell'insegnamento ufficiale. Le riviste, specialmente quelle la cui uscita dura per diversi anni, si caratterizzano per le continue modificazioni cui sono soggette, dovute alle contingenze, ma ancor di più all'avvicinarsi di direttori ed editori che spesso occupano una posizione di primo piano fra gli intellettuali del tempo, basti ricordare figure come César Daly, Adolfe Lance, George Godwin, Eugène Viollet-Le Duc figlio.

Se la periodicità garantisce il continuo aggiornamento delle informazioni, altre trasformazioni interessano la frequenza secondo la quale le riviste vengono stampate che, nell'urgenza di riportare gli ultimi ritrovati del settore, giunge addirittura ad avere cadenza bisettimanale, con immaginabili ripercussioni sul corredo grafico [Bouvier 2004, p. 79].

La diffusione, anche internazionale, favorita da più efficienti reti di trasporto e di distribuzione, è notevole.

Hitchcock, nella premessa alla ricca bibliografia che corre da il volume *L'architettura dell'Ottocento e del Novecento*, afferma che, per lo studio dell'architettura del mondo occidentale dal 1840 circa in poi le fonti più preziose sono le

riviste professionali [Hitchcock 2000, p. 593]. Bouvier, osservando che al successo della rivista come agile mezzo di informazione si affianca quello dell'immagine, la cui produzione aumenta considerevolmente nel periodo esaminato divenendo, con l'industrializzazione della stampa del XIX secolo, il *medium* popolare per eccellenza, segnala altresì la necessità di studi sulla rappresentazione architettonica nelle riviste [Bouvier 2004, pp. 1-9].

Su questo versante si deve menzionare, anche per la rigorosa impostazione metodologica, lo studio di Marco Bini sulla rivista fiorentina *Ricordi di Architettura*, pubblicata dal 1878 al 1900 [Bini 1990]. Sulla medesima linea, l'autrice ha svolto una ricerca sul disegno di progetto nelle riviste torinesi fra gli anni Settanta dell'Ottocento e i primi del Novecento [Spallone 2017].

Ristabilendo i collegamenti reali tra l'architettura e la costruzione, la pratica e la teoria, la rivista di architettura contribuisce a restituire all'architetto la sua funzione di *maître d'œuvre* attraverso la valorizzazione del disegno tecnico [Bouvier 2004, p. 86].

Lo studio delle riviste richiede dunque un'indagine parallela sui testi e sulle immagini unita all'analisi dell'evoluzione del loro aspetto formale. La stampa architettonica offre al lettore, infatti, due parti distinte: la parte redazionale e la parte grafica, che sono allo stesso tempo indipendenti e indissociabili. Nel corso della seconda metà del XIX secolo, i sistemi di stampa tipografica sono in pieno sviluppo, le macchine rotative permettono la produzione di un numero crescente di esemplari e i procedimenti di duplicazione delle illustrazioni si perfezionano, conducendo alla riproduzione di *cliché* fotografici di grande qualità. Le *équipe* di incisori e di disegnatori delle diverse riviste generano uno stile riconoscibile che distingue l'una dall'altra.

In tale periodo si registra una profonda trasformazione dei rapporti fra figurazione, teoria e pratica dell'architettura che riguarda sia le tecniche e i codici grafici, sia il contenuto e lo statuto dell'immagine [Picon 1992, p. 153].

Il legame tra teorie architettoniche e apparato iconografico della rivista ha evidenti influenze sulle tecniche di rappresentazione. Così, il dibattito ottocentesco sulla policromia architettonica, alimentato dalla scoperta dei colori nelle architetture classiche, dopo il 1840 riverbera nell'applicazione della cromolitografia, diffusa dal litografo parigino Rose-Joseph Lemercier; tecnica che riscuote ampio successo nonostante i costi elevati e si espande nell'editoria europea [Spallone 2016, pp. 290-292], per essere, fin dagli anni Settanta del secolo, gradualmente sostituita dalla foto-

grafia. Analogamente, il revival del gotico, principale espressione del revivalismo che connota la cultura architettonica del tempo, si esprime nella riproduzione di edifici, spesso a funzione religiosa, con prospettive di gusto pittoresco. Consapevoli del rischio di generalizzazioni o, viceversa, di letture parziali del fenomeno, data l'ampiezza del campo di indagine, si è preferito, in questa sede, argomentare il tema proposto attraverso una selezione ridotta di riviste, consultate in originale, geograficamente raggruppate, connotate da un lungo periodo di pubblicazione e da un'ampia diffusione internazionale, al fine di costruire una trama per studi più estesi e suggerire possibili sviluppi tematici dell'indagine.

Lecture specifiche su filoni tematici che si focalizzano sulla centralità del disegno potranno approfondire aspetti come la rappresentazione delle nuove tipologie residenziali al servizio della società ottocentesca e dei nuovi materiali, il disegno di rilievo dell'antico con le sue specificità e l'uso del colore, ma anche con le applicazioni stereotomiche ai sistemi voltati, il disegno della decorazione, che manifesta gli intrecci tra geometria e colore.

Germania: la conquista di spazio della rappresentazione tecnica

La teoria architettonica in Germania risente del recente dibattito sullo stile sollevato da Karl Friedrich Schinkel e, a metà secolo, è dominata dalla figura di Gottfried Semper, che interviene su temi centrali del pensiero coevo: il valore della forma architettonica come espressione di un'idea, la policromia dell'architettura antica, la verità dei materiali, del loro significato costruttivo e il problema del rivestimento. Le riviste di architettura divengono scenario di tali discussioni [Kruft 1987, pp. 60-69].

Le riviste tedesche rappresentano un esempio paradigmatico in ambito europeo del passaggio, nella trasmissione dei modelli progettuali, dalla formula e dal formato del libro a quelli della rivista.

In Germania si assiste, infatti, al progressivo e inevitabile abbandono della pagina *in-octavo*, in favore di formati più grandi, scelta che va di pari passo con il sempre maggiore spazio dedicato al disegno, sia intercalato al testo, sia presente in tavole autonome. A ciò si aggiunge un aspetto tipico dell'editoria tedesca: alle origini si utilizzano i caratteri gotici, mentre a metà Ottocento si registra il passaggio a quelli romani, che facilitano la diffusione internazionale dei testi.

Gli studi di architettura si svolgono presso le accademie, fra le quali si ricordano l'Accademia di Berlino, fondata nel 1799 da David Gilly sul modello dell'École Polytechnique, la Reale Accademia di Belle Arti di Monaco, costituita nel 1808, il cui regolamento è redatto con il contributo di Friedrich Schelling, mentre iniziano a proliferare le Technische Hochschule, le Technische Universität e le Polytechnische Schule, dove si insegna l'ingegneria civile, a Berlino (1770), Karlsruhe (1825), Monaco (1827), Dresda (1828), Stoccarda (1829).

A metà secolo esce l'opera manualistica di Gustav Adolf Breymann [Breymann 1849], articolata in tre parti dedicate alle costruzioni in pietra, muratura, legno e ferro e una ulteriore parte per le costruzioni diverse, in cui il testo si apre alle innovazioni tecnologiche sviluppate pienamente nella seconda metà del secolo [Tamagno 1993, pp. 119, 120].

L'intento di Breymann di offrire ai giovani architetti una serie di conoscenze sugli elementi e i sistemi utilizzati nelle costruzioni, demandando la loro connessione e organizzazione all'esperienza di progettazione di cui essi diverranno in futuro protagonisti, palesa un approccio didattico particolarmente innovativo: «la progettazione (e quindi l'architettura) non si può considerare disciplina accademica come invece la scienza e la tecnologia dei materiali e degli elementi costruttivi» [Tamagno 1993, p. 122]. Ciò consente anche di evitare che il manuale sia presto superato a causa della rapidità delle innovazioni tecnologiche.

Due riviste di lunga durata caratterizzano, fra le altre, il periodo esaminato.

L'*Allgemeine Bauzeitung* (1836-1918), pubblicata mensilmente a Vienna, viene alla data della fondazione diretta dall'architetto Förster. Fino al 1865 usa caratteri gotici. Nell'introduzione del primo numero è espressa la volontà di descrivere e diffondere, con testi e disegni, le costruzioni moderne [Saboya 1991, p. 70].

L'adozione del formato *in-quarto* (21 x 28 cm) ha come esito un'armoniosa introduzione dell'immagine nel testo, che si articola su due colonne, mentre le numerose tavole fuori testo si avvantaggiano del maggiore spazio disponibile per la pubblicazione di piante, prospetti, sezioni e dettagli dei progetti.

Fino al 1891, le uscite sono affiancate da una raccolta di tavole, le *Abbildungen zur Allgemeinen Bauzeitung*, in formato *in-folio* (30 x 44 cm), che riportano modelli e progetti di edifici di ambito internazionale, redatti mediante

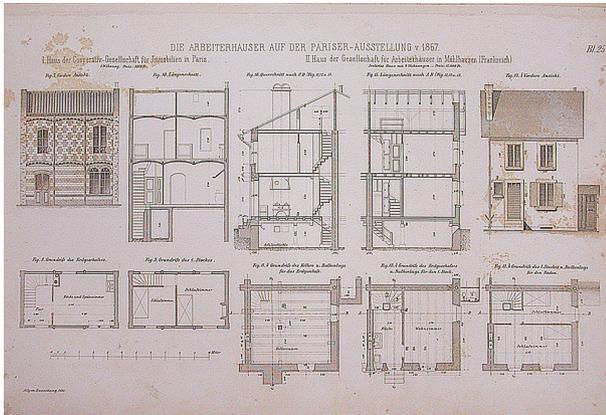


Fig. 1. Modelli di case operaie alla mostra di Parigi del 1867, in *Abbildungen zur Allgemeinen Bauzeitung* 1868, tav. 25.

disegni tecnici a scale grandi, che consentono di cogliere gli aspetti tecnologici e decorativi (figg. 1, 2).

Il mensile *Zeitschrift für Bauwesen* (1851-1931), nato sotto la direzione di Carl Hoffmann e pubblicato a Berlino da Ernst & Korn ricorre al formato *in-quarto* (27 x 35 cm) su due colonne, con figure intercalate o a pagina intera, e alla complementare raccolta di disegni, l'*Atlas zur Zeitschrift für Bauwesen*, in formato *in-folio* (32 x 46 cm), riprodotti inizialmente con la tecnica litografica e successivamente con quella eliografica.

Nella rivista il tema architettonico, intrecciato a progetti di taglio ingegneristico – idraulico, meccanico ecc. – è spesso sviluppato congiuntamente alle verifiche fisico-tecniche.

Nell'atlante sono rappresentati esempi di case d'abitazione – urbane e rurali – e tipologie pubbliche – chiese, mulini, caserme, tribunali, gallerie – ma anche ponti e canali, prevalentemente di ambito nazionale, mentre i modelli esteri sono per lo più francesi. Ogni manufatto è sviluppato su più tavole, in proiezioni ortogonali quotate, spesso correlate, proposte anche a scale differenti, fino a quella del dettaglio. Particolarmente interessante è l'accento posto sui rapporti fra edificio e ambiente, risolto sia con planimetrie contestualizzate che rivelano un uso accurato delle convenzioni cartografiche del tempo, sia con dettagliate viste prospettiche. Ai disegni tecnici chiaroscurati, si affiancano alcune cromolitografie di grande qualità pittorica (fig. 3).

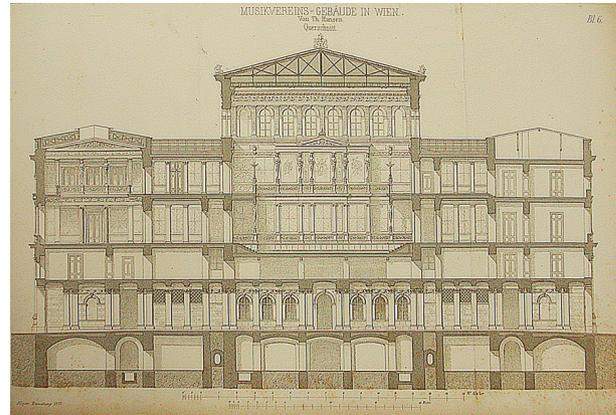


Fig. 2. Von Th. Hansen, Musikvereins-Gebäude in Wien, in *Abbildungen zur Allgemeinen Bauzeitung* 1870, tav. 6.

Inghilterra: l'affermazione del disegno pittorresco

In Inghilterra, mentre il dibattito architettonico si concentra sul revivalismo con particolare attenzione al gotico e una serie di manuali e dizionari di architettura rivelano un atteggiamento tecnologicamente molto progressista [Kruft 1987, pp. 79-113], fra gli anni Trenta e gli anni Ottanta dell'Ottocento nascono almeno settanta riviste dedicate all'architettura e alla costruzione.

The civil engineer and architect's journal (1837-1868), fondato da William Laxton è un mensile in formato *in-quarto* (21 x 29 cm) con il testo disposto su due colonne in cui sono inseriti pochi disegni al tratto.

All'orientamento iniziale, preminentemente ingegneristico, segue una nuova attenzione nei confronti degli edifici in progetto e storici, prevalentemente di culto, di carattere monumentale, nonché dei restauri che li riguardano. Questa attenzione è testimoniata anche dai disegni inseriti nel testo, soprattutto facciate e prospettive. Compaiono inoltre, a illustrare rilievi e progetti, stampe fuori testo ottenute da incisioni di elevata qualità artistica: qui viene enfatizzato l'involucro attraverso la rappresentazione di prospetti e prospettive, con approfondimenti sui decori (fig. 4).

Il settimanale *The Builder* (1842-1966) dal 1844, è diretto da George Godwin, architetto e rilevatore. Per circa quarant'anni, dal 1844 al 1883, la rivista è la più importante in Inghilterra: si tratta proprio nel periodo in cui l'architettura

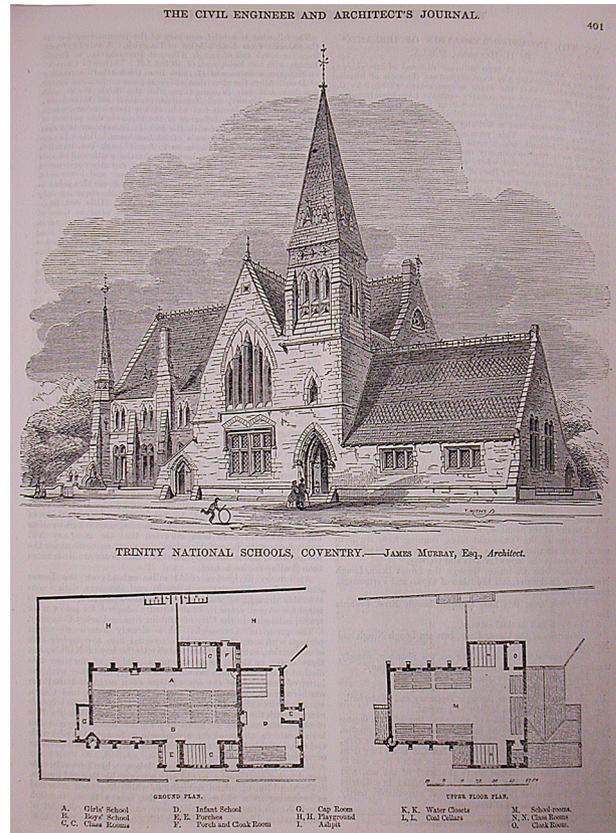
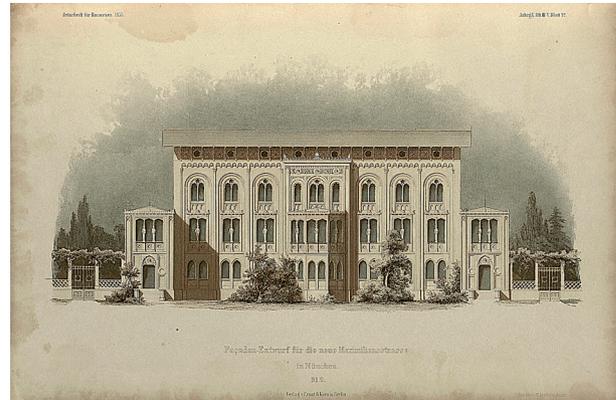
Fig. 3. Esempio di facciata sulla nuova Maximilianstrasse, a Monaco, in *Zeitschrift für Bauwesen* 1855, tav. 22.

Fig. 4. Murray, Scuole a Coventry, in *The civil engineer and architect's journal*, vol. XVII, 1854, p. 401.

diventa una professione [Pevsner 1992, p. 79] e Godwin viene riconosciuto come il più influente editorialista del suo tempo.

La rivista introduce innovazioni che sono debitrice alla *Revue générale de l'Architecture*, di cui si vedrà oltre, fondata due anni prima, come la ripartizione nella pagina *in-quarto* (22 x 33 cm) del testo su tre colonne nelle quali le figure intercalate si dispongono liberamente, anche smarginando da una colonna all'altra. Inoltre, vengono introdotte due pagine illustrate per numero, di elevata qualità e stampate sulla stessa carta. Accomuna le due riviste anche il medesimo progetto sociale dei rispettivi direttori, finalizzato al miglioramento delle condizioni di vita delle classi più basse attraverso lo studio e la pubblicazione di numerosi esempi di case per la classe lavoratrice (fig. 5).

Le tavole a piena pagina riportano progetti di edifici tracciati in pianta a piccola scala con grafia tipica della rappresentazione tipologica e viste prospettiche di esterni e interni, generalmente con punto di vista sopraelevato rispetto a quello umano. Mentre la rappresentazione tecnica è essenziale e al tratto, quella prospettica indulge nella ricerca di effetti pittorici con la resa dei volumi attraverso il chiaroscuro e con l'inserimento di figure umane (fig. 6). La rivista *The architect* (1869-1968) nasce a Londra e viene pubblicata *in-quarto* (23 x 33 cm) su due colonne, con sedici pagine e due tavole fuori testo alla fine di ogni numero, che ben presto raddoppiano. Il settimanale ospita sovente il dibattito sull'istruzione e sulla professione dell'architetto, ritenuto il principale interlocutore, insieme all'ingegnere civile e al costruttore. Nella presentazione della rivista il direttore Smith, anticipa che le illustrazioni saranno scelte in funzione della loro utilità pratica e verranno prodotte mediante litografia o intagliate dai migliori incisori. Dal punto di vista iconografico la rivista si muove inizialmente nel solco tracciato da *The Builder* e *The Building News*, con la stampa di prospettive di esterni di progetti contemporanei di gusto pittoresco. In seguito, compaiono anche piante e sezioni in scala di edifici, come quelli produttivi, in cui gli impianti tecnologici assumono particolare significato, in connessione con il nascente interesse per l'ingegneria sanitaria, alla quale il settimanale dedica una sezione, accompagnati da assonometrie di insieme (fig. 7).



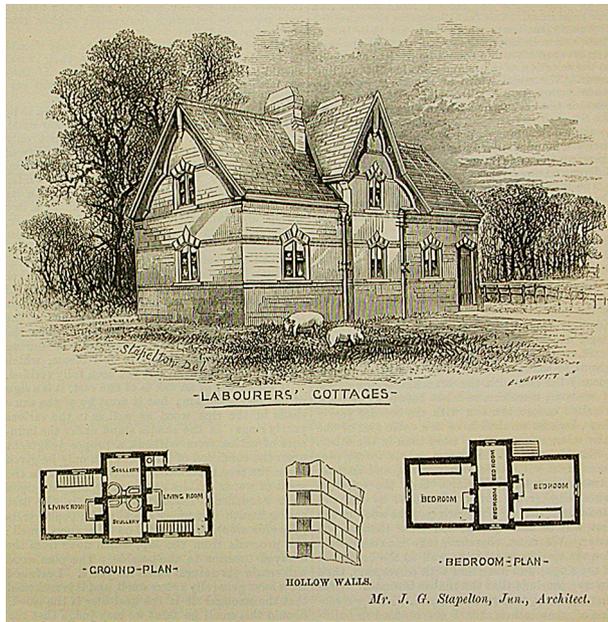


Fig. 5. Stapleton, Cottage per lavoratori, in *The builder* 21 feb 1863, p. 131.

Francia: il disegno versatile come parte integrante della rivista

In Francia l'influsso dirompente del pensiero illuminista, che aveva trovato a metà Settecento nell'*Encyclopédie* di Denis Diderot e Jean d'Alembert la sua più significativa sistematizzazione, ha importanti riverberazioni nel secolo successivo sull'ambito dell'arte di edificare e sulla sua didattica, percorse da una profonda istanza di razionalità [Griseri, Gabetti 1973, p. 5].

Le nuove scuole di stampo illuminista fondate a Parigi (l'École Polytechnique, 1794, e il Conservatoire National des Arts et Métiers, 1798), affiancano le preesistenti di indirizzo ingegneristico (l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1747 e l'École du Génie de Mézières, 1748), e quelle di carattere accademico, l'Académie Royale d'Architecture, ricostituita in seno all'Institut de France nel 1796, e l'École Spéciale d'Architecture, dal 1806 sezione della École des Beaux-Arts.

Dai primi dell'Ottocento presso tali istituzioni, docenti come Jean-Baptiste Rondelet e Jean-Nicolas-Louis Du-

rand, attraverso la redazione di opere manualistiche, legano l'occasione didattica al processo di revisione delle discipline del progetto che, in Francia, «procede nel segno della razionalità scientifica mentre le istituzioni scolastiche svolgono l'importante ruolo di collegamento tra ricerca teorica e ambito operativo» [Ramazzotti 1984, p. 12]. Essi sono convinti dell'importanza di fornire agli allievi principi generali piuttosto che esempi dei vari tipi di edifici: così i loro testi affermano la propria distanza e complementarietà rispetto alle prime riviste francesi. In particolare, il radicalismo di Durand si esprime attraverso la proposta di una logica combinatoria secondo disposizioni orizzontali e verticali che connette la composizione architettonica alla rappresentazione del progetto in pianta e alzato, dalla quale sono banditi l'acquerello e il chiaroscuro [Durand 1809]. La nascita della pubblicistica architettonica in Francia si verifica agli esordi del secolo con il *Journal des Bâtimens civils et des arts* (1800-1810). Un inventario intrapreso a metà degli anni Ottanta del Novecento ha censito duecentocinquantesi titoli fra tale data e il 1914 [Lipstad, Lemoine 1985]; uno studio successivo ne annovera ben trecentoquarantuno [Saboya 2001, p. 68].

La rivalità fra le professioni di architetto e di ingegnere, anche sul piano della conquista del mercato, è una componente essenziale nell'interpretazione storica del periodo e parrebbe nascere in concomitanza con l'ascesa delle riviste [Lipstadt 1980, p. 371].

Fino al 1839 le riviste francesi sono prevalentemente dedicate agli ingegneri, mentre dal 1830 quelle d'architettura iniziano concorrenzialmente a diffondersi.

La *Revue générale de l'architecture et des travaux publics* (1840-1890), ritenuta la capostipite delle riviste moderne di architettura [Saboya 2002, p. 330], viene fondata e diretta da César Daly.

Il mensile è il primo esempio in cui i disegni di progetti, realizzati o meno, sono parte integrante di una rivista.

Il direttore, che fin dagli esordi dichiara di voler rispondere al desiderio dei lettori di vedere le descrizioni scritte sostituite dai disegni [Daly 1842, p. 1], è l'artefice di un significativo rinnovamento formale: il formato *in-quarto* (24 x 36 cm) consente di pubblicare tavole di grande dimensione che, grazie alla tecnica dell'incisione su acciaio importata dall'Inghilterra, risultano di notevole precisione e permettono grandi tirature senza alterazione del tratto. Inoltre, la ripartizione del testo in due colonne permette l'inserimento di xilografie intercalate nel discorso, che rappresentano spesso piante e prospetti di edifici del passato, dettagli tecnologici, impianti tecnici.

Fig. 6. Barry, Salone floreale a Covent Garden, in *The builder* 11 feb. 1860, p. 89.

Fig. 7. Fabbrica di birra Plough a Londra, in *The architect* 23 January 1869.

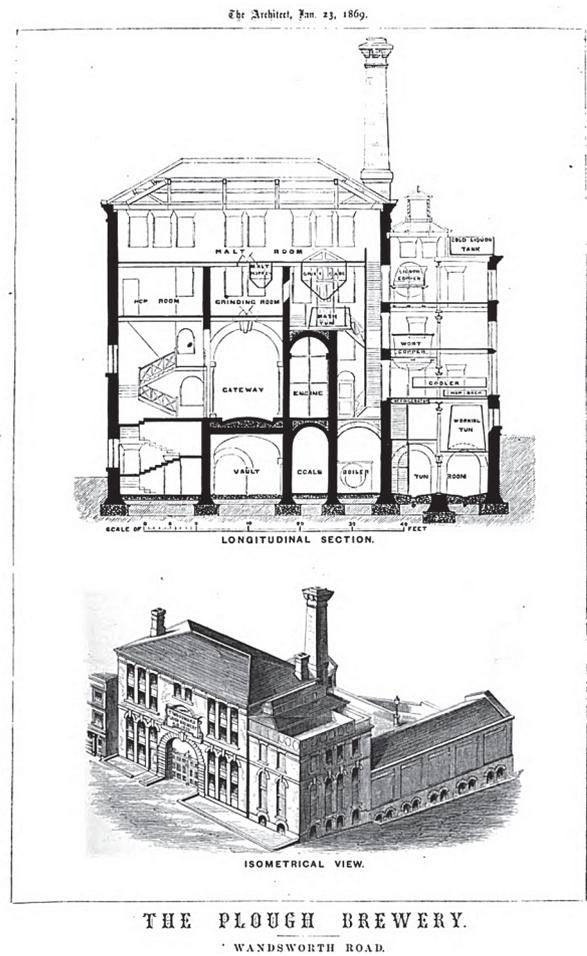
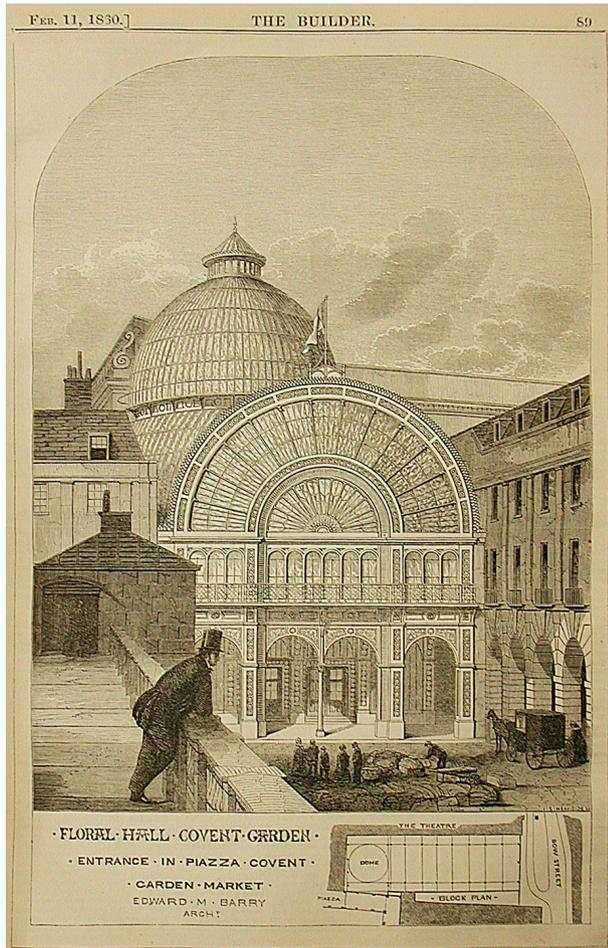
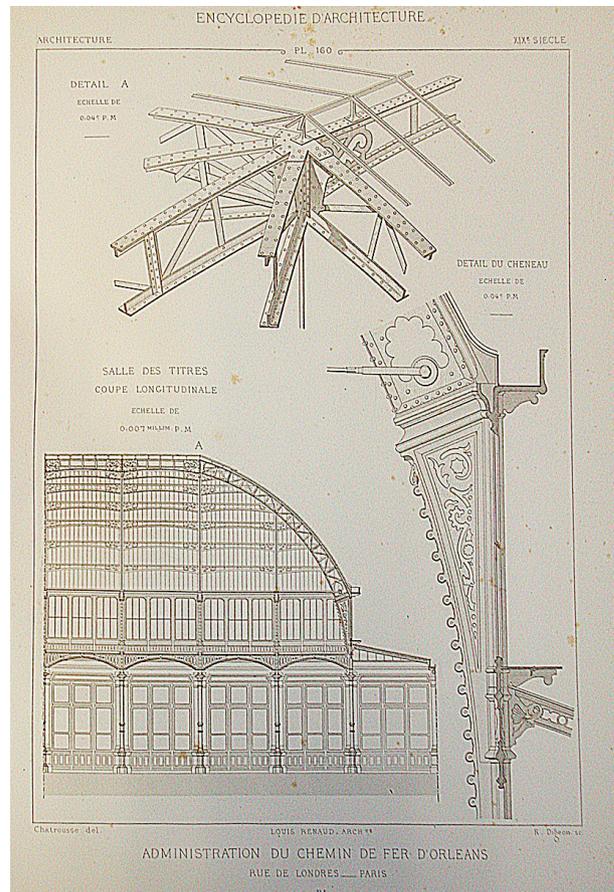
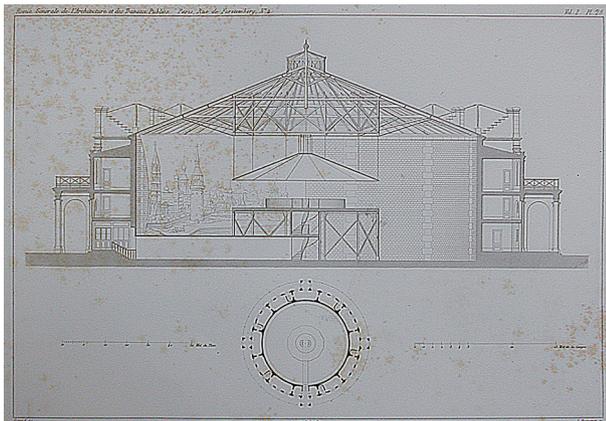


Fig. 8. Hittorff, *Panorama ai Champs Élysées*, in *Revue générale de l'architecture et des travaux publics* 1841, vol. II, pl. 28.

Fig. 9. Renaud, *Salone della sede della Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans*, in *Encyclopedie d'architecture* 1872, tav. 160.



A queste si aggiungono le cromolitografie, introdotte fin dai primi numeri, che restituiscono il colore di architetture antiche, pavimentazioni, decorazioni e pitture murali.

Daly ospita proposte di giovani architetti e sperimentatori delle potenzialità formali dell'architettura in ferro come Victor Baltard, Charles Garnier, Jacques-Ignace Hittorff, Henri Labrouste e, ostile all'insegnamento dell'École des Beaux-Arts, privilegia le architetture residenziali ordinarie, gli insediamenti di media dimensione, le nuove tipologie ottocentesche e i progetti di ambito eclettico. Il tema della residenza urbana, con riferimento alle capitali europee, è sviluppato anche attraverso collezioni di piante tipologi-

camente descritte, in maniera non dissimile al contemporaneo trattato di Léonce Reynaud [Reynaud 1850-1858]. Nelle tavole della *Revue générale* si assiste all'interessante tentativo di uniformare la scala di riduzione dei disegni e di utilizzare scale normalizzate per ogni tipo di rappresentazione. Così le piante vengono generalmente stampate in scala 1:200, i prospetti e le sezioni in scala 1:100, i profili in scala 1:100 o 1:50, le *minuserie* in scala 1:40 (fig. 8). Questa standardizzazione agevola la lettura e la rapida fruizione da parte di professionisti e studenti.

Sotto l'impulso della *Revue générale* i periodici in Francia si moltiplicano riprendendo la formula di Daly, con l'ado-

zione del formato *in-quarto*, il testo su due colonne intercalato dalle illustrazioni e le tavole raccolte alla fine di ogni volume.

Nel 1850, Victor Calliat, architetto e abile disegnatore, fonda con l'editore Bance l'*Encyclopédie d'architecture* (1850-1892), costituita da una raccolta di tavole *in-quarto* (27 x 35 cm) che rispondono al proposito di diffondere un ampio e continuamente aggiornato repertorio di quanto avviene nell'ambito dell'arte di edificare con approfondimenti monografici su casi attuali e del passato [Bouvier 2004, p. 33]. Dal 1851 Cal-

liat, responsabile delle tavole, è affiancato da Adolfe Lance, cui spetta la redazione dei testi, con l'obiettivo di creare una significativa armonia e coerenza fra testo e immagine.

Da allora la rivista si pone in esplicita competizione con la *Revue générale* per l'esclusiva dei progetti [Saboya 2002, p. 332] e propone un ampio repertorio di tavole, una ogni due pagine di testo.

Il periodico si afferma come il più ricco di tavole di qualità dei suoi tempi, con prezzi di vendita contenuti [Bouvier 2004, pp. 72, 73].

Fig. 10. Lheureux, Collegio Saint-Barbe a Parigi, in *Encyclopédie d'architecture* 1872, tav. 849-850.

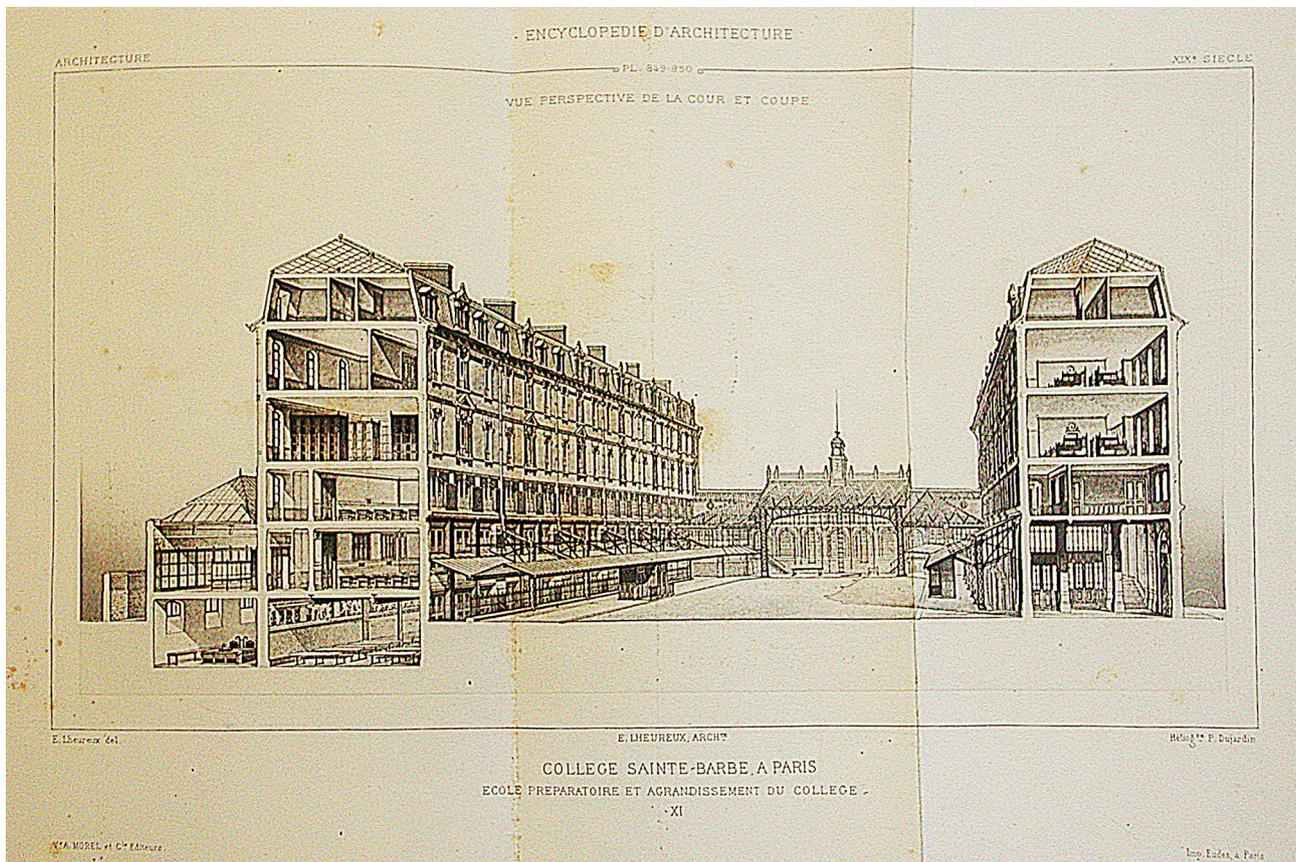
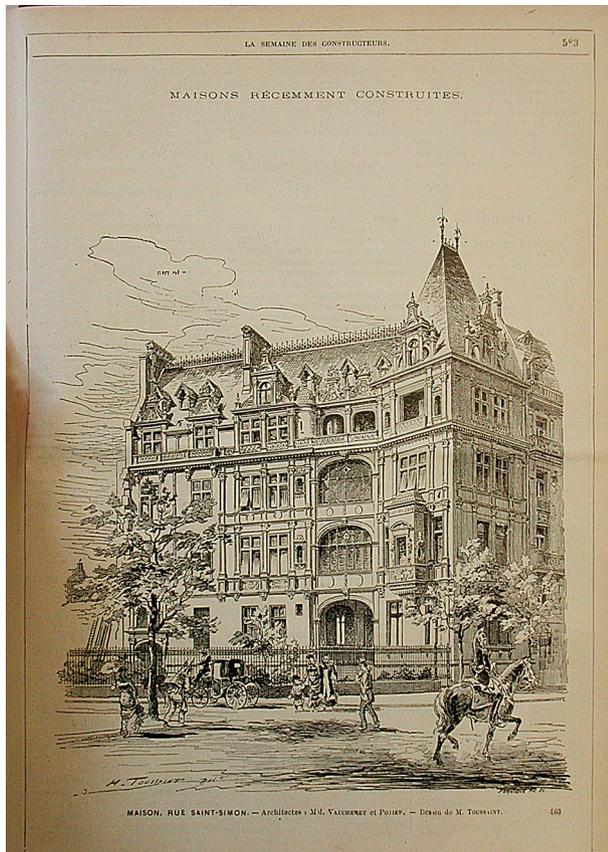


Fig. 11. Vaucheret e Poieuf, Maison in rue Saint-Simon, in *Semaine des Constructeurs* 1882, p. 503.



L'*Encyclopédie d'architecture* si occupa a un tempo della teoria, della storia delle tecniche e delle tecnologie innovative, facendo convergere tali interessi in tavole didattiche. Le rappresentazioni architettoniche offerte ricoprono più ruoli: alcune rinforzano i legami fra architettura e tecnica, altre, fra architettura e costruzione.

Le tavole tecniche insistono sui dettagli costruttivi avvicinandosi a quelle presenti su riviste di ingegneria come i *Nouvelles annales de la construction* (1855-1925) e dimostrano che l'architetto è coinvolto nel progetto dalla concezione all'esecuzione e, di conseguenza, deve padroneggiare tutti gli aspetti tecnici della realizzazione.

Nei primi dodici anni di pubblicazione, con una scelta grafica che si connette all'impostazione dell'École Polytechnique e in particolare ai precetti di Durand, la rivista opta per una rappresentazione tecnica, rigorosa, finalizzata all'esecuzione, basata sulle proiezioni mongiane – sezioni, piante, prospetti – che l'avvicina al mondo dell'ingegneria e traduce l'intenzione di insistere sull'aspetto pratico della costruzione [Bouvier 2004, pp. 84-86], ma compaiono anche ariosi spaccati prospettici che contemperano indicazioni circa il sistema tecnologico (fig. 9) con l'immagine della spazialità dell'edificio (fig. 10). I progetti pubblicati in questo periodo spaziano fra le nuove tipologie, come i grandi magazzini, e i temi di attualità, come l'edilizia scolastica.

Le tavole offrono viste generali e di dettaglio utilizzando opportune scale di riduzione che permettono la maneggevolezza delle illustrazioni. La scala prevalente nei disegni è 1:200, mentre la riproduzione è affidata all'incisione su rame.

Dal 1863 al 1871 la rivista non viene stampata, per riapparire nel 1872 con la conduzione di Eugène Viollet-le-Duc figlio, il quale riduce considerevolmente il numero di tavole.

Nel 1876, oltre trent'anni dopo il lancio della *Revue générale*, Daly promuove una nuova rivista, la *Semaine des Constructeurs* (1876-1898) la cui frequenza impone la necessità di produrre rapidamente i disegni a piena pagina (24 x 34 cm), inizialmente ridotti nel numero a uno o due per fascicolo, e quelli inseriti nel testo su tre colonne. I disegni a pagina intera sono generalmente viste prospettiche di palazzi parigini contemporanei, animati da scene di vita quotidiana, di carattere illustrativo, riprodotti sulla stessa carta a bassa grammatura del testo, simili a cartoline del tempo. Solo occasionalmente compaiono disegni tecnici d'insieme, al tratto, di carattere costruttivo, stampati in scala 1:100, per facilitare la

comprensione dei particolari. Con il passare degli anni le illustrazioni aumentano, conservando l'interesse per il disegno tecnico in scale normalizzate, insieme a quello di tipo vedutistico (fig. 11), e accogliendo, negli ultimi anni Ottanta, anche la fotografia.

Conclusioni

Il panorama, brevemente delineato, del disegno nell'editoria periodica europea a metà Ottocento offre molteplici spunti di riflessione.

Differenti sfumature caratterizzano le riviste con il loro apparato iconografico nei tre paesi in cui il fenomeno appare trainante (Germania, Inghilterra e Francia) fra i quali si deve riconoscere il ruolo guida dell'editoria francese, ma anche una capacità di respiro transnazionale di recepire istanze teoriche, scelte formali e innovazioni nelle tecniche di stampa.

La costituzione di nuovi ordinamenti scolastici di ispirazione illuminista per la formazione nell'arte di

costruire, la determinazione di ruoli e compiti professionali distinti per gli architetti e ingegneri, il rapido sviluppo e l'innovazione delle tecniche costruttive correlate all'utilizzo di nuovi materiali, le nuove tipologie attente ai bisogni della società urbana ottocentesca: tutto ciò concorre a determinare scenari dinamici, nei quali le riviste si offrono come ideale luogo di raccolta, scambio e diffusione di saperi ed esperienze. Il disegno conquista gradualmente spazio, affermandosi a un tempo come linguaggio sensibile alle influenze del pensiero architettonico coevo e alle convenzioni grafiche proposte nelle scuole e nella manualistica. Le riviste, emancipandosi dal formato del libro, accolgono disegni e schemi, dapprima in forma separata come atlanti o tavole fuori testo, poi integrandoli nelle colonne e fra le pagine scritte, fino a diventare, in alcuni casi, veri e propri album di tavole corredati da descrizioni. Il disegno progressivamente si impone come *medium* per la trasmissione dei più aggiornati saperi progettuali, utile e necessario, tanto nella formazione che nella professione.

Autore

Roberta Spallone, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, roberta.spallone@polito.it

Riferimenti bibliografici

Barbier, F. (2004). Préface. In B. Bouvier. *L'édition d'architecture à Paris au XIXe siècle: les maisons Bance et Morel et la presse architecturale*. Genève: Droz, pp.VII-XII.

Bini, M. (1990). *Ricordi di architettura. Disegni e Progetti alla fine del XIX secolo*. Firenze: Alinea.

Bouvier, B. (2004). *L'édition d'architecture à Paris au XIXe siècle: les maisons Bance et Morel et la presse architecturale*. Paris: Droz.

Breymann, G.A. (1849-1863). *Allgemeine Bau-Construktions-Lehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen*. Stuttgart: Breymann'sche Berlage Buchhandlung.

Daly, C. (1842). Introduction. In *Revue générale de l'architecture et des travaux publics*, vol. III, pp. 1-5.

Daly, C. (1861). Introduction. In *Revue générale de l'architecture et des travaux publics*, vol. XIX, pp. 1-10.

Durand, J-N-L. (1809). *Précis des Leçons d'Architecture données à l'Ecole Royale Polytechnique*. Paris: chez l'auteur.

Griseri, A., Gabetti, R. (1973). *Architettura dell'Eclettismo: un saggio su G.B. Schellino*. Torino: Einaudi.

Hitchcock, H-R. (2000). *L'architettura dell'Ottocento e del Novecento*. Torino: Edizioni di Comunità.

King, A. (1976). Architectural journalism and the profession: the early years of George Godwin. In *Architectural History*, n. 19, pp. 32-53.

Kruft, H-W. (1987). *Storia delle teorie architettoniche dall'Ottocento a oggi*. Bari: Laterza.

Lipstadt, H. (1980). Nascita della rivista di architettura: architetti, ingegneri e lo spazio del testo (1800-1810). In P. Morachiello, G. Teyssot (a cura di). *Le macchine imperfette: architettura, programmi, istituzioni nel XIX secolo*. Atti del convegno. Venezia, ottobre 1977. Roma: Officina, pp. 364-387.

Lipstadt, H., Lemoine, B. (1985). *Catalogue raisonné des revues d'architecture et de construction (1800-1914)*. Paris: C.E.R.C.A.M.

Pevsner, N. (1972). *Some architectural writers of the nineteenth century*. Oxford: Clarendon Press.

Picon, A. (1992). Du traité à la revue: l'image d'architecture au siècle de l'industrie. In S. Michaud, J.-Y. Mollier, N. Savy (éditeurs). *Usages de l'image au XIXe siècle (1848-1914)*. Paris: Créaphis editions, pp. 153-167.

Ramazzotti, L. (1984). *L'Edilizia e la Regola. Manuali nella Francia dell'Ottocento*. Roma: Kappa.

Reynaud, L. (1850-1858). *Traité d'Architecture contenant des notions générales sur les principes de la construction et sur l'histoire de l'art*. Paris: Carilian-Goeury et V. Dalmont Éditeurs.

Saboya, M. (1991). *Presse et architecture au XIXe siècle: César Daly et la Revue générale de l'architecture et des travaux publics*. Paris: Picard.

Saboya, M. (2001). Remarques préliminaires à une étude du travail sur l'image dans la presse architecturale du XIXe siècle. In J.-C. Leniaud, B. Bouvier (éditeurs). *Les périodiques d'architecture; XVIIIe-XXe siècle: recherche d'une méthode critique d'analyse*. Paris: École des chartes, pp. 67-79.

Saboya, M. (2002). Les médias au service de l'architecture: la presse architecturale française entre 1800 et 1871. In G. Ricci, G. D'Amia (a cura di). *La cultura architettonica nell'età della Restaurazione*. Milano: Mimesis.

Spallone, R. (2016). Il progetto illustrato. Cromolitografie dalle riviste torinesi di fine Ottocento. In V. Marchiava (a cura di). *Colore e Colorimetria. Atti della Dodicesima Conferenza del Colore*. Torino, 8-9 settembre 2016, vol. XII-A, pp. 289-299. Milano: Gruppo del Colore - Associazione Italiana Colore.

Spallone, R. (2017). Il disegno di progetto nelle riviste fondate a Torino fra gli anni Settanta dell'Ottocento e i primi del Novecento / The design drawing in the magazines established in Turin between the Seventies of the Nineteenth and early Twentieth century. In E. Dotto. *Ikhnos. Annale di Analisi grafica e Storia della rappresentazione*, 2017 n.s. Canterano (Roma): Aracne editrice, pp. 141-171.

Tamagno, E. (1993). Trattato generale di costruzioni civili di Gustaf Adolf Breyman, 1884. In C. Guenzi (a cura di). *L'arte di fabbricare. Manuali in Italia 1750-1950*. Milano: BE-MA, pp. 117-126.

Arquitectura: historia y representación. Diseñar un Atlas interactivo. Procedimientos y comunicación

Alberto Grijalba Bengoetxea, Julio Grijalba Bengoetxea

Resumen

Hoy en día existe un salto cualitativo en la producción gráfica, un discurso visual que está alentado por las nuevas tecnologías y los sistemas de reproducción y los medios de comunicación. Hay un cambio de las gramáticas visuales al mismo tiempo que existe una hiperinflación de penetración de las nuevas propuestas en la nueva sociedad de comunicación. Construir un discurso gráfico y visual en torno a la historia de la arquitectura se hace necesario. Al mismo tiempo que la sociedad posmoderna no cree en un gran relato de la historia, en especial de la Arquitectura, los medios de comunicación e información lo exigen, como afirmó Lyotard en una sociedad mercantilizada. Es tiempo de reflexionar sobre la capacidad que las nuevas tecnologías y la comunicación. Este trabajo analiza los documentos gráficos como lenguaje y como medio eficaz de expresión y comunicación de la historia de la arquitectura, dentro del periodo de los últimos 50 años del siglo XX, cuando las diferentes estrategias de producción gráfica se sucedieron. La documentación, identificación y catalogación del material gráfico, se ha concretado en la producción de un Atlas de la Arquitectura Moderna. Un atlas, como suma de mapas parciales. Un atlas interactivo, capaz de ser consultado desde diversas categorías y referentes. Un atlas capaz de comparar el tiempo, los arquitectos, los movimientos artísticos o las diversas escuelas arquitectónicas.

Palabras clave: atlas, tecnología, comunicación, representación, información.

Introducción

Una vez avanzado el siglo XXI, superado el ecuador de la segunda década, la cuestión en torno a un metarrelato de la comunicación de la Historia gráfica de la Arquitectura Moderna, como vehículo esencial para su entendimiento y comunicación, aún está pendiente. En la actualidad un esbozo de lo que podría entenderse como estado de la cuestión está incompleto, lo encontramos fragmentado y disperso, probablemente debido a dos factores simultáneos. El primero tiene que ver con la capacidad de ordenar sus documentos, su análisis y su lectura, atendiendo a la cultura visual del discurso gráfico actual. En paralelo a este mismo factor está la capacidad de las tecnologías de la información del denominado Biga Data y sus códigos propios de comunicación visual, como ha sido desarrol-

lado por la Arquitectura de la Información AI [Wurman, Bradford 1996].

El segundo de los factores es la inexistencia de una Historia visual de Arquitectura del Siglo XX como catalizador de datos. Esta ausencia es probablemente debida a la imposibilidad de trazar una narración unitaria del dibujo acorde con el gran relato del ascenso del Movimiento Moderno, como apunta el profesor Carlos Montes [Montes Serrano 2010, pp. 44-51]. Gran relato entendido como la interpretación poliédricamente simplificada de una realidad compleja, idealizada, pero comprensible por la generalidad, como lo definió Lyotard.

La dificultad del tratamiento de la Información, unida a la incredulidad en las metanarrativas en un mundo transfor-

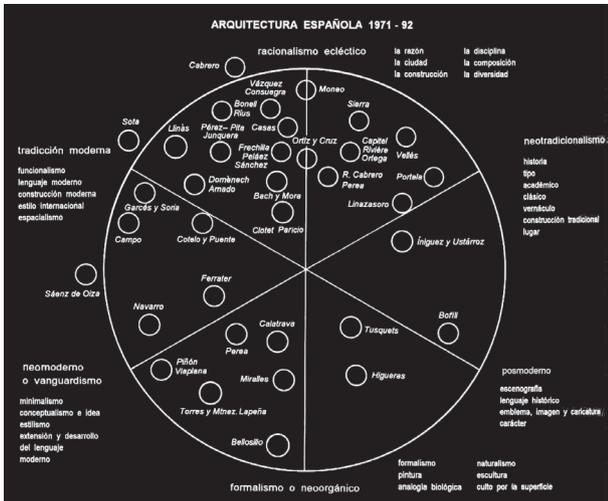


Fig. 1. Arquitectura Española 1971-92 [Baldellou, Capitel 1995].

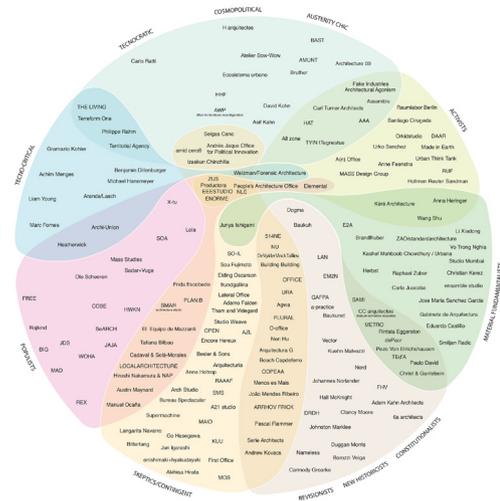


Fig. 2. Alejandro Zaera-Polo, Guillermo Fernández Abascal, Brújula política de la arquitectura global, 2016 [Zaera-Polo, Fernández Abascal 2016, p. 254].

mado después de la posmodernidad, es el punto de partida. Asumiendo la dificultad de elaborar un relato global en una sociedad hiper-comunicada y sobre-informatizada, donde la economía de medios y la economía del lenguaje, visual en este caso, es patente. Comunicar se convierte en un reto. Estamos ante una realidad en la que se puede conocer el todo, pero siempre puede haber un discurso parcial, de modo que el relato se interrumpa y altere. Este punto de partida es contradictorio con la necesidad actual de la elaboración de estudios sobre los antiguos grandes relatos. En los últimos años existen diversas publicaciones e investigaciones sobre los de nuevos cánones de Arquitectura y las Bellas Artes. Se recopilan trabajos editoriales y publicaciones de investigación y sus conclusiones, como: 100 dibujos de Arquitectura, 100 casas para 100 arquitectos, 1001 pinturas..., 1001 películas..., 1001 libros..., 1001... En buena medida esta contradicción se debe a la dificultad de comunicar por parte de la crítica teórica, frente a la necesidad de una sociedad por el conocer pragmático. Saber, aunque sea para incorporar comentarios a las grandes redes de comunicación. Todo ello confirma la realidad mercantil del relato [Lyotard 1987]. Todo se elabora para ser consumido, y se comunica, para ser deseado.

En efecto, la contradicción es patente, en la actualidad nos encontramos ante un salto cualitativo en la producción gráfica. Un discurso gráfico que debe ser el aglutinador del mensaje, animado por las nuevas tecnologías y los nuevos sistemas de reproducción. Un medio en continuo desarrollo y evolución. Al mismo tiempo que se produce este cambio en las gramáticas visuales [Marchán 1990], nos encontramos con una superinflación de la difusión de nuevas propuestas.

Nuestra manera de interpretar y conocer la realidad está mudando. Por un lado, hoy en día, tenemos la posibilidad de encontrar cualquier información, debido a su difusión simultánea en publicaciones físicas y virtuales. Nunca tanto conocimiento ha estado al alcance de tantos y de modo tan inmediato. Quizás, demasiado súbito. Pero también, ante la realidad de lo inabarcable de todo este conocimiento, necesitamos un sistema analítico y de orden que lo simplifique [Wurman 1990]. Un documento que nos permita acceder rápidamente a la información, nos la ubique y sitúe, atendiendo a unas categorías determinadas que nos permita hacernos un mapa esencial de sus relaciones. En definitiva, un Atlas.

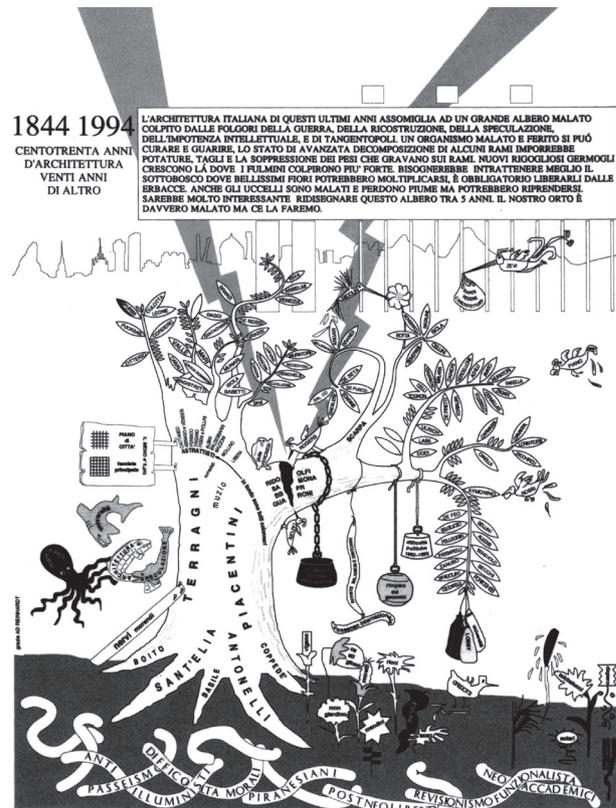
Al igual que a principios del siglo XX los *Isotipos* y *Pictogramas de Arntz*, elaborados para Neurath, se demostraron como un mecanismo eficaz de compartir conocimiento, Jacques Bertin a partir de los Sesenta estableció la Semiología Gráfica para explicar el territorio. No sólo se trataba de una representación gráfica, sino que la mayoría de las veces implicaba para él una fuerte responsabilidad: el qué y el cómo hacer. Una visualización entre lo cuantitativo y lo cualitativo [Bertin 1973].

Tras estas primeras experiencias, Richard S. Wurman fue el que codificó los sistemas de presentación de la Información bajo el nombre de Arquitectura de la Información AI. Es en este punto en el que nos encontramos, la información es un conjunto de imágenes y textos categorizada en torno a los principios: Location, Alphabet, Time, Category y Hierarchy LATCH.

Desarrollo de la investigación

Nuestro enfoque de investigación se centra en la producción de un *Atlas de la Arquitectura Moderna del siglo XX*, compuesto de varios mapas parciales atendiendo a las categorías propuestas, arquitectos, movimientos artísticos, sus relaciones y la cronología. Para ello, se analizaran los

Fig. 3. Italo Rota, *Centrotrenta anni d'Architettura. Venti anni di altro*, 1979 [Rota 1979, p. 95].



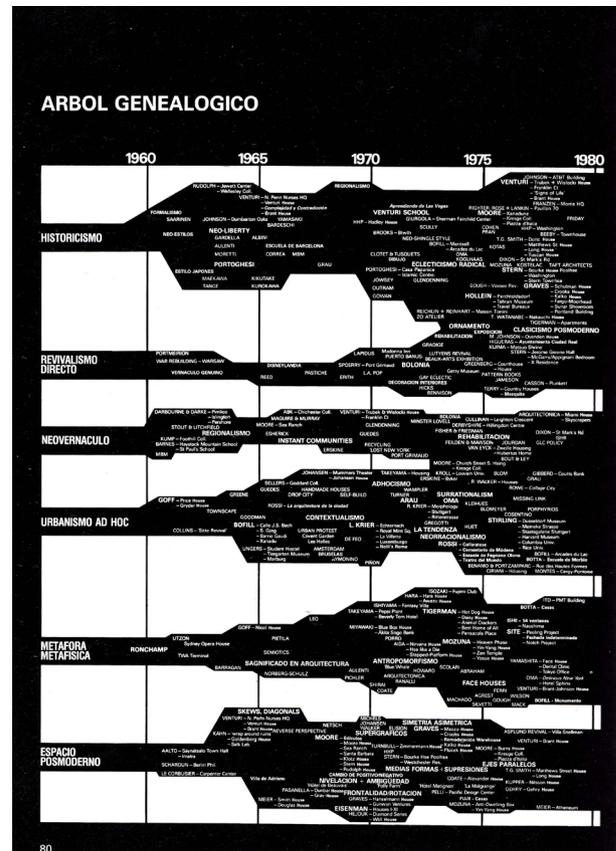
mapas parciales producidos a finales del siglo XX y la realidad las nuevas tecnologías, la nueva narrativa gráfica y su aplicación a la comunicación e Información de la Historia de la Arquitectura.

Han sido varios los intentos de generar un mapa sobre el devenir de la arquitectura en el siglo XX, hasta hacerla comprensible en un solo golpe de vista. Todos ellos, desde los años Setenta hasta hoy, se han propuesto comunicar una realidad compleja como es la arquitectura. Una disciplina cada vez menos accesible para la sociedad. El intento de estos primeros mapas tiene un doble registro, uno para los iniciados, investigadores, docentes y estudiantes, y otro para diletantes e interesados [Wurman, Bradford 1996]. Unos tienden a asimilarse al famoso mapa del Metro de Londres de Beck en 1933, donde lo importante son las relaciones, cruces y colores. Otros, como los de Charles Jenks, analizado posteriormente, son masas multiformes, que relacionan arquitectos, corrientes y datos. Éstas están ubicadas en un estricto marco temporal, pero en el que tan sólo se referencian nombres y textos (1980). El diagrama del profesor Capitel sobre la Arquitectura Española del último tercio del siglo XX [Baldellou, Capitel 1995], descarta el tiempo, de modo que la situación de los diversos autores se plantea en función de la jerarquía y las categorías propuestas. También, Italo Rota, en *Centrotrenta anni d'Architettura. Venti anni di altro* [Rota 1979] grafía el árbol de la Arquitectura que emerge poéticamente sobre el sustrato natural de la historia. De las ramas, según su posición y tamaño, nacen hojas con los nombres de los arquitectos, que son matizadas por pequeños adornos suspendidos, en los que los no clasificados, sitúan su singularidad. Paraphraseando a Einstein, un intento de explicar lo complejo, de un modo sencillo, para entenderlo.

El marco temporal

El marco temporal en el que se persigue realizar este análisis del dibujo como lenguaje gráfico comunicador y medio eficaz de expresión, propio de Historia de la Arquitectura, se focaliza en la segunda mitad del siglo XX. Este periodo es posterior a la primera modernidad, en el cual se han utilizado diversas estrategias de producción gráfica. El contexto en el que se inscribe este artículo tiene un marcado punto de partida con el CIAM que tiene lugar en Dubrovnik (1956), donde se constituye el TEAM X, y un, asimismo destacado final con la X Biental Internacional de

Fig. 4. Charles Jenks, *Árbol Genealógico*, 1980.



Arquitectura de Venecia (2006), donde se citan arquitectos internacionales como Norman Foster, Zaha Hadid, Richard Rogers etc. bajo el título *Ciudades, arquitectura y sociedad*. Se ha escogido este espacio-tiempo porque resulta interesante observar el salto que se produce en la Arquitectura en los años '50. Vemos cómo la segunda mitad del siglo XX comenzó con un claro predominio del Movimiento Moderno, pero a medida que transcurrían los años, y sobre todo a partir de los años '60, se empezaron a cuestionar sus planteamientos. Es así como aparece la gran diversidad de propuestas de todos los estilos, que hace que la etapa escogida sea de gran interés a la hora de analizar los diferentes movimientos y corrientes. El panorama arquitectónico en referencia al discurso gráfico va abriéndose paso a través de la utilización de fórmulas diversas, el empleo de una tecnología cada vez más compleja y sofisticada, llegando al uso de la informática como herramienta clave y mostrando un especial interés por problemas de índole urbana, social y ecológica.

En este sentido, es clave comenzar el periodo en el CIAM de Dubrovnik, donde se proponen categorías como movilidad, cluster, crecimiento y cambio, urbanismo y hábitat. El Movimiento Moderno surgió como resultado del racionalismo del siglo XIX y la necesidad de un desarrollo social, por lo que la preocupación de los arquitectos por el estilo se desvió a temas de método, organización y tecnología. Frente al pasado, los arquitectos del Movimiento Moderno desarrollaron, como medio de trabajo, la necesidad de elaborar estrategias de comunicación para dar a conocer la nueva arquitectura. Conocidas son las revistas *Domus*, *Stijl*, *L'Esprit Nouveau*, *Baumeister*, la española A.C.

Todas con un carácter didáctico, revolucionario y claramente propagandístico [Frampton 2000].

La disolución de los CIAM se hizo evidente cuando el alto número de miembros, más de tres mil, dificultó las discusiones sobre cualquier tema, siendo generalistas y difusas. Fue entonces cuando el TEAM X queda al mando [Giedion 2009]. Se abren paso, entonces, corrientes cuyas características e ideas renovadoras hacen que la comparativa entre ellas sea clave para entender esa variada etapa. Desde el Nuevo Brutalismo al Ecologismo, se pueden destacar el TEAM X, los Metabolistas, Archigram, Archizoom, Superstudio, High-tech, Postmodernidad y el Deconstructivismo [Benevolo 1987].

También se incluyen arquitectos que, sin estar considerados dentro de ningún movimiento, tienen gran importancia en el desarrollo de la arquitectura de la segunda mitad del siglo XX. Para comprender el atlas en su complejidad, y dar una información completa, se superponen otras manifestaciones artísticas. Para terminar se insertan las exposiciones más relevantes y los concursos más significativos [Grijalba Bengoetxea, Ubeda Blanco 2012] a fin de ampliar el espectro comparativo y una máxima información.

El fin del periodo coincide con la X Bienal Internacional de Arquitectura de Venecia (2006), Bienal que por primera vez acoge el problema del desarrollo urbano y su planificación, continuando con la preocupación por el urbanismo que, como avanzábamos antes, ocupaba a los arquitectos del siglo XX. La Bienal, centro su debate en el diseño urbano desde la dimensión social de la ciudad, la relación entre arquitectura y sociedad. Esto hace inevitable la comparación de la fecha escogida como punto de partida para la

Fig. 5. Urtzi Grau, Daniel López-Pérez, *Publicaciones de Arquitectura de OMA/AMO*, 2007.



elaboración del mapa y obtener así una mayor eficiencia de comunicación: el CIAM de Dubrovnik y la relevancia de los arquitectos del TEAM X. De esta manera, principio y fin de etapa se escogen por la diferencia temporal de 50 años (1956-2006) y por sus similitudes, dado que reflejan preocupaciones semejantes en relación a la arquitectura y el urbanismo, por parte de las figuras destacadas en dichos momentos.

Mapa / Atlas. De lo diverso a lo particular

El desarrollo de la investigación propuesta parte de una búsqueda documental, una *Big Data* que entra en un proceso de reconocimiento y catalogación en una primera fase. Son elegidos una serie de ejemplos pertenecientes al periodo, con todo su material gráfico, para un posterior análisis. Es importante recalcar que la documentación recogida en un primer lugar, necesita ser filtrada y evaluada, ya que lo que nos interesa es procesarla para convertirla en una representación gráfica de visualización directa. Dada la inexistencia de un estudio equivalente, la selección se ha realizado en función de su cita en las Historias de la Arquitectura, el número de llamadas presentes en los fondos bibliográficos y por último en la presencia en los índices de las revistas de arquitectura del ámbito temporal elegido, todas ellas incluidas en la bibliografía [Curtis 1986; Gössel, Leuthäuser 1991; Hitchcock 1981; Jenks 2002; Rossi 1986].

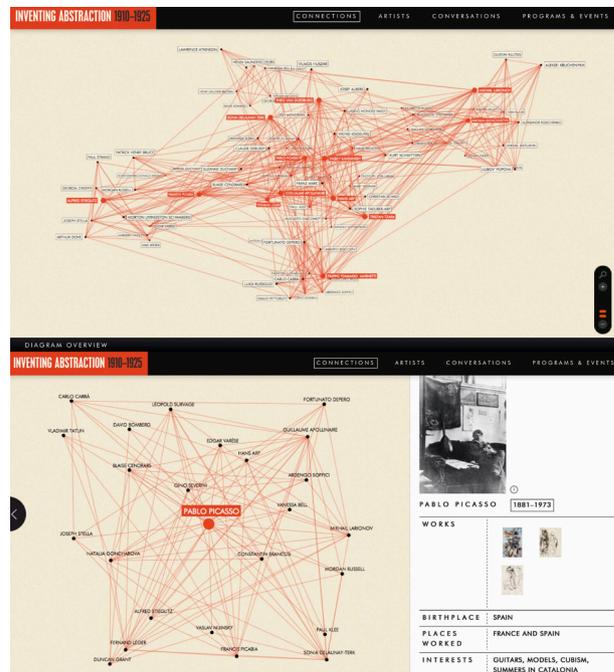
El objetivo es realizar un documento que analiza lo diverso, a través de un medio de comunicación accesible y de fácil de comprensión. Una mezcla de comunicación escrita y visual en paralelo [Bertin 1977]. Frente al uso del icono amable, únicamente visual, al modo de Otto Neurat o Nigel Holmes [Holmes 1991], o conjugar texto e imagen de modo complejo como Tufte [Tufte 1983] se adopta un punto conciliador intermedio.

En las últimas décadas, el discurso gráfico ha emergido aún con más intensidad, animado por los nuevos avances en sistemas de reproducción y por las nuevas tecnologías. Este nuevo discurso posibilita una nueva lectura de la información en la era digital, donde el uso de nuevos gadgets influye de una manera muy visual en nuestra manera de recibir datos y comunicarnos.

Un acercamiento previo al tema que abordamos consiste en una búsqueda de ejemplos de mapas relacionados con la arquitectura y las artes a lo largo del tiempo. Dentro

del marco de la arquitectura, nos encontramos con varios ejemplos. El paradigmático diagrama de Charles Jencks, anteriormente mencionado, es uno de los primeros. En el árbol genealógico que se muestra en la imagen, el autor analiza durante un periodo de veinte años diferentes corrientes de arquitectura, a lo largo de las cuales dispone diferentes etiquetas, arquitectos y obras. Resulta interesante observar la disposición de la información en relación a la localización temporal, a la categoría y a la jerarquía. Dependiendo de la importancia, las etiquetas son de mayor tamaño y, según los conceptos con los que estén relacionados, se aproximan unos a otros. Sin embargo, este ejemplo se fundamenta sólo con términos y nombres, sin la inclusión de imágenes que transmitan la información de una manera más directa y visual. Es un mapa que depende del espectador: Comunica en función del conocimiento del

Fig. 6. Leah Dickerman, Masha Chlenova, *Exposición Inventing Abstraction: 1910-1925, MoMA, 2013*. Mapa interactivo virtual, conexiones generales y ejemplo de enlaces particulares de Pablo Picasso: <www.moma.org> (consultado el 10 de junio 2018).



que lo observa. Da información, sí, pero en función del saber del que lo recibe. Es un diagrama iniciático.

El siguiente ejemplo incluye uno de estos aspectos relativos a la visualización por medio de diagramas e imágenes que concentran de una manera muy eficaz lo que se quiere transmitir y comunicar. Es una comunicación de Marca y Propaganda. Es el caso de la Producción de las Publicaciones de Arquitectura de OMA/AMO.

A lo largo de un eje cronológico, se sitúan diversas imágenes de revistas, publicaciones, exposiciones, medios de comunicación etc. Todo el gráfico está apoyado en su discurso por ampliaciones de información a pie de cada columna. En ocasiones puntuales aparecen bocadillos explicativos, de los eventos más importantes en forma de un estallido. Un recurso gráfico de atención. Bajo el aparente caos se esconde un orden magnífico, con todos los registros, donde las publicaciones del estudio se amontonan en orden creciente a lo largo del tiempo. Es un mapa completo.

En 2013 el MoMA elabora un mapa que contiene una lectura y un acercamiento más fresco, ya que es de carácter interactivo. Es un mapa online. No tiene un soporte físico, solo se puede acceder a él a través de la red. Depende de las nuevas tecnologías de la información. La aparente tela de araña que lo configura, nos inquieta, y al mismo tiempo que nos invita a sumergimos en ella, incluye el juego y la modificación de la forma, algo necesario para la nueva comunicación. En diferentes colores aparecen los nombres de los artistas según su relevancia. Una vez se hace accede a uno de ellos, se pueden observar las relaciones con otros autores y se abre una ficha técnica con información sobre su vida y obras. El mapa en sí no contiene imágenes, sino los nombres de los artistas. Al profundizar en un autor en concreto es cuando se pueden obtener más datos. Este mapa añade un componente fundamental, lo interactivo. El proceso visual que acompaña al descubrimiento ha pasado a ser dinámico, un sistema de conexión online, con acceso desde cualquier parte del mundo. Es una nueva manera de codificar, ordenar y comunicar.

El Atlas Interactivo. El resultado

A través de estos ejemplos hemos establecido los principios ordenadores a tener en cuenta para llegar a configurar un nuevo Atlas propio. Es importante que la gran cantidad de documentación con la que contamos, en un primer momento, se convierta en calidad de información,

es decir, que el *Big Data* esté contenido y comprimido en una representación gráfica que comprenda no solo etiquetas sino imágenes y conexiones entre las partes. A su vez, se debe facilitar la ampliación de información haciendo zoom en determinadas partes, o al mismo tiempo, permitir que diversas ventanas de información se incluyan dentro del documento.

En este mapa interactivo espacio-temporal se deben poder comparar afinidades y diferencias a lo largo del tiempo o en el aspecto más formal, plástico y gráfico. Los campos de estudio que se presentan están conectados por itinerarios y categorías, dependiendo de la jerarquía establecida: 100 arquitectos, 10 movimientos arquitectónicos, 50 obras de arte, 10 corrientes artísticas, exposiciones etc. Como parte del proceso interactivo, sus itinerarios podrían activarse o apagarse y así, apreciar el impacto o relación, en función de las necesidades de búsqueda o estudio. Cada categoría estará compuesta de fichas con la información relativa a la obra, arquitecto, exposición etc. y su codificación referente a las ideas del movimiento en el que se incluye.

El Atlas abierto

Para su configuración, entendido como compendio y suma compleja de diversos mapas, se debe de comenzar por la disposición de la información de manera escrita y física con etiquetas. Para seguir el proceso, una vez reunidas las imágenes referentes a los ejemplos gráficos escogidos, configurar un mapa digital y por último, añadir la componente lúdica-dinámica que ayude a comprender mejor las relaciones existentes entre los diversos items.

Para obtener el máximo aprovechamiento a este carácter interactivo es necesario que sea un atlas abierto, un campo de trabajo no cerrado. Por su definición y su condición, el atlas debe de poder seguirse configurando y completándose con nuevos campos, etiquetas, imágenes, conexiones etc. Al mismo tiempo, no se puede considerar como una representación gráfica única, sino que debido a los itinerarios y las diversas definiciones que pueden activarse o apagarse, la representación es múltiple. De este modo, el usuario o investigador, dentro del mismo entorno, puede generar uno o varios mapas, según su según las categorías que se precisen comparar, tal dúctil como las categorías o autores expuestos.

El atlas busca conseguir una mirada actual al discurso gráfico, transmitiendo los conocimientos desde una her-

Fig. 7. Alberto Grijalba, Julio Grijalba, Carolina Heising, Mapa holográfico de trabajo, 2014.

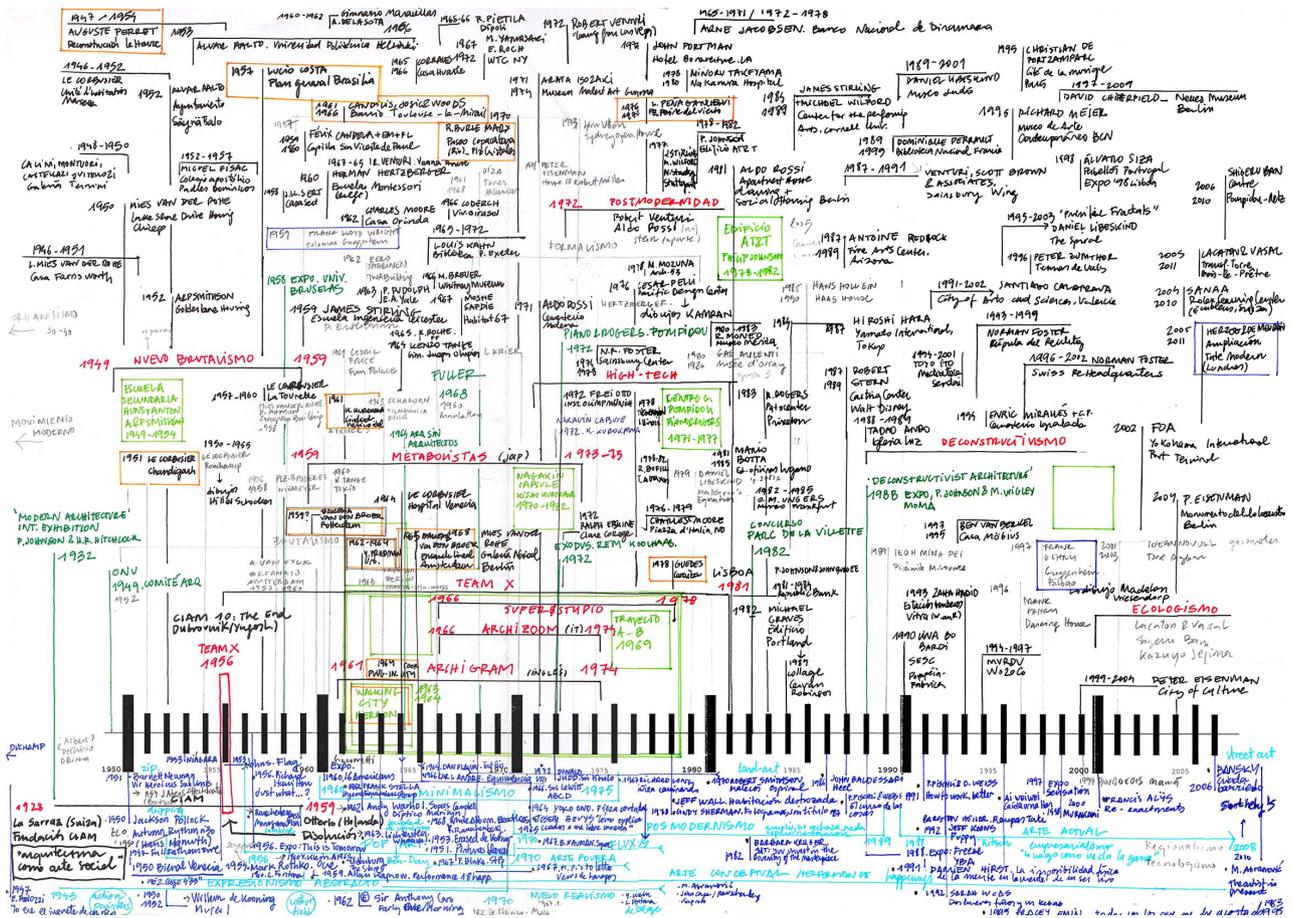
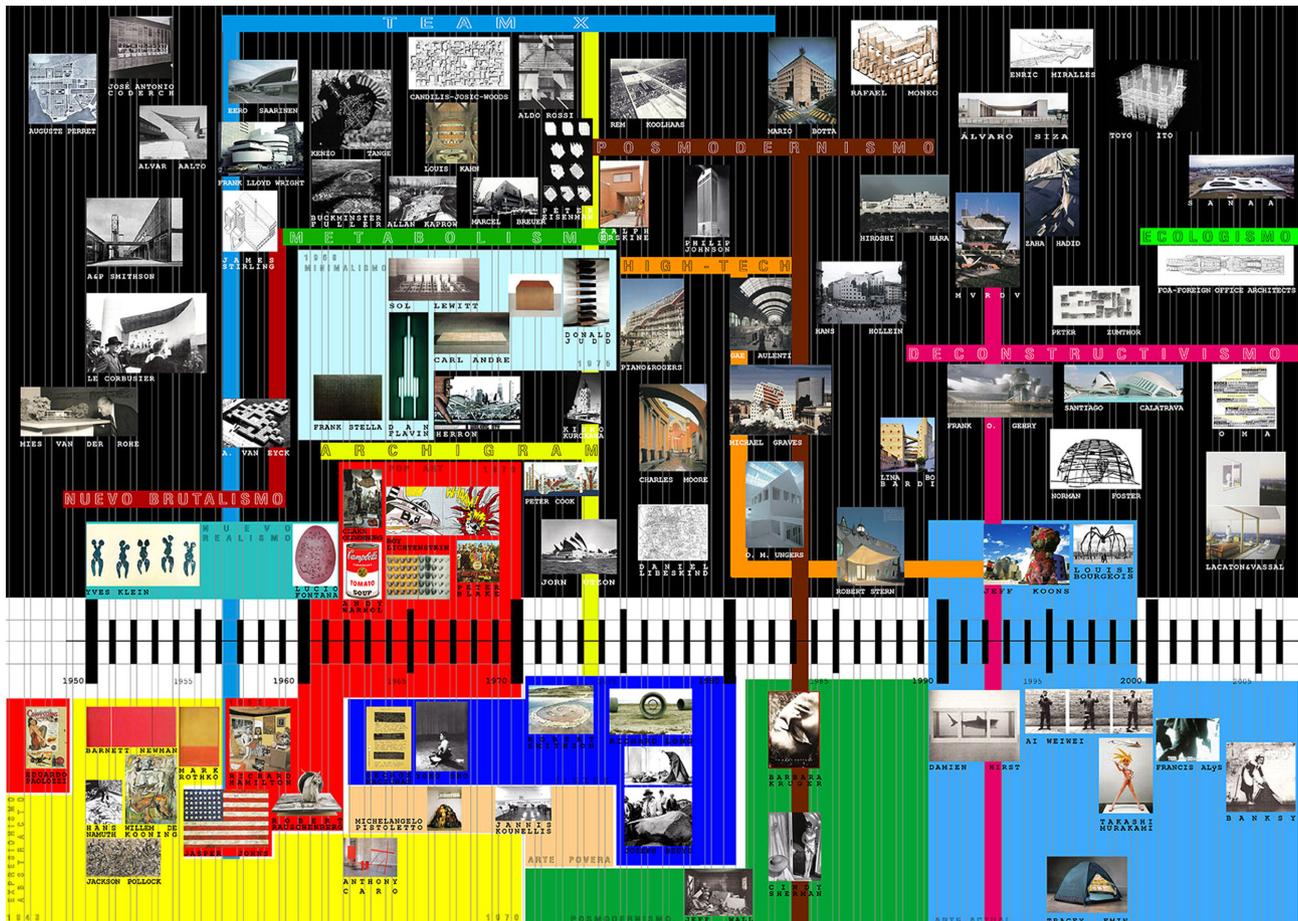


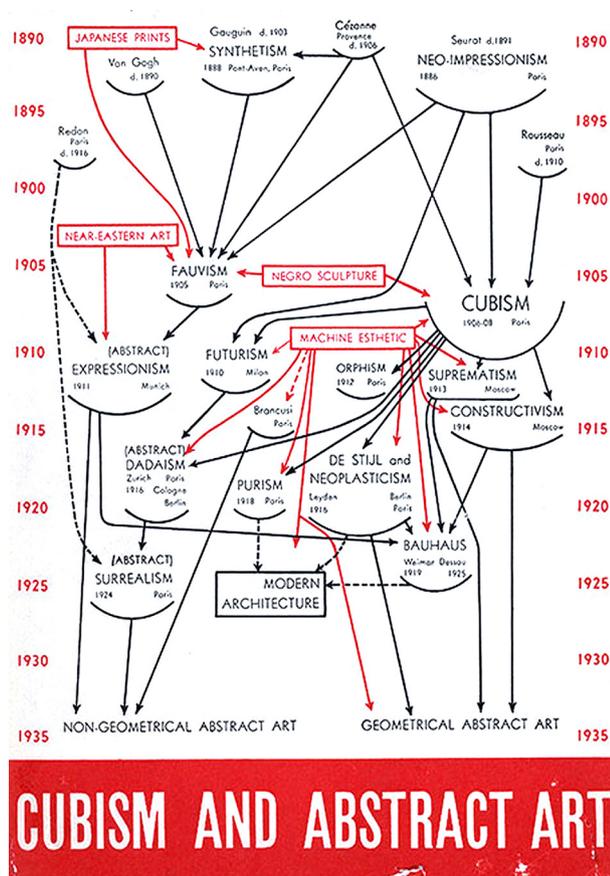
Fig. 8. Mapa propuesto. Ejemplo de fechas explicativas.



ramienta interactiva que permite hacer un estudio comparativo y temporal. Es una suma de conocimientos parciales, que en su continuidad, interpreta una realidad. Es una herramienta de análisis que nos permite hacer un estudio comparativo a través de la ejemplificación de arquitectos y obras.

Como ejemplo de comunicación ejemplar es importante revisar el interesantísimo Mapa de Alfred H. Barr; primer director del MoMA, *Cubism and Abstract Art* [Barr 1936]. En 2013, el museo decidió revisar la mítica exposición bajo el

Fig. 9. Alfred H. Barr, *Cubism and Abstract Art*, Exposición MoMA, abril-marzo 1936 [Barr 1936].



título *Inventing Abstraction 1910-1925* [Dickerman, Chlenova 2013]. El conocido cartel original, condensador de conocimiento y propaganda, ha sido reelaborado como un modelo dinámico, completado con fichas personalizadas de corrientes y artistas. El resultado es un modelo sencillo, interactivo y simultáneo. Una herramienta de conocimiento e información que une el rigor, el juego y la precisión de comunicación. Reinventa los viejos procesos, con las nuevas técnicas. Un buen modelo.

En nuestro *Atlas de la Arquitectura Moderna*, al comparar los gráficos informativos o los diagramas con textos, el resultado obtenido es sorprendentemente efectivo. Los hechos se presentan de forma ordenada y las conexiones son fáciles de entender. En la era digital, nos comunicamos cada vez más por medio de links; bloques de texto que se combinan con gráficos, fotografías y diagramas para crear una historia, dar una explicación o poder explorar nuestro mundo [Rendgen, Wiedemann 2015].

Probablemente el llegar a realizar un Atlas sobre el discurso gráfico sea una conclusión en sí misma. El propio proceso de trabajo y su desarrollo, el análisis de la documentación, la elección de los elementos gráficos y su transformación, desde los primeros bocetos holográficos, hasta una aplicación digital, sea su resultado. En primer lugar por lo subjetivo, pese al intento de objetividad aséptica con el que el proceso se ha realizado, debido a la inexistencia de un gran relato sobre el tema. De toda elección se deduce un posicionamiento frente a la Historia de la Arquitectura y su representación en las últimas cinco décadas [Cortés, Moneo 1976].

El tratamiento de la información visual se ha convertido en un objetivo, intentando clarificar y analizar los contenidos, siendo atento a la jerarquía, asociación y posición de los elementos, para dotar de la mayor información posible en un solo vistazo [Holmes 1991]. No es por tanto un documento en el que se busque solo la excelencia compositivo-gráfica, sino que al mismo tiempo, resulte eficaz como narración de conocimiento en un discurso gráfico. Un Atlas capaz de comunicar de modo simple una disciplina compleja [Alcalde 2015].

Imagen, texto y simultaneidad. Epílogo

El trabajo, como misión oceánica, ha tenido que ser acotado por claridad para su de comunicación a 100 arquitectos, 10 movimientos arquitectónicos, 50 obras de arte y 10

corrientes artísticas. Pero, pese a lo necesario de esa limitación, necesidad obvia aunque eficaz, se ha revelado en algunos casos, parcial y exigua. De ahí su carácter abierto. La información se ha desarrollado en función de los criterios de catalogación: el tiempo, las relaciones e interacciones, las categorías o corrientes y el impacto en la crítica. Es un documento que puede ser completado o matizado, aún cuando la claridad de la documentación no permite cualquier alteración. Más documentación gráfica, no significa necesariamente mejor trasmisión de conocimiento o más lucidez, como hemos aprendido en el proceso. La comunicación gráfica significa elegir y jerarquizar, para ser eficaz [Tufté 1997].

Este “Atlas de Arquitectura” no pretende reducir el conocimiento a una imagen, a una relación o a una posición en el tiempo. No se trata de banalizar su contenido para conseguir una comunicación simplista. No es un esquema reduccionista que pretenda ser un análisis superficial que reduzca el conocimiento. Al contrario, se trata de evitar la disfunción común de la Teoría de la Comunicación del Big Data: una rápida lectura, pero poco conocimiento. Con su capacidad interactiva, donde poder modificar los mecani-

smos de búsqueda y ampliar la información, con ventanas emergentes de documentación complementaria, el proceso de comunicación se completa. No es sólo un mapa de para poder orientarse, que también, sino un Atlas de Conocimiento, con la agregación de tantos mapas como podamos ser capaces de elaborar. Todo ello mediante mecanismos tecnológicos de comunicación accesibles hoy.

Simultaneidad es finalmente la última de las aportaciones. El nuevo atlas elaborado, es capaz de interactuar en varias ventanas al mismo tiempo, e incluso con varios registros, sirviéndose de una las características que nos permiten las nuevas tecnologías, la multi-ventana y la multi-tarea. Ver el Mapa general, al mismo tiempo que se pueda activar una determinada línea de afinidades. Desde el Atlas general permite abrir ventanas emergentes sobre un autor, obra o corriente arquitectónica. Se propone una herramienta tan flexible y densa de conocimiento como el usuario necesite.

Agradecimientos

Esta aportación forma parte de la línea de Investigación del Grupo de investigación Reconocido de la UVA GIRDAC. Ha contado con la financiación del Ministerio de Educación Cultura y Deporte, a través de una beca de Colaboración, bajo nuestra dirección, por parte de Carolina Heisig.

Fig. 10. Ejemplo de fechas explicativas.

01 JACKSON POLLOCK

AÑO DE NACIMIENTO: 1912
AÑO DE FALLECIMIENTO: 1956
CATEGORÍA: DIBUJOS Y GRAFÍAS

“...Una estampida de todos los animales del oeste norteamericano: vacas, caballos, antílopes y búfalos, todos corriendo a la vez contra esa condenada superficie”. Jackson Pollock era un artista con una naturaleza caótica, incapaz de controlar sus estados de ánimo y con grandes problemas con el alcohol, su método de acción painting precisamente consistía de su interior y estallaba en el lienzo con gran fuerza, así, creando las drip paintings, lienzos enormes salpicados de pintura.

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA
Esta obra no figurativa es una drip painting, en la que Pollock aplica por los cuatro costados la pintura negra, blanca y marrón diluida sobre un lienzo sin tener colocado en el suelo en lugar de en un caballete. El artista vierte, gotea, salpica, golpea, remueve y arroja cosas manipulando la pintura fresca con palas, espátulas, cuchillos, arena... No hay un punto central ni jerarquía, cada elemento es igualmente significativo en esta composición all-over.

BIBLIOGRAFÍA
LOS DIBUJOS, 1911. Una serie avanzada de dibujos y pinturas en blanco y negro de una mano. Nueva York, 1956. www.museumofmodernart.org



02 HANS NAMUTH

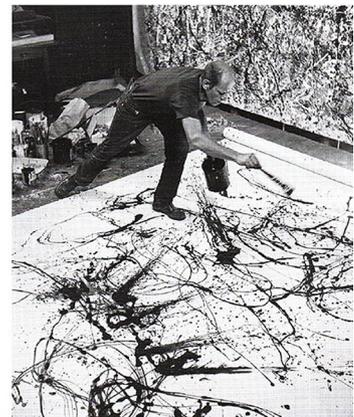
AÑO DE NACIMIENTO: 1920
AÑO DE FALLECIMIENTO: 2012
CATEGORÍA: FOTOGRAFÍAS

Hans Namuth, fotógrafo de origen alemán, fue una figura clave en la inclusión de Jackson Pollock como estrella del mundo del arte. Aunque al principio no le convenía la obra de Pollock, a través de un amigo visitó su estudio y le preguntó si podía fotografiarlo durante su trabajo. Mediante esas fotografías en blanco y negro se reproduce por primera vez su método pictórico y visual de ritmos dinámicos y sensaciones, creando una coreografía instintiva. Son imágenes generadoras de la performance.

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Esta fotografía forma parte del libro Pollock Painting de Hans Namuth, de 1950. En ella se ve a un Pollock apasionado, inclinado y atrapado de acción, vestido con unos pantalones vaqueros y una camiseta negra, fumando un cigarrillo y con los brazos tensados en acción. Sus emociones se expresan a través de las huellas de pintura sobre el lienzo.

BIBLIOGRAFÍA
POLLOCK, 1911. Una serie avanzada de dibujos y pinturas en blanco y negro de una mano. Nueva York, 2012. www.museumofmodernart.org



WEEK: Page 31 Area del Fig. 10, 3100-3100, Character: 0000, 0000

WEEK: Page 31 Area del Fig. 10, 3100-3100, Character: 0000, 0000

Autores

Alberto Grijalba Bengoetxea, ETSAVA, Universidad de Valladolid, agrijalb@arq.uva.es.

Julio Grijalba Bengoetxea, ETSAVA, Universidad de Valladolid, jgrijalb@arq.uva.es.

Lista de referencias

- Alcalde, I. (2015). *Visualización de la Información. De los datos al conocimiento*. Barcelona: UOC.
- Barr, A.H. (1936). *Cubism and Abstract Art*. New York: The Spiral Press.
- Bertin, J. (1973). *Semiologie Graphique*. Paris: Mouton.
- Bertin, J. (1967). *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Paris: Mouton, Gauthiers-Villars.
- Benevolo, L. (1987). *Historia de la arquitectura moderna*. Barcelona: GG.
- Baldellou, M.A., Capitel, A. (1995). *Arquitectura Española 1971-92. Summa Artis*, vol. XL. Madrid: Espasa.
- Cortés, J.A., Moneo, J.R. (1976). *Comentarios sobre dibujos de 20 arquitectos actuales*. Barcelona: ETSAB.
- Curtis, W.J.R. (1986). *La arquitectura moderna desde 1900*. Madrid: Hermann Blume.
- Dickerman, L., Chlenova, M. (2013). *Inventing Abstraction, 1910-1925*. MoMA, December 23, 2012-April 15, 2013: <www.moma.org/calendar/exhibitions/1273> (consultado el 10 de junio 2018).
- Frampton, K. (2000). *Historia crítica de la arquitectura moderna*. Barcelona: GG.
- Giedion, S. (2009). *Espacio, tiempo y arquitectura*. Barcelona: Reverte.
- Gössel, P., Leuthäuser, G. (1991). *Arquitectura del siglo XX*. Colonia: Taschen.
- Grijalba Bengoetxea, A., Ubeda Blanco, M. (eds.). (2012). *Los concursos de arquitectura. 14 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica, Oporto 31 de mayo-2 de junio 2012*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Servicio de Publicaciones.
- Hitchcock, H.R. (1981). *Arquitectura de los siglos XIX y XX*. Madrid: Cátedra.
- Holmes, N. (1991). *Designer's Guide to Creating Charts and Diagrams*. NY: Watson-Guption Pubns.
- Jenks, C. (2002). *The new paradigm in architecture: the language of Post-modernism*. New Haven: Yale University Press.
- Jenks, C. (1980). *El lenguaje de la arquitectura posmoderna*. Barcelona: GG.
- Koolhaas, R. (2007). OMA-Rem Koolhaas: 1987-1993. En *El Croquis* 134-135.
- Lytard, J-F. (1987). *La condición posmoderna: informe sobre el saber*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Marchán, S. (1990). *Del arte objetual al arte del objeto*. Madrid: Akal.
- Montes Serrano, C. (2010). Un posible Canon de los dibujos de arquitectura. En *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, n. 16, pp. 44-51.
- Rendgen, S., Wiedemann, J. (2015). *Information Graphics*. Taschen: Colonia.
- Rota, I. (1979). Ma gli architetti dormono tutti... En *Domus*, n. 764, pp. 94-96.
- Rossi, A. (1986). *La Arquitectura de la Ciudad*. Barcelona: GG.
- Tufte, E.R. (1983). *The Visual display of quantitative information*. Cheshire: Graphics Press.
- Tufte, E.R. (1997). *Visual Explanations: images and Quantities, Evidence and Narrative*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- Wurman, R.S. (1990). *Information anxiety: what to do when information doesn't tell you what you need to know*. New York: Bantam.
- Wurman, R.S., Bradford, P. (1996). *Information Architects*. Zurich: Graphis Press.
- Zaera-Polo, A., Fernández-Abascal, G. (2016). Brújula política de la arquitectura global. En *El Croquis*, 187, p. 252-287.

La rappresentazione della scala nella trattatistica italiana dal XVI al XVIII secolo

Vincenzo Cirillo

Abstract

La rappresentazione della scala si inquadra nel più generale tema del disegno di architettura. Sin dall'antichità il progetto della scala è stato degno di attenzione, sia per l'utile funzione nel superare dislivelli, sia per la non immediata visualizzazione mentale per articolate soluzioni spaziali; di conseguenza, altrettanto faticosa è apparsa la sua rappresentazione grafica. Pertanto, in ragione di ciò, si è trovato interessante esaminare questo tema ricercandolo all'interno della trattatistica italiana che, dal XVI al XVIII secolo, sia in forma letterale che grafica, ha accolto e manifestato il dibattito sul progetto delle scale.

Il suddetto tema è stato svolto tramite la disamina delle fonti contenute nei trattati di Serlio, Palladio, Vignola (commentato da Danti), Scamozzi, Guarini e Vittone. Operando per analogie e differenze, le modalità di descrizione della scala sono state evidenziate e gli esiti collocati nei contesti storico-scientifici di riferimento in relazione alla codificazione geometrica dei metodi di rappresentazione. Fermo restando il comune uso del disegno come tramite concettuale di sintesi visiva finalizzato alla creatività, alla conoscenza e alla comunicazione, la lettura delle fonti ha avvalorato, da parte dei trattatisti, l'esistenza di una scelta critica dei più adeguati metodi geometrici di rappresentazione (seppure non ancora scientificamente codificati) o delle deroghe agli stessi per meglio descrivere le qualità spaziali di un complesso elemento architettonico come la scala.

Parole chiave: scala, trattatistica, metodi geometrici di rappresentazione, tecniche grafiche, modellazione.

Introduzione

Lo studio qui proposto non ha la pretesa di esaminare la questione dei modelli di scala esposti dai trattatisti italiani dal XVI al XVIII secolo nei loro molteplici aspetti tematici, ma, principalmente, di indagarne il portato dal punto di vista delle modalità di rappresentazione grafica degli stessi attraverso il disegno, inteso quale linguaggio visivo secondo cui le immagini mentali prendono forma attraverso l'ausilio di dispositivi, siano essi nel tempo analogici o digitali: dalla primordiale esperienza di segnare con un dito l'ombra del profilo di un volto proiettata su una superficie [Sgrosso 1984, p. 9], a una punta scrivente con inchiostro su carta, alle contemporanee strumentazioni informatiche che consentono di tracciare segni su schermo.

Partendo dai modelli di scale proposti dai trattatisti italiani (Serlio, Palladio, Danti, Scamozzi, Guarini, Vittone), attraverso il ricorso all'analisi grafica sono state indagate le modalità di visualizzazione con cui questi *exempla* sono stati restituiti, affiancando a tale analisi un riscontro di natura scientifica in termini di applicazione (intuita e non ancora del tutto codificata) di metodi geometrici di rappresentazione come le proiezioni ortogonali, la prospettiva, l'assonometria.

L'analisi è partita da una disamina dei diversi modelli proposti e da una loro catalogazione per configurazione strutturale (a pilastri, a pozzo, a spina muraria), configurazione geometrica dell'impianto planimetrico (rettilinea, curvilinea, mistilinea e, dunque, quadrata, rettangolare, circolare, ovata,

poligonale), numero di rampe e scale (da uno a quattro oppure scala doppia, tripla, quadrupla). Ciò ha consentito di verificare come i diversi modelli delle scale, oltre a proporsi come esito di una vivace sperimentazione teorica (e, quindi, di espressione ideativa), siano anche il risultato di tecniche di costruzione coeve al periodo storico di riferimento, che ne hanno reso possibile la "messa in forma". La tecnica, infatti, è da sempre componente funzionale alla forma e, nella sua accezione più profonda, essa determina le modalità di esistenza reale e materiale del modello stesso. Ragion per cui, l'analisi della configurazione strutturale è apparsa imprescindibile dall'analisi formale; tanto che l'introduzione in epoche successive di sistemi tecnologici e costruttivi più avanzati ha consentito all'immaginazione creativa di configurare modelli di scale sempre più performanti [Calvo López 2001, pp. 38-51].

Ciò stante, l'immaginazione mentale della scala (soprattutto nei casi di configurazioni strutturali e formali molto complesse) è sempre apparsa un'operazione difficoltosa, così come la descrizione e la comunicazione in termini di rappresentazione grafica non è mai stata un'operazione semplice, rivelandosi nella lettura di questi trattati un'applicazione piuttosto ostica. Ciò ha comportato che, nei trattati richiamati, all'immagine del modello proposto si associasse spesso anche una dettagliata spiegazione in forma scritta al fine di guidare il lettore sia nell'immaginazione mentale della configurazione spaziale che nella comprensione dei modelli proposti in termini tipologici e costruttivi. Inoltre, la difficoltà della trasposizione su carta di un complesso elemento architettonico come la scala ha richiesto, oltreché la scelta di adeguati metodi geometrici di rappresentazione, anche l'utilizzo di artifici e/o deroghe ai metodi stessi. Questa circostanza è stata anche posta in relazione allo specifico profilo biografico del trattatista, riconoscendo nel ricorso alle diverse modalità di applicazione convenzionale del disegno architettonico un obiettivo comunicativo differenziato: una diversa impostazione della trattazione (più o meno teorico-pratica) oppure un'argomentazione rivolta a un differente pubblico di lettori (generalista o specialista come la professione dell'architetto).

In conclusione, gli impianti architettonici dei modelli di scale, catalogati per trattatista, sono stati distinti per forma strutturale e tipologica e analizzati graficamente in relazione alla matrice geometrica [De Rosa, Sgrosso, Giordano 2000] per analogie e/o differenze. In questa operazione, particolare rilievo hanno assunto la modellazione [Migliari 2003] e la visualizzazione digitale dei modelli (qui operata

per la prima volta da chi scrive nella quasi totalità dei tipi presentati), che hanno consentito di descriverne meglio le peculiari connotazioni spaziali o di rappresentare graficamente i modelli architettonici introdotti dai trattatisti nella sola forma scritta. In tal senso, l'operazione di rappresentazione grafica ha ancora una volta confermato il ruolo storico di tramite concettuale di sintesi visiva, finalizzato alla creatività, alla conoscenza e alla comunicazione.

Rappresentazione della scala nella trattatistica italiana dal XVI al XVIII secolo fra progetto e comunicazione

Disegnare, nell'accezione più contemporanea del termine, significa «tracciare linee su una superficie», ma disegnare è anche stabilire un proposito, esporre un'intenzione, descrivere un programma, è anche 'progettare'» [de Rubertis 1994, p. 11]. In tal senso, progettare è rappresentare una forma mentale traducendola in immagine attraverso segni grafici.

Le forme che, in maniera intuitiva o consapevole, sono destinate a divenire segno grafico non costituiscono la realtà ma solo il modello poiché l'atto del disegnare (ossia l'azione, guidata dalla mente, del tracciare una forma su una superficie con l'ausilio di strumenti) opera implicitamente una selezione specifica delle caratteristiche da esprimere. Che si voglia utilizzare il disegno come strumento chiarificatore delle proprie intenzioni o impiegarlo per proporre queste ultime a diversi riceventi, l'operazione grafica non è mai immediata, ma necessita di numerose revisioni per predisporre un'immagine di sintesi che sia comprensibile alla lettura da parte del pubblico che ne usufruirà.

Secondo questa funzione, il disegno diventa un tramite concettuale di sintesi visiva finalizzato alla comunicazione ovvero al processo attraverso cui avviene la trasmissione delle informazioni fra autore e destinatario mediante lo scambio di messaggi elaborati secondo i principi di codici grafici condivisi. I segni grafici (disegni e/o scritture) costituiscono un potente mezzo espressivo, tanto che la loro lettura da parte del ricevente può avvenire anche in assenza di colui che trasmette il messaggio.

Tutto ciò si è verificato nella produzione trattatistica analizzata. Infatti, la rappresentazione grafica della scala ha presupposto un autore (il trattatista, che ha comunicato le proprie istruzioni) e un ricevente (l'architetto, che ha accolto il messaggio). In tal senso il disegno, come strumento di comunicazione dell'autore, rappresenta un tramite indi-

spensabile alla “messa in forma” delle sue intenzioni (siano esse finalizzate alla creatività o alla conoscenza), così come si dimostrano fondamentali i metodi geometrici di rappresentazione (intuiti o codificati) a cui l'autore ricorre per la descrizione del modello mentale [Giandebiaggi 2016, pp. 99-109].

Da ciò deriva che le modalità di rappresentazione grafica di un modello architettonico (qui il corpo scala) possano differenziarsi a seconda del diverso profilo formativo dell'autore. Pertanto, al fine di valutare le motivazioni sottese all'uso di molteplici metodi geometrici di rappresentazione adoperati dai trattatisti qui esaminati, si è ritenuto proficuo relazionare gli stessi al loro diverso profilo biografico, ipotizzando in questa differenza la possibile ragione di un differente portato della rappresentazione stessa, pur muovendosi tutti i trattatisti esaminati nell'ambito di quei fondamenti scientifici della rappresentazione (*ichnographia*, *orthographia*, *scaenographia*) esposti da Vitruvio nel *Libro Primo* del trattato *De Architectura libri decem*.

In tal senso il tema della progettazione della scala, che per la sua importante funzione di collegamento verticale è antico quanto l'architettura stessa, apre a interessanti sviluppi nell'ambito della produzione trattatistica dal XVI al XVIII secolo quando sulla scena italiana ed europea vengono introdotti impianti spaziali dalle geometrie sempre più articolate [Zerlenga 2017, p. 45].

Nello specifico della produzione trattatistica rinascimentale e manierista, il corpo scala appare ancora come un elemento legato alle sole ragioni funzionali dell'atto del 'salire'. Solo attraverso le successive e numerose sperimentazioni concettuali e formali di età barocca (dovute anche alla codificazione di nuovi tipi architettonici legati alla residenza nobiliare) si assiste all'elevazione di questo elemento a fulcro del progetto architettonico, in cui la forma dell'impianto spaziale diventa una delle caratteristiche più peculiari e rappresentative dell'abitare.

Dall'analisi dei trattati di architettura qui esaminati emerge una grande varietà di modelli-scala presentati: da quelli più tradizionali a quelli più innovativi [Gambardella 1993], dalle soluzioni spaziali più semplici a quelle più complesse. Ciò comporta una difficoltà crescente non soltanto di immaginazione mentale ma anche di corretta visualizzazione di questi spazi.

Come già anticipato, le modalità di rappresentazione grafica privilegiano una comunicazione secondo i classici riferimenti della tradizione vitruviana con la necessità di doversi richiamare, seppure intuitivamente, a metodi geometrici

solo successivamente codificati, tanto che i disegni dei trattatisti qui esaminati possono essere ricondotti alle tre consuete modalità di rappresentazione scientifica in prospettiva (Serlio), assonometria (Danti in Vignola) e proiezione ortogonale (Palladio, Danti, Scamozzi, Guarini, Vittone).

La «regola infallibile» di Sebastiano Serlio e le «più sorti» di scale diseguate «in scorcio»

Sebastiano Serlio (1475-1554) descrive diversi modelli di scala nel *Libro II*, edito a Parigi nel 1545, contenuto nella sua più generale opera *I sette libri dell'architettura* e dedicato alla prospettiva e alla scenografia. L'apparato iconografico mediante cui Serlio presenta i diversi impianti di scale viene proposto attraverso una raccolta di tipi con una matrice geometrico-configurativa esclusivamente rettilinea e impianti planimetrici di forma rettangolare e quadrata (fig. 1A). Le scale a impianto curvilineo, e più in particolare quelle di forma circolare, vengono solo menzionate nel testo e, per la loro costruzione, Serlio suggerisce di adottare le stesse modalità descritte per il modello di forma quadrata.

Nello specifico, Serlio afferma che «fra le cose che hanno gran forza nelle dimostrazioni delle prospettive io trovo le scale molto bene, in quanto han più ritorni fanno l'effetto migliore» [Serlio 1545, p. 53 v]. Le «più sorti» di scale proposte da Serlio (prevalentemente per esterno) sono infatti rappresentate in prospettiva e, pertanto, i disegni sono appellati da Serlio «in scorcio». La disposizione dello spazio architettonico rispetto al quadro di rappresentazione è frontale, con punti di vista rispetto alla scala situati sia in direzione centrale che asimmetrica e le cui viste prospettiche derivate sono rispettivamente definite «in profilo» e «per fianco» (fig. 1B). Nel descrivere la costruzione geometrica per le prospettive dei modelli proposti, Serlio consiglia di applicare sempre «questa regola, la qual è infallibile» [Serlio 1545, p. 55 v]. Cominciando dai tipi «più facili», il trattatista stabilisce che «per l'ordinario un grado [gradino], è mezzo piede in altezza, et un piede in larghezza, cioè il suo piano» [Serlio 1545, p. 51 v] e, pertanto, riferisce sia il piano orizzontale che quello verticale a un reticolo ortogonale avente per lati le suddette misure. I reticoli e le misure consentono di disegnare con facilità i modelli proposti, una volta definite le misure della scala come multipli di questi valori. Inoltre, la descrizione verbale rimanda continuamente ai disegni, che mostrano le linee di

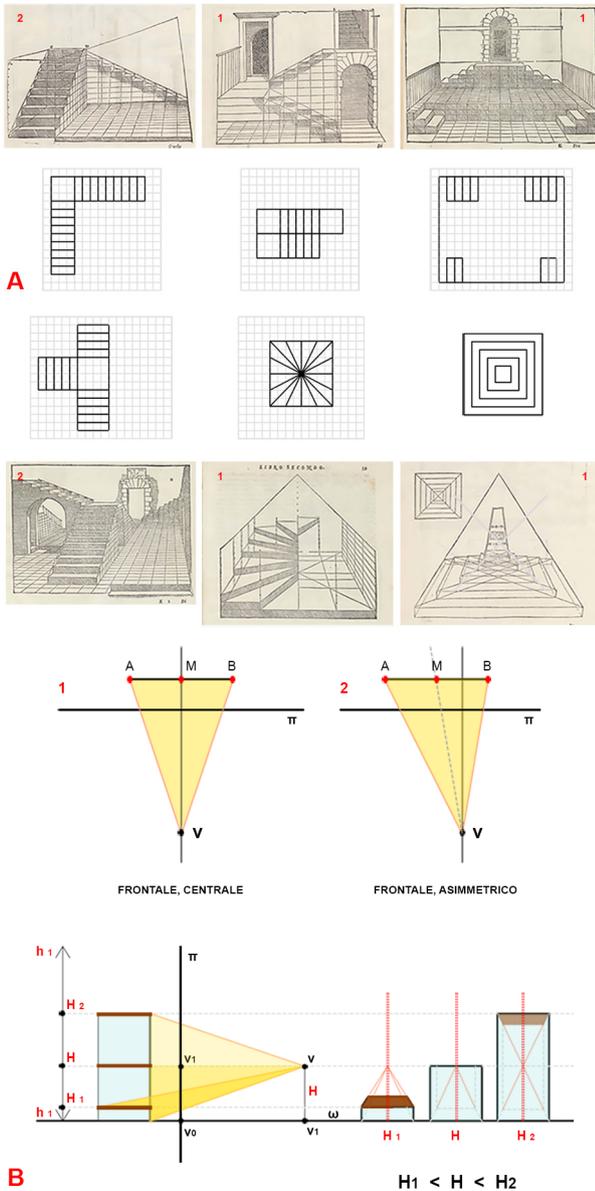


Fig. 1. Sebastiano Serlio: «regola infallibile» per disegnare le scale «in scorcio» e schemi geometrici (elaborazione grafica dell'autore).

costruzione geometrica: le rette di pendenza delle rampe, quelle «tirate all'Orizzonte con linee occulte» [Serlio 1545, p. 51 v] e altre, ancora definite «occulte» e disegnate come linee tratteggiate [Serlio 1545, p. 53 v].

Particolarmente degni di nota sono i due ultimi modelli di scala che Serlio descrive. Esse hanno pianta quadrata e sono rappresentate in prospettiva frontale e centrale. La tipologia rinvia alla scala a «lumaca quadra» [Serlio 1545, p. 55 v] e a quella che «da tutti i lati si monta» [Serlio 1545, p. 57]. Nel primo modello, il disegno collocato in basso rimanda allo schema planimetrico della suddivisione in gradini mentre quello situato in alto restituisce una rappresentazione prospettica della scala, nella quale a sinistra è indicata parte della costruzione geometrica per porre in prospettiva nove gradini mentre a destra sono segnalati solo i reticoli planimetrici e altimetrici, che guidano alla configurazione spaziale dei gradini. Nel secondo modello è stabilita la costruzione geometrica per realizzare la suddetta scala a partire dalle «linee a schiancio» [Serlio 1545, p. 57] (ovvero diagonali del quadrato), che viene proposta per metà del suo sviluppo come scala per tribunale, altare e cose simili. Questa stessa costruzione è adattabile per fare le «scale tonde, et ancora di otto faccie, o di sei» [Serlio 1545, p. 57]. A questa indicazione Serlio non fa corrispondere alcun disegno.

Il disegno delle «varie maniere» di scale nel trattato di Andrea Palladio

Andrea Palladio (1508-1580) si interessa alla trattazione *Delle Scale, e varie maniere di quelle, e del numero, e grandezza de' gradi* nel XXVIII capitolo del trattato *I quattro libri dell'architettura* (1570). La trattazione architettonica presenta un taglio decisamente tassonomico nel descrivere i diversi caratteri strutturali ed elementi tipologici che compongono la scala. In tal senso, il trattatista cataloga le scale in relazione alla forma geometrica dell'invaso planimetrico, accorpandole in curvilinee, di cui «ritonde» (denominate dal trattatista «à Lumaca» o «à Chiocciola») e «ovate», e rettilinee (qui dette «diritte»). Le descrizioni verbali di questi modelli sono accompagnate da due tavole grafiche a tutta pagina, che contengono otto disegni di scale, tutte richiamate nel testo.

Sia le scale curvilinee che quelle rettilinee sono raggruppate per comportamento statico a seconda che

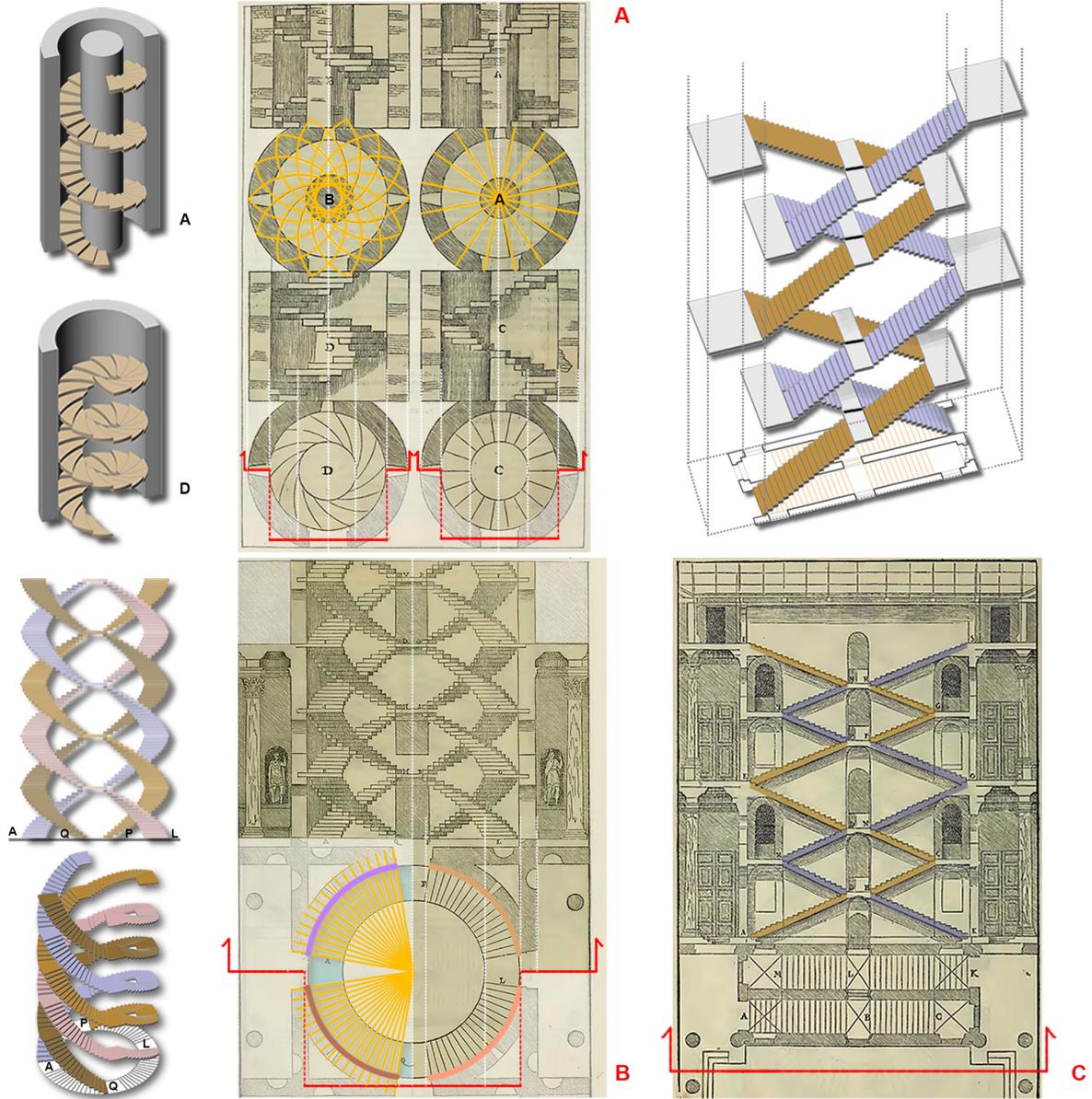


Fig. 2. Andrea Palladio: visualizzazione delle «varie maniere» di scale (elaborazione grafica dell'autore).

presentino le rampe a sbalzo («Scala à Lumaca vacua nel mezo», «Scala ovata senza colonna», «Scala diritta senza muro») o sorrette da elementi portanti in posizione centrale (rispettivamente «Scala à Lumaca» o «Scala ovata con la colonna nel mezo», «Scala diritta co'l muro di dentro»). Per le scale «à Lumaca», Palladio distingue altri due tipi: «co' gradi torti» o «diritti» ovvero con il profilo del gradino circolare (cioè, porzioni di circonferenze che ruotano intorno al comune centro della scala) o rettilineo (fig. 2A). Le scale rettilinee, invece, si differenziano per numero e disposizione delle rampe, essendo «distese in due rami, ò quadrate: le quali voltano in quattro rami» [Palladio 1570, p. 61], ma anche per la presenza di pianerottoli di riposo negli angoli (denominati da Palladio «Requie») che, assenti nelle scale circolari, compaiono in questo modello e nella scala «ovata», presentando quest'ultima lungo l'asse longitudinale un maggior numero di gradini.

L'ultimo modello di scala presentato da Andrea Palladio è quello riconducibile alla scala fatta costruire dal re Francesco I nel castello di Chambord in Francia. Trattasi di una «scala à lumaca» composta di «quattro Scale, le quali hanno quattro entrate, cioè ciascuna la sua, e ascendono una sopra l'altra, di modo che facendosi nel mezzo della fabrica; ponno servire a quattro appartamenti, senza che quelli, che in uno habitano, vadano per la scala dell'altro: e per essere vacua nel mezo; tutti si veggono l'un l'altro salire, e scendere, senza che si diano un minimo impedimento» [Palladio 1570, p. 64] (fig. 2B). Su questo criterio configurativo, Palladio propone un ultimo modello di scala, che chiama «Scala doppia» e che, impostato su impianto rettangolare, si compone di due rampe parallele con sviluppo indipendente (fig. 2C).

Andrea Palladio, architetto teorico e costruttore, rappresenta i modelli di scale sopra descritti non in prospettiva (ovvero secondo disegni allusivi della tridimensionalità dello spazio architettonico), ma in pianta e sezione. Le due immagini distinte (disegnate nella stessa scala di rappresentazione) non sono però richiamate da canoniche rette in proiezione ortogonale, ma disposte secondo una lettura in successione verticale che lega la pianta alla sezione, e viceversa. Come già osservato altrove per il disegno architettonico introdotto da Sebastiano Serlio nel suo trattato, questi disegni «rivelano con grande immediatezza come sia ormai acquisito il concetto moderno di relazione nel reciproco riferimento dei prospetti, esattamente eseguiti e del tutto privi di correttivi pro-

spettici, alle relative piante» [Sgrosso 2001, p. 136]. Tale principio è adottato anche da Palladio nei suoi disegni, che appaiono ricchi di sensibilità grafica ed estetica anche se non privi di sorprese. Infatti, nei disegni da "A" a "F", osservando la relazione fra pianta e sezione si può verificare come in realtà il trattatista adoperi un artificio per meglio descrivere la natura ostica dello sviluppo nello spazio dei modelli proposti. Infatti, gli alzati delle rampe non corrispondono al piano di sezione passante per il centro dell'impianto planimetrico (circolare od ovato), ma a una vista possibile soltanto rimuovendo la metà anteriore delle pareti murarie e lasciando in essere l'intero sviluppo elicoidale delle rampe.

Analogamente, questo artificio viene adoperato anche per illustrare la complessa «scala à lumaca» quadrupla di Chambord in Francia e quella doppia a impianto planimetrico rettilineo, dove l'articolarsi continuo delle rampe fra loro indipendenti è reso visibile dall'aver eliminato l'opacità dei muri perimetrali (nel primo caso) e antistanti (nel secondo) mentre il canonico piano di sezione è rispettato solo per gli ambienti laterali.

Il disegno delle scale «à lumaca doppia», «tripla» e «quadrupla» di Egnatio Danti

Nei suoi commenti al trattato *Le due regole della prospettiva pratica* (1583) di Jacopo Barozzi da Vignola (1507-1573), Egnatio Danti (1536-1586) riprende il tema della scala «à lumaca doppia», citando anche quella del suddetto castello di Chambord [Barozzi 1583, p. 144]. Nello specifico, vengono presentati due modelli. Nel primo, detto «aperto», le rampe poggiano su un sistema pilastro centrale (fig. 3A), che consente di inondare la scala di «lume». Danti paragona questa scala a quella del pozzo di Orvieto, precisando che essa non è cavata nel tufo e che al posto della rampa ci sono i gradini. Nel secondo, la scala è aperta nel mezzo e si regge a sbalzo essendo gli scalini «fermati con la testa nel muro e messi talmente uno sopra l'altro, che un regge sopra l'altro, e gli stessi scalini fanno volta alla scala» [Barozzi 1583, p. 144].

Questo modello di scala «à lumaca doppia» può applicarsi anche a un profilo planimetrico ovato, che Danti non disegna ritenendolo più difficoltoso [Paris, Ricci, Roca De Amicis 2016] in quanto nel profilo ovato le linee «vanno a diversi punti» a differenza di quelle circolari, che vanno

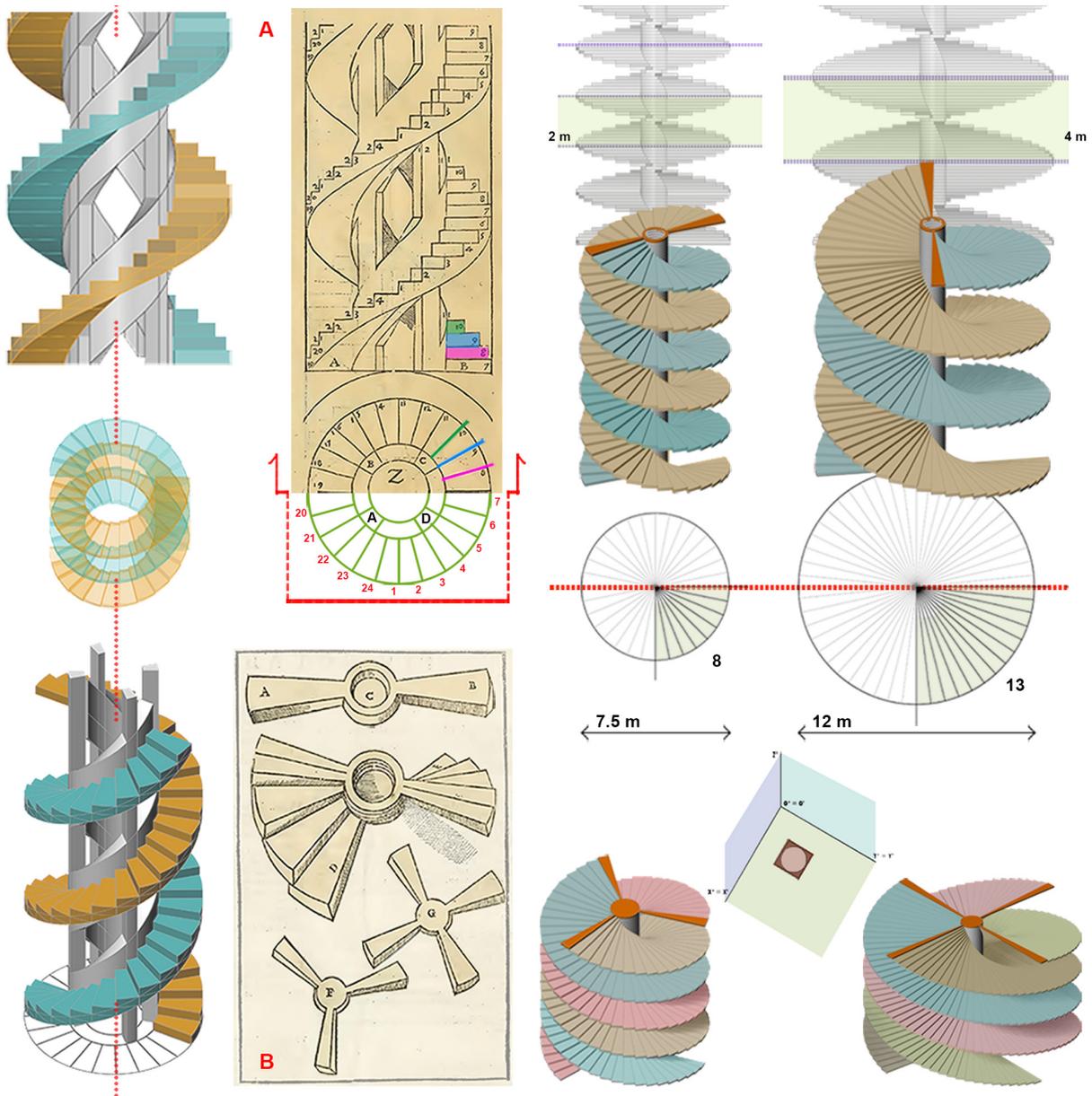


Fig. 3. Egnatio Danti: visualizzazione delle scale «à lumaca doppia», «tripla» e «quadrupla» (elaborazione grafica dell'autore).

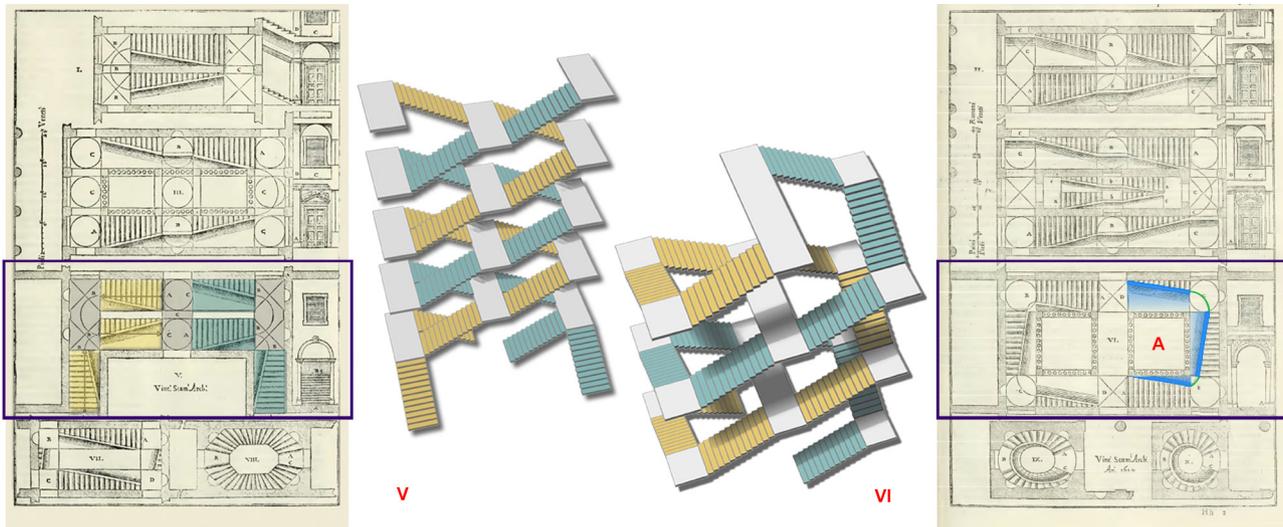


Fig. 4. Vincenzo Scamozzi: visualizzazione delle «scale principali» (elaborazione grafica dell'autore).

al «punto e centro del mezo». I due modelli circolari vengono rappresentati in pianta e sezione, redatti nella stessa scala di rappresentazione e secondo la consueta disposizione verticale che pone il prospetto-sezione al di sopra della pianta. Tuttavia, dalla disamina dei disegni si può facilmente notare l'inversione del senso di lettura della pianta rispetto all'alzato e come percettivamente questi disegni alludano a una vista spaziale dell'interno resa possibile dall'asportazione dei muri perimetrali.

Particolarmente interessante per il contesto storico-culturale legato alla storia dei metodi geometrici di rappresentazione è la disamina dell'ultimo esempio descritto da Danti. Trattasi di scale circolari doppie, triple e quaduple, che il trattatista intende quale insieme di elementi unificati il cui montaggio configura la scala. Nello specifico, Danti disegna la scala così ottenuta e gli elementi standardizzati a due, tre e quattro gradini in assonometria obliqua cavaliera militare, la cui vista dall'alto ben rende la misura e la composizione spaziale degli elementi (fig. 3B). Questa insolita modalità di rappresentazione colloca questi disegni nel capitolo della proiezione parallela anticipando una delle opere più interessanti sul tema, *Lo inganno de gl'occhi* di Piero Accolti (1578-1627), edito a Firenze nel 1625.

I «Disegni delle Scale descritte in diverse forme» nel trattato di Vincenzo Scamozzi

La sperimentazione formale dell'epoca barocca eleva la scala a elemento scenografico dell'abitare, tanto che nel trattato *L'idea della architettura universale* (1615) di Vincenzo Scamozzi (1548-1616), al *Capo XX* si discute *De' siti, e forme convenevoli a varie maniere di Scale private ad uso de' tempi nostri, e alcune introdotte dall'Autore* [Scamozzi 1615, p. 312]. All'argomento sono dedicate sei pagine, di cui due accolgono i «Disegni delle Scale descritte in diverse forme» [Scamozzi 1615, p. 315]. Nell'introdurre il tema, Scamozzi afferma che le «maniere delle Scale sono molte, e differenti, mà secondo il parer nostro si possono ridurre in dieci maniere, ò forme» [Scamozzi 1615, p. 312].

In linea con la tradizione, dal punto di vista formale Scamozzi conferma i già noti impianti planimetrici a matrice curvilinea (circolare e ovata) e rettilinea (rettangolare, quadrata, poligonale). In particolare, la forma poligonale viene definita dal trattatista «à mandorla» e richiamata da questi come maniera realizzata nella scala della «stellata à Praga di Boemia» [Scamozzi 1615, pp. 314, 315], attuale *Star Summer Palace*. Analogamente, dal punto di vista strutturale le rampe delle scale possono essere sorrette da pilastri e colonne, da «mura piene» oppure essere «sospese in aria» ovvero a sbalzo.

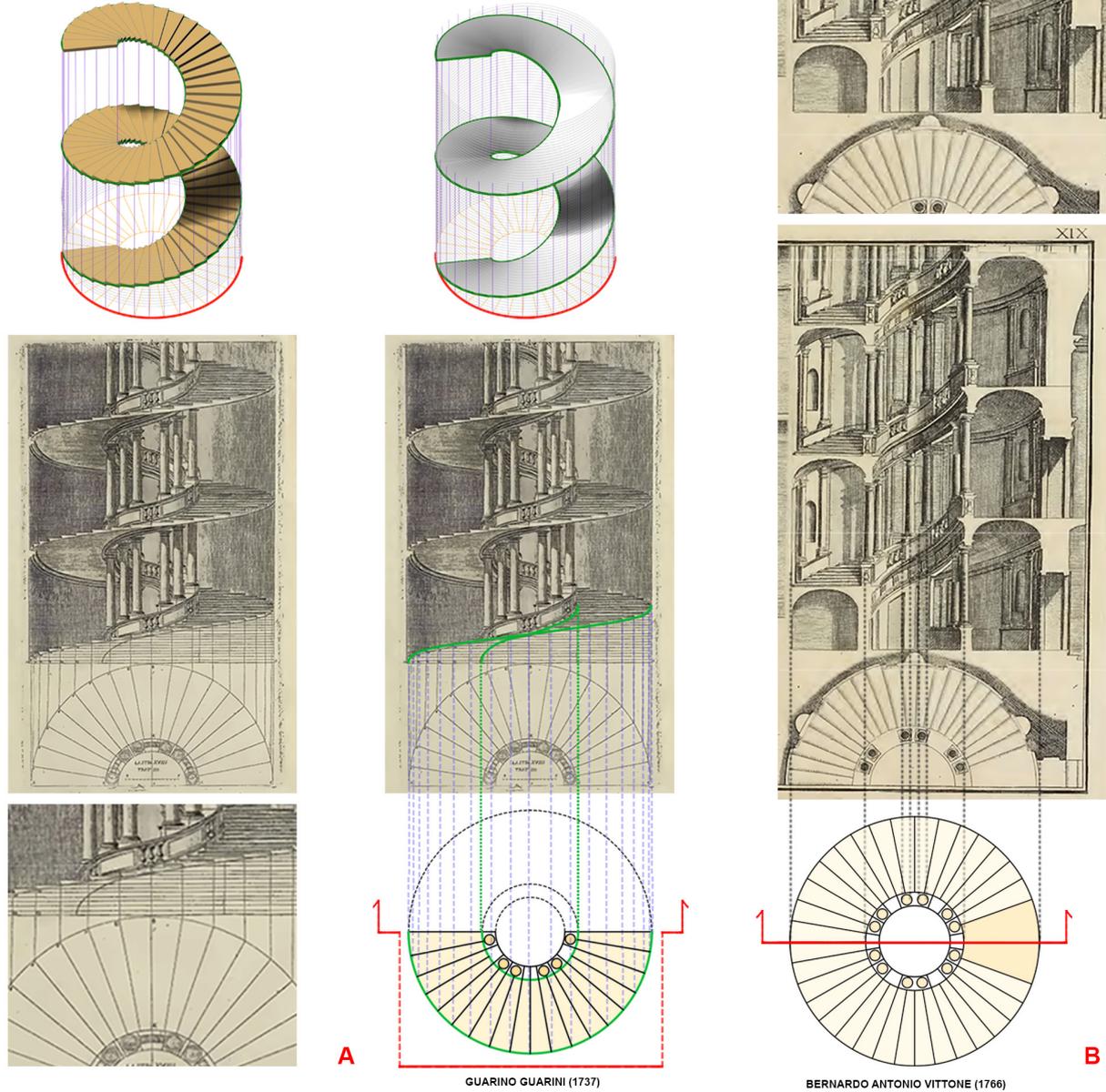


Fig. 5. Guarino Guarini e Bernardo Antonio Vittone: confronto fra rappresentazione scientifica e rappresentazione tecnico-percettiva (elaborazione grafica dell'autore).

Per Scamozzi, particolare rilievo assume la scelta del sito in cui la scala è collocata in quanto la maggior parte di esse serve prevalentemente case nobiliari. In tal senso, il trattatista distingue le «Scale principali» da quelle «secrete» ovvero quelle che «riescono molto bene fra gli appartamenti delle stanze» [Scamozzi 1615, p. 314]. Di conseguenza, dal punto di vista tipologico Scamozzi introduce diverse maniere di «Scale principali», alcune di esse «inventate da noi» [Scamozzi 1615, p. 314] (come la V e la VI, qui analizzate in fig. 4), in cui le rampe si articolano secondo un impianto simmetrico bilaterale, generando modelli di scale doppie con uno o due «pozzi» (sinonimo del precedente termine «vacuo»), spesso destinati ad accogliere nel vuoto una «Scala secreta». I modelli di scaloni proposti da Scamozzi e disegnati in palmi romani o piedi veneti, prefigurano complesse articolazioni spaziali nel susseguirsi di rampe e pianerottoli; la scelta di rappresentare queste “maniere” in pianta e in sezione non agevola di certo la comunicazione. Scamozzi, infatti, mentre ricorre nel testo scritto a spiegazioni dettagliate con rimandi letterali ai disegni, in questi ultimi introduce alcuni artifici grafici per ovviare all'assenza di un'immagine allusiva della tridimensionalità dell'impianto. Infatti, alla rappresentazione in pianta delle rampe Scamozzi sovrappone gli intradossi voltati delle rampe sezionate e si avvale di simboli grafici per indicare il comune smonto delle rampe per favorire l'immaginazione mentale del percorso spaziale (fig. 4A). In generale, la lettura della configurazione spaziale delle «Scale principali» introdotte da Vincenzo Scamozzi nel suo trattato non è immediata e richiede un notevole sforzo di comprensione sia nella decodificazione dei segni grafici che nell'immaginazione spaziale, anche perché ai disegni planimetrici non corrispondono adeguate sezioni altimetriche ma solo un discreto accenno alla campata di accesso alla scala a piano terra. Pertanto, per le maniere V e VI sono state qui operate modellazioni digitali per meglio descrivere l'articolazione spaziale. Queste modellazioni sono state visualizzate in prospettiva.

Guarino Guarini e la consapevolezza che la «Ichnografia, dipende dall'Ortografia, e questa dall'altra»

Il tema della scala viene sviluppato da Guarino Guarini (1624-1683) nel trattato postumo *Architettura civile* (1737). Nel *Capo Settimo* del *Trattato II*, dal titolo *Del modo in generale di disegnare le Piante*, Guarini affronta la descrizione *Della pianta delle Scale* e nell'introdurre l'argomento affer-

ma con tono critico che: «Le Scale sono le più difficili parti, che abbia la Casa di allogare, massime che Vitruvio non ne diede regola, se non delle loro salite» [Guarini 1968, p. 105]. Guarini distingue «tre sorte di Scale» e rimanda la descrizione verbale dei modelli proposti alle figure contenute nella *Tavola VII* del trattato. Il primo esempio di scale corrisponde a quelle che «nell'ascendere si diminuiscono, ed hanno i gradi sempre più corti, o si accrescono» [Guarini 1968, p. 105]. Il secondo tipo corrisponde a scale «a rami, o bracci, che ascendono con gradini equidistanti, e paralleli, e sempre eguali» [Guarini 1968, p. 105]. Per questo secondo tipo, il trattatista distingue tre modelli per il diverso numero di rampe, la forma dell'invaso planimetrico (rettilineo, quadrato, esagonale), il comportamento statico («piene in mezzo, o vote, o a tromba, cioè con le volte che ascendono come le Scale, o con le volte a livello») [Guarini 1968, p. 105]. Inoltre, rinvia il tipo esagonale al modello pubblicato da Palladio nel suo trattato ovvero la scala doppia di «Sciamburg in Francia fatta dal Re Francesco» [Guarini 1968, pp. 105, 106]. Il terzo tipo di scala è di forma «tonda, oppure ovata» e, come di tradizione, può essere realizzata «colla colonna in mezzo piena, altre vacue, e sospese» così come «a trombe salienti, o a volta a livello» [Guarini 1968, p. 106].

Dal punto di vista della storia dei metodi geometrici di rappresentazione, a Guarini si riconosce un ruolo fondamentale: «egli infatti si preoccupa di restituire alla disciplina tutti quei supporti di natura scientifica di cui la maggior parte dei testi coevi, rivolti agli operatori pratici e agli artisti, appaiono carenti» [Sgrosso 2001, p. 296]. Nella sua vita, infatti, Guarini amò definirsi “matematico”, essendo questa la sua vocazione più profonda: questa formazione lo portò a intendere l'architettura come parte della matematica, collocandosi i suoi studi fra le anticipazioni della geometria proiettiva di Girard Desargues (1591-1661) [Docci, Migliari, Bianchini 1992] e la codificazione della doppia proiezione ortogonale per opera di Gaspard Monge (1746-1818) [Cardone 2017]. Il giudizio di rappresentazione oggettiva che Guarini ripone nelle proiezioni ortogonali è dichiaratamente espresso nel *Trattato II, Capo Settimo, Del modo in generale di disegnare le Piante* dove il trattatista afferma: «il saper perfettamente disegnare le piante, ed effettuare i documenti della Ichnografia, dipende dall'Ortografia, e questa dall'altra; onde difficilmente senza cognizione d'ambidue si può accingersi taluno a disegnare una perfetta Ichnografia» [Guarini 1968, p. 96]. In riferimento a questo metodo, nel *Trattato III, Capo Vigesimoquinto, Osservazione sesta*, Guarini descrive una

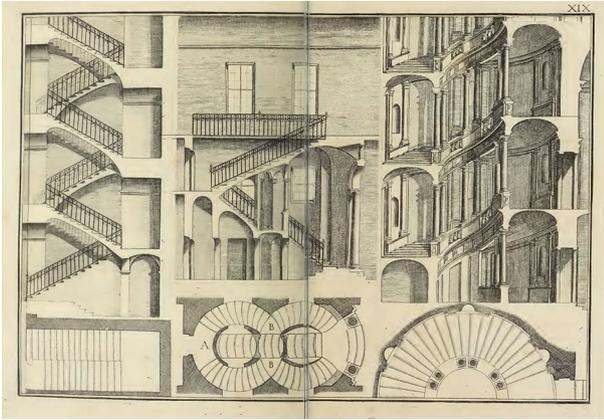


Fig. 6. Il disegno delle scale di Bernardo Antonio Vittone in pianta e sezione.

scala circolare (simile alla Scala Regia del palazzo Farnese di Caprarola [Paris 2016]) che illustra nella *Tavola XXVI* del trattato (fig. 5A). Per questo tipo di scala il trattatista ritiene che «Le scale a lumaca nell'esprimerle in disegno tengono la stessa difficoltà che le piante oblique, e qualche cosa di più per essere non soltanto oblique, ma anche ascendenti» [Guarini 1968, p. 274]. Assegnata la pianta, Guarini descrive dettagliatamente la costruzione geometrica «per fare sopra questa pianta la ortografia». Procedendo passo passo, egli definisce i punti che «ci determineranno il piano di ciascuno gradino, ed avremo il taglio della scala verso il muro esteriore; l'avremo di più verso l'anima, o vogliamo dire tromba della scala medesima, se nell'operare osserveremo le medesime regole» [Guarini 1968, p. 274]. Tuttavia, è da notare che la disposizione della pianta al di sotto della sezione appare in posizione ribaltata e che la sezione stessa è parimenti immaginata (come per Palladio e Danti) priva delle mura perimetrali anteriori per poter visualizzare lo sviluppo completo dell'elica cilindrica nello spazio.

Delle Scale rappresentate nelle Tavole del trattato di Bernardo Antonio Vittone

Nel trattato di Bernardo Antonio Vittone (1704-1770), *Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'Architetto Civile* (1766), l'autore dedica un ampio paragrafo (ben otto pagine di solo testo scritto) al tema *Delle Scale*, nel quale espo-

ne con dovizia di dettaglio diciassette esempi fra modelli teorici e costruiti. I diciassette esempi sono poi richiamati in tavole a parte (ben dieci) che, in grande formato e secondo la oramai sempre più consolidata rappresentazione tecnica in pianta e sezione, visualizzano i tipi descritti. Dal punto di vista morfologico, le soluzioni proposte appaiono notevolmente articolate per la presenza di più rampe che si avviluppano nello spazio sulla base di impianti planimetrici a matrice rettilinea, curvilinea e, soprattutto, mistilinea. L'inedito andamento concavo-convesso connota, infatti, diversi esempi inediti, così come la sinuosa scalinata rappresentata a doppia pagina nella *Tav. XXII*.

Di particolare interesse appare qui il confronto con Guarini in merito alla rappresentazione grafica operata da Vittone per la «gran Scala del famoso Castello di Caprarola» [Vittone 1766, p. 152] (fig. 5B), qui rappresentata «per metà nella tavola XIX. Infatti, nonostante l'interesse di Vittone sia prevalentemente rivolto all'aspetto morfologico e percettivo delle peculiarità spaziali di questa scala, il disegno che egli pubblica appare correttamente eseguito in termini di proiezioni ortogonali rispetto a quello di Guarini. Inoltre, il disegno architettonico in pianta e sezione redatto da Vittone mostra non soltanto una valenza tecnica, ma anche una valenza fortemente percettiva in quanto le abili tecniche grafiche a cui l'autore ricorre permettono di restituire, attraverso l'applicazione del chiaroscuro, la complessa dimensione plastica della scala, quasi al pari di un attuale effetto fotorealistico (fig. 6).

Conclusioni

L'apporto offerto dal presente contributo sul tema delle modalità di rappresentazione della scala nella trattatistica architettonica italiana dal XVI al XVIII secolo intende dimostrare come questo tema sia compreso nella più generale storia del disegno di architettura, pur documentandone nello specifico due nodi centrali. Il primo è certamente espressivo di una lettura critica delle diverse modalità di rappresentazione attraverso cui la scala è stata analizzata. Questa diversità evidenzia come la rappresentazione non sia mai neutrale ma risenta dei propri contesti culturali e scientifici [Fatta 2016].

Il secondo aspetto attiene al mondo dell'innovazione digitale e, per esso, al concetto moderno di modellazione, laddove questa pratica consente di dare forma a idee progettuali complesse e/o mai figurate. Nella disamina delle fonti

qui richiamate, spesso alla descrizione verbale dei modelli di scale presentati non corrisponde la rappresentazione grafica oppure la stessa è insufficiente a descriverne le peculiarità, comportando per il lettore una maggiore difficoltà nell'immaginare la configurazione spaziale degli stessi. La modellazione qui elaborata e la successiva visualizzazione di questi modelli attraverso adeguate viste assonometriche

o prospettiche sono state operazioni utili alla figurazione critica delle caratteristiche spaziali, favorendone una più immediata comprensione agli specialisti del settore e non solo. In tal senso, l'esperienza condotta intende dimostrare che la visualizzazione assume un portato notevole e svolge un potente ruolo strategico: dare voce alla creatività, alla conoscenza e alla comunicazione.

Autore

Vincenzo Cirillo, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", vincenzo.cirillo@unicampania.it

Riferimenti bibliografici

- Barozzi, J. (1583). *Le due regole della prospettiva pratica*. Roma: per Francesco Zanetti.
- Calvo López, J. (2001). *Arquitectura oblicua y trazas de monte*. In *Revista de Expresión Gráfica en la Edificación (EGA)*, 2, 2001, pp. 38-51.
- Cardone, V. (2017). *Gaspard Monge padre dell'ingegnere contemporaneo*. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.
- De Rosa, A., Sgrosso, A., Giordano, A. (2000). *La Geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*. Torino: UTET, p. 136.
- De Rubertis, R. (1994). *Il disegno dell'architettura*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.
- Docci, M., Migliari, R., Bianchini, C. (1992). Le «vite parallele» di Girard Désargues e Guarino Guarini, fondatori della moderna scienza della rappresentazione. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 4, pp. 9-18.
- Fatta, F. (2016). *Scienza e arte tra tempo e luogo: sei punti di vista*. In *XY digitale*, n. 1, pp. 45-57.
- Gambardella, C. (1993). *L'architettura delle scale: Disegno, teoria e tecnica*. Genova: Sagep.
- Giandebiaggi, P. (2016). *Disegno: espressione creativa*. In *XY digitale*, n. 1, pp. 99-109.
- Guarini, G. (1968). *Architettura civile*. Milano: Il Polifilo.
- Migliari, R. (2003). *Geometria dei modelli. Rappresentazione grafica e informatica per l'architettura e il design*. Roma: Edizioni Kappa.
- Palladio, A. (1570). *I quattro libri dell'architettura*. Venetia: Dominico de' Franceschi.
- Paris, L. (2016). *The helicoidal staircase at Caprarola by Jacopo Barozzi da Vignola. Formal innovation between theory and practise*. In S. Bertocci, M. Bini (a cura di). *Le Ragioni del Disegno. Pensiero, Forma e Modello nella gestione della complessità*. Atti del 38° Convegno dei docenti delle discipline della Rappresentazione. Firenze, 15-17 settembre 2016, pp. 523-530. Roma: Gangemi editore.
- Paris, L., Ricci, M., Roca De Amicis, A. (2016). *Con più difficoltà. La scala ovale di Ottaviano Mascarino nel palazzo del Quirinale*. Roma: Campisano Editore.
- Scamozzi, V. (1615). *L'idea della architettura universale*. Venetia: Giorgio Valentino.
- Serlio, S. (1545). *Le premier livre d'architecture... Le second livre de perspective*. Paris.
- Sgrosso, A. (1984). *Il problema della rappresentazione dello spazio attraverso i tempi*. Napoli: Massimo.
- Sgrosso, A. (2001). *Rigore scientifico e sensibilità artistica tra Rinascimento e Barocco*. Torino: UTET.
- Vittone, B.A. (1766). *Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile*. Lugano: per gli Agnelli e comp.
- Zerlenga, O. (2014). *Staircases as a representative space of architecture*. In C. Gambardella (ed.). *Le vie dei Mercanti. Best practices in Heritage Conservation Management from the world to Pompeii*. Atti del XII International Forum, Aversa-Capri, 2014, June 12-14, pp. 1632-1642. Napoli: La scuola di Pitagora editrice.
- Zerlenga, O. (2017). *Disegnare le ragioni dello spazio costruito. Le scale aperte del '700 napoletano | Drawing the Reasons of Constructed Space. Eighteenth-Century Neapolitan Open Staircases*. In *diséño*, n. 1, pp. 45-56.

Rilievo

Rilievo 4.0: la sfida della complessità

Paolo Giandebiaggi

Introduzione

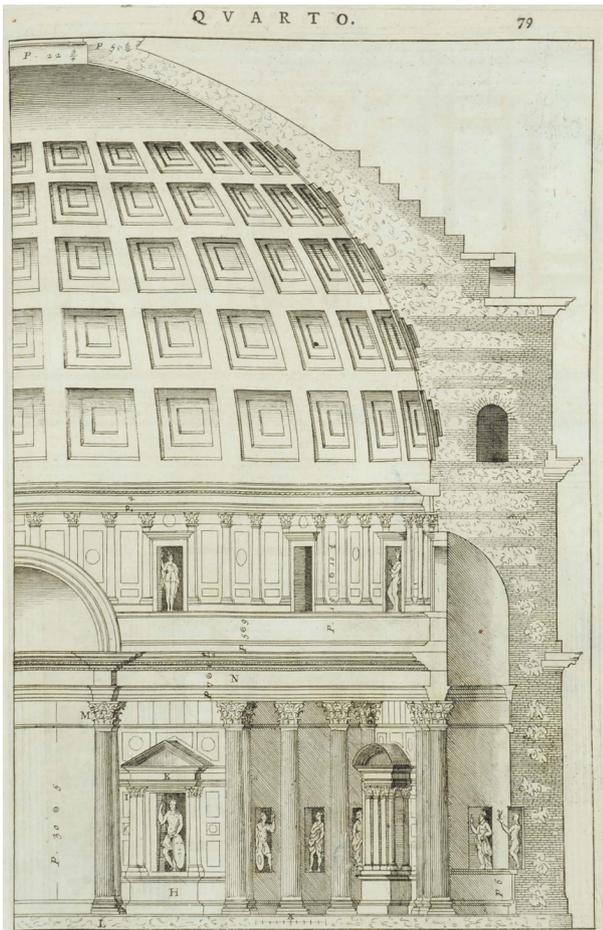
L'ambito del Rilievo ha avuto nel tempo periodi di maggiore o minore considerazione, direi anche di mera attenzione dei cultori, accademici e non, che si sono confrontati nel campo del Disegno. Ciò è dovuto all'ampio spettro di interessi culturali che sono presenti in tale sfera: dalla geometria al progetto, dalle tecniche ai sistemi, nell'enorme varietà di scala dei *focus* considerati dall'oggetto al paesaggio.

La lunga storia del Rilievo rappresenta di per sé tale difficoltà, che si è sviluppata di pari passo con la storia dell'uomo, delle sue necessità, della sua curiosità, della necessità di comprendere ciò che lo circonda. La descrizione dell'in-

torno, da un lato quale bisogno di capire il contesto in cui si trova, e dall'altro quale insito desiderio indagatorio atto alla conoscenza sempre più profonda di ciò che incontra, ha spinto l'uomo ad incrementare il grado di approfondimento in tutte le applicazioni e i metodi tesi ad indagare gli elementi che compongono l'architettura, la città, il territorio. I termini inglesi di *survey* e di *inside*, ovvero rispettivamente "indagine" e "dentro", descrivono meglio e sinteticamente la stessa natura che spinge un ricercatore al proprio compito in ogni settore, e tuttavia nel campo architettonico assurge a una specificità che porta il Rilievo a potersi considerare una disciplina quasi a sé stante.

Articolo a invito per inquadramento del tema del focus, non sottoposto a revisione anonima, pubblicato con responsabilità della direzione.

Fig. 1. Andrea Palladio, Sezione del Pantheon, Roma [Palladio 1570, p. 81].



Se infatti l'ambito della "descrizione", per quanto applicata all'esistente, rientra nella definizione stessa di Rappresentazione, l'indagine sul costruito, e in particolare il grado di profondità dell'indagine stessa, attiene esclusivamente al campo del Rilievo. Questo, essendo guidato ovviamente dall'uomo, mantiene e manterrà sempre una soggettività rappresentativa tesa a spiegare le informazioni documentate, ma che non è fatta più e solo da rappresentazione grafica. Essa estende la sua ampiezza dimostrativa ai vari campi della descrizione degli eventi e delle informazioni, partendo da quelli espressi con metodi grafici e non esaurendosi in essi. In tal senso, il Rilievo assume una sua autonomia in quanto, mentre la Rappresentazione inizia e finisce in sé stessa e attraverso sé stessa, ovvero autonomamente (rappresentazione grafica, rappresentazione musicale, rappresentazione teatrale, rappresentazione letteraria) utilizzando uno specifico e unico linguaggio per esplicitare l'interpretazione soggettiva, il Rilievo inizia dalla conoscenza, dall'informazione, dall'analisi del "caso" oggetto di indagine, e solo attraverso determinati metodi di indagine, tra cui quello grafico, "scarica" (noi diremmo restituisce) ancora attraverso la Rappresentazione i suoi risultati, da quelli più superficiali a quelli più profondi. Nel corso del tempo il Rilievo ha accentuato la sua distanza dalla Rappresentazione ed in particolare da quella di superficie: dall'antico ma sempre utilissimo Disegno dal vero, dalla acquisizione di forma e misura anche attraverso strumenti sempre più complessi, fino alle scansioni laser e alla fotomodellazione, inseguendo la precisione della componente fisico-materiale, incrementando la descrizione di un più ampio spettro di informazioni che vanno oltre tali aspetti, per implementare la conoscenza profonda dell'oggetto indagato. Per fare ciò ha necessariamente dovuto seguire l'evoluzione della Scienza che nell'ultimo secolo in particolare ha visto mettere in crisi i paradigmi costitutivi che sostengono la ricerca almeno da due secoli, da Newton a oggi.

Dal Rilievo 1.0 a quello 3.0

Il Disegno tradizionale dell'esistente è realizzato attraverso la descrizione critica e geometrica dell'architettura, magari con alcune considerazioni, sempre descritte graficamente, delle tecnologie e dei materiali costruttivi e/o del loro stato conservativo. Da Palladio a Piranesi, il Rilievo 1.0 ha incrementato in particolare la conoscen-

za forma-dimensione, attraverso strumenti che a partire dalla seconda metà del XIX secolo lo hanno spinto in avanti [1]. L'ampio utilizzo di tecnologie meccaniche, ottiche, fotografiche applicate al campo del Rilievo, comunque differenti dagli strumenti tradizionali del Disegno, ha potenziato la qualità della descrizione, ma allungato la distanza tra il Disegno, come unico strumento di indagine, e l'indagine stessa come luogo di competenza del Rilievo, con una completezza maggiore di quegli aspetti esaustivi del rapporto forma-dimensione. I passi compiuti attraverso l'uso di quegli strumenti di fatto fino all'inizio del XX secolo sono stati evidenti [2].

L'affiancamento del rilievo indiretto a quello diretto, con un enorme sviluppo di utilizzo del più recente, ha definitivamente sancito un passaggio culturale i cui riflessi sono stati evidentissimi sul modo di concepire un rilievo (Rilievo 2.0). Man mano che si affinava il miglioramento innovativo-tecnologico e metodologico nell'utilizzo di tali ausili alla descrizione grafica dell'architettura, passando dalla fotografia, alla fotogrammetria, alla stereo-fotogrammetria, nonché da livelli e teodoliti a strumenti meccanicamente e otticamente sempre più raffinati ed efficienti, man mano il Rilievo reagiva alla complessità richiesta dai tempi, all'incremento del bisogno di qualità delle informazioni restituite e sempre più finalizzate alla comprensione dell'oggetto, e non solo alla sua descrizione, attraverso una rappresentazione sempre più precisa e affidabile.

Questo passaggio ha corrisposto al parallelo sviluppo industriale (Industria 2.0) che ha introdotto i prodotti industriali e le "macchine", in tutti i campi antropici, dalla vita quotidiana alla ricerca scientifica. È opportuno ricordare che tale introduzione e diffusione provocò un dibattito estremamente acceso sull'identità stessa del rapporto Disegno/Rilievo, che si consumò in una bibliografia amplissima di critica da parte dei detrattori di tale innovazione, tradizionalmente legati alla esclusività delle tecniche tradizionali, contro i "moderni riformisti" forti dei risultati effettivi che tali innovazioni portavano in termini di precisione e coerenza delle informazioni geometriche restituite [3].

Nella seconda metà del XX secolo, l'avvento dell'informatica e del mondo digitale hanno fatto spiccare un ulteriore salto. Come i più attenti studiosi della contemporaneità hanno evidenziato, è stata una risposta alla necessità di un mondo che doveva dare risposte sempre più veloci e soprattutto più ampie, mettendo in relazione "informazioni" sempre più differenti tra loro, la cui lettura comparata tuttavia dava risposte a domande sempre più complesse. La

definizione stessa di informatica poneva l'accento sull'informazione, differente dal dato, e ovviamente tale impostazione ha sviluppato ancor più la capacità di indagare i fenomeni nei diversi settori, in particolare per chi si occupava di ricerca e di conoscenza finalizzata alla comprensione.

Il Rilievo con l'avvento dell'informatica (Rilievo 3.0) ha ampliato enormemente il campo d'azione indagatorio puntando non più su una mera indagine puramente meccanicista regolata da causa-effetto (misura e disegno), bensì a un concetto di sistema, correlando informazioni di varia natura e di differente provenienza alla costruzione geometrica precedente. L'allontanamento dell'indagine (*survey*) dalla descrizione si è ulteriormente ampliato. Anche in questo caso il parallelo passaggio dall'Industria 2.0 a quella 3.0 con l'introduzione dell'elettronica, dell'informatica, delle telecomunicazioni nei campi della conoscenza e quindi in quelli più generici della vita di tutti i giorni, è stato determinante: dalla seconda rivoluzione industriale al miglioramento tecnologico.

Nel nostro campo, il cosiddetto disegno e quindi rilievo assistito dal calcolatore, sulla scia modernista del precedente rilievo assistito dagli strumenti ottico-meccanici, ha

Fig. 2. Giovanni Battista Piranesi, Veduta interna del Pantheon, Roma 1765-1768: <http://www.artnet.com/artists/giovanni-battista-piranesi/the-pantheon-interior-4Tul8P9OPaD2ICGwvFBexQ2> (consultato il 22 giugno 2018).



condotto più o meno rapidamente alla modellazione 3D, alla rappresentazione digitale, al render, fino ai sistemi informativi, generando una nuova descrizione/rappresentazione dei fatti rilevati. Non parliamo della fase di acquisizione che, attraverso i rilievi effettuati dalle stazioni totali prima e dagli scanner laser poi, hanno implementato possibilità di precisione in cui l'indispensabilità del rilievo indiretto sviluppatosi nel secolo precedente è divenuto prassi ineludibile. L'informatizzazione ha di fatto consentito di avvalorare e rafforzare il Rilievo quale sinonimo di generale Sistema di Conoscenze dell'oggetto indagato: l'architettura in particolare, ma non solo. Un complesso di informazioni provenienti da differenti fonti (storiche, strutturali, tecnologiche, artistiche, prestazionali ecc.) che si dipanano in modo olistico sui modelli geometricamente sempre più precisi e sempre più pervasivi, arrivando a una apparente omnicomprensiva conoscenza che lascerebbe poco spazio a una ulteriore implementazione [4].

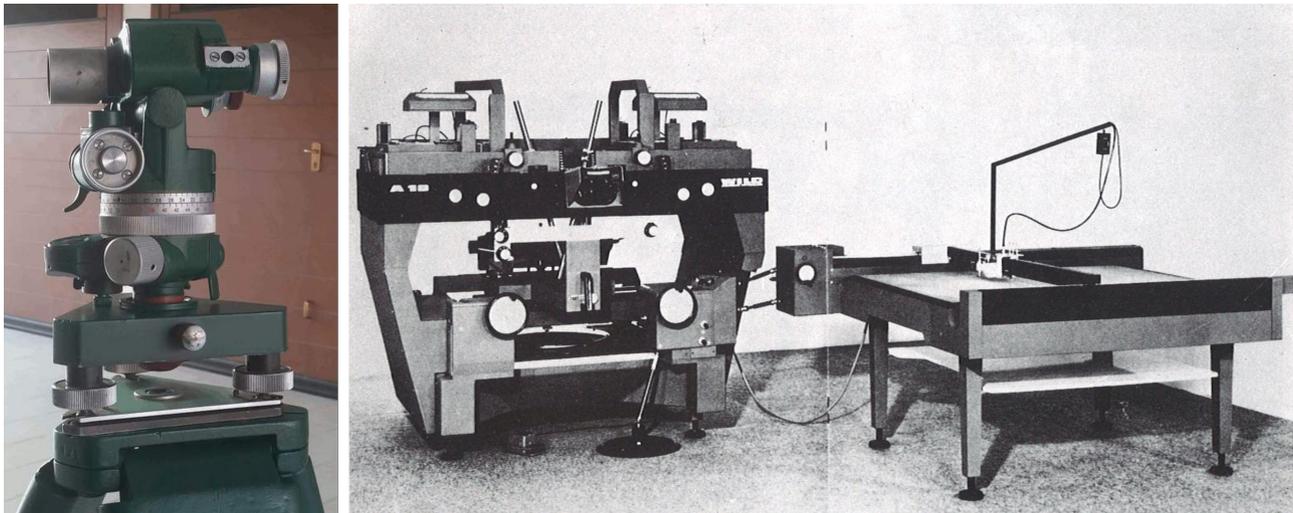
Quello che solo dieci anni fa pensavamo essere ormai arrivato a una completezza profonda (*inside*) delle informazioni acquisite e della gestione delle stesse in un caso di indagine, pone ora invece, e quasi paradossalmente, continue ulteriori domande di indagine, minando l'autoreferenzialità

dello stesso processo indagatorio. Un tempo si sarebbe detto: "più conosco e più mi rendo conto di non conoscere". Lo dimostra il ritmo di innovazione che questi campi hanno mostrato in tutte le direzioni: dal CAD al BIM in una modifica concettuale della "rappresentazione/ricostruzione" dell'architettura [5], dalla stereo-fotogrammetria digitale all'uso del GPS, al GIS, alle tecnologie *3D capture*, dalla scansione laser alla fotomodellazione [6]; dall'introduzione della quarta dimensione (il tempo) nella rappresentazione ibridata dalle tecniche di animazione e cinematografiche; dalla sovrapposizione/utilizzazione della fotografia digitale alla introduzione della *Virtual Reality* fino alla Realtà Aumentata. Il tutto poi, doverosamente adattabile al web che, sempre per non farsi mancare niente in ambito di complessità, dai computer si è spostata, non senza conseguenze sui processi rappresentativi, ai tablet e agli smartphone [7].

Verso il Rilievo 4.0

Tutto ciò ha avuto e ha tuttora un impatto notevolissimo nello sviluppo di settori applicativi e professionali: se da un lato si poteva parlare un tempo di una professionalità nel

Fig. 3.A sinistra, teodolite ottico-meccanico; a destra, restitutore Wild A10 con pantografo [Cundari 1983, fig. 40 p. 78].



campo del Rilievo (il "rilevatore", fosse esso geometra, architetto o ingegnere), oggi le professionalità in campo sono molteplici. La specializzazione nel campo dell'acquisizione di forma e dimensione, non sempre o forse quasi mai corrisponde alla professionalità necessaria alla restituzione o meglio quella utile al "disegnatore" della modellazione, della renderizzazione, di colui che trasferisce quei dati in una rappresentazione comunicativa e affascinante, incrementandone il valore comunicativo e conoscitivo. Gli specialisti di sistemi informativi, soprattutto sulla capacità/necessità di relazionare dati e informazioni provenienti da settori disparati, non sono in genere le professionalità di chi sa operare con i BIM. Per non parlare degli specialisti nell'uso dei droni, o di coloro i quali si occupano ad esempio di digitalizzazione di documenti antichi, pur essendo finalizzati entrambi alla comprensione della medesima architettura, alla medesima indagine. Il tema della frammentazione/se-

parazione delle competenze, se da un lato è una opportunità in termini di possibile crescita economica, di posti di lavoro, di qualificazione delle professioni in campo, dall'altro pone problemi di raccordo e visione di insieme.

Lo stretto rapporto che intercorre tra disciplina accademica e prassi professionale, sia nel Disegno che nel Rilievo, è accresciuto da tutte queste innovazioni, fino a paventare il rischio di far scivolare il tutto in pura applicazione. Tale rischio ha da sempre attraversato le nostre discipline ed è stato solo l'approccio scientifico delle ragioni che sottono la procedura operativa a mantenere quello *status* di accademicità necessario, eppure non da tutti riconosciuto. Il saper fare non può essere disgiunto dal come si fanno le cose, dal perché e soprattutto dalla correlazione simbiotica che esse stesse mantengono con le altre discipline che ne garantiscono la fondatezza e la correttezza (la Geometria Descrittiva *in primis*). Il legame con gli aspetti professio-

Fig. 4. Restituzione del rilievo al computer: Torre 8, Cittadella di Damasco (elaborazione grafica: Gruppo di Rilievo, DICATeA Unipr).

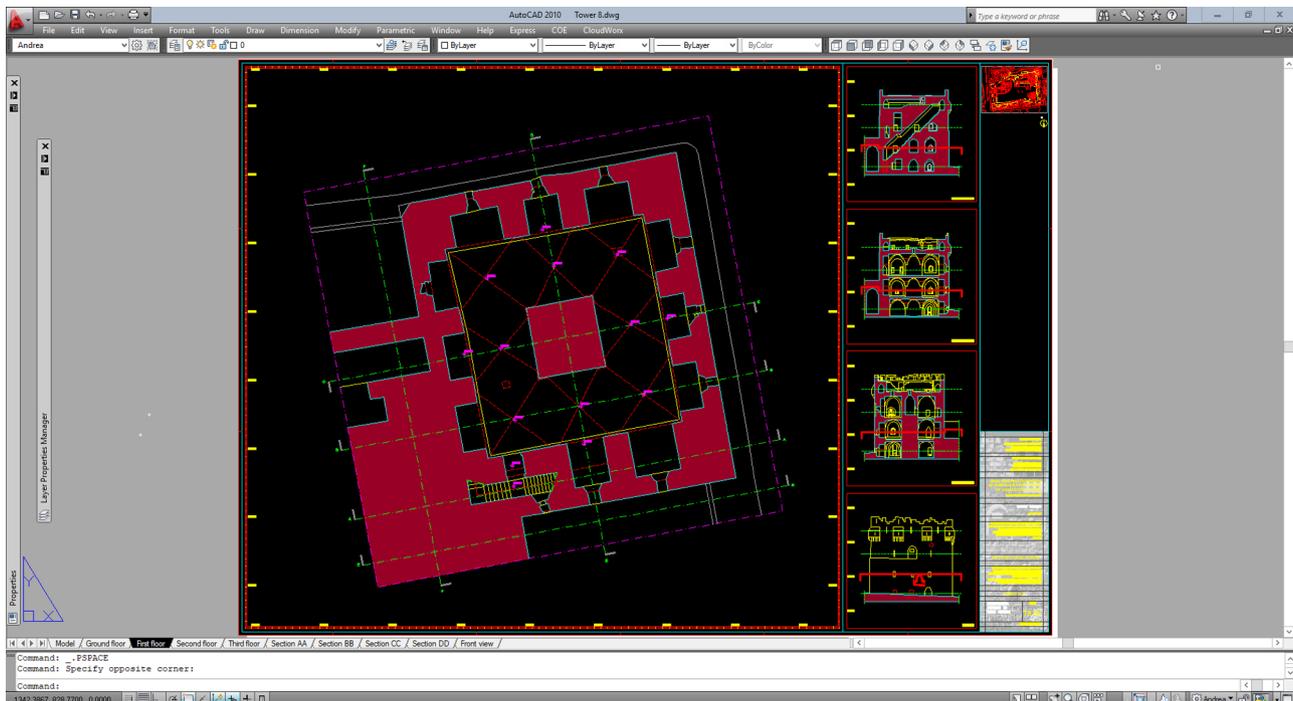
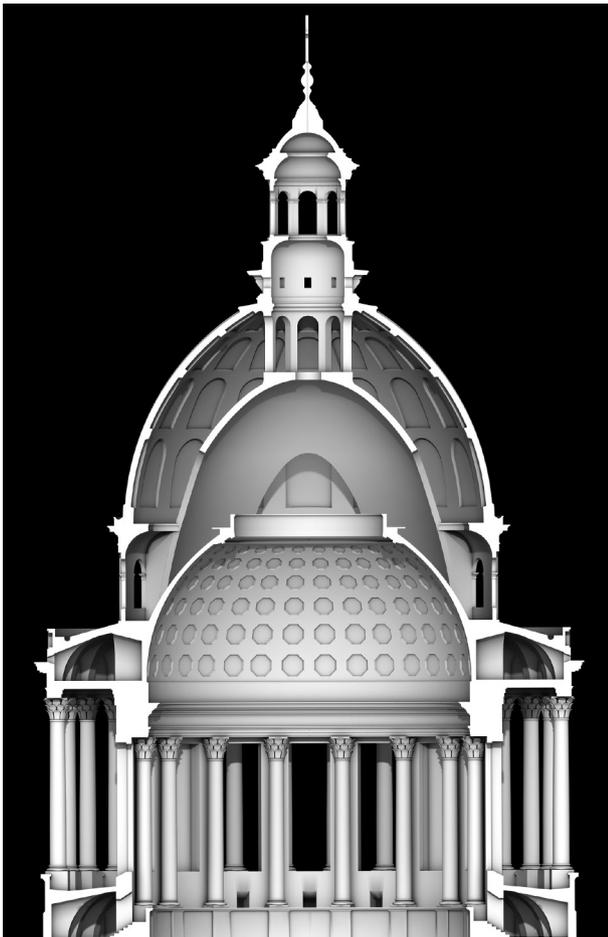


Fig. 5. Modellazione 3D di architettura rilevata: sezione del Panthéon di Parigi (elaborazione grafica: Gruppo di Rilievo, DICATeA Unipr).



nali non deve essere però assolutamente sottovalutato o sminuito, affinché si diffondano e trovino quotidianamente la loro applicazione e provochino un costante sviluppo innovativo.

È altrettanto vero che le discipline con cui il Rilievo si trova sempre più a confrontare sono ormai quasi tutte quelle possibili, non solo nel campo cosiddetto "tecnico". Quasi ogni campo del sapere può essere oggi abbinato ad un rilievo e moltiplicare la sua utilità nel disvelamento delle più ampie competenze, comprendendole tutte. Un rilievo è di fatto oggi apparentemente omnicomprensivo di tutte le conoscenze possibili sia sul piano fisico che su quello culturale, oltre ai dati e informazioni direttamente o indirettamente acquisite, attraverso gli specifici e innumerevoli *link* applicabili al modello, che portano in un contesto di relazione teoricamente infinito, pluridimensionale e multi-conoscitivo (pensiamo solo agli Iper testi): «le scienze neo-meccanicistiche danno il colpo di grazia al concetto classico di oggetto singolo, sostituendolo con quello di sistema [...] dove le indagini singole si spostano sulle relazioni che si instaurano tra elementi appunto di un sistema... al posto dell'Uno, l'*unitas-multiplex*» [Anselmo 2017, p. 20]. Siamo a un ulteriore passaggio culturalmente epocale.

La sfida della complessità, per dirla alla Morin [8], ci sta portando da un mondo in cui la conoscenza tradizionale che ha finora trattato problemi i cui fattori giudicati predominanti obbedivano alle leggi della logica classica e che sono per loro natura per la maggior parte misurabili, a un nuovo mondo in cui la ricerca stessa è l'incalcolabile e lo smisurato. La comprensione delle relazioni piuttosto che dei dati è la nuova frontiera, in una nuova organizzazione della conoscenza. Il Rilievo 4.0 si adatterà, o forse sta già cominciando, non solo ad analizzare gli oggetti di indagine e gli strumenti necessari all'indagine approfondita, alla ricerca del raggiungimento di una conoscenza deterministica, oggettiva e definitiva, ma anche a prendere in considerazione e anzi a privilegiare gli aspetti relazionali tra le informazioni stesse, accettando una verità mutevole attraverso la critica, l'interrogazione e il dialogo permanenti. Si tratta in realtà di un passaggio enorme da compiere.

La sfida della complessità

La qualità e la quantità delle conoscenze che oggi riusciamo a documentare all'interno di un Rilievo condotto con i sistemi contemporanei sono talmente elevate da ormai

rendere evidente come sia difficile metterli “in ordine” e renderli funzionali. Perché? Perché siamo abituati a concepire un ordine così sparso, per non dire un disordine, come carenza della nostra conoscenza. Da sempre, per capire siamo stati abituati a mettere in ordine gerarchico e piramidale. La difficoltà di fronte a una tale montagna di informazioni condotte in campo differente, con strumenti differenti, sempre più invasivi di campi di non stretta competenza, ci sta destabilizzando non solo scientificamente. Essa mostra sempre più la fragilità di un metodo che viceversa, visto l'approfondimento così pervasivo, dovrebbe sostenerci e soddisfarci. Lo stesso principio della separabilità, secondo cui fino ad ora, per risolvere un problema o per comprenderne uno molto complesso, è stato necessario scomporlo in elementi semplici, porge il fianco. Nonostante le misure di collegamento ormai strutturate (sistemi informativi, GIS, BIM ecc.), a ogni suddivisione si lascia sul campo uno scarto di conoscenza ed una perdita di relazione tra gli elementi scomposti, che ormai si avverte quasi fisicamente un disagio intellettuale emblematico [9]. Prendiamo ad esempio la ricerca in ambito biologico che condusse alla «scoperta della molecola convinti fosse l'elemento primario, ultimo ed indivisibile, per poi giungere invece alla scoperta dell'atomo, poi al suo nucleo, poi alla particella, per arrivare e giungere al quark di cui si è certi la particella sia composta ma che non può essere isolato materialmente, ma è solo postulato attraverso il calcolo» [Anselmo 2017, p. 17]. Per fare un altro esempio come conseguenza logica, prendiamo la separazione per discipline in ambito scientifico-universitario: la continua spasmodica rincorsa della propria singolarità, specificità, identità, ha mostrato l'incremento di quanto si perda, più di quanto si guadagni, attraverso questo allontanamento dalla finalità stessa del campo applicativo: vale per le scienze umane, per le scienze mediche, per quelle ingegneristiche e per quelle architettoniche. Il tentativo in corso di una possibile ricomposizione dell'insieme è solo un primo segno di quel disagio intellettuale che ciascuno di noi ormai avverte [10]. Come farlo senza perdere profondità di competenza quale risultato del processo di separazione, ancora nessuno lo sa. Nel nostro specifico, in un rilievo la separazione delle informazioni raccolte per tipo di acquisizione e provenienza, sembra disperdersi in una perdita della visione complessiva. La necessità, soprattutto in ambito architettonico, di tenere insieme il tutto e le parti, quale condizione obbligatoria per una vera conoscenza, è fondamentale.

Anche il processo riduzionista attraverso il quale una indagine condotta su parti sempre più piccole, sempre più di dettaglio, ricercando precisioni al limite del misurabile, mostra la fallibilità ormai del metodo storicizzato per cui scientifico è solo ciò che è misurabile e quantificabile. Il caso della fisica del *quantum* succitato ha dimostrato ormai che l'immisurabile è la frontiera del misurabile, che le relazioni tra gli elementi (siano essi grandi, medi, piccoli, piccolissimi o infinitesimi) e non la loro composizione e scomposizione sono la loro vera essenza, il loro significato. Lo stesso concetto del rapporto tra significante e significato che sta alla base della Rappresentazione codificata e dei sistemi da noi utilizzati per spiegare graficamente l'architettura, lascia spazio a sistemi induttivi, deduttivi e identitari, come l'icona ad esempio, che paradossalmente oggi sembra avere ritrovato il suo intrinseco valore simbolico nella comunicazione e sembra avere una maggior capacità di mostrare la verità contemporanea che, non più unica e unicamente determinata, è divenuta mutevole, condizionata, quasi opinabile. Quella verità mutevole con cui ad esempio si testimoniano già oggi le trasformazioni, le relazioni, i valori immateriali che l'architettura, la città, il paesaggio testimoniano quotidianamente. Per fare un altro esempio, come si rilevano gli effetti sociologici di una trasformazione architettonica nella rigenerazione urbana? Il paesaggio “culturale”, oggi tanto evocato e così richiesto nella sua possibile esplicitazio-

Fig. 6. Sistema informativo urbano: Viali Nord, Parma (elaborazione grafica: Gruppo di Rilievo, DICATEA Unipr).

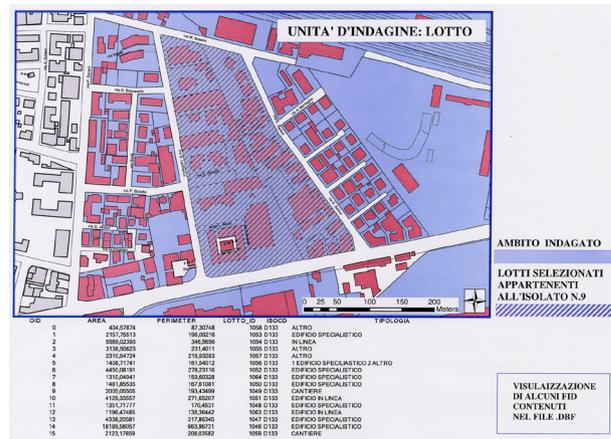
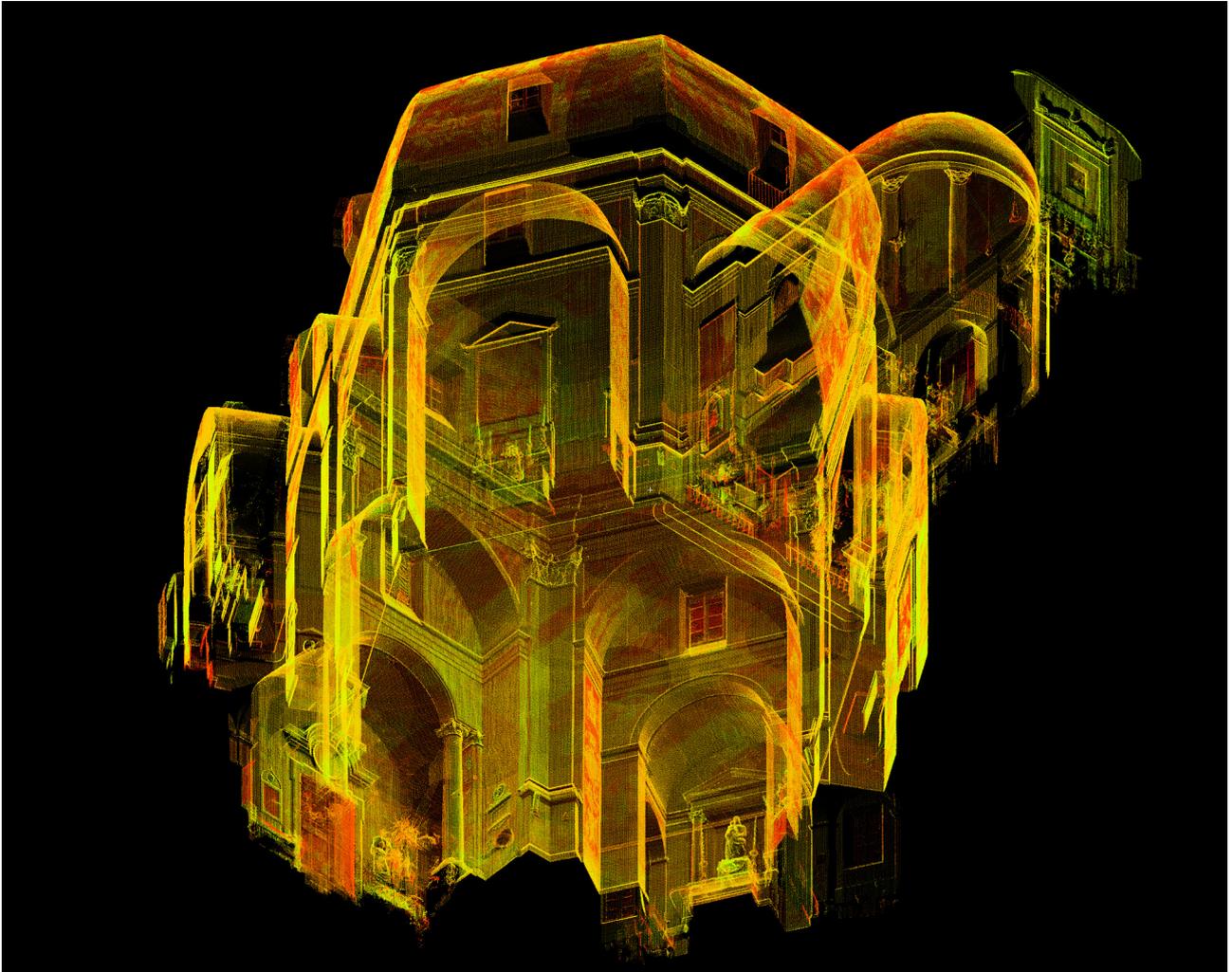


Fig. 7. Scansione laser dell'architettura: Santa Maria del Quartiere, Parma (elaborazione grafica: Gruppo di Rilievo, DICATeA Unipr).



ne, è rilevabile attraverso la catalogazione di tutti i valori presenti sul territorio? Sarebbe meglio descriverne l'incidenza sull'economia e sullo sviluppo della società insediata nell'insieme delle presenze in termini di beni culturali, posti di lavoro, inclusione sociale o chissà cos'altro? Il peso degli effetti di quella particolare operazione architettonica/urbanistica realizzata nella città in trasformazione è rilevabile al fine di poterne mostrare una positività o negatività, come magari il dibattito politico locale richiede? Più ci si sforza di utilizzare le metodologie attuali di indagine, e di rappresentazione di queste indagini, più le stesse appaiono arbitrarie e mancanti di sufficiente completezza per produrne un esito, un risultato che non è un dato ma un giudizio. Come si misurano queste cose? Come si rappresentano? Ammesso che sappiamo indagarle, come le possiamo trasferire attraverso un Rilievo che, seppur dotato delle apparentemente infinite potenzialità innovativo-tecnologiche, sappiamo già apparirà assolutamente incompleto e ancor più limitato di quanto non appaia una qualunque critica relazionale condotta da un improvvisato

commentatore della contemporaneità in una qualunque trasmissione televisiva (l'opinionista)?

Conclusioni

La comparsa delle contraddizioni e delle incertezze nelle nostre così scientifiche indagini condotte nei più disparati campi disciplinari al confine della conoscenza deterministica pone, come detto, una nuova frontiera, in cui l'individuo attraverso le sue sensazioni, intuizioni, presentimenti, spesso sintetizza in modo più empirico, a volte molto più azzeccato ciò che con la metodologia tradizionale di seria indagine approfondita appare sfuggente e indeterminato. Una nuova sfida. Una sfida per le nuove generazioni. Una visione di futuro che non deve spaventare, al contrario deve affascinare per le molteplici implicazioni positive che potrà portare contaminando la Scienze tecniche e applicative con le Scienze umane, al fine di proseguire un cammino di *Virtute e Canoscenza*.

Note

[1] La storia dei metodi diretti di rilevamento è ampiamente descritta in: Docci, Maestri 1998.

[2] Il capitolo IV – *Strumenti e meraviglie* [Kemp 1990, pp. 187-244], rimane un compendio importantissimo per comprendere il lento e inesorabile progressivo inserimento delle macchine nel disegno e nel rilievo dell'architettura e della città e in particolare l'evoluzione della fotografia stereoscopica dalla fine dell'800 ai primi anni del '900.

[3] Nel 1983 Cesare Cundari, nell'introdurre il suo volume *Fotogrammetria architettonica*, registra intellettualmente l'ormai raggiunto superamento della «contrapposizione tra sostenitori del rilievo architettonico diretto e sostenitori di quello strumentale» [Cundari 1983].

[4] Dalla metà degli anni '90 fino al tutto il primo decennio del 2000 il gruppo di ricerca coordinato dal sottoscritto presso l'Università di Parma si è particolarmente impegnato nella ricerca di un rapporto maturo tra informatizzazione delle conoscenze e rilievo, dalla modellazione al sistema informativo, sia in ambito architettonico che urbano. Esso è riscontrabile in alcune pubblicazioni che progressivamente manifestano il rapido mutamento di atteggiamento nel settore: Giandebiaggi 2007a; Giandebiaggi 2007b; Giandebiaggi 2006; Giandebiaggi, Zerbi 2005; Giandebiaggi 2003; Giandebiaggi et al. 2001a; Giandebiaggi et al. 2001b; Giandebiaggi, Melley, Zerbi 1999; Giandebiaggi, Ceiner 1997.

[5] Gli sviluppi della rappresentazione del Rilievo nel passaggio da CAD a BIM e fino alla Realtà Aumentata sono estremamente dettagliati in: Osello 2015.

[6] Considerazioni sul momento di passaggio che sta vivendo il Rilievo in questo momento storico sono espresse in: Docci 2013; Bianchini 2014. Per una completa conoscenza del passaggio geometrico teorico ma anche applicativo delle metodologie di acquisizione 3D passive e attive e la genesi dei modelli 3D relativi anche ai campi dell'architettura, oltre a quelli del Design, si veda: Guidi, Russo, Beraldin 2010.

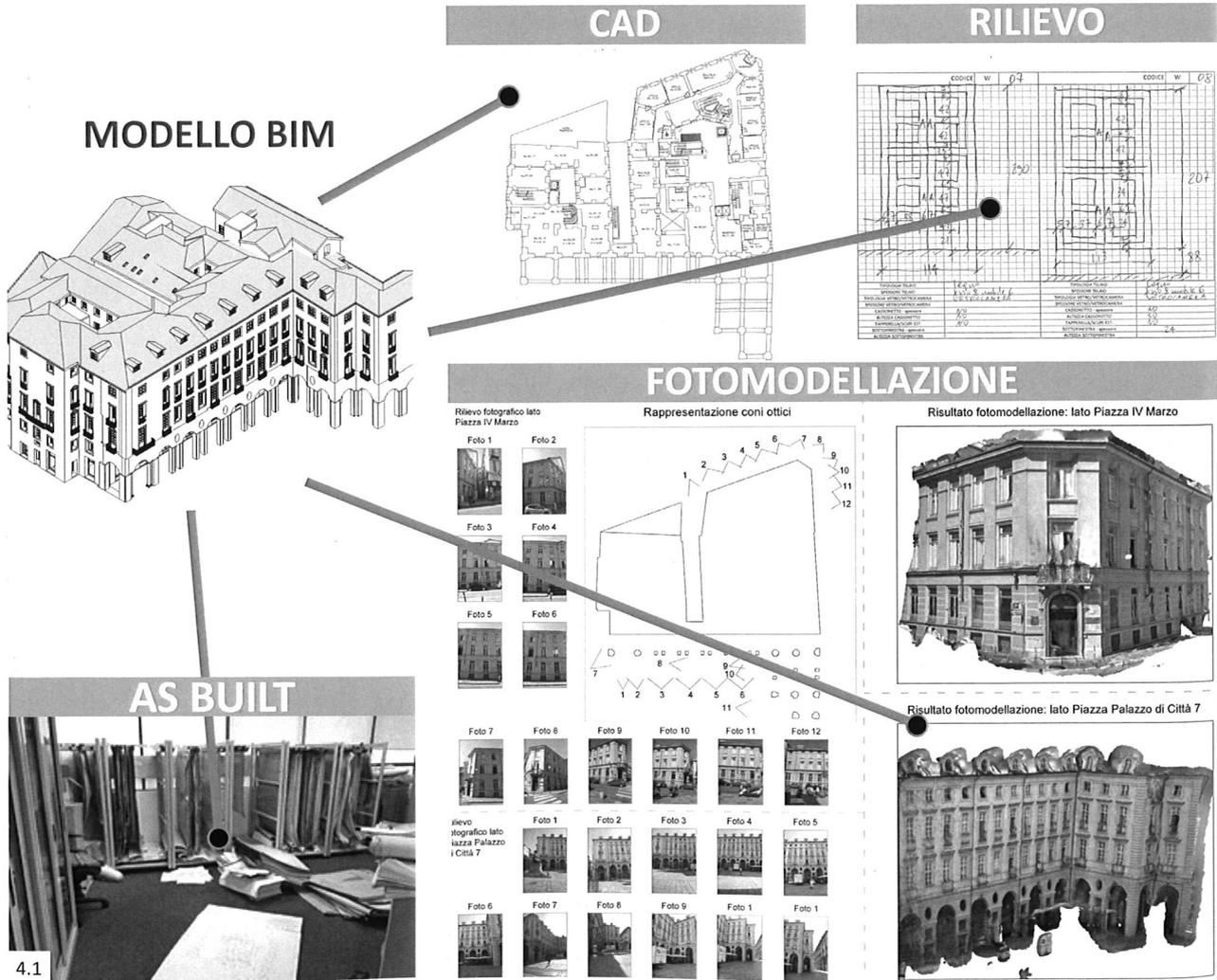
[7] L'esempio di come il Rilievo sia stato pervaso completamente dall'era digitale è estremamente evidente del palinsesto di riepilogo della ricerca italiana in ambito internazionale pubblicata in: Giandebiaggi, Zerbi 2014.

[8] Il libro di Edgar Morin è stato pubblicato per la prima volta in doppia versione dall'editore messinese Armando Siciliano nel 2002 per il conferimento della Laurea *Honoris causa* in Filosofia.

[9] Si veda il capitolo *La crisi della riduzione e la comparsa dell'inseparabilità nella separabilità*: Morin 2017, pp. 44-48.

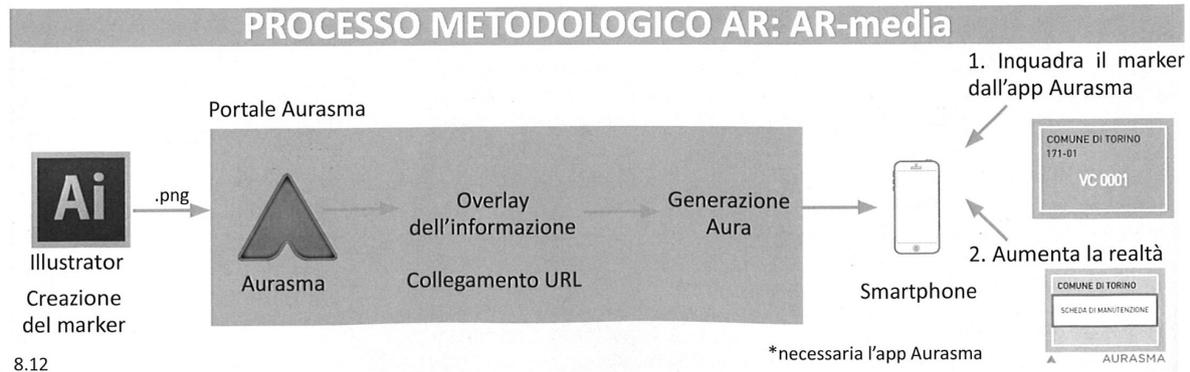
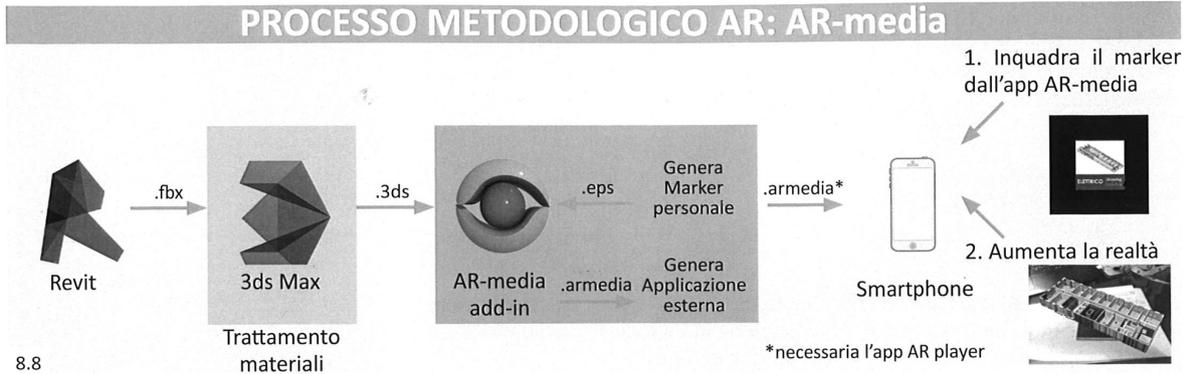
[10] Negli ultimi anni le diverse riforme dei SSD in ambito accademico, accortesi della estrema ed eccessiva frantumazione particolare del sapere didattico-scientifico, hanno iniziato un processo di ricomposizione in un minor numero e tipo di "discipline"; e tale percorso è ancora in atto per un ulteriore ricompattamento al fine di limitare la specializzazione senza perdere una visione olistica dei differenti saperi compiendo un percorso al contrario.

Fig. 8. Processo metodologico AR:AR media [Osello, Ugliotti 2017, figg. 8.8-12, p. 130].



4.1

Fig. 9. Modello BIM e sistemi di rilievo [Osello, Ugliotti 2017, fig.4.1, pag. 46].



Autore

Paolo Giandebiaggi, Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Università di Parma, paolo.giandebiaggi@unipr.it.

Riferimenti bibliografici

Anselmo, A. (2017). Premessa. In Morin 2017, p. 20.

Bianchini, C. (2014). Rilievo 2.0: nuove tecnologie, nuovi strumenti, nuovi rilevatori. In P. Giandebiaggi, C. Vernizzi, (a cura di). *Italian survey & international experience. Atti del 36° Convegno internazionale dei Docenti della Rappresentazione*. Roma: Gangemi editore.

Cundari, C. (1983). *Fotogrammetria architettonica*. Roma: Edizioni Kappa.

Docci, M., Maestri D. (1998). *Manuale di rilevamento architettonico ed urbano*. Bari: Laterza.

Docci, M. (2013). Dal rilevamento con il laser scanner 3D alla fotomodellazione. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 46, pp. 3, 4.

Giandebiaggi, P., Ceiner, G. (1997). Disegno automatico: riflessione sulle tecniche informatiche di rappresentazione grafica. In *Presenza Tecnica in Edilizia*, vol. 2.

Giandebiaggi, P., Zerbi, A. (2005). Costruzione di un sistema informativo per la gestione del patrimonio amministrativo pubblico. In C. Cundari (a cura di). *Il rilievo urbano per sistemi complessi. Un nuovo protocollo per un sistema informativo di documentazione e gestione della città*. Roma: Edizioni Kappa.

Giandebiaggi, P., Zerbi, A. (a cura di). (2014). *Italian Survey. National & International Portfolio*. Roma: Aracne Editrice.

Giandebiaggi, P. (2003). Memoria, conoscenza ed interpretazione del modello rilevato. In P. Giandebiaggi. *Il Disegno di un'utopia*. Fidenza (PR): Mattioli 1885.

Giandebiaggi, P. (2006). Le ragioni di un rilievo. In C. Blasi, E. Coisson (a cura di). *La fabbrica del Duomo di Parma. Stabilità, rilievi e modifiche nel tempo*. Parma: Grafiche Step.

Giandebiaggi, P. (2007a). Rilievo e diagnosi interdisciplinare. In *Presenza Tecnica in Edilizia*, vol. 227.

Giandebiaggi, P. (2007b). Da quelle antiche Torri. In A. Zerbi, *Dalla misura al modello digitale. Problematiche di Rilievo dell'architettura storico monumentale: le torri dei Paolotti a Parma*. Fidenza (PR): Mattioli 1885.

Giandebiaggi, P., Melley, M.E., Zerbi, A. (1999). Problemi di tolleranza dimensionale nel rilievo architettonico: il caso di san Francesco di Paola, Parma. In C. Cundari, L. Carnevali (a cura di). *Il Rilievo dei Beni Architettonici per la Conservazione*. Roma: Edizioni Kappa.

Giandebiaggi, P. et al. (2001a). Sistemi informativi per il rilievo. Chiese e conventi a Parma. In AA.VV. *Trenta anni di disegno nelle Facoltà di Architettura e Ingegneria*, 221, 222. Roma: Edizioni Kappa.

Giandebiaggi, P. et al. (2001b). Modellazioni per il rilievo: chiese e conventi a Parma. In AA.VV. *Trenta anni di Disegno nelle Facoltà di Architettura e Ingegneria*, 219, 220. Roma: Edizioni Kappa.

Guidi, G., Russo, M., Beraldin, J.A. (2010). *Acquisizione 3D e modellazione poligonale*. Milano: McGraw-Hill.

Kemp, M. (1994). *La scienza dell'arte: prospettiva e percezione visiva da Brunelleschi a Seurat*. Firenze: Giunti.

Morin, E. (2017). *La sfida della complessità*. Firenze: Le Lettere.

Osello, A., Ugliotti, F.M. (2017). *BIM: verso il catasto del futuro: Conoscere, digitalizzare, condividere. Il caso studio della Città di Torino*. Roma: Gangemi editore.

Osello, A. (2015). *Building Information Modelling – Geographic Information System – Augmented Reality per il Facility Management*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Palladio, A. (1570). *I Quattro Libri dell'Architettura*. Venetia: Domenico de' Franceschi.

La basilica di San Pietro: rilievi come modelli di conoscenza (XVII e XVIII secolo)

Aldo De Sanctis, Antonio Lio, Nicola Totaro, Antonio A. Zappani

Abstract

La basilica di San Pietro ha attirato vedutisti e rilevatori sin dalle prime fasi di cantiere, ma sono il suo completamento e l'inizio delle «sinistre, e varie voci» sulla solidità della cupola a promuovere nei rilievi inedite attitudini, sia per conoscere la meraviglia delle sue forme che per verificare la stabilità delle sue strutture. Rilievi diversi che si vengono elaborando per oltre un secolo: dal 1620, quando Martino Ferrabosco pubblica i suoi elaborati sulla basilica, al 1743, quando Giovanni Poleni e Luigi Vanvitelli realizzano i loro rilievi per l'analisi sul comportamento statico e per il restauro della cupola vaticana.

Parole chiave: rilievo, immagini di restituzione, modelli di conoscenza.

Introduzione

Tra i rilievi di Martino Ferrabosco sulla basilica di San Pietro (1620) e quelli di Luigi Vanvitelli e Giovanni Poleni sulla stabilità della cupola della stessa basilica (1743) si elaborano restituzioni grafiche tali da trasformare il rilievo nella più versatile disciplina a disposizione per l'analisi e la conoscenza dell'architettura. Rilievi evidentemente diversi, che servono sia per restituire le caratteristiche formali (funzionali ecc.) dell'intera fabbrica che per lo studio di problemi specifici, come quello sulla solidità del sistema resistente formato dal tamburo-cupola-lanterna; in ogni caso, rilievi essenziali per conoscere i differenti aspetti di una realtà architettonica, analizzarne le determinanti (spaziali e tecnico-costruttive) e intervenire, avendo consapevolezza piena del suo stato di fatto.

Rilievo della basilica di San Pietro

Come ricordato, nel 1620 Ferrabosco pubblica i suoi rilievi [1] sulla basilica di San Pietro in Vaticano; si tratta di un lavoro straordinario per le dimensioni della fabbrica e la novità figurativa raggiunta (complessità delle restituzioni, selezione dei segni grafici ecc.).

La costruzione della chiesa è ormai al termine [2] e per la prima volta, sistematicamente, un rilevatore prova a adattare strumenti, metodi, scale e tecniche di mediazione grafica per conoscerla nella varietà delle sue forme e, per così dire, certificarne la qualità.

Ferrabosco restituisce la basilica vaticana con elaborati d'insieme e di dettaglio e, soprattutto, con elaborati complessi – tre piante e una sezione su 34 tavole di rilievi – impiegati per rendere l'articolazione delle parti architettoni-

a spina di pesce che corre all'interno del regolone sotto il tamburo, la rampa che porta al piano delle colonne e la scala a chiocciola che passa attraverso il tamburo); dall'altro lato la pianta della lanterna (con la scala a chiocciola che l'attraversa e le scalette sull'estradosso del cupolino). Con la stessa pavimentazione a spina di pesce si vede anche il passaggio che dalle scalette esterne – sull'ottagono di base – porta al corridoio anulare inserito nel regolone. I costoloni visti dall'interno mostrano il disegno e lo spessore del partito decorativo sotto la cupola. Le parti terminali di questo settore fanno vedere da un lato la sezione del tamburo (a una quota differente dalla precedente) con le colonne binate tagliate al sommoscapo (si vede la proiezione dei capitelli) e dall'altro le mensole della lanterna (che non vengono disegnate).

I costoloni tra le due calotte, caratterizzati da una campitura forte, presentano il modo in cui gli stessi costoloni si rastremano e le colonne binate sezionate all'imoscapo (si vede la proiezione delle basi delle colonne): il piano di sezione passa all'inizio della lanterna, non considera la presenza della calotta esterna e fa vedere i costoloni in pianta all'altezza del corridoio anulare (campito a puntini) tra le due calotte. Le parti terminali di questo settore presentano da un lato la sezione del tamburo e, sul lato opposto, il corridoio e la scala a chiocciola che sale sopra la lanterna; si vedono anche due rampe a gradini che salgono sull'estradosso della calotta interna della cupola. Il tamburo risulta pertanto sezionato tre volte, ma la muratura che si vede nei diversi settori non è continua: presenta due quote differenti del tamburo, una verso l'interno e una verso l'esterno.

La tavola, nonostante l'uso di più punti di vista e la molteplicità delle informazioni che ne derivano, è nitida e senza interferenze grafiche. Presenta una descrizione che non serve solo per replicare uno stato di fatto, peraltro difficile da rappresentare, ma per analizzarlo facendo vedere le sezioni resistenti e tutti i percorsi – orizzontali e verticali – necessari per passare da un livello all'altro e arrivare in cima. Oltre ai pieni delle murature e ai vuoti di finestre e porte, troviamo infatti tutti gli elementi di passaggio che dall'ottagono di base conducono alla palla di fastigio: il passaggio che gira attorno al tamburo e quello tra le due calotte della cupola; tutte le rampe con i gradini e i percorsi che portano all'interno della cupola; le scale a chiocciola del tamburo e della lanterna e i gradini sull'estradosso della calotta interna e del cupolino.

Nel disegno – forse per non compromettere la leggibilità dell'insieme – non ci sono troppe misure; compare però il riferimento alla scala grafica in palmi romani e una ricca

legenda con lettere riportate nel campo grafico per l'identificazione delle singole parti. La scala di restituzione è di 1:100 circa.

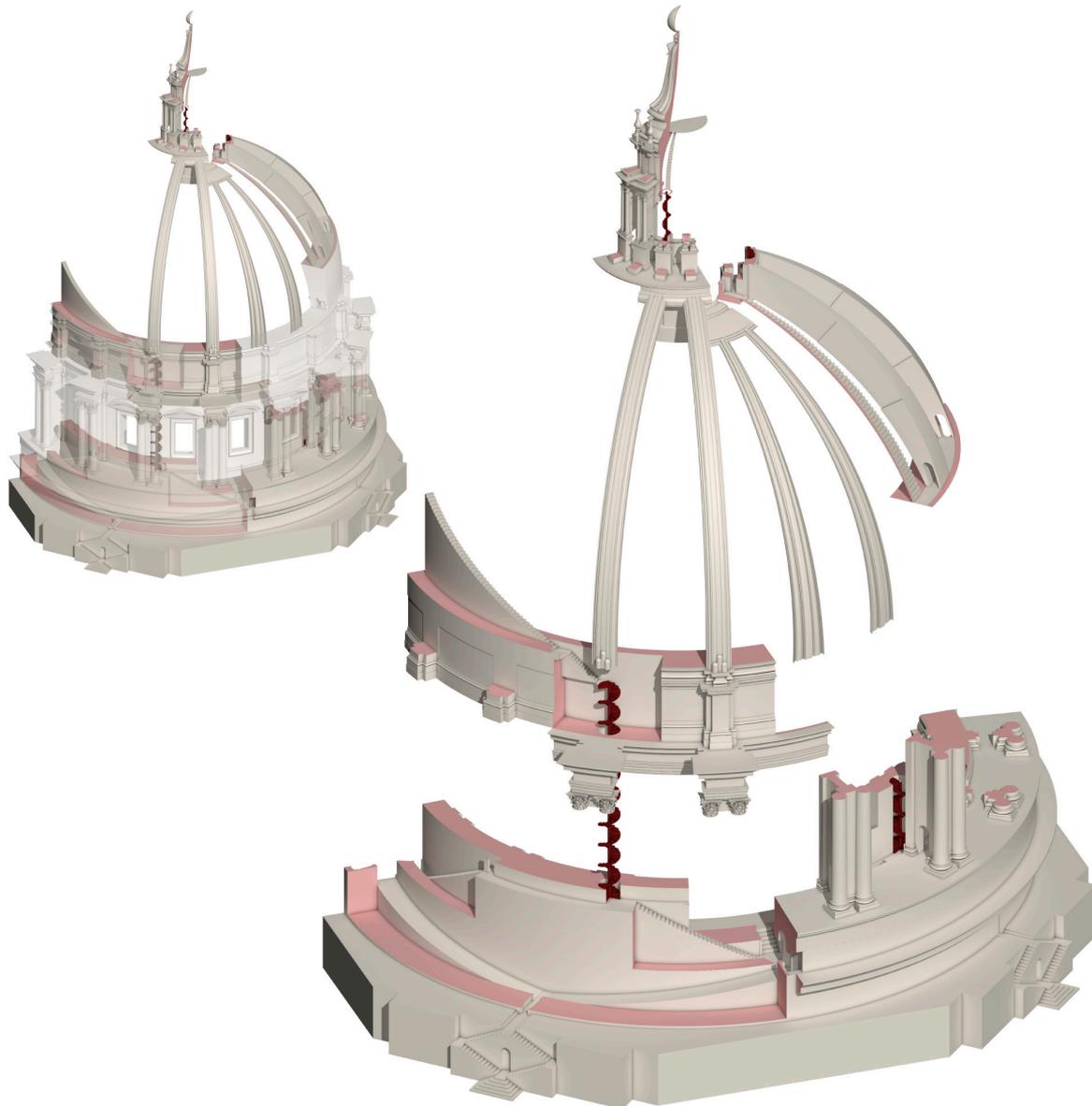
Il modello 3D da noi elaborato, derivato dalla pianta, conferma la ricchezza descrittiva e l'accuratezza metrica del lavoro del 1620; conferma inoltre come Ferrabosco utilizzi il rilievo sia per valutare l'organizzazione di una realtà architettonica che per analizzarne le componenti [4] (fig. 2). Detto altrimenti, conferma che Ferrabosco conosca bene il concetto di scala grafica e il valore selettivo che la rappresentazione può svolgere in architettura. Le specificazioni figurative che articolano la pianta sono infatti vere e proprie occasioni per studiare la "macchina" vaticana e smontarla graficamente, al fine di comprendere il funzionamento di ogni parte e le relazioni che ogni parte ha con l'insieme: ogni elemento viene rappresentato con la stessa chiarezza logica e figurativa con cui, in epoca moderna, si rappresentano le componenti architettoniche formalmente compiute o anche i pezzi meccanici. Ma c'è di più, la tavola complessa di cui diciamo, sembra costruita per restituire la stessa complessità architettonica dell'opera, attraverso l'inventario specialissimo di tutti i suoi elementi e di tutti i suoi spazi; un inventario in grado di rinnovare lo stupore che l'opera suscita nella realtà per la «vertigine della lista» [5] prodotta dall'enumerazione di tutti i suoi costituenti (distributivi, costruttivi ecc.).

Sul finire del secolo, per fugare le voci di un eventuale crollo della cupola, papa Innocenzo XI commissiona a Carlo Fontana un nuovo rilievo. Un lavoro che dunque nasce con l'obiettivo di fare chiarezza sulle «sinistre, e varie voci» che circolano in città e soprattutto verificare la stabilità della cupola, ma che si conclude con l'esaltazione architettonica della fabbrica e con ampie e generiche rassicurazioni sulla «fermezza» [Fontana 1694, p. 20] della stessa cupola. Il lavoro di Fontana si trasforma pertanto in una nuova documentazione sulle fabbriche vaticane per rendere note a tutti le loro singolari peculiarità [6].

In realtà Fontana non manca di segnalare i danni che riscontra e nel suo libro di rilievi, scrive anche di una lesione lungo un costolone della cupola, dovuta però a cause minori (assestamento, ritiro dei materiali ecc.); una lesione che non riporta nei disegni perché tutte le parti della fabbrica sono senza alcun dubbio solide [7].

Nei documenti d'archivio non c'è traccia della relazione che Fontana prepara per il papa, ma nel suo libro e in una lettera del 1695 parla sia dei cerchioni in ferro esistenti nella costruzione che della proposta di tre nuovi cerchio-

Fig. 2. Modello 3D della cupola secondo la pianta di Martino Ferrabosco; si vedono tutti gli elementi dell'ingegnosa "macchina" vaticana (elaborazione grafica di Antonio A. Zappani).



ni (fig. 3) per migliorare la resistenza del tamburo e della cupola [8].

In generale, le restituzioni di Fontana sono ricche di informazioni e ogni tavola presenta attenzioni alle forme architettoniche e un buon numero di misure; c'è anche il riferimento della scala grafica in palmi romani.

Diversamente dalla pianta precedente, Fontana non lancia sfide a «l'intelligente professore», ma cerca di descrivere con elaborati diversi anche le parti formalmente difficili da rappresentare. Il tema della cupola, a esempio, oltre che con piante, sezioni, prospetti d'insieme e di dettaglio [9] viene reso con cinque piante parziali (1/4 di cupola), sezionate a quote diverse (fig. 4); piante che contengono le stesse informazioni e gli stessi elementi presenti nell'elaborato di Ferrabosco, ma separati in più elaborati e dunque più facili da esaminarsi.

Nei rilievi, ogni componente è delineato con chiarezza e evidenziato con ombre o con effetti d'ombra. Le parti sezionate sono campite sia in pianta che in sezione; spesso, però, per equilibrare il tono grafico delle tavole, le sezioni vengono lasciate in bianco.

Al di là di banali rivalità professionali, vale forse sottolineare la differente natura delle operazioni di rilevamento condotte dai due autori: Ferrabosco non sembra preoccuparsi troppo della difficile stesura dei suoi grafici né del giudizio di quanti li consulteranno. Il suo scopo è quello di trovare un modo per restituire – anche con l'invenzione di nuovi dispositivi figurativi – sia l'articolazione di forme e spazi che il catalogo degli elementi che fa funzionare l'ingegnosa macchina vaticana. Intenzione di Fontana sembra invece quella di presentare a tutti la bellezza delle fabbriche ormai compiute; la nuova basilica di San Pietro gli appare cioè un esempio perfetto di metodo progettuale e di sapere architettonico e è soprattutto questo tipo di informazioni che l'autore sembra volere ricordare e divulgare.

Rilievo del sistema costruttivo della cupola

Nei rilievi visti sinora non si segnalano dissesti preoccupanti e non si indicano interventi urgenti di restauro. Le inquietudini però continuano tanto che, alcuni decenni dopo la pubblicazione di Fontana, papa Benedetto XIV incaricherà altre Commissioni [10] per verificare l'integrità della cupola, come quella formata dai matematici Tommaso Le Seur, Francesco Jacquier e Ruggiero G. Boscovich [11]. Compito esplicito dei tre matematici è quello di allontanare ogni

dubbio sui danni presenti, studiarne le cause e proporre i rimedi necessari [12].

Il lavoro di questa Commissione è notevole e comprende sia il rilievo dettagliato del quadro fessurativo che le caratteristiche di resistenza e il meccanismo di rottura dei materiali costruttivi impiegati.

Fig. 3. Carlo Fontana, Sezione della cupola vaticana con tamburo piloni e lanterna, 1694; ipotesi di posizionamento dei cerchioni in ferro.

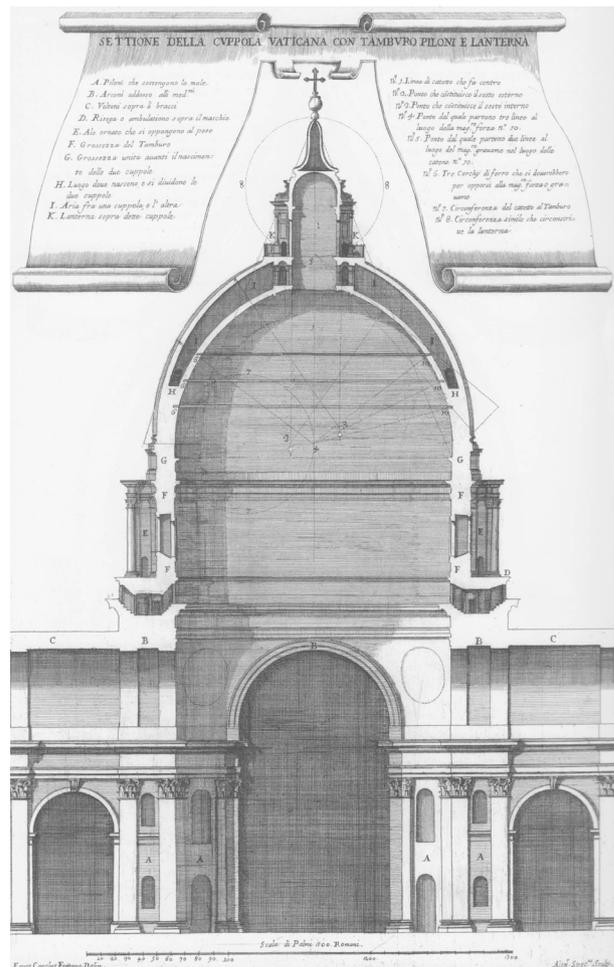
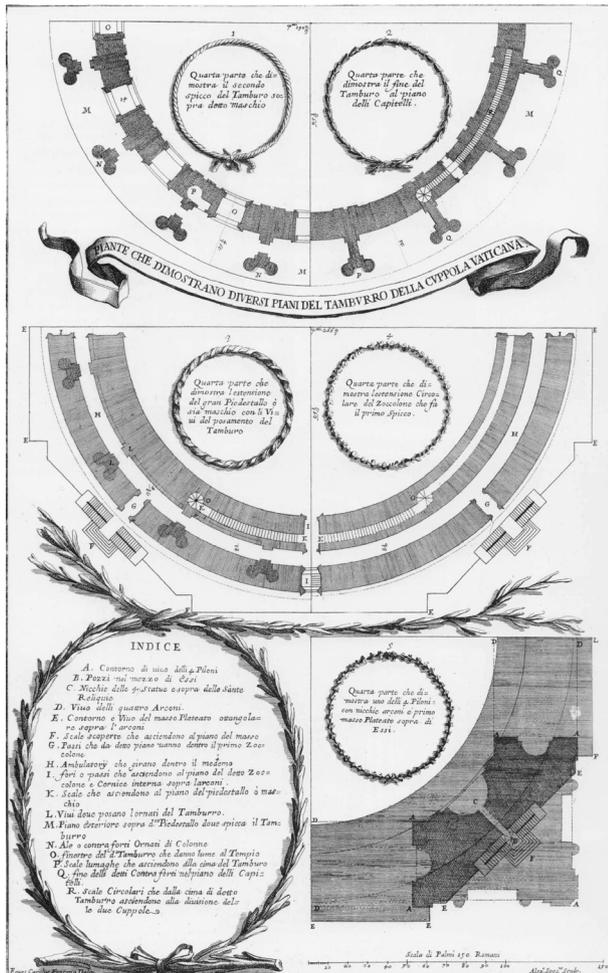


Fig. 4. Il tema della cupola viene reso anche con cinque piante parziali, estese ad 1/4 di cupola sezionata a quote diverse [Fontana 1694].



Il metodo, che i matematici dicono di utilizzare, prevede osservazioni dirette e una aggiornata teoria sulla meccanica delle strutture capace di riconoscere dagli effetti le cause che producono l'instabilità dell'opera [13]. Nel loro studio elencano trentadue punti critici e avvertono, tra l'altro, che la base del tamburo è danneggiata, i muri dei contrafforti sono tutti lesionati, che ci sono lesioni verticali tra i costoloni e le calotte, distacchi orizzontali tra i mattoni, architravi delle finestre spezzati, scale a chiocciola per entrare nel tamburo dissestate ecc. Nella relazione al papa danno anche una possibile datazione delle lesioni principali, che chiaramente considerano causate da difetti strutturali e non dall'assettamento dei materiali.

La relazione è dettagliata e le indicazioni per il restauro prevedono rimedi in tutte le situazioni critiche; rimedi che, in linea con le conoscenze del periodo, consistono nella messa in opera di sei nuovi cerchioni in ferro, nell'ingrandimento o rifacimento dei costoloni, nella realizzazione di uno "sperone" e di una statua per ognuno dei sedici contrafforti esistenti [14].

Tutti gli interventi previsti – scrivono i matematici – hanno un peso ininfluente, che vale 1/60 di quello esistente. Quello che i matematici non scrivono sono le difficoltà operative e il costo dei rimedi proposti e, soprattutto, i matematici minimizzano gli effetti di un simile intervento, che trasforma radicalmente l'opera di Michelangelo e Giacomo Della Porta.

Le osservazioni e i rilievi che si realizzano in questa fase riguardano, evidentemente, solo la parte interessata e sono dedicati a definire il quadro fessurativo e i fuori piombo del sistema tamburo-cupola-lanterna: descrivono la forma degli elementi, l'organizzazione delle masse in gioco e l'andamento delle lesioni.

Dai rilievi, i matematici deducono anche un modello schematico (composto di quattro elaborati grafici) sul comportamento statico dell'opera. Un modello che viene inserito nella tavola di rilievo (fig. 5) del 1742 allegata alla relazione e che consente agli stessi matematici di analizzare l'andamento degli sforzi sotto il peso proprio, di prevedere i meccanismi di collasso degli elementi resistenti e di definire gli interventi per il restauro dell'opera. Secondo questi schemi grafici, la separazione in settori del tamburo e della cupola – prodotta dalle lesioni verticali – provoca una rotazione verso l'esterno di parti del tamburo con il conseguente abbassamento verso l'interno delle porzioni soprastanti sia della cupola che della lanterna. Con «tale cinematica – scrive Mario Como – gli

studiosi effettuano anche una valutazione della spinta dello spicchio di cupola» [Como 2015, p. 404] [15].

Sulla base dei loro schemi, i matematici ipotizzano il crollo «imminente» dell'intero sistema resistente, ma come ricordato propongono anche soluzioni di restauro esposte nella relazione e sintetizzate con il particolare di un cerchione in ferro inserito tra gli stessi schemi.

Le conclusioni suscitano forti contrasti e polemiche tanto che gli stessi matematici pubblicheranno nel 1743 un secondo rapporto [Le Seur, Jacquier, Boscovich 1743] per spiegare meglio il contenuto del primo sia in merito al linguaggio usato per analizzare i danni che in merito ai rimedi proposti.

Le reazioni suscitate dalla relazione dei matematici convincono papa Benedetto XIV a approfondire ulteriormente il problema invitando nuovi esperti, tra cui Giovanni Poleni [16] che sin dall'inizio ha il merito e l'autorevolezza di attenuare ogni controversia, di avvalersi dell'esperienza di Luigi Vanvitelli e promuovere un clima di studio favorevole per conoscere l'effettiva situazione di pericolo.

Poleni critica le conclusioni della precedente Commissione per l'assenza di «fratture circolari lungo l'intradosso della calotta interna» [Como 2015, p. 400] e, facendo derivare le lesioni verticali della cupola da cedimenti localizzati nel tamburo, non ritiene imminente il crollo dell'opera.

Nelle sue *Memorie storiche* del 1748 [17], Poleni dà un dettagliato resoconto sia dei pareri degli studiosi intervenuti sul problema che dei risultati della sua analisi «che aveva sviluppata applicando il teorema sull'equilibrio degli archi di Robert Hooke del 1675» [Como 2015, p. 402].

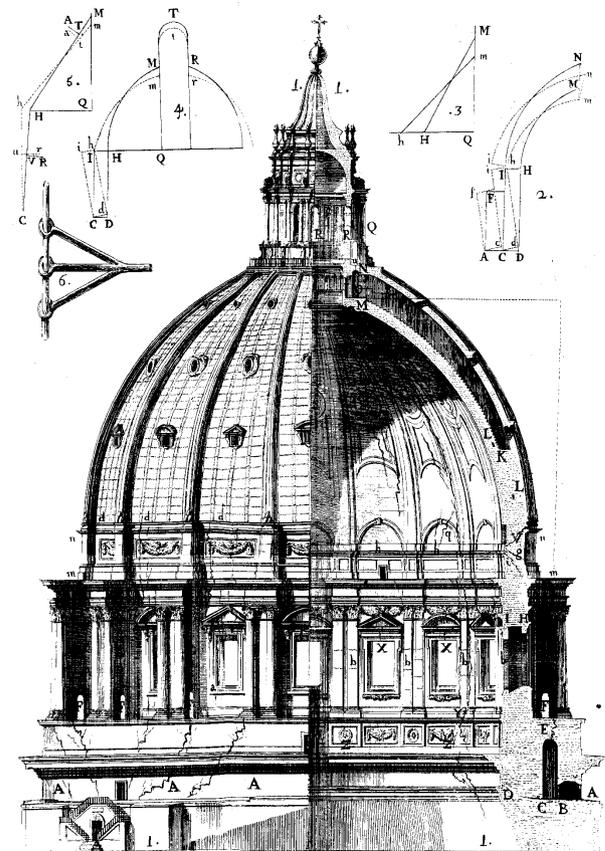
Le sue ispezioni, sostanzialmente, confermano il quadro fessurativo rilevato in precedenza, ma escludono cedimenti nei piloni [18].

Per l'intervento di messa in sicurezza della cupola, Poleni propone l'inserimento di cinque nuovi cerchioni in ferro che verranno messi in opera tra il mese di agosto del 1743 e il mese di settembre del 1744. Durante i lavori, Vanvitelli segnala che uno dei vecchi cerchioni è rotto e ipotizza che anche il secondo lo sia. Poleni suggerisce di riparare quello rotto e di aggiungere un nuovo cerchione «in compensazione» [Poleni 1748, p. 438] di quello presunto rotto.

Per le diverse ispezioni [19], Luigi Vanvitelli predispone via via i disegni relativi alla parte da esaminare su cui si annotano tutte le lesioni e le considerazioni necessarie; disegni che sono «delineati con perfetta corrispondenza alle opere» [Poleni 1748, p. 136] e che permettono di avere un quadro esauriente su ogni singola parte e sull'insieme.

Vanvitelli lavora al problema della cupola sin dalla prima Commissione incaricata delle verifiche e ha modo di elaborare una serie ampia di rilievi, particolarmente calibrati sul tema e sui problemi costruttivi dell'opera; rilievi in cui si semplifica il partito decorativo, si delineano in rosso [20] le lesioni (evidenziandone posizione e andamento in ogni parte e in ogni singolo costolone), si indicano i fuori piombo, ecc. Nel suo libro, Poleni loda la chiarezza degli elaborati perché serve a dare semplicità agli elementi, quando

Fig. 5. Lesioni sulla cupola e schemi grafici sul suo comportamento statico [Le Seur, Jacquier, Boscovich 1742].



CVPOLA DI S. PIETRO

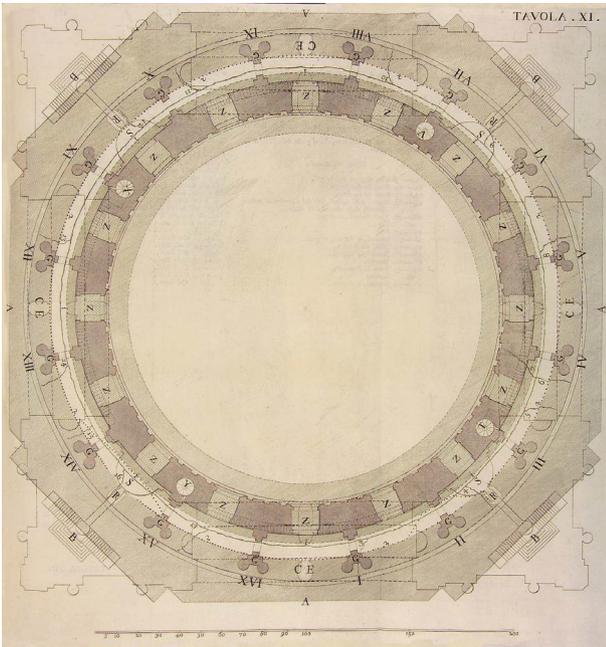


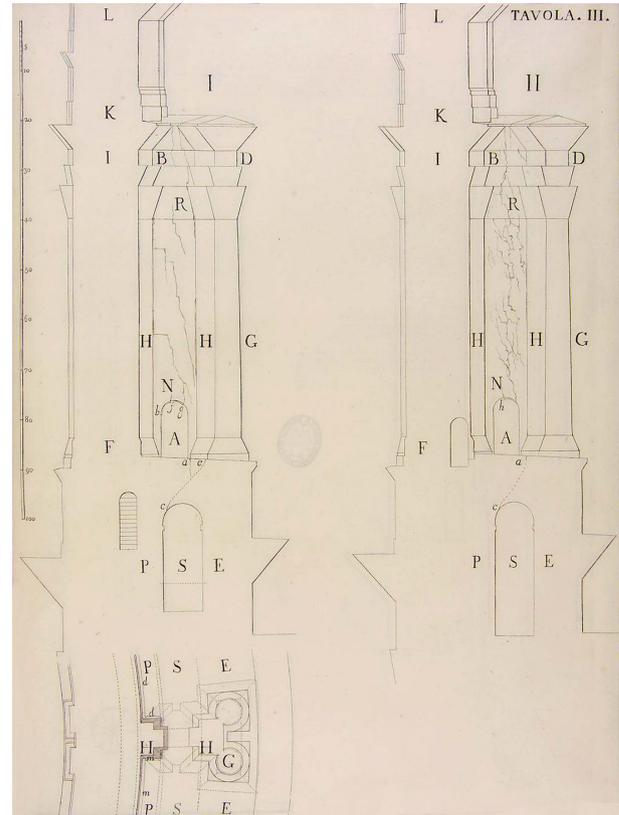
Fig. 6. Luigi Vanvitelli, Pianta della cupola, 1743-1748; la complessità grafica è necessaria per mostrare le relazioni fra tutti gli elementi.

Fig. 7. Luigi Vanvitelli, lesioni dei contrafforti della cupola con il partito decorativo semplificato, 1743-1748.

non servono «le apparenze degli ornamenti» [Poleni 1748, p. 140]. Completano il lavoro le «annotazioni poste a confronto dei disegni» [Poleni 1748, p. 140], necessarie per valutare l'effettiva gravità del quadro fessurativo (con le misure delle lesioni), nella scala ridotta degli elaborati, di 1:200 circa.

Tra i rilievi, interessante ci sembra la *Pianta della cupola* (tavola XI), sezionata all'inizio della calotta interna. In questa, si vedono: parte della calotta, i sedici costoloni (4 con la scala a chiocciola), le colonne binate del tamburo, le finestre che danno luce alla chiesa, il corridoio anulare alla base del tamburo, l'ottagono di raccordo tra chiesa e tamburo con le scalette d'ingresso e i contorni dei quattro piloni di sostegno dell'intero sistema. E ancora, si vedono le lesioni principali (17 lesioni) delineate con simboli grafici differenti. In questo tipo di restituzioni normalmente l'autore non inserisce misure (compaiono invece nelle annotazioni), ma solo il riferimento della scala grafica in palmi romani (figg. 6, 7).

La pianta è graficamente accurata e come nella precedente di Ferrabosco, seppure con modalità figurative dif-



ferenti, anche in questa torna l'idea di una rappresentazione complessa, necessaria per valutare tutti gli elementi insieme, mostrarne le dimensioni e le relazioni reciproche; relazioni che emergono per il confronto diretto tra le parti (ne rivelano il ruolo "complice") e promuovono attenzioni coerenti con la situazione architettonica in esame. La complessità figurativa cioè come un'esigenza analitica e operativa insieme per adeguarsi all'articolazione dell'opera e – nell'esempio di queste note – dare certezze sul comportamento statico e la messa in sicurezza del sistema costruttivo considerato.

Conclusioni

I rilievi visti sinora presentano un discreto repertorio di modelli grafici e di modalità figurative che di volta in volta si adattano alla realtà per esaminarla e conoscerla a fondo. Modelli grafici che nello stesso tempo rendono evidente come la versatilità descrittiva delle restituzioni sia la risposta a sollecitazioni diverse di studio e come la produzione di immagini per la conoscenza dell'architettura si sviluppi per la simultanea azione del "fare" e di tutti quei fattori di sti-

molo esecutivo che derivano dal mezzo scelto per operare (scale, tecniche di rappresentazione ecc.). In questo senso, non solo le restituzioni più verosimili, ma tutti gli elaborati – d'insieme, complessi o schematici che siano – divengono necessari per innescare un processo di ricerca e costruire condizioni di coerenza e di efficacia analitica.

La complessità figurativa sopra richiamata, pertanto, non come una regola per rappresentare, ma come un prodotto necessario (in una fase di studio) per avere elaborati pertinenti con il problema architettonico che si intende indagare. E ancora oggi, nonostante l'evoluzione di strumenti e metodi, ci sembra questa l'attitudine prevalente del rilievo: non tanto un modo per replicare in laboratorio le sembianze di una fabbrica, ma un'occasione per analizzarla attraverso una successione di riformulazioni figurative capaci di sintetizzare intenzionalmente le forme e gli spazi dell'architettura, facendone affiorare i tratti determinanti; o, al contrario, riformulazioni figurative in grado di aggregare tutti gli elementi che concorrono a definire l'articolazione di uno stesso tema di studio. Vale a dire, un'occasione per sperimentare su forme e spazi e realizzare i presupposti, impossibili altrimenti, per vedere e conoscere appieno l'architettura o le parti che si intendono considerare.

Note

[1] M. Ferrabosco, *Libro De L'architettura Di San Pietro nel Vaticano*. Roma 1620, pubblicato di nuovo nel 1684. Il libro presenta 11 tavole singole e 23 doppie. Nelle vedute del volume troviamo anche parti non ancora realizzate come la facciata, il colonnato, ecc.

[2] La palla che andrà sopra la lanterna è in cantiere già nel 1592; la copertura in piombo della cupola è terminata nel 1594; Carlo Maderno nel 1608 trasforma la pianta a croce greca in latina e nel 1622 terminerà la facciata; nel 1614 si completa la volta della navata centrale e nel 1626 Urbano VIII consacrerà la nuova basilica.

[3] L'espressione è nella legenda di una pianta, «La descrizione della Pianta non si nota per essersi fatta distinta dalla passata, e qualche differenza [...] l'intelligente professore la troverà facilmente»: [Ferrabosco 1620].

[4] In uno studio del 2010, per spiegare la complessità delle tavole, si avanzano ulteriori spiegazioni come l'articolazione dell'edificio, il tema del frammento, ecc. In Martínez Mindeguía 2010, pp. 46-57.

[5] La letteratura e l'arte sono ricche di simili elenchi «stesi per il gusto stesso dell'enumerazione, per la cantabilità dell'elenco»: Eco 2009, seconda di copertina.

[6] Fontana scrive di pubblicare i rilievi «acciòche più al vero, e con propri termini siano le loro singolari qualità mandate alla luce, e possono essere manifeste non solo a' Popoli [...], ma anche a' Posterix»: Fontana 1694, p. 21.

[7] Fontana scrive che le parti sono solide «da non potersi mai dubitare della loro permanenza e stabilità»: Fontana 1694, p. 185. Il volume, pubblicato in italiano e latino, diviene una sorta di certificazione ufficiale della qualità architettonica e costruttiva della nuova basilica di San Pietro; si compone di sette libri e 79 incisioni.

[8] Per il contenuto della lettera del 1695 si veda: H. Hager, *Del Tolo, o Cupola doppia che cuopre il Tempio Vaticano* in Fontana 1694, p. CLX. Nel suo libro, inoltre, l'autore parla di «Tre cerchij di ferro che si dovrebbero per opporsi alla maggiore forza e gravame»: Fontana 1694, p. 226.

[9] Sul tema della cupola troviamo: cinque sezioni d'insieme e due di dettaglio; quattro piante d'insieme e sei di dettaglio; quattro prospetti d'insieme.

[10] Nel 1742 quella guidata dall'abate Saverio Brunetti a cui partecipa anche Luigi Vanvitelli.

[11] Le Seur e Jacquier appartengono all'Ordine dei Minimi di San Francesco di Paola, Boscovich è dell'Ordine dei Gesuiti; tutti e tre sono seguaci del nuovo sapere scientifico promosso da Isaac Newton.

[12] L'incarico è di studiare «i danni presenti che si osservano nella cupola [...], e molto più per la sua restaurazione» [Le Seur et al. 1742, p. III].

[13] Scrivono i tre matematici di avvalersi sia di «proprie oculari osservazioni, e sperienze, che di una buona teoria fondata sulla Meccanica per conoscere dagli effetti la causa del male» [Le Seur et al. 1742, p. III].

[14] Per i matematici i costoloni minacciano di «imminente rovina. Vanno essi perciò rifatti». E contro il pericolo che la spinta rompa il piano attico, scrivono di volere «alzare sopra il cornicione de' contraforti in m uno sperone ben centinato, che andasse a ripigliare la Cupola più alto in n. Potrebbe il medesimo cominciarci con un zoccolo, che sostenesse una Statua, e servisse insieme di peso, ed ornamento» [Le Seur et al. 1742, p. XXXIV].

[15] Per una disamina sulla struttura della cupola vaticana si veda l'ottimo saggio di questo stesso autore: Como 2015, pp. 311-438. Sul tema si veda: Bussi, Carusi 2009.

Autori

Aldo De Sanctis, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria, aldesa@alice.it.

Antonio Lio, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria, antonio.lio@unical.it.

Nicola Totaro, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria, nicolatotaro45@gmail.com.

Antonio A. Zappani, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria, antzapp@live.it.

Riferimenti bibliografici

Bussi, L., Carusi, M. (a cura di). (2009). *Nuove ricerche sulla Gran Cupola del tempio Vaticano*. Roma: Edizioni Preprogetti.

Como, M. (2015). *Statica delle costruzioni storiche in muratura. Archi, volte, cupole, architetture monumentali, edifici sotto carichi verticali e sotto sisma*. Roma: Aracne.

Curcio, G. (a cura di). (2003). *Il Tempio Vaticano 1694. Carlo Fontana*. Milano: Electa.

Eco, U. (2009). *Vertigine della lista*. Milano: Bompiani.

Ferrabosco, M. (1620). *Libro de l'architettura di San Pietro nel Vaticano finito col disegno di Michel Angelo Bonaroto et d'altri architetti espressa en più tavole*. Roma: Stamperia De Romanis.

Fontana, C. (1694). *Templum Vaticanum Et Ipsius Origo Cum Aedificiis maxime conspicuis antiquitus, & recens ibidem constitutis; Editum Ab Equite Carolo Fontana Deputato celeberrimi eiusdem Templi Ministro, atque Architecto. Cum plerisque Regulis, novisque Architecturae Operationibus ab Ipsomet in lucem evulgatis. Cum Indice Rerum notabilium ad calcem locupletissimo. Opus In Septem Libros Distributum, Latinisque literis consignatum A Joane*

[16] Giovanni Poleni (1683-1761) all'età di ventisei anni è professore all'Università di Padova e membro della Royal Society di Londra. Nel 1743 si inserisce nel dibattito sulla cupola suscitato dai matematici scrivendo *Riflessioni di Giovanni Poleni, sopra i Danni...* (1743) e il 30 marzo dello stesso anno riceve dal Papa l'invito per verificare lo stato dell'opera.

[17] Poleni 1748. Il volume si compone di cinque libri; le immagini sono quelle di Luigi Vanvitelli, ridisegnate per l'occasione. Prima di questa pubblicazione G. Poleni scrive *Riflessioni di Giovanni Poleni, sopra i Danni...* (1743), *Lo stato de' difetti da considerarsi...* (1743) e *un'Aggiunta alle Riflessioni...* (1743).

[18] Nel suo libro si legge che «ombra non vi era di patimento ne' Fondamenti, o di danno ne' Piloni» [Poleni 1748, p. 136].

[19] Poleni e Vanvitelli compiono 17 accuratissime ispezioni e fanno realizzare «appoggi [...] ponti e simili apparecchi» [Poleni 1748, p. 135].

[20] Nelle *Memorie storiche*, Poleni segnala che i disegni contenuti nella pubblicazione sono copiati da quelli presentati al papa, ma «ne' nostri si sono tralasciati gli ombramenti, acciocché in campi più chiari meglio potessero comparir li segni delle Fessure (negli originali delineate in rosso)» [Poleni 1748, p. 139].

Jos: Bonnerve De S. Romain. *Et dicatum Eminentissimis, ac Reverentissimis Dominis Cardinalibus Sacrae Congregationi R. Fabricae Divi Petri Deputatis*. Roma: Ex Typographia Io: Francisci Buagni.

Hager, H. (1694). Del Tolo, o Cupola doppia, che cuopre il Tempio Vaticano. In G. Curcio (a cura di). *Il Tempio Vaticano 1694. Carlo Fontana*, pp. 154-168. Milano: Electa.

Martinez Mindeguía, F. (2010). Limiti e potenzialità del disegno. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 40, pp. 46-57.

Le Seur, T. et al. (1742). *Parere di tre matematici sopra i danni che si sono trovati nella cupola di San Pietro*. Roma.

Le Seur, T., Jacquier, F., Boscovich, G. (1743). *Riflessioni de padri Tommaso Le Seur, Francesco Jacquier dell'Ordine de' Minimi, e Ruggiero Giuseppe Boscovich della Compagnia di Gesù, sopra alcune difficoltà spettanti i danni, e risarcimenti della Cupola di S. Pietro*. Roma.

Poleni, G. (1748). *Memorie storiche della Gran Cupola del Tempio Vaticano e de' danni di essa, e de' ristoramenti loro, divise in libri cinque*. Padova: Stamperia del Seminario.

RUBRICHE

Lecture/Riletture

L'Edizione nazionale del *De prospectiva pingendi*: un approccio filologico ai disegni del trattato

Laura Carlevaris

Si è recentemente conclusa l'imponente opera editoriale relativa all'Edizione nazionale del *De prospectiva pingendi* di Piero della Francesca (Sansepolcro 1410 ca.-1492), promossa dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (MiBACT) e dalla Fondazione Piero della Francesca [1].

L'opera, edita dall'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, costituisce il terzo lavoro portato a compimento di quel grande progetto che è l'Edizione nazionale degli Scritti di Piero della Francesca, istituita tramite D.P.R. 26.2.1974 e intrapresa nel 1985.

Nel 1942 era uscita l'edizione critica del *De prospectiva pingendi* di Giusta Nicco Fasola [Piero della Francesca 1942], lavoro certamente importante ma che non teneva conto di tutti i testimoni esistenti, ovvero del confronto tra le molte versioni del manoscritto, alcune in volgare, altre in latino, mentre l'interesse dei linguisti per gli scritti di Piero era legato proprio alla peculiarità della lingua da lui utilizzata, un toscano distante dal fiorentino con sfumature umbre [2].

Nel 1984 l'edizione di Nicco Fasola era stata ripubblicata in copia anastatica con l'aggiunta di alcuni testi critici [Piero della Francesca 1984], ma l'esigenza di un approccio filologico ha portato un anno dopo, nel 1985, alla ripresa del

lavoro sui testi del pittore e trattatista burgense e nel 1995 si è avuto il primo esito delle ricerche con la pubblicazione del *Libellus de quinque corporibus regularibus* [Piero della Francesca 1995].

La Commissione scientifica nominata dal Ministero era presieduta da Cecil Grayson, che aveva curato gli scritti in volgare di Leon Battista Alberti [Alberti 1960-1973], e prevedeva la partecipazione di Marisa Dalai Emiliani che ha in seguito ottenuto la presidenza della Commissione ed è attualmente affiancata da Ottavio Besomi e Carlo Maccagni. L'Edizione nazionale è proseguita con la pubblicazione, nel 2012, del *Trattato d'Abaco* [Piero della Francesca 2012] e con i due lavori paralleli sul *De Prospectiva pingendi*, usciti nel 2016 (Edizione nazionale del codice Parmense 1576, in volgare) e nel 2017 (Edizione nazionale del codice 616 di Bordeaux, in latino). L'ultima uscita prevista riguarderà l'*Archimedis Opera*.

Ogni Edizione nazionale affronta un lavoro ciclopico, meticoloso e di indiscusso contenuto scientifico: un lavoro di elevatissimo interesse nazionale frutto di un importante investimento pubblico in termini di risorse ma, soprattutto, di attese. «Le Edizioni Nazionali – si legge sul sito del MiBACT – rispondono alla fondamentale esigenza scientifica di garantire la tutela, la valorizzazione e la

fruizione del patrimonio letterario e di pensiero costituito dagli scritti dei nostri autori: tali iniziative assicurano infatti la pubblicazione dell'opera omnia di un autore (o, in alcuni casi, le principali opere di un gruppo di autori) in edizioni fondate sulla ricognizione e trascrizione critica di tutti i manoscritti. Esse propongono tutti i testi – editi e inediti – di un autore chiarendone, attraverso ogni possibile documentazione, storia e formazione» [3].

L'Edizione nazionale del *De prospectiva pingendi*

L'immenso lavoro condotto sul *De prospectiva pingendi* che ha visto la luce nell'arco degli ultimi due anni si presenta suddiviso in due distinte serie di tre tomi ciascuna, contenute in due cofanetti.

La prima serie – contraddistinta dalla lettera A e uscita nel 2016 – affronta la redazione volgare del codice 1576 conservato presso la Biblioteca Palatina di Parma. La seconda serie, del 2017 – contraddistinta dalla lettera B – affronta invece il codice latino 616 della Bibliothèque Municipale di Bordeaux.

Ogni serie è composta da tre tomi che affrontano, in parallelo e secondo lo stesso approccio, i due codici: il Tomo I presenta la versione critica del testo,

il Tomo II l'edizione critica dei disegni e, infine, il Tomo III consiste nella copia anastatica del testimone indagato.

Il lavoro si è avvalso del contributo di diversi referenti scientifici: Chiara Gizzi (edizione del testo volgare), Franca Ela Consolino (edizione del testo latino), Riccardo Migliari (edizione dei disegni) [Piero della Francesca 2016; Piero della Francesca 2017].

L'edizione critica del testo volgare si deve a Chiara Gizzi (Tomo I, III.A), quella del testo latino a Flavia Carderi (Tomo I, III.B); l'edizione critica dei disegni (Tomo II, III.A e Tomo II, III.B) è frutto del lavoro di Riccardo Migliari, Leonardo Baglioni, Marco Fasolo, Matteo Flavio Mancini, Jessica Romor e Marta Salvatore (Sapienza Università di Roma) e di Federico Fallavollita (Alma Mater Studiorum-Università di Bologna); alcuni contributi ecdotici sono di Alessandra Sorci.

L'importanza di questa edizione del trattato risiede in molti e diversi aspetti.

Innanzitutto è degno di nota l'aver affrontato, in parallelo e con metodologia analoga, due diverse versioni del testo (in volgare e in latino), in quanto da questa lettura sincrona sono emerse importanti informazioni proprio sulla lingua utilizzata dal suo autore che, a differenza di Alberti, non sembra scrivere in latino per poi tradurre in italiano, ma viceversa: scrive il testo direttamente nella lingua comunemente parlata, ma lo traduce poi in lingua aulica per guadagnare un posto tra gli umanisti. In ogni caso, la versione latina del trattato viene qui pubblicata per la prima volta, e l'averla affrontata contestualmente a quella in lingua volgare ha reso possibile un importante lavoro sui glossari, fondamentale a un approfondimento dei contenuti e dell'*humus* in cui l'opera è maturata [4].

Altra peculiarità di questo lavoro è quella di presentarsi come prodotto di una

reale organizzazione interdisciplinare, dove le diverse competenze dei quattordici studiosi che hanno preso parte al lavoro (storici dell'arte, della scienza e della lingua, filologi sia del volgare che del latino, esperti di geometria descrittiva e di prospettiva) non si affiancano semplicemente le une alle altre, ma affrontano un importante sforzo di integrazione mirato a un reale accrescimento delle conoscenze in relazione a un'opera così centrale e caratterizzante il panorama artistico e scientifico italiano, un'opera che riguarda un tema, quale quello della codifica del metodo prospettico nel Rinascimento, legato in maniera indissolubile alla cultura del nostro Paese e all'immagine stessa dell'Italia nel mondo. Per meglio comprendere cosa debba intendersi per "interdisciplinarietà" della ricerca, caratteristica fondamentale di questa nuova edizione del *De prospectiva pingendi*, è possibile ricorrere alle parole dello stesso Migliari, che in altra occasione scrive: «La collaborazione "interdisciplinare" è, appunto, la forma di collaborazione più ricca e feconda di risultati. Qui, ricercatori che sono competenti in discipline diverse lavorano insieme, confrontandosi e scambiandosi continuamente i risultati del loro lavoro. Gli uni imparano dagli altri perché, nel procedere della ricerca, spiegano agli altri, ma prima ancora a loro stessi, il lavoro che stanno facendo, le motivazioni, i ragionamenti, i successi, gli insuccessi» [5]. E proprio a questo approccio si deve il carattere profondamente innovativo dell'opera, che riesce, forse per la prima volta, ad affrontare testo e apparato grafico con metodologia integrata e indagini svolte in parallelo, l'una nata dall'altra o, meglio, "con" l'altra, in uno scambio sinergico la cui efficacia è riconosciuta da tutti gli studiosi che hanno contribuito alla riuscita del lavoro e dalla stessa presidente della

Commissione scientifica, professoressa Dalai Emiliani.

Il tradizionale approccio filologico all'opera, basato su un confronto documentato tra tutti i testimoni noti (in questo caso tre codici in volgare e quattro latini [Baglioni 2018, p. 7]) e caratterizzato dalla doppia lettura, "diplomatica" e "critica", del trattato indagato, viene qui esteso anche ai disegni, secondo una metodologia adottata per la prima volta proprio in questa occasione e nata a seguito di molte e attente riflessioni condivise tra le diverse competenze coinvolte. La necessità di una doppia edizione di ogni disegno caratterizza l'intera Edizione nazionale degli Scritti di Piero della Francesca ed è frutto di una felice intuizione di Francesco Paolo Di Teodoro, curatore del primo dei trattati indagati, il *Libellus de quinque corporibus regularibus*. Con il *De prospectiva pingendi* questo ingranaggio appare non solo rodato e attualizzato, ma particolarmente efficace per svelare gli aspetti profondamente innovativi dell'opera, ma parallelamente derivati dalla cultura e dalla scienza dei secoli precedenti.

Inoltre, l'innegabile avanzamento delle possibilità offerte da modelli grafici sempre più sofisticati, a valle di una lettura filologica fresca e meticolosa al contempo, rende l'analisi dell'apparato illustrativo particolarmente stimolante, ma, cosa ancora più importante, efficace ai fini della comprensione dell'originalità e del portato storico dell'opera.

Il *De prospectiva pingendi* e l'edizione dei disegni

Lo stretto parallelismo tra il lavoro condotto sul testo e l'approccio ai disegni ha permesso di verificare e svelare la coerenza tra le due componenti del

trattato, restituendo all'opera il suo reale valore di primo, vero strumento scientifico mirato a presentare un metodo di rappresentazione e i procedimenti scientifici che lo rendono tale, ricorrendo a tutti i dispositivi in possesso di autore e lettore per raggiungere il risultato.

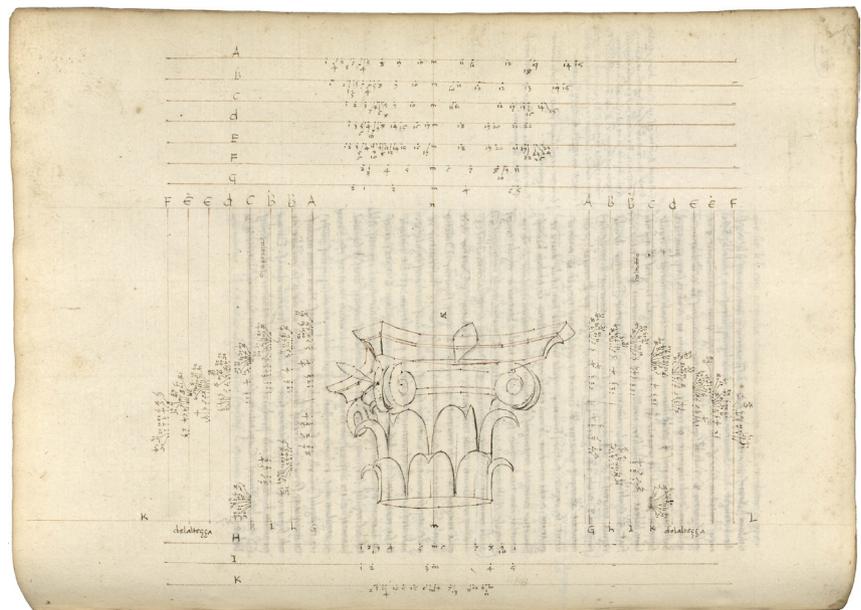
L'opera è riconducibile a un arco temporale compreso tra gli anni Settanta e gli Ottanta del Quattrocento. Se si riflette su quanto, prima del XV secolo, fossero fundamentalmente testuali persino gli strumenti per orientare gli spostamenti all'interno delle città e su come le difficoltà di diffusione delle immagini avessero fatto sì che la stessa cartografia urbana fosse sostanzialmente legata a elenchi e descrizioni scritte [6], situazione che inizia un'inversione di rotta proprio nel corso della seconda metà del Quattrocento, ben si comprende quanto l'opera di Piero della Francesca debba essere apparsa "moderna" e dirompente proprio alla luce di questa sua caratteristica fondamentale: l'impiego del disegno a supporto del testo e, in parallelo, del testo come guida alla lettura dei grafici. Questo connubio meritava, finalmente, di essere indagato nel suo specifico e determinante ruolo di precursore di tanta, successiva letteratura scientifica e ciò, come si è già detto, non poteva nascere che da uno scambio di approccio e di metodo tra chi si è occupato specificamente del testo (storici e filologi) e chi si è occupato dei disegni, affrontandoli con un procedimento articolato, sistematico e, soprattutto, condiviso. L'approccio ai disegni del trattato messo a punto da Riccardo Migliari e dal suo gruppo di ricerca restituisce, di ogni singolo elaborato grafico presente nell'opera, un'analisi che costituisce un'imprescindibile base di partenza per ogni futuro approfondimento del lavoro

di Piero, ma, anche, un esempio per affrontare lo studio di tutti quei testi caratterizzati da un significativo apparato grafico che fanno a buon diritto parte del *corpus* di documenti relativi alla storia della rappresentazione e ne costituiscono i capitoli fondamentali. Questo nella convinzione, spesso dichiarata da Migliari, che «il ricercatore [...] deve sviluppare procedimenti nuovi, più generali e più efficienti» [7] al fine di creare esperienze sempre e comunque rivisitabili, ripercorribili, validabili in ogni momento e che, pur rappresentando il punto di arrivo di un percorso, costituiscano al contempo una ripartenza per future ricerche [8].

Come si è detto, già in occasione del lavoro sul *Libellus* il curatore aveva mes-

so a fuoco la stretta relazione esistente, nell'opera di Piero, tra il testo e i disegni che lo accompagnano, sottolineando la necessità di porre sullo stesso piano descrizione testuale e descrizione grafica, in quanto fortemente relazionate l'una all'altra, integrate a comporre un *unicum* del quale si coglie il pieno significato proprio se affrontato come un organismo nella sua interezza. Si tratta, come riconosce Vladimiro Valerio nell'*Introduzione* al Tomo II. *Disegni dell'Edizione nazionale del Trattato d'Abaco* [Piero della Francesca 2012, p. XIII], di un'intuizione felice ma non perseguita negli studi successivi su Piero. È proprio Valerio a raccogliere la sfida di questa proposta di un approccio filologico ai disegni, da lui ripreso e svi-

Fig. 1. Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, codice 616, Bibliothèque Municipale, Bordeaux, foglio 72v: ultima figura che illustra la proposizione dedicata alla prospettiva del capitello [Piero della Francesca 2017, III libro, foglio 72v].



luppato proprio nel lavoro sul *Trattato d'Abaco*.

Nello stesso solco si muove il lavoro condotto sul *De prospectiva pingendi*, in cui la stretta connessione tra testo e immagini appare centrale e informa, in particolare, la parte che ci riguarda più da vicino, ovvero quella relativa all'edizione dei disegni e al modo in cui questi sono stati affrontati, studiati, riproposti: un modo che, dichiaratamente, muove dall'intenzione di fondare una inedita filologia del disegno geometrico storico. È senz'altro evidente l'importanza del *De prospectiva pingendi* all'interno dell'opera del suo autore e al ruolo assunto da quella che risulta essere la prima trattazione sistematica della teoria prospettica. Ma la modernità dell'opera sta, in particolare, nel fatto che si tratta del primo testo in cui traspare una consapevolezza dell'esistenza di una relazione precisa tra lo spazio e la sua traduzione grafica bidimensionale ottenuta mediante la costruzione prospettica. La stessa costruzione prospettica, oggetto del trattato, è proposta come una delle traduzioni grafiche del modello spaziale, cosa che emerge dal continuo scambio (operativo e funzionale) tra proiezioni ortogonali e, appunto, prospettiva.

Il trattato rappresenta, come si è detto, il primo testo di prospettiva in cui la trattazione testuale è sistematicamente illustrata [Migliari 2016a, p. XIII] mediante oltre 150 disegni autografi. Questa caratteristica dell'opera ha imposto al gruppo che si è occupato delle indagini sui disegni un imponente lavoro di verifica critica che ha richiesto la messa a punto e la definizione di una metodologia di approccio che fosse in linea con quanto proposto sul piano della filologia testuale.

L'approccio filologico al testo distingue, tradizionalmente, una lettura "diploma-

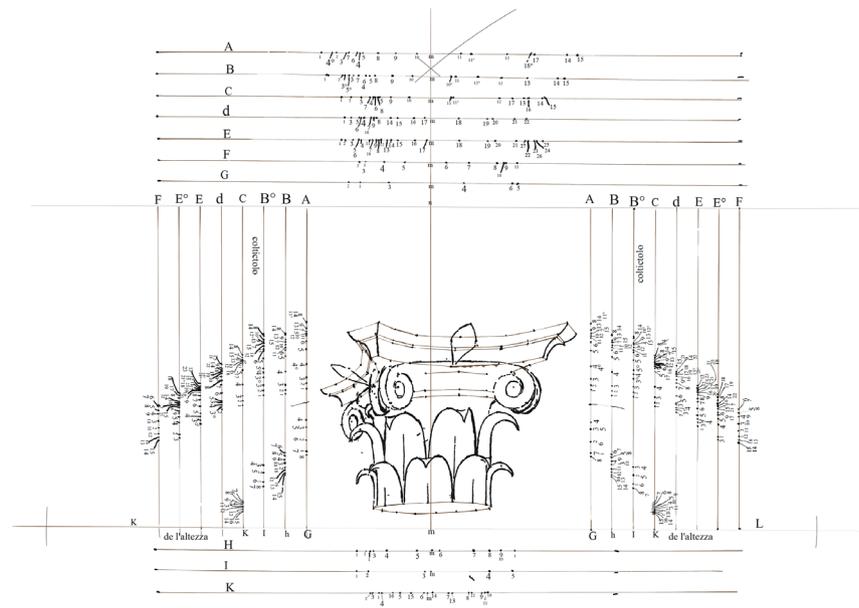
tica" da una lettura "critica" dell'opera, mirate la prima a riproporre il testo così come appare, la seconda a fornire una chiave di lettura che non tralasci di segnalare le molteplici soluzioni interpretative possibili (comprese quelle dichiaratamente escluse) sulla base della disamina di tutti i testimoni esistenti, ovvero di tutti i documenti reperibili, prevalentemente manoscritti.

Il lavoro condotto sugli elaborati grafici presenti nel trattato muove dunque da un analogo intento di matrice filologica e arriva a definire una metodologia mirata all'ecdotica dei disegni [9], basata sulla redazione di un'edizione "diplomatica" di ciascuno dei grafici (relativa cioè alla restituzione codificata del disegno "come appare" nel trattato, nella sua natura materica e oggettuale) e su un'e-

dizione "critica" (in cui il disegno nasce dall'analisi puntuale condotta sul testo scritto).

La metodologia messa a punto per l'opera di Piero si basa inoltre sulla redazione di elaborati intermedi di studio utili alla comprensione del pensiero geometrico sotteso alle proposizioni dei tre libri del *De prospectiva pingendi*. L'edizione diplomatica dei disegni si pone l'obiettivo di riproporre elaborati il più possibile conformi al disegno originale, in cui si cerca di restituire sia la dimensione del grafico, sia la diversa natura dei segni, riprodotti con spessore variabile ad indicare la velocità di tracciamento ed evidenziando i punti di attacco e di fine del tratto, e di individuare alcuni segni speciali, come, ad esempio, la presenza di incisioni

Fig. 2. Jessica Romor, edizione diplomatica della figura presente nel foglio 72v del trattato [Piero della Francesca 2017, Il libro, foglio 72v, p. 150].

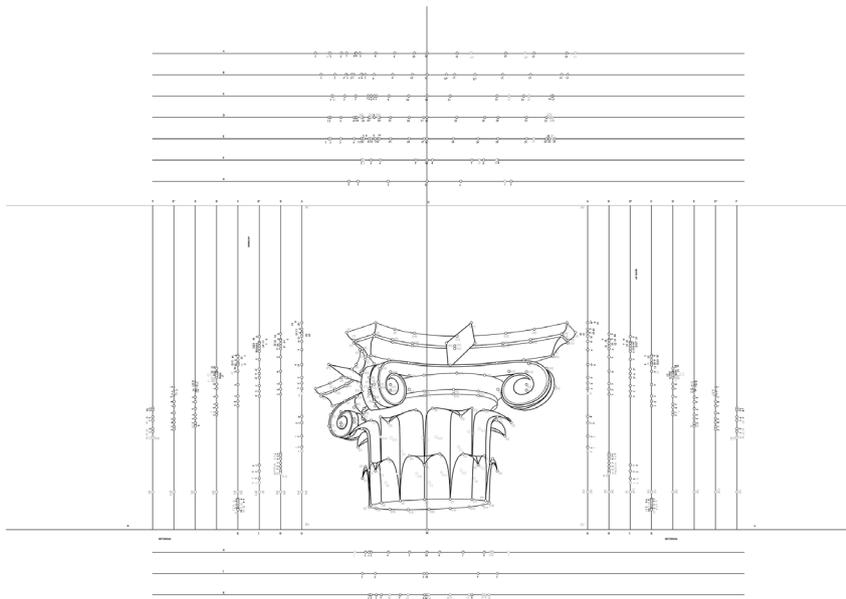


rileggibili sul foglio [Migliari 2016a, p. XVI]. Si tratta di un lavoro che, come afferma lo stesso Migliari, risente fortemente delle condizioni di ripresa dei fogli originali e della qualità delle acquisizioni sulla base delle quali il lavoro è stato necessariamente condotto che, per quanto effettuate a elevata risoluzione, risultano spesso deformate o illuminate in modo da non restituire l'effettiva trama dei segni presenti (in relazione non tanto ai segni di inchiostro ma a quelli, altrettanto interessanti, di costruzione "muta", vale a dire segni di riporto, incisioni o fori di compasso) [Migliari 2016a, pp. XVI, XVII]. L'edizione critica dei disegni mira a esplicitare il messaggio trasmesso dall'associazione di testo e apparato grafico e ha lo scopo di tradurre

in segni le meticolose indicazioni del testo, conducendo il lettore a ripercorrere la costruzione passo dopo passo, ricercando il pensiero stesso di Piero, la logica del suo modo di procedere, il metodo didattico da lui sintetizzato per "comunicare" quanto intende trasmettere. Qui i segni sono di spessore costante e le lettere di altezza uniforme. Eventuali omissioni nei disegni (linee e punti indicati nel testo ma non presenti nel grafico) sono opportunamente segnalati, come pure sono indicati quegli enti che, presenti nel disegno, non sono citati dal testo. Questa versione dei disegni si astiene del tutto dalla riproduzione "qualitativa" dei disegni autografi, per porre l'accento sugli aspetti procedurali della costruzione.

Dunque il metodo individuato parte dal disegno presente sul trattato (fig. 1) indagato sulla base di scansioni opportunamente eseguite, ne appronta una versione diplomatica (fig. 2) e, infine, ne propone un'edizione critica (fig. 3). I tre elaborati (il primo autografo, gli altri due redatti su base critica) non possono, al pari di quanto avviene per lo stretto rapporto testo/disegno, essere osservati separatamente, ma devono essere consultati in maniera sincrona (e contestuale al testo) per ricomporre quell'unità che è stata filologicamente disarticolata per fornire un arricchimento al lettore e offrire chiavi di lettura inedite e sistematiche. Da questo approccio, fondamentalmente nuovo e maturato a seguito di profonde e condivise riflessioni non esenti da dubbi metodologici e avvicinamenti progressivi, emerge una riflessione importante in relazione al ruolo delle illustrazioni a corredo di un testo scientifico. Tale ruolo è visto come operativo su diversi livelli: riveste innanzitutto valore "dimostrativo", in quanto rivela cosa effettivamente si ottiene ad applicare il metodo scientifico proposto; assume poi un valore "didattico", in quanto i disegni a corredo del testo si pongono come strumento di verifica dell'apprendimento stesso del metodo da parte del fruitore, ma, forse prima ancora, del trattatista stesso, che se ne serve come continua palestra per migliorare la chiarezza espositiva e verificare il procedimento indicato [Migliari 2016a, p. XIII]; rivela, infine, un valore "sperimentale", laddove «l'ipotesi teorica sia avvalorata da un esperimento che restituisce il risultato atteso» e mira a dissipare ogni possibile equivoco interpretativo e ad allontanare il pericolo di interpretazioni soggettive [Migliari 2016a, p. XIII].

Fig. 3. Jessica Romor, edizione critica della figura presente nel foglio 72v del trattato [Piero della Francesca 2017, III libro, foglio 72v, p. 151].



L'Introduzione al lavoro sui disegni

A fianco del lavoro grafico e restitutivo, non va dimenticato il contributo critico e storico che il lavoro condotto intorno ai disegni offre attraverso i testi raccolti nell'*Introduzione* presente nel Tomo II. *Disegni*, sia del Volume III.A (codice Parmense) che del Volume III.B (codice di Bordeaux).

Più di quanto non avvenga con un'*Introduzione* tradizionale, generalmente volta a sottolineare alcuni aspetti dell'opera e a suggerire una chiave di lettura, questa parte rappresenta, qui, l'intera valutazione critica tanto del lavoro condotto che delle conclusioni maturate a valle dell'esperienza.

I contributi che si susseguono in modo da ricostruire un unico discorso, lasciando volutamente da parte i personalismi e le paternità (pur riconoscibili) dei singoli apporti per restituire il senso di un lavoro realmente condotto in *équipe*, inquadrano il lavoro e ne forniscono una solida giustificazione sul piano metodologico. Si tratta di testi che aiutano il lettore nel complesso percorso di avvicinamento al trattato e, in particolare, ai disegni di Piero, da una parte, alla loro restituzione diplomatica e critica, dall'altra. Ma da queste pagine, al contempo, emerge lo stupore della scoperta continua della freschezza dell'opera di Piero, dell'intelligenza del pittore burgense, dell'efficacia del suo metodo. Si tratta, insomma, di testi dai quali traspare l'amore per la ricerca e per quel percorso che, attraverso fatica, ripensamenti, ritorni e ripartenze, apre a risultati anche inattesi ma, sempre, emozionanti.

Questi testi – ma preferirei dire “questo testo”, per restituire unitarietà all'*Introduzione* – offrono una lettura “tecnica” particolarmente illuminante e documentata dei due diversi approcci

di Piero alla costruzione prospettica, che ne emerge chiara, efficace e finalmente svelata in molti degli aspetti che finora erano risultati più ostici.

L'*Introduzione* è divisa in tre parti.

Nella prima parte Migliari chiarisce cosa si intende e come sia stata condotta l'ecdotica dei disegni, introduce l'edizione diplomatica e la critica chiarendo la struttura delle schede, e affronta le questioni terminologiche. Romor si occupa della tecnica digitale impiegata, delle convenzioni grafiche adottate e dei caratteri generali delle illustrazioni dell'opera.

La seconda parte affronta alcuni caratteri generali delle illustrazioni del trattato. Particolarmente interessante è il contributo relativo alla descrizione della legge di degradazione delle grandezze apparenti: se ne occupa Migliari, che rimarca come nel testo, nonostante la chiarezza espositiva di Piero, manchi una figura a corredo di questa spiegazione, proponendone una lettura critica anche attraverso spiegazioni offerte per via grafica.

La legge di degradazione esposta è alla base del primo modo mostrato da Piero per costruire la rappresentazione prospettica nel I e nel II libro del trattato, dove le costruzioni iniziano da quella che viene definita «vera forma» e che descrive gli oggetti “come sono” per poi passare agli oggetti “come appaiono”, ovvero alla loro prospettiva (Baglioni e Fasolo).

Una importante riflessione di Migliari mira alla disambiguazione del «punto A», punto che compare in tutte le illustrazioni del “primo modo” e che Piero chiama «*ochio*», sia esso il centro di proiezione, o il punto nel quale convergono le prospettive delle rette perpendicolari al quadro, ovvero quello che noi chiameremmo “punto principale” della prospettiva. L'interessante ipo-

tesi sviluppata è quella che il punto A discenda dal forte legame con la catottrica, scienza familiare al Rinascimento e ampiamente presente nella costruzione prospettica quattrocentesca. In questo caso, è possibile che «nel punto A della prospettiva Piero semplicemente veda il riflesso dell'occhio che osserva la scena» [Migliari 2016b, p. XLI; cfr. Baglioni, Migliari 2018]. Ancora una volta, si tratta di quello che oggi definiremmo “punto principale” e che descriveremmo come punto di fuga di rette ortogonali allo specchio o al quadro, anche se, va detto, questa consapevolezza, o, meglio, questo modo di interpretare la costruzione prospettica, non appartiene all'epoca di Piero ma sarà sviluppata da studi seicenteschi [Migliari 2016b, pp. XLI, XLII; Baglioni, Migliari 2018, pp. 42-51].

Fasolo individua poi, nell'opera di Piero, il concetto di veduta vincolata (proposizione I.12) e i limiti del campo visivo, ovvero l'angolo di apertura di un cono che ha vertice nell'occhio monocolo dell'osservatore e asse allineato con una direzione particolare dello spazio, quella che, congiungendo il punto A nello spazio al punto A sul quadro, rappresenta l'ortogonale al quadro stesso. Questa impostazione, come ho altrove sostenuto, sembra derivare in maniera quasi diretta dalle conclusioni alle quali era giunto Tolomeo partendo dall'ampliamento dell'ottica all'ambito stereoscopico. Tolomeo, infatti, parlava di un “*axis communis*” ortogonale alla distanza binoculare e considerava i punti dello spazio prossimi a questo asse come i punti di visione nitida. La presenza di questa particolare direzione porta Tolomeo a individuare una giacitura privilegiata nello spazio, quella a essa ortogonale all'*axis*, contribuendo così, per altra via, ad anticipare quella che sarà l'impostazione quattrocentesca della prospettiva lineare a quadro verticale,

con il punto A in posizione centrale rispetto al dipinto o alla parete affrescata [Carlevaris 2003] [10].

Le aberrazioni marginali sono affrontate da Fallavollita anche in relazione ai successivi sviluppi della prospettiva architettonica a grande scala, mentre Salvatore mostra come i disegni connessi al primo modo non siano mere immagini bidimensionali, ma veri e propri modelli tridimensionali, aspetto che questo lavoro stabilisce in maniera inconfutabile.

Nella terza parte dell'*Introduzione*, sono spiegate le illustrazioni "complesse" (Mancini, Romor, Fasolo), ovvero quelle relative ai «corpi più defilati» [Piero della Francesca 2016, vol. III.A, Tomo II. *Disegni*, pp. XLIX-LXXXIX] (i «*corpora difficiliora*» [Piero della Francesca 2017, vol. III.B, Tomo II. *Disegni*, pp. XLIX-XCI]) per i quali, per motivi diversi, lettura e interpretazione risultano particolar-

mente ostiche. Per la costruzione prospettica di questi corpi, affrontata nel III libro del trattato, Piero introduce un secondo modo, alternativo al primo e altrettanto efficace, ma più semplice da comprendere e da applicare nel caso, appunto, dei corpi complessi. Come evidenzia Romor, questo secondo modo «non può essere considerato un metodo di rappresentazione, poiché non conduce direttamente alla costruzione dell'immagine prospettica, ma necessita di rappresentazioni intermedie in pianta e alzato» [Romor 2016, p. LIV]. In questo caso Piero opera dunque nello spazio attraverso proiezioni ortogonali doppie e associate in modo da arrivare a determinare l'intersezione tra la piramide visiva e il piano di quadro («termine» della prospettiva), compiendo – nello spazio e lavorando sulle proiezioni dell'oggetto come se lavorasse sull'oggetto stesso – opera-

zioni come traslazioni, rotazioni e ribaltamenti, mediante le quali si ottiene la prospettiva dell'oggetto.

Da quanto detto e da tutto quello che non possiamo qui aggiungere per motivi di sintesi, questa *Introduzione* al Tomo II. *Disegni* dell'Edizione nazionale del trattato di Piero della Francesca rappresenta, essa stessa, un'opera critica magistrale sul lavoro di Piero.

Alla luce di questa attenta e minuziosa lettura scientifica il *De prospectiva pingendi*, un testo affascinante e forse "facile" a una lettura di getto, si rivela assai complesso e sofisticato e, soprattutto, ricco di spunti per una adeguata comprensione sia del suo autore e del suo pensiero intorno alla teoria prospettica che dell'approccio del Rinascimento stesso alla sua «dolce» [11] figlia, suggerendo, al contempo, quelli che saranno i successivi sviluppi della teoria prospettica.

Note

[1] <<http://www.fondazionepierodellafrancesca.it/interno.php?id=139>> (consultato il 27 giugno 2018).

[2] Dalle parole di Carlo Bertelli alla presentazione dell'Edizione nazionale: Roma, Accademia di San Luca, 15 dicembre 2017.

[3] Il Ministero offre riconoscimento e supporto alle Edizioni Nazionali e ne affida la realizzazione tramite decreto del Ministro dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, sentita la Consulta dei comitati nazionali e delle edizioni nazionali, «a un collegio di studiosi di specifica competenza che ne segue lo sviluppo sia sotto il profilo scientifico che sotto quello operativo». Il collegio nominato è tenuto a fissare i criteri dell'edizione, individuare i collaboratori, dare il nulla osta per l'invio dei volumi alla stampa, riferendo al MiBACT tramite relazioni annuali: <<http://www.librari.beniculturali.it/it/edizioni-nazionali/index.html>> (consultato il 25 giugno 2018). Attualmente, le Edizioni nazionali istituite sono novantotto.

[4] Dalle parole di Lucia Bertolini alla presentazione dell'Edizione nazionale: Roma, Accademia di San Luca, 15 dicembre 2017.

[5] Migliari, R. La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva. In Carlevaris 2017, p. 18.

[6] Si pensi, ad esempio, ai *Mirabilia Urbis*, strumenti testuali e «spaziali» destinati a chi effettuava un viaggio a Roma: Pazienti 2013, p. 33.

[7] Migliari, R. La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva. In Carlevaris 2017, p. 16.

[8] Si vedano Migliari, R. La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva. In Carlevaris 2017, p. 16; Carlevaris, L. La ricerca che impara, la ricerca che insegna. In Carlevaris 2017, p. 8.

[9] Con il termine "ecdotica" (dal greco "ἐκδοσις" = "pubblicazione") in ambito filologico si intende l'operazione esercitata nel preparare l'edizione critica di un testo e che si pone

come obiettivo «la ricostruzione in una forma quanto più possibile vicina all'originale di un testo antico, attraverso lo studio e la comparazione dei suoi testimoni (per lo più manoscritti)»: cfr. Voce "Ecdotica". Frutto del lavoro ecdotico è la cosiddetta "edizione critica", che dà conto non solo dell'ipotesi di testo elaborata dal filologo, ma anche delle varianti scartate.

[10] Per il testo di Tolomeo si veda anche Lejeune 1989.

[11] «Oh, che dolce cosa che è questa prospettiva!»: la frase è attribuita da Giorgio Vasari a Paolo Uccello [Vasari 1758 (1550), p. 211] ed è spesso ripresa nella definizione di questa «cosa» che è al centro di arte, scienza, matematica sicuramente dal Rinascimento in poi, ma forse, come più volte è stato ritenuto, anche prima (si pensi, ad esempio, agli sfondati degli affreschi romani). L'aggettivo "dolce" affiancato alla prospettiva è stato ripreso e diffuso da Paronchi 1964.

Autore

Laura Carlevaris, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, laura.carlevaris@uniroma1.it

Riferimenti bibliografici

- Alberti, L.B. (1960-1973). *Opere volgari*. Grayson, C. (a cura di). Bari: Giuseppe Laterza & Figli. 3 voll.
- Baglioni, L. (2018). Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*. Edizione nazionale. In *Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura. Ricerche 2013-2018*. Roma: Gangemi editore, pp. 7, 8.
- Baglioni, L., Migliari, M. (2018). Lo specchio alle origini della prospettiva. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 56, pp. 42-51.
- Carlevaris, L. (2003). La prospettiva nell'ottica antica: il contributo di Tolomeo. In *Disegnare. Idee, immagini*, n. 27, pp. 16-29.
- Carlevaris, L. (a cura di). (2017). *La ricerca nell'ambito della Geometria descrittiva. Due giornate di studio*. Roma: Gangemi editore.
- Lejeune, A. (a cura di). (1989). *L'Optique de Claude Ptolémée dans la version latine d'après l'arabe de l'émir Eugène de Sicile*. Leiden: Brill.
- Migliari, R. (2016a). Ecdotica dei disegni del «De prospectiva pingendi». In Piero della Francesca 2016, vol. III.A, Tomo II, *Disegni*, pp. XIII-XXV.
- Migliari, R. (2016b). II.D Disambiguazione del «puncto A». In Piero della Francesca 2016, pp. XLI, XLII.
- Parronchi, A. (1964). *Studi su la dolce prospettiva*. Milano: Martello.
- Pazienti, M. (2013). *Le guide di Roma tra Medioevo e Novecento. Dai Mirabilia Urbis ai Baedeker*. Roma: Gangemi editore.
- Piero della Francesca. (1942). *De prospectiva pingendi*. Nicco Fasola, G. (a cura di). Firenze: Sansoni.
- Piero della Francesca. (1984). *De prospectiva pingendi*. Edizione critica a cura di G. Nicco Fasola, con due note di E. Battisti e F. Ghione e una bibliografia a cura di E. Battisti e R. Pacciani. Firenze: Le lettere.
- Piero della Francesca. (1995). *Libellus de quinque corporibus regularibus. Corredato dalla versione volgare di Luca Pacioli*. Edizione nazionale degli scritti di Piero della Francesca, I. Firenze: Giunti. Tomo I. *Edizione critica del testo corredato della versione volgare di Luca Pacioli*. Tomo II. *Disegni*. Di Teodoro, F.P. (a cura di). Tomo III. *Facsimile del codice Vaticano Urbinatense Latino 632, Biblioteca Apostolica Vaticana, Città del Vaticano*.
- Piero della Francesca. (2012). *Trattato d'Abaco*. Valerio, V. (a cura di). Edizione nazionale degli scritti di Piero della Francesca, II. Roma: Istituto Poligrafico dello Stato. Tomo I. *Edizione critica del testo*. Gamba, E., Montelli, V. (a cura di). V. Tomo II. *Disegni*. Valerio, V. (a cura di). Tomo III. *Stampa anastatica del codice Ashburnham 359*, Biblioteca Medicea Laurenziana, Firenze*.
- Piero della Francesca. (2016). *De prospectiva pingendi*. Edizione nazionale degli scritti di Piero della Francesca, III.A. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Tomo I. *Edizione critica del testo volgare*. Gizzi, C. (a cura di); Tomo II. *Edizione critica dei disegni*. Migliari, R. et al. (a cura di); III. *Stampa anastatica del codice Parmense 1576, Biblioteca Palatina, Parma*.
- Piero della Francesca. (2017). *De prospectiva pingendi*. Edizione nazionale degli scritti di Piero della Francesca, III.B. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Tomo I. *Edizione critica del testo latino*. Carderi, F. (a cura di); Tomo II. *Edizione critica dei disegni*. Migliari, R. et al. (a cura di); Tomo III. *Stampa anastatica del codice 616, Bibliothèque Municipale, Bordeaux*.
- Romor, J. (2016). III.C. Il secondo modo per costruire la prospettiva dei corpi tridimensionali nel terzo libro: il «torcolo». In Piero della Francesca 2016, pp. LIV-LVIII.
- Vasari, G. (1758). *Le vite dei più celebri pittori, scultori e architetti scritte da Giorgio Vasari...* Roma: per Niccolò e Marco Pagliarini (prima edizione 1550).
- Voce "Ecdotica". In *Enciclopedia Treccani*: <<http://www.treccani.it/enciclopedia/ecdotica/>> (consultato il 22 giugno 2018).

Recensioni

Recensioni

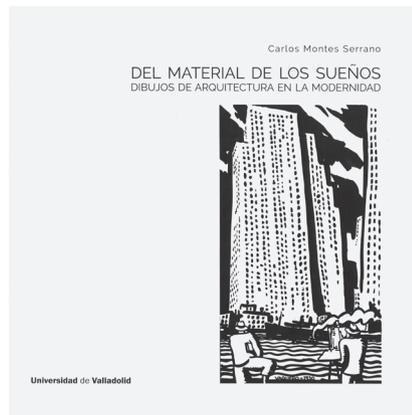
Carlos Montes Serrano

Del material de los sueños. Dibujos de arquitectura en la modernidad

Ediciones Universidad de Valladolid,
Valladolid 2018

pp. 180

ISBN 978-8484489283



«La storia del disegno architettonico del secolo scorso è ancora tutta da scrivere», esordisce Carlos Montes nella Prefazione al suo ultimo libro: *Del material de los sueños. Dibujos de arquitectura en la modernidad*.

Precisato che egli non ha la pretesa di colmare la lacuna, ma solo di dare un contributo in tal senso, Montes ci offre uno spaccato significativo sul disegno dell'architettura e della città del secolo scorso. Si è quindi in presenza di una sorta di ritorno allo stretto specifico disciplinare, dopo la dotta divagazione che si concesse con il precedente libro *Cicerón y la cultura artística del Renacimiento* (2006), che analizza – nell'ambito del più generale tema della diffusione delle idee e della loro migrazione in contesti culturali distinti – alcuni aspetti dell'impatto dell'opera retorica di Cicerone nell'ambito delle arti visive, in particolare pittura e architettura.

Questo nuovo libro – il cui suggestivo titolo è preso da *La tempesta* di Shakespeare – è composto di nove capitoli che, secondo l'autore, possono intendersi come «episodi parziali di una possibile storia del disegno di architettura nella Modernità». Sono tutti riccamente illustrati con fotografie e disegni molto pertinenti e significativi benché, questi ultimi, spesso di piccola dimensione. I vari saggi hanno tutti origine in conferenze, ponencias, relazioni svolte in seminari e convegni dell'area, in genere in Italia e in Spagna, poi pubblicate (a partire dal 2005, ma soprattutto negli

ultimi anni) in articoli per riviste, atti di convegni, volumi collettanei; queste pubblicazioni originarie sono state quasi tutte sviluppate, integrate, arricchite di immagini e dotate di una bibliografia più consistente.

Mi piace segnalare che Montes sottolinea il fatto di «avere cercato, in ogni caso, che non si perdesse il taglio didattico originario» perché la sua «intenzione è sempre stata quella di spiegare con la maggiore semplicità possibile» quei temi che richiamano il suo interesse. Non a caso la chiarezza dell'esposizione, affidata a un linguaggio rigoroso ma comprensibile, caratterizza tutti i suoi libri (almeno da *Representacion y analisis formal*, del 1992) e i suoi scritti. In sintesi, il primo capitolo – *Un canon de dibujos de la Modernidad* – tratta «l'idea del canone applicato ai disegni di architettura del XX secolo».

Inizia con un'analisi del ruolo degli elenchi delle opere migliori – in fotografia, pittura, case d'abitazione, edifici spagnoli – e ne rileva la grande utilità nella docenza, perché «servono affinché gli allievi del primo anno elaborino una prima mappa di conoscenze fondamentali del mondo dell'arte e dell'architettura, oltre a sollecitare in loro in necessario spirito critico». Montes dimostra poi che è possibile selezionare i 10 disegni di architettura (uno per ogni architetto) «più conosciuti della modernità», nel senso di più riprodotti nelle pubblicazioni dedicate all'architettura moderna, che «verrebbero a far parte di un immagi-

nario museo dei disegni di architettura più conosciuti dalla maggioranza di noi». Alcuni di questi possono avere «una grande qualità grafica, altri essere veramente originali per la loro espressività, per la ricchezza di informazione che forniscono o per avere scoperto nuove forme di intendere o usare il disegno architettonico». Tutti sono «intimamente legati ai loro autori. Questo vuol dire che i disegni di architettura più noti apparterranno inevitabilmente ai grandi maestri della modernità».

Ne deriva che tra i 10 disegni selezionati vi siano quelli di coloro che Montes ritiene i 4 maggiori architetti del secolo: lo schema strutturale della casa Domino di Le Corbusier, forse il disegno più riprodotto del secolo scorso; la pianta e prospettiva della Robie House di Frank Lloyd Wright; gli schizzi per la chiesa di Vouksenniska di Alvar Aalto; lo schizzo a mano libera della piazza del Seagram, di Mies van der Rohe (il cui disegno più riprodotto è però la pianta del padiglione di Barcellona).

Gli altri 6 disegni selezionati sono: la pianta e la sezione della cappella del Bosco nel Cimitero di Stoccolma, di Gunnar Asplund; gli schizzi per la torre Einstein a Potsdam di Erich Mendelsohn, opera canonica dell'espressionismo tedesco; il Diagramma spaziale di una casa, di Theo van Doesburg, in assonometria: metodo di rappresentazione più confacente alle avanguardie del Novecento; la pianta del tetto della Galleria d'Arte dell'Università di Yale, di Luis Kahn; il disegno per il concorso dell'Opera di Sidney, di Jørn Utzon e, per inserire uno spagnolo, la sezione del Gimnasio del colegio Maravillas a Madrid, di Alejandro de la Sota: il disegno d'architettura spagnola del Novecento più riprodotto. Di Aalto, Kahn e Le Corbusier, Montes riproduce poi pure alcuni disegni di viaggio, sottolineando l'influenza che le

architetture visitate ebbero sulle loro opere: a dispetto della tabula rasa di cui tanto si è erroneamente parlato, a proposito del Movimento Moderno.

Il capitolo 2, ad esempio, è tutto dedicato al *Voyage d'Orient* di Le Corbusier: decisivo nella sua lunga formazione da autodidatta, nel corso del quale egli arriva a «comprendere il senso ultimo che il disegno avrà per lui» e che, in particolare, produsse in lui un cambiamento graduale nel modo di disegnare, culminato nei bozzetti rapidi e schematici realizzati in Italia con i quali intenta catturare i valori permanenti dell'architettura popolare, del classicismo o delle rovine delle antichità romane. Per Montes, inoltre, i disegni realizzati nel *Voyage* costituiscono una vera e propria rivoluzione nel contesto del disegno architettonico. Il capitolo 4, invece, è molto centrato sui disegni di viaggio di Kahn in Italia, benché sia dedicato all'influenza e ai comuni interessi tra i disegni di Kahn e di Louis Lozowick: gran disegnatore e litografo, tra i più grandi disegnatori della città di New York. Entrambi praticarono il disegno dal vero, ma le loro opere – come d'altra parte è sempre stato, quasi per tutti i disegnatori urbani – in genere sono frutto di elaborazioni successive, a partire dagli schizzi fatti *in situ* e dalle fotografie. Kahn utilizzò molto pure le cartoline illustrate, al punto che le sue vedute erano mediate dai punti di vista più pittoreschi diffusi dalle guide di viaggio e dalle cartoline.

Anche l'ultimo capitolo – *Españoles dibujando en Nueva York, 1930* – tratta di disegni di viaggio: quelli eseguiti dagli architetti spagnoli Luis Moya Blanco e Joaquín Vaquero, autore della copertina e delle illustrazioni del libro di Paul Morand (il colto cosmopolita diplomatico e gran viaggiatore francese) sulla città dei grattacieli. In particolare, nei disegni in bianco e nero, eseguiti a inchiostro

di china con penna e pennello, nei quali Vaquero cerca di riflettere l'anima della città, è evidente l'influsso di *The Metropolis of Tomorrow*: la fortunatissima pubblicazione di Hugh Ferriss dell'anno precedente, della quale si parla più volte nel libro di Montes.

I lavori di Ferriss sono al centro dell'interessantissimo capitolo 3 – *Una ecología de las imágenes* – dedicato alle reciproche influenze e contaminazioni tra fotografia, incisioni e disegno di architettura, analizzate sulla base dell'opera di alcuni artisti attivi a New York negli anni Venti e Trenta del secolo scorso. In esso l'autore rileva come, ad esempio, dalla fotografia e dalle incisioni in bianco e nero deriva l'uso del carboncino e della matita bianca, che si diffuse in Europa proprio dall'America, imponendosi come una delle caratteristiche della rappresentazione dell'architettura negli anni tra le due guerre, che è il periodo forse più indagato dal libro.

Montes torna sul disegno con carboncino e con la matita grassa, nel capitolo 5, dedicato specificatamente al disegno d'architettura tra le due guerre, nel quale rileva come, benché le avanguardie e gli architetti del razionalismo abbiano scelto come metodo di rappresentazione e indagine progettuale soprattutto l'assonometria – in particolare quella militare – purtuttavia non mancarono coloro che, a cominciare da Mies, utilizzarono per lo più la prospettiva, disegnata spesso proprio con carboncino, che consentiva di tralasciare i dettagli ornamentali per concentrare tutto lo sforzo creativo nel gioco plastico dei volumi e delle tessiture.

L'architetto del quale Montes pubblica in questo libro il maggior numero di disegni è senza dubbio Gordon Cullen, che incontriamo per la prima volta nel corposo capitolo 6, dedicato alla mostra *New Architecture Exhibition of the*

Elements of Modern Architecture, che si tenne a Londra nel gennaio del 1938 – organizzata dal *Modern Architecture Research Group* e inizialmente progettata da Walter Gropius, László Moholy-Nagy e Mawell Fry –, per la quale collaborò il giovanissimo Cullen, realizzando vari grafici.

Illustrati quasi esclusivamente da disegni di Cullen sono invece i due capitoli successivi. Il 7 – *Gordon Cullen: dibujando el Townscape* – è dedicato agli articoli che egli scrisse per *The Architectural Review*, raccolti poi nel 1961 in *Townscape*, che Montes definisce un vero e proprio classico della letteratura architettonica, che «educa lo sguardo e ci insegna a vedere». Il capitolo 8 tratta invece dei meno noti numeri

monografici *Outrage* e *Counter-Attack against subtopia*, che la rivista pubblicò, nel 1955 e nel 1956, con articoli del giovane scrittore Ian Nairn e disegni di Cullen.

In tutte queste pubblicazioni la novità e la cifra vera sono costituite proprio dalle illustrazioni di Cullen: disegni sempre originali, eseguiti con tecniche diverse, semplici ma in grado di condensare ed esprimere molte idee, che nell'insieme delineano un efficace e immediato utilizzo dei grafici per l'analisi della complessità urbana e degli interventi nella città. Con i suoi disegni Cullen illustra e divulga idee non rivoluzionarie, ma solo frutto del buon senso civico e del rispetto dei valori architettonici e urbani sedimentati, che si sono però mostrate

d'avanguardia, considerato che alcune di esse si sono affermate con qualche decennio di ritardo e oggi caratterizzano l'approccio largamente condiviso ai problemi della città, mentre altre sono purtroppo ancora irrealizzate.

In definitiva siamo in presenza di un libro che si legge – e si vede – con piacere e interesse, che manifesta l'assoluta padronanza da parte dell'autore dei temi trattati, talvolta il suo partecipe coinvolgimento, pur nell'ambito di una serrata analisi critica e che testimonia la vastissima cultura, non solo architettonica e mai ostentata, del suo autore, che gli consente approccio e taglio davvero transdisciplinari.

Vito Cardone

Autore

Vito Cardone, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno, v.cardone@unisa.it

Recensioni

Francesco Manganaro,
Alessio Altadonna, Adriana Arena

Mario Manganaro
“...un disegnatore generoso”

EDAS Editori, Messina 2018
pp. 231
ISBN 978-88-7820-485-0

Il volume che qui si presenta costituisce il catalogo della mostra *MM I RICORDANDO una mostra di disegni di Mario Manganaro*, ma è anche molto di più, poichè raccoglie, a fianco delle riproduzioni dei disegni, testi liberamente scritti e inviati da amici, familiari, allievi e colleghi di Mario Manganaro per fissare un ricordo, un'abitudine comune, un pensiero a lui rivolto.

Curato da Francesco Manganaro, Alessio Altadonna e Adriana Arena, il libro, dal titolo *Mario Manganaro “...un disegnatore generoso”*, edito per i tipi della EDAS, raccoglie novantacinque *Disegni di M.M. nelle pagine a sinistra* e sessantuno *Disegni di M.M. in mostra* (catalogati per titolo, anno, luogo, dimensione, tecnica, supporto), corredati da cinquantacinque *Contributi* testuali a firma di altrettanti autori.

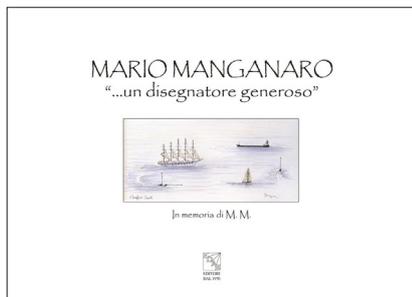
Questi brevi testi appaiono come una raccolta di lettere scritte a un amico e a se stessi, ricostruiscono episodi di vita vissuta insieme e molti ricordi condivisi. «Persino frammenti di corrispondenza per e-mail, alcuni pubblicando, testimoniano, d'aver ricevuto a sostegno dei loro percorsi, a quell'incrocio, pur a distanza che non fece mancare» [Marchese 2018]. I brani sembrano ripetere i disegni in parole: minuziosi tratti di avvenimenti, descrizioni in cui si riconoscono i luoghi degli incontri, le chiacchierate, i pachi ammonimenti del professore, l'autorevolezza accademica e scientifica, la gioia di stare insieme silenziosamente. Ogni parte serve a completare l'altra.

Così come la presenza della moglie, dei figli e dei nipoti alla presentazione del volume, tenutasi in occasione del vernissage della mostra, serve a completare la sua assenza.

Allestita su progetto di Claudio Marchese, curata con Michela De Domenico, la mostra è suddivisa in cinque “stanze” tematiche: *Visioni dello Stretto, Architettura, Natura, Città e Paesaggio, Arte*.

Alti setti bianchi, ortogonali tra loro e ruotati diagonalmente rispetto alla sala, delimitano le “stanze” che accolgono i disegni raggruppati, appunto, per singoli temi; gli angoli aperti dei setti lasciano traguardare la “stanza” adiacente anticipando, in scorci obliqui, visioni e panorami differenti. Ogni sessione è introdotta da un *banner* verticale in cui oltre alla riproduzione di un disegno a mano libera figurano un testo autografo e il titolo della sessione. I disegni sono sistemati su tele metalliche in file disallineate all'altezza dell'orizzonte visuale del visitatore. Venti disegni per ogni tema, in quadrati in cornici di frassino e staccati da un *passepertout* che ne esalta l'unicità e allo stesso tempo rende esclusiva la concentrazione su ogni singola scena disegnata.

I disegni a mano libera sono ritratti ben definiti di una porzione del mondo visto dal professore. Ogni segno riporta un dato reale di architetture, paesaggi, volti, trascritti nel mondo ri-disegnato. Il reale mondo che ha percorso e visto, il mondo di cui «ci si appropria di qualcosa, seppur impalpabile, del luogo» [p. 15].



Luoghi di cui lascia traccia in disegni che si ripetono alle volte a distanza di anni, a distanza di segni, ognuno dei quali riporta la modificazione del tempo trascorso «nella speranza che il disegno potesse ergersi a testimone incompleto ma strutturato sul territorio rilevato o da rilevare» [p. 161].

Due cavalletti ospitano il disegno in prospettiva del *Progetto per il Concorso del Palazzo della Cultura di Messina*, del 1975, e *I Ponti in Tasca, un ponte alieutico* del 2007, che lo stesso Mario Manganaro così commenta in uno scritto: «alla dimensione di attesa è prevalsa la spinta a narrare parte di quello che il luogo rappresenta per un osservatore dello Stretto. Un'ampia piazza liquida, attraversata di continuo in lungo e in largo da natanti grandi e piccoli, pieni di persone e cose, [...] che nel fronteggiarsi 'ab antiquo' hanno creato uno specchio immaginario, in cui l'una riflette nell'altra la sua parte indefinita e misteriosa» [Manganaro 2008]. *Hortus Linearum*, composizione di disegni del 2003, si erge solitario in uno spazio dedicato e un proiettore manda in *loop* foto, disegni, interviste, videoriprese.

Si è intrapreso di «realizzare quella visione del mondo» [Cacciari 2007, p. 11] per segni sequenziali che solo in una esposizione generale – quando cioè tutti i disegni saranno mostrati – si potrà captare in una unica visione. È la visione del mondo di un osservatore, lasciata in eredità agli allievi, agli studiosi ora in grado di ricostruire le unità geografiche di quei frammenti di «luoghi riconoscibili» di cui parla Laura Carlevaris nel suo intervento di presentazione.

Mario Manganaro non è il Fra Mauro di Cowan che disegna il mondo raccontato dai mercanti che giungono a Venezia, è piuttosto il Marco Polo di Calvino, il viaggiatore che conosce le terre dell'Impero meglio di Kublai Khan. I suoi

disegni non si oppongono alla realtà, la trascrivono, la trasferiscono sul taccuino lasciando che appaia chiaro lo stato e la consistenza, il degrado o l'integrità dell'oggetto ritratto; non si esprime la forma del luogo ma è il suo farsi segno che diventa racconto, *logos*, anche conversazione. Quelle conversazioni, apparentemente difficili *per verba*, diventano eloquenti nella traccia narrativa del segno, in una solitudine un pò troppo rumorosa, perché spesso disturbata da colleghi curiosi che, non paghi dei segni, a forza cercavano di carpire le parole.

La mostra *MM I RICORDANDO una mostra di disegni di Mario Manganaro* è l'ultimo di una serie di incontri che si sono tenuti in ricordo del professore messinese.

Il primo incontro si è tenuto il 7 maggio 2017, occasione in cui «la famiglia, gli amici e i collaboratori più stretti di Mario si sono ritrovati a ricordarlo nel primo anniversario della sua scomparsa [...] L'intenzione del gruppo era di non dimenticare gli studi e il lavoro di mio padre e di definire delle modalità con cui mostrarli alla comunità», come scrive Francesco Manganaro sulla rivista scientifica *Galileo* [Manganaro 2018, p. 31].

La volontà è quella di rendere disponibili alla comunità scientifica, e non, gli studi e il lavoro del professor Manganaro che ha lasciato un archivio di più di 3000 disegni a china, a matita, a colori, realizzati su carte di pregio o su semplici fogli, catalogati secondo «descrizione, anno, luogo, grammatura, supporto e strumenti» [Manganaro 2018, p. 31].

Francesco Manganaro è l'ideatore e curatore del sito web <www.mariomanganaro.it>, sulla *home page* del quale si legge «In ricordo di Mario Manganaro»; è uno *storage* in corso di implementazione che mostra nel *menu* due voci principali: «*Incontri*», in cui sono inseriti gli eventi che si sono già tenuti e quelli

in programma, e «*Ricordando*», un esaustivo repertorio di documenti, immagini, video, disegni.

Dal 5 all'8 maggio 2018 è stata organizzata al Palazzo della Cultura PalaAntonello di Messina la prima esposizione dei disegni di Mario Manganaro. «La mostra, pur definita, appare, al visitatore, ... in allestimento: più che altro, completabile! Certo che una antologica necessiterebbe di un museo interamente dedicato, tale è stata la prolificità di attenzione che Mario Manganaro ha riservato a tutto ciò che venne innanzi ai suoi occhi e ne destò interesse di studio e ricerca, oltre che di affezione» [Marchese 2018]. Il seminario di presentazione della mostra prevede alcuni interventi programmati introdotti da Adriana Arena e Francesco Manganaro. Intervengono il presidente dell'Unione Italiana per il Disegno (UID), Vito Cardone, Laura Carlevaris (Sapienza Università di Roma),

M. M. | RICORDANDO

una mostra di disegni di Mario Manganaro

Messina, Palazzo della Cultura | 5, 6, 7, 8 maggio 2018



Inaugurazione | sabato 5 maggio, ore 16.00

Intervengono: Vito Cardone - Laura Carlevaris - Antonio Conte - Sereno Innocenti



Coordinatione: Francesco Manganaro - Alessio Altadonna - Adriana Arena

Mostra a cura di: Michela De Domenico - Claudio Marchese

info evento: redazione@mariomanganaro.it

Antonio Conte (Università degli Studi della Basilicata) e Sereno Innocenti (Università degli Studi di Brescia). Cardone, parlando delle sue «cose fuori luogo», evidenzia le eccezionali qualità di professore e ricercatore di Mario Manganaro: «per non relegare la sua figura solamente nel ruolo di disegnatore», lo ricorda «lontano dai giochi di potere accademico» mantenendo con forza il suo ruolo di docente e di direttore del Dipartimento di Ingegneria. In una nota sulla «valenza didattica» cita quanto contenuto nella *Introduzione* al catalogo della mostra: «ora disegno insieme ai miei studenti la città e le sue periferie [...] Considerarsi uno degli allievi è importante per capire i loro problemi e fa anche in modo che le sperimentazioni riguardino sempre qualcosa che ci accomuna e non ci allontana» [2018, pp. 15-17]. Disegnare insieme, sottolinea il presidente, «è un metodo di apprendimento per osmosi tra gli studenti. Abbatte le barriere di cristallo. Se ci si mette anche il professore c'è un mutuo apprendimento, senza distacco». Cardone conclude sollecitando a ragionare intorno alla possibile produzione di una antologia critica di scritti tematici, «quelli ad esempio, in cui si evincono le chiare indicazioni didattiche e operative».

Laura Carlevaris ricorda la «presenza silente del professore» come una figura forte il cui ruolo è stato sempre quello «di collegare e collocare ognuno di noi al proprio posto». Allo stesso modo in cui nei suoi disegni si riconoscono dettagli che vengono fuori da segni minuti, che si frantumano e si compongono ricollegando il tutto in una singola unitarietà. Carlevaris ricorda in metafora i disegni di *Felicittà* di Richard Scarry e quelli di Iacovitti, nei quali ogni personaggio, collocato nel contesto grafico e affacciato nelle sue cose ha un ruolo di stretta relazione con gli altri e il cui equilibrio dipende dalla posizione che occupa nel contesto in cui si trova. «C'è il senso di appartenenza al luogo di ogni singolo elemento che partecipa alla costruzione dell'insieme all'interno di un equilibrio grafico». «Così come avviene – continua la docente romana – nei suoi disegni dello Stretto, nei quali l'acqua unisce due sponde con le barche che viaggiano in senso trasversale, Mario Manganaro ha contribuito a collocare ciascuno di noi, docenti dell'area della rappresentazione, nel posto che gli si addice, al fine di dipingere un contesto unitario». Antonio Conte commenta la partecipazione alla costruzione, a partire dal

2006, di un «luogo collettivo di lavoro e ricerca» all'interno del quale il «disegno e la rappresentazione del mondo» sono stati i *focus* predominanti. Conte raffronta il lavoro di Mario Manganaro al *Suono della voce umana* con cui Paul Valéry annota le variazioni cartesiane nella incalzante ripetizione del gesto. «La rappresentazione delle cose che ha osservato in una vita è come la rappresentazione del pulsare frenetico delle nostre cose quotidiane che si intrecciano e si cristallizzano in quell'infinito luogo costituito dalla tessitura dei suoi segni racchiusi nei piccoli spazi dei suoi taccuini. Ricerca attraverso i segni le cose che comprendeva del mondo tentando di cristallizzare il senso di una conoscenza attraverso un ragionamento silenzioso». Conclude gli interventi programmati Sereno Innocenti che si accinge nella costruzione di un «disegno che comincia e un disegno che finisce». A partire dai rettangoli che definiscono un tatami, attraverso rotazioni, ribaltamenti e linee prolungate, compone luoghi, architetture e dettagli in una narrazione storica di cui la luce proiettata di una lampada diventa l'elemento di collegamento.

Paola Raffa

Autore

Paola Raffa, Dipartimento di Architettura e Territorio, Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria, paola.raffa@unirc.it

Riferimenti bibliografici

Cacciari, M. (2007). *Tre icone*. Milano: Adelphi.

Manganaro, M. (2008). *Mario Manganaro*: <http://www.dibaio.com/oggetti/cura-della-casa/redazionale/mario-manganaro_1.aspx> (consultato il 15 giugno 2018).

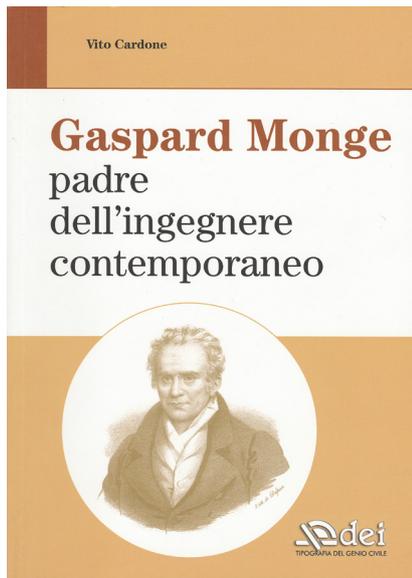
Manganaro, F. (2018). «Ricordando Mario Manganaro. Un disegnatore generoso». In *Galileo*, n. 235, p. 31.

Marchese, C. (2018). *Quei percorsi partiti da*

Mario Manganaro: il 5 maggio, seminario mostra e catalogo al PalaAntonello di Messina: <<https://ilmarenere.blogspot.com/2018/05/quei-percorsi-partiti-da-mario.html>> (consultato il 15 giugno 2018).

Recensioni

Vito Cardone
**Gaspard Monge, padre
 dell'ingegnere contemporaneo**
 DEI Tipografia del Genio Civile,
 Roma 2017
 pp. 238
 ISBN 9788849631210



Il libro di Vito Cardone *Gaspard Monge, padre dell'ingegnere contemporaneo*, pubblicato nel 2017 da DEI Tipografia del Genio Civile, affronta il tema della preziosa eredità culturale che lo scienziato francese ha tramandato fino ai giorni nostri. Questa eredità va estesa, oltre che alla formulazione della geometria descrittiva, anche al piano di studi per la formazione degli ingegneri; poiché, come afferma l'autore: «l'efficacia e la lungimiranza del quale sono testimoniate dal fatto che, a distanza di oltre duecento anni, esso permea ancora la maggior parte delle scuole per ingegneri di tutto il mondo, le cui scelte sono all'interno di criteri e problemi già allora individuati» [p. 79].

Vito Cardone accompagna il lettore attraverso l'affascinante e avventurosa vita di Monge, soffermandosi in particolare sulle vicende che hanno portato alla formulazione della geometria descrittiva e all'organizzazione del programma di studi dell'École Polytechnique di Parigi. Egli ripercorre anche gli ampliamenti e le trasformazioni del programma avvenute nel corso del tempo ad opera dei suoi successori diretti o di coloro i quali hanno tratto ispirazione dall'eredità culturale lasciata dal celebre scienziato francese.

Le pagine del libro delineano la personalità poliedrica di Gaspard Monge, restituendo "profili" poco conosciuti dello scienziato, primo tra tutti il fatto che egli avesse una profonda vocazione per la didattica. Monge fu indubbiamente

te un docente carismatico e influenzò molti giovani talentuosi che ebbero la fortuna di incontrarlo e di seguirne le famose lezioni. Egli era molto amato dai suoi studenti e, nonostante una leggera balbuzie, era in grado di spiegare in maniera semplice i complessi fenomeni geometrici dello spazio; a tale proposito le testimonianze sono tante: «Quando descrive, a parole, e disegna con le sue mani una superficie di rivoluzione, la si vede; una superficie sviluppabile, la sviluppate con lui [...] l'astrazione prende corpo con lui; egli aveva l'arte di rendere semplici le cose più complicate e chiare quelle più oscure» [Jomard 1853, pp. 12-16]. L'introduzione del libro di Cardone riporta un episodio emblematico: il corteo organizzato dagli allievi, domenica 2 agosto 2018, per rendere omaggio al maestro che era stato sepolto qualche giorno prima nel cimitero di Père Lachaise. La solennità dell'evento è stata immortalata dal pittore Hippolyte Lecomte; tra gli allievi vi erano anche coloro i quali si fecero promotori di una sottoscrizione per erigere un monumento funebre sul luogo di sepoltura, che è ancora possibile ammirare. Oggi le spoglie di Monge si trovano al Panthéon, trasferite in occasione del bicentenario della Rivoluzione francese. Questo ricollocamento in un luogo più rappresentativo da parte delle autorità della Repubblica d'oltralpe non deve stupire; le pagine del libro di Cardone infatti restituiscono la figura di un uomo civilmente impegnato.

L'autore parte dagli anni di formazione dello scienziato francese, individuando anche nelle difficoltà incontrate per le sue origini non aristocratiche l'entusiasmo dimostrato nei confronti del movimento rivoluzionario, che prometteva l'instaurazione di una società più giusta, egitaria e meritocratica.

Nel primo capitolo Cardone analizza il contesto politico, senza tralasciare l'amicizia sincera intercorsa tra Monge e Napoleone. Dapprincipio, il generale si era avvalso spesso dei consigli tecnici, culturali e scientifici dell'amico; in seguito, pur continuando a mantenere inalterati i rapporti di stima reciproca, Napoleone – ormai imperatore – aveva minato alla radice la creatura più cara a Monge, l'École Polytechnique, imponendo allo scienziato di trasformare l'istituzione, ecumenicamente aperta a tutti gli individui dotati di talento, in una scuola militare subordinata al pagamento di una retta.

Cardone approfitta della descrizione degli importanti ruoli ricoperti da Monge durante la Rivoluzione francese e l'instaurazione dell'Impero per tratteggiare la cifra globale dell'uomo. Così si scopre che Monge era teneramente legato alla sua famiglia, che teneva costantemente aggiornata durante i suoi lunghi viaggi per mezzo di un carteggio dettagliato. Nelle missive stilate durante la campagna d'Italia lo scienziato appare poco impressionato dalla bellezza del nostro paese, descrivendone i luoghi più in chiave politica che artistica e architettonica. Egli, da buon giacobino, critica aspramente e a più riprese la Chiesa sia in quanto istituzione sia temporale che spirituale. Eppure non mancano slanci d'entusiasmo come quelli riportati nella lettera indirizzata alla moglie nella quale si dilunga sull'*Estasi di Santa Cecilia*, opera di Raffaello Sanzio; oppure le descrizioni del lago Trasimeno e

dei Campi Flegrei in cui si abbandona a reminiscenze nostalgiche legate alle letture dell'infanzia. Invece, la campagna d'Egitto vede Monge impegnato nella redazione di carte e rilievi di monumenti ed edifici antichi ma soprattutto nell'analisi dei geroglifici, ponendo così le basi della moderna Egittologia.

Il secondo capitolo del libro di Cardone si sofferma invece sull'ampia eredità scientifica lasciataci da Monge. In effetti lo scienziato francese, che è passato alla storia come codificatore della geometria descrittiva, si è impegnato anche in altri ambiti teorici e pratici, fornendo contributi importanti sulle derivate parziali e spingendo affinché la Francia adottasse un sistema unico di misurazione basato sul metro. Ma è nella impostazione didattica che Cardone individua uno dei contributi più originali di questo grande maestro. Cardone analizza i rapporti tra scienza e tecnica sottolineando quanto Monge fosse convinto della stretta relazione che le lega e quanti sforzi egli abbia profuso per affrontare sia gli aspetti teorici che quelli pratici delle questioni. A tale proposito non si può che concordare con l'autore quando afferma che: «Monge è stato lo scienziato più emblematico di quel fecondo periodo di transizione dall'età dei lumi a quella della rivoluzione industriale. Se questa potette affermarsi rapidamente è anche grazie alla creazione di un nuovo linguaggio scientifico e tecnico universale – quello grafico – che egli mise a punto affinché tutti gli ingegneri e i tecnici preposti alla progettazione, alla direzione e all'esecuzione delle opere di ingegneria potessero parlare una stessa lingua» [p. 16].

Sulla geometria descrittiva Monge improntò una scuola rivoluzionaria, si tratta di un metodo di studio unitario, nel quale hanno un ruolo determinante le applicazioni alle quali è affidato un

compito importante: il collegamento tra le diverse discipline scientifiche. L'École Polytechnique di Monge costituirà un punto di riferimento per tutte le scuole di ingegneria coeve e successive.

L'argomento del terzo capitolo del libro di Cardone tratta proprio della diffusione della geometria descrittiva e del modello di formazione degli ingegneri. L'autore dimostra quanto sia stato grande l'interesse di tutta la comunità scientifica sia per la nuova disciplina del disegno – il testo delle *Leçons* ebbe un grande successo e si diffuse al punto da poter essere considerato un "classico" – sia per l'organizzazione didattica dell'École Polytechnique – dalle Americhe alla Russia vennero istituite scuole per ingegneri ispirate al modello francese. Sono gli allievi di Monge a diffondere nel mondo il metodo e l'organizzazione didattica del maestro. Dalle pagine del libro emergono dati e considerazioni interessanti in questo contesto, quali: le dettagliate analisi compiute dall'autore sugli sviluppi successivi approntati sia a livello teorico che pratico dai tedeschi; il confronto con una certa forma di "arretratezza" dei britannici; la virata pragmatica improntata negli Stati Uniti d'America, dettata dalle necessità di far fronte a urgenti problemi infrastrutturali; gli sviluppi e le ricadute nei paesi di lingua spagnola e portoghese, come pure in Italia e in Francia.

Il libro è poi corredato da immagini legate alla figura di Gaspard Monge: le opere artistiche ammirate in Italia; le incisioni e i dipinti che lo ritraggono in momenti politici importanti della rivoluzione e dell'impero; i ritratti che lo immortalano in momenti diversi della sua vita; e le eleganti tavole, estrapolate dai trattati del maestro e dei suoi successori. Infine Cardone fornisce nell'Appendice programma e stralci di geometria descrittiva tratti da *Géométrie Descriptive. Leçons données aux Écoles Normales, l'an 3 de*

la République, par Gaspard Monge de l'Institut National.

Il libro di Cardone è di grande attualità oggi, poiché molte nazioni, tra cui l'Italia, hanno avviato nell'ultimo decennio dello scorso secolo una riforma degli studi di ingegneria, spinte da una richiesta arrivata dal mondo imprenditoriale che premeva per una formazione di primo livello dell'ingegnere volta al potenziamento della pratica professionale. Ne è conseguito un inevitabile impoverimento del sapere scientifico di base nell'erogazione dei corsi universitari.

Vito Cardone a conclusione di questo libro, avendo seguito molto da vicino queste problematiche in qualità di Presidente della Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Ingegneria, esprime una certa fiducia nella possibilità di assorbire i danni arrecati dalla riforma delle Facoltà di Ingegneria, auspicando una riformulazione dei percorsi di formazione che si basi sulle conoscenze scientifiche fondamentali, come nell'organico piano di studi per la formazione dell'ingegnere che Gaspard Monge delineò all'interno dell'École Polytechnique di Parigi. Il libro

di Vito Cardone *Gaspard Monge, padre dell'ingegnere contemporaneo* risulta quindi particolarmente prezioso, non solo perché fornisce un profilo completo, "a tutto tondo", dello scienziato francese ma anche perché affronta problematiche stringenti ed attuali, per le quali si pone come un convincente strumento atto all'individuazione di una valida soluzione. È infatti essenziale fornire agli allievi di ingegneria una precisa identità a partire dalle proprie radici.

Andrea Giordano

Autore

Andrea Giordano, Dipartimento di Ingegneria civile, edile, ambientale, Università degli Studi di Padova, andrea.giordano@unipd.it.

Riferimenti bibliografici

Jomard E. F. (1853), *Souvenirs Sur Gaspard Monge Et Ses Rapports Avec Napoleon*, Paris: E. Thunot

Recensioni

Laura Carlevaris (a cura di)

La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva. Due giornate di studio

Gangemi Editore, Roma 2017
pp. 190
ISBN 978-884923504-3



Il volume, curato da Laura Carlevaris e edito dalla Gangemi Editore nel 2017, comprende le relazioni presentate durante le due giornate di studio tenutesi il 18 e 25 febbraio 2016 nell'ambito del dottorato di Ricerca in Storia, disegno e restauro dell'architettura organizzate dal DSDRA di Sapienza Università di Roma, e dedicate alla storia e all'innovazione della ricerca nell'ambito della Geometria Descrittiva.

I contributi, firmati da Riccardo Migliari, Vito Cardone, Agostino De Rosa, Maura Boffito, Maria Teresa Bartoli, Nevena Radojevic, Camillo Trevisan e Roberto Ciaroni, affrontano la tematica del simposio con dissertazioni diverse il cui comune denominatore risiede nella stretta relazione che lega la ricerca alla tradizione, come sottolinea Laura Carlevaris. Tale rapporto viene così chiarito da Riccardo Migliari: «ciò che figura nella Storia è, di necessità, nuovo (altrimenti non figurerebbe). E ciò che figura, oggi come nuovo, lo è solo nel confronto con il passato, remoto o recente che sia» [p. 14]. Migliari descrive anche alcuni aspetti inerenti la "ricerca", al fine di distinguerla in base agli esiti raggiunti, individuare le attività in essa comprese e i relativi metodi di indagine, e trattare la centrale questione della collaborazione delle competenze, concludendo con una riflessione riguardante l'utilizzo eccessivo, da parte dei ricercatori dell'area, della tecnologia digitale. In effetti, l'attuale possibilità di elaborare modelli avvalendosi di dispositivi automatici

(software) ha attenuato l'interesse dei ricercatori per l'apprendimento approfondito delle tematiche geometriche, la conoscenza delle quali risulta invece indispensabile per il controllo delle procedure e dei risultati sviluppati dal computer. Il più delle volte questa indifferenza deriva da un'erronea valutazione riguardo le opportunità di studio insite in una disciplina considerata esaurita e superata dai più recenti procedimenti di raffigurazione digitale.

Il contributo di Vito Cardone [pp. 23-44] pone invece in risalto l'importanza dello studio della disciplina partendo da una sinottica digressione storica. Dall'efficace resoconto ne emerge che l'odierno atteggiamento verso la descrittiva, in passato si era già ripetutamente manifestato nei confronti dell'intera geometria, sebbene essa sia risorta ogni qualvolta si siano intrapresi degli studi su situazioni e problematiche antiche ritenute risolte o irrisolvibili. E giacché il corpus della descrittiva risulta ancora incompleto, un riesame delle questioni insolute o da rettificare, compiuto con l'ausilio degli strumenti più attuali, potrebbe dare nuovo impulso alla disciplina. Ma se la ricerca mediante una nuova esegesi può conferire un ulteriore sviluppo a quanto raggiunto in passato, a quell'innovazione solo la storia può attribuire un valore.

A questa tesi giunge anche il saggio di Agostino De Rosa [pp. 45-76] che, partendo dalla caverna platonica, esplora i procedimenti adottati dagli autori di immagini per canalizzare l'attenzione

dell'osservatore su rappresentazioni nate da processi proiettivi o naturali. Nell'esaminare le opere che impongono delle difficoltà visive allo spettatore, De Rosa constata come tali procedure coinvolgono tutti i sensi e osserva che nella percezione, la negazione visiva genera nel soggetto una contaminazione sensoriale capace di accrescere le sue facoltà percettive. Paradossalmente quindi il fruitore vede meglio quando viene privato della vista, rivelazione che emerge proprio da un attento riesame della storia. Nella storia si compie anche il viaggio di Maura Boffito [pp. 77-106], che assieme ad un'onirica personificazione della Prospettiva, attraversa due secoli per rievocare gli eventi che dalla nascita della prospettiva portarono alla scoperta della geometria proiettiva. L'itinerario, iniziato nella Firenze del Quattrocento ripropone lo stesso cammino divulgativo che all'epoca rese noto il metodo prospettico in Europa. Ad ogni tappa di questo ideale viaggio nello spazio e nel tempo, l'autrice e la sua compagna assistono ai principali avvenimenti o contemplano l'operato di quanti concorsero allo sviluppo della disciplina. Il contributo di Maria Teresa Bartoli [pp. 107-122] dimostra come il riesame delle peculiarità geometriche di alcune note opere prospettiche possa ancora condurre a inedite attestazioni. I noti esperimenti eseguiti dal Brunelleschi sulle famose tavolette non intendevano dimostrare l'efficacia visiva della rappresentazione bensì mostrare un dispositivo attraverso il quale provare la regola che interpretava la visione. L'intuizione del maestro, forse ispirata dalla valenza prospettica del baculo, fu riproposta ai suoi allievi per mezzo di uno schema sintetico basato su una maglia quadrata, utilizzato per ritrarre correttamente la profondità di un ambiente secondo una visione in linea con la prescrizione

dell'occhio unico e immobile. Lo stesso impalcato è presente anche in una formella della *Porta del Paradiso* del Ghiberti (*Salomone e la regina di Saba*) e nella *Pala di Brera* di Piero della Francesca. Ma la staticità monoculare pare non aver rappresentato una condizione necessaria nel costruito di opere molto più rilevanti, dalle quali si possono ipotizzare significati e finalità attribuiti all'epoca alla prospettiva: è il caso della *Flagellazione* di Piero della Francesca e della *Scuola di Atene* di Raffaello, la cui analisi geometrica ha rilevato un'intenzionale rinuncia all'unicità del punto di vista. In entrambe, la trasgressione alla regola pare esplicitare finalità di scienza applicata che gli autori esaminano realizzando dei dipinti da assumere come modelli di riferimento.

La verifica geometrica condotta con i più attuali strumenti tecnologici da Nevena Radojevic [pp. 123-138] sulla volta della cappella dei Pazzi a Firenze rivoluziona invece le certezze inerenti la sua tradizionale attribuzione. Prendendo in considerazione la forma delle vele incluse nella volta a ombrello della cappella, la Radojevic formula l'ipotesi che tale copertura sia stata progettata da Filippo Brunelleschi e che la sua conformazione possa considerarsi come la rappresentazione fisica di un'interpretazione astronomica. Considerando l'esito del rilievo compiuto con uno scanner laser sulla struttura oggetto di indagine, la Radojevic presume che essa preveda una vela interna (concoide) ed una esterna (torica), e che la prima tragga origine da una trasformazione della seconda eseguita secondo le leggi che permettono di ottenere nel piano la concoide di Nicomede. Tale tesi è stata appurata in ambiente digitale dalla quasi assoluta coincidenza tra il modello geometrico della superficie concoidale e quello mesh della nuvola di punti acqui-

sita con la scansione. Siccome la forma concoidale della vela è assimilabile a una prospettiva solida del toro colta assumendo come punto di vista l'oculo della cupola, da quella postazione i punti della concoide coincidono con quelli del toro. Perciò se l'occhio dell'osservatore riuscisse a raggiungere una simile collocazione potrebbe percepire la visuale reificata di un movimento vincolato, lo stesso dal quale trassero origine le teorie astronomiche del Cinquecento. L'evidente fondamento prospettico di quest'opera suggerisce l'opinione che essa sia stata ideata dal Brunelleschi.

Se nella tesi della Radojevic l'impiego di un'attuale strumentazione tecnologica costituisce un indispensabile presupposto, l'avvalersi di tali mezzi diventa anche più essenziale in un'operazione di inversione prospettica. In questo processo, infatti, assumono una fondamentale importanza sia la scelta del punto di vista sia la conformazione geometrica da assegnare al modello reale, poiché di entrambi possono darsi infinite varianti, tutte riconducibili alla rappresentazione oggetto d'indagine, la quale spesso presenta anche problematiche intenzionalmente o accidentalmente legate alla sua esecuzione.

La relazione di Camillo Trevisan [pp. 139-158] descrive le caratteristiche e il funzionamento di un software, *Euclid*, concepito per elaborare una restituzione prospettica a partire da tutte le possibili ipotesi ad essa connesse. Il programma opera attraverso la continua verifica delle regole compositive di un modello reale in costante trasformazione, il quale viene messo a confronto con una rappresentazione prospettica dello stesso generata anch'essa da un progressivo spostamento del centro di proiezione nello spazio: quando tutte le leggi compositive del modello risultano accertate (ad esclu-

sione di un certo margine ritenuto accettabile), l'esemplare configurato viene assunto come restituzione della prospettiva prodotta, in quel preciso momento, dalla posizione occupata dal centro di proiezione.

Di solito nell'elaborazione di un modello reale la corretta interpretazione geometrica degli elementi che lo compongono risulta complessa, perché soggetta a molteplici decodificazioni possibili.

Il contributo di Roberto Ciarloni [pp. 159-183] espone alcuni parametri di discernimento, fondati sulle proprietà matematiche delle forme e sulla logica degli strumenti informatici di progettazione tridimensionale, utili ad operare la selezione delle eventuali opzioni con una maggiore consapevolezza.

Mediante approcci diversi le relazioni raccolte in questo volume evidenziano che, sebbene negli ultimi decenni

non sia stata adeguatamente considerata, la geometria descrittiva costituisca un ambito disciplinare con margini ancora da indagare e che per suo tramite le ricognizioni compiute con il supporto delle tecnologie informatiche su alcune opere spesso conducano ad esiti inediti e tutt'altro che trascurabili.

Silvia Masserano

Autore

Silvia Masserano, Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Università degli Studi di Trieste, smasserano@units.it.

Eventi

Eventi

Arquitecturas-Imaginadas: Representação Gráfica Arquitectónica e “Outras-Imagens”

Saverio D’Auria

Il seminario *Arquitecturas Imaginadas: Representação Gráfica Arquitectónica e “Outras Imagens”* – tenutosi al Centro Universitário Maria Antônia dell’Università di San Paolo del Brasile dal 5 al 9 marzo scorso e tra i primi incontri scientifici svolti all’estero a essere patrocinato dalla Unione Italiana per il Disegno – è giunto alla quinta edizione e, come già accaduto in passato, ha riscosso elevato interesse da parte della comunità scientifica della rappresentazione (fig. 1).

Il ciclo di seminari annuali, la cui partecipazione è a invito secondo i profili accademici e scientifici degli studiosi dell’area, segue le linee di ricerca emerse nella prima edizione, svoltasi presso la Facoltà di Architettura dell’Università di Lisbona dal 28 al 30 aprile 2014, nell’ambito del progetto omonimo, avviato nel 2009 da Pedro António Janeiro presso il CIAUD – Centro de Investigação em Arquitetura Urbanismo e Design – della Facoltà di Architettura dell’Università di Lisbona. In quell’evento, sottotitolato *Desenho [...] Cidade*, furono analizzati gli aspetti più generali inerenti al disegno e alla rappresentazione della città.

Il secondo seminario, organizzato sempre presso la Facoltà di Architettura dell’Università di Lisbona dal 20 al 23 aprile 2015 in memoria della professoressa portoghese Maria João Madeira Rodrigues, ha avuto come sottotitolo

Desenho [...] Cidade [...] EU e si è proposto di trattare le relazioni tra il disegno della città e l’esecutore o il fruitore delle immagini (grafiche, fotografiche, cinematografiche).

Il terzo seminario, con taglio più internazionale, è stato ospitato dall’Istituto de Arquitetos do Brasil di Rio de Janeiro dal 7 al 9 marzo 2016; ha avuto come argomenti principali il disegno connesso alla città moderna (il sottotitolo era *Desenho [...] Cidade-Moderna*) e ha posto le basi per un prosieguo del progetto di ricerca con taglio più ampio, articolato e con il coinvolgimento di studiosi di altri paesi.

Il nuovo progetto di ricerca, il cui coordinatore e responsabile scientifico è sempre il professor Janeiro, è di durata quadriennale (novembre 2016-novembre 2020) e conserva il felice titolo *Arquitecturas Imaginadas: Representação Gráfica Arquitectónica e “Outras Imagens”*. Quest’ultimo coinvolge oltre dieci università sudamericane ed europee (tra cui la Faculdade de Arquitetura di Lisbona, la Escuela Técnica Superior de Arquitectura della Universidad Politécnica di Madrid, il Politecnico di Milano, il Politecnico di Bari, le Università di Salerno, della Basilicata, Mediterranea di Reggio Calabria, di Palermo, la FAU di San Paolo) e diversi enti e organizzazioni scientifiche e di ricerca (tra i

quali l’Istituto de Arquitetos do Brasil) ed è finanziato dal Departamento de Composición Arquitectónica della Universidad Politécnica di Madrid, dal Coordenação de Pesquisa del centro universitario SENAC e dalla Faculdade de Arquitetura e Urbanismo dell’Università di San Paolo, dalla Fundação de Amparo à Pesquisa dello Stato di San Paolo, da Preciare – Consultoria e Avaliação Imobiliária e dall’A.A.M., Architettura Arte Moderna, di Roma. Tra gli studiosi non portoghesi o brasiliani componenti il gruppo di ricerca si annoverano, solo per citarne alcuni, i professori Javier Seguí de la Riva e Javier Mosteiro, della Escuela Técnica Superior de Arquitectura della Universidad Politécnica di Madrid e, tra gli italiani, Francesca Fatta, Antonio Conte, Salvatore Barba e Vito Cardone.

Tra gli obiettivi da perseguire – e in gran parte già affrontati durante gli ultimi due seminari – vi è quello di analizzare, negli aspetti più vari, il mutamento del corpo all’interno della città attraverso il disegno e quindi di pervenire, mediante la rappresentazione, alla conoscenza delle criticità legate all’associazione tra disegno e città a partire dalla percezione di quest’ultima. La ricerca scientifica è dunque incentrata sul disegno della città e degli elementi che la identificano – l’area geografica, gli abitanti, il pae-

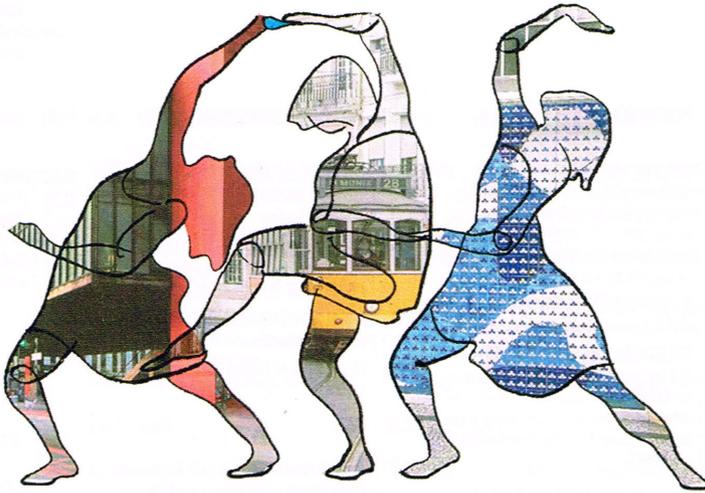
V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
ARQUITECTURAS - IMAGINADAS:

Representação Gráfica Arquitectónica e Outras-Imagens

05a09

M A R Ç O
2 0 1 8

DESENHO [...] CIDADE [...] CORPO, HABITANDO A TERRA



CENTRO UNIVERSITÁRIO MARIA ANTONIA - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, USP
Auditório, Rua Maria Antonia, 294, Vila Buarque, SP 10:00/17:00h

PROGRAMA



FACULDADE DE ARQUITECTURA



Maria Antonia
CENTRO UNIVERSITÁRIO DA USP



saggio naturale o antropizzato, i dati e i fatti presenti – identificati attraverso la presenza e l'azione del corpo sotto forma di gesti, movimenti, azioni, spostamenti e permanenze. Pertanto, la ricerca analizza i processi con cui il soggetto, immerso in una società, rappresenta gli oggetti nel suo intorno e, più nello specifico, le immagini dell'oggetto architettonico; deve, inoltre, riflettere sulla rappresentazione dell'immagine architettonica non ancora esistente, in fase di progetto o di immaginazione, al fine di ridurre la distanza tra l'architettura nota, oggetto della rappresentazione, e l'architettura rappresentata.

Le prime riflessioni collettive sulle ricerche sono state sviluppate nella quarta e penultima edizione del seminario, tenutasi il 17 e 18 maggio 2017 alla Escuela Técnica Superior de Arquitectura della Universidad Politécnica di Madrid, e focalizzata sul ricordo della città attraverso il disegno (*Dibujo [...] Ciudad [...] Reminiscencia*).

Per il V seminario internazionale, i coordinatori scientifici – i professori Pedro António Janeiro (della Facoltà di Architettura dell'Università di Lisbona), Myrna de Arruda Nascimento (del Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, SENAC, dell'Università di San Paolo) e Ricardo Ferreira Lopes (del Laboratório de Investigação DOMVS della Facoltà di Architettura e Urbanistica dell'Università Federale de Juiz de Fora) – hanno scelto il sottotitolo *Desenho [...] Cidade [...] Corpo, habitando a Terra* e dedicato le giornate di studio, ricerca e confronto al tema del disegno della città legato al corpo.

L'evento è stato organizzato su cinque giornate di studio. Durante la mattina si sono svolti tre workshop per dottorandi e post-doc relativi a *Cidade Filmada: Mapear Topia-em-Movimento*; *Quadrinhos como o discurso do sujeito* e *Produção de imagens multissensoriais: superando pre-*

Fig. 1. Locandina del V seminario Arquitecturas-Imaginadas: Representação Gráfica Arquitectónica e 'Outras-Imagens'.

conceitos visuais. Nel pomeriggio si sono tenute le relazioni a invito e, il terzo giorno, anche un quarto workshop dal titolo *Desenho, Arquitetura, Corpo*.

I temi trattati negli interventi hanno seguito un unico filone di ricerca che prende spunto dal fatto che l'architettura è considerata, in primo luogo, una relazione tra "ciò che abita" e "ciò che deve essere abitato" e, in secondo luogo, il prodotto di rappresentazioni grafiche di vario tipo, chiamate "immagini". Le rappresentazioni permettono al corpo di abitare il mondo in modo diverso rispetto a ciò che le forme architettoniche costruite promettono o suggeriscono. Partendo dal presupposto che l'architettura, intesa come relazione, è essa stessa germe all'interno delle rappresentazioni che la immaginano, le ricerche legate alle attività del seminario hanno proposto di studiare in che modo questo seme nasca e si sviluppi nelle immagini dell'architettura (se, quindi, queste immagini hanno una inclinazione più accademica, come schizzi e schemi, o più tecnologica, come i prodotti della progettazione parametrica, della modellazione NURBS o algoritmica, dei render e così via) e come venga insegnato alle nuove generazioni di progettisti a costruire immagini atte a ridurre il *gap* tra il mondo "reale" e quello virtuale.

I contributi hanno registrato una grande convergenza di temi, caratterizzati chiaramente dalle diverse esperienze e provenienze dei relatori, che hanno trattato i loro argomenti con esemplificazioni e casi studio relativi ai maggiori architetti e studiosi della città (da Camillo Sitte a Le Corbusier e Kevin Lynch) e alle più importanti città, del nuovo e del vecchio mondo (da Parigi a New York, da Giacarta a San Paolo) e dell'Africa coloniale portoghese, territorio inedito per i nostri studi.

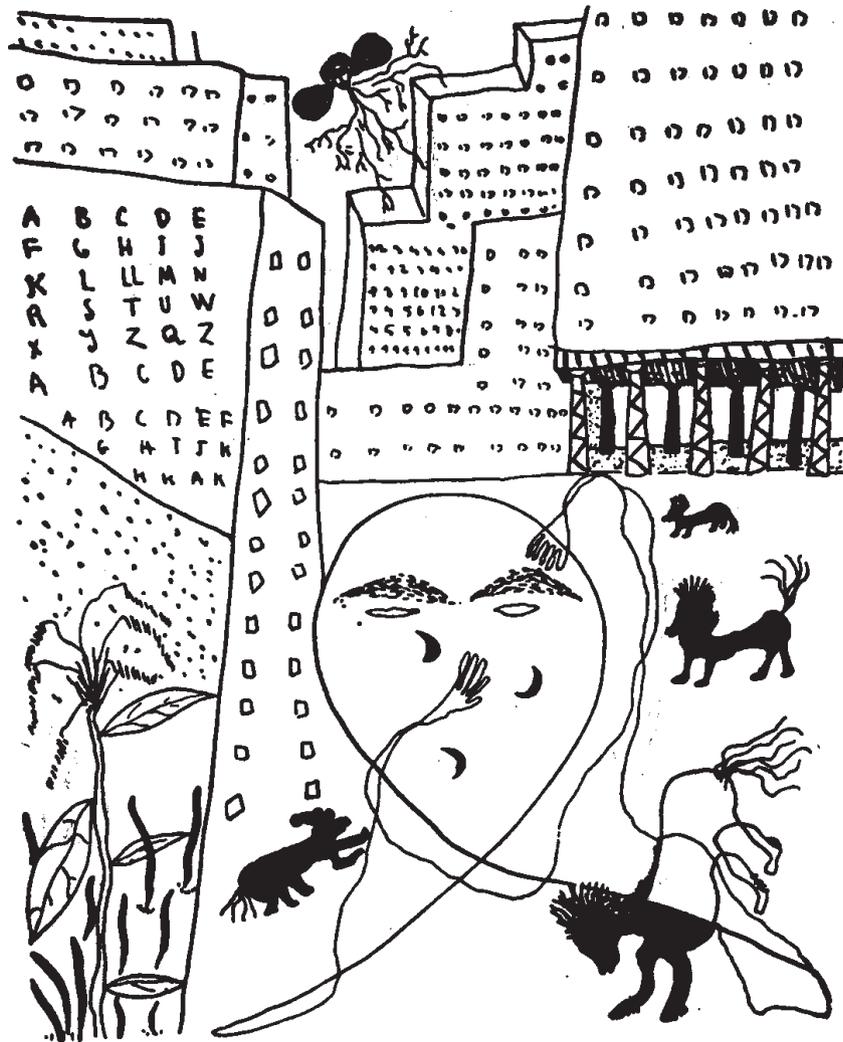


Fig. 2. Federico García Lorca. Prospettiva urbana con autoritratto.

Qualche relatore si è soffermato soprattutto sui propri disegni, come Marcello Sèstito, del Dipartimento di Architettura e Territorio dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria, brillantissimo disegnatore compulsivo, che è stato molto apprezzato; altri relatori sono intervenuti in videoconferenza, come Santo Giunta, del Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo, che si è intrattenuto su *Scarpa na Sicilia. O sentido da memoria*. Alcuni interventi hanno trattato invece delle descrizioni delle città fatte o desunte dai viaggiatori, architetti o scrittori; tra questi si citano Vito Cardone, Saverio D'Auria ed Emanuela De Feo, con una relazione dal titolo *Imagens literárias e descrições de*

viajantes para o conhecimento da cidade (presentata da Vito Cardone) e Luís Antônio Jorge (della Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo) con una relazione dal titolo *Retratos de cidade* (fig. 2).

Tra gli interventi più originali va segnalata la relazione di Francisco Oliveira, *A pele da cidade – visoes para uma identidade tátil do espaço*. Quasi tutti i contributi hanno mostrato approccio ampio e sottolineato l'esigenza del taglio multidisciplinare e di strumenti multimediali per affrontare i temi in studio.

Il seminario è stato chiuso dalla conferenza di Pedro Janeiro dal titolo *A carne do corpo e a carne das coisas: o desenho como conversão do visível em outra visibilidade*.

Come per le precedenti edizioni, i paper presentati dai partecipanti al progetto di ricerca a seguito di una call a loro riservata e le relazioni a invito, saranno raccolti nel volume degli atti del convegno, sempre a cura del CIAUD - Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design della Facoltà di Architettura dell'Università di Lisbona, e pubblicati questa volta dalla prestigiosa casa editoriale Taylor & Francis Group. Le prossime edizioni del seminario rappresenteranno nuovi momenti di condivisione degli studi in atto e, soprattutto, saranno determinanti per lo sviluppo e la conclusione della seconda fase del progetto di ricerca, partita nel novembre del 2016.

Autore

Saverio D'Auria, Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, Università degli Studi di Napoli Federico II, saverio.dauria@unina.it

Eventi

Workshop 3D Modeling & BIM. Nuove Frontiere

Massimiliano Lo Turco

Il workshop *3D Modeling & BIM* è giunto alla sua quarta edizione, dedicata quest'anno al tema delle "Nuove Frontiere". Come le precedenti occasioni, l'evento è stato ospitato da Sapienza Università di Roma nella sede di Valle Giulia nei giorni 18 e 19 aprile 2018 [1]. *Nuove Frontiere* è appunto il sottotitolo della quarta edizione di questo evento (fig. 1) di cui gli organizzatori registrano con soddisfazione la costante crescita sia dal punto di vista quantitativo, per numero di contributi e iscritti, sia sul piano qualitativo come sottolinea Carlo Bianchini, Direttore del Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, in rappresentanza della struttura promotrice dell'evento: «Più che sul primo, pur importante, credo però sia maggiormente interessante soffermarsi su quest'ultimo aspetto poiché davvero, scorrendo la tipologia e qualità dei contributi, si ha l'impressione di inoltrarsi in un territorio per la gran parte non esplorato e potenzialmente ricco di spunti innovativi ma anche di insidie» [Bianchini 2018, p. 12].

Come evidenziato da Antonella di Luggo, il workshop, di cui Tommaso Empler è responsabile scientifico, «costituisce un momento importante di riflessione e occasione di confron-

to tra coloro che nei diversi Atenei conducono studi e ricerche su tali tematiche ed è prova della vivacità del settore scientifico disciplinare del Disegno nel fornire approfondimenti teorici e operativi che si affiancano agli studi di settore, sia per quanto riguarda il progetto del nuovo, sia per l'analisi e per la documentazione del patrimonio esistente» [Di Luggo 2018, p. 36].

Studenti, docenti e professionisti provenienti da tutta Italia si sono confrontati attraverso trentuno contributi agli atti, curati nella loro pubblicazione da Tommaso Empler, Fabio Quici e Graziano Mario Valenti [Empler, Quici, Valenti 2018], e all'interno di tre sessioni di lavoro: una introduttiva dedicata al *3D Modeling & BIM* (con tre contributi), una intitolata *BIM per l'industria delle costruzioni* (sette contributi), la terza *BIM per la valorizzazione e gestione del patrimonio esistente* (undici contributi) e infine l'ultima sul tema *3D Modeling* (dieci contributi).

La suddivisione delle sessioni sottolinea come il tema della modellazione, quella geometrica, quella informativa e quella delle due insieme, costituisce il supporto vivo e attivo per l'industria delle costruzioni e per la valorizzazione e la gestione del patrimonio esistente, con differenti specificazioni.

Guardando alla varietà dei temi e alla quantità di contributi proposti, cresciuta di anno in anno e sottoposta a *double blind review*, Graziano Mario Valenti nel suo intervento invita a riflettere sull'allargamento dei temi principali a quelli più specialistici attraverso la frequenza di specifiche parole chiave: «Escludendo quelle più comuni e fondanti il tema, quali possono essere considerate i termini BIM, HBIM, 3D modeling, VR, AR, Interoperabilità, gli autori sembra abbiano fatto emergere, con maggiore consapevolezza delle loro centralità, nuove parole chiave – attingendo a volte a settori di studio affini – che nel loro insieme manifestano un'accelerazione nella capacità critica di affrontare il tema generale dell'Information Modeling, di individuare le criticità e – ci auguriamo – di plasmarlo con innovative e ottimizzate funzionalità. Alludo in particolare a keywords quali *level of reliability*, *model checking*, *combine modeling*, *algorithms aided design*, *complexity*, *design analysis* e la notevolissima *dataset*» [Valenti 2018, p. 14]. Valenti conclude affermando come appaia sempre più marcatamente il superamento del paradigma operativo del digitale utilizzato come mero strumento di automazione di vecchie metodologie (efficienza) in favore del digitale inteso

SAPIENZA Università di Roma - Facoltà di Architettura, Valle Giulia - Via Antonio Gramsci 53, Roma

3D MODELING & BIM

Nuove Frontiere

ROMA 18-19 Aprile 2018

WORKSHOP 2018

con il patrocinio di:



partner:



sponsorizzato da:



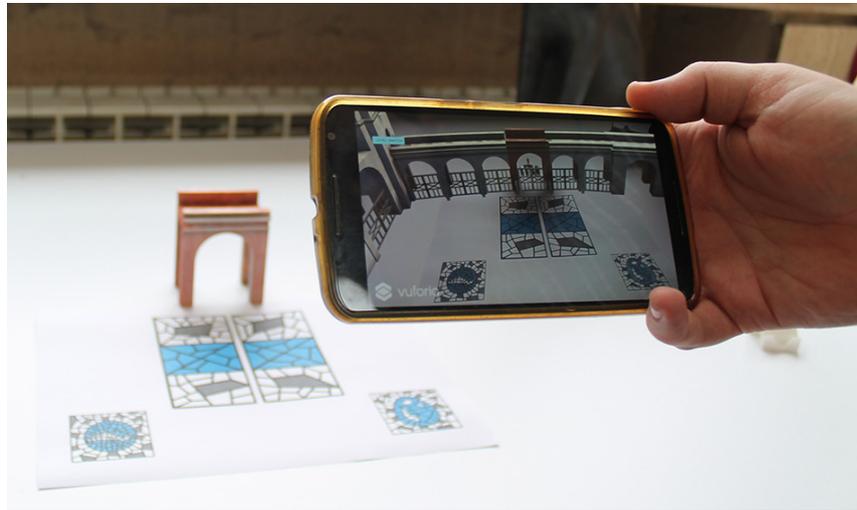
Fig. 1. Workshop 3D Modeling & BIM. Nuove Frontiere (dalla copertina del programma).

come ausilio per la definizione di nuovi processi (efficacia) (fig. 2). Come fa osservare Carlo Bianchini nella sua *Presentazione*, per gli interventi sull'esistente la domanda principale, «la domanda delle domande», è relativa al modo in cui deve essere strutturato un modello H-BIM in termini operativi. Egli pone l'accento su una questione molto specifica, quella relativa al grado di affidabilità di un modello informativo geometrico e, più in generale, del suo processo di costruzione: «La codifica di un set di parametri condivisibili dalla comunità scientifica consente di giungere ad una valutazione numerica di sintesi del *Level of Reliability* (LOR), inteso come il livello di coerenza globale del processo di definizione di un oggetto digitale. L'attribuzione del LOR potrà forse rappresentare

quella necessaria premessa metodologica che può fare del BIM un sistema valido nella processualità del conoscere, favorendo, supportando e implementando quei meccanismi consolidati che consentono la graduale e profonda conoscenza di un manufatto, anche di interesse culturale, e la progettazione degli interventi volti alla sua conservazione e valorizzazione» [Bianchini, Nicastro 2018, p. 46]. Quindi diversità nella articolazione delle parole chiave, diversità nei temi e diversità nell'applicazione alle diverse scale, guardando alla accessibilità all'informazione e alla interoperabilità non come meri fatti informatici ma come disponibilità, libertà di accesso e certificazione. In occasione del workshop è stato presentato il secondo numero della rivista *Dⁿ. Building Information Mode-*

ling, Data & Semantics (edita da DEI Tipografia del Genio Civile, Roma) che riporta i più interessanti contributi pervenuti per questa edizione e selezionati dal comitato scientifico. A fine giugno 2018 è stata lanciata la *call* relativa alla terza uscita che riguarderà *Shape grammar & procedural modelling for the humanized space*, rivolta a casi studio, ricerche o esempi applicativi riguardanti originali soluzioni dedicate al progetto del nuovo e al rilievo dell'esistente. La *call* riguarda altresì ogni tipo di rappresentazione visuale prodotta attraverso l'elaborazione di *dataset*. L'obiettivo del terzo numero della rivista è dunque quello di individuare una significativa selezione di idee originali, sperimentazioni e applicazioni reali, per fornire un panorama dello stato dell'arte sulla creatività nella costruzione di modelli complessi attraverso pro-

Fig. 2. Sinestesia tra realtà aumentata e stampa 3D per la valorizzazione dei beni culturali: un esempio allestito nei corridoi della sede di Valle Giulia nelle giornate del workshop raffigurante l'ingresso dei carri nel circo di Massenzio (autore dell'installazione Andrea Rastelli; foto di Alexandra Fusinetti).



cedure personalizzate di elaborazione digitale: proprio l'accezione di complessità associata a modelli e processi, ivi includendo il più profondo significato

etimologico di "inclusività", declinabile nelle più varieguate attività tese ad abbracciare quante più discipline/competenze/professionalità possibili, è sempre

riconoscibile tra i temi di maggiore interesse scientifico, culturale e operativo esposti durante le giornate organizzate dalla scuola romana.

Note

[1] Il workshop è stato patrocinato da: Unione Italiana per il Disegno (UID); Associazione Nazionale Costruttori Edili di Roma (ANCE Roma); Associazione Costruttori Edili di Roma e Provincia (ACER).

Autore

Massimiliano Lo Turco, Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, massimiliano.loturco@polito.it

Riferimenti bibliografici

Bianchini, C. (2018). Presentazione. In Empler, Quici, Valenti 2018, pp. 12-13.

Bianchini, C., Nicastro S. (2018). La definizione del Level of Reliability: un contributo alla trasparenza dei processi di Historic-BIM. In D^o. *Building Information Modeling, Data & Semanti-*

cs, n. 2, pp. 46-59: <<http://www.dienne.org/>> (consultato il 22 giugno 2018).

Di Luggo, A. (2018). Tra didattica e ricerca: i sistemi H-BIM per la documentazione del patrimonio architettonico. In Empler, Quici, Valenti 2018, pp. 34-44.

Empler, T., Quici, F., Valenti, G.M. (a cura di). (2018). *3D Modeling & BIM. Nuove Frontiere*. Atti del 4° workshop *3D Modeling & BIM*. Roma, 18-19 aprile 2018. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.

Valenti, G.M. (2018). Osservando la ricerca sul 3D Modeling & BIM. In Empler, Quici, Valenti 2018, pp. 42-47.

Eventi

Patrimonio culturale digitale | Esperienze internazionali Documentazione, rilievo e rappresentazione per la conoscenza, il progetto e la conservazione

Valeria Menchetelli

Nell'ambito del denso calendario della XXV edizione del *Salone del Restauro, dei Musei e delle Imprese Culturali* di Ferrara, nel pomeriggio dello scorso 21 marzo 2018, giornata inaugurale della manifestazione, si è svolta l'iniziativa convegnistica *Patrimonio culturale digitale | Esperienze internazionali. Documentazione, rilievo e rappresentazione per la conoscenza, il progetto e la conservazione*, organizzata e curata dal Centro Dipartimentale DIAPReM/TekneHub del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara in collaborazione con l'Unione Italiana per il Disegno (UID), e con il coordinamento scientifico di Marcello Balzani e Manuela Incerti (Università degli Studi di Ferrara). Tema portante del convegno è stato il rapporto tra le tecnologie digitali e il patrimonio culturale, la cui indiscutibile attualità e il cui ruolo centrale nel dibattito internazionale sono confermati dall'importanza attribuita alla digitalizzazione nelle traiettorie di sviluppo tracciate dall'Agenda Digitale Europea così come dall'istituzione, per il 2018, dell'Anno europeo del patrimonio, tesa alla conoscenza, alla condivisione e alla divulgazione della storia e della cultura. Nel convegno ferrarese il tema è stato affrontato e declinato attraverso la presentazione di un mosaico di casi studio internazionali, che hanno offerto una

panoramica variegata ed esaustiva sulle frontiere delle ricerche disciplinari in corso negli atenei italiani e al contempo sulle principali esperienze vocate all'internazionalizzazione dell'attività di ricerca. L'UID, partendo dai progetti condotti dalla comunità scientifica italiana nel settore della rappresentazione e del rilievo architettonico, archeologico, urbano e ambientale, ha così presentato studi e ricerche svolti in cooperazione con atenei o referenti culturali di altri paesi (Cina, Iraq, Algeria, Marocco, Città del Vaticano ecc.) e fondati sui temi della conoscenza, della salvaguardia e della valorizzazione dei beni culturali attraverso la documentazione digitale. Gli ambiti di studio dei progetti presentati evidenziano una notevole trasversalità e una significativa varietà di contesti applicativi: dalle specifiche finalità conservative e museali, che divengono centrali per lo sviluppo di applicazioni di ricerca innovative, fino alle attività di conoscenza e documentazione volte alla valorizzazione, alla divulgazione e alla comunicazione del patrimonio culturale.

Coordinato da Marcello Balzani (Università degli Studi di Ferrara), il convegno si è aperto con la relazione introduttiva di Mario Centofanti, vicepresidente dell'UID, che si è soffermato sugli elementi che consentono di fornire una definizione ampliata del

bene culturale, ripercorrendo le tappe essenziali dell'evoluzione del concetto di patrimonio e mettendo a fuoco l'importanza delle tecnologie digitali per la sua documentazione, a partire dal rilievo architettonico per giungere alla comunicazione. La diffusione capillare degli strumenti informatici ha consentito infatti di sviluppare un'ampia gamma di possibili modalità attraverso le quali si esplicano oggi gli interventi della tutela, della conservazione e della valorizzazione, delineando uno scenario articolato al cui interno le discipline della rappresentazione occupano un ruolo di primo piano. La rassegna dei casi studio si è quindi aperta con l'intervento di Salvatore Barba (Università degli Studi di Salerno) intitolato *Acquisizioni di dati con sensori attivi e passivi per il rilievo digitale di architetture in paesi cosiddetti a rischio. Due casi studio in Algeria e Iraq* che, a partire dalla stringente problematica rappresentata dal rischio di degrado e di distruzione dei beni culturali, ha messo in luce alcune virtuose politiche di preservazione digitale del patrimonio architettonico e della memoria dei luoghi. In questo contesto, nuove professionalità operano quotidianamente per raggiungere l'obiettivo di una documentazione digitale fedele ed esaustiva dei beni materiali che, in presenza di modalità condivise di codificazione

linguistica, può concorrere a costruire un database globale. L'esemplificazione del tema è stata svolta attraverso la presentazione di due casi studio: il primo, sviluppato in collaborazione con il *Laboratorio de Arqueologia y Arquitectura de la Ciudad* di Granada, si è incentrato sulla ricostruzione, a partire da una campagna fotografica condotta anche da remoto, della moschea e del minareto della città algerina di Mansourah; il secondo, elaborato nell'ambito di un progetto di formazione per la valorizzazione del patrimonio culturale promosso dal Ministero degli Affari Esteri italiano con la collaborazione del CNR-ITABC, ha avuto come oggetto di approfondimento l'acquedotto a blocchi calcarei di Jerwan (nell'odierno Kurdistan iracheno), considerato il più antico impianto di irrigazione storicamente noto e indagato impiegando sistemi di rilevamento mediante laser scanner.

La seconda relazione, intitolata *Esperienze di didattica e ricerca tra Fez e Tbilisi*, è stata presentata da Paola Puma e Giovanni Pancani (Università degli Studi di Firenze), i cui studi si sono concentrati da un lato sugli aspetti di rilievo per la valorizzazione del patrimonio archeologico, dall'altro sulla necessità del rilievo architettonico digitale a fini diagnostici e di tutela. Il progetto *Vani through Virtual heritage*, che si svolge in collaborazione tra il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze e il Media Arts department della Tbilisi State Academy of Arts, prevede un'attività di ricerca, tuttora in corso, consistente nel rilievo digitale orientato alla costruzione di una documentazione in modalità di consultazione digitale (con *output* bidimensionali e tridimensionali) dell'importante patrimonio archeologico della città georgiana di Vani. Il rilievo dell'Arco di Caracalla a Volubilis, nella regione marocchina di Fès-Meknès, si inserisce

Fig. 1. Immagine fotografica dello spazio espositivo dedicato all'UID nell'ambito del Salone del Restauro, dei Musei e delle Imprese Culturali.



nell'ambito di una cooperazione instaurata tra Università degli Studi di Firenze e Université Euro-Méditerranéenne de Fès, nel cui contesto è stata avviata l'École Euro-Méditerranéenne d'Architecture, Design et Urbanisme de Fès. Il rilievo, effettuato utilizzando tecniche di *Structure from Motion* affiancate a misurazioni dirette volte al controllo e alla verifica dimensionale, ha consentito di giungere a una conoscenza esaustiva dell'evoluzione del manufatto che si è spinta fino allo studio della sua vulnerabilità sismica, portando all'identificazione dei possibili meccanismi di collasso sulla base del confronto con i dati emersi dalle indagini storiche.

Il successivo intervento, presentato da Paolo Belardi (Università degli Studi di

Perugia) e Simone Bori (Accademia di Belle Arti "Pietro Vannucci" di Perugia) è intitolato *Sistina Experience. Un'esperienza internazionale di conoscenza, salvaguardia e valorizzazione*, ha preso le mosse dagli esiti di una campagna di rilievo architettonico digitale integrale degli spazi e delle opere conservate nei Musei Vaticani, eseguita dalla società perugina Archimede Arte, per illustrare il concept progettuale di una replica multimediale itinerante (ovvero smontabile e rimontabile liberamente in ogni parte del mondo: da New York a Pechino, da Mosca a Rio de Janeiro, come hanno esemplificato le sorprendenti simulazioni infografiche mostrate dai relatori) della Cappella Sistina. Il progetto, elaborato da un'*équipe* interdisciplinare tutta

umbra (Archimede Arte S.r.l. di Perugia, Accademia di Belle Arti "Pietro Vannucci" di Perugia, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Perugia, Tecla srl di Gubbio) è stato programmaticamente denominato *Sistina Experience* a sottolineare la possibilità di vivere in maniera multisensoriale e multifunzionale uno dei luoghi artistici più celebri del mondo: una teca lignea, che ricalca le dimensioni esterne della Cappella Sistina e che si presenta come un volume elementare candido, accoglie le repliche delle opere d'arte in essa custodite, previste realizzate con un mix di tecnologie tradizionali e innovative, con l'obiettivo di predisporre percorsi visivi esperienziali capaci di rendere visibili particolari e ambientazioni altrimenti invisibili, valorizzando le potenzialità culturali e comunicative della copia e amplificando la conoscenza e l'esperienza del bene culturale originale.

La quarta relazione, intitolata *MONADII - Metodologie Operative per Nuovi Approcci non Distruttivi agli Interventi e alla gestione Interoperabile dei beni culturali* è stata presentata da Andrea Giordano e Cosimo Monteleone (Università degli Studi di Padova) e ha illustrato gli esiti di un progetto di ricerca incentrato su tematiche relative alla conoscenza, salvaguardia e gestione dei beni culturali che si avvale del contributo specializzato della Duke University (NC, USA) e della Nanyang University (Singapore). Il caso studio proposto è la *Scuola del Carmine* a Padova, il cui modello 3D immersivo è stato realizzato considerando la duplice funzione rivolta sia

alle esigenze scientifiche sia alla promozione turistica; il progetto di ricerca, nella consapevolezza che lo sviluppo turistico e la gestione del patrimonio culturale possono beneficiare di inedite sinergie tra differenti tecnologie digitali, esplora le potenzialità offerte dal connubio BIM-Realtà Aumentata sperimentandone l'integrazione. L'immersione nello spazio 3D avviene sia mediante dispositivi portatili, utilizzabili da qualsiasi operatore, sia all'interno di stazioni fisse CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*); la Realtà Aumentata consente così di esperire direttamente il modello BIM, realizzato a partire da rilievi laser-scanner; inoltre, l'utilizzo della nuvola di punti costituisce un'ulteriore frontiera sperimentale, ponendo l'accento sul processo *SCAN to BIM*.

L'ultimo dei casi studio, presentato da Antonio Conte e Marianna Calia (Università degli Studi della Basilicata) e intitolato *Da qilou urbani alle fortezze rurali della costa sud-orientale della Cina: contributi di ricerca per la conoscenza, tutela e valorizzazione del patrimonio*, è stato sviluppato nel contesto di una collaborazione integrata tra Università degli Studi della Basilicata, Politecnico di Bari, South China University of Technology di Canton e Fuzhou University. La ricerca, finalizzata allo studio dei patrimoni e del paesaggio urbano e rurale cinese, si è incentrata su esempi situati nella fascia costiera delle regioni meridionali cinesi del Guangdong e del Fujian. Nello specifico, il centro storico della città di Guangzhou (Canton), il cui tessuto residenziale mostra evidenti influenze

dell'architettura occidentale, presenta lotti edificati stretti e allungati (*qilou*) che rappresentano uno dei caratteri essenziali della residenza tradizionale cantonese: la documentazione e il monitoraggio hanno consentito di produrre mappe e approfondimenti diagnostici a diverse scale, con l'obiettivo di giungere sia all'elaborazione di un manuale di buone pratiche per il recupero e la manutenzione sia a strumenti a supporto del progetto di rigenerazione e dei processi di tutela e salvaguardia del sistema città-paesaggio.

Il convegno si è concluso con la presentazione di *diségno*, rivista semestrale *open access* della società scientifica UID, da parte di Vito Cardone, Presidente della UID, e di Alberto Sdegno (Università degli Studi di Trieste), rispettivamente direttore responsabile e membro del comitato editoriale-coordinamento della rivista, che si configura come spazio aperto di sintesi e confronto disciplinare delle esperienze di ricerca della comunità scientifica della rappresentazione.

Il quadro esaustivo delle tematiche trattate nel corso del convegno è stato sintetizzato in uno spazio espositivo dedicato all'interno del *Salone del Restauro, dei Musei e delle Imprese Culturali di Ferrara*, anch'esso curato da Marcello Balzani e Manuela Incerti, che ha consentito ai visitatori della manifestazione di avvicinarsi alle esperienze sviluppate in ambito accademico, ponendosi quale ulteriore occasione di condivisione, divulgazione e disseminazione dei risultati della ricerca.

Autore

Valeria Menchetelli, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia, valeria.menchetelli@unipg.it

Eventi

Nexus Conference 2018 Relationships Between Architecture And Mathematics

Barbara Messina

Le numerose relazioni tra principi matematici e logiche configurative dell'architettura hanno reso questo tema di ricerca ampiamente dibattuto [William, Ostwald 2015]. Si tratta di discipline apparentemente antitetiche: da un lato l'architettura che esplicita nel processo creativo la genesi di forme e di realtà costruttive cariche di valenze artistiche; dall'altro la matematica che, con precisione e metodo scientifico, misura lo spazio. Eppure sono espressioni del pensiero umano che trovano proprio nel continuo e reciproco confronto un motivo di maggiore forza e crescita. Se, infatti, da un lato la logica sottesa all'architettura conferisce a quest'ultima il rigore necessario a esorcizzare l'arbitrarietà delle scelte formali, dall'altro il ricorso a precisi criteri compositivi per l'ideazione di spazi architettonici, anche complessi, dimostra come la regola liberi la fantasia dell'architetto, piuttosto che costringerla [Botta 2003, p. 9]. Proprio sullo stretto legame che si instaura tra architettura e matematica – declinato in svariate chiavi di lettura – si soffermano, ormai da oltre vent'anni, le *Nexus Conferences*, organizzate a partire dal 1996 con cadenza biennale e caratterizzate da un respiro internazionale oltre che interdisciplinare. La dodicesima Conferenza si è tenuta quest'anno a Pisa dall'11 al 14 giugno, ospitata dal Dipartimento di Ingegneria

dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTeC) dell'Università degli Studi di Pisa. Per l'occasione è stata indetta una "LOGO Design competition" [1], con l'intento di selezionare un'immagine emblematica delle tematiche proprie dell'evento (fig. 1). L'organizzazione della conferenza spetta in particolare a Marco Giorgio Bevilacqua, con il contributo di Stefania Landi, Lucia Giorgetti e Alessandro Ariel Terranova, nonché della Kim Williams Books [2]. L'iniziativa ha inoltre registrato, per la prima volta, il patrocinio della Unione Italiana per il Disegno (UID) che, come sottolineato dal Presidente Vito Cardone in apertura della Conferenza, ha apprezzato il forte taglio internazionale dell'evento. Infatti, riprendendo le sue parole, le *Nexus Conferences* sono, tra gli incontri scientifici ai quali partecipano docenti dell'area della rappresentazione grafica, tra quelli con il più alto tasso di internazionalizzazione e per questo si collocano a pieno titolo nell'ambito delle politiche culturali che l'Unione Italiana per il Disegno persegue dalla sua fondazione. Quarantatré autori, selezionati sulla base di abstract estesi sottoposti alla valutazione del Comitato scientifico [3], hanno presentato la propria relazione tutti in sessione plenaria nel corso delle prime tre giornate.

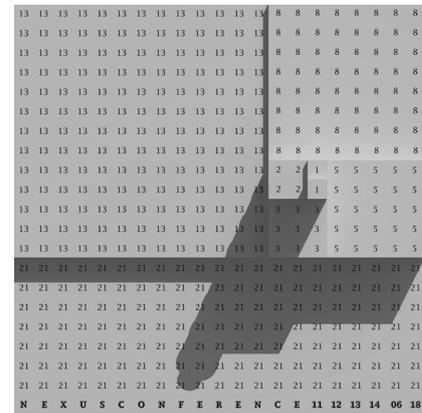


Fig. 1. Il logo ideato per la Nexus Conference 2018 da Ivan Mechkunov, vincitore della "LOGO Design competition".

Il convegno si è aperto con i saluti di rito di Claudia Martini, Prorettrice per la Ricerca in Ambito Nazionale dell'Università di Pisa, di Umberto Desideri, Direttore del Dipartimento DESTeC e di Vito Cardone, Presidente dell'Unione Italiana del Disegno, nonché con la presentazione dell'evento a cura di Kim Williams; moderatore Marco Giorgio Bevilacqua, *chair* della Conferenza insieme a Kim Williams. Le sessioni propriamente di lavoro della prima giornata, dedicata a *Perspecti-*

ve, *Space, Dimension, Geometry*, hanno previsto un primo incontro mattutino dal titolo *Perspective and space*, coordinato da João Pedro Xavier (Portogallo) e due sessioni pomeridiane: *Space and Dimension*, coordinata da Sylvie Duvernoy (Italia) – che ha svolto tra l'altro il ruolo di segretario del Comitato Scientifico – e *Geometry*, coordinata da Mine Özkar (Turchia).

Gli interventi presentati hanno avuto quale filo conduttore una rilettura grafica dell'architettura – o di suoi singoli elementi – secondo un rigoroso apparato teorico-matematico. In molti casi gli autori hanno indagato sui riferimenti tra immagine prospettica e spazio architettonico, tema sul quale è stata ad esempio incentrata la relazione di Agostino De Rosa e Alessio Bortot dal titolo *Hunched Curves in the Vatican: the Vestibule Arch of the Pio Clementino Museum, between Stereotomy and Anamorphosis*.

In altri casi, invece, le relazioni illustrate hanno attinto direttamente alla trattatistica o sono state rivolte a pratiche architettoniche consolidatesi nel corso dei secoli. Il comune denominatore per tutti gli interventi è stato il rigore dei procedimenti grafico-geometrici alla base della conformazione dello spazio o della costruzione delle immagini di architettura.

Nel corso della seconda giornata si sono svolte quattro sessioni, tutte sul tema dell'*Historical Analysis*: le prime due nel corso della mattina, coordinate rispettivamente da Roberta Spallone (Italia) e Kim Williams (Italia). Le altre due, pomeridiane, sono state invece coordinate da Anna Marotta (Italia) e da Alessandra Capanna (Italia).

La giornata ha dunque raccolto contributi relativi all'analisi di architetture storiche, che avviene in genere attraverso un'interpretazione di tipo mate-

matico-geometrico. Gli esempi illustrati – riferiti in alcuni casi a edifici esistenti in altri ad architetture immaginarie – mostrano tutti una ricerca attenta della logica sottesa al progetto. Degli spazi indagati, come evidente ad esempio nel contributo di Francesca Fatta e Domenico Medati dal titolo *The Design of Roman Mosaics in North Africa and their Geometric References*, viene ripercorsa l'idea compositiva nell'intento di rintracciare le loro proporzioni, le geometrie non immediatamente percepibili che definiscono la morfologia dei volumi, ovvero di coglierne il vero significato, svelando le ragioni spesso recondite della magia che un'architettura può esprimere (fig. 2).

La terza giornata [6], dal titolo *Contemporary Analysis, Structures, Techniques of Design, Algorithms, Rule-Based Design*, ha invece segnato il passaggio dalla storia alla contemporaneità. Le quattro sessioni di lavoro previste sono state rivolte a diversi aspetti di questa ampia tematica. Nel corso della mattinata si sono infatti succedute due sessioni, la prima su *Contemporary Analysis*, coordinata da Maria Zack (USA), la seconda su *Structures and Techniques of Design*, coordinata da Marco G. Bevilacqua. Le ultime due, tenute nel corso del pomeriggio, hanno invece entrambe affrontato il tema dell'*Algorithm and Rule Based Design*, e sono state coordinate rispettivamente da Cornelia Leopold (Germania) e da Steve Wassell (USA).

I contributi hanno avuto ad oggetto talvolta architetture frutto delle menti più creative dei progettisti dei giorni nostri; in altri casi invece, pur rivolgendosi a strutture del passato, ne hanno dato nuove chiavi di lettura. Le architetture narrate sono state infatti descritte attraverso l'uso di software e di sistemi digitali – oggi parte integrante del processo di progettazione e rappresentazione – che consentono una decodifica

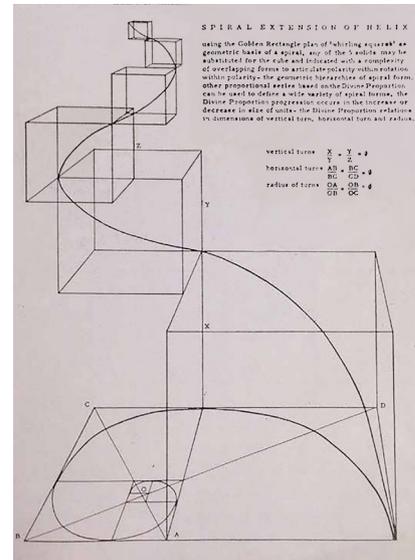


Fig. 2. Anne Griswold Tyng, "Form finds Symmetry in Geometry", in *Zodiac* 19, 1969.

inedita dello spazio indagato, come ad esempio illustrato da Manuel Alejandro Ródenas-López, Pedro García Martínez, Pedro Miguel Jiménez-Vicario, Adolfo Pérez Egea e Martino Peña Fernández-Serrano nella relazione dal titolo *Parametric Design applied to Analysis and Optimization of Spatial Deployable Structures*.

L'ultima giornata, organizzata in due sessioni consecutive – la prima coordinata da Michael Ostwald, la seconda da Kim Williams – è stata aperta ai contributi di dottorandi e dottori di ricerca che hanno conseguito il titolo di PhD nel biennio 2016-2018 in diverse scuole di dottorato di vari paesi del mondo. I tredici relatori selezionati hanno così illustrato, a una comunità scientifica di ampio respiro internazionale, gli esiti

delle proprie ricerche, tutte con taglio multidisciplinare e incentrate su tematiche inerenti alle relazioni tra architettura e matematica. Una giornata particolarmente significativa, quest'ultima, se si considera che, spesso, le ricerche dei giovani studiosi restano ai margini del dibattito scientifico, deprivate di un importante momento di confronto.

La Conferenza nel complesso ha rappresentato una preziosa occasione di interazione tra diversi saperi e orientamenti di pensiero, ponendo le radici per uno scambio culturale prodigo di significativi

risvolti nel campo della ricerca scientifica in generale e, in particolare, per il settore scientifico-disciplinare del Disegno. A tale proposito appare importante sottolineare la rilevante partecipazione alla Conferenza di docenti e studiosi della rappresentazione grafica che hanno contribuito alle tematiche di ricerca proposte con circa la metà dei centosedici paper inviati. Ciò dimostra il notevole interesse che tale incontro interdisciplinare ha suscitato all'interno dell'area del Disegno, di cui l'UID è espressione. Va infine segnalato che le relazioni pre-

sentate dagli autori sono state oggetto di una ulteriore valutazione. A valle degli interventi tenuti nel corso dell'intera Conferenza, infatti, sono stati selezionati i contributi ritenuti dal Comitato scientifico qualitativamente più meritevoli, sulla base dell'originalità degli argomenti affrontati, del rigore della metodologia impiegata e della chiarezza mostrata nell'illustrare la ricerca proposta. Gli autori selezionati sono stati invitati a sviluppare l'abstract esteso in articoli approfonditi da pubblicare su un prossimo numero della rivista *Nexus Network Journal*.

Note

[1] La "LOGO Design competition" ha visto la partecipazione di 14 concorrenti, di diverse nazionalità. Le proposte pervenute sono state valutate dal Comitato Scientifico, che ha selezionato, quale logo vincitore quello di Ivan Mechkunov (Bulgaria).

[2] Kim Williams, referente della medesima casa editrice che ha pubblicato il *Conference Book* [Williams, Bevilacqua 2018] per questa

iniziativa, è caporedattore insieme a Michael J. Ostwald della rivista *Nexus Network Journal*.

[3] Diversi i campi di ricerca nell'ambito dei quali è stato possibile proporre un contributo:
 - Design theory: mathematics as a design tool;
 - Design analysis: mathematics used to analyse an existing monument or site;
 - Geometry: Applications of geometry (descriptive,

projective, fractal etc.) to architecture;
 - Rule-based Design: Shape grammars; parametric design;
 - Representation of architecture: perspective; modelling;
 - Structures: architectural engineering application; statics related to form;
 - Computer applications: morphogenesis, digital fabrication, virtual reality;
 - Didactics: methods, approaches and projects in the classroom, at all levels of education.

Autore

Barbara Messina, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno, bmessina@unisa.it

Riferimenti bibliografici

Botta, M. (2003). Presentazione. In N. Sala, G. Cappellato. *Viaggio matematico nell'arte e nell'architettura*, pp. 9, 10. Milano: Franco Angeli s.r.l.

Williams, K., Bevilacqua M.G. (eds). (2018). *Nexus. Architecture and Mathematics. Conference Book*. Torino: Kim William Books.

William, K., Ostwald, M.J., (eds). (2015). *Architecture and mathematics from antiquity to the future*, voll. 2. Birkhäuser: Springer.

Eventi

XVII Congreso Internacional EGA 2018

Andrea Pirinu

Come avviene ormai da parecchi anni, con cadenza biennale si è tenuto il XVII Congresso internazionale di *Expresión Gráfica Arquitectónica* (EGA) organizzato dai docenti spagnoli dell'area del disegno, in questo caso afferenti al Departamento de Expresión Gráfica, Composición y Proyectos della Universidad Politécnica di Alicante.

Le giornate di studio si sono svolte dal 30 maggio all'1 giugno all'interno delle strutture del campus de San Vicente del Raspeig. Il complesso universitario, realizzato nell'area dell'ex aeroporto militare, ospita diversi padiglioni esito di concorsi di progettazione ai quali hanno partecipato architetti come Álvaro Siza Vieira, che ha realizzato il rettorato, e Alberto Campo Baeza, autore della biblioteca.

Il titolo del Congresso *GRAPHIC IMPRINT. On the Influence of the Representation and Ideation Tools in Architecture – IMPRONTA GRÁFICA. Sobre la influencia de las herramientas de representación e ideación en la arquitectura*, nelle intenzioni del gruppo di lavoro coordinato da Carlos L. Marcos, ha voluto definire una traccia che potesse favorire il dibattito sul ruolo che il disegno e, più genericamente, gli strumenti di rappresentazione e ideazione, hanno nello sviluppo dell'architettura e del suo linguaggio nel tempo. Una intenzione

precisa che ha indirizzato la scelta degli ospiti internazionali chiamati a raccontare esperienze e suggestioni sul tema. Attorno all'argomento centrale sono stati definiti una serie di *focus* con l'intento di presentare, attraverso una visione d'insieme dell'attuale stato dell'arte, il confronto scientifico sul rapporto tra disegno e progetto, tra strumenti – tradizionali e digitali – e il risultato di quanto progettato, quindi tra espressione grafica e architettura nelle sue diverse declinazioni e applicazioni nella storia.

I numeri del Convegno sono decisamente importanti: a fronte di duecentocinquanta proposte pervenute, gli esiti di un processo di revisione affidato a settantasei esperti hanno condotto alla pubblicazione di centocinquanta-cinque contributi, raccolti nel volume *De trazos, huellas e improntas* in lingua madre a cura di Carlos L. Marcos – in collaborazione con Pablo J. Juan Gutiérrez, Jorge Domingo Gresa e Justo Oliva Meyer dell'Università di Alicante. Va tra l'altro segnalato che insieme agli Atti del Convegno, nel corso della manifestazione, è stato presentato il volume in lingua inglese *GRAPHIC IMPRINT. On the Influence of the Representation and Ideation Tools in Architecture*, a cura ancora di Carlos L. Marcos ed edito dall'editore Springer, nel quale sono stati raccolti

contributi di centotrentasette autori – molti dei quali presenti all'evento – sulle relazioni tra rappresentazione e strumenti ideativi dell'architettura.

I contributi selezionati per il Convegno hanno avuto come oggetto i *focus* "Disegno e Progetto", "Architettura e rappresentazione, Rappresentazione della materialità e produzione digitale", "Cartografia, mappatura, città e territorio", "Architettura, fenomenologia, percezione e interazione, Proiezioni e spazio architettonico", "Innovazione nell'insegnamento e nella ricerca".

Dopo i consueti saluti delle autorità, l'apertura dei lavori ha visto l'intervento a invito di Pablo Lorenzo-Eiroa, architetto argentino che ha numerose collaborazioni con Peter Eisenman nonché con il team Meier-Eisenman-Gwathmey-Holl, e attualmente docente di *Digital Representation* presso la School of Architecture of The Cooper Union di New York.

La sua comunicazione, dal titolo *Multidimensional space: from Perspective to Big Data* ha introdotto le giornate di studio, soffermandosi sulle possibilità di rappresentazione digitale degli spazi multidimensionali in un momento in cui l'impiego della prospettiva rinascimentale è sostituito da diagrammi e relazioni topologiche tra i dati multidimensionali e multiscalarari.

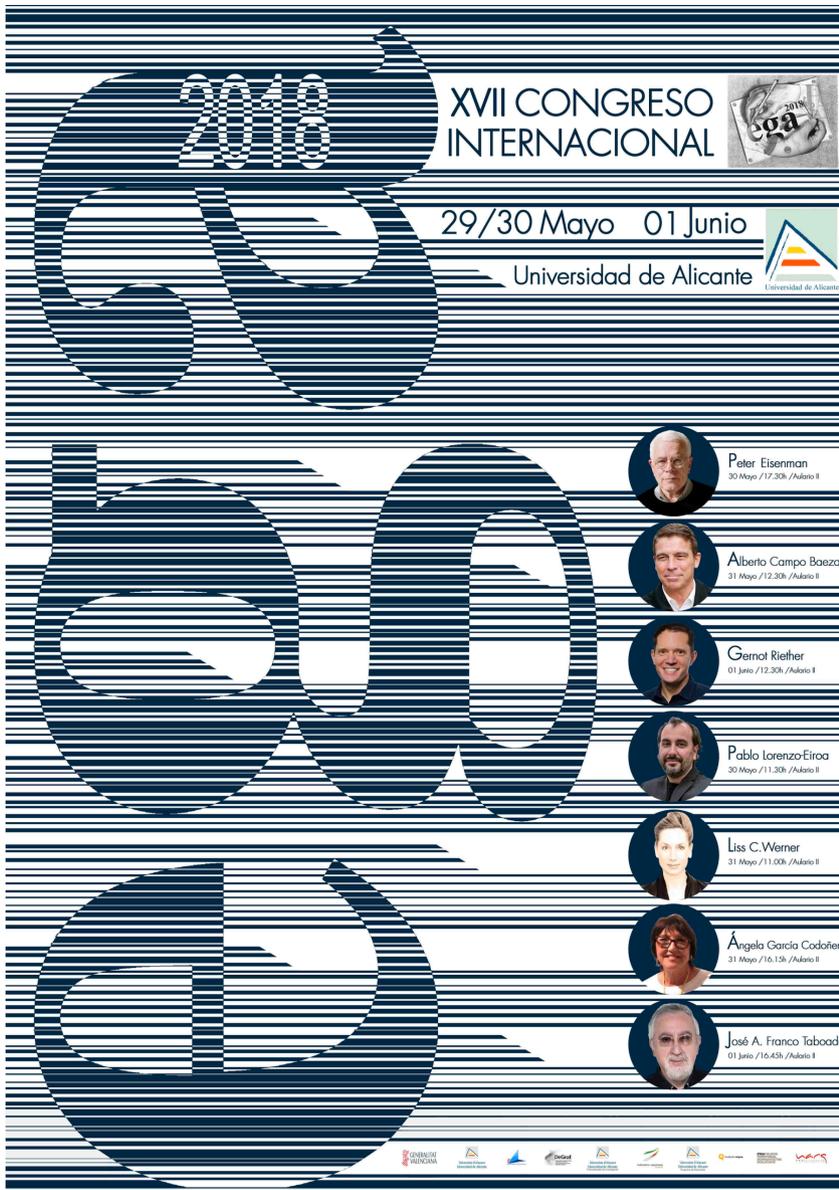


Fig. 1. Locandina del convegno: <<https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=EGA+2018&ie=UTF-8&oe=UTF-8>>.

Sono poi state avviate le prime sessioni parallele, rispettivamente moderate da Edoardo Carazo (Universidad de Valladolid) e da Vito Cardone (Università degli Studi di Salerno), in prevalenza dedicate al focus I, "Disegno e Progetto". Ogni sessione è stata caratterizzata da contributi sul tema dell'evoluzione storica degli strumenti, da un lato, per la rappresentazione del progetto, dall'altro, per il rilievo e la comunicazione dell'architettura, nonché sulla gestione e fruizione del patrimonio storico attraverso strumenti digitali e BIM. La selezione ha animato la sessione sul ruolo del disegno come veicolo di ideazione, strumento di analisi e mezzo per pensare l'architettura.

Successivamente si è tenuta la *opening lecture* di Peter Eisenman seguita da una tavola rotonda alla quale, assieme allo stesso architetto newyorkese, hanno partecipato Alberto Campo Baeza, Cynthia Davidson, Antonio Millán, Pablo Lorenzo-Eiroa e Carlos L. Marcos. L'intervento di Eisenman ha ribadito l'utilità dell'impiego di modelli digitali quale mezzo per lavorare sul progetto direttamente nelle tre dimensioni, con strumenti interattivi di manipolazione. Proprio questi hanno accompagnato la sua attività progettuale e sono evidenti anche negli ultimi lavori, tra cui le Residenze Carlo Erba a Milano; di tale intervento Eisenman ha mostrato i passaggi chiave che hanno condotto alla soluzione finale del progetto, in corso di realizzazione.

Al termine della prima giornata si è svolta, negli spazi del Museo dell'Università di Alicante, l'inaugurazione della mostra di Alberto Campo Baeza intitolata *Pensar la Arquitectura – El bisturí en la línea. Razón, precisión y medida en el dibujo y el pensamiento arquitectónicos* con un'ampia presentazione di disegni a *mano alzada* (re-

alizzati in prevalenza su carta bianca), modelli e video.

Il Convegno è proseguito il giorno successivo con le presentazioni relative al secondo *focus*, dedicato al tema "Architettura e rappresentazione". I contributi proposti hanno riguardato il disegno quale anticipazione fedele di ciò che dovrà "materializzarsi", ovvero strumento con cui comunicare a terzi, con il necessario dettaglio, come l'architettura deve essere costruita. Una riflessione particolare è stata condotta sul ruolo delle ICT (*Information and Communication Technologies*) nel rappresentare l'architettura con verosimiglianza figurativa – attraverso l'utilizzo delle immagini di sintesi – nel definire documenti grafici a partire dal modello 3D, o ancora nella costruzione di un *database* georeferenziato e strutturato in modo da assumere ogni singolo elemento del modello quale fedele rappresentazione di ciascuna delle componenti reali del progetto.

In questa sessione sono state presentate anche alcune elaborazioni associate al rilievo avanzato, generate con software BIM (*Building Information Modeling*) che impiegano tecnologie digitali caratterizzate da altissima precisione metrica e fotorealistica. Ne è un esempio l'AHBIM (*Architectural Heritage BIM*) che prevede una interazione tra modello digitale e realtà aumentata. Le sessioni successive relative a questo *focus* si sono svolte con la presentazione degli interventi moderati da Liss C. Werner (Technische Universität Ber-

lin) e Mara Capone (Università degli Studi di Napoli "Federico II") e si sono concluse con l'intervento *Winking my eyes* di Alberto Campo Baeza e la consueta tavola rotonda.

Il pomeriggio della stessa giornata è stato aperto da Ángela García Codoñer, intervenuta ricordando i venticinque anni di storia della rivista *EGA*, ed è proseguito con le sessioni coordinate da Emma Mandelli (Università degli Studi di Firenze) ed Enrique Solana (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). Nel corso di queste sono stati presentati i saggi sul *focus* "Architettura, fenomenologia, percezione e interazione", a evidenziare un crescente interesse di ricerca che investe percezione e psicologia cognitiva in relazione all'architettura e al linguaggio grafico, anche grazie alla possibilità offerta dallo strumento digitale di interazione/immersione nell'ambiente costruito.

L'ultimo giorno Marta Úbeda (Universidad de Valladolid) e Javier F. Raposo (Universidad Politécnica de Madrid) hanno moderato le sessioni incentrate su temi diversi, tra i quali le tecniche tradizionali (compreso l'*urban sketching*) e digitali per la rappresentazione del paesaggio, i BIM, le nuove strategie nella didattica del progetto, la rappresentazione grafica e l'analisi geometrica dell'architettura storica.

Nel corso della giornata Gernot Riether (College of Architecture and Design, New Jersey Institute of Technology) ha tenuto la *keynote lecture* dal titolo *Construction as a Creative Act. Design Build*

in the Digital Age, richiamando l'attenzione sulle opportunità che i progressi degli strumenti digitali e la loro accessibilità possono creare per gli architetti in merito a progettazione architettonica, fabbricazione e produzione, così ricollegandosi al *focus* "Representation materiality and digital fabrication". Tale *focus*, infatti, ha riguardato proprio la rivoluzione nell'ambito della rappresentazione, a seguito della sostituzione dei disegni con i modelli tridimensionali e le stampe 3D, con applicazioni nel campo della prototipazione e della produzione in serie. Questi argomenti sono stati ripresi anche da José A. Franco Taboada (professore emerito dell'Universidad de La Coruña) nella relazione a invito dal titolo *La tridimensionalidad arquitectónica en modelos y maquetas. Su papel en el proceso de ideación y configuración del proyecto a lo largo de la historia*. Taboada ha infine moderato l'ultima sessione prevista incentrata sulle innovazioni nel campo dell'insegnamento e della ricerca. La consueta *round table* finale ha concluso la serata e una manifestazione ben organizzata e ricca di interessanti spunti per la ricerca e la didattica nel campo delle scienze della rappresentazione: un incontro scientifico che, con un'ampia partecipazione dei docenti delle università italiane, spesso in collaborazione con i colleghi spagnoli, ha confermato le intense relazioni in atto tra gli studiosi e ribadito la comune linea culturale che muove le iniziative dei convegni organizzati dalle associazioni scientifiche UID ed EGA.

Autore

Andrea Pirinu, Dipartimento di Ingegneria civile, ambientale e architettura, Università degli Studi di Cagliari, apirinu@unica.it

La biblioteca dell'UID

La biblioteca dell'UID

2017

- Bagordo, G.M. (2017). *La Casa Madre dei Mutilati a Roma*. Roma: Kappa Edizioni.
- Belli, G., Capano, F., Pascariello, M.I. (a cura di). (2017). *La città, il viaggio, il turismo*. Napoli: CIRICE FedOA - Federico II University Press.
- Cardaci, A., Angelini, P. (2017). *Un monumento per Bergamo. Giacomo Quarenghi e l'Arco a Napoleone sulla via per Milano*. Bergamo: Lubrina Editore.
- Castagnolo, V. et al. (a cura di). (2017). *Architettura fortificata. Rilievo e restauro*. Martina Franca (Taranto): Aesei editore.
- Chiavoni, E., Diacodimitri, A., Pettoello, G. (2017). *Un'analisi attraverso il disegno dell'architettura moderna e contemporanea più significativa a Roma. Conoscenza, documentazione e comunicazione dei valori materiali e immateriali tramite sistemi grafici tradizionali e digitali integrati*. Roma: Aracne Editrice int.le S.r.l.
- Cundari, C. et al. (2017). *Rilievi in Galilea. Magdala ed altri siti evangelici*. Roma: Kappa Edizioni.
- Cundari, M.R. (2017). *Sant'Elmo a Napoli. Un castello da riscoprire*. Roma: Kappa Edizioni.
- Pancani, G. (2017). *La città dei Guidi: Poppi. Il costruito del centro storico, rilievi e indagini diagnostiche*. Firenze: Edifi.
- Piga, B.E.A., Salerno, R. (eds.). (2017). *Urban Design and Representation. A Multidisciplinary and Multisensory Approach*. Cham, Switzerland: Springer.
- Rossi, A. (ed.). (2017). *Immersive High Resolution Photographs for Cultural Heritage*. Limena (Padova): libreriauniversitaria.it.
- Sacchi, L. (2017). *Metropoli. Il disegno delle città*. Roma: Gangemi Editore.

2018

- Bagordo, G.M. (2018). *Guida alla rappresentazione a colori. Seconda edizione ampliata e aggiornata*. Roma: Writeupsite.
- Balestrieri, M., Cicalò, E., Ganciu, A. (a cura di). (2018). *Paesaggi rurali. Prospettive di ricerca*. Milano: FrancoAngeli.
- Bartoli, M.T., Lusoli, M. (a cura di). (2018). *Diminuzioni e accrescimenti. Le misure dei maestri di prospettiva*. Firenze: Florence University Press.
- Bertocci, S. (a cura di). (2018). *Racconti di viaggio. Visioni della Terrasanta*. Firenze: didapress.
- Bianchi, A., Zigo, M. (2018). *Il Centro Piacentiniano Bergamo. Dal Rilievo Urbano alla Città Contemporanea*. Santarcangelo di Romagna (Rimini): Maggioli editore.
- Calia, M. (2018). *Taccuino di viaggio. Dal sud della Cina a Guangzhou*. Melfi: Libria.
- Cardaci, A., Versaci, A. (2018). *Rilievo e restauro: un binomio imprescindibile. Approcci metodologici e applicazioni operative finalizzate alla conoscenza e alla conservazione del patrimonio culturale del territorio di Enna*. Roma: Aracne editrice.
- Casale, A. (2018). *Forme della percezione. Dal pensiero all'immagine*. Milano: FrancoAngeli.
- Castagnolo, V., Maiorano, A.C. (2018). *BDA. Bari Disegno Architetture*. Martina Franca (Taranto): Aesei editore.
- Cennamo, G.M. (2018). *Il Castello Giusso e il borgo di fondazione di Sicignano degli Alburni. Rilievo di conoscenza per strategie di valorizzazione socio-territoriali*. Roma: Uninettuno Press.

- D'Uva, D. (ed.). (2018). *Handbook of Research on Form and Morphogenesis in Modern Architectural Contexts*. Hershey PA, USA: IGI Global.
- Empler, T. (2018). *ICT per il Cultural Heritage. Rappresentare, Comunicare, Divulgare*. Roma: Dei - Tipografia del Genio Civile.
- Empler, T. (a cura di). (2018). *3D MODELING & BIM. Progettazione, design, proposte per la ricostruzione*. Roma: Dei - Tipografia del Genio Civile.
- Nespeca, R. (2018). *Documentazione digitale per il cultural heritage. Point cloud come sistema informativo*. Canterano, Roma: Aracne editrice.
- Ottaviano, E., Pelliccio, A., Gattulli, V. (eds.). (2018). *Mechatronics for Cultural Heritage and Civil Engineering*. Cham, Switzerland: Springer.
- Pagliano, A. (2018). *Le ore del sole. Geometria e astronomia negli antichi orologi solari romani*. Napoli: Editori Paparo.
- Russo, M. (2018). *Il Palazzo del Verginese. Una Delizia Estense nascosta*. Roma: Sapienza Università Editrice.
- Sacchi, L. (2018). *Metropoli - Il disegno delle città 2*. Roma: Gangemi Editore.
- Salerno, R. (a cura di). (2018). *Rappresentazione materiale-immateriale / Drawing as (in)tangible representation*. Roma: Gangemi Editore.
- Zerlenga, O. (a cura di). (2018). *M'illumino d'immenso. La scala del palazzo Cassano Ayerbo d'Aragona. The staircase of Palazzo Cassano Ayerbo d'Aragona*. Napoli: La scuola di Pitagora editrice.