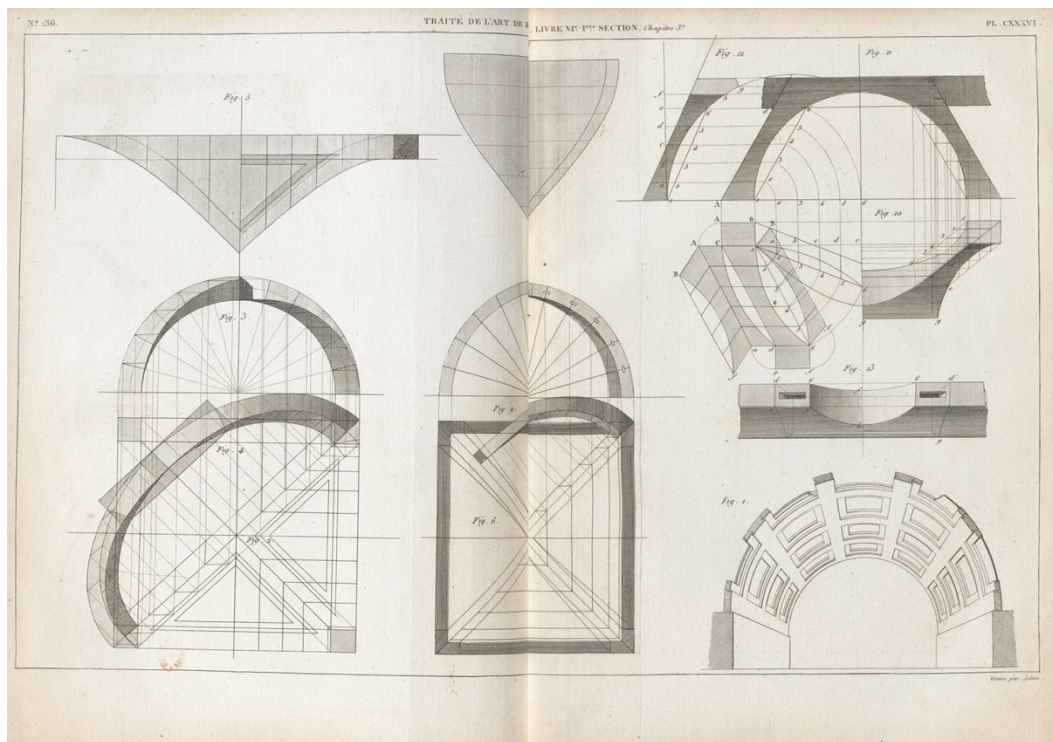




Il disegno come antefatto grafico della costruzione. Volte e cupole nella manualistica europea tra '700 e '800

Stefano Chiarenza (1); Barbara Messina (2)

(1) Department of Human Sciences and Promotion of the Quality of Life, San Raffaele Roma Open University; (2) Department of Civil Engineering, University of Salerno



Rondelet, J.B., studio grafico e geometrico di sistemi voltati. (Rondelet 1802-1803, planche CXXXVI)

Abstract

La progettazione di volte e cupole ha da sempre rappresentato una grande sfida per architetti e ingegneri. Tali strutture, infatti, devono soddisfare valenze estetiche e formali ma, al tempo stesso, rispondere a esigenze strutturali.

Tra il Settecento e l'Ottocento, in Europa, appaiono numerosi testi destinati alla formazione delle diverse figure coinvolte nella costruzione di sistemi voltati di varia natura: dagli architetti agli ingegneri, fino alle maestranze di cantiere. Si tratta di trattati teorici e pratici nei quali l'introduzione di procedimenti grafico-geometrici rigorosi, combinati alle nuove acquisizioni scientifiche, specie nel campo della meccanica e della scienza dei materiali, consentono di immaginare e realizzare forme anche ardite, secondo un approccio che muove la costruzione verso un processo di tipo "tecnologico".

Gli autori, attraverso una analisi grafico-letteraria di tali testi e alcuni esempi significativi per morfologia e caratteristiche geometriche, intendono ripercorrere i metodi geometrici e descrittivi e le modalità costruttive esemplificate.

L'obiettivo è quello di richiamare all'attenzione alcuni procedimenti pratici, guidati dal disegno, nella realizzazione delle strutture voltate che rappresentano la memoria di forme costruttive ormai sempre meno in uso nella pratica ma che sono una testimonianza del nostro passato da valorizzare.

Keywords

Strutture voltate; metodologie costruttive; trattati storici; pratica costruttiva; disegno.

1. Introduzione

La progettazione e la costruzione di volte e cupole hanno da sempre rappresentato un ambito di ricerca particolarmente interessante, poiché in grado di condensare aspetti, approcci e conoscenze di diversa natura (Spallone and Vitali, 2020). Se è infatti indiscutibile che la forma e la geometria costituiscano l'essenza di tali strutture (Giordano, 1999) – e ne definiscano con maggiore immediatezza l'immagine percepita – è evidente che non si possa prescindere dalle tecniche costruttive, dai materiali impiegati, o dalle esigenze di natura strutturale. Volte e cupole, dunque, rappresentano la sintesi tra forma e struttura, tra prassi e teoria, ma esprimono, al tempo stesso, archetipi simbolici che trovano concretezza nella tensione ascensionale che in esse si esplicita. L'aspirazione al divino che queste materializzano si traduce, nelle varie epoche storiche, in scelte talvolta anche molto distanti, in termini formali, strutturali, tecnologici. Da un punto di vista costruttivo, invece, accanto a soluzioni inizialmente supportate dalla sola conoscenza di una geometria pratica se ne affiancano via via altre in cui un rigoroso approccio scientifico rende possibile l'ideazione e la realizzazione delle forme pensate.

Non meraviglia, allora, che nel corso dei secoli lo studio di cupole e sistemi voltati – grafico prima e costruttivo poi – abbia trovato ampio spazio nella trattatistica e nella manualistica specializzata rivolta ad architetti, ingegneri, costruttori. È così che i procedimenti intuitivi, spesso derivati dall'esperienza di cantiere e tramandati sulla base delle conoscenze dirette, trovano una sistematizzazione teorica. Quelle che sono considerate buone pratiche operative acquisiscono, con il tempo, una sempre maggiore scientificità, contribuendo a costruire un bagaglio di conoscenze teorico-pratiche con le quali si delinea la “regola d'arte” per una corretta progettazione ed esecuzione di tali strutture.

2. Teoria e prassi nella trattatistica tra '700 e '800

In particolare, tra Settecento e Ottocento si comincia a guardare alla progettazione e alla costruzione dei sistemi voltati con un approccio che travalica i soli aspetti empirici, concentrandosi piuttosto sui fondamenti teorici sottesi alle tecniche operative. Soprattutto in Francia si avverte l'esigenza di individuare principi e criteri di validità generale che, prescindendo da situazioni contingenti, possano conferire scientificità alla prassi costruttiva di strutture, spesso anche complesse, quali appunto i sistemi voltati. Si comincia cioè a concepire la bellezza dell'architettura non soltanto come categoria estetica dipendente da una determinatezza formale che deriva da regole numeriche o rapporti armonici tra le parti, in genere suggeriti da una tradizione consolidata. L'architettura inizia piuttosto a essere vista come scienza, che ricerca le proprie ragioni estetiche in procedimenti e metodi rigorosi grazie ai quali è possibile individuare fondamenti incontestabili e sperimentalmente dimostrabili. L'architettura si emancipa cioè dal ricorso a soluzioni formali standard, precostituite sulla base di una esperienza codificata, e scopre l'utilità del disegno quale strumento grafico-analitico indispensabile nella progettazione e nella esemplificazione delle modalità costruttive di cupole e sistemi voltati.

A stimolare riflessioni di tipo scientifico nello studio delle volte sono innanzitutto gli avanzamenti nel campo della ricerca della “scienza delle costruzioni”: in tale direzione, una pietra miliare è senza dubbio il *Traité de mécanique* di Philippe de la Hire (1695) che funge da volano per le successive teorie basate sulla statica di queste strutture (da lui solo intuiva ma non affrontato in maniera rigorosa). Lo stesso autore si occuperà tra l'altro di volte, nel suo scritto *Sur la construction des voûtes dans les édifices*, definendole come uno dei più difficili problemi che si riscontrano in architettura riconducibile alla Meccanica (de la Hire, 1712, p. 69). Di certo, contribuiranno a una più completa comprensione del comportamento strutturale di archi e volte gli studi sul calcolo differenziale e la determinazione, nel 1691, dell'equazione della catenaria, a cui pervengono in maniera autonoma Jakob e Johann Bernoulli, Gottfried Wilhelm Leibnitz e Christian Huygens (il problema sarà successivamente approfondito da Leonhard Euler nel 1744). Le intuizioni di de la Hire, supportate da queste nuove conoscenze, porteranno in breve tempo allo studio rigoroso dei sistemi voltati, con David Gregory (1697) che per primo dimostrerà la relazione intercorrente tra la catenaria e la statica dell'arco. Ulteriori approfondimenti si avranno grazie a diversi autori, tra cui Bernard Forest de Bélidor (1729), Pierre Couplet (1731) o ancora Charles-Agustin de Coulomb (1776). Quest'ultimo, in particolare, anticipa alcuni comportamenti tipici dei meccanismi di rottura degli archi che saranno compiutamente descritti e analizzati da Lorenzo Mascheroni nel suo *Nuove ricerche sull'equilibrio delle volte* (Mascheroni, 1785).

Fondamentale sarà anche il contributo della geometria. Da un lato, quello della Geometria Descrittiva codificata da Gaspard Monge (1798), che fornisce un sistema di rappresentazione scientifico di validità generale; dall'altro quello rivolto allo studio di curve, superfici e sezioni piane di corpi geometrici, soprattutto con Amédée François Frézier (1737-1739) permetterà di sistematizzare le conoscenze sulla stereotomia e renderà possibile la concezione di strutture voltate prima inconcepibili (Fig. 1).

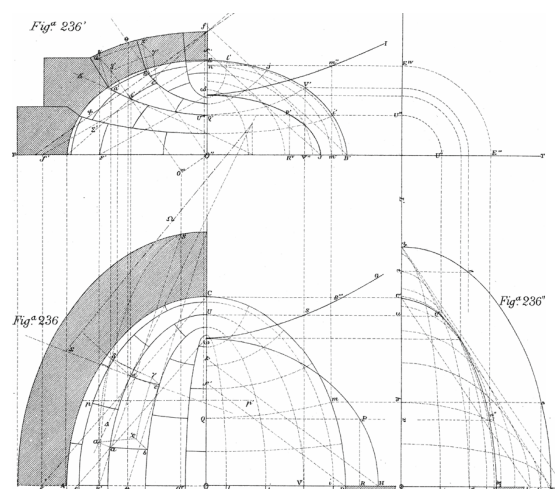


Figura 1. Rovira, A., apparecchiatura muraria di una volta ellissoidica secondo un procedimento descritto da Monge (Rovira, 1899, lamina 51).

L'introduzione di procedimenti grafico-geometrici rigorosi, combinati alle nuove acquisizioni scientifiche, specie nel campo della meccanica e della scienza dei materiali, consentono così, seppure indirettamente, di immaginare e realizzare forme anche ardite, secondo un approccio che muove la costruzione verso un processo di tipo "tecnologico". Coerentemente ai principi fondanti dell'età dei Lumi, i problemi di natura pratica riscontrabili in cantiere cominciano a essere affrontati in modo scientifico, applicando teorie e procedimenti dimostrabili che conducano quindi a risultati oggettivi.

Teoria e pratica iniziano dunque a procedere di pari passo, tanto che Jean Baptiste Rondelet, nel suo *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* (1802-1803), definisce l'architettura "une science dont le but essentiel est de construire des édifices solides et commodes qui réunissent sous le plus belle formes toutes les parties nécessaire à leur destination" (Rondelet, 1802-1803, tomo I, libro I, p. 7). A tale scopo, sottolinea che per un architetto l'esperienza di cantiere è fondamentale per comprendere le tecniche realizzative e le difficoltà sottese all'esecuzione di un'opera. È però altrettanto indispensabile acquisire conoscenze teoriche, da cui poter dedurre regole generali e particolari con le quali essere in grado di fornire risposte concrete ai problemi pratici riscontrati. In particolare "c'est à l'aide du dessin et de la géométrie qu'un architecte vient à bout de produire ses idées et de tracer sur le terrain, sur le papier e sur toutes sortes de matières les ouvrages qu'il propose de faire exécuter. C'est par le calcul qu'il parvient à évaluer la quantité de matériaux nécessaires à la construction d'un édifice, le travail des ouvriers, la durée de l'ouvrage et enfin la dépense" (Rondelet, 1802-1803, tomo I, libro I, p. 4).

L'attenzione al disegno e alla costruzione dei sistemi voltati diventa argomento sempre più centrale, tanto che in tutta Europa molti trattati – supportati dagli avanzamenti della scienza – si soffermano sullo studio della forma di tali elementi, sulla corretta definizione dei loro profili, sul giusto dimensionamento delle varie parti costitutive, sulle possibili apparecchiature murarie e sulle centine o altre strutture provvisorie necessarie per la loro esecuzione. L'approccio, in molti casi didattico (Valadier, 1831; Breyman, 1884), mira proprio a fornire in modo chiaro e semplice istruzioni e regole pratiche necessarie per imparare l'arte del costruire, predisponendo una "raccolta di Teorie, e Pratiche ben esaminate e scelte con la scorta di persone sodamente istruite" (Masi, 1788).

Risultano interessanti, nell'intreccio tra teoria e pratica, gli orientamenti anglosassoni che, legati allo sviluppo di dottrine autonome dell'arte del costruire, rivolgono molto interesse agli aspetti concreti dell'edificazione (Chiarenza, 2018). In particolare, l'attenzione alla pratica costruttiva delle strutture voltate viene evidenziata nella trattatistica di Peter Nicholson, architetto, ingegnere e matematico scozzese che dedica molti dei suoi studi alla individuazione di sistemi per una corretta esecuzione di opere architettoniche e ingegneristiche. I suoi trattati, con evidenti finalità didattiche, mostrano una perfetta sintesi tra metodo scientifico e approccio didattico, fondando su una ferrea logica e su un rigoroso approccio geometrico che deve

costituire la necessaria premessa per una buona riuscita della costruzione. In particolare, nel suo *The Carpenters New Guide: being a Complete Book of Lines for Carpentry and Joinery* (1793), molto spazio è dedicato al disegno di cupole e volte, con una attenzione specifica all'illustrazione delle modalità realizzative delle carpenterie. Qui l'approccio pragmatico dell'autore si esplicita nella individuazione di procedimenti intuitivi e di immediato impiego che garantiscono però, al tempo stesso, una grande precisione nella fase esecutiva dell'opera (Fig. 2).

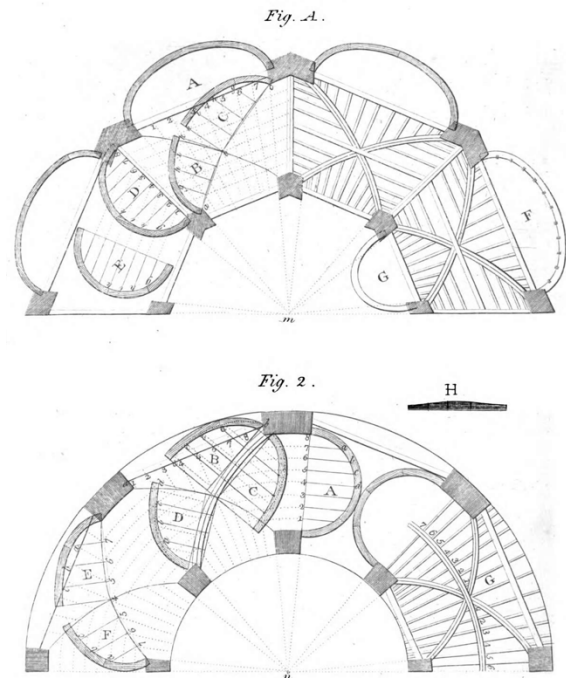


Figura 2. Nicholson, P. Disegno della carpenteria di volte anulari. (Nicholson, 1793, p. 91, plate 25).

3. Conclusioni

I nuovi approcci scientifici proposti tra Settecento e Ottocento nel campo delle costruzioni, in generale, mostrano dunque una stretta interrelazione tra speculazione astratta e prassi esecutiva. D'altra parte, la stessa Geometria Descrittiva di Monge, formulata a cavallo tra i due secoli per la formazione dei futuri ingegneri (Cardone, 2017), può considerarsi l'anello di congiunzione tra una disciplina propriamente matematica e una attività pratica. Il metodo teorico sotteso alla corretta definizione grafica delle forme architettoniche, fonda infatti le proprie radici nell'esperienza diretta delle costruzioni.

Dunque "le tecniche si trasformano in scienze applicate anche nel mondo dell'edilizia... La volta ne è un buon esempio: dopo due millenni e mezzo di soluzioni architettoniche, essa diventa un problema scientifico. Il secolo dei Lumi cerca di far giocare un ruolo pratico alla scienza, di far progredire le arti meccaniche attraverso la scienza, di utilizzare il calcolo infinitesimale per risolvere problemi puramente e semplicemente pratici" (Sakarovitch, 2002).

References

- Bélibidor, B.F., de, 1729. *La Science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture civile*. Paris: Claude Jombert.
- Breyman, G.A., 1884. *Trattato generale di costruzioni civili con cenni speciali intorno alle costruzioni grandiose: guida all'insegnamento ed allo studio*. Milano: Vallardi.
- Cardone, V., 2017. Gaspard Monge padre dell'ingegnere contemporaneo. Roma: DEI Tipografia del Genio Civile.
- Chiarenza, S., 2018. La diffusione della Geometria descrittiva in Gran Bretagna tra XVIII e XIX secolo. *Disegno*, n. 3, pp. 69-82.
- Coulomb, C.A., de, 1773. Essai sur une application des règles de maximis et minimis à quelques problèmes de statique. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 7, pp. 69-77.
- Couplet, P., 1731. De la poussée des voûtes. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, pp. 79-117.
- Frezier, M., 1737-1739. *Théorie et la Pratique de la Coupe des Pierres et de Bois pour la Construction des Voûtes et autres parties des bâtiments civils & militaires, ou Traité de stéréotomie, à l'usage de l'architecture*, tome I-II-III. Strasbourg: J.-D. Doulsseker le fils/Paris: L.-H. Guérin aîné.
- Giordano, A., 1999. *Cupole, volte e altre superfici*. Torino: UTET.
- Gregory, D., 1697. Catenaria. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol.19, issue 231, pp.637-652.
- La Hire, P., de, 1695. *Traité de mécanique où l'on explique tout ce qui est nécessaire dans la pratique des Arts, et les propriétés des corps pesants lesquelles ont en plus grand usage dans la Physique*. Paris: Imprimerie Royale.
- La Hire, P., de, 1712. Sur la construction des voûtes dans les édifices. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, pp. 69-77.
- Masi, G., 1788. *Teoria e Pratica di Architettura Civile per istruzione della gioventù specialmente romana*. Roma: Antonio Fulgoni.
- Monge, G., 1798. *Géométrie descriptive. Leçons données aux Écoles normales*. Paris: Baudouin, Imprimeur du Corps législatif et de l'Institut.
- Nicholson, P., 1793. *The Carpenters New Guide: being a Complete Book of Lines for Carpentry and Joinery*. London: I. & J. Taylor.
- Rondelet, J.B., 1802-1803. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, 5 tomi, 7 voll. Paris: chez l'auteur.
- Rovira y Rabassa, A., 1899. *Estereotomía de la piedra*, 2 vols. Barcelona: Estamperia Artística.
- Sakarovitch, J., 2002. L'Età dei Lumi: matematica. Architettura e struttura fra tradizione e scienza della costruzione. *Storia della Scienza, Enciclopedia Treccani on-line* (https://www.treccani.it/enciclopedia/l-eta-dei-lumi-matematica-architettura-e-struttura-fra-tradizione-e-scienza-della-costruzione_%28Storia-della-Scienza%29/, consultato il 12 giugno 2021).
- Spallone, R., Vitali, M., 2020. Complex Vaulted Systems: Geometry and Architecture from Design to Construction. *Nexus Netw Journal*, n. 22, pp. 799–809 (<https://doi.org/10.1007/s00004-020-00537-6>).
- Valadier, G., 1831. *L'architettura pratica dettata nella Scuola e Cattedra dell'insigne Accademia di S. Luca*. Roma: Accademia nazionale di San Luca.

Biographical data of the Authors

Stefano Chiarenza

Department of Human Sciences and Promotion of the Quality of Life, San Raffaele Roma Open University, stefano.chiarenza@uniroma5.it

Short CV: Architetto e Dottore di Ricerca in “Rilievo e Rappresentazione dell’Architettura e dell’Ambiente”, è professore ordinario di Disegno e coordinatore del Corso di Studio in Moda e Design Industriale presso il Dipartimento di Promozione delle Scienze Umane e della Qualità della Vita dell’Università Telematica San Raffaele di Roma. I suoi interessi di ricerca scientifica sono focalizzati sulla Geometria Descrittiva e sul Disegno come strumento di conoscenza, e toccano temi trasversali che vanno dalla Storia della Rappresentazione al Graphic Design e alla Rappresentazione del Paesaggio.

È membro dell’UID (Unione Italiana Disegno).

Barbara Messina

Department of Civil Engineering, University of Salerno, bmessina@unisa.it

Short CV: Architetto, Dottore di Ricerca in “Rilievo e Rappresentazione dell’Architettura e dell’Ambiente”, è professore associato in Disegno presso il Dipartimento di Ingegneria Civile dell’Università degli Studi di Salerno. Il lavoro di ricerca si rivolge alla rappresentazione dell’architettura e dell’ambiente, con specifico riferimento al patrimonio storico, alla geometria descrittiva e alle relative applicazioni, come strumento per la corretta interpretazione grafica del costruito, nonché alla modellazione digitale e infografica, intesa quale sistema per la lettura e la visualizzazione multimediale della realtà. Costituiscono ambiti privilegiati di ricerca il patrimonio architettonico storico del bacino mediterraneo, specie quello campano, nonché l’architettura islamica.

È membro dell’UID (Unione Italiana Disegno).