

Deep Learning-Optimized Monocular Navigation for Autonomous Rendezvous and Proximity Maneuvers in Small Satellite Missions

Original

Deep Learning-Optimized Monocular Navigation for Autonomous Rendezvous and Proximity Maneuvers in Small Satellite Missions / Lovaglio, Lucrezia; Stesina, Fabrizio. - (2025), pp. 459-464. (2025 IEEE 12th International Workshop on Metrology for AeroSpace Napoli (Ita) 18-20 June, 2025) [10.1109/MetroAeroSpace64938.2025.11114522].

Availability:

This version is available at: 11583/3002697 since: 2025-09-01T14:29:17Z

Publisher:

IEEE

Published

DOI:10.1109/MetroAeroSpace64938.2025.11114522

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

IEEE postprint/Author's Accepted Manuscript

©2025 IEEE. Personal use of this material is permitted. Permission from IEEE must be obtained for all other uses, in any current or future media, including reprinting/republishing this material for advertising or promotional purposes, creating new collecting works, for resale or lists, or reuse of any copyrighted component of this work in other works.

(Article begins on next page)



Quaderni di Storia della Costruzione 2

Scale e risalite nella Storia della Costruzione in età Moderna e Contemporanea

a cura di Valentina Burgassi, Francesco Novelli, Alessandro Spila
Construction History Group - Politecnico di Torino DAD

Il tema delle scale (e delle loro controparti contemporanee, quali scale mobili, ascensori, rampe), affrontato alle sue radici dall'indimenticato convegno internazionale che si svolse a Tours nel 1979 (edito in "L'escalier dans l'architecture de la Renaissance", Picard 1985), poi dal più recente "L'Escalier en Europe 1450-1800. Formes, Fonctions, Décors" (dir. Gady, 2016), vuole essere approfondito, secondo la logica del cantiere e delle tecniche, dall'età moderna a quella contemporanea, in questo secondo volume dei Quaderni di Storia della Costruzione edito dal Construction History Research Center del Politecnico di Torino.

Il volume in oggetto prende le sue mosse dalla due giornate di studi sul tema di "Scale e risalite nella Storia della Costruzione in età Moderna e Contemporanea" (Politecnico di Torino, 17-18 febbraio 2022) e qui mette a sistema ricerche che riguardano la costruzione delle scale attraverso un più ampio respiro a livello nazionale ed internazionale: dalla presentazione di singoli casi - eccezionali o anche ordinari - analizzati nella loro consistenza costruttiva, all'analisi di tipi costruttivi ripetuti, quali le scale palladiane o le "geometric staircases"; dal rapporto tra scale e risalite e l'uso di determinati materiali (la pietra, il ferro, il cemento armato, etc), alle conseguenze costruttive dell'impiego di determinate forme. Nel volume si portano inoltre all'attenzione sistemi storici di calcolo, verifica ed evoluzioni normative nel rapporto che questi hanno avuto con le pratiche del costruire. La "fine della scala" e la sua sostituzione, o il suo affiancamento con altri sistemi di risalita - con ciò che comporta in termini di macchinari e impianti, in una prospettiva storica - è un altro tema suscettibile di esplorazioni in questo volume.

Quaderni di Storia
della Costruzione
n. 2/2022

Quaderni di Storia della Costruzione 2

**Scale e risalite nella
Storia della Costruzione
in età Moderna e
Contemporanea**

a cura di Valentina Burgassi, Francesco Novelli, Alessandro Spila
Construction History Group - Politecnico di Torino DAD

Quaderni di Storia della Costruzione è una collana di ricerche promosse dal Construction History Group PoliTo DAD con l'obiettivo di diffondere studi riguardanti la storia della costruzione in età moderna e contemporanea, fondata nel 2021.

Eventuali proposte editoriali devono essere inviate alla Segreteria Scientifica del Construction History Group (CHG) presso il Dipartimento di Architettura e Design, Viale Mattioli 39, 10125 – Torino (Italia) o in alternativa all'indirizzo di posta elettronica chg@polito.it e valentina.burgassi@polito.it

Gli scritti saranno valutati dal Consiglio Direttivo CHG e dal Comitato Scientifico che, ogni volta, sottoporranno i testi a *referees* secondo il criterio del *blind peer review*.

La collana rispetta il codice etico e di condotta come stabilito dal Committee on Publication Ethics (COPE). Il codice etico è riportato sul sito <http://constructionhistorygroup.polito.it>

ISBN: 978-88-85745-88-9



Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione Non commerciale 2.0 Generico

Quaderni di Storia della Costruzione
n. 2/2022

Collana del Centro di Ricerca / Series of the Research Center
Construction History Group
Dipartimento di Architettura e Design - Politecnico di Torino

Consiglio direttivo 2022 / Executive committee 2022

Maria Luisa Barelli
Carla Bartolozzi
Valentina Burgassi
Edoardo Piccoli
Mauro Volpiano

Comitato scientifico 2022 / Scientific committee 2022

Carmen Andriani	Alberto Grimoldi
Paola Barbera	Tod Marder
Marco Giorgio Bevilacqua	Paolo Mellano
José Calvo Lopez	Valérie Nègre
Claudia Conforti	Marco Rosario Nobile
Vilma Fasoli	Stefano Piazza
Sabine Frommel	Giulio Ventura
Adriano Ghisetti Giavarina	Arturo Zaragoza Catalán

Progetto grafico ed impaginazione / Graphic design and Layout

Celia Izamar Vidal Elguera

Comitato Editoriale / Editorial committee

Margherita Antolini
Valentina Burgassi
Celia Izamar Vidal Elguera

Curatori del numero / Editors

Valentina Burgassi
Francesco Novelli
Alessandro Spila

Copertina / Cover

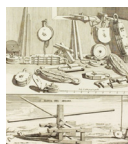
Scale a pozzo di palazzo Barberini, Roma
Fotografia di Marisa Tabarrini, 2022

L'editore è a disposizione degli eventuali detentori di diritti che non sia stato possibile rintracciare.



**Politecnico
di Torino**

Dipartimento
di Architettura e Design



Construction
History
Group
CHG PoliTo

indice

Prefazione

- 13 Valentina Burgassi, Francesco Novelli, Alessandro Spila

Introduzione

- 21 Michele Bonino

Scale a sbalzo e scale sospese

- 29 *Introduzione. Costruire scale a chiocciola in pietra nell'Italia meridionale e in Sicilia tra XV e XVII secolo: uno stato della questione*
Marco Rosario Nobile
- 41 *Per scala commodas: sistemi costruttivi di risalita delle torri campanarie lungo le sponde del lago d'Orta (XI e XII secolo)*
Ilaria Papa
- 61 *Perizia tecnica costruttiva nei monasteri cistercensi tra XII e XIII secolo: scale dei monaci e di servizio*
Silvia Beltramo
- 83 *La tecnica costruttiva delle scale a chiocciola nel Medioevo: scale a volta gettata, a gradino portante ed a Vis de Saint-Gilles*
Rinaldo D'Alessandro
- 103 *Il caracol quadrato in Sicilia (XVI secolo)*
Emanuela Garofalo
- 117 *Scale a sbalzo a tutt'alzata in uso in Piemonte nel Sei-Settecento*
Edoardo Piccoli
- 135 *Da scaloncino a scalone. La scala sospesa su volta del palazzo Fragneschi a Cremona fra Sette e Novecento*
Alberto Grimoldi, Angelo Giuseppe Landi
- 153 *Tra funzione strutturale e rappresentazione architettonica: due scale di Alessandro Antonelli*
Cesare Tocci
- 163 *Scale a sbalzo in lastre di marmo a Torino nei primi decenni del Novecento*
Maurizio Gomez Serito, Edoardo Piccoli, Giulio Ventura

Implicazioni costruttive negli scaloni di rappresentanza in età moderna

- 185** *Introduzione. Le Scale devono avere "...molto lume, chiaro & abbondante..." (V. Scamozzi, I, III, XX, 316, 30)*
Claudia Conforti
- 201** *"Decoro" e necessità di "lume": comporre le facciate e illuminare le scale maggiori nel Rinascimento*
Sergio Bettini
- 221** «Una schalla [...] fatta chon gran spesa». *Lo scalone del castello di Udine progettato da Giovanni da Udine: materiali, tecniche e pratica di cantiere*
Federico Bulfone Gransinigh
- 243** *Lo scalone a pozzo quadrato "alla moderna" di palazzo Barberini a Roma nel contesto europeo*
Marisa Tabarrini
- 265** *Lo scalone d'onore nell'architettura civile in età barocca a Torino. Il caso di palazzo Birago di Borgaro*
Maria Concepción López González, Roberta Spallone, Marco Vitali, Fabrizio Natta, Enrico Pupi
- 285** *Costruire in pietra da taglio a Malta in età moderna. La scala della Biblioteca della Valletta*
Armando Antista
- 301** *The Inquisition Palace staircase in Birgu by Carapēcchia (18th century): architecture and construction under the Order of St. John of Jerusalem*
Valentina Burgassi
- 319** *L'impiego delle strutture colonnari negli scaloni dei palazzi nobiliari del Settecento: la scala di palazzo Butera a Palermo (1760-1765 c.)*
Stefano Piazza, Gaia Nuccio
- 339** *Le due scale triangolari di palazzo Barberini. Tipologia, costruzione e ibridazione dal Pantheon al Barocco*
Alessandro Spila

- 359 *Dalla conversazione alla costruzione: la scala della Rotonda di Borgovico tra modelli, progetto e cantiere*
Marica Forni
- 379 *Tre architetti, un sovrano e uno scalone. Dispute strutturali e formali in merito al nuovo scalone del castello di Moncalieri (1816-1820)*
Paolo Cornaglia
- Scale e risalite tra Ottocento e Novecento**
- 391 *Introduzione. Non tutti imbecilli*
Gabriele Neri
- 397 *La Chiesa di Sant'Eusebio a Camagna Monferrato: percorsi ascensionali verso la cupola e il lanternino di Crescentino Caselli*
Carla Bartolozzi, Francesco Novelli
- 417 *L'evoluzione della distribuzione verticale e il cemento armato nella fabbrica industriale del primo Novecento*
Rossella Maspoli
- 439 *Scale e risalite verso "l'azzurro del cielo" nelle architetture-monumento dei protagonisti dell'architettura del Novecento italiano*
Gentucca Canella, Tanja Marzi
- 461 *La risalita all'Ottagono di Simon Mago nella Basilica di San Pietro in Vaticano: dalla chiocciola michelangiolesca all'ascensore degli anni Duemila*
Valentina Florio
- 475 Abstracts

Scale a sbalzo *a tutt'alzata* in uso in Piemonte nel Sei-Settecento

Edoardo Piccoli

Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design

Bizzarro e straniante, come sottolinea M. R. Nobile in questo stesso volume, è lo scoprire cose note, semplicemente mutando il punto di vista. La scala a gradini in pietra semplicemente incastrati nel muro a un'estremità è tra le forme più elementari di risalita, tanto che la data di una sua invenzione non è possibile definirla¹. Tralasciando le forme di applicazione più antiche o dell'architettura vernacolare, ci interessiamo qui alla realizzazione di scale a sbalzo in un periodo e area geografica determinati - il Piemonte di antico regime - e all'interno di edifici di una certa rilevanza, dove la realizzazione di queste strutture si è intrecciata con il desiderio di ottenere un dato risultato funzionale ed estetico e insieme di sperimentare un modo di costruire, portando alle sue logiche conseguenze l'impiego di un determinato materiale o di una tecnica costruttiva ritenuta meritevole di ulteriori sviluppi.

Anche se non intendiamo dare alla nostra rassegna una dimensione prevalentemente autoriale la figura dell'architetto-ingegnere, nei casi che abbiamo utilizzato per costruire una prima, elementare, serie, è bene identificabile, a vantaggio di un ancoraggio delle nostre osservazioni all'interno di coordinate storiche già note.

I. Guarini-Carignano

Intorno al 1680 Guarino Guarini, dopo avere valutato disegni alternativi, sceglieva il tipo della scala «vacua e sospesa»², cioè con gradini a sbalzo incastrati nei muri d'ambito, per le due scale ovali che attraversano in verticale il palazzo Carignano con uno sviluppo di quasi trenta metri e oltre 180 gradini ciascuna (fig. 1). Sono scale che pare riduttivo definire "segrete" o di servizio: occupano un vano di ben 4 x 4,50 metri e per impegno costruttivo e impatto visivo portano con sé la memoria di strutture importanti che Guarini poteva avere visto di persona, oltre che nei trattati: quelle palladiane³ (la più famosa essendo quella del convento della Carità a Venezia, «la quale riesce mirabilmente», riferisce lo stesso Palladio; fig. 7), e quelle di numerosi altri palazzi e ville del Seicento italiano, da Roma a

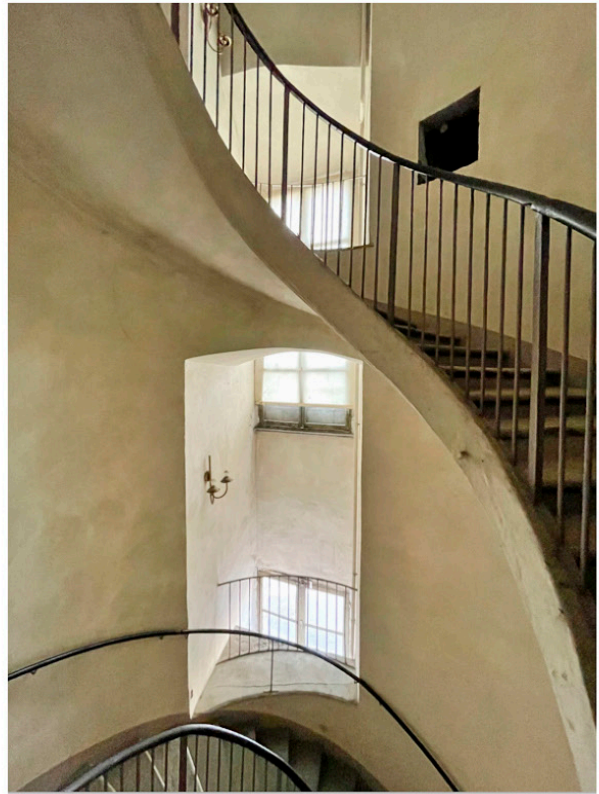
¹ Si veda l'esemplare rassegna in RAMIREZ *et al* 2001, p. 77 e ss. Campbell e Tutton individuano la "invention of the cantilevered stair" nell'architettura greca arcaica: CAMPBELL TUTTON 2014, pp. 17-18. Ancora su questo tema, ma in area mediterranea: BARES ANTISTA 2013 (e in particolare il saggio di M. M. Bares a pp. 73-98). Un'ampia disamina dell'evoluzione della scala coclide nell'Italia di età moderna è in TABARRINI 2008, pp. 79-121 (in part. pp. 86 e ss.). Sulle scale palladiane, vedi *infra*, note 19-20.

² Espressione dello stesso Guarini (GUARINI 1737, p. 68). Sul cantiere di palazzo Carignano, è ancora di attualità LANGE 1970.

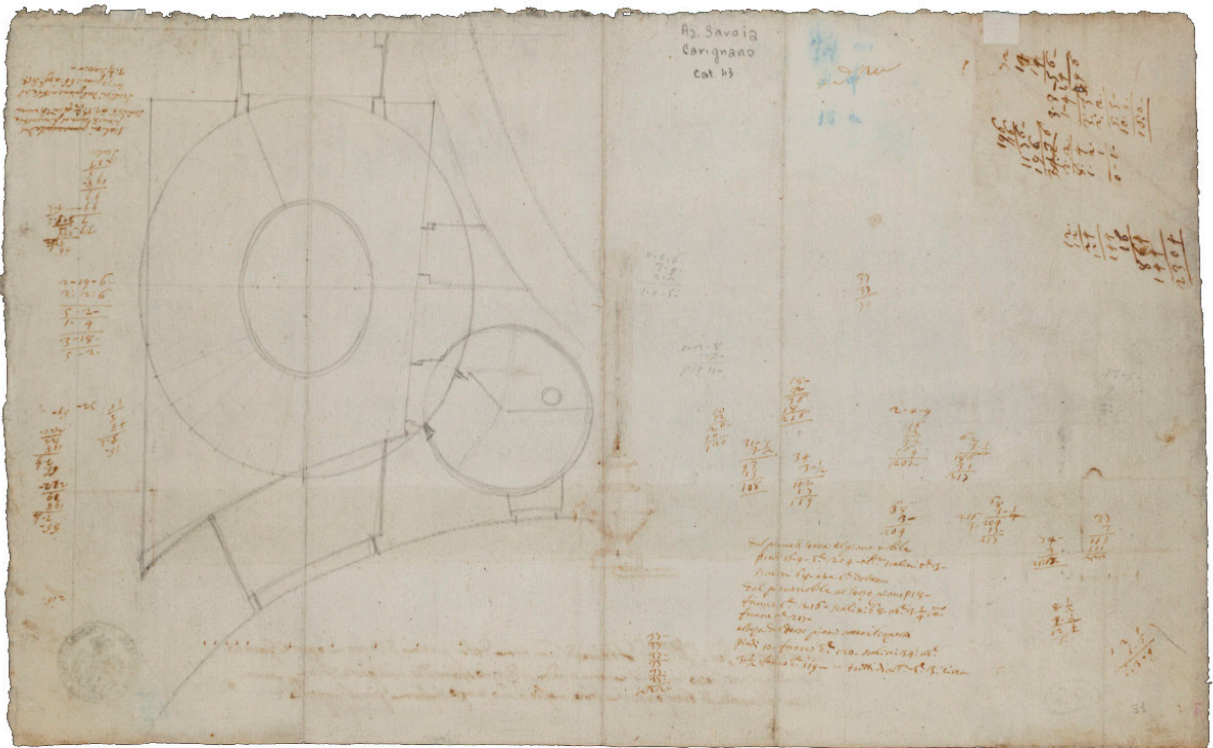
³ PALLADIO 1570, libro 1, p. 61. Anche la scala di Chambord, nella versione disegnata da Palladio, è una scala a sbalzo "vacua nel mezzo", tanto che Palladio disegna la penetrazione nei pianerottoli nel muro perimetrale; *ibid.*, p. 64-65.



[1.1.]



[1.2.]



[1.3.]

Verona. Con questa scelta, Guarini dimostrava la sua propensione a far avanzare il progetto combinando nel medesimo edificio tipi costruttivi diversi. Se dal punto di vista formale l'ellissi delle due scale secondarie dialoga con le curve dello scalone principale, infatti, nessun rapporto lega le due strutture. Lo scalone si eleva seguendo un principio costruttivo piuttosto consueto, con scalini posati su volte rampanti, e la sua curva si svela a poco a poco con contrasti di luce e ombra; la scala ovale, invece, sale grazie allo sbalzo dei suoi gradini, attorcigliandosi in un vano vertiginoso, tutto attraversabile con lo sguardo e caratterizzato da una luce diffusa.

Ancora una volta, questo architetto arrivato da lontano sembra in grado di scuotere le abitudini dei costruttori locali. Intorno al 1680 le scale a sbalzo in pietra erano comuni in Italia e di certo, anche in Piemonte ne erano state già messe in opera alcune: a quanto ci è noto, tuttavia, non se ne erano ancora state realizzate di così ambiziose.

II. Juvarra-Superga

Filippo Juvarra è noto soprattutto per i suoi maestosi scaloni di rappresentanza, emblema della transizione «from stair to stairwell», tema sui cui hanno scritto parole illuminanti W. Oechslin e, di recente, R. Caterino⁴. Queste grandi strutture seguono criteri di *firmittas* che portano all'uso di solidi pilastri, volte e colonnati a sorreggere le rampe. Juvarra tuttavia conosce bene anche le scale a sbalzo e sembra prediligere per la costruzione di scale a chiocciola, tanto che ne mette in opera diverse (figg. 2, 9, 12): non meno di cinque, circolari, si trovano a Superga; due di forma ellittica sono realizzate a Stupinigi⁵. Altre di piccolo diametro si trovano a Venaria, e nella chiesa torinese di San Filippo (dove sono inserite all'interno dei contrafforti più prossimi alla facciata); altre ancora, forse, ne esistevano nello scomparso complesso del Sant'Andrea a Chieri⁶. Le *istruzioni* juvarriane degli anni Venti e Trenta relative a queste strutture mostrano una piena padronanza delle conoscenze necessarie alla loro realizzazione. Anche se non vi vengono definite, se non di sfuggita, le operazioni necessarie alla messa in opera, sono ben specificate le variabili che incidono sulla qualità e solidità del risultato finale: la profondità dell'incastro nel muro, la forma e le dimensioni minime dei gradini, la provenienza del materiale lapideo.

Osserviamo le scale circolari della Basilica di Superga. Quattro scale di piccolo diametro sono ricavate nei massicci murari: portano dal piano della chiesa all'organo, ai coretti, e fin su alla cupola. Una di

Fig. 1. *Palazzo Carignano*, Torino, scala ovale Sud. Veduta generale [1.1, fotografia dell'autore], intersezione tra la scala e le finestre del piano nobile con ponte murario per l'incastro dei gradini [1.2, fotografia dell'autore]; studio del Guarini con inserimento della scala nel massiccio murario compreso tra la facciata curva e lo scalone (1.3, Archivio di Stato di Torino, Az. Savoia Carignano, cat. 43; già Lange 60).

⁴ OECHSLIN 1983, CATERINO 2018.

⁵ Ringrazio l'arch. Valdemariano, della Fondazione Ordine Mauriziano, per avermi concesso di osservare con attenzione le due scale di Stupinigi, una delle quali è stata consolidata negli anni 1990 (SOPRINTENDENZA 1989).

⁶ CARBONERI 1992; ROGGERO BARDELLI 1995.

Fig. 2. Scale a sbalzo juvarriane alla Basilica di Superga. Quella verso il piano nobile del convento [2.1, fotografia M. Gomez Serito] è una delle più ampie scale a sbalzo realizzate nel Piemonte di antico regime (sbalzo cm. 130); nel disegno juvarriano di progetto (2.2, Archivio di Stato di Torino, Carte topografiche e disegni, Palazzi Reali, Superga, m. 2) si notano sia lo scalone inserito nel basamento del campanile Sud, sia due delle quattro scale a chiocciola minori inserite nei massicci murari alle estremità dell'edificio; la fig. 2.3 mostra quella, absidale, di collegamento con la tribuna dell'organo.

queste si sviluppa in un vano rimasto interamente al rustico, così che tutti i particolari della lavorazione e messa in opera sono leggibili con chiarezza (fig. 10): vi faremo riferimento nel paragrafo successivo. La quinta scala, nobile e ampia, è assimilabile a quelle di palazzo Carignano anche se è destinata a superare un solo dislivello, di circa 7 metri, tra l'ingresso al convento e il piano nobile (sul lato opposto, assolve a questa funzione lo scalone di rappresentanza). Juvarra utilizza il basamento di forma circolare del campanile, incastrandovi i gradini, e la realizzazione a sbalzo conferisce alla struttura una peculiare eleganza, esaltata dal grande vuoto centrale e dall'esilità dei 46 gradini in serizzo.

III. Vittone-Montanaro

L'ampia rassegna tipologica di scale pubblicata da Vittone nei volumi delle *Istruzioni* è tra le più citate nelle pubblicazioni moderne⁷. Il Vittone ha anche una notevole esperienza di costruttore e ha messo in opera scale ingegnose e assai diverse tra loro, contraddistinte dall'economia dei materiali e delle decorazioni, e dalla ricerca di luminosità per il vano di risalita. Tra le sue scale a sbalzo la più originale è forse quella, a forma lenticolare, dell'ospizio dei catecumeni di Pinerolo, dove l'architetto prende a modello una delle scale del cosiddetto "palazzo francese" guariniano; ma un esempio per altri versi significativo è quello della scala dell'imponente campanile di Montanaro, del 1769-1771, (completata dall'allievo Mario Ludovico Quarini dopo la morte di Vittone)⁸ (fig. 3). Pur considerando che quella di Montanaro è una vera e propria torre civica, con requisiti di solidità e decoro, installarvi una scala circolare in pietra di queste dimensioni non costituiva una scelta scontata, e lo dimostrano, in Piemonte, le scale scavate nei muri d'ambito o poggiate su archi rampanti delle torri di grande altezza progettate da Benedetto Alfieri o dal più "locale" costruttore e architetto Ludovico Bò⁹. La scala a sbalzo di Montanaro, che si eleva in un vano non intonacato, porta i segni di rotture e riparazioni di fortuna. La documentazione d'archivio che la riguarda testimonia, inoltre, di ripensamenti e adattamenti effettuati già durante la costruzione, per ovviare a difetti di fornitura dei gradini e al cambio di pendenza nel tratto superiore, più ripido (fig. 3.2). Si tratta di indizi che dichiarano l'appartenenza di questo tipo di costruzione al cantiere murario, caratterizzato dall'approssimazione, piuttosto che a quello stereotomico, governato dalla precisione. Se ne discuterà più oltre.

⁷ VITTORE 1760, tavv. 78, 79, e pp. 453-460. Il repertorio vittoniano trova spazio nel numero monografico di Daidalos, *Treppen/Stairs* (Daidalos, Vol.3, No. 9, Sept. 1983) e anche nella rassegna *Stair* (TRÜBY et al 2014), presentata alla Biennale di Venezia.

⁸ BARTOLOZZI NOVELLI 2021.

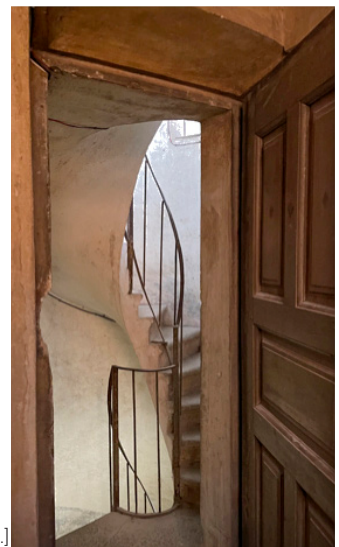
⁹ Per il campanile di S. Gaudenzio a Novara, cfr. BELLINI 1978; Per le torri campanarie di Valperga e San Maurizio Canavese, BALMA MION 2007. A Montanaro, il progetto iniziale (1769) prevedeva una scala in pietra solo nella parte inferiore; al di sopra della quota dei tetti della Casa comunale, le istruzioni iniziali prescrivevano una scala con travetti di rovere "infixi nelle muraglie, e ripiani di assi" (Archivio storico del comune di Montanaro, mazzo 309; *Calcolo della spesa* del 26 agosto 1769). L'intera scala fu poi realizzata in serizzo.



[2.1.]



[2.2.]



[2.3.]



[3.1]

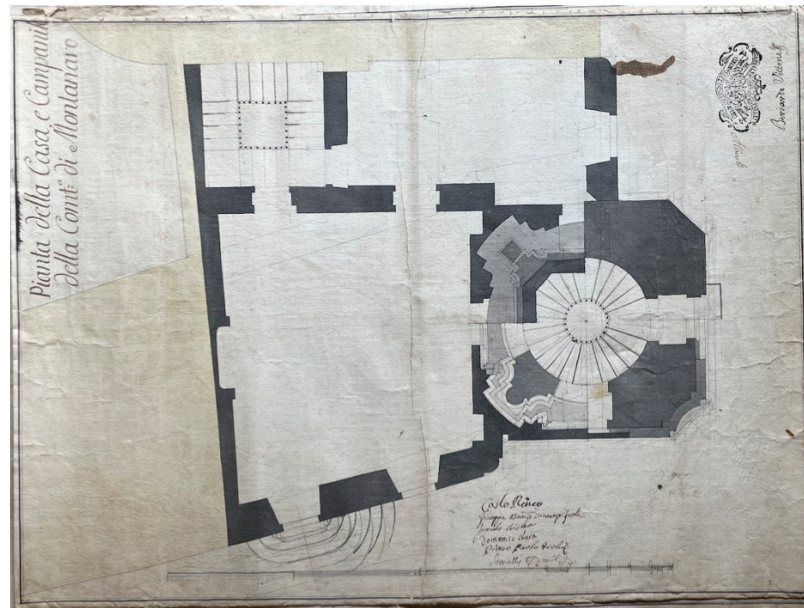


[3.2]



[3.3]

Fig. 3. *Torre Campanaria*, Montanaro (TO), scorcio della scala a sbalzo (3.1) realizzata su progetto di B. A. Vittone nel 1769-1772. Nella parte conclusiva la scala si fa più ripida, e i gradini in serizzo "slittano" avvicinandosi tra loro per adattarsi al cambio di pendenza (3.2); in corrispondenza di una delle aperture si nota la testata non lavorata dei gradini, per la parte destinata all'incastro murario. Questi gradini sono mantenuti in posizione da un binario metallico di inserimento più recente (3.3). In basso, il disegno (B. Vittone; Archivio storico comunale, Montanaro) di contratto per la torre, innestata sulla casa comunale; la scala a rampe rettilinee a sinistra, realizzata, presenta una struttura in archi rampanti laterizi [fotografie dell'autore].



[3.4]

IV. Piacenza-Venaria

La scala a rampe parallele è nel Piemonte di età moderna raramente eseguita a sbalzo. Sia Juvarra sia Vittone prediligono, per le loro scale a rampe rettilinee, strutture ad archi rampanti in mattoni, e anche la celebre scala "delle forbici" al palazzo Reale di Torino, esibizione di bravura costruttiva e decorativa, sale appoggiandosi su slanciati archi laterizi. In effetti, una rampa rettilinea a sbalzo è intrinsecamente più fragile di una rampa equivalente in curva: come osserva Breymann, «a parità di condizioni le rampe a spirale [sono] maggiormente resistenti di quelle rette; anche perché la forma cuneiforme assicura agli scalini una superficie di presa nel muro in proporzione molto maggiore»¹⁰.

È quindi di particolare interesse la cosiddetta scala "del Piacenza" a Venaria Reale, del 1785-88: una scala a rampe rettilinee, dalla salita agevole e comoda (figg. 4, 5), caratterizzata da pianerottoli intermedi sottili e tondeggianti, che sporgono a mo' di balcone sul vano scala. Questa struttura rispondeva a un programma funzionale e simbolico complesso: il suo sviluppo è notevole (quattro piani di 154 alzate per la parte a sbalzo, più la discesa all'interrato con rampe su volte), e rilevante era anche il suo compito, di servire nuovi appartamenti destinati ai principi, posti ai piani superiori della Reggia. Si spieghino così la sua forma, la sua collocazione in una gabbia luminosissima e aperta, e la particolare cura nella progettazione, basata sull'assottigliamento di tutti gli elementi lapidei, su ampie aperture praticate nei muri di sostegno e su ringhiere in ferro decorate, oggi scomparse.

È un vero peccato che di questa interessante struttura non si siano conservati disegni o istruzioni¹¹. L'architetto Piacenza era considerato "très versé dans la phisque" (Rondelet)¹², e non è irragionevole pensare che l'elemento più originale di questa scala dal punto di vista costruttivo, ovvero l'armatura a barre metalliche posta a presidio di rampe e ripiani¹³, fosse l'effetto di precoci preoccupazioni "scientifiche" rispetto alla sicurezza di questa tipologia, che era soggetta, come si dirà altrove in questo volume, a rotture fragili e improvvise. La scala, parzialmente crollata nel periodo di abbandono della reggia e depredata delle ringhiere originali, ha subito un restauro all'inizio del XXI secolo che se l'ha salvata, lo ha fatto a un prezzo pesante, sottraendole qualsiasi carattere di eccezionalità e arditezza.

¹⁰ BREYMANN 1926, p. 306.

¹¹ Negli ultimi anni dell'antico regime, lacune importanti caratterizzano la documentazione dei cantieri reali sabaudi. Del cantiere della scala "del Piacenza" sono finora emerse soltanto alcune lettere riguardanti il progetto della ringhiera in ferro, scambiate tra l'intendente dell'Azienda e il misuratore Mosso, a Venaria, nel dicembre 1788 - gennaio 1789 (AST, Corte, Archivio Azienda Fabbriche e Fortificazioni, Registro lettere della Provincia di Torino, 1786 in 1789). Sull'architetto Piacenza, cfr. il saggio di P. Cornaglia in questo stesso volume.

¹² MIDDLETON BAUDOUIN-MATUSZEK 2007, p. 307.

¹³ Vi è un altro caso segnalato in letteratura. Giovanni Brino analizza (BRINO LUPO 2018, pp. 51-69) una scala a sbalzo a rampe parallele alla Cavallerizza di Torino, risalente ai decenni centrali del Settecento. Questa scala è stata dotata ex-post, forse nel sec. XIX, di barre metalliche di rinforzo all'intradosso, ma non pare sia stata costruita in muratura armata fin dall'origine.

Fig. 4. *Reggia di Venaria Reale*, scala detta "del Piacenza", 1788-89, stato precedente ai restauri [fotografia e schizzo dell'autore, 1999]. In evidenza (4.2) la griglia di barre in ferro di sostegno della rampa e di ancoraggio della balaustra, depredata negli anni di abbandono del complesso; particolare dell'attraversamento di un vano nel muro di sostegno (4.3), con barre metalliche sovrapposte e sottoposte ai gradini; lo snello profilo triangolare dei gradini a sbalzo (4.4).

Le scale *a tutt'alzata* in uso in Piemonte nel Sei-Settecento. Caratteri ricorrenti.

«Di pietra fannosi le scale in diverse foggie, fra le quali v'hanno principalmente quelle, che restano, come si suol dire, sospese in aria (...). Constanò esse di gradini intieri in pietra infissi per una sol parte nel muro in modo, che vengono successivamente a formarsi piano, ed appoggio, e così a sorreggersi l'un l'altro»¹⁴.

«Di questa maniera di scale, se ne veggono non poche in Italia; si come di là dai monti le usano molto più»¹⁵.

Tutte le scale sopra esaminate presentano, per chi intende analizzarle a fondo la costruzione, alcuni tratti originali e unici, e alcuni punti oscuri: la loro osservazione comparata, tuttavia, ci consente di identificare diversi caratteri ricorrenti.

La prima osservazione riguarda i loro elementi primari, i gradini. Quasi tutte le scale in pietra a sbalzo del Sei-Settecento a noi note, e tutte quelle sopra descritte, sono del tipo detto "a tutt'alzata"¹⁶, cioè a gradini monolitici e massicci, incastrati nel muro a una estremità, e caratterizzati in sezione da un profilo grossolanamente triangolare, così da incorporare l'alzata. Non parliamo quindi di scale in stereotomia formate da conci, come le scale francesi dove lo sbalzo è raggiunto tramite strutture ad arco realizzate tramite l'assemblaggio preciso di *voussoirs* (valgano come esempi, tra i tanti, la scala dell'Osservatorio di Claude Perrault, realizzata in contemporanea a quelle di palazzo Carignano (fig. 6); o lo scalone a giorno dell'abbazia della Couture a Le Mans, contemporanea alle costruzioni del Vittone)¹⁷. Né tanto meno si tratta di costruzioni da mettere in rapporto con i virtuosismi costruttivi del gotico mediterraneo o settentrionale (ad esempio la scala dell'opera della cattedrale di Strasburgo, ammirata da Scamozzi¹⁸; o le scale di cui riferiscono altri saggi e autori in questo volume). Niente di così complesso è realizzato in Piemonte lungo tutta l'età moderna. Si tratta, invece, di strutture più semplici, che proponiamo di mettere in rapporto con un altro modello, quello palladiano. Com'è noto, Palladio oltre a presentare, e lodare, le scale "vacue" - ovvero prive di supporti centrali - nel suo trattato, ne realizza una elegantissima e ampia, di forma ovale, al convento della Carità a Venezia¹⁹ (fig. 7). Proprio sulla scorta del trattato del 1570, che le conferiva una patente di nobiltà incontestata, questo tipo di scala ha conosciuto una rapida diffusione in Italia ed Europa, dove si è affermata in particolare modo in Inghilterra, dopo che Inigo Jones

¹⁴ VITTORE 1760, p. 460.

¹⁵ SCAMOZZI 1615, Parte I, p. 315. Scamozzi dedica alle scale due brani del suo trattato, entrambi rilevanti: Parte I, pp. 312-317; e Parte II, pp. 311-314.

¹⁶ L'espressione "a tutt'alzata" è utilizzata correntemente nel secolo XVIII in Piemonte; si mantiene nella lunga durata fino al Novecento. Nel lessico delle istruzioni juvarriane i gradini a tutt'alzata sono distinti dai gradini a lastra, a volte detti "a semplice cordone" (caratterizzati da una terminazione a tondino). La messa in opera di scale a sbalzo a semplice lastra in pietra e alzata laterizia (come sarà poi la norma nel secolo XIX) è da considerarsi rara nel Piemonte di antico regime, e limitata a scale molto piccole (per esempio, la scala del campanile della confraternita di S. Maria degli Angeli di Chivasso, progettata dal Vittone nel 1739 e realizzata intorno al 1750).

¹⁷ Sulle scale in Francia, cfr. GUILLAUME 1985; PÉROUSE DE MONTCLOS 1982.

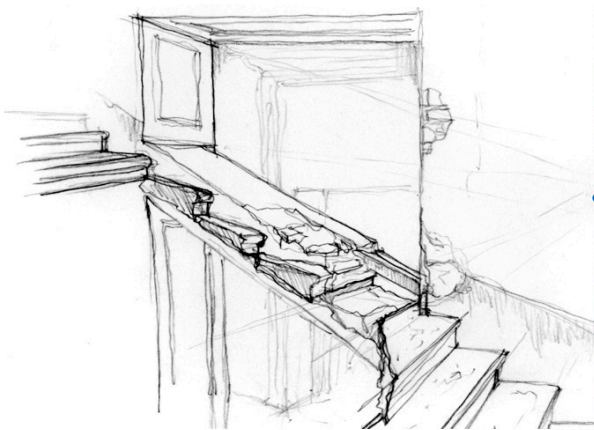
¹⁸ SCAMOZZI 1615, t. I, p. 315 ("nel Palazzo pubblico d'Argentina").



[4.1.]



[4.2.]



[4.3]



[4.4.]

ne mette in opera una nella Queen's House di Greenwich (circa 1635; fig. 8). Il suo esempio sarà ripreso da Christopher Wren (1705) che ne ha dato un'applicazione spettacolare nella *Dean's stair* di St. Paul's; e di lì in poi le applicazioni oltremarina saranno innumerevoli fino a fare della *geometrical staircase* un tipo propriamente all'inglese di scala di lusso e rappresentanza²⁰. Ma nel corso del Seicento anche le applicazioni italiane, seppure mai sofisticate come quelle inglesi,

¹⁹ PALLADIO 1570, p. 61-64; BASSI 1971; SDEGNO 2005, pp. 143 e ss.

²⁰ BLUTMAN 1967; CAMPBELL TUTTON 2014. Si noti che Jones disegna la scala della Carità dal vero nella sua copia del trattato palladiano, e la giudica con entusiasmo "extremely well executed" (BASSI 1971, tav. XXIII e p. 112).



[5.]

Fig. 5. *Reggia di Venaria Reale*, scala detta "del Piacenza", 1788-89, stato attuale. Il muro di spina che separa la scala dal corridoio di distribuzione è traforato da aperture a tutti i piani. Le ampie lastre ricurve dei pianerotoli sbalzano nei riposi intermedi. La scala è oggi sostenuta da una soletta in c.a. sottoposta ai gradini in serizzo [fotografia dell'autore].

sono state molto numerose, e non solo in area veneta²¹, come provano sia la sperimentazione romana sul tema della scala ovale²², sia la precoce diffusione del tipo a sbalzo in Lombardia: diffusione di cui testimonia la grande scala ovale, incompiuta, costruita negli anni Trenta del Seicento al palazzo Borromeo sull'Isola Bella. Ora, rispetto alla maggior parte di questi esempi le scale piemontesi appaiono piuttosto rozze e imperfette. Vediamo perché, e riassumiamone i caratteri ricorrenti.

Vi è innanzitutto una spiccata caratterizzazione data dal materiale. Nelle scale piemontesi a sbalzo, infatti, non si usano marmi o rocce calcaree, come nelle scale francesi o inglesi, ma i cosiddetti "serizzi", rocce granitiche come la pietra di Cumiana, o di Vaie²³. Per la difficile lavorazione di questo materiale, che «non si presta pei lavori fini»²⁴, i blocchi costituenti i gradini vengono lavorati solo all'estradosso; all'intradosso vengono soltanto sbazzati e preparati a ricevere una "imbottitura" a intonaco, volta a formare il soffitto, liscio o ondulato,



[6.]

della rampa (figg. 3, 9, 10). Il risultato ha anche un suo risvolto estetico: la superficie scabrosa e scura di alzate e pedate (a seconda delle forniture, il sarizzo assume tonalità che vanno dal grigio chiaro, al verde, al grigio scuro) contrasta con le lisce superfici in muratura, intonacate e imbiancate in modo da garantire una luminosità diffusa. Il risultato è spesso assai elegante, ma gli elementi essenziali della costruzione stereotomica, ovvero il taglio preciso della pietra e la sua "bellezza positiva" di materiale dominante, sono assenti.

Un'altra particolarità comune alle scale osservate riguarda il mutuo appoggio tra i gradini. Com'è noto ed è dichiarato nei trattati,

Fig. 6. Parigi, Observatoire, scorcio delle scale in stereotomia (XVII sec.) [fotografia Jean Valéro / CC BY-SA].

²¹ Valga l'esempio, piuttosto imponente anche per dimensioni, della scala di palazzo Maffei a Verona, realizzata negli anni Sessanta del Seicento.

²² TABARRINI 2008, pp. 79-121.

²³ Juvarra specificava nel 1733: "ò di Vaia o di Cumiana ò di altra parte" (vedi *infra*, nota 28). In effetti, ci risulta che la specifica località non fosse determinante, trattandosi di un tipo di pietra cavato in più località e con caratteristiche comparabili. La prossimità al cantiere o la disponibilità rapida di materiale potevano far pendere la bilancia in favore dell'una o dell'altra località di estrazione. Scarsi i cenni della bibliografia moderna su questo materiale, tra cui GOMEZ SERRITO 2005, pp. 223-232, p. 227. "Nelle architetture di Juvarra si può trovare la pietra di Vaie, che è una varietà di gneiss granitoide molto compatta (...)".

²⁴ ROGGERI 1867, p. 28. L'osservazione riguarda qui proprio la pietra di Cumiana, prescritta nei capitolati di diverse scale juvarriane.

Fig. 7. *Convento della Carità (Gallerie dell'Accademia)*, Venezia, scala a palladiana a sbalzo [fotografia dell'autore].



[7]

²⁵ Detto "riser rebate": TAYLOR 2006, pp. 32-34.

²⁶ Questo modo di procedere si prestava anche a correggere errori di lavorazione, e ad assecondare piccoli cambiamenti di pendenza della scala. È quanto pare sia accaduto a Montanaro, dove si era verificato che i gradini non si accostavano perfettamente e il capomastro ebbe a chiedere un sovrappiù di dieci soldi a gradino per "li otturamenti o sia imbotimenti alla scala del campanile a cagione delli gradini della detta scala non erano di tutt'alzata"; Archivio storico del comune di Montanaro, mazzo 309; BATTAGLIO 2000, p. 97.

²⁷ FORMENTI 1895, tav. LXIV, LXV.

²⁸ Archivio di Stato di Torino, sez. Corte, Minutari Quirinale, mazzo 25, c. 258, Filippo Juvarra, 9 luglio 1733, "Istruzione per li scalini di sarizzo che vanno alla scaletta a lumaca senza anima / Li detti scalini saranno di sarizzo di buon colore e senza difetti e saranno ben martellinati a tutta perfezione. Saranno a tutta alzata con il suo cordone e quadretto e strombati (...); il detto sarizzo [sarà] o di Vaia, o di Cumiana, o d'altra parte che sia sodo e perfetto. (...) Saranno provvisti con tutta quella sollecitudine che sarà possibile per motivo che si doveranno mettere in opera mentre si fa la muraglia, nò[n] potendosi aspettare al fine».

²⁹ "Che le finestre nella Scala a tromba, e che ascende si rincontrino ne' riposi (...), [e] che non rompino l'ordine esteriore (...), onde le finestre delle Scale non si faranno mai verso le facciate, quando le medesime potessero appor-targli sconcerto". GUARINI 1737, p. 69.

si tratta di un requisito essenziale per assicurare la collaborazione tra i diversi elementi, e la trasmissione verso il basso di una parte dei carichi. Nelle *geometrical staircases* (e negli esempi palladiani) il contatto viene assicurato dalla lavorazione accurata del filo inferiore dell'alzata, che nei casi più raffinati, come quelli inglesi, appoggia sul gradino inferiore grazie a un alloggiamento, una sorta di "dente"²⁵ (fig. 8). Al contrario, i gradini in pietra delle scale torinesi appoggiano tra loro in modo imperfetto o addirittura solo parziale. Può anche accadere che due gradini si tocchino soltanto per un breve tratto, prossimo all'incastro nel muro. In quel caso sono separati da uno spazio, di ampiezza variabile, "inzeppato" di frammenti di mattoni e malta (figg. 4, 9, 10). Sembra quindi che in alcuni casi i gradini siano messi in opera come vere e proprie mensole, poi messe a contatto tra loro da una muratura piuttosto incoerente, fatta di frammenti più o meno consistenti di mattoni, e destinata a essere nascosta dall'intonaco²⁶. Anche nelle scale meglio costruite, dove i blocchi si appoggiano gli uni sugli altri con maggiore conti-

nuità, il filo inferiore del gradino in serizzo resta impreciso, e una regolarizzazione del contatto, effettuata dall'intradosso con malta e calcinacci, è necessaria. Di conseguenza anche il fronte del gradino, l'alzata, viene il più delle volte rifinito con un sottile strato di intonaco, necessario a nascondere queste imperfezioni.

La scala piemontese, insomma, non si montava a secco, come un meccanismo di precisione, ma si costruiva, lavorando anche di cazzuola e di intonaco. Risalire alla esatta sequenza costruttiva di queste scale, e al tipo di impalcature e sostegni temporanei che le sorreggevano durante il cantiere resta in ogni caso un problema aperto: si trattava di questioni che venivano per lo più demandate all'impresa, e quindi mai registrate nelle *istruzioni* redatte dagli architetti. Dobbiamo attendere la fine dell'Ottocento per una completa trattazione a stampa di questi aspetti, nel trattato del Formenti²⁷, ma naturalmente la validità retrospettiva di indicazioni così tardive è limitata. Possiamo affermare che in linea di massima il montaggio dei gradini e dei pianerottoli sembra procedere in parallelo con la costruzione dei muri. Un riferimento esplicito sta in una istruzione juvarriana per una scala a chiocciola, nelle Segreterie di Stato a Torino: «si doveranno mettere in opera mentre si fa la muraglia, nò[n] potendosi aspettare al fine»²⁸. Ma la prudenza è d'obbligo nel trasformare questa indicazione in una norma assoluta: sappiamo che le massicce murature del Seicento e Settecento potevano sopportare diverse lavorazioni, e che spesso i muri erano segnati da predisposizioni "di attesa" (come gli incassi in corrispondenza dell'imposta delle volte) anche profonde.

Un ulteriore, caratteristico problema di queste scale è costituito dall'intersezione tra le rampe e i vani delle finestre. Si tratta di un impiccio che Guarini, nel suo trattato, raccomandava di evitare²⁹, ma che lui stesso non evita, collocando le scale di palazzo Carignano proprio dietro la facciata (fig. 1.2). In questi tratti, l'incastro dei gradini nella muratura ovviamente veniva a mancare. Occorreva allora realizzare dei ponti murari, sostenuti da archi, per consentire la continuità dell'incastro dei gradini. Si trattava però di strutture relativamente sottili, dove la rotazione dell'estremità del gradino richiedeva di essere ben contrastata. Si hanno così due accorgimenti, in seguito registrati anche dalla trattatistica ottocentesca: la realizzazione di un arco rovescio (da cui l'idea di Juvarra a Superga e del Piacenza a Venaria, di realizzare eleganti aperture in forma di "occhi" circolari, aperti verso le intercapedini luminose (figg. 11, 12), e la posa in opera di barre metalliche inclinate, nascoste dall'into-



[8.]

Fig. 8. *Queen's House*, Greenwich, scala detta "Tulip staircase" (I. Jones), con gradini accuratamente sovrapposti tramite un alloggiamento a L, che impedisce il mutuo scorrimento [©anhistorianabouttown.com].



Fig. 9. *Basilica di Superga*, Torino, scala di salita alla cupola: gradini in serizzo con appoggio imperfetto, assicurato da frammenti di mattoni e malta [fotografia dell'autore].



Fig. 10. *Basilica di Superga*, Torino, scala in vano non intonacato con gradini in serizzo; il monteante della ringhiera in ferro è "pinzato" tra due gradini, secondo una soluzione che potrebbe essere comune in scale curve di piccolo diametro [fotografia dell'autore].

³⁰ Così il Gelati: "essendo gli scalini di sbalzo a guisa di mensola, nel caso che una rampa attraversi un'apertura (...) si dovrà ricorrere (...) all'uso di robusti ferri che chiudano come in una morsa gli scalini" (GELATI 1899, p. 240). Per l'uso dell'arco rovescio, *ibid.*, pp. 95-97, e anche CURIONI 1870, pp. 217-221 e tav. X, fig. 115.

³¹ Il serizzo si mostra anche in questo un materiale resistente, in grado di sopportare queste lavorazioni e poco propenso a rottura, come mostrano i fori nei gradini nelle scale di palazzo Carignano, o di Stupinigi.

³² Rosso 1975, pp. 31-32. L'edificio è

naco, collocate in modo da bloccare in posizione i gradini nel loro percorso attraverso il vano dell'apertura³⁰ (figg. 3.3, 4.3). Soltanto in un caso è documentata fin dall'origine la posa di una vera e propria armatura in ferro per l'insieme della scala: si tratta della struttura progettata da G. B. Piacenza a Venaria Reale, dove una vera e propria graticola di barre in ferro era posta a presidio delle rampe e delle sottili lastre dei pianerottoli (fig. 4). L'intradosso dei gradini era lavorato con appositi incavi, che funzionavano da alloggiamenti, e il tutto era ricoperto dalla consueta "imbottitura" di malta e intonaco.

Tra gli altri dettagli meritevoli di analisi, vi sono i sistemi di montaggio delle ringhiere: questione delicata, dato che la soluzione più comune, che prevedeva la foratura del gradino e il fissaggio dei montanti con piombo (come si osserva a palazzo Carignano, a Stupinigi, e altrove) non poteva essere considerata ottimale, perché andava ad intaccare, con pericolo di rottura, l'elemento a sbalzo³¹. I montanti potevano, in alternativa, piegarsi a "L" intorno al gradino, in modo da aggrapparvisi senza forare la pietra (fig. 10). In quest'ultimo caso la ringhiera assume uno sviluppo vagamente tubolare, che le conferisce una certa rigidità: non si tratta tuttavia di una soluzione adatta a scale di grandi dimensioni.

Infine, l'entità dello sbalzo: è evidente che al crescere dell'ampiezza del gradino, crescevano sia le incertezze per la tenuta della struttura, sia l'ammirazione per la buona riuscita. Scamozzi scrive meravigliato di una scala a sbalzo viennese di sei piedi (circa 210 cm), ma nelle scale da noi esaminate l'ampiezza dei gradini fuori dal muro si attesta molto sotto questa misura, tra i 120 e i 130 cm (circa due piedi piemontesi e mezzo, misurati nella scala juvarriana di Superga): siamo molto lontani dai due metri di sbalzo che Antonelli raggiungerà negli anni 1840 al Collegio delle Province³² e, ciò che

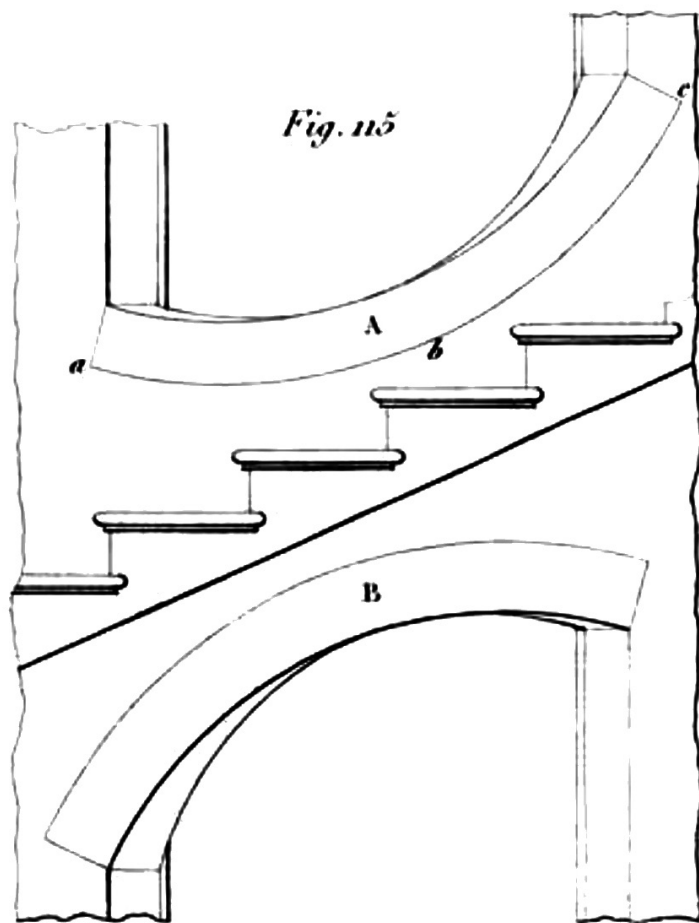


Fig. 11. Sistema ad archi dritti e rovesci per il superamento delle aperture in scale a sbalzo, secondo Giovanni Curioni (Costruzioni civili, stradali e idrauliche, 1870, tav. X).

[11.]

più conta, siamo al di sotto delle misure considerate accettabili, nel Sei-Settecento, per uno scalone di rappresentanza. Per raggiungere le misure degli scaloni d'onore dei palazzi torinesi e romani, insomma, era giocoforza utilizzare, se non un'anima piena centrale, degli archi e delle colonne come sostegni (come avviene per le scale ovali del Quirinale e di palazzo Barberini); mentre negli scaloni stereotomici francesi, il comportamento monolitico era assicurato dal perfetto ammorsamento dei conci. La scala a sbalzo era tagliata fuori da questa competizione, e per quanto possa farsi ardita ed elegante, resta per tutto questo periodo un dispositivo "di funzione", o di servizio. A ciò si aggiunga che neppure l'uso di balaustre in pietra era praticabile: il ricorso a ringhiere leggere in ferro era necessario, per evitare di caricare l'estremità dei gradini con un peso eccessivo³³. Vi sarebbero altre variabili da tenere in conto nella valutazione di queste costruzioni. Ad esempio, la profondità dell'incastro nel muro, variabile tra i 12,5 (tre once piemontesi) e i 35 cm. nei casi settecen-

stato demolito. La misura dello sbalzo antonelliano (oltre 2 metri) è resa ancora più significativa dalla forma della scala, a rampe rettilinee. Una scala che supera queste dimensioni, raggiungendo i 3 metri grazie anche alla forma semicircolare, è la scala detta della "Regina madre" nella *Residenz* di Monaco di Baviera (arch. L. von Klenze, anni 1830), segnalata anche dal Breyman.

³³ Le ringhiere sono quasi sempre leggerissime, formate da semplici bacchette verticali. È significativo che il solo caso a noi noto di ringhiera decorata in ferro battuto in una scala a sbalzo, quella di Venaria, sia anche l'unico in cui la scala è dotata di un'armatura in ferro.

Fig. 12. Grande occhio circolare nella scala juvarriana di Superga, aperto verso l'intercapedine luminosa. L'arco rovescio ha funzione di sostegno degli scalini a sbalzo [fotografia dell'autore].



[12.]

³⁴ La profondità dell'incastro è a volte specificata nelle istruzioni per la fornitura dei gradini. Essa risulta variabile, comunque non inferiore a 3 onces piemontesi (12,84 cm) per le scale juvarriane a chiocciola di piccolo diametro. A Montanaro, le istruzioni del Vittone definiscono un incastro piuttosto generoso, di "onces sette in otto di testa rustica" (30 / 34,5 cm), per 25 onces e mezzo di sbalzo (circa 110 cm).

teschi documentati³⁴; l'esilità del gradino, determinata dal rapporto tra pedata e alzata, per cui più la scala è ripida, più la mensola formata dal gradino risulta robusta; il numero di gradini tra un pianerottolo e l'altro; le variazioni dimensionali dei singoli elementi, che indicano il grado di precisione della lavorazione. E ancora, lo sviluppo totale della scala, che richiedeva di assicurarsi un numero a volte molto consistente di gradini litici senza difetti. Si tratta di questioni che portano a entrare nel merito delle peculiarità materiali e costruttive delle singole scale. La loro considerazione esula dagli obiettivi di questo testo.

Bibliografia

BALMA MION 2007

Carlo Balma Mion, *Lodovico Bò (1721-1800). Misuratore, soprastante, architetto*, Trento: Uni service, 2007.

BARES ANTISTA 2013

Maria Mercedes Bares e Giuseppe Antista (a cura di), *Le scale in pietra a vista nel Mediterraneo*, Palermo: Caracol, 2013.

BARTOLOZZI NOVELLI 2021

Carla Bartolozzi, Francesco Novelli, "Il campanile dell'antica casa comunale a Montanaro (To): dal progetto vittoniano al progetto di restauro", in Edoardo Piccoli, Mauro Volpiano, Valentina Burgassi (a cura di), *Storia della costruzione. Percorsi Politecnici*, Torino: Politecnico di Torino, 2021, pp. 117-135.

BASSI 1971

Elena Bassi, *Il convento della carità*, Vicenza: Centro internazionale di studi "Andrea Palladio", 1971.

BATTAGLIO 2000

Massimo Battaglio, *L'ultimo Vitone: il campanile di Montanaro*, Torino: Editrice Litoart, 2000.

BELLINI 1978

Amedeo Bellini, *Benedetto Alfieri*, Milano: Electa, 1978.

BREYMANN 1926

Gustav Adolf Breymann, *Trat-*

tato generale di costruzioni civili, vol.1. Costruzioni in pietra e strutture murali, Milano: Vallardi, 1926.

BRINO LUPO 2018

Giovanni Brino e Giovanni M. Lupo, *La Cavallerizza. Stato di conservazione e proposta di manutenzione straordinaria*, Torino: Celid, 2018.

BLUTMAN 1967

Sandra Blutman, "Geometrical Staircases", *Journal of the Society of Architectural Historians*, 26 (1), 1967, pp. 35-39.

CAMPBELL TUTTON 2014

James W. Campbell, Michael Tutton (eds.), *Staircases. History, Repair and Conservation*, London and New York: Routledge, 2014.

CARBONERI 1979

Nino Carboneri, *La Reale Chiesa di Superga di Filippo Juvarra 1715-1735*, Torino: Ages arti grafiche, 1979.

CATERINO 2018

Roberto Caterino, "«Non sono le scale piccolo ornamento d'un gran palazzo». Scaloni e cerimoniale nei progetti di Filippo Juvarra", in Giuseppe Dardanella (a cura di) *Cultura, arte e società al tempo di Juvarra*, Firenze: Leo S. Olschki Editore, 2018, pp. 91-126.

CURIONI 1870

Giovanni Curioni, *Costruzioni*

civili, stradali ed idrauliche, Torino: Augusto Federico Negro, 1870.

FORMENTI 1895

Carlo Formenti, *La pratica del fabbricare, Parte seconda, Il finimento delle fabbriche*, Milano: Hoepli, 1895.

GELATI 1899

Cimbro Gelati, *Nozioni pratiche ed artistiche di architettura*, Torino: Camilla e Bertolero, 1899.

GOMEZ SERITO 2005

Maurizio Gomez Serito, "Le pietre da costruzione del Piemonte", in Mauro Volpiano (a cura di), *Le residenze sabaude come cantieri di conoscenza: ricerca storica, materiali e tecniche costruttive*, Torino: Fondazione CRT, 2005, pp. 223-232.

GRITELLA 1992

Gianfranco Gritella, *Juvarra. L'architettura*, 2 Voll., Modena: Franco Cosimo Panini, 1992.

GUARINI 1737

Guarino Guarini, *Architettura civile*, Torino: Mairesse, 1737.

GUILLAUME 1985

Jean Guillaume (a cura di), *L'Escalier dans l'Architecture de la Renaissance*, Paris: Picard, 1985.

LANGE 1970

Augusta Lange, "Disegni e documenti di Guarino Guarini", in Vittorio Viale (a cura di), *Guarino*

Guarini e l'internazionalità del Barocco, atti del convegno internazionale promosso dall'Accademia delle Scienze di Torino, 2 voll., Torino: Accademia delle Scienze, 1970, vol. I, pp. 91-344.

MIDDLETON BAUDOUIN-MATUSZEK 2007

Robin Middleton, Marie-Noelle Baudouin-Matuszek, *Jean Rondelet: The Architect as Technician*, London: Yale University Press, 2007.

OECHSLIN 1983

Werner Oechslin, "Von der Treppe zum Treppenhaus. Der Aufstieg eines architektonischen Typus / From Stairs to Stairwell. The Rise of an Architectonic Type", *Daidalos*, 9, 1983, pp. 42-52.

PALLADIO 1570

Andrea Palladio, *I Quattro libri dell'architettura*, Venezia: Domenico De' Franceschi, 1570.

PÉROUSE DE MONTCLOS 1982

Jean-Marie Pérouse de Montclos, *L'architecture à la française du milieu du XVe à la fin du XVIIIe siècle*, Paris: Picard, 1982.

RAMIREZ et al 2001

Juan Antonio Ramírez, Raffaele Pinto, Oscar Tusquets, Jordi Balló, Alejandro Quintillá, *Rèquiem per l'escala / Réquiem por la es-*

calera, Barcellona: CCCB, Institut d'Edicions de la Diputació de Barcelona, 2001.

ROGGERI 1867

Giuseppe Roggeri, *Manuale dell'Estimatore*, Torino: Ferrero e Franco, 1867.

ROGGERO BARDELLI 1995

Costanza Roggero Bardelli, "Juvarra Primo Architetto Regio: le istruzioni di cantiere", in Vera Comoli Mandracci, Andreina Griseri (a cura di), *Filippo Juvarra architetto delle capitali da Torino a Madrid 1714-1736*, catalogo della mostra, Torino, Palazzo Reale, 6 settembre-10 dicembre 1995, Milano: Fabbri, 1995, pp. 214-225.

Rosso 1975

Franco Rosso, *Il Collegio delle provincie di Torino e la problematica architettonica antonelliana negli anni Ottocento-quaranta*, Torino: Centro studi piemontesi, 1975.

SCAMOZZI 1615

Vincenzo Scamozzi, *L'idea della architettura universale*, Venezia: Giorgio Valentino, 1615.

SDEGNO 2005

Alberto Sdegno, *Geometrie romane a Venezia. Il disegno del convento palladiano della Carità*, Venezia: Cafoscarina, 2005.

SOPRINTENDENZA 1989

Soprintendenza Beni Ambientali e Architettonici del Piemonte (a cura di), *Il cantiere della Pallazzina di caccia di Stupinigi*, Milano: Fabbri, 1989, pp. 64-65.

TABARRINI 2008

Marisa Tabarrini, "Le scale coclidi di Borromini", in Id., *Borromini e gli Spada. Un palazzo e la committenza di una grande famiglia nella Roma barocca*, Roma: Gangemi Editore, 2008, pp. 79-121.

TAYLOR 2006

Russell Taylor, "Stone Cantilevered Stairs", in *The Building Conservation Directory*, 2006.

Treppen/Stairs 1983

Treppen/Stairs, Daidalos - Berlin Architectural Journal, 3, 9, Sept. 1983.

TRÜBY et al 2014

Friedrich-Mielke-Institut für Scalologie, Stephan Trüby, Rem Koolhaas, AMO, Harvard Graduate School of Design, Irma Boom, *Stair*, in Rem Koolhaas (ed.), *Elements of Architecture*, Venezia: Marsilio, 2014.

VITTONI 1760

Bernardo A. Vittone, *Istruzioni elementari*, Lugano: Agnelli, 1760.

Abstracts

Ilaria Papa

Per scala commodas: *systems of bell towers staircases on the shores of lake Orta (11th and 12th centuries)*

This contribution investigates the architecture and the technical solutions used for the construction of the bell towers between 11th and 12th century in the Cusio area (Piedmont, Italy), with particular reference to staircase system. In the period studied, an important transition seems to occur from 'light' to more complex wooden systems, made in masonry and *intra muros*. This corresponds to a fine-tuning of construction skills and techniques. Given the paucity of documentary sources related to the Middle Ages, the investigation of the construction systems of staircases usefully contribute to identifying the as yet uncertain chronologies of some bell towers.

Keywords

Cusio Region; bell towers; stairs; medieval age; construction techniques

Silvia Beltramo

Construction systems in Cistercian monasteries: technical construction expertise in staircases (12th-13th centuries)

The religious heritage of Cistercian monasteries between 12th and 13th centuries preserves significant examples of technical solutions and constructive systems connecting the space inside and outside the monastery and between the church and the other places. This connection is realised through articulated systems of staircases. Day and night staircases allowed access to the church and cloister from the monks and the *conversi* dormitories. Another well-defined network of vertical connections allowed access to the attic space, a composite system of passageways for workers and materials, as well as for maintenance of the building. The research focuses on the solutions adopted in Cistercian monasteries in Piedmont and Lombardy (Morimondo, Chiaravalle Milanese and Cerreto, Rivalta Scrivia, Casanova and Staffarda), investigating construction techniques and architectural details.

Keywords

Cistercian monasteries; medieval architecture; staircases; construction techniques

Rinaldo D'Alessandro

Medieval construction techniques of spiral staircases: cast vaulted staircases, self-supporting steps, and vis de Saint-Gilles

This paper analyses the constructive history of spiral staircases. The structures are classified into three different main categories: stairs carried by vaults, self-supporting steps, and *vis de Saint-Gilles*. Several staircases are studied for each typology in terms of their technology, their differences, advantages, and disadvantages. This paper adds to the literature on dating buildings through the stairs. Some examples analysed in this paper are the case studies of Cosenza's cathedral and Castel Maniace in Siracusa.

Keywords

Spiral staircase; vis de Saint-Gilles; stereotomy; construction history; medieval architecture

Emanuela Garofalo

The square caracol staircase in Sicily (16th Century)

Square spiral staircases appear in Sicily during the 16th century in different contexts and for different purposes. This contribution focuses on two case studies at the "opposite poles" of a casuistry that shares the common characteristics of suspended ramps revolving within a square masonry box around a central void. By analysing these cases we find a probable link with models from Spain. At the same time, they demonstrate a common descent from a constructive culture rooted in the Spanish and Mediterranean stereotomic experience of the early modern age.

Keywords

Square spiral staircase; stereotomy; Sicily; 16th century

Edoardo Piccoli***Cantilevered staircases in 17th-18th c. Piedmont***

The text deals with the construction of cantilevered staircases in Early modern Piedmont. First, some seventeenth- and eighteenth-century structures of particular interest are identified. Guarini's elliptical staircases in Palazzo Carignano seem to play a relevant role in the introduction of this kind of staircase in high-ranking buildings, while Piacenza's 1788 Venaria staircase provides a "closure", before the innovations of the 19th century.

We then proceed to examine some recurring constructive features. A link is proposed between the staircase with monolithic stone steps ("a tutt'alzata") in use in Piedmont, and the Palladian and English ones, emphasizing the difference with the stereotomic French models instead. The essay continues with an analysis of the characteristics of the local stone material, the "serizzo", and with the study of some construction details, including the need to provide mural continuity when the staircase intersects the windows of the building.

Keywords

Cantilevered staircase; stereotomy; elliptical staircases; Guarino Guarini

Alberto Grimoldi, Angelo Giuseppe Landi***From "scaloncino" to "scalone". The suspended staircase su volta in palazzo Fragneschi in Cremona between the 18th and 20th centuries***

Palazzo Fragneschi in Cremona is a fragment of an ambitious construction program of the late Seventeenth century, that was soon abandoned. As a result of its transformation into a professional school between 1919-26, only a very modified wing survives of the noble residence. The staircase suspended in a vault in reinforced concrete appears involuntarily mimetic, and perhaps aims to recall the earlier and smaller brickwork staircase that was probably also in a vault.

Keywords

Palazzo Fragneschi; suspended staircase; construction history; reinforced concrete

Cesare Tocci

Structural function and architectural representation of two staircases by Alessandro Antonelli

This paper discusses the structural behaviour of two remarkable spiral staircases housed in the Mole of Turin and San Gaudenzio in Novara. In these two staircases Antonelli proposes a sort of condensation of the geometrical staircase type in perfect coherence with his whole constructional system that constantly translates the structural function into architectural representation. The analysis extends the interpretation of geometrical stairs proposed by Heyman introducing the potentially bilateral nature of the contact constraints between individual treads, which represents the most characterising and innovative aspect of Antonelli's solution.

Keywords

Mole Antonelliana; San Gaudenzio; geometrical stairs; unilateral constraints; rigid body mechanics

Maurizio Gomez Serito, Edoardo Piccoli, Giulio Ventura

The marble slab cantilevered staircase in Turin during the early 20th century

The essay provides some historical coordinates for the study of a type of cantilevered staircase that has only rarely been mentioned in the literature: the cantilevered staircase made of thin marble slabs, developed and widely used in Turin and Northern Italy from the late 19th century through the 1950s. The paper proposes a chronology of use and the reasons behind the short-lasting success of these staircases. Two case studies are examined in depth, one involving an experience of repair of such a staircase, casting light on its static behavior, and on the marble chosen for these peculiar assemblages. The problems arising from the unavoidable brittleness of the slabs are also discussed, with reference to accidents and repairs that occurred since the early days of use of this kind of stair.

Keywords

Cantilevered staircase; marble slab; 20th century; conservation

Sergio Bettini***Decorum and the need for light: composing façades and illuminating grand staircases in the Renaissance***

This paper deals with the composition relationship between grand staircases and façades in Renaissance buildings. The openings for illuminating the staircases conditioned their design, as they could not be positioned along the sides of the inclined ramps and tended to be located at the landings. This generated dissonant misalignments in the composition of the façades. Architects addressed the problem by placing the landings on the sides, rather than on the sides of the façade in an attempt to conceal the openings. The essay investigates cases in which the stairs are concealed and gradually declared in the façades of buildings in the Ducal Palace of Urbino, the Riario and Farnese palaces in Rome, the Legato and Magnani palaces in Bologna, the Scuole Grandi in Venice, the Villa Giustiniani Cambiaso in Genoa and Collegio Borromeo in Pavia.

Keywords

Decorum; light; staircases; Italian Renaissance architecture

Federico Bulfone Gransinigh***«Una schalla [...] fatta chon gran spesa». The staircase of the castle of Udine designed by Giovanni da Udine: materials, techniques and construction practice***

In 1547 Giovanni da Udine received the assignment for the construction of the staircase of Udine Castle. After collaborating with Raffaello, Giovanni imported forms and types of the Roman area to Friuli. This paper analyses Giovanni da Udine's project and focuses on the architectural references, construction types and materials used. The second part of the paper analyses 20th century restorations, revealing how much remains of the original 16th century building. The unpublished work by the architect Giovanni Battista Comencini allow important insights into the restoration methods implemented and the materials used.

Keywords

Giovanni da Udine; Giovanni Battista Comencini; castle of Udine; ashlar; stone processing

Marisa Tabarrini

The square staircase “alla moderna” of palazzo Barberini in Rome and its European context

This paper provides an overview of the European context in which the 17th-century square staircase of palazzo Barberini was conceived. It reviews contemporary treatises and significant cases that confirm the extent of the exchanges between France, the Spanish dominions and Italy at the turn of the century. Particular emphasis is made on the influence of different construction and design traditions beyond the formal translation of the model of the square staircase with open shaft.

Keywords

Rome; palazzo Barberini; square staircase; European context

Maria Concepcion López González, Roberta Spallone, Marco Vitali

The grand staircase in civil architecture in Baroque Turin. The case of palazzo Birago di Borgaro (Turin)

The grand staircase assumes a central role in the baroque palace, as treatises and manuals of the period testify. The grand staircase of the palazzo Birago di Borgaro is a significant case in Baroque Turin. This study compares data obtained from the digital survey of architectural literature to retrace the ideation process behind the construction techniques, using digital modelling.

Keywords

Grand staircase; architectural treatise; digital survey; digital modelling; digital fabrication

Armando Antista

Building stone staircases in Malta during the modern age. The case of the "Bibliotheca" in La Valletta

The staircase of the "Bibliotheca" of the Order of Saint John in Valletta is one of the most important examples of early 17th century stereotomy in Malta. It is the monumental epilogue of a long series characterised by the need to adapt international models to the specificity of the local construction community, i.e. stereotomy. Before analysing its constructive aspects, the most significant local precedents are retraced to identify local models and consolidated practices.

Keywords

Caramuel; *arquitectura oblicua*; Order of St. John; Malta; Ittar

Valentina Burgassi

The Inquisition Palace staircase in Birgu by Carapecchia (18th century): architecture and construction under the Order of St. John of Jerusalem

Carapecchia's 18th-century project for the grand staircase of the Inquisitor's palace in Birgu belongs to a long construction tradition based on the use of carved stone. During the Order of St. John of Jerusalem's rule, works of exceptional value are documented in the staircase construction sector, such as the imperial staircases in the Grand Master Hugues Loubenx de Verdalle's palace, extensively studied by the scientific literature. This contribution aims to analyse the construction history of the Inquisitor's 18th-century staircase by looking on one side to the long-standing stereotomy tradition of the use of stone in Malta and on the other side, to the application of Carapecchia's theoretical knowledge to this particular construction site.

Keywords

Grand staircase; Carapecchia; Order of St. John; cut stone; Malta

Stefano Piazza, Gaia Nuccio

Monumental staircase, columns; static, Butera palace, Palermo

This paper focuses on the 18th-century Sicilian red marble staircase in the palace of the princes of Butera in the Kalsa district of Palermo. It consists in an in-depth study of the construction phases of palazzo Butera, a survey with a laser scanner and the construction of a 3D model of the staircase. This investigation brings to light the remarkable boldness of the staircase in palazzo Butera, which is compared to staircase in Genoese buildings.

Keywords

Monumental staircase; columns; static; Butera palace; Palermo

Alessandro Spila

The two triangular staircases in palazzo Barberini. Typology, construction and hybridisation from the Pantheon to Baroque palaces

The two triangular staircases in the intermediate block of the Pantheon constituted a famous model: the subject of representations, studies, and re-propositions especially in the Renaissance. Perhaps their most famous derivation was the design of the staircase around the circular courtyard of villa Madama in Rome. This paper focuses on a particular declination of such a characteristic antique example at the beginning of the Baroque period: the pair of triangular staircases connected to the Sala Ovale of palazzo Barberini in Rome. A solution of composition that seems – again – a reference to the prototype of the Hadrian's Rotunda. The construction systems are analysed especially in comparison with earlier examples, also derived from antiquity.

Keywords

Palazzo Barberini; Pantheon; treaties; Borromini; triangular staircase

Marica Forni

From discussion to construction: the Borgovico Rotunda staircase through models, design and construction

The architecture of the Borgovico Rotunda takes shape as a new way of living within a dialogue between the client, Eleonora Doria Villani, her closest entourage and the architects she turns to.

Whether it comes from the pages of a well-known repertoire of French architecture or from the marquise's own memoirs, the model of the staircase, remedies issues due to the absence of a unitary project. The stairway appears brilliantly deceiving if we look at the materials, the masonry and vaulting techniques. Moving from paper to built architecture, the final construction seems distant from the original project. The final result is a cutback of the construction for reasons of economy and traditional practices.

Keywords

Borgovico Rotunda; Eleonora Doria Villani; eclectic architecture; models

Paolo Cornaglia

Three architects, one King and a staircase. Quarrels about form and structure concerning the new staircase at the castle of Moncalieri (1816-1820)

After the defeat of Napoleon, King Vittorio Emanuele I chose the castle of Moncalieri as one of the symbolic places of the Restoration. The staircase needed to be rebuilt: the project by the architect Giuseppe Battista Piacenza, who died in 1818, was not implemented. The sovereign entrusted his ideas to Piacenza's son Gioello, who made four proposals. Carlo Randoni, who succeeded Piacenza, criticised them from a structural point of view: masonry, wood or iron, were unsafe solutions.

Keywords

Staircase; castle of Moncalieri; Carlo Randoni; Giuseppe Battista Piacenza; royal residences of the House of Savoy

Carla Bartolozzi, Francesco Novelli

The church of St. Eusebio in Camagna Monferrato: the ascent to the cupola and Crescentino Caselli's lanternino

Since the early 1880s, the architect Crescentino Caselli was involved in the expansion project of the church of St. Eusebio in Camagna Monferrato and the construction of the new dome. The construction faced economic difficulties that led to the modifications of some aspects of the initial project, both from a formal and technical constructive point of view. In the same years (1883-1890) Caselli was engaged in the construction of the large complex of the Hospice of Charity (1881-1887) in Turin. Here we propose an analysis of the stairways to the cupola, an integral part of Caselli's design inspired on the parish church of Camagna.

Keywords

Restoration; Crescentino Caselli; staircase; religious architectural heritage; valorisation

Rossella Maspoli

The evolution of vertical distribution and reinforced concrete in factories of the early 20th century

The innovation of reinforced concrete spread in industrial constructions of the early 1900s, as a functional response and as a representation of innovation, due to the dimensional exceptionality and seriality of the new construction types. The vertical and horizontal distribution evolves in relation to the Fordist rationalization of production processes, defining an inventory of shapes that would characterize the century, from technical stairs to vehicle ramps and freight elevators.

Keywords

Automotive heritage; reinforced concrete; technological innovation; stairs

Gentucca Canella, Tanja Marzi

Reaching “the blue of the sky” in monumental architectures by the protagonists of Italian 20th-century architecture

This paper investigates the topic of memorial monument in architecture, mainly considered in its connections between construction, structure and technical-functional layout, and also in its intent of "ascent", suspended and celebratory. Through some emblematic cases of Italian 20th-century architecture, the paper highlights how the constructive consistency and the logic of the technique developed alongside the ideological intention of political and moral "redemption", expressed through the plastic tension and the figurative nature of the work. The central role of the ascending element is analysed in some of the main monumental architectures, including works by Gardella, Rossi, and Gabetti and Isola, with a special focus on the Competition for the Monument to the Resistance movement held in Cuneo in 1962-63.

Keywords

Monument-memorial in architecture; stairs and risings; Italian 20th-century architecture; monument to the Resistance in Cuneo; construction technologies

Valentina Florio

The ascent to the Octagon of Simon Magus in St. Peter's Basilica: from Michelangelo's spiral staircase to the elevator of the 2000s

We propose here a study of the 1960s elevator inside the *Scala di Santa Marta* in St. Peter's Basilica. The lift is an indispensable connection to both the top level of the dome and the General Historical Archive of the *Fabbrica di San Pietro*. Documents from the Archive allow us to retrace the well-known events of the construction of the 16th-century spiral staircase, the so-called "lumaca". The documents also illustrate the installation of the first elevator in the 1960s, are hitherto to unexplored project. With the support of construction site reports, this study offers new insights into the issues of plant adaptation and improvement, and of respect of the historical-artistic significance of buildings.

Keywords

Spiral staircase; Saint Peter's Basilica; elevator; technological adaptation

Il *Construction History Group* (CHG) è un Centro interdisciplinare di Ricerca del Politecnico di Torino (Dipartimento di Architettura e Design) ed accoglie studiosi e ricercatori dell'ateneo torinese che abbiano svolto o stiano svolgendo ricerche sul tema della Storia della Costruzione di età moderna e contemporanea, in ambito architettonico ed ingegneristico.

I curatori di questo volume sono parte del CHG e ne supportano le attività scientifiche e didattiche.

Valentina Burgassi è architetto e storico dell'architettura di età moderna. Ricercatrice postdoc all'École Pratique des Hautes Études (Paris) in *Histoire de l'Art*, assegnista presso il centro di ricerca Construction History del Dipartimento di Architettura e Design (Politecnico di Torino), ha conseguito un doppio Dottorato di Ricerca (in *Beni Architettonici e Paesaggistici* al Politecnico di Torino e in *Histoire de l'Art all'École Pratique des Hautes Études*) e una specializzazione post-laurea in *Beni Architettonici e del Paesaggio*. È stata *boursière* all'École Française de Rome (2018), borsista al *Palladio Museum* (2020) ed è parte di *équipes* di ricerca nazionali (*Construction History* CHG) ed internazionali (*Histara, GIS Patrimoines Militaires*).

Francesco Novelli architetto, Ph.D., specialista in *Storia, Analisi e Valutazione dei Beni Architettonici e Ambientali*, architetto, è ricercatore in restauro architettonico presso il DAD Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino dove insegna in qualità di professore titolare nei corsi teorici ed ateliers progettuali nei corsi di laurea in Architettura. Svolge ricerche ed è autore di monografie e saggi scientifici su temi riguardanti il restauro dei beni architettonici, la tutela e conservazione del patrimonio architettonico religioso e fortificato, il progetto di rifunzionalizzazione e valorizzazione in interventi complessi di restauro. Ha progettato e diretto numerosi interventi di restauro.

Alessandro Spila è stato ricercatore di Storia dell'Architettura presso il Politecnico di Torino (2019-2022), Marie Curie Individual Fellow presso la Humboldt Universität di Berlino (2015-2017), è attualmente Incaricato di ricerca presso il Centro Studi sulla Cultura e l'Immagine di Roma. Ha conseguito a Roma nel 2010, presso l'Università La Sapienza il dottorato di ricerca in Storia e Restauro dell'Architettura, dalla quale ha pubblicato il recente volume *Palazzo Colonna nel Settecento Architettura e potere nella Roma del secolo dei Lumi* (De Luca 2020). Membro del Construction History Group, del Comitato Scientifico della rivista Studi sul Settecento romano e degli Annali dell'Accademia di San Luca è stato titolare di contratti di docenza presso l'Università Sapienza di Roma.

ISBN 978-88-85745-88-9



9 788885 745889