

## Unusual geometries in Ridolfi's stair design. The case study of Villino Alatri in Rome

Daniele Calisi, Matteo Molinari



In 1931, with the Master Plan of Rome and with the variation of the detailed plan of the area, about the cubic volume and maximum height of buildings, comes the desire on the part of the owners to increase the cubature of Villino Alatri. The task is assigned to architects Ridolfi, Fiorentino and Frankl, whose desire is to increase the existing structure's height of three floors plus attic entering in clear contrast with the language used by Morpurgo in the project of 1928. The three new housing units are connected to each other through two stairs. As often happens in Ridolfi's design vertical links are particularly interesting in the geometries. By analyzing the original drawings it is difficult to define a center for the steps arranged in a herringbone fashion. The size of the tread is constant only in the middle, but to the sides each step is different from each other. This determines a particular development of the concrete slab. Different 3D models were made, with the hope of finding as basic geometry a grooved surface but this is not in accordance with the drawings because, by projecting the lines of the steps on the grooved surface, they would be pending (curved uphill toward the inside). It follows that the surface of the concrete slab follows the trend of the two curves in space with different slopes. The curve of the handrail is in part linear, but convergent, in part helical, as the 3D envelopment of the circumference in plan. Although the curves can be parameterized geometrically, the problem of the surface depends on the trend of the steps toward the center, which do not correspond to those of the generating spatial curves. Although the steps are extrusions of 17 cm, the surface that fits them in the soffit cannot be ruled. The research and modeling of these geometries is with no doubt an interesting case study, also because applied to themes that had little investigation from this point of view.

Keywords: geometry, grooved surfaces, Rationalist architecture.

### Introduction (M.M.)

Villino Alatri, named after the client Giacomo Alatri<sup>1</sup>, is located in a corner lot at the intersection between Giovanni Paisiello street and Vincenzo Bellini street in the Pinciano district in Rome. The neighborhood can be considered as a collection of history of modern architecture, in which architectural styles are from the Roman baroque to the contemporary style, through the fascist period. The history of the villa is divided into two main phases, dictated by the urban norms of the city of Rome. The first phase (1923–1928) involves the realization of the villa, with the project of Vittorio Ballio Morpurgo; the second (1948–1952) consists of an extension by Mario Ridolfi<sup>2</sup>, Wolfgang Frankl and Mario Fiorentino (fig. 1).

The first phase consists in the design and construction of a first "L" building, positioned at the intersection between the two streets. The interior facades overlooked on a private garden sheltered from the street, the access was from Paisiello street. From stylistic and design

point of view, Morpurgo was inspired, both for the internal distribution and composition of the façade, from the Roman baroque, a style already present in those years in the Pinciano district and which was spreading in particular in the middle-high bourgeoisie. On the facade were present: niches (inside which the windows opened), lodges, balconies and cantons. The building was tall only two floor above ground, with a third attic floor for the servants



Figure 1  
Two photographs showing, to the left, the original project of Morpurgo in a vintage photo (anonymous' photo, 1928), to the right the current state of Villino Alatri following the intervention of Mario Ridolfi (authors' photo, 2016).

1. Giacomo Alatri (Rome 1833–1899), nephew of Samuele Alatri (councilor of regency of the Roman Bank, deputy to the Italian Parliament, president of the Jewish community to whom the Linear Park of the Aurelian Walls is dedicated) owner of a family-run factory of cloth.

2. Mario Ridolfi (Rome May 5, 1904 – Terni November 11, 1984), an Italian architect. He started working as an architect in the 1930s by taking part in the contests for the design of the new Rome, wanted by the Fascist Regime; the winning of one of these competitions will then be the project of Piazza Bologna. Ridolfi is important not only for his design contribution, but also for writing many technical books such as the *Architect's Manual*.

## Geometrie inusuali nelle scale di Ridolfi. Il caso di Villino Alatri a Roma

Daniele Calisi, Matteo Molinari

Figura 1  
Due fotografie che mostrano a sinistra il progetto originario di Morpurgo in una foto d'epoca (fotografia di anonimo, 1928), a destra lo stato attuale di Villino Alatri in seguito all'intervento di Mario Ridolfi (fotografia degli autori, 2016).

1. Giacomo Alatri (Roma 1833–1899), nipote di Samuele Alatri (consigliere di reggenza della Banca Romana, deputato al Parlamento italiano, presidente della comunità ebraica a cui è dedicato il Parco Lineare delle Mura Aureliane), gestiva la ditta di famiglia di tessuti.

2. Mario Ridolfi (Roma 5 Maggio 1904 – Terni 11 Novembre 1984), architetto italiano. Inizia a lavorare come architetto negli anni Trenta partecipando ai concorsi per la progettazione della nuova Roma, voluta dal regime fascista; dalla vincita di uno di questi concorsi nascerà poi il progetto di piazza Bologna. Ridolfi è importante sia per il contributo progettuale, ed anche per la scrittura di molti scritti tecnici, tra i quali va ricordato il *Manuale dell'Architetto*.

3. Nel 1907 Ernesto Nathan assume la carica di sindaco e decide di non continuare l'iter di approvazione del Piano Regolatore Generale di Bonfiglietti e di affidarne la redazione a un membro esterno alla città di Roma, Edmondo Sanjust di Teulada. Nel piano vengono presentate due tipologie edilizie: il fabbricato (H < 23m) e il villino. La tipologia villino (o villetta) verrà poi trasformata in palazzina nel 1920 con un Regio Decreto per fronteggiare la crisi delle abitazioni.

Nel 1931, con il Piano Regolatore di Roma e con la variazione del piano particolareggiato di zona riguardo alla cubatura e altezza massima degli edifici, i proprietari decidono di aumentare la cubatura di Villino Alatri. L'incarico viene assegnato agli architetti Ridolfi, Fiorentino e Frankl, la cui volontà è di sopraelevare la struttura esistente di tre piani più attico e di entrare in netta contrapposizione con il linguaggio utilizzato da Morpurgo nel progetto del 1928. I tre nuovi alloggi vengono collegati tra di loro attraverso due corpi scale. Come spesso accade nei progetti di Ridolfi i collegamenti verticali sono particolarmente interessanti nelle geometrie. Analizzando i disegni originali è difficile trovare un centro comune per i gradini disposti a spina di pesce. La dimensione della pedata risulta costante solo in mezzeria, ma ai lati ogni gradino è differente rispetto all'altro. Questo determina un andamento particolare della soletta di cemento. Si sono eseguiti diversi modelli 3D, con l'auspicio di trovare come geometria base una superficie rigata ma questa non è conforme con i disegni perché, proiettando le linee dei gradini sulla rigata, essi risulterebbero pendenti (curvati in salita verso l'interno). Ne deriva che la superficie della soletta segue l'andamento di due curve nello spazio con pendenze diverse. La curva del corrimano è in parte lineare, ma convergente, in parte elicoidale, come sviluppo 3D della circonferenza in planimetria. Sebbene le curve possano essere geometricamente parametrizzate, il problema della superficie dipende dall'andamento dei gradini verso centri che non corrispondono a quelli delle curve spaziali generatrici. Sebbene i gradini siano delle estrusioni di altezza 17 cm, la superficie che li raccorda nell'intradosso non può essere una rigata. La ricerca e la modellazione di queste geometrie è indubbiamente un caso di studio interessante, anche perché applicato a temi poco investigati da questo punto di vista.

Parole chiave: architettura razionalista, geometria, superfici rigate.

### Introduzione (M.M.)

Villino Alatri, il cui nome deriva dal committente Giacomo Alatri<sup>1</sup>, è situato in un lotto angolare all'incrocio tra via Giovanni Paisiello e via Vincenzo Bellini nel quartiere Pinciano a Roma. Il quartiere si può considerare una raccolta di storia dell'architettura moderna, nel quale convivono stili architettonici che spaziano dal barocchetto romano allo stile contemporaneo, passando per il periodo fascista. La storia del villino si divide in due fasi principali, dettate dalle norme urbanistiche della città di Roma. La prima fase (1923–1928) prevede la realizzazione del villino, con il progetto di Vittorio Ballio Morpurgo; la seconda (1948–1952) consiste in un ampliamento ad opera di Mario Ridolfi<sup>2</sup>, Wolfgang Frankl e Mario Fiorentino (fig. 1).

La prima fase consiste nel progetto e realizzazione di un primo corpo di fabbrica a "L", posizionato all'incrocio tra le due vie. I prospetti interni affacciavano su un giardino privato riparato dalla strada, al quale si accedeva da via Paisiello. Dal punto di vista stilistico e com-

positivo, Morpurgo si rifecce sia per la distribuzione interna, sia nella composizione della facciata, al barocchetto romano, uno stile già presente in quegli anni nel quartiere Pinciano e che si andava diffondendo in particolare nella medio-alta borghesia. In facciata erano presenti: nicchie (dentro le quali si aprivano le finestre), logge, balconi a sporgenza e cantonali. L'edificio era alto solo due piani fuori terra, con un terzo piano sottotetto per la servitù e un'altana quadrangolare aperta con una loggia sul corpo di fabbrica su via Bellini. Inoltre era presente un parcheggio interrato (atipico per l'epoca) che evidenzia la ricchezza del committente. L'altezza del corpo di fabbrica era dettata dal Piano Regolatore redatto da Edmondo Sanjust di Teulada, approvato il 10 febbraio 1909<sup>3</sup>.

Con la variazione del Piano Regolatore Generale della città di Roma e del relativo piano particolareggiato di zona, cambiano le norme sulla cubatura e altezza massima degli edifici esistenti e di nuova edificazione: nasce così la

and an open quadrangular rooftop loggia on the part on Via Bellini. In addition there was a basement parking (atypical for the era) that highlights the buyer's wealth. The height of the building was dictated by the city general plan, edited by Edmondo Sanjust of Teulada, approved on 10 February 1909<sup>3</sup>.

With the change in the general plan of the city of Rome and its detailed area plan, the rules on the maximum cubic height and height of existing and new buildings change, the owner's wishes to increase Villino Alatri's cubage arise. The assignment was given to the architects Mario Ridolfi, Mario Fiorentino and Wolfgang Frankl. The project of raising the villino becomes an opportunity for the group of architects and in particular Mario Ridolfi for a strong stylistic affirmation. The design choice is to enter into a distinctive stylistic contrast with Morpurgo's pre-existence, not only extending the building in height, but transforming the base body from a "L" to a "C" shape. The expansion of what will then become the stand of the super-elevation is done in style, using few elements of contemporary language. The increase in the cubage is made with an armored concrete frame grafted in the supporting masonry of the Morpurgo building, using the latter as a foundation element. To allow this structural hook, reinforced with the use of steel beams, Ridolfi had to eliminate the penthouse and the altar and the lodge on Paisiello street. The expansion included the construction of three new apartments, one of which was built on penthouse and a floor above. Stylistically, to depart completely from the original pre-existence, there is an emphasis on the new design plans of Ridolfi, which is emphasized even more by using reinforced concrete, plastered in some parts and iron and cement for the construction of balcony balusters. This has created a strong chromatic contrast as well as compositional between expansion and pre-existence. There are three different stairwells and an elevator compartment to allow connection between the elevation and the villino of Morpurgo. A first staircase, newly constructed, connects all levels of the building excluding the last floor of the penthouse, a second stair element engages the existing one

with the use of a new construction technology and a completely different style and reserved only to the flats resulting from the super-elevation. Finally, the third staircase connects the penthouse and top floor.

### Typologies and geometries of stairs in Mario Ridolfi's architecture (M.M.)

The architectures of Mario Ridolfi present a degree of difficulty of understanding not only in the stylistic definition of the single building but also in its interior components, particularly in the geometric definition of the stairs. There are two main approaches to the definition of vertical distribution: a very simple but functional formal search for residential houses in both Rome and Terni using rectangular planar staircases. A much more formal approach in private and public buildings in Rome, designing the stairs as complex elements resulting from the union of geometric shapes. The most exemplary case is Villino Alatri, in which there are three different types of vertical connection based on three different geometric constructions. The architectures used as case studies on the Roman panorama, for a cataloging and analysis of the projects of the stairs of Mario Ridolfi are the Palazzo delle Poste in Piazza Bologna and the heightening of Villino Astaldi in Rome.

The Palazzo delle Poste was built in 1932<sup>4</sup>, in the framework of the spread spatial expansion policy of the city of Rome, implemented by the fascist regime. Going beyond the analysis of formal research and the way in which the square is solved with the design of the single building, one can focus on the two staircase inside. The stair dedicated to service personnel consists of the direct evolution of rectangular vertical links used in popular housing. Geometrically, it consists of two semicircles, connected by two tangent lines, so as not to create discontinuity points between the curves. At a first analysis, the development of the stair may seem like a ribbed surface, where the circumferences have a helical development in the three dimensions, so there is a constant center of the steps in the two dimensions. Studying the geometry, reconstructing the staircase constructions, it is noticed that there isn't only one

3. In 1907, Ernesto Nathan assumed office as a mayor and decided not to continue the approval process for the Bonfiglietti General Regulatory Plan and to submit it to a member outside of Rome's, Edmondo Sanjust of Teulada. In the plan are presented two types of buildings: the *fabbricato* (H < 23 m) and the *villino*. The *villino* (or *villetta*) will then be transformed into a *palazzina* in 1920 with a Royal Decree to face the housing crisis.

4. In 1932, the administration of the *Ferrovie dello Stato* issued a competition for the drafting of projects for four postal buildings in Rome: Piazza Bologna, Via Marmorata, Via Taranto and Viale Mazzini. The four projects were won respectively by Mario Ridolfi, Adalberto Libera, Armando Titta and Giuseppe Samonà.

volontà da parte dei proprietari di aumentare la cubatura di Villino Alatri. L'incarico venne assegnato agli architetti Mario Ridolfi, Mario Fiorentino e Wolfgang Frankl. Il progetto di sopraelevazione del villino diventa l'occasione per il gruppo di architetti e in particolare Mario Ridolfi per una forte affermazione stilistica. La scelta progettuale è di entrare in netto contrasto stilistico con la preesistenza di Morpurgo, non limitandosi ad ampliare l'edificio in altezza ma trasformando il corpo di fabbrica dalla forma a "L" a quella a "C". L'ampliamento di quello che poi diverrà il basamento della sopraelevazione viene fatto in stile, utilizzando pochi elementi di linguaggio contemporaneo. L'aumento di cubatura viene realizzato con un telaio in calcestruzzo armato innestato nella muratura portante dell'edificio di Morpurgo, utilizzando quest'ultimo come elemento di fondazione. Per permettere questo aggancio strutturale, rafforzato con l'utilizzo di travi in acciaio, Ridolfi ha dovuto eliminare il piano attico e l'altana e la loggia presente su via Paisiello. L'ampliamento prevedeva la realizzazione di tre nuovi appartamenti di cui uno si sviluppava su attico e superattico. Stilisticamente, per discostarsi del tutto dalla preesistenza originale, vi è un oggetto nei nuovi piani di progetto di Ridolfi, che viene enfatizzato ancora di più utilizzando il cemento armato a vista, intonato in alcune sue parti, nonché ferro e cemento per la realizzazione dei parapetti-fioriere dei balconi. Questo ha creato un forte contrasto cromatico, oltre che compositivo, tra ampliamento e preesistenza. Per permettere il collegamento tra la sopraelevazione e il villino di Morpurgo vengono realizzati tre corpi scala differenti e un vano ascensore. Un primo corpo scala di servizio, di nuova costruzione, connette tutti i livelli dell'edificio escluso il piano superattico, un secondo corpo scala si innesta su quello esistente con l'utilizzo di una nuova tecnologia costruttiva e uno stile del tutto diverso e riservato solamente agli appartamenti derivanti dall'ampliamento. Infine il terzo corpo scala connette il piano attico e superattico.

4. Nel 1932 l'amministrazione delle Ferrovie dello Stato indisse un concorso per la redazione di progetti per quattro edifici postali a Roma: piazza Bologna, via Marmorata, via Taranto e viale Mazzini. I quattro progetti furono vinti rispettivamente da Mario Ridolfi, Adalberto Libera, Armando Titta e Giuseppe Samonà.

### Tipologie e geometrie di scale nelle architetture di Mario Ridolfi (M.M.)

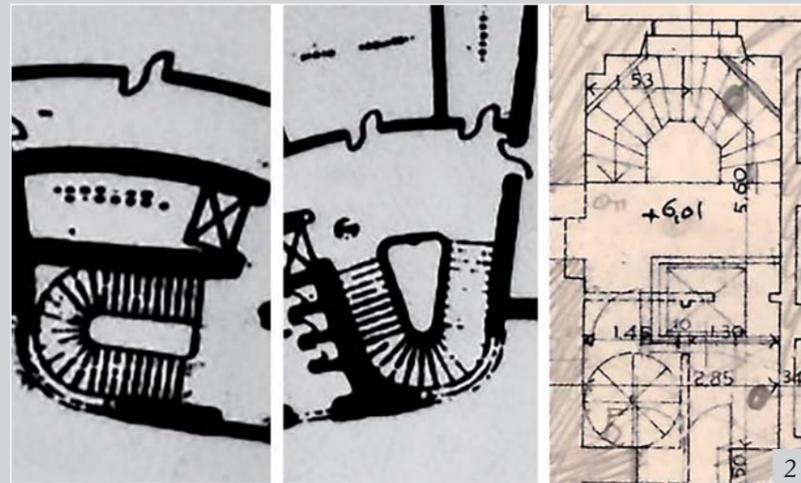
Le architetture di Mario Ridolfi presentano

un grado di difficoltà di comprensione non soltanto nella definizione stilistica del singolo edificio ma anche nelle sue componenti interne, in particolare nella definizione geometrica delle scale. Sono due gli approcci principali per quanto riguarda la definizione dei corpi di distribuzione verticali: una ricerca formale molto semplice ma funzionale nelle case di edilizia popolare sia a Roma che a Terni, basata su scale a pianta rettangolare; un approccio invece molto più ricercato nell'edilizia privata e pubblica a Roma, dove le scale sono progettate come elementi complessi derivanti dall'unione di forme geometriche. Il caso più esemplare è il caso di Villino Alatri, nel quale sono presenti tre diverse tipologie di collegamento verticale basate su altrettante costruzioni geometriche. Le architetture utilizzate come casi studio sul panorama romano, per una catalogazione e analisi dei progetti delle scale di Mario Ridolfi, sono il Palazzo delle Poste a piazza Bologna e la sopraelevazione di Villino Astaldi a Roma. Il Palazzo delle Poste venne realizzato nel 1932<sup>4</sup>, nell'ambito della politica di ampliamento a macchia d'olio della città di Roma, attuata dal regime fascista. Andando oltre l'analisi della ricerca formale e del modo attraverso il quale viene risolta la piazza con la progettazione del singolo edificio, si può focalizzare l'attenzione sui due corpi scale presenti all'interno. Il corpo dedicato al personale di servizio consiste nella diretta evoluzione dei collegamenti verticali a pianta rettangolare utilizzati negli alloggi popolari. Geometricamente è composto da due semicirconferenze, collegate tra di loro da due rette tangenti, in modo da non creare punti di discontinuità tra le curve. Ad una prima analisi, lo sviluppo della scala può sembrare una superficie rigata, dove le circonferenze hanno uno sviluppo elicoidale nelle tre dimensioni, quindi vi è un centro costante dei gradini nelle due dimensioni. Andando a studiare la geometria, ripercorrendo le costruzioni della scala, si nota come non vi sia solo un centro, ma più di uno. Questi vanno a definire un asse di simmetria e a coppie di due a due si possono ritrovare i centri dei gradini. Il corpo di distribuzione verticale principale invece, a differenza di quello di servizio, può sembrare, ad una prima analisi dell'elemento archi-

center, but more than one. These are to define a symmetry axis, on which are found the center of the steps in pairs. The main vertical distribution stair, unlike the service one, may seem to be, on a first analysis, the most complex geometric element between the two, but drawing the staircase construction, the result is a stair plan composed from a semicircle and two segments. The curved side steps have a constant center on XY plane and the development in the three dimensions is helical.

Villino Astaldi, like the case study under consideration, consists in heightening a villino, always in Roman baroque style, located, as the case study, in the Pinciano district. The elevation is only two floors and of a smaller entity and significantly less in contrast to the pre-existence. In this case, Ridolfi uses two types of stairs, one with a polygonal base, that connect the two planes of the elevation, and one with a circular plan in order to connect the pre-existence with the extension of the cubage. This second type of stairs is often used by Ridolfi in its designs; in plan it corresponds to a circumference and all the steps in the two dimensions have the same center. The three-dimensional development of the ladder is helical (fig. 2).

As mentioned earlier, in Villino Alatri, there are three different stairs, based on three different geometries (fig. 3). One of these, the one whose geometry has been studied in detail, is grafted on the pre-existent vertical patron link, using a new constructive technology and geometric language. The pre-existence in fact is a rectangular planar staircase, while Ridolfi's expansion features a rampant reinforced concrete slab based on curved and straight geometries. A second stair, the service one, is adjacent to the patron's and has a geometric imprint based in the two dimensions on a rectangle, similar to the pre-existence of Morpurgo. The third connecting body is a spiral staircase on the attic, functional to the connection between the last two levels, both of which belong to a single apartment. This stair is similar to the one in Villino Astaldi, follows the same geometric logic in the three Cartesian dimensions. The latter is characterized by a mixed wood and iron structure. Unlike the



classic spiral staircase, whose bearing structure is the cylindrical core, Ridolfi in this case chooses with the structure to highlight the design geometries and then change the static scheme. The steps are rotated, with a constant rotation around a cylindrical core of wood and steel, but with a negligible structural function. The real supporting structure is made of steel profiles, which are anchored to the finished floor of the slab, followed by the curvilinear of the staircase and the parapet. To these are anchored the wooden steps, through metallic "L" piping. This structural, stylistic stratagem emphasizes both the helix that is formed by the rotation of the steps and the handrail, and the surface of the cylinder on which the helical curve develops (fig. 4).

To understand the geometric and constructive delineation of the stair, a three-dimensional model was built, at the base of which there is the geometric reconstruction of the architectural element through the original drawings of Ridolfi. In drawing and modeling the staircase, the most complex part was the study of the anchorage of the steps to the circular core of wood and steel and the geometry of the handrail. The steps have a rotation of 25° from one another, and the wooden beams that support the staggering of the staircase are always shifted to each other so that they are always tangent to the radius of the circumference of the base cylinder. The movement of the treads is obtained using the rays to which the structure is tangent at an angle between

Figure 2 From right to left, the original drawings by Mario Ridolfi: secondary stairs of Palazzo delle Poste in Piazza Bologna, main stairs of the same building, staircase of Villino Astaldi. Ridolfi Frankl Malagricci Fund, Academy of San Luca (drawing CD 116/I/(a) of Villino Astaldi).

Figure 3 Excerpt of the project plant of the attic floor of Villino Alatri that is the only plan around the cottage in which it is possible to view simultaneously the three different types of stairs and their different geometries. Ridolfi Frankl Malagricci Fund, Academy of San Luca, drawing CD 83/I/(5).

Figura 2 Da destra a sinistra i disegni originali di Mario Ridolfi della pianta delle scale di servizio del Palazzo delle Poste di Piazza Bologna, delle scale di rappresentanza dello stesso e delle scale di Villino Astaldi. Fondo Ridolfi Frankl Malagricci, Accademia di San Luca (disegno CD 116/I/(a) per Villino Astaldi).

Figura 3 Stralcio di pianta di progetto del piano attico di Villino Alatri, che è l'unico piano di tutto il villino in cui si possono osservare contemporaneamente le tre diverse tipologie di scale e le loro differenti geometrie. Fondo Ridolfi Frankl Malagricci, Accademia di San Luca, disegno CD 83/I/(5).

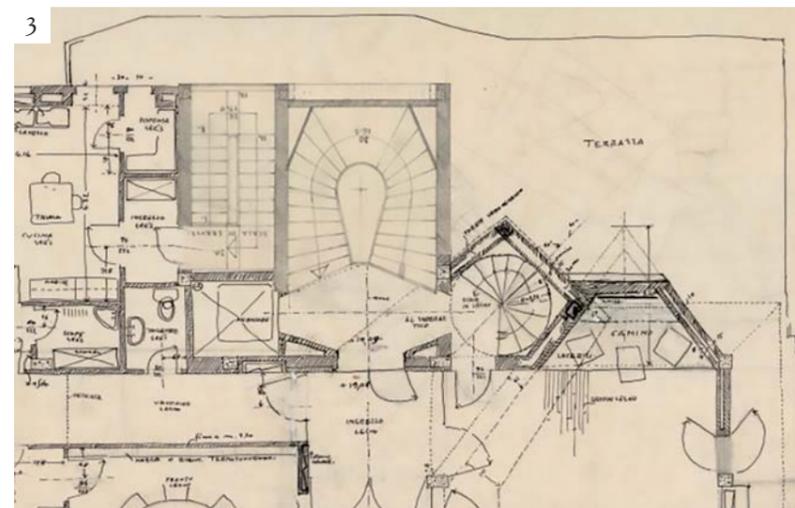
tettonico, geometricamente più complesso, tuttavia ricavando le costruzioni della scala si ottiene una scala composta in pianta da una semicirconferenza e due segmenti. I gradini della parte curva hanno un centro costante sul piano XY e lo sviluppo nelle tre dimensioni è elicoidale.

Villino Astaldi, come il caso studio preso in esame, consiste nel sopraelevare un villino, sempre in stile barocchetto romano, situato come il caso studio nel quartiere Pinciano. La sopraelevazione è di solo due piani e di un'entità più modesta e nettamente meno in contrasto con la preesistenza. In questo caso Ridolfi utilizza due tipologie di scale, in aggiunta alla scala a base rettangolare esistente, una a base poligonale che connette i due piani della sopraelevazione e una a base circolare per connettere la preesistenza con l'ampliamento di cubatura. Questa seconda tipologia di scale viene utilizzata spesso da Ridolfi nei suoi progetti: in pianta corrisponde a una circonferenza e tutti i gradini nelle due dimensioni hanno lo stesso centro. Lo sviluppo tridimensionale della scala è un'elica (fig. 2).

Come detto precedentemente nel Villino Alatri sono presenti tre differenti corpi scale, basati su tre diverse geometrie (fig. 3). Uno di questi, quello di cui si è studiata nel dettaglio la geometria, si innesta sul collegamento verticale patronale preesistente, utilizzando una tecnologia costruttiva e un linguaggio geometrico nuovi. La preesistenza infatti è una scala

a pianta rettangolare, mentre l'ampliamento di Ridolfi prevede una soletta rampante in cemento armato basata su geometrie curve e rettilinee. Una seconda scala è quella di servizio, adiacente a quella patronale, che presenta un'impronta geometrica basata nelle due dimensioni su un rettangolo, analogamente alla preesistenza di Morpurgo. Il terzo corpo di collegamento è una scala a chiocciola al piano attico, funzionale alla connessione tra gli ultimi due livelli, entrambi appartenenti ad un singolo appartamento. La scala è caratterizzata da una struttura mista legno e ferro e, analogamente a quella del Villino Astaldi, segue la stessa logica geometrica nelle tre dimensioni cartesiane. A differenza della classica scala a chiocciola, la cui struttura portante è l'anima cilindrica, Ridolfi in questo caso sceglie con la struttura di evidenziare le geometrie di progetto e di cambiare quindi lo schema statico. I gradini sono ruotati, con una rotazione costante intorno ad un'anima cilindrica in legno e acciaio, che ha una funzione strutturale trascurabile. La vera struttura portante è data da profilati in acciaio che, ancorati al piano finito del solaio, seguono l'andamento curvilineo della scala e del parapetto. A questi sono ancorati i gradini in legno, tramite delle "L" metalliche. Questo stratagemma, strutturale e stilistico, enfatizza sia l'elica che si viene a formare dalla rotazione dei gradini e dal corrimano, sia la superficie del cilindro sulla quale si sviluppa la curva elicoidale (fig. 4).

Per capire il funzionamento geometrico e costruttivo della scala si è realizzato un modello tridimensionale, alla base del quale vi è la ricostruzione geometrica dell'elemento architettonico tramite i disegni originali di Ridolfi. Nel ridisegnare e modellare la scala la parte più complessa è stato lo studio dell'ancoraggio dei gradini all'anima circolare in legno e acciaio e la geometria del corrimano. I gradini hanno una rotazione di 25° l'uno rispetto all'altro, e le travi in legno che sostengono le pedate della scala sono sempre traslate l'una rispetto all'altra, in modo da essere sempre tangenti al raggio della circonferenza del cilindro di base. La traslazione delle pedate è ottenuta utilizzando i raggi a cui la struttura è tangente con un angolo tra l'uno e l'altro di 25°. Il corrima-



each other of 25°. The handrail consists of two curves with the same geometry but on different heights, both of which consist of two helix that extend on the cylinder surface inside which the stair geometry is inscribed in the three dimensions, following the inclination of the ladder. Due to the presence of the landing at half the height of the stair, the helix is not constant throughout its development, but it is divided into two different curves, linked together by a straight line parallel to the path. The handrail, such as the staircase structure, without the use of rectangular metal pipes outside the staircase, did not have its own structural integrity to allow construction, the metal pipes therefore, as hypothesized before the model was realized, have the function of emphasizing the basic helix cylinder geometry and is fundamental to the correct static structural scheme of the scale (fig. 5).

#### The geometric genesis of the stair in Villino Alatri (D.C.)

The detail plan of the stair element<sup>5</sup>, contained in the Ridolfi Fund of the Academy of San Luca, highlights only in part the geometries used by the architect for the construction of constituent elements.

Especially Ridolfi exploits the rectangular space of the staircase but overrides a completely typical plant, through a landing of hexagonal shape and, above all, never equal steps, introducing a spatial complexity typical of its architectures. The original drawing is also quoted, but by redrawing the designer's survey, the length is not congruent with the design: in that case, it was chosen to follow the size actually drawn on the sheet, due to a probable unsuccessful scanning. The deviation is about 6 cm, however, which does not interfere with the final result of the drawing, since they only provide a dimensional reduction of an identical amount of end-stage steps.

The first recognizable base geometry is an equilateral triangle set on the side of steps 10 and 19, which ultimately is also the effective width of the scale of 320 cm. Mirroring the triangle with respect to the aforementioned side, two constituent elements are traced to geometry. First, the heights, the orthocenter of

the triangle, identify one of the quadrant of the stairwell's circumference of the stairs that can be drawn, with a center distance of 40 cm from the orthocenter and the equivalent radius. There are also two points of departure and arrival of the ramps, the intersection between the two sides of the equilateral triangle and a straight line at 100 cm from the elevator axis, also clearly highlighted in the original design. The other two points (beginning and end of ramp) are identified in the drawing on the perimeter walls and through a straight line that disengages 45 cm from the axis of the elevator. By combining the four points, two to two, it is possible to determine the symmetrical course of the first (1) and last step (28) of the rising



5. Ridolfi Frankl Malagricci Fund, Academy of San Luca, Drawing CD 83/II/109.

Figure 4  
Detail of elevation and axonometric view of the helix scale showing the supporting structure and the pedals.

Figure 5  
Axonometric view from the digital model of the wooden spiral staircase, compared to Mario Ridolfi's design drawings. The reconstruction took place using the original drawings of the staircase structure and the plans and elevation of the stair's geometry.

#### La genesi geometrica della scala del Villino Alatri (D.C.)

La planimetria di dettaglio del corpo scala<sup>5</sup>, contenuta nel Fondo Ridolfi dell'Accademia di San Luca, evidenzia solo in parte le geometrie utilizzate dall'architetto per la costruzione degli elementi costitutivi.

In particolare modo Ridolfi sfrutta lo spazio rettangolare del vano scala ma stravolge un impianto del tutto tipico, attraverso un pianerottolo dalla forma esagonale e soprattutto usando gradini mai uguali, introducendo una complessità spaziale tipica delle sue architetture.

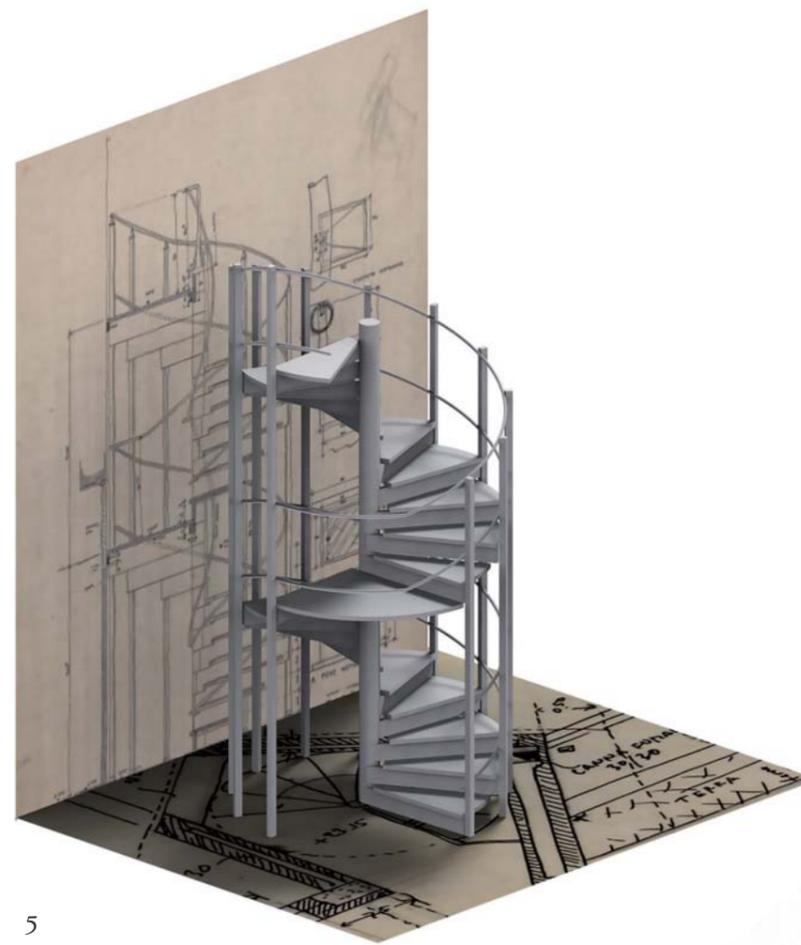
Il disegno originale è anche quotato tuttavia, ricalcando il rilievo del progettista, la lunghezza non è congruente con il disegno: in tal caso si è scelto di seguire le dimensioni effettivamente segnate sul foglio, in virtù di una probabile scansione mal eseguita. Il discostamento è di circa 6 cm che tuttavia non inficiano il risultato finale del disegno, poiché apportano solo una riduzione dimensionale, di una quantità identica, dei gradini di fine vano.

La prima geometria base riconoscibile è un triangolo equilatero impostato sul lato dei gradini 10 e 19, che in definitiva è anche la larghezza effettiva della scala pari a 320 cm. Specchiando il triangolo rispetto al lato suddetto si rintracciano due elementi costitutivi la geometria. Innanzitutto le altezze, ovvero l'ortocentro del triangolo, individuano uno dei quadranti della circonferenza della tromba delle scale che può essere disegnata, con centro distante 40 cm dall'ortocentro e di raggio equivalente.

Inoltre si individuano anche i due punti di partenza e arrivo delle rampe, cioè l'intersezione tra i due lati del triangolo equilatero e una retta a 100 cm dall'asse dell'ascensore, anche queste chiaramente evidenziate nel disegno originale. Gli altri due punti (di inizio e fine rampa) sono identificati nel disegno sui muri perimetrali e attraverso una retta che si discosta 45 cm dall'asse dell'ascensore.

Unendo i quattro punti, a due a due, è possibile determinare l'andamento, simmetrico, del primo (1) e ultimo gradino (28) a filo dell'alzata, a cui bisogna poi aggiungere l'aggetto della pedata in pietra di 3 cm.

A questo punto è possibile determinare le rette che delimitano la tromba delle scale, unendo



5

Figure 4  
Prospetto e vista assonometrica di dettaglio della scala elicoidale in cui si evidenziano la struttura portante e le pedate.

Figure 5  
Vista assonometrica da modello digitale della scala a chiocciola in legno, messa a confronto con i disegni di progetto di Mario Ridolfi. La ricostruzione è avvenuta utilizzando i disegni originali della struttura dei gradini e i disegni in pianta e in alzato della geometria della scala.

5. Fondo Ridolfi Frankl Malagricci, Accademia di San Luca, Disegno CD 83/II/109.

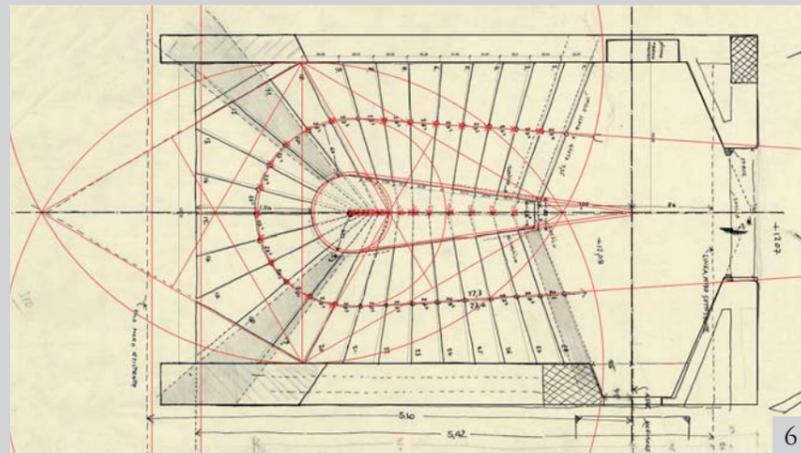
no è composto da due curve uguali ad altezze differenti; entrambe consistono in due eliche che si sviluppano sulla superficie del cilindro all'interno del quale è inscritta la geometria della scala nelle tre dimensioni, seguendo l'inclinazione della scala. Data la presenza del pianerottolo a metà del corpo scala, l'elica non è costante in tutto il suo sviluppo, ma si suddivide in due curve differenti, collegate tra loro da una retta parallela alla pedata. Il corrimano, come la struttura della scala, senza l'utilizzo dei profilati metallici rettangolari esterni alla scala, non aveva una staticità strutturale propria tanto da permetterne la costruzione; i profilati metallici quindi, come ipotizzato prima della realizzazione del modello, oltre ad avere la funzione di enfatizzare la geometria del cilindro di base dell'elica, sono fondamentali per il corretto schema statico della struttura della scala (fig. 5).

edge, to which must be added the overhang of the stone tread of 3 cm.

At this point it is possible to determine the lines that delimit the stairwell, joining the innermost point of step 1, including the overhang, with the circumference of 40 cm radius, previously constructed, so that the straight line obtained is tangent to the same circumference. The straight line for the second ramp with the step 28 is necessarily symmetrical with respect to the first, considering a middle vertical axis at the distance of 160 cm. The accuracy of the tracked geometry is verified by the fact that the point of encounter of the two straight lines is at the intersection of the vertical symmetry axis with the axis of the elevator, both traced with a point-to-point sign, easily identifiable (fig. 6). The search for this initial geometry is quite simple in virtue of the fact that it computes information clearly illustrated graphically on the drawing by Ridolfi himself. From this base, to follow, the geometry becomes more difficult to identify, considering that the steps are all different: an external curve<sup>6</sup> (towards the wall perimeter), a centric curve and an inner curve (towards the stairwell). The tread measure is constant only in the middle, and is 27.4 cm, while it is always different in the other two curves. Obviously, this particular configuration not only causes serious difficulty in tracing the centers of projection of the fish-rays that divide the ramps, but also, as we will see, in determining its spatial geometry.

The first encountered problem is another inaccuracy in the original design. Once verified the base geometry, it is determined a 1.7 cm discrepancy between the center of the circumference retraced and that positioned by Ridolfi, and 3 cm gap, equal to the tip of the spin, between the lower quadrants of the circumferences.

Following the scheme of the designer, in fact, all the steps alignments are noticed, but not the tangency between the center of the middle circumference (100 cm radius from the usual center) and the line of the ramps. The lack of continuity between straight-curve line, would cause an uneven curve in space. Therefore we decided to follow Ridolfi's scheme for the recovery of the line of the centers of the steps,



but applied to the geometry we tracked, which obviously guarantees the tangency introduced. The point of continuity corresponds exactly to the pitch between the steps 8 and 9, between the circumference radius of 100 cm and a tangent straight line that starts from the axis of the elevator at a distance of 60 cm, that is a quarter of the width of the staircase (fig. 7). The projection centers easier to retrieve are those in the curve part of the ramp: the 40 cm radius is divided into eight equal parts, but the first and last subdivision should not be considered for the track of the steps. Five centers remains from which lines are drawn that link them to the equidistant (27.4 cm) points of the median curve. Ten steps are obtained, symmetrical to the central axis, plus an eleventh in correspondence of that axis.

Considering a base module "a" of 5 cm (distance between centers already marked), it can

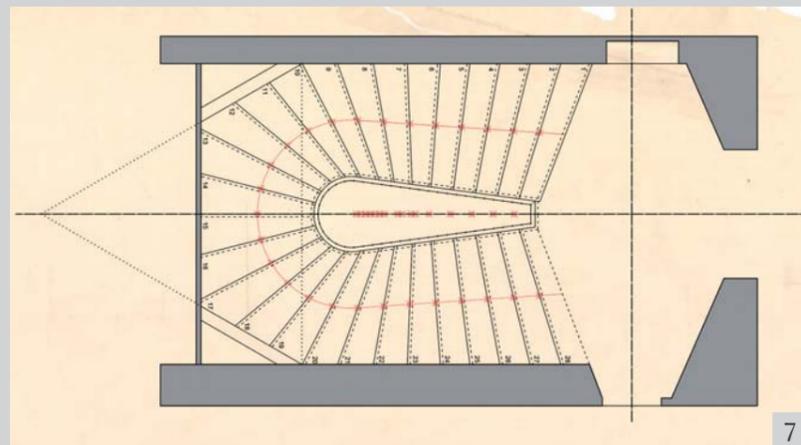


Figure 6  
Reconstruction of the basic geometry of the staircase body, determination of the centers for the tracing of the treads lines.

Figure 7  
Redrawing of the Ridolfi's project, derived from the identified geometries.

6. Simplification of the "curve" term is rather arbitrary, since it is evident that this "curve" is in fact composed of two straight lines joined by a circle of circumference. This scheme will also be useful for three-dimensional space reconstruction, in which the circumferential arc will be identifiable with a helix portion.

Figura 6  
Ricostruzione delle geometrie basilari del corpo scala, determinazione dei centri per il tracciamento delle linee delle pedate.

Figura 7  
Ridiseño del progetto di Ridolfi, derivato dalle geometrie identificate.

6. La semplificazione del termine "curva" è piuttosto discutibile, in quanto è evidente che tale "curva" è in effetti composta da due tratti rettilinei uniti da un arco di circonferenza. Questo schema sarà utile anche per la ricostruzione spaziale tridimensionale, in cui l'arco di circonferenza sarà identificabile con una porzione di elica.

il punto più interno del gradino 1, compreso di aggetto, con la circonferenza di raggio 40 cm precedentemente costruita, in modo che la retta che si ottiene sia tangente alla circonferenza stessa. La retta per la seconda rampa di arrivo con il gradino 28 è necessariamente simmetrica rispetto alla prima, considerando un asse verticale mediano alla distanza di 160 cm. L'esattezza della geometria rintracciata è verificata dal fatto che il punto di incontro delle due rette si trova all'intersezione dell'asse di simmetria verticale con l'asse dell'ascensore, tutti e due tracciati con un segno tratto-punto facilmente individuabile (fig. 6).

La ricerca di tale geometria iniziale è piuttosto semplice, in virtù anche del fatto che ricalca informazioni chiaramente esplicitate graficamente sul disegno dallo stesso Ridolfi. Da questa base, a seguire, la geometria diventa più difficile da identificare, considerando che i gradini sono tutti differenti tra loro: si identificano, per l'esattezza, una curva<sup>6</sup> esterna (verso il perimetro murario), una curva di mezzeria e una curva interna (verso la tromba delle scale). La misura delle pedate rimane costante solamente in mezzeria, ed è pari a 27,4 cm, mentre è sempre diversa nelle altre due curve. Ovviamente questa particolare configurazione determina non solo una seria difficoltà nel rintracciare i centri di proiezione dei raggi a spina di pesce che suddividono le rampe, ma anche, come poi vedremo, nel determinarne la geometria spaziale.

Il primo problema riscontrato concerne un'altra imprecisione nel disegno originale. Verificata la geometria base si determina un discostamento di 1,7 cm tra il centro della circonferenza rintracciata e quello posizionato da Ridolfi, e una differenza di 3 cm, pari proprio all'aggetto della pedata, tra i quadranti inferiori delle circonferenze.

Seguendo lo schema del progettista, in effetti, si constata tutti gli allineamenti dei gradini, ma non la tangenza tra la circonferenza di mezzeria (100 cm di raggio dal centro usuale) e la retta delle rampe. La mancanza di continuità retta-curve provocherebbe una curva non uniforme nello spazio. Pertanto si è deciso di seguire lo schema di Ridolfi per il recupero dei centri delle linee dei gradini, ma applicato alla

geometria da noi rintracciata, che ovviamente garantisce la tangenza pocanzi introdotta. Il punto di continuità corrisponde precisamente alla pedata tra i gradini 8 e 9, tra la circonferenza di raggio 100 cm e una retta ad essa tangente che parte dall'asse dell'ascensore a distanza di 60 cm, cioè un quarto della larghezza del vano scala (fig. 7).

I centri di proiezione più facili da recuperare sono quelli della parte curva della rampa: il raggio di 40 cm viene diviso in otto parti uguali, ma la prima e l'ultima suddivisione non devono essere considerate per il tracciamento dei gradini. Rimangono cinque centri da cui vengono tracciate le linee che li uniscono ai punti equidistanti (27,4 cm) della curva mediana. Si ottengono dieci gradini, simmetrici rispetto all'asse centrale, più un undicesimo in corrispondenza proprio di tale asse.

Considerando un modulo base "a" pari ai 5 cm (distanza tra i centri già segnati), è possibile recuperare il primo centro C1, oltre la circonferenza, ad una distanza di  $7/3a$  (11,67 cm).

Il centro C2 si trova a  $7/3a$  rispetto a C1 più un mezzo modulo ( $a/2$ ), sarebbe a dire, risolvendo la formula, di una quantità pari a  $17/6a$  (14,17 cm). Il centro C3 invece dista da C2 di  $7/3a$  più un modulo "a", ovvero  $10/3a$  (16,67 cm). I centri C4 fino al C7 sono equamente distribuiti per la lunghezza rimanente fino al pianerottolo, cioè con un passo di 22,66 cm (fig. 8).

Unendo tutti i centri con tutti i punti staccati sulla curva mediana dalle pedate costanti di 27,4 cm si ottengono le geometrie di tutti i gradini del corpo scala, la cui particolarità, come già accennato, è che la misura della pedata per le curve esterna ed interna è sempre differente. Si limita l'analisi, per il momento, alla porzione di rampa contenuta tra i due tratti rettilinei. Per la linea esterna la dimensione diminuisce gradualmente dal gradino 1 al 5 e poi aumenta nuovamente e in maniera progressiva fino al 9. Per la linea interna invece accade l'esatto contrario, cioè la dimensione della pedata aumenta gradualmente fino al gradino 5 e poi diminuisce fino al 9.

Questo tratto inoltre ha la particolarità di essere contenuto tra due rette (in pianta), ma per la linea mediana invece l'ultimo tratto del gradino 9 è in realtà un arco di circonferenza. Per

retrieve the first C1 center beyond the circumference at a distance of  $7/3a$  (11.67 cm). Center C2 is  $7/3a$  compared to C1 plus a half module ( $a/2$ ), that is to say, solving the formula, of an amount equal to  $17/6a$  (14.17 cm). Center C3 instead stands from C2 of  $7/3a$  plus a module "a", that is  $10/3a$  (16.67 cm). Centers C4 up to C7 are equally distributed for the remaining length up to the landing, with a pitch of 22.66 cm (fig. 8).

By combining all the centers with all the points on the median curve from the constant treads of 27.4 cm we obtain the geometries of all the staircase steps, whose peculiarity, as mentioned above, is that the measurement of the tread for the external and internal curves is always different. The analysis is limited, for the moment, to the ramp portion contained between the two straight lines.

For the outer line, the size gradually decreases from step 1 to 5 and then increases again and progressively up to 9. For the inner line the opposite is true, that is, the size of the tread gradually increases to step 5 and then decreases until the 9 one.

This part also has the peculiarity of being contained between two straight lines (in plan), but on the middle line instead the last stretch of step 9 is actually an arc of circumference. By the paradox, however, the median line is the only one to rise spatially with a steady slope, while the two lateral lines follow directly the anomaly of the variable width of the strokes, and therefore their spatial evolution is curved. This feature causes a lot of problems for virtual reconstruction.

The ratio between the lift (17 cm) and the pedal (30 cm) controls the slope of the ramp, a 10 cm thick reinforced concrete slab coated with 2 cm plaster layer. This information comes from a second drawing<sup>7</sup> in which Ridolfi designs the details of the steps, with reference to the structural part and the lining. While the bent curve of the slab is visible in the sections<sup>8</sup>, but on the other hand, in the first planimetric design, Ridolfi draws two perspectives with china (and one in pencil), where he particularly emphasizes the handrail facing the stairwell and it is evident the curvilinear geometry.

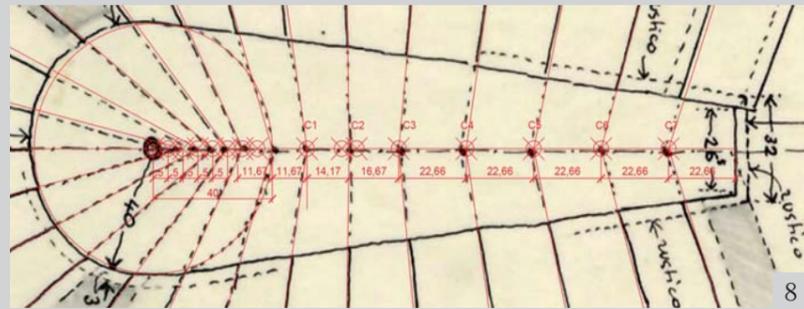


Figure 8  
Detail of the central axis where the analysis and study of the centers and geometries is highlighted in red.

At a first analysis it was thought that the course of the ramp was a ribbed surface, an idea insinuated by the fact that in the plan the median and the inner curves are composed of straight and circumferential arcs, which can be developed in the space with straight lines and helix, as in spiral stairs, it is well known that they are ribbed surface.

Experimentation on a first three-dimensional modeling has immediately highlighted the inaccuracy of this hypothesis. By stopping at the only straight section of the ramp, the surface is drawn by two straight lines in the space, which have different inclinations because the ramp length is different on the inner and outer side, but must nevertheless reach the same height.

By projecting from the plant the lines of the steps directly on the striped surface, the error is obvious: lines that should be contour lines, have no steady and planar course but have a vertical curvature starting from the outside of the ramp in the direction of the stairwell.

Such a geometry is typical of Roman historical buildings, with rampant vents for stair rails, but is limited to the constructive aspect of the slab and not to the course of the steps which obviously remain isotypes.

A second analysis of the drawings therefore highlights two essential features for virtual reconstruction. Only the one we have named the "median curve" has a steady slope for the entire development of the scale: for each tread of 27.4 cm the curve (straight or helix) increases its share of about 16.8 cm.

This configuration is completely lost for the internal and external curves, which have already been mentioned. For them, the size of the tread is always different, but inevitably

Figure 9  
One of the first methods used for virtual reconstruction, by determining the probable ribbed surfaces of reinforced concrete slabs. To the left, in red, the course of the steps for that surface. On the right, in blue (in comparison with the previous steps), the projection of the steps in the plan of Ridolfi's design on the ribbed surface: the course is curved and rising towards the stairwell.

7. Ridolfi Frankl Malagricci Fund, Academy of San Luca, Drawing CD 83/II/110.

8. Ridolfi Frankl Malagricci Fund, Academy of San Luca, Drawing CD 83/I/12".

7. Fondo Ridolfi Frankl Malagricci, Accademia di San Luca, Disegno CD 83/II/110.

8. Fondo Ridolfi Frankl Malagricci, Accademia di San Luca, Disegno CD 83/I/12".

paradosso tuttavia la linea mediana è l'unica a salire spazialmente con pendenza costante, mentre le due rette laterali seguono direttamente l'anomalia della larghezza variabile delle pedate, e pertanto il loro andamento spaziale è curvilineo. Questa caratteristica provoca non pochi problemi per la ricostruzione virtuale.

Il rapporto tra alzata (17 cm) e pedata (30 cm) comanda la pendenza della rampa, una soletta in cemento armato di spessore 10 cm rivestita con strato di intonaco di 2 cm. Queste informazioni derivano da un secondo disegno<sup>7</sup> in cui Ridolfi progetta il dettaglio dei gradini, con riferimento alla parte strutturale e al rivestimento. Mentre l'andamento curvato della soletta è visibile nelle sezioni<sup>8</sup>, ma d'altra parte anche nel primo disegno planimetrico Ridolfi schizza due viste prospettiche a china (e una a matita) dove enfatizza in particolar modo il corrimano affacciato sulla tromba delle scale, ed è evidente l'andamento curvilineo della geometria.

Ad una prima analisi si è pensato che l'andamento della rampa fosse una superficie rigata, idea insinuata dal fatto che in pianta la curva mediana e quella interna sono composte da rette e archi di circonferenza, sviluppabili nello spazio con rette ed eliche che, come per le scale a chiocciola, è risaputo siano delle rigate.

La sperimentazione su una prima modellazione tridimensionale ha da subito evidenziato l'inesattezza di questa ipotesi. Fermandoci al solo tratto rettilineo della rampa, si è creata la superficie rigata da due rette nello spazio, che hanno inclinazioni differenti poiché la lunghezza della

rampa è differente sul lato interno ed esterno, ma devono tuttavia raggiungere la stessa quota. Proiettando dalla pianta le linee dei gradini direttamente sulla superficie rigata è evidente l'errore: linee che dovrebbero essere isoipse, non hanno in realtà andamento costante e planare ma hanno una incurvatura verticale partendo dall'esterno della rampa in direzione della tromba delle scale.

Una tale geometria è tipica dell'edilizia storica romana, con le voltine rampanti per le rampe di scale, ma è circoscritta all'aspetto costruttivo della soletta e non all'andamento dei gradini che ovviamente rimangono isoipse.

Una seconda analisi dei disegni evidenzia pertanto due caratteristiche essenziali per la ricostruzione virtuale. Solamente quella che abbiamo nominato la "curva mediana" ha una pendenza costante per l'intero sviluppo della scala: per ogni pedata di 27,4 cm la curva (retta od elica) aumenta la sua quota di circa 16,8 cm.

Questa configurazione si perde completamente per le curve interna ed esterna, di cui si è già parlato. Per esse la dimensione della pedata è sempre differente, ma inevitabilmente il salto di quota deve essere sempre di 16,8 cm. Ne deriva che le due curve spaziali hanno pendenza variabile in stretto legame con le misure delle pedate e quindi, come abbiamo già evidenziato, poiché l'andamento di tali misure è inverso per le due curve, significa che quando la curva esterna ha una pendenza crescente, quella interna ce l'ha decrescente, e viceversa (fig. 9).

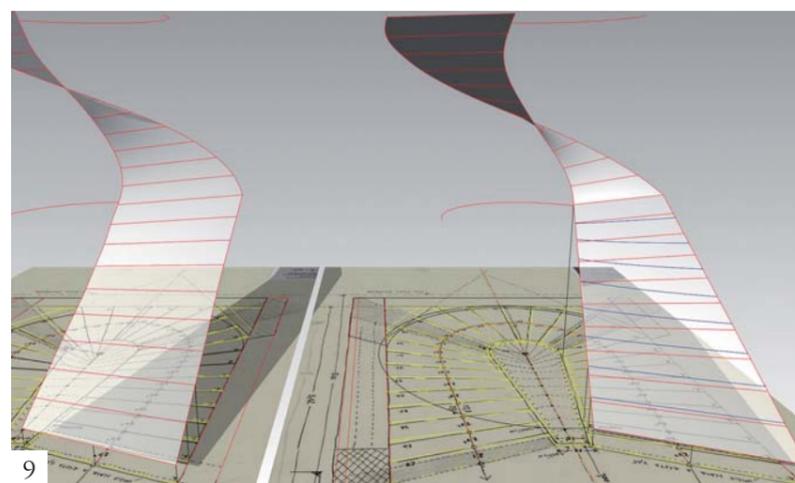
#### La modellazione tridimensionale: problemi e soluzioni (D.C.)

Si sono seguite differenti strade per la realizzazione della scala, utilizzando un software di modellazione tridimensionale.

Il primo tentativo prevede lo scorrimento di un segmento, la linea del primo gradino, lungo la curva mediana. L'idea era di seguire la genesi geometrica di una vite a filetto rettangolare generata similmente con una curva a pendenza costante e un segmento orizzontale. Il risultato non è quello sperato. Il motivo risiede nel fatto che nella vite a filetto rettangolare il segmento che scorre lungo l'elica è orientato sempre verso il centro della stessa, ipotesi che non può verificarsi nel caso di Villino Alatri in quan-

Figura 8  
Dettaglio sull'asse centrale in cui si evidenzia in rosso l'analisi e lo studio per la ricerca dei centri e delle geometrie.

Figura 9  
Uno dei primi metodi usati per la ricostruzione virtuale, basata sulla determinazione delle probabili superfici rigate delle solette in cemento armato. A sinistra, in rosso, l'andamento dei gradini per tale superficie; a destra, in blu (a confronto con i precedenti gradini), la proiezione dei gradini in pianta del disegno ridolfiano sulla superficie rigata: l'andamento è curvilineo e crescente verso la tromba delle scale.



the altitude jump must always be 16.8 cm. It follows that the two spatial curves have variable slope in close connection with the tread measurements, and therefore, as we have already pointed out, since the trend of these measurements is the inverse for the two curves, it means that when the outer curve has a growing slope, the inner one has declined, and vice versa (fig. 9).

The three-dimensional modelling: problems and solutions (D.C.)

Different paths have been followed to design the stair using a three-dimensional modeling software.

The first attempt involves the sliding of a segment, the first step line, along the median curve. The idea was to follow the geometric genesis of a rectangular threaded screw similarly generated with a steady slope curve and a horizontal segment. The result is not the one hoped for. The reason lies in the fact that in the rectangular thread screw the segment running along the helix is always oriented towards the center of the same, which cannot occur in the case of Villino Alatri, since, as already mentioned, the geometry of the lines of the steps provides a set of centers on the axis of symmetry spaced apart from each other in a way that is also not uniform. On the other hand, the threaded screw is a ribbed surface as we have already exposed the impossibility that this scale may also be a ribbed one.

The second path has foreseen greater constraint with the insertion of two tracks, for the inside and outside of the staircase, to slide the curve section, which in this case is a rectangular slope oriented orthogonally with respect to the slope. The surface that is generated however has a number of unwanted sketches, and net edges that should not be there, particularly at the passage from the straight part to the curvilinear of the median of the ramp (fig. 10).

The third constructive hypothesis foresees the realization of the slab through a Loft surface that joins a sequence of vertical rectangles corresponding to any vertical sections of the slab in correspondence of the line of the steps. In this way, it is possible to divide

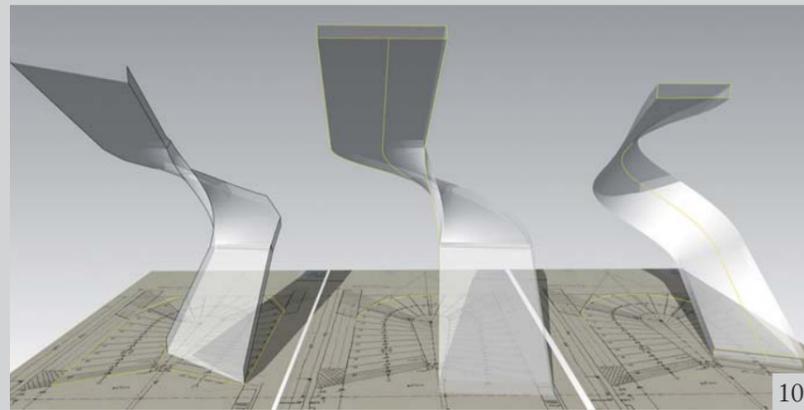


Figura 10  
Successivi metodi utilizzati per la creazione del modello virtuale: facendo scorrere una sezione della soletta di cemento armato lungo la curva in mezzeria, a destra; successivamente forzando maggiormente i limiti attraverso due curve di bordo lungo cui scorrere la sezione, al centro; la soletta ottenuta è stata successivamente tagliata con i limiti imposti dal disegno planimetrico, sulla sinistra.

the surface into several parts, which have a smooth running, however without particular and obvious deformation. This surface is undoubtedly the best one to use for the final three-dimensional model (fig. 11).

The steps, with a height of 17 cm, stand over the slab model, and they cover a 490 cm interstorey. Closely connected to the progress of the staircase is also the railing, which in this case was modeled only for the reference floor. The uprights, carefully placed on the floor, are 10 cm apart and fixed to the ramp cement slab, projecting about 4.5 cm to engrave the 3 cm marble tilt boss. The curve of the handrail ultimately resembles the internal thread of the ladder (fig. 12).

The created model can also be used to verify the accuracy of Ridolfi's drawings, by relating, for example, the section on the scale of originals with the 3D prospect, or even by retrieving perspectives similar to those drawn by the architect schematically (fig. 13). The comparison, especially in the first case, shows how the longitudinal section on the scale body has inconsistencies. In fact, it shows a lesser slope of the curve in the reconstruction of the slab, and consequently also the steps, which follow such a gradient, they are at lower altitudes. The mistake inevitably resides in Ridolfi's design: the reconstruction perfectly fits the 490 cm plate, with the same subdivision as dictated by the detail plan that consist in 28 raising.

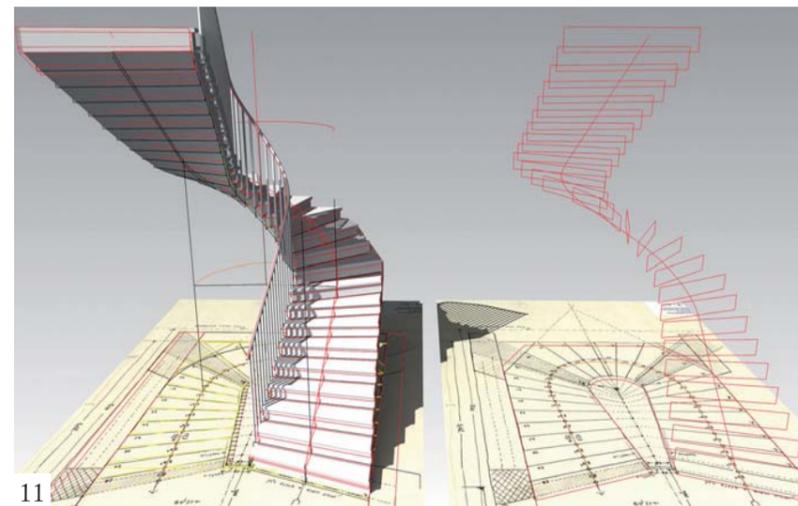
#### Conclusion (D.C.)

Understanding the spatial genesis of so

Figure 10  
Next methods used to create the virtual model: to the right, scrolling a section of the reinforced concrete slab along the median curve; to the center, forcing the limits more, assigning two edge curves along which to scroll the section; to the left, the obtained slab was subsequently cut with the limits imposed by the planimetric drawing.

Figure 11  
Final constructive genesis of the reinforced concrete slab supporting the stair ramp. Reconstruction was performed by a sequence of sections put at the right height and by linking them, through an interpolation with the Loft command. In this way, a series of surfaces are obtained and those are the most accurate of the analyzed ones.

Figura 11  
Genesi costruttiva definitiva della soletta in cemento armato portante della rampa di scale. La ricostruzione è avvenuta posizionando in quota una sequenza di sezioni e collegandole per interpolazione con il comando Loft, ottenendo in questo modo una serie di superfici che risultano essere le più esatte tra quelle analizzate.



to, come già detto, la geometria delle linee dei gradini prevede una serie di centri sull'asse di simmetria distanziati tra loro in modo anche non uniforme. D'altra parte la vite a filetto è una superficie rigata mentre abbiamo già esposto l'impossibilità che anche questa scala possa essere una rigata.

La seconda strada percorsa ha previsto una costrizione maggiore con l'inserimento di due binari, per la parte interna e quella esterna della scala, su cui far scorrere la curva sezione, che in questo caso è un rettangolo inclinato orientato ortogonalmente rispetto la pendenza. La superficie che si genera tuttavia ha una serie di abbozzature non desiderate, e spigoli netti che non dovrebbero esserci, in particolar modo in corrispondenza del passaggio dalla parte rettilinea a quella curvilinea della mediana della rampa (fig. 10).

La terza ipotesi costruttiva ha previsto la realizzazione della soletta attraverso una superficie Loft che congiungesse una sequenza di rettangoli verticali corrispondenti ad eventuali sezioni verticali della soletta proprio in corrispondenza delle linee dei gradini. In questo modo è possibile suddividere la superficie in più parti, che hanno tuttavia un andamento regolare, senza deformazioni particolari ed evidenti. Questa superficie risulta senza dubbio la migliore da utilizzare per il modello tridimensionale finale (fig. 11).

Alla soletta così modellata si appoggiano i gradini con alzata di 17 cm, i quali coprono un

interpiano di 490 cm. Strettamente collegata all'andamento della scala è anche la ringhiera, che anche in questo caso è stata modellata solo per il piano preso di riferimento. I montanti, accuratamente collocati in pianta, sono a distanza di 10 cm l'uno dall'altro e, fissati alla soletta di cemento della rampa, aggettano di circa 4,5 cm per scavallare la sporgenza della pedata in marmo di 3 cm. La curva del corrimano ricalca in definitiva il filo interno della scala (fig. 12).

Il modello creato può essere utilizzato anche per verificare l'esattezza dei disegni di Ridolfi, mettendo in relazione, per esempio, la sezione sulla scala degli originali con il prospetto da modello 3D, o ancora recuperando delle viste prospettiche che assomiglino a quelle schizzate dall'architetto in maniera schematica (fig. 13). Il confronto, soprattutto nel primo caso, evidenzia come la sezione longitudinale sul corpo scala abbia delle incongruenze. Infatti si evidenzia un andamento della curva della soletta di pendenza minore rispetto alla ricostruzione, e conseguentemente anche i gradini, che seguono tale pendenza, si trovano a quote inferiori. L'errore risiede inevitabilmente nel disegno di Ridolfi: la ricostruzione raccorda perfettamente l'interpiano di 490 cm, con la stessa suddivisione dettata dalla pianta di dettaglio che consta 28 alzate.

#### Conclusioni (D.C.)

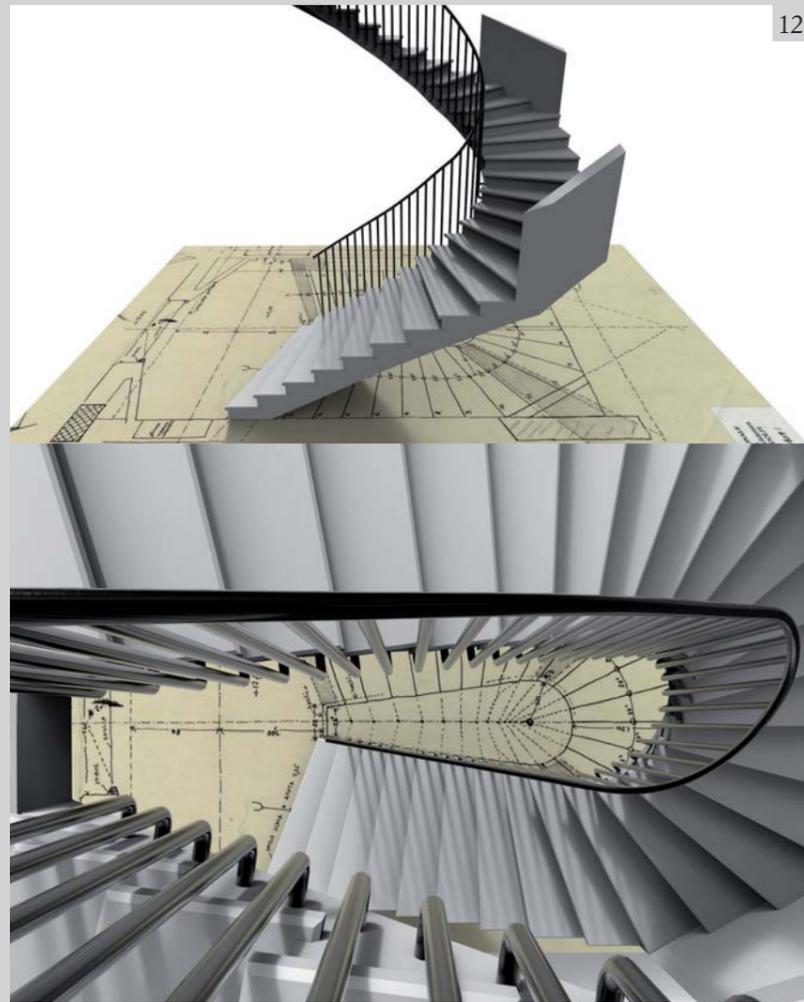
Comprendere la genesi spaziale di geometrie così complesse sarebbe estremamente complicato senza lo strumento digitale. Le verifiche proiettive, l'analisi delle curve, il recupero delle geometrie stesse, usando solo i disegni originali, sono state rese possibili proprio grazie all'uso di software specifici.

Il caso del Villino Alatri evidenzia una tipologia architettonica peculiare per i collegamenti verticali, tipici nei progetti di Ridolfi. La complessità spaziale è un tema reiterato e la ricerca di forme particolari è sicuramente un dato di grande originalità pur affondando le radici nella storia. I disegni di Ridolfi hanno sempre un fascino particolare, perché in un certo senso rispecchiano proprio la stessa complessità: Ridolfi sovrappone disegni tecnici a schizzi prospettici, in un flusso di lavoro che unisce

complex geometries would be extremely complicated without the digital instrument. Projective checks, curve analysis, and recovery of the geometries themselves, using only the original drawings, were made possible thanks to the use of specific software.

The case of Villino Alatri highlights a peculiar architectural typology for vertical links, typical of Ridolfi's projects. Spatial complexity is a repeat theme and the search for particular shapes is certainly a matter of great originality while sinking roots in history. Ridolfi's designs always have a particular charm, because in a sense they reflect the same complexity: Ridolfi overlaps technical sketches with prospective sketches, in a workflow that combines technique and thought. It seems as though, while drawing the constructive detail, you also stop to understand how to realize it, through axonometric patterns on the positioning of the irons. Or as though drawing the detail of the steps of the staircase all 30 cm (which is not true), Ridolfi tries to understand the trend of the curve in space by drawing the handrail sharply and verifying its accuracy.

Even complex geometry hides a certain charm. Research in the field of representation applied to rationalistic architectures is also a sector that is still underdeveloped but which, however, has many interesting discoveries in many respects.



12

Figure 12  
Two perspective views that emphasize the staircase geometry, its peculiarity and even atypical beauty.

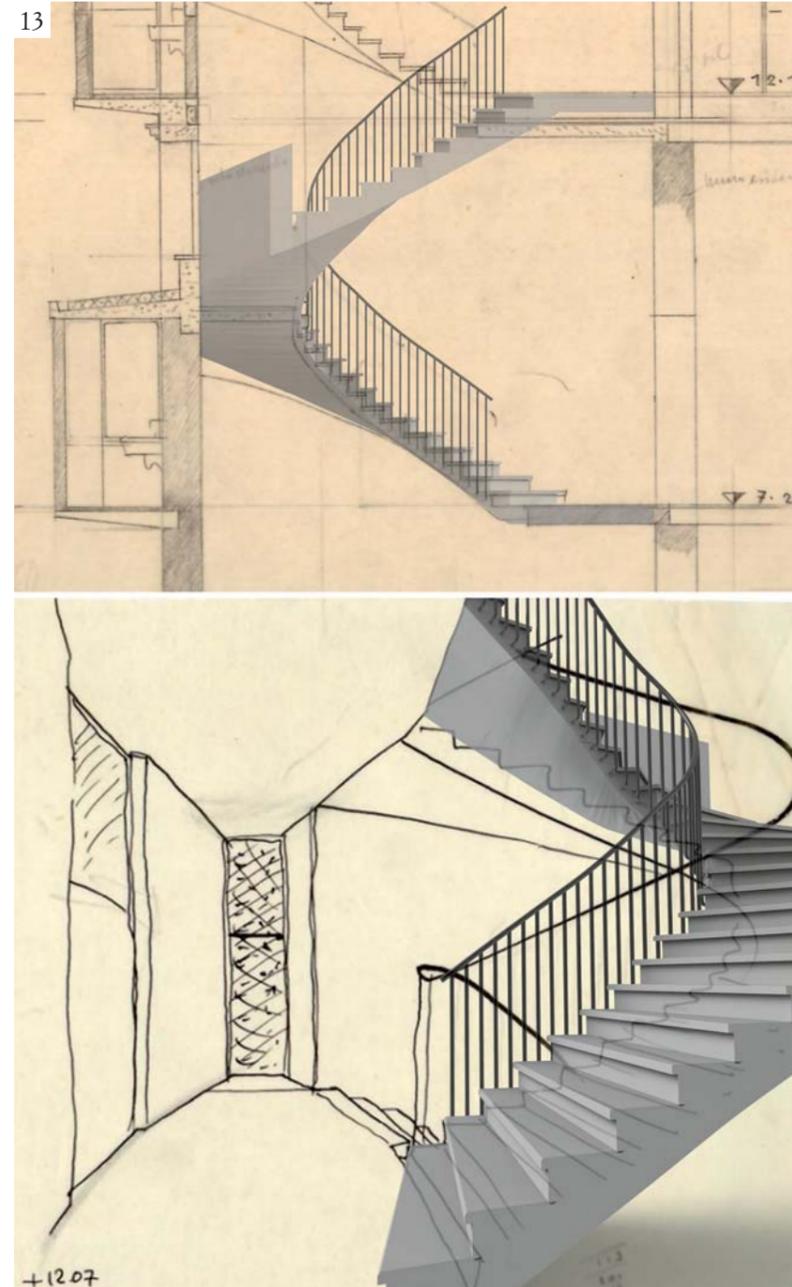
Figure 13  
Above, the original drawing of the staircase in the longitudinal section is overlaid with the side-view rendering. There is an obvious error in the rises of the steps, that is lower in the original drawing. Below, an overlay between Ridolfi's sketch and perspective rendering: there is virtually no overlapping, but obviously the original sketch has the sole purpose of formal study, it is not constructed according to perspective rules.

#### Bibliografia / References

- CELLINI, F., D'AMATO, C., 2005. *Le architetture di Ridolfi e Frankl*. Milano: Mondadori Electa, pp. 399.
- CIUCCI, G., 2002. *Gli Architetti e il fascismo, architettura e città 1922-1944*. Torino: Einaudi, pp. XXIV-222.
- INSOLERA, I., 2001. *Roma Moderna. Un secolo di storia urbanistica 1870-1970*. Torino: Einaudi, pp. 369.
- MIGLIARI, R., 2009. *Geometria Descrittiva, Volume II: Tecniche e applicazioni*. Novara: De Agostini Scuola, pp. 640.
- MIGLIARI, R., 2003. *Geometria dei modelli. Rappresentazione grafica e informatica per l'architettura e per il design*. Roma: Kappa, pp. 312.
- PALMIERI, V., 1997. *Mario Ridolfi: guida all'architettura*. Verona: Arsenale Editrice, pp. 148, ill.
- RIDOLFI, M., 1957. Palazzina in via Marco Polo e trasformazione di un villino a Roma. *Casabella-continuità. Rivista internazionale di architettura*. 215, 1957, pp. 7-13.

tecnica e pensiero. Sembra quasi che Ridolfi, mentre disegna il dettaglio costruttivo in proiezioni ortogonali, si soffermi anche a cercare la soluzione per realizzarlo attraverso schemi assonometrici sul posizionamento dei ferri. E sembra anche che l'architetto, mentre disegna il dettaglio dei gradini della scala, tutti di 30 cm, cerchi di capire l'andamento della curva

nello spazio disegnando in modo marcato il corrimano al fine di verificarne l'esattezza. La geometria, anch'essa complessa, nasconde tuttavia un fascino indubbio. La ricerca nel campo della rappresentazione applicata alle architetture realizzate anche razionaliste è un settore ancora poco analizzato, ma che, tuttavia, cela scoperte interessanti sotto molti punti di vista.



13

Figura 12  
Due viste prospettive che enfatizzano la geometria della scala, la sua peculiarità, e anche la bellezza atipica.

Figura 13  
In alto, il disegno originale di Ridolfi della sezione longitudinale sulla scala, a cui è stato sovrapposto il render da modello tridimensionale: si evidenzia un errore sull'alzata dei gradini che è più bassa nel disegno originale. In basso una sovrapposizione tra lo schizzo di Ridolfi e il render prospettico: la sovrapposizione è per puro studio formale, tuttavia appare chiaro che lo schizzo originale, redatto al solo scopo di studio, non è costruito secondo regole prospettiche.