



# Immagini digitali per l'elaborazione e l'analisi del costruito. Lo scalone monumentale di San Leucio

Domenico Iovane  
Sabrina Acquaviva  
Rosina Laderosa

## Abstract

Nella contemporaneità l'uso delle immagini digitali è un supporto fondamentale per la conoscenza e la divulgazione dei valori intrinseci del patrimonio architettonico, non solo dal punto di vista informativo e documentario, ma anche e soprattutto perché le immagini digitali costituiscono il dato grezzo da cui partire per sviluppare modelli tridimensionali capaci di descrivere un manufatto nelle sue determinazioni metriche e materiche e le cui elaborazioni rappresentano la base per successivi approfondimenti.

Le tecnologie di ultima generazione, con specifico riferimento ai sistemi *image-based*, forniscono un supporto fondamentale alla conoscenza. In particolare, quando tali tecnologie vengono gestite con competenza e con il necessario e insostituibile governo dell'occhio critico del rilevatore, offrono la possibilità di pervenire ad interessanti risultati; così come accade attraverso gli UAV, velivoli leggeri e versatili per il rilievo di prossimità.

A tal proposito, l'oggetto del presente contributo riguarda l'utilizzo di tali dispositivi ai fini dell'acquisizione dei dati metrici e qualitativi del caso studio, lo scalone monumentale di San Leucio. Le immagini digitali hanno consentito di svelare i significati e l'assetto formale del sistema anche in riferimento ai singoli elementi che lo compongono.

Accanto a ciò si presentano nel contributo gli esiti derivanti dall'utilizzo di differenti metodologie, nell'ottica di ottenere prodotti grafici illustrativi 2D e 3D.

## Parole chiave

Rilievo *image-based*, ortomosaici, modelli, rappresentazione, scale monumentali

## Topic

Elaborare



Elaborazioni modello  
fotogrammetrico: Nuvola  
di punti sparsa, Nuvola di  
punti Densa. (Elabora-  
zione grafica a cura degli  
autori).

## Introduzione (Domenico Iovane)

Le operazioni volte alla conoscenza e alla documentazione del patrimonio architettonico, oggi, si avvalgono delle tecnologie di rilievo digitale *reality-based* che consentono di descrivere l'oggetto di studio con elevata accuratezza e di rispondere in modo adeguato alle differenti criticità legate alle peculiarità formali che caratterizzano l'architettura storica. In particolare, nei sistemi *image-based*, le immagini fotografiche costituiscono l'elemento fondamentale di un processo che prevede tempi ridotti per le fasi di acquisizione e che consente di predisporre documentazioni accurate e utili ai fini della conoscenza del manufatto, della sua rappresentazione, nonché delle sue interpretazioni. Le immagini fotografiche, nel tempo, si sono trasformate da supporto utile su cui imprimere la realtà stessa, a strumento legato alle arti visive [Cardaci, Versaci 2013, pp. 2-10], fino a giungere all'utilizzo oggettivo di esse per il rilievo metrico e materico.

Ancor di più, oggi, offrono la possibilità, tramite la loro elaborazione, di ottenere un calco digitale del reale, capace di descrivere l'oggetto di studio nelle sue tre dimensioni con elevata accuratezza [De Luca 2011].

I sistemi *image-based* vengono largamente utilizzati nell'ambito del rilievo del patrimonio architettonico anche per manufatti a forte valenza monumentale, prefigurando procedure specifiche, in quanto ogni struttura rappresenta un caso a sé stante per le sue caratteristiche intrinseche, nonché per lo specifico stato di conservazione. A tal proposito, è ben noto che i sensori ottici passivi permettono di rispondere in modo adeguato alle differenti criticità che si presentano, in riferimento al bene da rilevare e al contesto in cui si colloca.

L'utilizzo di tali sistemi risulta particolarmente adeguato per il rilievo delle scale all'aperto, soprattutto considerando la possibilità di avvalersi di dispositivi UAV per le fasi di acquisizione e per la necessità di predisporre documentazioni che possano restituire la pluralità di valori formali e compositivi che le connotano [Cirillo 2019; Zerlenga 2016, pp. 667-672]. Per quanto concerne il rilievo delle scale, le criticità principalmente riscontrabili risiedono nell'articolazione spaziale e nell'alternanza rampe-pianerottoli che spesso comportano la formazione di aree non visibili dai sensori [Palomba, Scandurra 2021, pp. 925-944]. Inoltre, la dimensione e la localizzazione del dislivello vincola in alcuni casi la scelta della tecnologia da utilizzare, ritrovando spesso negli UAV strumenti versatili capaci di rilevare grandi aree in tempi ridotti [D'Agostino et al. 2020, pp. 69-87].

Di seguito si riportano i risultati conseguiti per il rilievo dello scalone monumentale del complesso di San Leucio (fig. 01), in cui le immagini digitali sono state fondamentali per elaborare il calco del reale e restituire le rappresentazioni necessarie per le analisi geometriche-formali.

## Acquisizioni Image-based ed elaborazioni fotogrammetriche (Rosina Iadrosa)

Le differenti modalità di acquisizione e registrazione delle informazioni geometrico-formali, parallelamente al continuo aggiornamento degli algoritmi utili al processamento e



Fig. 01. Fotografie digitali aeree e terrestri dello scalone monumentale di San Leucio. (Acquisizioni fotografiche degli autori).

all'elaborazione di tali dati, hanno ampliato il loro raggio di azione, dando luogo ad un incremento del loro utilizzo nei rilievi a media e larga scala. Per l'acquisizione dei dati formali e qualitativi delle scale urbane, le tecnologie *image-based* risultano imprescindibili, anche se nella scelta dei sensori devono essere tenuti in considerazione alcuni aspetti fondamentali. I processi di tali tecnologie, infatti, sono ampiamente consolidati e forniscono la possibilità di realizzare modelli tridimensionali descrittivi delle caratteristiche spaziali e morfologiche dei manufatti, sfruttando la non invasività delle strumentazioni impiegate, ma di contro risultano fortemente vincolate dalle condizioni del contesto in cui le strutture sono calate e dalle peculiarità dei materiali che li compongono [Remondino 2011, pp. 90-98].

L'uso dei sensori ottici passivi per la ricostruzione di modelli tridimensionali descrittivi del reale impone il rigoroso rispetto dei principi fotogrammetrici. In tal modo, il compito di descrizione del bene culturale non viene affidato ad un singolo scatto o ad una composizione di differenti angolazioni e prospettive, bensì ad una sequenza di scatti sovrapponibili che solo se sono in stretta relazione tra loro potranno concorrere all'elaborazione del calco del reale.

Al fine di rendere possibili analisi tematiche e rappresentazioni coerenti con il reale, per il rilievo dello scalone monumentale di San Leucio, sono state valutate le prestazioni e le soluzioni più appropriate in base alle caratteristiche delle diverse parti che compongono il sistema architettonico. L'uso di differenti camere ottiche e supporti ha permesso il rilievo dei punti inaccessibili, seguendo un approccio definito multi-scalare per indagare il bene a differenti gradi di approfondimento: urbano, architettonico e di dettaglio. Inoltre, i dati provenienti da camere differenti consentono una conoscenza approfondita dell'oggetto, aumentandone il livello informativo mediante acquisizioni che possono essere arricchite con ulteriori rilievi e minimizzando l'impatto degli errori che possono verificarsi a causa delle caratteristiche intrinseche degli strumenti [Russo, Manfredini 2019, pp. 443-468].

Le attività di rilievo a scala urbana sono state condotte tramite un UAV DJI Mavic 2 Pro, per valutare l'andamento orografico e morfologico dell'intero sito. Per l'intera area di 74m x 287m sono stati registrati 458 fotogrammi. Quest'ultimi sono stati acquisiti tramite un volo pianificato in modalità double grid, settando i differenti parametri in funzione della qualità e della precisione del modello da elaborare (fig. 02).

In aggiunta all'UAV precedentemente citato, le operazioni di rilievo a scala architettonica sono state condotte anche tramite un DJI Mavic Mini, che per le sue ridotte dimensioni ha permesso di avvicinarsi notevolmente al bene anche in presenza della vegetazione esistente nelle sue prossimità. I voli sono stati condotti in modalità manuale, acquisendo 1815 fotogrammi concernenti l'intera area dello scalone monumentale.

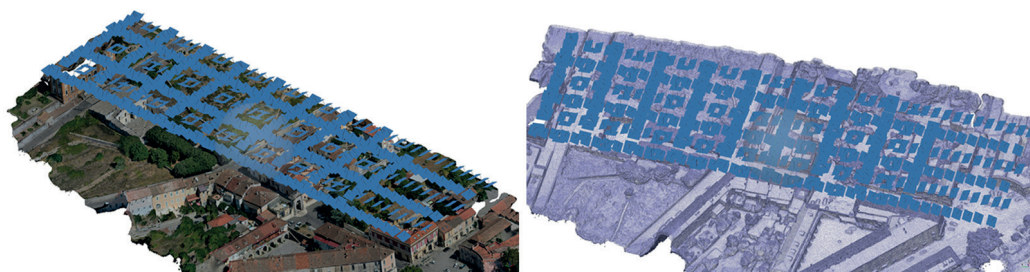


Fig. 02. Missione di volo, restituzione texturizzata e Mesh. (Elaborazione grafica a cura degli autori).

Invece, le attività di rilievo volte all'approfondimento dello studio dei dettagli sono state effettuate con metodologia fotogrammetrica terrestre, camera reflex e actioncam; quest'ultima è stata montata su un supporto telescopico per le aree esterne non facilmente raggiungibili.



I dettagli esaminati riguardano elementi dello scalone che rivestono un certo grado di interesse dal punto di vista stilistico e architettonico: il caposcala e la soluzione ad angolo. Per essi sono stati acquisiti rispettivamente 282 e 438 frames.

Le fasi di processamento dei dati sono state eseguite mediante programmi basati su algoritmi fotogrammetrici, che consentono di ricavare in automatico i parametri di calibrazione delle fotocamere e la posizione di presa per ogni frame, al fine di individuare automaticamente i punti comuni nei fotogrammi (*image matching*). Ai fini dell'elaborazione è stata fatta una cernita critica dei data set raccolti e ogni gruppo di essi è stato organizzato in distinti progetti all'interno del flusso di lavoro, in conformità alle acquisizioni effettuate. Per quanto concerne la scala urbana, è stata generata una nuvola densa composta da 49.407.244 punti e un modello poligonale composto da 3.293.802 facce e 1.655.854 vertici (fig. 03).

Dalle elaborazioni a scala architettonica è stato ricavato un modello puntiforme costituito da un totale di 162.602.688 punti e un modello poligonale costituito da 10.636.295 facce e 5.365.732 vertici.

In conclusione, le nuvole di punti relative agli elementi di dettaglio sono costituite da 18.627.261 punti per il caposcala e 2.989.126 punti per la soluzione d'angolo e in seguito sono stati generati modelli poligonali composti rispettivamente da 1.241.810 facce e 625.161 vertici e 199.275 facce e 100.244 vertici (figg. 04, 05).



Fig. 03. Vista prospettica del modello texturizzato. (Elaborazione grafica a cura degli autori).

### La rappresentazione come strumento per disvelare il non visibile (Sabrina Acquaviva)

Un bene architettonico è la materializzazione di elementi complessi interconnessi tra loro e solo attraverso operazioni volte alla conoscenza è possibile imprimere il reale e le sue specificità su di un supporto grafico, sia esso cartaceo che digitale [Ugo 2008].

Esso permette di prefigurare un'immagine chiarificatrice degli elementi che costituiscono l'insieme, oltre che selezionare quali tra essi risultino esplicativi dei valori formali che compongono il bene stesso, mediante operazioni di discretizzazione.

Fig. 04. Modello fotogrammetrico caposcala: Nuvola di punti densa, Mesh, Texture. (Elaborazione grafica a cura degli autori).

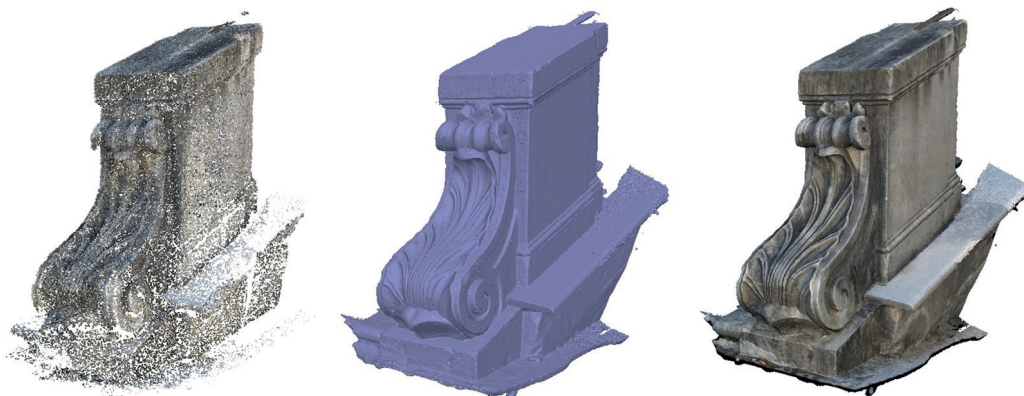


Fig. 05. Soluzione d'angolo: Elaborazioni modello fotogrammetrico. (Elaborazione grafica a cura degli autori).



Pertanto, il modello estrapolato dalle operazioni di rilievo diviene elemento chiave in grado di restituire la morfologia dello scalone monumentale di San Leucio nelle sue tre dimensioni, fornendo una visione complessiva di esso e del percorso che dall'ingresso conduce al Belvedere. Allo stesso tempo diviene uno strumento con cui interagire nello spazio digitale e ricavare informazioni - 2D e 3D - utili alla comprensione della conformazione di alcune strutture che, a prima vista, appaiono di non facile lettura.

Lo studio è stato condotto analizzando la struttura sia singolarmente che in rapporto con il tutto per avere una lettura completa delle relazioni che intercorrono tra le parti.

Visivamente e morfologicamente lo scalone costituisce l'elemento di collegamento tra la strada carrabile, che costeggia la terrazza del Belvedere, e le case operaie dei quartieri di San Carlo e San Ferdinando, tracce della città ideale di Ferdinandopoli mai del tutto realizzata [Bologna 2008; Patturelli, 1972].

Ogni componente si rapporta al successivo mediante l'asse simmetrico che ha inizio in Piazza della Seta, attraversa via Planelli, il grande portale risalente al XVII secolo ed infine lo scalone monumentale che conduce alla terrazza del Belvedere (fig. 06).

Dall'analisi dei modelli è stato possibile individuare una serie di regole compositive e pregevoli arditezze costruttive che si celano nella struttura.

Lo scalone si presenta aperto, sulla corte centrale, a bracci paralleli con alternanza rampa-pianerottolo, articolato in modo simmetrico rispetto all'asse centrale della struttura, richiamando una decorazione sobria e non ostentatrice.

Ogni rampa è composta da 20 gradini e la salita è addolcita da pianerottoli intermedi che rompono la sequenza degli scalini. Ritmo e proporzione scandiscono ogni l'elemento, dal generale al particolare. Al di sotto di tale struttura sono presenti le scuderie reali e una serie di ambienti articolati su due livelli, che fungono da supporto allo scalone stesso e sono accessibili dall'ingresso centrale.



Per generare un'immagine d'insieme è stato necessario associare al rilievo fotogrammetrico una fase di rilievo diretto per poter rilevare anche i restanti ambienti caratterizzati da un'illuminazione carente, una criticità per l'acquisizione del dato fotografico.

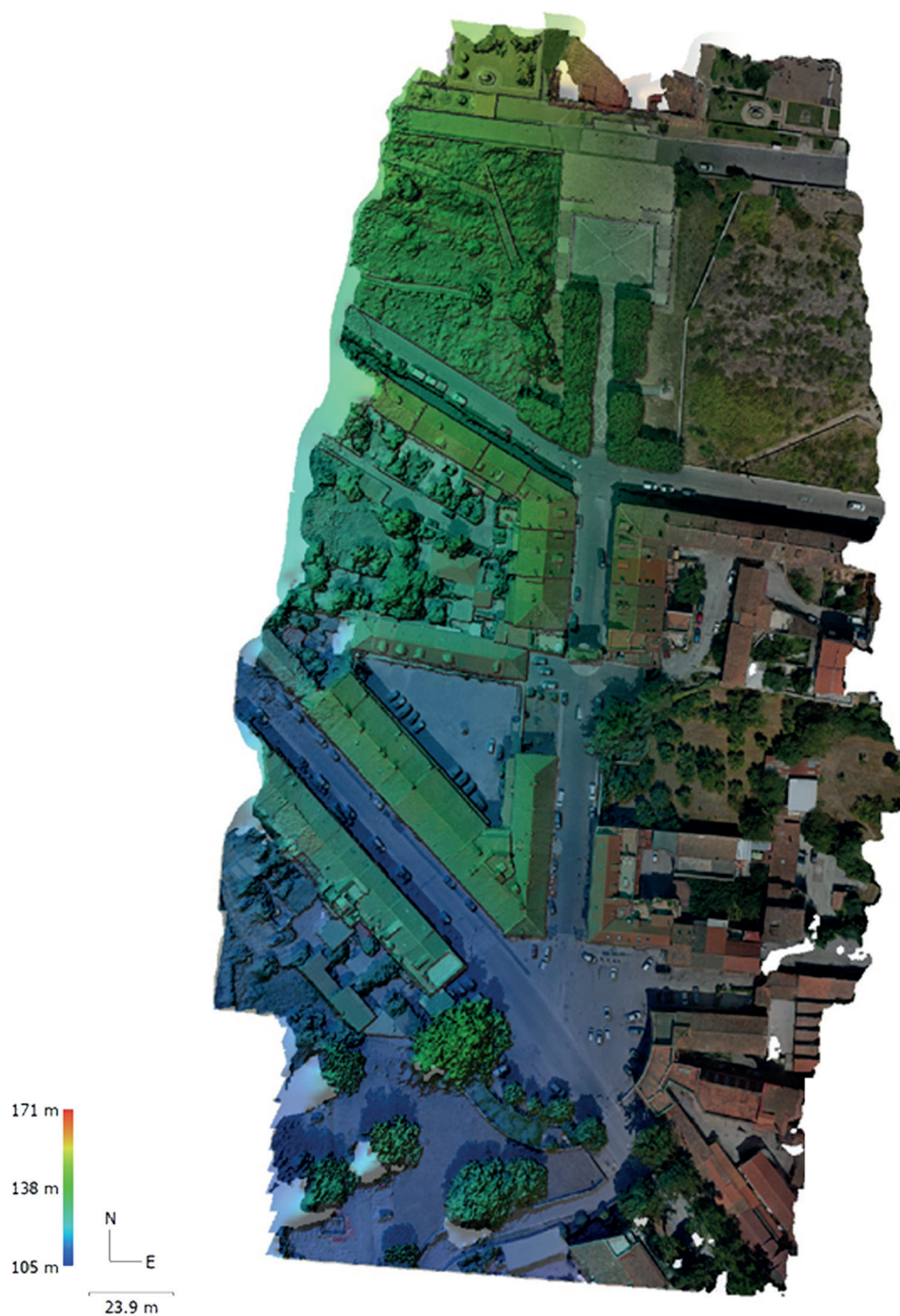


Fig. 06. DEM ed Ortofoto.  
(Elaborazione grafica a  
cura degli autori).

Ciò ha permesso di leggere e comprendere il sistema voltato che caratterizza l'architettura e di determinarne il rispettivo modello 3D. Gli ambienti delle scuderie reali sono caratterizzati da quattordici volte a crociera, sette per filare con altezza di 6,85 metri. Gli ambienti laterali invece sono caratterizzati da un'alternanza di volte a botte e volte a crociera, semplici e rampanti (fig. 07).

Successivamente dal modello fotogrammetrico elaborato si sono estrapolati gli ortomosaici mediante la scelta di piani di taglio significativi. Ciò ha condotto alla redazione di rappresentazioni bidimensionali su cui è stato possibile leggere le matrici geometriche e compositive che governano tale struttura architettonica [Docci, Maestri 2009, pp 128-132].

Ad una prima osservazione visiva spaziale, l'insieme sembra inscritto in una figura geometrica regolare. Contrariamente, i rilievi ed una più attenta osservazione dei filari pavimentali dei pianerottoli hanno confutato quest'ipotesi e le rappresentazioni realizzate evidenziano un impianto quadrangolare con angoli non propriamente retti. Tale impianto di base, probabilmente, deriva dall'idea progettuale di voler allineare l'andamento delle rampe longitudinali all'asse visivo che governa questa porzione urbana (figg. 08, 09).

Le rampe trasversali, invece, si presentano parallele all'asse stradale carrabile posto avanti all'ex Palazzo degli Acquaviva e al suo prospetto principale.

Lo studio modulare del prospetto centrale evidenzia che l'asse principale che regola la geometria d'insieme è passante per il concio di chiave dell'arco di accesso alle scuderie, che presenta un'altezza pari a due volte quella della luce. Esso rappresenta il segno - grafico e visivo - simmetrico che determina la divisione speculare del prospetto.

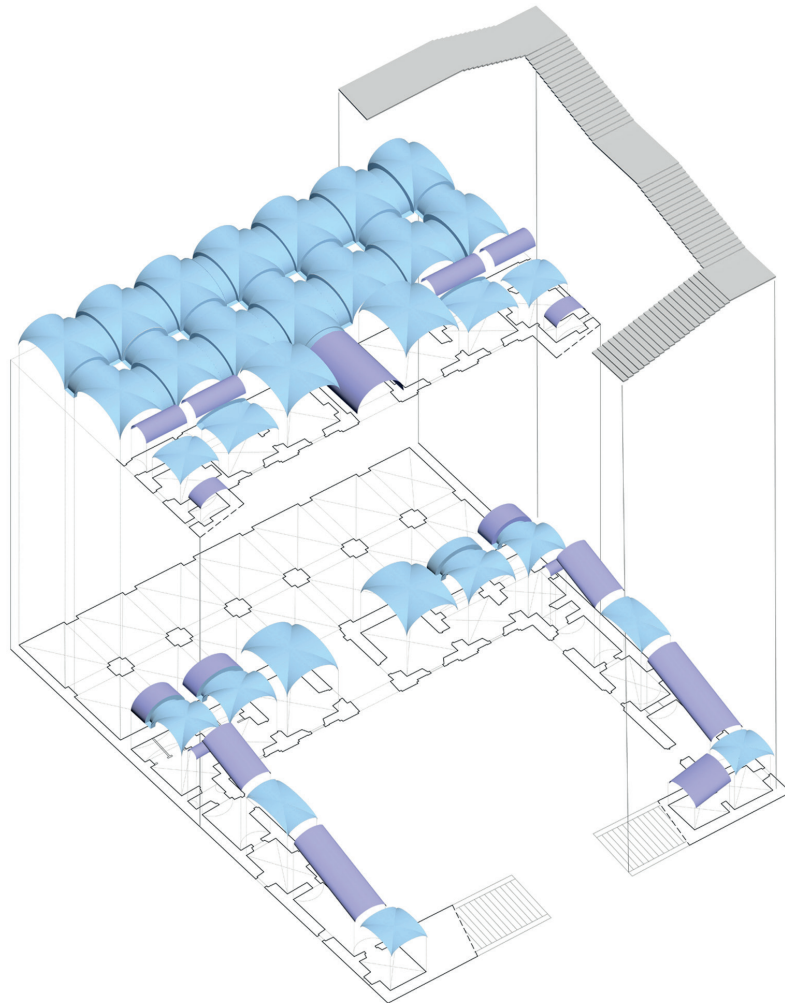


Fig. 07. Modello tridimensionale per lo studio delle coperture degli ambienti interni. (Elaborazione grafica a cura degli autori).E

Il ritmo di facciata è dettato dalla ripetizione della campata, a meno dell'ingresso centrale caratterizzato da un sistema voltato a botte. Inoltre, l'intersezione degli interassi e interpiani, passanti rispettivamente per i conchi di chiave degli archi e per i piani di calpestio della struttura, comporta una griglia definita da due moduli (a) e (b) tale che la base è pari a  $4a$  e l'altezza  $2b$  (fig.10).



Fig. 08. Ortomosaico (sinistra); Google Earth (destra). (Elaborazione grafica a cura degli autori).



Fig. 09. Rappresentazione bidimensionale: pianta piano terra e pianta piano primo. (Elaborazione grafica a cura degli autori).

## Conclusioni (Domenico Iovane)

Le metodologie di rilievo utilizzate, diretto ed *image-based*, hanno permesso di acquisire la condizione attuale in cui versa il Sito, anche di quegli ambienti attualmente inaccessibili. Il processo di integrazione, oltre a restituire i dati necessari alla successiva fase di rappresentazione, è stato di fondamentale importanza per esperire sensitivamente+, in maniera amplificata, il sito e cogliere i dettagli e le peculiarità delle forme.

Le immagini digitali acquisite hanno permesso di materializzare nello spazio tridimensionale la consistenza fisica del reale e tramite le opportune fasi di elaborazione è stato possibile ottenere i supporti tridimensionali e bidimensionali per conoscere e disvelare le matrici ideative permeate di significato. Tali operazioni risultano complesse per elementi dall'ardita struttura architettonica come le scale urbane, in cui anche il minimo cambiamento, dovuto all'estetica oppure alle necessità contingenti, rappresenta un segno che spinge la scala a divenire un unicum nella sua composizione.



Per cui, al fine di comprendere i rapporti che intercorrono tra le parti è necessario scomporre il tutto e discretizzare gli elementi necessari per giungere all'obiettivo. Lo scopo è perseguito tramite discipline che permettono di disvelare i valori formali, funzionali e qualitativi a cui l'architettura è legata indissolubilmente: il rilievo e la rappresentazione. Il rilievo si pone come conoscenza critica e scientifica della consistenza qualitativa e quantitativa ed ha il compito di svelare il reale ponendosi in rapporto a teoria, storia e materia. La rappresentazione viene ad essere nel processo volto alla conoscenza l'elemento che collabora alla determinazione delle relazioni che sottendono la spazialità di un'opera architettonica. In questo modo alla realtà si sovrappone l'idea ed al pensiero la sua rappresentazione. In particolare, per il caso studio il rilievo e la rappresentazione sono stati il fulcro del processo cognitivo che ha condotto all'epifania del pensiero simbolico per cui è stato realizzato lo scalone.

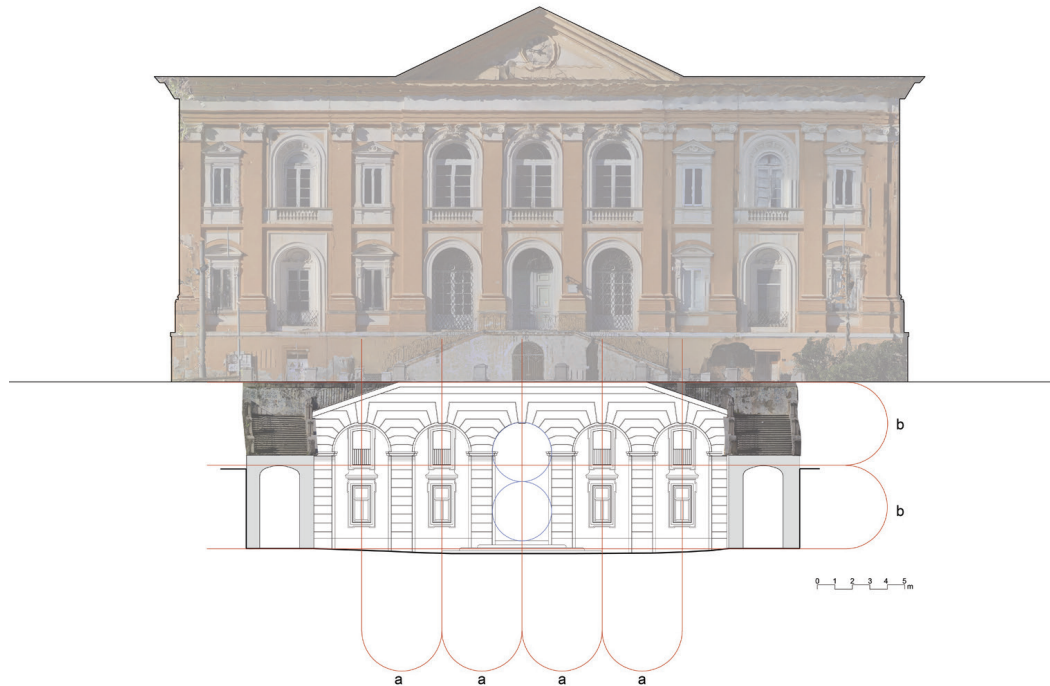


Fig. 10. Studio delle geometrie del prospetto centrale. (Elaborazione grafica a cura degli autori).

## Riferimenti bibliografici

- Bologna, L. (2008), *Piccola storia della Real Colonia e regolamento interno della fabbrica delle sete di S. Leucio con le leggi del buon governo*.
- Cardaci, A., Versaci, A. (2013). Technology innovation in photo surveying for the knowledge, the documentation and the valorization of cultural heritage. In *DISEGNARECON*, 6(12), XVIII, pp. 1–10. <<https://doi.org/10.6092/issn.1828-5961/3666>> (consultato il 15 gennaio 2022).
- Cirillo, V. (2019). *Riflessioni e suggestioni fra geometria e forma. Le scale del '700 napoletano*. Napoli: La scuola di Pitagora editrice.
- D'Agostino, G., et al. (2020). *Raccordo urbano e spazio architettonico: la scalinata della chiesa di San Nicola di Bari a Trecastagni*. *Eikonocyt. Storia E Iconografia Delle Città E Dei Siti Europei*, 5(2), 69-87.
- De Luca, L. (2011). *La fotomodellazione architettonica. Rilievo, modellazione, rappresentazione di edifici a partire da fotografie*, Palermo: Dario Flaccovio Editore.
- Docci, M., Maestri, D. (2009). *Manuale di rilevamento architettonico urbano*. Roma; Bari: Edizioni Laterza.
- Palomba, D., Scandurra, S. (2021). La linea curva che avvolge lo spazio. In Arena A., et al. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*, pp. 925-944. Milano: FrancoAngeli editore.
- Paturelli, F. (1972). *Caserta e San Leucio*, a cura di Capasso G. Napoli: Athena Mediterranea-Editrice.
- Remondino, F. (2011). *Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse*. *DisegnareCon*, 4(8), pp. 90-98. <<https://doi.org/10.6092/issn.1828-5961/2573>> (consultato il 15 gennaio 2022).
- Russo, M., Manfredini, A. M. (2015). *Integrated Multi-Scalar Approach for 3D Cultural Heritage Acquisitions*. In Brusaporci, S. (a cura di), *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, pp. 337-360. IGI Global. <<https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8379-2.ch011>> (consultato il 10 gennaio 2022).
- Ugo V. (2008). *Sulla critica della rappresentazione nell'architettura*. Milano: Maggioli Editore.
- Zerlenga, O. (2016). *Disegnare le ragioni dello spazio costruito. Le scale aperte del '700 napoletano*. In Bertocci S., Bini M. (a cura di). *Atti del 38° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, XIII Congresso Unione Italiana per il Disegno*, Firenze 15-17 settembre 2016, pp. 667-672. Roma: Gangemi editore.

## Autori

Domenico Iovane, Università degli Studi di Napoli "Federico II", [domenico.iovane@unina.it](mailto:domenico.iovane@unina.it)  
Sabrina Acquaviva, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", [sabrina.acquaviva@unina.it](mailto:sabrina.acquaviva@unina.it)  
Rosina Iaderosa, Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale  
[rosina.iaderosa@unicampania.it](mailto:rosina.iaderosa@unicampania.it)

*Per citare questo capitolo:* Iovane Domenico, Acquaviva Sabrina, Iaderosa Rosina (2022). Immagini digitali per l'elaborazione e l'analisi del costruito. Lo scalone monumentale di San Leucio/digital images for the elaboration and analysis of the building. The monumental stairs of San Leucio. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2553-2572.



# Digital images for the elaboration and analysis of the building. The monumental stairs of San Leucio

Domenico Iovane  
Sabrina Acquaviva  
Rosina Laderosa

## *Abstract*

Nowadays, the use of digital images is a fundamental support for the knowledge and dissemination of the intrinsic values of the architectural heritage. These digital media not represent only an informative and documentary tool but also the raw data from which to develop three-dimensional models capable of describing an artifact in its metric and material determinations and whose elaborations represent the basis for subsequent insights. The latest technologies provide a fundamental support to the knowledge of the cultural heritage, with specific reference to image-based systems. In particular, when these technologies are managed with competence and with the necessary and irreplaceable governance of the detector's critical eye they offer the possibility of obtaining interesting results, as happens through the use of light and versatile aircraft such as UAVs for surveying proximity. In this regard, the object of this contribution concerns the use of such devices for the acquisition of the metric and qualitative data of the case study, the monumental staircase of San Leucio. In fact, the digital images have made it possible to reveal the meanings and the formal structure of the system also in reference to the individual elements that make it up. In addition to this, the results deriving from the use of different methodologies are presented in the contribution, in order to obtain illustrative 2D and 3D graphic products of the case study.

## *Keywords*

Image-based survey, orthomosaics, models, digital images, monumental staircases

## *Topic*

Elaborating



Photogrammetric  
model processing: Tie  
points, Dense point cloud.  
(Graphic elaboration by  
the authors).



## Introduction (Domenico Iovane)

Nowadays, the operations aimed at the knowledge and documentation of the architectural heritage make use of reality-based technologies that allow to describe the object of study with high accuracy and to respond adequately to the different criticalities related to the formal peculiarities that characterize the historical architecture. In particular, in the image-based systems, the photographic images are the fundamental element of a process that provides reduced time for the acquisition phases and that allows the preparation of accurate and useful documentation for the knowledge of the artefact, its representation and its interpretations.

Over time, the photographic images have been transformed from a useful medium on which to imprint reality itself to a tool related to the visual arts [Cardaci, Versaci 2013, pp. 2-10], up to the objective use of them for the metric and material survey. Today, even more they offer the possibility, through their processing, to obtain a digital cast of reality, capable of describing the object of study in its three dimensions with high accuracy [De Luca 2011]. Image-based systems are widely used in the survey of architectural heritage also for buildings with a strong monumental value, foreshadowing specific procedures, since each structure represents a case in itself for its intrinsic characteristics, as well as for its specific state of preservation. Therefore, it is well known that passive optical sensors allow to respond appropriately to the different criticalities that arise with reference to the asset to be detected and the context in which it is located.

The use of such systems is particularly appropriate for the survey of outdoor stairs, especially considering the possibility of using UAV devices for the acquisition phases and the need to prepare documentation that can return the plurality of formal and compositional values that connote them [Cirillo 2019; Zerlenga 2016, pp. 667-672]. Regarding the survey of staircases, the criticalities mainly found lie in the spatial articulation and the alternation of ramps and landings that often result in the formation of areas not visible to the sensors [Palomba, Scandurra 2021, pp. 925-944].

In addition, the size and location of the elevation difference constrains in some cases the choice of technology to be used, often finding in UAVs versatile tools capable of detecting large areas in reduced time [D'Agostino et al. 2020, pp. 69-87].

Below we report the results achieved for the survey of the monumental staircase of the San Leucio complex (fig. 01), in which digital images were essential to process the cast of the real and return the representations necessary for geometric-formal analysis.

## Image-based acquisitions and photogrammetric processing (Rosina Laderosa)

The different modalities of acquisition and recording of geometric-formal information, in parallel with the continuous updating of algorithms useful for processing and elaboration of such data, have expanded their range of action, resulting in an increase in their use in medium and large-scale surveys. Image-based technologies are essential for the acquisition of formal and qualitative data of urban.



Fig. 01. Aerial and terrestrial digital photographs of the monumental staircase of San Leucio. (Photographic acquisition by the authors).

For the acquisition of formal and qualitative data of urban scales, Image-based technologies are essential, although in the choice of sensors must be taken into account some fundamental aspects. The processes of these technologies are widely established and provide the possibility to create three-dimensional models describing the spatial and morphological characteristics of the artifacts, taking advantage of the non-invasiveness of the instruments used, but on the other hand are strongly constrained by the conditions of the context in which the structures are dropped and by the peculiarities of the materials that compose them [Remondino 2011, pp. 90-98].

The use of passive optical sensors for the reconstruction of three-dimensional descriptive models of reality imposes the strict observance of photogrammetric principles. In this way, the task of describing the cultural heritage is not entrusted to a single shot or to a composition of different angles and perspectives, but to a sequence of overlapping shots that only if they are in close relationship with each other can contribute to the elaboration of the cast of reality. In order to make possible thematic analyses and representations coherent with reality, for the survey of the monumental staircase of San Leucio, the most appropriate performances and solutions have been evaluated according to the characteristics of the different parts that compose the architectural system. The use of different optical cameras and supports has allowed the survey of inaccessible points, following an approach defined multi-scalar to investigate the property at different degrees of depth: urban, architectural and detailed. Moreover, data from different chambers allow in-depth knowledge of the object, increasing its informative level through acquisitions that can be enriched with further surveys and minimizing the impact of errors that can occur due to the intrinsic characteristics of the instruments [Russo, Manfredini 2019, pp. 443-468].

Urban-scale survey activities were conducted using a DJI Mavic 2 Pro UAV to assess the orographic and morphological trends of the entire site. A total of 458 frames were recorded for the entire 74m x 287m area. The latter were acquired through a planned flight in double grid mode, setting the different parameters depending on the quality and accuracy of the model to be processed (fig. 02).

In addition to the previously mentioned UAV, the survey operations at architectural scale were also conducted by means of a DJI Mavic Mini, which, due to its small size, made it possible to get very close to the property even in the vicinity of the existing vegetation. The flights were conducted in manual mode, acquiring 1815 frames concerning the entire area of the monumental staircase.

Instead, the survey activities aimed at deepening the study of the details were carried out with terrestrial photogrammetric methodology, reflex camera and actioncam, the latter was mounted on a telescopic support for external areas not easily accessible.

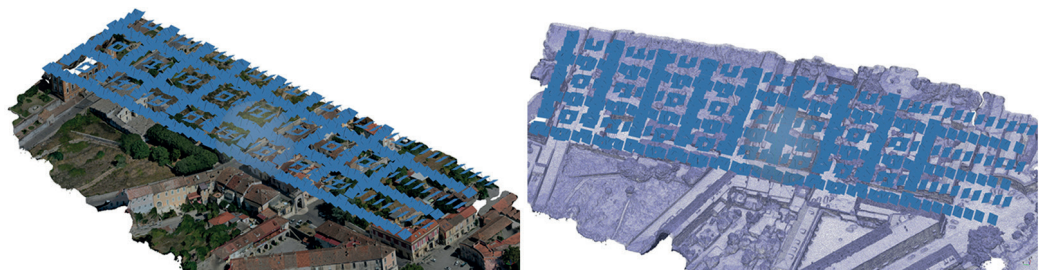


Fig. 02. Flight mission, textured model and mesh model. (Graphic elaboration by the authors).

The details examined concern elements of the staircase which are of a certain degree of interest from a stylistic and architectural point of view: the head of the staircase and the corner solution. For them, 282 and 438 frames were acquired respectively.

The data processing phases were carried out by means of programs based on photogrammetric algorithms, which make it possible to automatically derive the calibration parameters of the cameras and the grip position for each frame, in order to automatically

identify the common points in the frames (image matching). In order to the purposes of processing a critical selection of the collected data sets was made and each group of them was organized into distinct projects within the workflow, in accordance with the acquisitions made. As for the urban scale, a Dense Cloud composed of 49,407,244 points and a Build Mesh composed of 3,293,802 faces and 1,655,854 vertices was generated (fig. 03).

From the processing at the architectural scale, a point model consisting of a total of 162,602,688 points and a Build Mesh consisting of 10,636,295 faces and 5,365,732 vertices was obtained.

In conclusion, the point clouds for the detail elements consisted of 18,627,261 points for the staircase leader and 2,989,126 points for the corner solution, and subsequently polygonal models were generated consisting of 1,241,810 faces and 625,161 vertices and 199,275 faces and 100,244 vertices, respectively (figs. 04, 05).



Fig. 03. Perspective view of the textured model. (Graphic elaboration by the authors).

### Representation as a tool to reveal the non-visible (Sabrina Acquaviva)

An architectural asset is the materialization of complex elements interconnected with each other and only through operations aimed at knowledge is it possible to impress the real and its specificity on a graphic medium, whether paper or digital [Ugo 2008]. It allows to prefigure a clarifying image of the elements that constitute the whole, as well as to select which of them are explanatory of the formal values that make up the good itself through operations of discretization.

Therefore, the model extrapolated from the survey operations becomes a key element able to give back the morphology of the monumental staircase of San Leucio in its three dimensions, providing an overall vision of it and of the path that leads from the entrance to the Belvedere. At the same time, it becomes a tool with which to interact in the digital space and to obtain information - 2D and 3D - useful to understand the conformation of some structures which, at first sight, appear not easy to read.



Fig. 04. Photogrammetric leader model: Dense point cloud, Mesh, Texture. (Graphic elaboration by the authors).

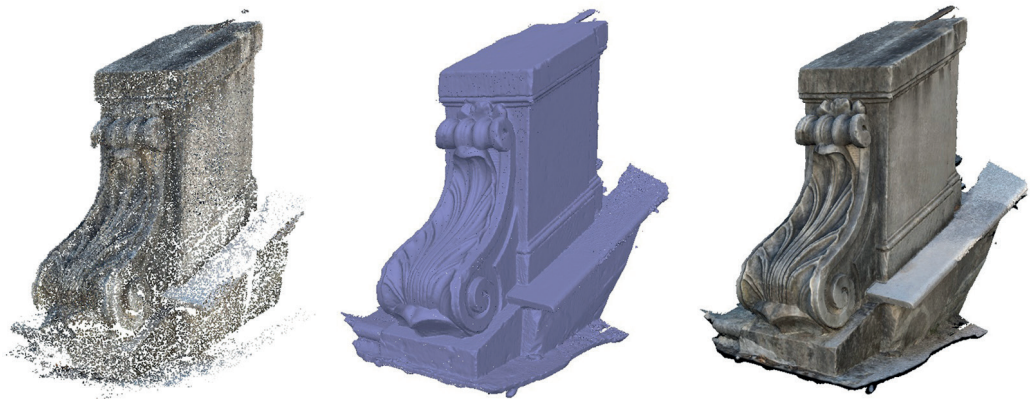
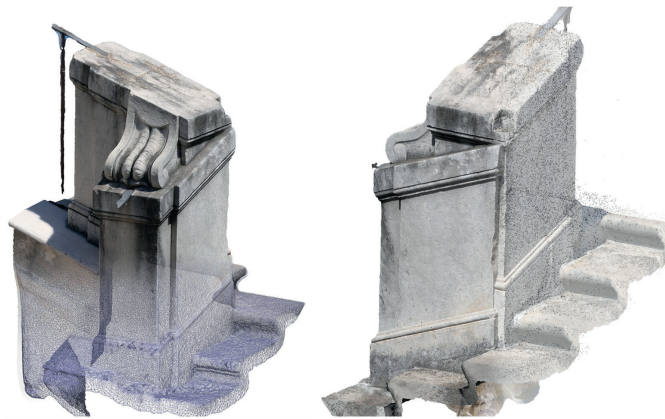


Fig. 05. Corner solution: Photogrammetric model processing. (Graphic elaboration by the authors).



The study was conducted by analysing the structure both individually and in relation to the whole in order to have a complete reading of the relationships between the parts. Visually and morphologically, the staircase is the connecting element between the driveway, which runs along the terrace of the Belvedere, and the workers' houses of the districts of San Carlo and San Ferdinando, traces of the ideal city of Ferdinandopoli never fully realized [Bologna 2008; Patturelli, 1972]. Each component relates to the next by means of the symmetrical axis that begins in Piazza della Seta, crosses via Planelli, the great portal dating back to the 17th century and finally the monumental staircase that leads to the Belvedere terrace (fig. 06). From the analysis of the models, it was possible to identify a series of compositional rules and valuable constructive daring that are hidden in the structure. The staircase is open on the central courtyard with parallel arms and alternating ramps and landings, articulated in a symmetrical way with respect to the central axis of the structure, recalling a sober and not ostentatious decoration. Each ramp is composed of 20 steps and the ascent is softened by intermediate landings that break the sequence of steps. Rhythm and proportion mark every element, from the general to the specific. Below this structure are the royal stables and a series of rooms on two levels, which serve as a support to the staircase itself and are accessible from the central entrance. In order to generate an overall image, it was necessary to associate the photogrammetric survey with a phase of direct survey in order to detect the remaining rooms characterized by poor lighting, a critical issue for the acquisition of photographic data. This has allowed to read and understand the vaulted system that characterizes the architecture and to determine the respective 3D model. The rooms of the royal stables are characterized by fourteen cross vaults, seven per row with a height of 6.85 meters. The lateral rooms, on the other hand, are characterized by an alternation of barrel and cross vaults, simple and rampant (fig. 07).

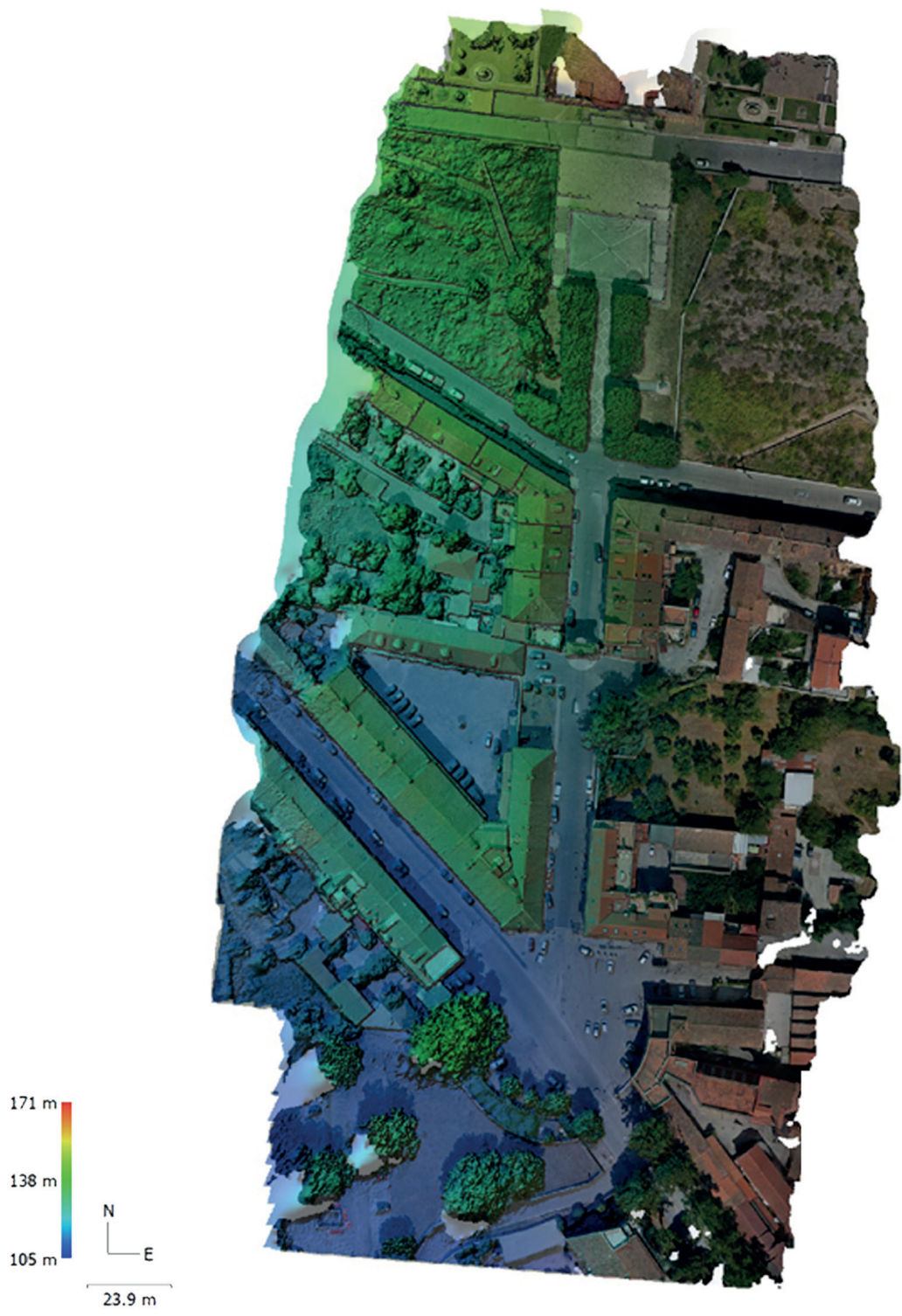


Fig. 06. DEM and nadir photograph. (Graphic elaboration by the authors).

Subsequently, from the elaborated photogrammetric model, the orthomosaics were extrapolated through the choice of significant cutting planes.

This led to the creation of two-dimensional representations on which it was possible to read the geometric and compositional matrices that govern this architectural structure [Docci, Maestri 2009, pp 128-132].

At a first visual spatial observation, the whole structure seems inscribed in a regular geometric figure.

On the contrary, the surveys and a more careful observation of the floor rows of the landings have refuted this hypothesis and the representations made show a quadrangular plant with angles that are not quite right.

This basic structure probably derives from the design idea of aligning the longitudinal ramps to the visual axis that governs this urban portion (figs. 08, 09).

The transversal ramps, on the other hand, are parallel to the driveway road axis placed in front of the former Acquaviva Palace and to the main prospect of it.

The modular study of the central elevation shows that the main axis that regulates the overall geometry passes through the keystone of the arch of access to the stables, which has a height equal to twice that of the light. It represents the symmetrical sign – graphic and visual – that determines the specular division of the prospectus.

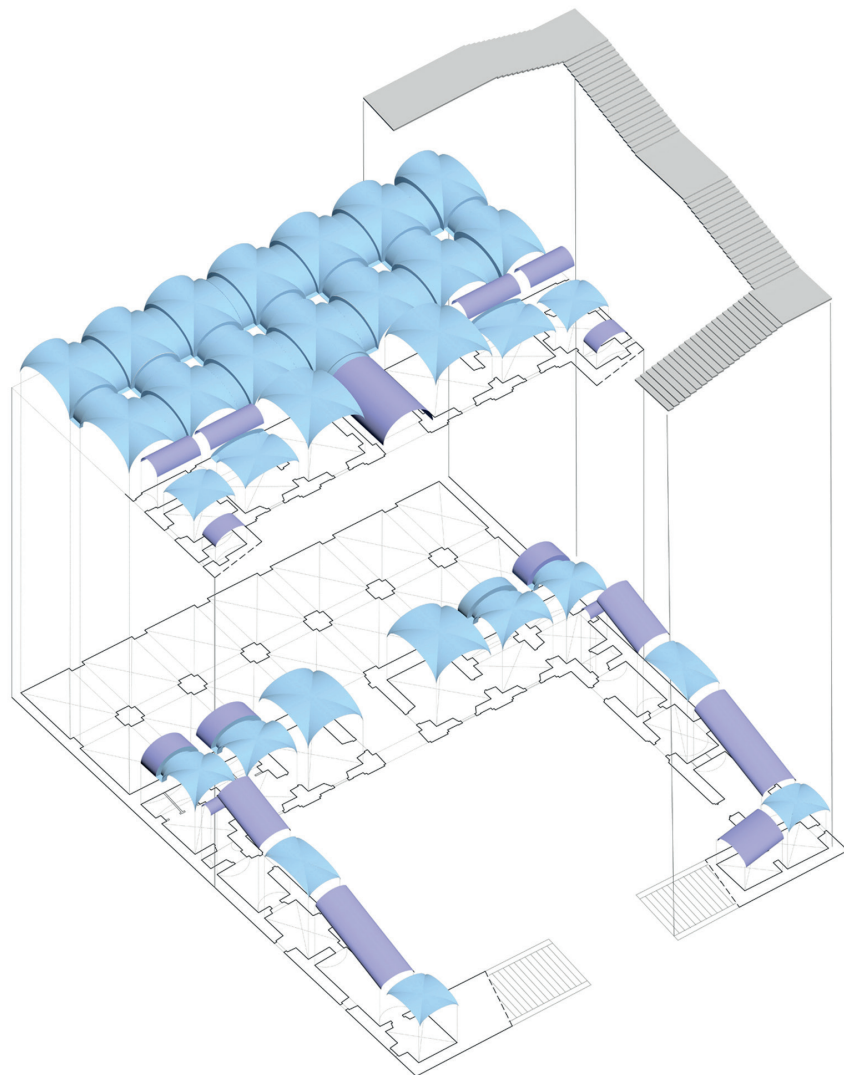


Fig. 07. Three-dimensional model for the study of interior roofing. (Graphic elaboration by the authors).



The rhythm of the facade is dictated by the repetition of the span, except for the central entrance characterized by a barrel-vaulted system. In addition, the intersection of the inter-axis and inter-floor, passing respectively through the key of the arches and the floors of the structure, involves a grid defined by two modules (a) and (b) such that the base is equal to  $4a$  and the height  $2b$  (fig.10).



Fig. 08. Orthomosaic (left); Google Earth (right). (Graphic elaboration by the authors).



Fig. 09. Two-dimensional representation: ground floor plan and first floor plan. (Graphic elaboration by the authors).

## Conclusions (Domenico Iovane)

The survey methodologies used, direct and image-based, have allowed to acquire the current condition of the Site, even of those environments currently inaccessible. The process of integration, in addition to returning the data necessary for the next phase of representation, has been of fundamental importance to experience sensitively, in an amplified way, the site and grasp the details and peculiarities of the forms. The digital images acquired have allowed to materialize in the three-dimensional space the physical consistency of reality and through the appropriate stages of processing it was possible to obtain the three-dimensional and two-dimensional supports to know and unveil the ideational matrixes permeated with meaning. These operations are complex for elements with a bold architectural structure such as urban staircases, where even the slightest change, due to aesthetics or formal needs, represents a sign that pushes the scale to become a unicum in its composition.

Therefore, in order to understand the relationships between the parts, it is necessary to break down the whole and discretize the elements necessary to achieve the goal. The purpose is pursued through disciplines that allow to unveil the formal, functional and qualitative values to which architecture is inextricably linked, the survey and the representation. The survey stands as a critical and scientific knowledge of the qualitative and quantitative consistency and has the task of revealing the real by placing itself in relation to theory, history and matter.

In the process aimed at knowledge, representation becomes the element that collaborates in the determination of the relationships that underlie the spatiality of an architectural work. In this way reality is superimposed on the idea and thought on its representation. In particular, for the case study the survey and the representation have been the fulcrum of the cognitive process that has led to the epiphany of the symbolic thought for which the staircase has been realized.

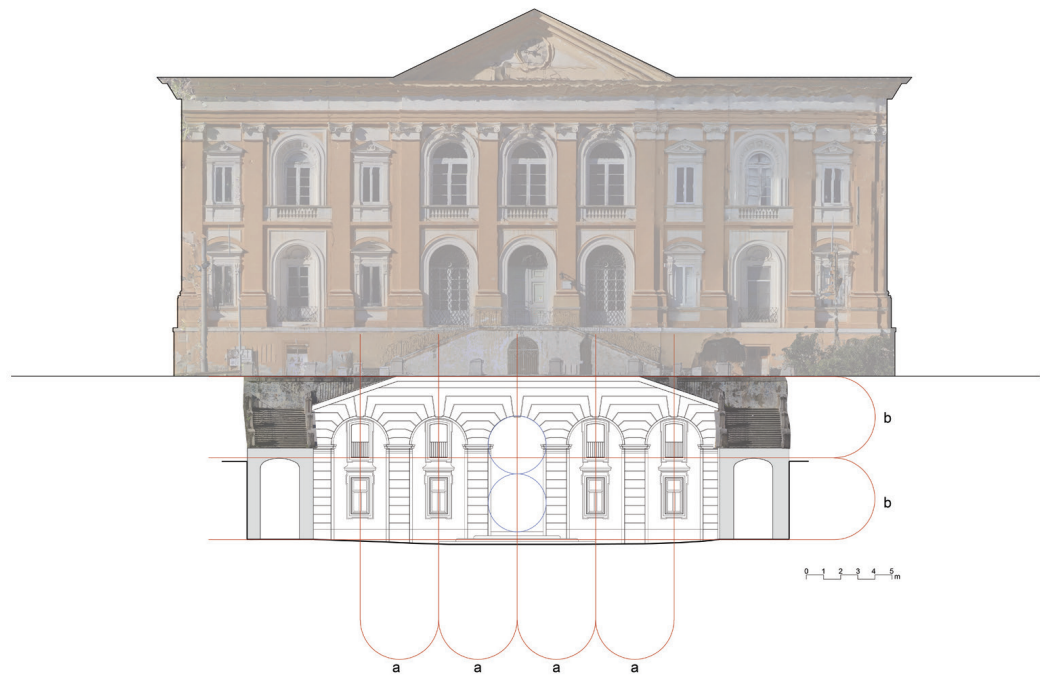


Fig. 10. Study of the geometries of the central elevation. (Graphic elaboration by the authors).

## References

- Bologna, L. (2008), *Piccola storia della Real Colonia e regolamento interno della fabbrica delle sete di S. Leucio con le leggi del buon governo*.
- Cardaci, A., Versaci, A. (2013). Technology innovation in photo surveying for the knowledge, the documentation and the valorization of cultural heritage. In *DISEGNARECON*, 6(12), XVIII, pp. 1–10. <<https://doi.org/10.6092/issn.1828-5961/3666>> (consultato il 15 gennaio 2022).
- Cirillo, V. (2019). *Riflessioni e suggestioni fra geometria e forma. Le scale del '700 napoletano*. Napoli: La scuola di Pitagora editrice.
- D'Agostino, G., et al. (2020). *Raccordo urbano e spazio architettonico: la scalinata della chiesa di San Nicola di Bari a Trecastagni*. *Eikonocyt. Storia E Iconografia Delle Città E Dei Siti Europei*, 5(2), 69-87.
- De Luca, L. (2011). *La fotomodellazione architettonica. Rilievo, modellazione, rappresentazione di edifici a partire da fotografie*, Palermo: Dario Flaccovio Editore.
- Docci, M., Maestri, D. (2009). *Manuale di rilevamento architettonico urbano*. Roma; Bari: Edizioni Laterza.
- Palomba, D., Scandurra, S. (2021). La linea curva che avvolge lo spazio. In Arena A., et al. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*, pp. 925-944. Milano: FrancoAngeli editore.
- Paturelli, F. (1972). *Caserta e San Leucio*, a cura di Capasso G. Napoli: Athena Mediterranea-Editrice.
- Remondino, F. (2011). *Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse*. *DisegnareCon*, 4(8), pp. 90-98. <<https://doi.org/10.6092/issn.1828-5961/2573>> (consultato il 15 gennaio 2022).
- Russo, M., Manfredini, A. M. (2015). *Integrated Multi-Scalar Approach for 3D Cultural Heritage Acquisitions*. In Brusaporci, S. (a cura di), *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, pp. 337-360. IGI Global. <<https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8379-2.ch011>> (consultato il 10 gennaio 2022).
- Ugo V. (2008). *Sulla critica della rappresentazione nell'architettura*. Milano: Maggioli Editore.
- Zerlenga, O. (2016). *Disegnare le ragioni dello spazio costruito. Le scale aperte del '700 napoletano*. In Bertocci S., Bini M. (a cura di). *Atti del 38° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, XIII Congresso Unione Italiana per il Disegn*, Firenze 15-17 settembre 2016, pp. 667-672. Roma: Gangemi editore.

## Authors

Domenico Iovane, Università degli Studi di Napoli "Federico II", [domenico.iovane@unina.it](mailto:domenico.iovane@unina.it)  
Sabrina Acquaviva, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", [sabrina.acquaviva@unina.it](mailto:sabrina.acquaviva@unina.it)  
Rosina Iaderosa, Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli", Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale  
[rosina.iaderosa@unicampania.it](mailto:rosina.iaderosa@unicampania.it)

To cite this chapter: Iovane Domenico, Acquaviva Sabrina, Iaderosa Rosina (2022). Immagini digitali per l'elaborazione e l'analisi del costruito. Lo scalone monumentale di San Leucio/digital images for the elaboration and analysis of the building. The monumental stairs of San Leucio. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2553-2572.