

PUBLICA

Linguaggi Grafici
FOTOGRAFIA

a cura di

Enrico Cicalò, Valeria Menchetelli, Michele Valentino

P V B L I C A

COMITATO SCIENTIFICO

Marcello Balbo
Dino Borri
Paolo Ceccarelli
Enrico Cicalò
Enrico Corti
Nicola Di Battista
Carolina Di Biase
Michele Di Sivo
Domenico D'Orsogna
Maria Linda Falcidieno
Francesca Fatta
Paolo Giandebiaggi
Elisabetta Gola
Riccardo Gulli
Emiliano Ilardi
Francesco Indovina
Elena Ippoliti
Giuseppe Las Casas
Mario Losasso
Giovanni Maciocco
Vincenzo Melluso
Benedetto Meloni
Domenico Moccia
Giulio Mondini
Renato Morganti
Stefano Moroni
Stefano Musso
Zaida Muxi
Oriol Nel.lo
João Nunes
Gian Giacomo Ortu
Rossella Salerno
Enzo Scandurra
Silvano Tagliagambe

Linguaggi Grafici

La serie Linguaggi Grafici propone l'esplorazione dei diversi ambiti delle Scienze Grafiche e l'approfondimento di campi specifici capaci di far emergere nuove prospettive di ricerca. La serie indaga le molteplici declinazioni delle forme di rappresentazione grafica e di comunicazione visiva, proponendo una riflessione collettiva, aperta, interdisciplinare e trasversale capace di stimolare nuovi sguardi e nuovi filoni di indagine. Ciascun volume della serie è identificato da un lemma, che definisce al contempo una categoria di artefatti visivi e un campo di indagine, che si configura come chiave interpretativa per la raccolta di contributi provenienti da ambiti culturali, disciplinari e metodologici differenti, che tuttavia riconoscono nei linguaggi grafici un territorio di azione e di ricerca comune.

COMITATO EDITORIALE

Enrico Cicalò
Francesco Cotana
Eleonora Dottorini
Alexandra Fusinetti
Amedeo Ganciu
Valeria Menchetelli
Marta Pileri
Simone Sanna
Francesca Savini
Andrea Sias
Ilaria Trizio
Michele Valentino

Tutti i testi di PUBBLICA sono sottoposti a double peer review

PUBLICA

Linguaggi Grafici
FOTOGRAFIA

a cura di

Enrico Cicalò, Valeria Menchetelli, Michele Valentino

ISBN: 978-88-99586-31-7

Enrico Cicalò, Valeria Menchetelli, Michele Valentino (a cura di)

Linguaggi Grafici. FOTOGRAFIA

© PUBLICA, Alghero, 2023

ISBN 978 88 99586 31 7

Pubblicazione Dicembre 2023

PUBLICA

Dipartimento di Architettura, Urbanistica e Design

Università degli Studi di Sassari

WWW.PUBLICAPRESS.IT



INDICE

- 12 **I linguaggi grafici della fotografia:
ragioni, funzioni, evoluzioni e definizioni**
Enrico Cicalò, Valeria Menchetelli, Michele Valentino
- 28 **I linguaggi grafici della fotografia:
temi, sguardi ed esperienze**
Enrico Cicalò, Valeria Menchetelli, Michele Valentino

LINGUAGGI

- 46 **Identità fotografica.**
Linguaggio in evo-luzione o invo-luzione?
Igor Todisco, Ornella Zerlenga
- 84 **Riflessi.**
**Il linguaggio fotografico
nella figurazione grafica e pittorica**
Edoardo Dotto
- 112 **Il disegno della fotografia.**
**Il rilievo dell'immagine architettonica
nel pensiero teorico di Robert Venturi**
Francesca Sisci
- 138 **Nuovi *musées imaginaires*.**
Cultura e applicazioni dello *screenshot*
Giovanni Rasetti

SGUARDI

- 158 **L'equivoco fotografico**
Gianluca Camillini, Jonathan Pierini
- 180 **La fotografia come immagine e memoria della città.
La Napoli di Giorgio Sommer**
Manuela Piscitelli
- 206 **L'attimo fuggente e 'geometrico' nelle fotografie
di Henri Cartier-Bresson**
Cristiana Bartolomei, Caterina Morganti
- 232 **L'io e la fotografia.
L'immagine dell'anima dai ritratti di Penn
agli autoscatti di Vaccari**
Gaia Leandri
- 250 **Salti nel buio. L'esperienza itinerante
nelle fotografie di Gianni Berengo Gardin**
Andrea Scalas
- 268 **Fotografare i borghi:
l'esperienza in Abruzzo**
Giovanni Caffio, Giuseppe Marino

TECNICHE

- 294 **La fotografia come 'misura'.
Il rilievo attraverso le immagini e la fruizione interattiva**
Domenico Mediatì
- 328 **La restituzione prospettica da fotografia
per la ricostruzione di edifici perduti.
Via Libertà, Palermo, 1958-1971**
Fabrizio Agnello, Federica Maria Bonello, Mirco Cannella
- 354 **Verso un archivio digitale. La fotografia tradizionale
e le nuove tecnologie per la costruzione di *Digital Twin***
Daniele Calisi, Stefano Botta, Alessandro Cannata

- 380 **La fotografia per il restauro
e la conservazione delle opere d'arte**
Laura Baratin, Francesca Gasparetto, Veronica Tronconi
- 406 **La fotografia come strumento di acquisizione
di dati architettonici, territoriali, ambientali e strategici**
Amedeo Ganciu, Andrea Sias
- 430 **Fotografia a 360° per il *Geo-processing* 3D.
Un linguaggio visuale speditivo e affidabile per documentare
il patrimonio architettonico in territori *cluster***
Raffaella De Marco

SPERIMENTAZIONI

- 460 ***Layered Reality Control*: la ri-costruzione dell'immagine
fotografica nella composizione di layout creativi**
Sara Antinozzi, Barbara Messina
- 484 **Foto-collage di architettura.
Pratiche autoriali e crediti artistico culturali**
Simone Sanna
- 512 **Dal contesto al frammento, tra preesistenza e prefigurazione.
Fotomontaggi, fotoinserimenti e foto-collage
tra le rappresentazioni architettoniche
nella Roma degli anni Trenta**
Antonio Schiavo
- 540 **Fotomontaggi e collages fotografici in Unione Sovietica
e Germania tra gli anni '20 e '40**
Marcello Scalzo
- 570 **Fotografia e *concept art* nell'era
dell'intelligenza artificiale**
Barbara Ansaldi
- 592 **Immagine e intento.
Viaggio nel potenziale abilitativo delle IA generative**
Lorenzo Ceccon, Matteo Cavaglia

- 622 **Fotografie di città nell'AI:
sperimentare identità mediate dalle reti neurali**
Irene De Natale

NARRAZIONI

- 638 **Fotografia per non vedenti.
L'opera di Luigi Ghirri**
Daniele Colistra, Sidorela Furxhiu
- 660 **Le 'fotografie viventi anamorfiche' di Arthur Mole
tra propaganda politica e prospettiva naturale**
Alessio Bortot
- 682 **Tempo e movimento per e della rappresentazione
di un istante**
Vincenzo Cirillo, Riccardo Miele, Rosina Iaderosa
- 712 **Fotografia e narrazione cinematografica**
Alexandra Fusinetti
- 728 **Il *photojournalism*: evoluzione e prospettive**
Marta Pileri

DOCUMENTAZIONE

- 758 **Fotografare il patrimonio costruito,
tra espressività narrativa e oggettività documentale**
Maria Pompeiana Iarossi
- 782 **La costruzione di un'immagine:
la rappresentazione fotografica ufficiale
nell'Esposizione Colombiana del 1893**
Francesco Cotana
- 810 **La fotografia come memoria.
Architettura e collezioni del Museo Provinciale di Potenza
nella prima metà del XX secolo**
Giuseppe Damone

- 826 **La fotografia come documento storico-critico.**
**Un contributo al restauro del patrimonio architettonico
perugino e il caso del complesso conventuale di San Domenico**
Francesca Funis, Simona Salvo
- 854 **Frontiere della visualità: la stenoscopia**
Daniele Colistra
- 876 **Il contributo dell'immagine fotografica
alla narrazione dei paesaggi d'acqua**
Silvia La Placa
- 900 **Il ruolo della fotografia nella narrazione del design italiano.**
Lo studio Ballo&Ballo per il catalogo della mostra
Italy: The New Domestic Landscape
Rosa Chiesa, Paola Proverbio
- 918 **Storie d'interni in vendita.**
**L'evoluzione nell'uso dell'immagine fotografica
nei cataloghi IKEA**
Giovanna Ramaccini

Linguaggi Grafici

FOTOGRAFIA

Obiettivo del volume è indagare le potenzialità, i ruoli, i campi di applicazione e le prospettive di ricerca di uno degli strumenti culturali di indagine, di rappresentazione e di lettura della realtà più trasversali e capillari: la fotografia. Perfezionata a partire dai primi decenni dell'Ottocento, dopo avere attraversato una sequenza accelerata di evoluzioni tecniche la fotografia ha rivoluzionato tutti gli ambiti del pensiero e dell'espressione artistica e creativa, conquistando un ruolo culturale preminente e raggiungendo una diffusione che permea completamente la società contemporanea. Il fascino esercitato dall'idea di 'scrivere con la luce', le potenti implicazioni culturali dell'atto di riprodurre una porzione di realtà in maniera istantanea e automatizzata, la capillare e democratica facilità di accesso e di utilizzo dello strumento, hanno permesso alla fotografia di aprire nuove possibilità tecniche e ampi territori di esplorazione all'interno di molteplici contesti. Dal momento della sua 'invenzione', il mezzo fotografico si è prepotentemente affermato, non soltanto permettendo la riproduzione di immagini, ma anche stimolando altre forme di produzione basate sulle fotografie attraverso la sperimentazione di linguaggi grafici innovativi e inediti filoni d'indagine. Dalla profotografia alla ritrattistica, dalla pubblicità al reportage, dalla documentazione storica all'ibridazione tecnica, dall'architettura al design, dalla filosofia alla

cultura visuale, fino a giungere al *selfie*, alla *screenshot culture* e alla produzione automatizzata di immagini tramite algoritmi di AI, la fotografia ha modificato il nostro sguardo e ha scritto una storia che ci pone, oggi, di fronte all'impossibilità di rinunciare al suo utilizzo, ma che allo stesso tempo necessita di una riflessione circa il ruolo che le immagini fotografiche svolgono nella vita quotidiana. Dal ritratto degli antenati ottocenteschi appeso alle pareti delle nostre stanze (fotografia come memoria iconografica) all'istantanea della lista della spesa o della lavagna di appunti (fotografia come pro-memoria sostitutivo della scrittura), la fotografia rimane lo strumento privilegiato per la riproduzione del reale ed è per questo impiegata in molteplici situazioni che spaziano tra arte e scienza, tra opera autoriale e cultura popolare.

Questo volume si propone come spazio di riflessione sulla fotografia come forma di rappresentazione grafica e di comunicazione visiva, con l'obiettivo di esplorarne il ruolo culturale, le potenzialità applicative, le ragioni, le funzioni, gli utilizzi, le modalità operative e i linguaggi espressivi. Saranno accolti contributi scientifici sia di carattere generale che relativi a specifici ambiti di applicazione o a casi di studio, sia riferiti alla storia che riconducibili all'attualità, sia di taglio teorico-culturale che tecnico-metodologico, purché indaghino aspetti significativi di questa categoria di artefatti visivi.

**La restituzione prospettica da fotografia
per la ricostruzione di edifici perduti.
Via Libertà, Palermo, 1958-1971**

**Perspective Restitution from Archive Photos
for the Reconstruction of Gone Buildings.
Via Libertà, Palermo, 1958-1971**

Fabrizio Agnello, Federica Maria Bonello, Mirco Cannella

Università degli Studi di Palermo

Dipartimento di Architettura

fabrizio.agnello@unipa.it, federicamaria.bonello@you.unipa.it, mirco.cannella@unipa.it



fotogrammetria
restituzione prospettica
edifici scomparsi
motion tracking
immagini panoramiche

photogrammetry
perspective restitution
gone buildings
motion tracking
panoramic images

L'architettura è stata uno dei soggetti privilegiati della fotografia fin dai suoi esordi; a partire dalla fine del XIX secolo, e per tutto il XX, i fotografi professionisti eseguono vaste campagne fotografiche per illustrare, con album e cartoline, le bellezze monumentali delle città. Queste fotografie costituiscono talvolta la sola documentazione oggi disponibile di edifici e contesti urbani scomparsi a seguito di eventi bellici o di programmi di trasformazione urbana. È ben noto che le tecniche fotogrammetriche SfM, capaci di generare dati spaziali (nuvole di punti, *mesh*) da gruppi di immagini fotografiche opportunamente acquisite, producono risultati efficaci solo se si dispone di un numero elevato di riprese fotografiche acquisite da distinti punti di presa. Le foto storiche di architettura spesso ritraggono gli edifici da pochi punti di presa privilegiati; questo è uno dei motivi per i quali le foto che riprendono un edificio scomparso da diversi punti di presa sono spesso poco numerose, e non possono pertanto essere utilizzate per elaborazioni fotogrammetriche SfM.

In questi casi la ricostruzione tridimensionale può essere eseguita ricorrendo alla restituzione prospettica. L'idea di utilizzare una fotografia come strumento per il rilievo dell'architettura è stata intuita, già nella seconda metà del XIX secolo, parallelamente in Francia e in Prussia, da Aimé Laussedat e da Albrecht Meydenbauer. L'utilizzo delle immagini in chiave mensoria sarà chiamato *Metrophotographie* da Laussedat e *Photogrammetrie* da Meydenbauer. Solo dopo i disastri della Prima Guerra Mondiale si comprenderà che la tecnica fotografica è uno strumento prezioso per la ricostruzione di edifici scomparsi o danneggiati. Sarà Henri Deneux, architetto e autore nel 1934 di un esaustivo libro sulla restituzione prospettica da fotografia, il primo a comprenderne questa potenzialità.

Architecture has ever been one of the privileged subjects of photography; from the end of the 19th century and along the 20th, professional photographers made albums and postcards to illustrate the prominent monuments of towns and region. Historic photos are often the sole documentation of buildings and urban sites that have been destroyed or strongly reshaped by war events, natural disasters, or urban renewal programs. It is well known that SfM photogrammetry can generate digital twins (point cloud, meshes) from a proper set of photos. Archive photos usually display buildings and sites from privileged points of view and therefore do not match the demands of a SfM photogrammetric restitution, which assumes that the point of view has to 'move'; furthermore, it is quite usual that a gone building is documented by few photos, sometimes only one. In these circumstances, where SfM photogrammetry results of no use, the reconstruction can be performed with perspective restitution.

The idea to use photography as a surveying tools dates back to the very beginning of photography and it has been developed, in the second half of the XIX century, by two scholars; Aimé Laussedat in France and Albrecht Meydenbauer in Prussia. The technique that allows to extract measures from a photo was called *Metrophotographie* by Laussedat and *Photogrammetrie* by Meydenbauer. The disasters of World War 1 suggested that photos could as well support the reconstruction of building destroyed or damaged by war events; Henri Deneux, an architect who wrote a comprehensive book on perspective restitution in 1934, was one of the first scholars that pointed out this feature.

Il contributo presenta gli esiti di una ricerca mirata alla ricostruzione di alcuni edifici della prima metà del XX secolo costruiti lungo via Libertà, asse dell'espansione di Palermo all'esterno della città murata. La maggior parte degli edifici costruiti in questo periodo erano case unifamiliari e palazzine destinate all'alta borghesia; molte di esse non hanno retto alla pressione urbanistica del secondo dopoguerra, subendo la distruzione e la sostituzione con edifici multipiano residenziali.

Attraverso foto d'archivio e procedure di restituzione prospettica vengono ricostruite tridimensionalmente alcune delle palazzine oggi scomparse. La presenza di riferimenti spaziali offerti da cartografie storiche e da alcuni edifici sopravvissuti alle trasformazioni, ha permesso di assegnare dimensione e orientamento ai modelli ricostruttivi, e anche di ritrovare la posizione spaziale del punto di presa dell'immagine fotografica d'archivio.

Tali informazioni hanno permesso di realizzare due soluzioni per la visualizzazione diffusa dei modelli ricostruttivi, che utilizzano tecniche fotogrammetriche: immagini panoramiche e video con tecniche di *motion tracking*. In entrambi i casi il modello ricostruttivo viene contestualizzato nelle immagini panoramiche e nelle riprese video del contesto attuale, realizzando prodotti classificabili come *mixed reality*. Il rilievo dell'area con tecniche *laser scanning* e fotogrammetriche ha permesso di riferire a un comune sistema di coordinate i modelli ricostruttivi, le immagini panoramiche e i flussi video.

The paper reports the results of a research aiming at the reconstruction of some buildings built in Palermo in the first half of the XX century on Via Libertà, the road that drove the northern expansion of the historic walled town. Many of these buildings, that were built for a single family of the higher middle class, could not resist the pressure of the real estate market after World War 2, and were therefore destroyed for the construction of residential blocks.

Archive photos and perspective restitution have been used to virtually reconstruct some of the buildings that no longer exist. Spatial references provided by historic maps or by some buildings that survived destructions, has allowed to size and orient the reconstruction models and, otherwise, to reconstruct the position of the viewpoint of historic photos.

These data have been used to build two different solutions for the visualization of the reconstruction models, both using photogrammetric techniques: panoramic images and videos produced with motion tracking techniques. Both techniques allow the visualization of the reconstruction models inside the panoramic images and the videos of the extant site, thus creating a mixed reality environment.

The survey of the area with SfM photogrammetric and laser scanning techniques has allowed to refer reconstruction models, panoramic images and videos to the same coordinate system.

L'immagine fotografica come strumento di misura

Il 3 luglio 1839 François Arago, matematico, fisico e uomo politico, presenta alla Camera dei Deputati del Parlamento francese il Dagherrotipo, la creazione di Daguerre e Niepce, che permetteva di fissare le immagini fino ad allora catturate solo temporaneamente dalle camere oscure:

que si l'on perce un très petit trou dans le volet de la fenêtre d'une chambre bien close, ou, mieux encore, dans une plaque métallique mince appliquée à ce volet, tous les objets extérieurs dont les rayons peuvent atteindre le trou, vont se peindre sur le mur de la chambre qui lui fait face, avec des dimensions réduites ou agrandies [1]. (Arago, 1839, p. 7)

Poco più avanti Arago aggiunge che:

Aussi, n'y a-t-il personne qui, après avoir remarqué la netteté de contours, la vérité de formes et de couleur, la dégradation exacte de teintes qu'offrent les images engendrée par cet instrument, n'ait vivement regretté qu'elles ne se conservassent pas d'elles-mêmes; n'ait appelé de ses vœux la découverte de quelque moyen de les fixer sur l'écran focal [2]. (Arago, 1839, p. 10)

Fra i vantaggi offerti dal Dagherrotipo Arago menziona la documentazione del patrimonio culturale, affermando che la nuova invenzione avrebbe dato grandi vantaggi, durante la spedizione d'Egitto, per la raffigurazione dei geroglifici di Tebe, Menfi e Karnak. Alla capacità di fissare la memoria visiva delle opere d'arte, la fotografia aggiunge la possibilità di estrarre dati metrici: *“les images photographiques étant soumises dans leur formation aux règles de la géométrie, permettront, à l'aide d'un petit nombre de données, de remonter aux dimensions exactes des parties les plus élevées, les plus inaccessibles des édifices”* [3] (Arago, 1839, p. 31); nella parte conclusiva della relazione Arago ritorna sull'argomento per affermare che il topografo potrà utilizzare la fotografia per rendere più rapide le operazioni di rilievo.

Già dal momento della sua prima presentazione ufficiale vengono dunque poste in evidenza due caratteristiche peculiari della tecnica fotografica:

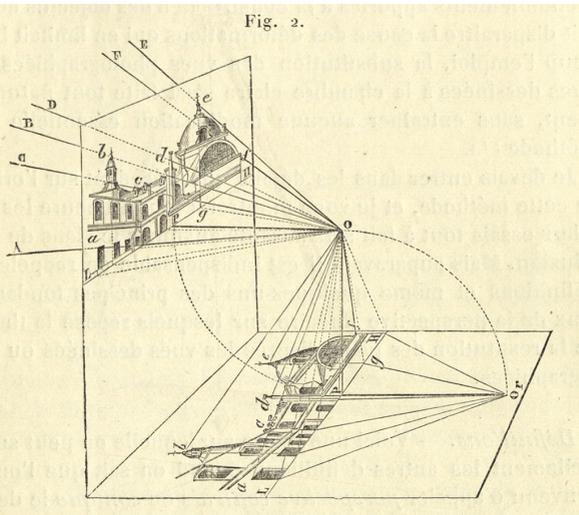
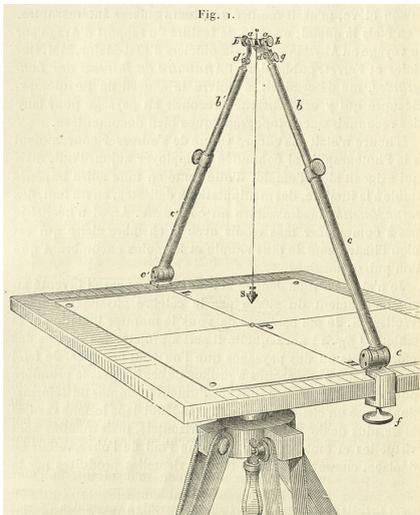
- la rispondenza dell'immagine alle regole della prospettiva lineare;

Fig. 1

Verifica, in vista vincolata, della corrispondenza proiettiva fra immagine e modello ricostruttivo.

Fig. 2

Illustrazione di una camera chi ara e del suo funzionamento.



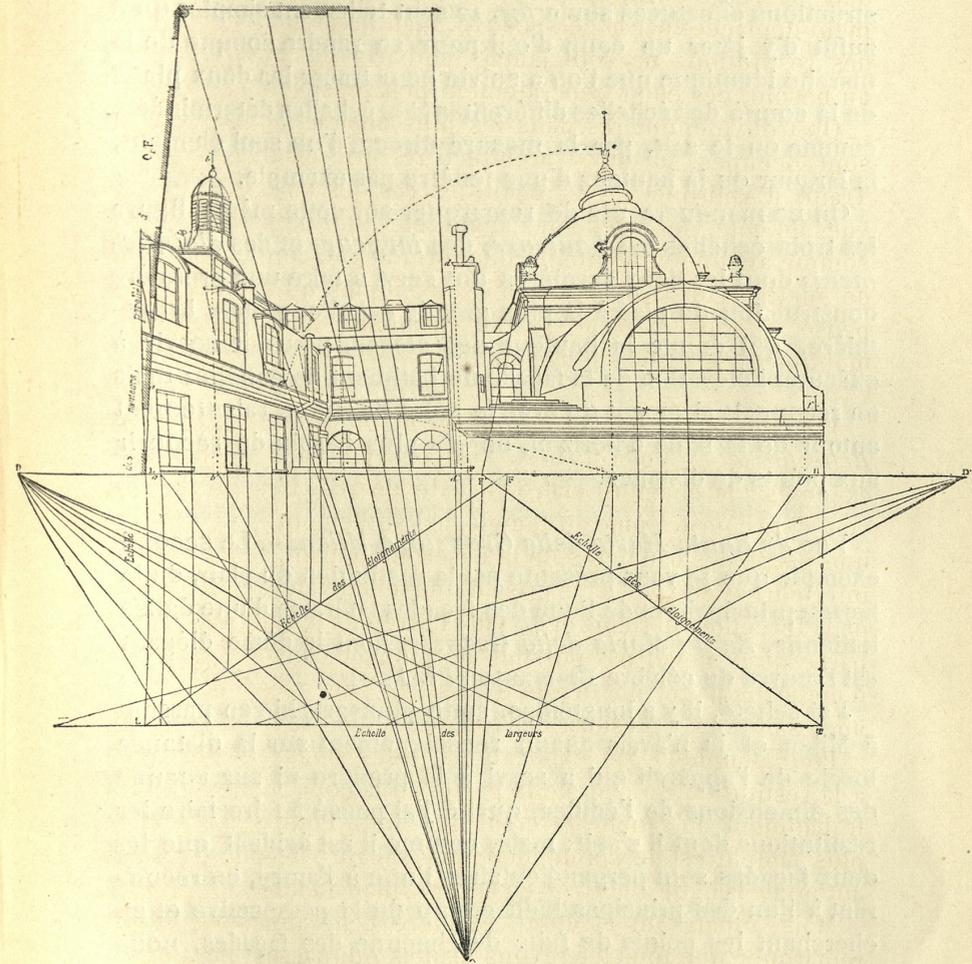
- la possibilità di utilizzare la fotografia come strumento per il rilievo dell'architettura.

Negli anni che seguirono, due studiosi lavoreranno parallelamente alla definizione delle procedure da seguire per estrarre misure da immagini fotografiche: Aimé Laussedat (1899) e Henri Deneux (1930), in Francia, chiameranno questa nuova tecnica 'Metrofotografia', mentre Albrecht Meydenbauer (1892), in Prussia, utilizzerà il termine 'Fotogrammetria'; inutile dire quale scelta sarà premiata negli anni successivi.

Oggi la scienza della fotogrammetria è distante dalla Geometria descrittiva e dalla Prospettiva e i fotogrammetri, pur pienamente consapevoli delle relazioni fra fotografia e proiezione centrale, non mostrano alcun interesse verso la restituzione di misure con la restituzione prospettica. Nell'accezione comune la restituzione prospettica non è annoverata fra le tecniche di restituzione fotogrammetrica; in un testo del 1964 Mario Docci colloca la restituzione prospettica fra le tecniche 'elementari' della fotogrammetria (Docci, 1964, p. 97), per distinguerla dalla fotogrammetria classica, ovvero dalla fotogrammetria stereoscopica, protagonista indiscussa del rilievo architettonico e ambientale per l'intero arco del XX secolo (Docci, 1964, p. 118). La fotogrammetria stereoscopica utilizzava fotografie acquisite con assi di presa pressoché paralleli, e con adeguata zona di sovrapposizione, per restituire misure e coordinate di elementi raffigurati nelle due immagini. Il principio su cui si basava la fotogrammetria stereoscopica era la riproduzione artificiale della visione umana attraverso la marca mobile e la determinazione della quota di un punto attraverso la parallasse lineare, ovvero la misura dello spostamento dell'immagine di uno stesso punto nei due fotogrammi. La fotogrammetria stereoscopica, oggi pressoché abbandonata, non richiedeva la conoscenza dei principi della Prospettiva. Altrettanto può dirsi per un'altra tecnica fotogrammetrica ampiamente diffusa nello scorso secolo: il radrizzamento, che utilizza gli assunti della geometria proiettiva, in particolare le corrispondenze omografiche fra forme di seconda specie (Docci & Migliari, 1992, p. 41), per trasformare l'immagine prospettica di una superficie piana nella sua proiezione ortogonale su un quadro ad essa parallelo. L'utilizzo delle tecniche fotogrammetriche più diffuse nello scorso secolo non richiedeva dunque la conoscenza della Prospettiva e del processo inverso di restituzione.

Fig. 3
Restituzione
prospettica da disegno
eseguito con la camera
chiara.

Fig. 12.



Eppure, agli albori della fotogrammetria (e della metrofotografia), nessuna di queste tecniche veniva utilizzata; in che modo, dunque, Laussedat e Meydenbauer riuscivano a risalire, con le fotografie, “*aux dimensions exactes des parties les plus élevées, les plus inaccessibles des édifices*”?

Entrambi utilizzavano due tecniche distinte e complementari, rispettivamente riconducibili alla Scienza della Rappresentazione e alla Topografia:

- la restituzione prospettica da una singola fotografia;
- l'intersezione in avanti da una coppia di fotografie con assi di presa di direzione generica (Fondelli, 1992, p. 78).

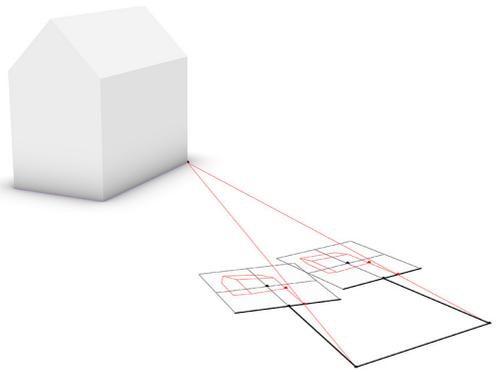
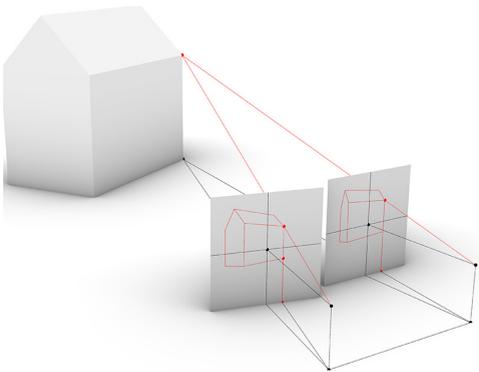
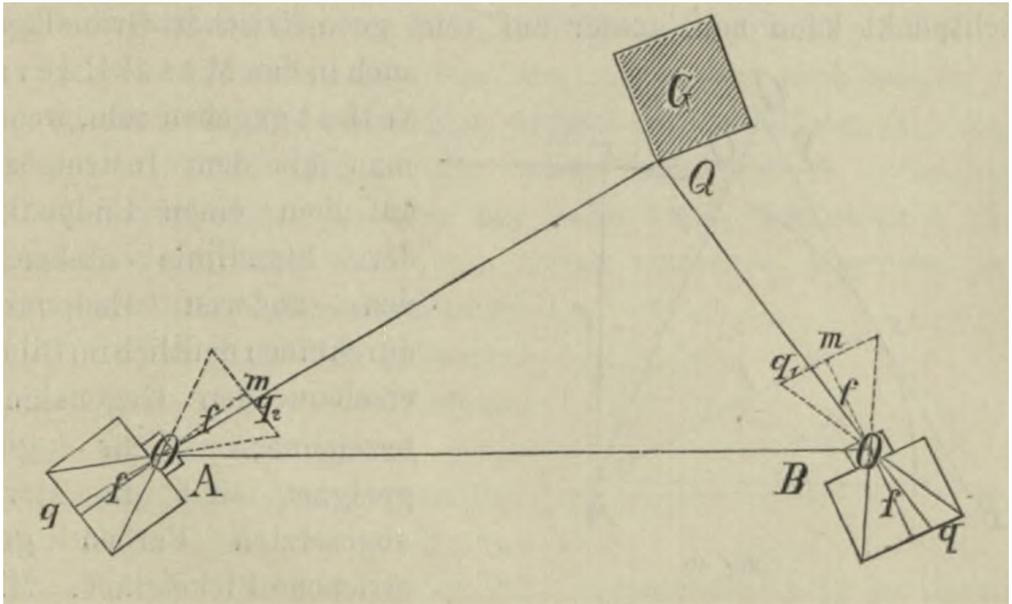
Entrambi gli studiosi descrivono le due tecniche nei loro scritti: nella Metrofotografia Laussedat dedica la prima parte del testo alla teoria della Prospettiva e alla pratica della restituzione prospettica, che viene eseguita su un disegno realizzato con l'ausilio della camera chiara (figg. 2, 3) [4]; soltanto al termine di questa prima parte Laussedat applica la restituzione prospettica da fotografia per il rilievo del perimetro e dei fronti di Santa Maria delle Grazie a Milano [5]. Nelle pagine successive viene descritto il processo di restituzione tramite l'intersezione in avanti:

On suppose que le même terrain soit bien découvert de deux stations convenablement choisies et dont on connaît la distance [...] De chacun de ces points situés au-dessus ou au-dessous de la ligne d'horizon on mènera des perpendiculaires sur cette ligne et l'on joindra tous les pieds de ces perpendiculaires au point de vue rabattu. [...] Il suffit, en effet, d'orienter convenablement les deux faisceaux des rayons visuels projetés horizontalement et de chercher les points d'intersection de ceux de ces rayons qui deux à deux passent par les mêmes points [6]. (Laussedat, 1899, p. 27)

A differenza di Laussedat, nel suo testo del 1892, intitolato *Das photographische aufnehmen zu wissenschaftlichen Zwecken insbesondere das Messbild-Verfahren* [7] Meydenbauer tratta sbrigativamente la restituzione prospettica, mentre illustra con dovizia di dettagli il processo di restituzione che utilizza il principio dell'intersezione in avanti. La più evidente differenza fra i due studiosi risiede nell'attenzione dedicata alle caratteristiche intrinseche dell'immagine fotografica: se Laussedat preferisce utilizzare le prospettive disegnate con la camera chiara in attesa che la tecnica fotografica venga perfezionata, Meydenbauer partecipa attivamente

Fig. 4
Illustrazione dell'intersezione in avanti con l'ausilio di immagini fotografiche.

Fig. 5
Illustrazione del principio dell'intersezione in avanti con l'ausilio di immagini fotografiche.



alla costruzione di camere da presa in grado di produrre fotografie che obbediscano, nel modo più fedele possibile, ai principi della prospettiva lineare; per definire queste fotografie conia il termine *Messbild*, composto dal verbo *messen* (misurare) e *Bild* (immagine), che potremmo tradurre ‘immagine per la misurazione’.

Una *Messbild* deve avere almeno due caratteristiche:

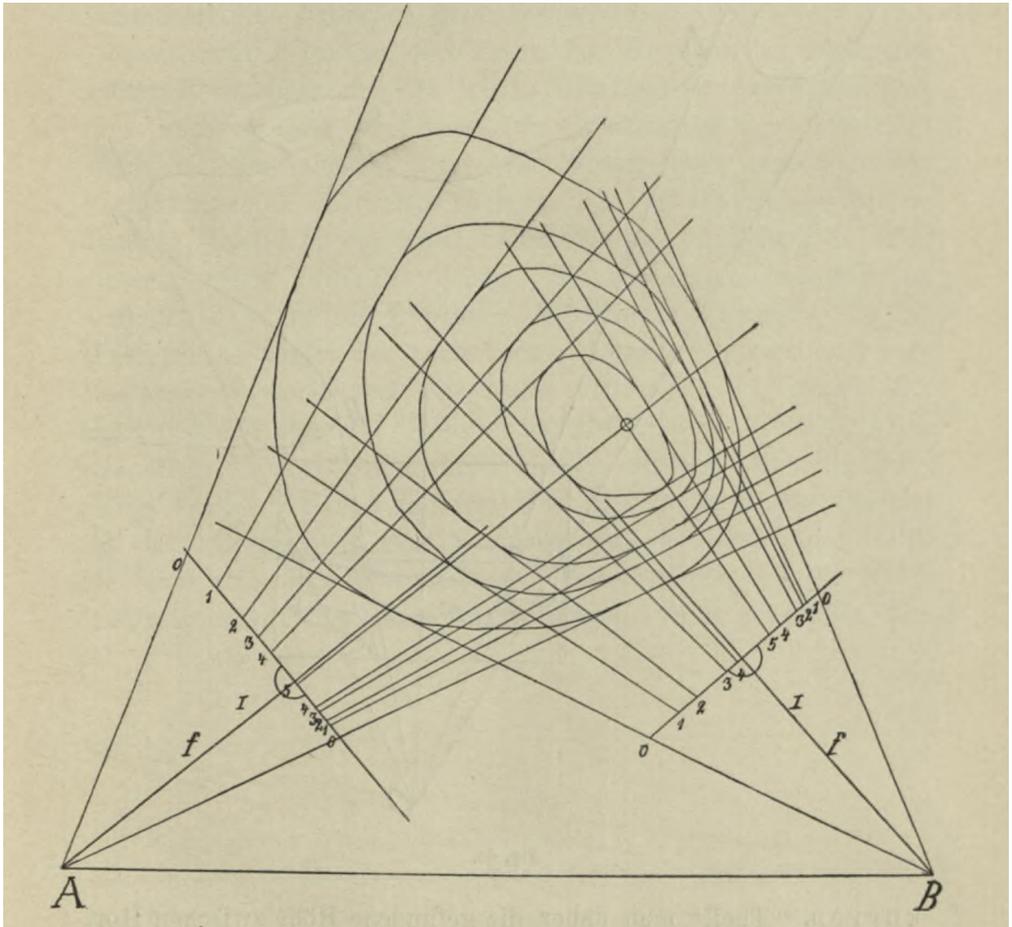
- quattro segnali sui punti medi dei lati del fotogramma, che permettano di individuarne gli assi e, alla loro intersezione, il Punto Principale della Prospettiva;
- una misura fissa e accurata della distanza focale, ovvero della distanza fra punto nodale dell’obiettivo e lastra fotografica, corrispondente alla distanza principale della prospettiva.

A queste caratteristiche intrinseche dell’immagine fotografica, Meydenbauer (ma anche Laussedat) aggiunge il suggerimento di acquisire le immagini con un asse di presa in posizione perfettamente orizzontale, in modo da far coincidere la Linea d’orizzonte della prospettiva con uno degli assi del fotogramma. Entrambi gli autori conoscono la tecnica del decentramento, utilizzata per inquadrare scene ampie senza inclinare l’asse di presa, ed entrambi sanno che, in questo caso, la linea d’orizzonte non passerà più per il punto principale.

L’applicazione del principio dell’intersezione in avanti non è altro che un’applicazione, con le fotografie, dell’antica tecnica di rilevamento topografico eseguito con l’ausilio delle tavolette pretoriane, che permettevano, traguardando i punti da misurare da due punti di osservazione di direzione nota, di misurare gli angoli delle direzioni di osservazione e riportarli su un grafico alla stessa scala di rappresentazione utilizzata per il disegno della linea di base. Con l’utilizzo delle fotografie, il principio dell’intersezione in avanti permette di risalire alla posizione di tutti quei punti che compaiono in due fotogrammi, quando sia nota la posizione del centro di presa e la direzione degli assi di presa (orizzontali) (fig. 4); la direzione può essere misurata utilizzando bussole collegate all’apparecchio fotografico o, indirettamente, conoscendo la posizione di un punto ritratto nelle immagini rispetto alla linea di base, misurata attraverso il principio della triangolazione o della trilaterazione (fig. 5). Uno dei vantaggi del metodo dell’intersezione in avanti risiede nella sua capacità di produrre restituzioni di soggetti diversi dall’architettura, ad esempio di contesti ambientali (fig. 6), laddove invece la restituzione prospettica si presta alla restituzione di elementi geometrici semplici, costituiti da linee

Fig. 6
Rilievo topografico con intersezione in avanti da immagini fotografiche.

Fig. 7
Edifici perduti di via Libertà: Villino Nicoletti Pavone (1894-1973); Villino Planeta (1894-1969); Palazzina Riccobono-Miccichè (1904-1970); Palazzo Dolce-Cirino (1895-1970); Palazzina Gaeta La Lomia (1895-1959).



rette e superfici piane. Nel secolo scorso gli studi di Docci (1964) sulla restituzione prospettica per l'architettura sono stati seguiti dagli studi di Anna Sgrossi (1979), di Gaetano Fano (1979) e di Llouï Villanueva Bartrina (1997); all'inizio di questo secolo, un prezioso volume di Leonardo Paris (2000, 2014), ripercorre le tappe storiche della prospettiva inversa. Come già richiamato in altre sedi (Agnello, 2023), l'attenzione verso la restituzione prospettica vivrà una nuova stagione a seguito della diffusione dei computer: in una prima fase, gli studi saranno condotti prevalentemente da ricercatori di ingegneria informatica, come Paul Debevec e Frank Van den Heuel (1998) per lo sviluppo di soluzioni semi-automatiche del processo di restituzione; la seconda fase, nella quale i fondamenti della scienza della rappresentazione saranno alla base di applicazioni di restituzione condotte con strumenti di rappresentazione digitale, sarà inaugurata da uno studio pubblicato dieci anni or sono da Riccardo Migliari con Federico Fallavollita e Marta Salvatore (2013). Seguiranno, fra gli altri, gli studi di Jolanda Dzwierzynska (2017) e di Amanda Ramon-Constanti con Antonio Gomez (2020). La rinnovata attenzione verso la restituzione prospettica discende dalle potenzialità operative degli strumenti di rappresentazione digitali, che permettono, anche da una sola immagine fotografica, di eseguire ricostruzioni di architetture e scenari urbani con margini di accuratezza irraggiungibili con gli strumenti tradizionali del disegno.

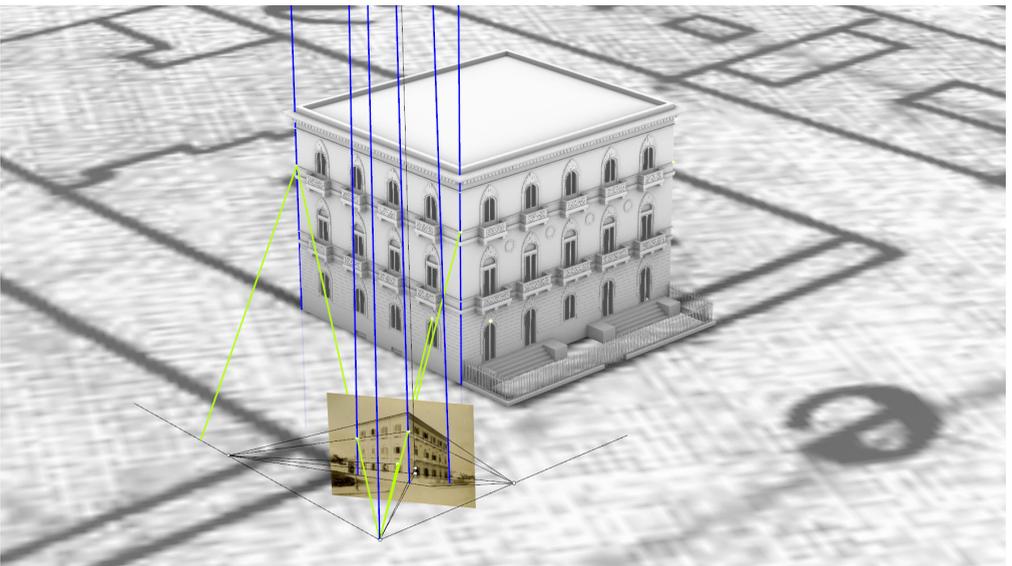
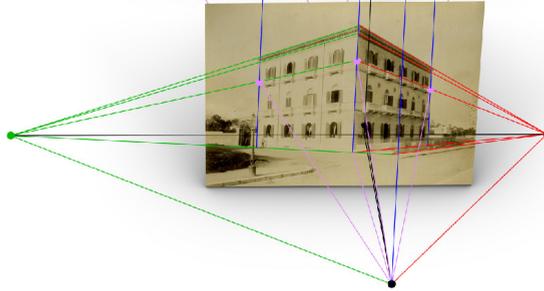
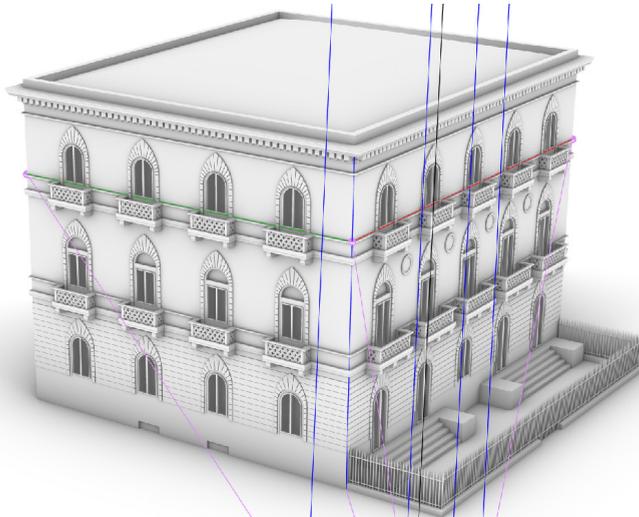
Dalla restituzione prospettica alla ricostruzione. Via Libertà, Palermo, 1958-1971

I casi studio analizzati sono cinque edifici residenziali, oggi non più esistenti, originariamente ubicati nel tratto iniziale di via Libertà, asse viario che, a partire dall'inizio del XX secolo e per tutto il secolo successivo, determinò l'espansione urbana in direzione nord della città di Palermo. La memoria della loro collocazione e consistenza è oggi documentata soltanto da una carta tecnica del 1935 alla scala 1:5000, e da poche immagini fotografiche.

Il primo tratto della via Libertà, che rispettava fedelmente i canoni del *boulevard*, con una corsia centrale e due corsie laterali separate da lunghi marciapiedi alberati, fu inaugurato nel 1891 in occasione di una Esposizione Nazionale; smontati i padiglioni, l'area dell'Esposizione venne lottizzata. Il *boulevard*,

Fig. 8
Ricostruzione dell'orientamento interno della fotografia.

Fig. 9
Ricostruzione dell'orientamento esterno.



fiancheggiato da platani, mantenne, e conserva tuttora, il carattere di salotto-giardino e di luogo privilegiato della 'passeggiata'; ai fianchi del viale vennero costruiti:

- palazzi e palazzetti signorili a tre o quattro elevazioni;
- villini unifamiliari.

Negli anni compresi fra il 1958 e il 1973, la pressione speculativa, che mirava di aumentare la densità residenziale dell'area, determinò la sostituzione degli edifici realizzati dopo l'Esposizione con condominii a 8-9 elevazioni. I primi edifici demoliti furono i villini unifamiliari, i cui proprietari erano attratti dai lauti compensi; anche sei dei palazzetti ubicati in questo primo tratto vennero demoliti nello stesso arco temporale. Soltanto i palazzi sopravvissero alle demolizioni, probabilmente perché la loro proprietà, condivisa da più soggetti indipendenti, ne rendeva complessa l'alienazione; ne è prova il fatto che soltanto due dei diciassette edifici di questa tipologia, ubicati nell'area di studio, sono stati distrutti e sostituiti. Le fotografie disponibili hanno permesso la ricostruzione di cinque edifici non più esistenti (fig. 7). Per tutti gli edifici è stata eseguita, a partire dalle immagini fotografiche e dai riferimenti dimensionali estratti dalla carta tecnica del 1935, ovvero, ove possibile, dal rilievo di edifici rimasti in sito, la ricostruzione tridimensionale dei fronti esterni. In questa sede, al solo fine di mostrare il processo di elaborazione e i risultati raggiunti, ci si limiterà a descrivere le elaborazioni relative a un solo edificio fra quelli studiati: la palazzina Gaeta La Lomia.

La rappresentazione digitale, applicata alla restituzione prospettica da fotografia, consente oggi di:

- determinare con accuratezza anche i punti di fuga più distanti;
- ingrandire la vista e osservare in dettaglio l'immagine fotografica;
- verificare in tempo reale la congruenza proiettiva fra l'immagine fotografica e gli elementi geometrici ricostruiti, operando in vista 'vincolata' dal centro di proiezione dell'immagine fotografica.

Un importante parametro di verifica della correttezza del processo di restituzione deriva dalla possibilità di determinare con buona approssimazione la posizione del punto di vista e la direzione dell'asse di presa.

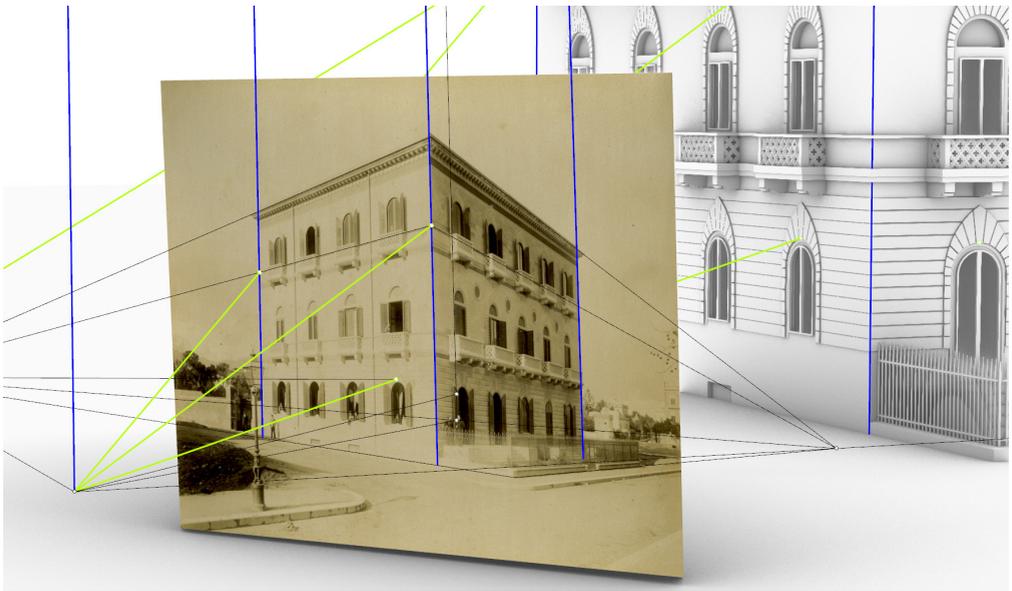
Per l'immagine della palazzina Gaeta La Lomia, coppie di rette orizzontali ortogonali tra loro hanno permesso di ricostruire la linea d'orizzonte (fig. 8); per il calcolo della posizione del centro di proiezione sono state utilizzate due semicirconferenze: la prima ha diametro corrispondente al segmento della linea d'orizzonte che ha

Fig. 10

Confronto fra l'ipotesi di ricostruzione e la nuvola di punti del fronte di un palazzo adiacente rimasto in sito.

Fig. 11

Restituzione della cornice ad arco acuto di una finestra del piano terra.



per estremi i due punti di fuga; la seconda, con diametro sulla retta ortogonale alla linea d'orizzonte, ha per estremi il punto di fuga delle rette verticali e il punto all'intersezione con la linea d'orizzonte [8].

Per conferire dimensione allo schema prospettico, proporzionalmente corretto ma non misurabile, è stata applicata la cosiddetta 'regola del parallelogramma' utilizzando la lunghezza di uno dei fronti della palazzina misurata sulla carta tecnica del 1935; il riferimento alla carta tecnica ha permesso altresì di posizionare lo schema prospettico nel contesto urbano (fig. 9).

Il modello ricostruito è stato infine confrontato con il rilievo *laser scanning* del palazzo adiacente, tutt'oggi in sito; la corrispondenza quasi perfetta degli interpiani dei due edifici ha confermato l'attendibilità dell'ipotesi ricostruttiva (fig. 10). Anche la posizione del centro di presa, ubicato in corrispondenza del marciapiede di separazione fra le corsie, a un'altezza di circa 2m dal suolo, conferma l'ipotesi di ricostruzione dello schema prospettico.

La restituzione prospettica digitale permette di restituire tridimensionalmente anche i più piccoli particolari, come decori e modanature, difficili da elaborare con gli strumenti tradizionali del disegno, che operavano attraverso ribaltamenti sul quadro di figure piane.

Al fine di evidenziare le potenzialità offerte dal disegno e dalla modellazione 3D dalla vista vincolata dello schema prospettico, si illustra sinteticamente il processo di ricostruzione del profilo dell'arco bugnato di una delle finestre al piano rialzato (fig. 11): nella vista vincolata è possibile disegnare rette e curve appartenenti a qualsiasi piano dello spazio tridimensionale, verificando in tempo reale la congruenza fra il disegno e la sua immagine (fig. 12), come se si stesse disegnando sul piano della fotografia. A tal fine, basta impostare il piano di disegno nella sua corretta giacitura spaziale e osservarlo dal centro di proiezione dell'immagine, in vista 'vincolata'. Al di là del valore documentario, la restituzione dei fronti permette l'avvio di studi sulle matrici geometrico-proporzionali del progetto di architettura (fig. 13).

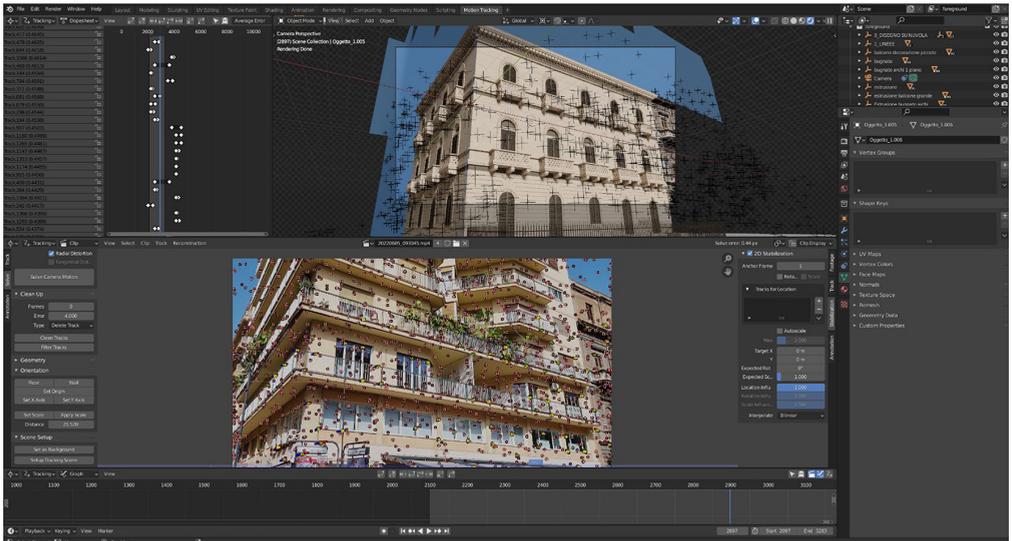
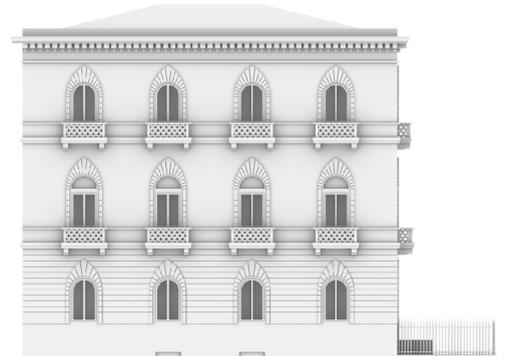
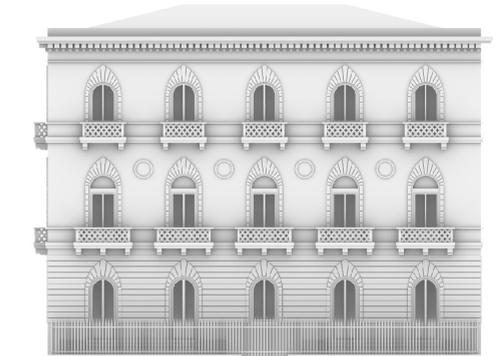
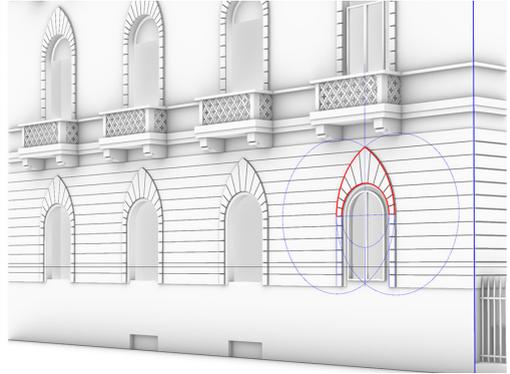
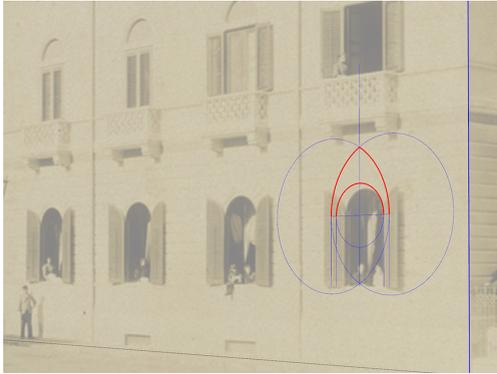
Visualizzazione dei modelli ricostruttivi

Un aspetto non trascurabile di una ricerca scientifica è la valorizzazione, il trasferimento e la diffusione dei risultati raggiunti, attraverso azioni e strategie mirate che permettano di massimizzare l'impatto sulla comunità. I risultati delle ricerche

Fig. 12
Vista vincolata dell'immagine fotografica e della ricostruzione.

Fig. 13
Fronti della Palazzina Gaeta La Lomia.

Fig. 14
Processo di calcolo del percorso della fotocamera durante l'acquisizione del video, con tecniche di *motion tracking*.



condotte nel campo del Disegno e della Rappresentazione sul patrimonio culturale vengono spesso divulgati utilizzando soluzioni digitali di visualizzazione, che possono essere più o meno interattive. Queste soluzioni includono l'uso di sistemi di realtà virtuale e aumentata, nonché la produzione di prodotti multimediali come immagini e video, che possono essere distribuiti e diffusi attraverso i numerosi canali disponibili oggi.

In questo studio sono state esaminate le potenzialità di due differenti soluzioni digitali per la visualizzazione delle ricostruzioni virtuali realizzate con le tecniche di restituzione prospettica prima descritte: un video in cui la ricostruzione virtuale si combina e si sostituisce al contesto reale attuale, e una applicazione *web-based* per la visualizzazione *in situ* del patrimonio architettonico ormai perduto.

Il primo prodotto multimediale è stato realizzato utilizzando tecniche di camera *tracking* e di *compositing*. A tale scopo, è stata eseguita una ripresa video lungo l'asse di via Libertà, utilizzando una camera *Sony ZV-1* dotata di un'ottica da 35 mm, montata su un sistema stabilizzato a 3 assi *DJI Ronin-SC*. L'elaborazione del video con gli strumenti di *motion tracking* offerti da *Blender*, un software di grafica 3D *open-source*, ha permesso di tracciare il percorso della camera, calcolare i parametri intrinseci dell'ottica utilizzata per le riprese (lunghezza focale, distorsioni radiali, posizione del punto principale), e infine utilizzare il percorso della camera per generare un video dello scenario ricostruito virtualmente (fig. 14).

La principale sfida, in questo caso specifico, risiede nelle differenze fra la configurazione urbana attuale e quella ricostruita; ulteriori elementi di criticità per lo sviluppo del prodotto video sono dati dalla presenza di elementi assenti nella scena ricostruita, come arredi urbani (lampioni, cartelli stradali, insegne pubblicitarie ecc.) e le numerose auto in sosta presenti durante le riprese. Questi elementi si sovrappongono, nel video, ai prospetti degli edifici attuali e, conseguentemente, a quelli ricostruiti in modo virtuale. Pertanto, per rendere verosimile l'inserimento dei palazzetti dei primi del XX secolo nel contesto attuale, si è reso necessario mantenere in primo piano sia l'arredo urbano che gli eventuali veicoli in sosta, in corrispondenza delle ricostruzioni digitali. Per far ciò, è stato elaborato un modello digitale dello stato di fatto attraverso processi automatici di generazione di modelli *mesh* da dati *laser scanning* e fotogrammetrici; il modello *mesh*, importato in *Blender*,

Fig. 15
Frames del video con la transizione fra riprese della scena reale e animazione della scena virtuale.



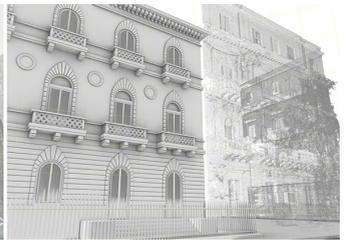
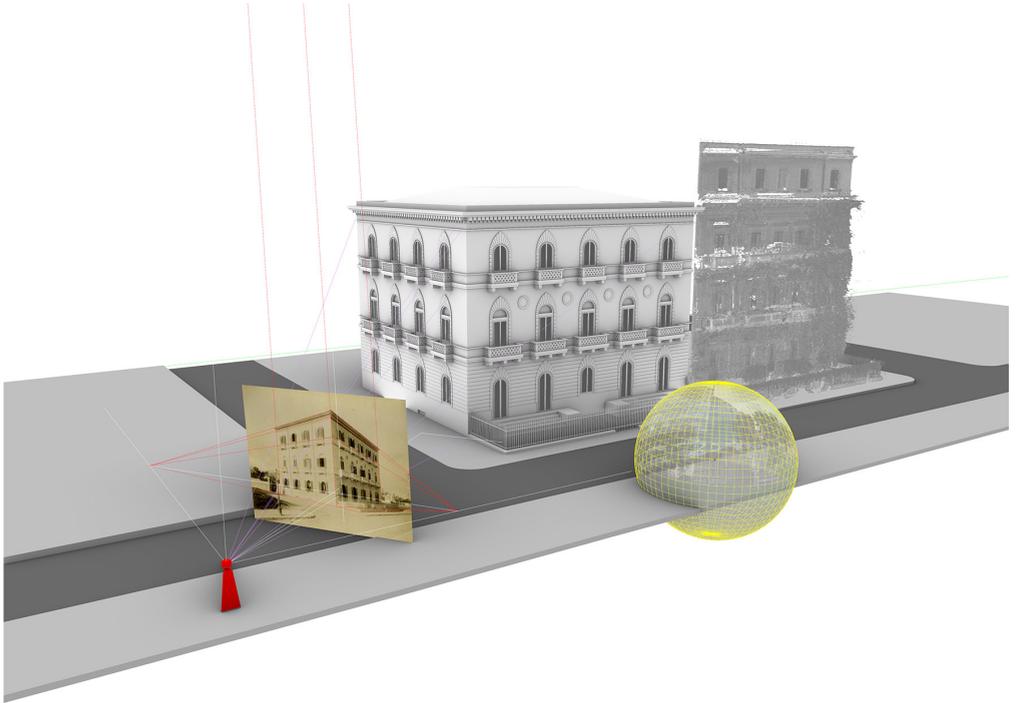
è stato impiegato come maschera per sottrarre, dai frame renderizzati dei modelli digitali, le aree interessate dagli oggetti che si frappongono tra la camera virtuale e gli edifici ricostruiti. Infine, utilizzando ancora gli strumenti di compositing del software *Blender*, è stato possibile combinare i due differenti video in un unico prodotto multimediale (fig. 15), applicando le opportune correzioni di colore. Il processo utilizzato in questo studio per l'elaborazione e l'orientamento del modello della camera con tecniche di *motion tracking* e, successivamente, per la combinazione del video della scena reale e del video della scena ricostruita, è stato testato in precedenti ricerche (Cannella, 2021).

La seconda applicazione adottata si basa sull'utilizzo di immagini sferiche che possono essere visualizzate *in situ* su dispositivi mobili come smartphone e tablet. La prima operazione eseguita è stata l'acquisizione di immagini panoramiche da specifici punti di vista lungo via Libertà. Le immagini panoramiche sono state generate a partire da set di immagini acquisite con una camera montata su una testa panoramica *Nodal Ninja*. I diversi set di fotografie, ottenuti da punti di ripresa diversi, sono stati elaborati utilizzando il software di fotogrammetria digitale *Agisoft Metashape*. L'uso di questo software ha consentito di mosaicare le foto per creare l'immagine equirettangolare corrispondente, ma in più ha permesso di calcolare le coordinate del centro (punto nodale) di ciascuna immagine sferica. Le diverse posizioni sono state determinate assegnando le coordinate *laser scanning* di alcuni punti caratteristici della scena visibili contemporaneamente in più immagini sferiche, nonché collimati su scatti singoli acquisiti appositamente per questo scopo.

Le coordinate di ciascuna immagine sferica hanno permesso di posizionare, nella scena virtuale visualizzata in *Blender*, telecamere panoramiche per la generazione di immagini equirettangolari della scena virtuale, allineate alle corrispondenti immagini equirettangolari della scena reale (fig. 16). Per favorire un'ottimale combinazione delle due immagini, la scena virtuale è stata renderizzata utilizzando una fonte di luce pressoché corrispondente alla posizione del sole nella scena reale al momento dell'acquisizione delle immagini. Al fine di inserire il modello ricostruito nell'attuale scenario urbano, il panorama reale e quello virtuale sono stati sovrapposti utilizzando software di *editing* di immagini; in questo modo è stata generata un'immagine equirettangolare ibrida, che combina, sovrapponendole l'immagine

Fig. 16
Posizione dell'immagine storica e dell'immagine equirettangolare.

Fig. 17
Vista dal punto nodale dell'immagine equirettangolare e verifica della sua corrispondenza con la scena reale e con il modello ricostruttivo.



dello scenario reale e quella dello scenario virtuale; per ciascun panorama ibrido sono state predisposte due diverse varianti, caratterizzate da valori di trasparenza diversificati per creare diversi effetti di transizione (fig. 17).

Le immagini sferiche così realizzate sono state impiegate per la creazione di un *tool* di visualizzazione su *browser web* sviluppato con *Pano2VR*, un software generalmente utilizzato per la produzione di tour panoramici. Tuttavia, in questo caso specifico, il *tool* è stato utilizzato in modo diverso: è stato adottato uno specifico modello *html* che abilita i controlli per la navigazione delle sferiche tramite il giroscopio e la bussola dei dispositivi mobili. L'utilizzo della bussola consente di ottenere il corretto orientamento tra il contesto reale e l'immagine sferica visualizzata con lo smartphone o il tablet. Per accedere alle singole immagini panoramiche, appositamente archiviate su un server, sono stati posizionati, nei punti di acquisizione precedentemente descritti, appositi codici QR che possono essere letti tramite il *browser web* già installato sul dispositivo mobile dell'utente. Alcuni pulsanti dell'interfaccia utente consentono di visualizzare la ricostruzione virtuale, che si sovrappone così all'attuale scenario, sostituendosi virtualmente ad esso; la visualizzazione dell'immagine sferica della scena virtuale con un fattore di trasparenza permette di cogliere al meglio le relazioni tra la ricostruzione e la scena reale, evidenziandone le connessioni e le interazioni.

Questa applicazione, così concepita, offre vantaggi significativi rispetto a una soluzione di Realtà Aumentata, ma presenta anche alcune limitazioni. Tra i vantaggi principali, possiamo certamente evidenziare il fatto che non è necessario installare alcuna applicazione aggiuntiva sul proprio dispositivo e che l'applicazione richiede risorse computazionali minime; l'assenza di un'applicazione dedicata libera infine l'utente dall'obbligo di eseguire configurazioni complesse e così rende le immagini equirettangolari ibride facilmente accessibili a un vasto pubblico.

Tuttavia, è importante notare che questa soluzione ha alcune limitazioni: al contrario di un'applicazione AR, ad esempio, la visualizzazione delle ricostruzioni virtuali può essere eseguita soltanto dai punti di presa delle immagini equirettangolare della scena reale, nei quali è garantita la congruenza fra l'immagine visualizzata sul dispositivo mobile e la personale percezione dello scenario.

Nonostante queste limitazioni, l'applicazione offre comunque un modo conveniente e accessibile per esplorare le ricostruzioni

virtuali e comprendere la relazione tra il passato e il presente di un determinato contesto urbano o architettonico, nonché recuperare la memoria di un patrimonio culturale ormai perduto.

Crediti

Il paragrafo *La fotografia come strumento di misura* è stato curato da Fabrizio Agnello; il paragrafo *Dalla restituzione prospettica alla ricostruzione. Via Libertà, Palermo, 1958-1971* è stato curato da Federica Maria Bonello; il paragrafo *Visualizzazione dei modelli ricostruttivi* è stato curato da Mirco Cannella.

Note

[1] “Se si pratica un piccolo foro nel riquadro di una finestra di una camera ben chiusa o, ancor meglio, in una sottile lastra metallica applicata al riquadro, tutti gli oggetti esterni i cui raggi riescono a raggiungere il foro vanno a dipingersi sul muro opposto della camera, con dimensioni ridotte o ingrandite” (Arago, 1839, p. 7).

[2] “Inoltre, pur ammirando la nettezza dei contorni e la corrispondenza delle forme e dei colori offerti dalle immagini generate da questo strumento, chiunque si lamenta vivamente del fatto che queste immagini non si conservano e auspica la scoperta di qualche mezzo per fissare l’immagine proiettata sullo schermo” (Arago, 1839, p. 10).

[3] “Le immagini fotografiche, generate secondo le regole della geometria, permetteranno, con l’ausilio di una piccola quantità di dati, di risalire alle dimensioni esatte delle parti più elevate e inaccessibili degli edifici” (Arago, 1839, p. 31).

[4] Laussedat dichiara che preferisce usare i disegni eseguiti con la camera chiara fin quando la tecnica fotogrammetrica non avrà raggiunto un livello di maturazione che permetta di rimuovere le deformazioni indotte dagli obiettivi fotografici, ancora in fase di sviluppo.

[5] In realtà si tratta di un rilievo estremamente approssimativo; per sua stessa ammissione Laussedat acquista l’immagine a Milano, ma non ha preso alcuna misura della chiesa e le dimensioni che utilizza per la scalatura del modello prospettico sono del tutto congetturali (Laussedat, 1899, p. 22).

[6] “Supponendo che lo stesso terreno sia ben visibile da due stazioni opportunamente scelte e della quali si conosca la distanza [...] Da ciascun punto (della fotografia) situato sotto o sopra la linea d’orizzonte, si condurranno delle rette perpendicolari a questa linea e si collegheranno i piedi di queste perpendicolari al punto di vista ribaltato, [...] Basta, in effetti, orientare opportunamente i due fasci di raggi visuali proiettati orizzontalmente e di cercare i punti di intersezione di quei raggi che, a due a due, passano per gli stessi punti” (Laussedat, 1899, p. 27).

[7] La documentazione fotografica per scopi scientifici, in particolare il processo di misurazione delle immagini.

[8] Si tratta del punto di fuga delle rette di massima pendenza dei piani orizzontali, nel diedro che questi formano con il quadro.

Bibliografia

- Agnello, F. (2023). *La memoria fotografica dell'architettura*. Franco Angeli.
- Arago, F. (1839). *Rapport de M. Arago sur le Daquerréotype, lu à la séance de la Chambre de Députés le 3 juillet 1839, et à l'Academia des Sciences, séance du 19 aout*. Bachelier. <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1231630.texteImage#>> (ultimo accesso 10 maggio 2023).
- Cannella, M. (2021). Hulot's Selinunte: digital analysis and virtual reconstruction. In *SCIRES-IT - SCientific REsearch and Information Technology*, 11(2), 113-124. <https://doi.org/10.2423/i22394303v11n2p113>.
- Chirco, A. & Di Liberto, M. (2013). *Via Libertà ieri e oggi*. Flaccovio Editore.
- Debevec, P., Taylor, C. & Malik, J. (1996). Modeling and Rendering Architecture from Photographs: A hybrid geometry and image-based approach. *SIGGRAPH '96*, 11-20.
- Deneux, H. (1930). *La Métrophotographie appliquée à l'Architecture*. Paul Catin Éditeur.
- Docci, M. (1964). *Principi di fotogrammetria e restituzione prospettica di architetture*. Squarci.
- Docci, M. & Migliari, R. (1992). *Scienza della rappresentazione*. Nuova Italia Scientifica.
- Dzwierzynska, J. (2017). Establishing Base Elements of Perspective in order to reconstruct architectural buildings from photographs. *WMESS 95*, 1-7.
- Fano, G. 1979. *La restituzione prospettica da prospettiva razionale*. Dedalo.
- Fondelli, M. (1992). *Trattato di fotogrammetria urbana e architettonica*. Laterza.
- Laussedat, A. (1899). *La Métrophotographie*. Gauthier-Villars.
- Meydenbauer, A. (1892). *Das photographische aufnahmen zu wissenschaftlichen zwecken insbesondere das Messbild-Verfahren*. Unte's Verlags-Anstalt.
- Migliari, R., Fallavollita, F. & Salvatore, M. (2013). Monge e il problema del vertice di piramide: una applicazione alla restituzione di quote e volumi da una fotografia del 1892. *DisegnareCon*, 6(12), IX/1-9.
- Paris, L. (2000). *Il problema inverso della prospettiva*. Kappa.
- Paris, L. (2014). *Dal problema inverso della prospettiva al raddrizzamento fotografico*. Aracne.
- Ramon-Constanti, A. & Gomez, A., 2020. Perspective restitution from a photograph, *EGA*, 146, 146-156.
- Sgrosso, A. (1979). *Note di fotogrammetria applicata all'architettura*. Lithorapid.

Van den Heuel, F. (1998). 3D reconstruction from a single image using geometric constraints. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 53(6), 354-368.

Villanueva Bartrina, L. (1997). *Perspectiva lineal. Su relación con la fotografía*. Edicions UPC.

Fonti delle immagini

Fig. 1. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 2. Laussedat, 1899, pp. 8, 9.

Fig. 3. Laussedat, 1899, p. 21.

Fig. 4. Meydenbauer, 1892, p. 151.

Fig. 5. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 6. Meydenbauer, 1892, p. 179.

Fig. 7. Foto edifici esistenti elaborate dagli autori; foto edifici demoliti (Chirco & Di Liberto, 2013).

Fig. 8. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 9. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 10. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 11. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 12. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 13. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 14. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 15. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 16. Elaborazione grafica degli autori.

Fig. 17. Elaborazione grafica degli autori.

