

drawing disegnare

n. 46
idee immagini
ideas images

Rivista semestrale del Dipartimento di Storia, Disegno
e Restauro dell'Architettura – "Sapienza" Università di Roma
*Biannual Magazine of the Department of History, Drawing
and Restoration of Architecture – "Sapienza" Rome University*

Worldwide distribution and digital version EBOOK
www.gangemeditore.it

Anno XXIII, n. 46/2013
Italia € 15 - USA and Canada \$ 20,00

Full english text



Rivista semestrale del Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, finanziata da Sapienza, Università di Roma
Biannual Magazine of the Department of History, Drawing and Restoration of Architecture, financed by Sapienza, University of Rome

Registrazione presso il Tribunale di Roma
n. 00072 dell'11/02/1991

Proprietà letteraria riservata



GANGEMI EDITORE SPA
piazza San Pantaleo 4, 00186 Roma
tel. 0039 6 6872774 fax 0039 6 68806189
e-mail info@gangemieditore.it
catalogo on line www.gangemieditore.it
Le nostre edizioni sono disponibili in Italia e all'estero anche in versione ebook.
Our publications, both as books and ebooks, are available in Italy and abroad.

Un numero € 15 – estero € 30
Arretrati € 30 – estero € 60
Abbonamento annuo € 30 – estero € 60
One issue € 15 – Overseas € 30
Back issues € 30 – Overseas € 60
Annual Subscription € 30 – Overseas € 60

Abbonamenti/Annual Subscription
Versamento sul c/c postale 343509
intestato a: Licosa Spa – Via Duca di Calabria 1/1
50125 Firenze
*Payable to: Licosa Spa – Via Duca di Calabria 1/1
50125 Firenze*
post office account n. 343509

Distribuzione/Distribution
Librerie in Italia/*Bookstores in Italy*
Joo distribuzione – Via F. Argelati, 35
20134 Milano
Librerie all'estero/*Bookstores overseas*
Licosa Spa – Via Duca di Calabria 1/1
50125 Firenze
Edicole in Italia/*Newsstands in Italy*
C.D.M. – Viale Don Pasquino Borghi, 174
00144 Roma

ISBN 978-88-492-7672-5
ISSN IT 1123-9247

Direttore scientifico/Editor-in-Chief
Mario Docci, Dipartimento di Storia,
Disegno e Restauro dell'Architettura,
"Sapienza", Università di Roma,
piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia
mario.docci@uniroma1.it

Direttore responsabile/Managing editor
Piero Albisinni, Dipartimento di Storia,
Disegno e Restauro dell'Architettura,
"Sapienza", Università di Roma,
piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia
piero.albisinni@uniroma1.it

Comitato Scientifico/Scientific Committee
Piero Albisinni, Roma, Italia
Giovanni Carbonara, Roma, Italia
Secondino Coppo, Torino, Italia
Cesare Cundari, Roma, Italia
Laura De Carlo, Italia
Mario Docci, Roma, Italia
Mario Fondelli, Firenze, Italia
Marco Gaiani, Bologna, Italia
Angela García Codoñer, Valenza, Spagna
Diego Maestri, Roma, Italia
Emma Mandelli, Firenze, Italia
Riccardo Migliari, Roma, Italia
Alberto Pratelli, Udine, Italia
Franco Purini, Roma, Italia
José A. Franco Taboada, La Coruña, Spagna

Comitato di Redazione/Editorial Staff
Laura Carlevaris
Emanuela Chiavoni
Laura De Carlo (coordinatore)
Alfonso Ippolito
Paola Quattrini

**Coordinamento editoriale/
Editorial coordination**
Monica Filippa

Traduzioni/Translation
Erika G. Young

Segreteria/Secretarial services
Marina Finocchi Vitale

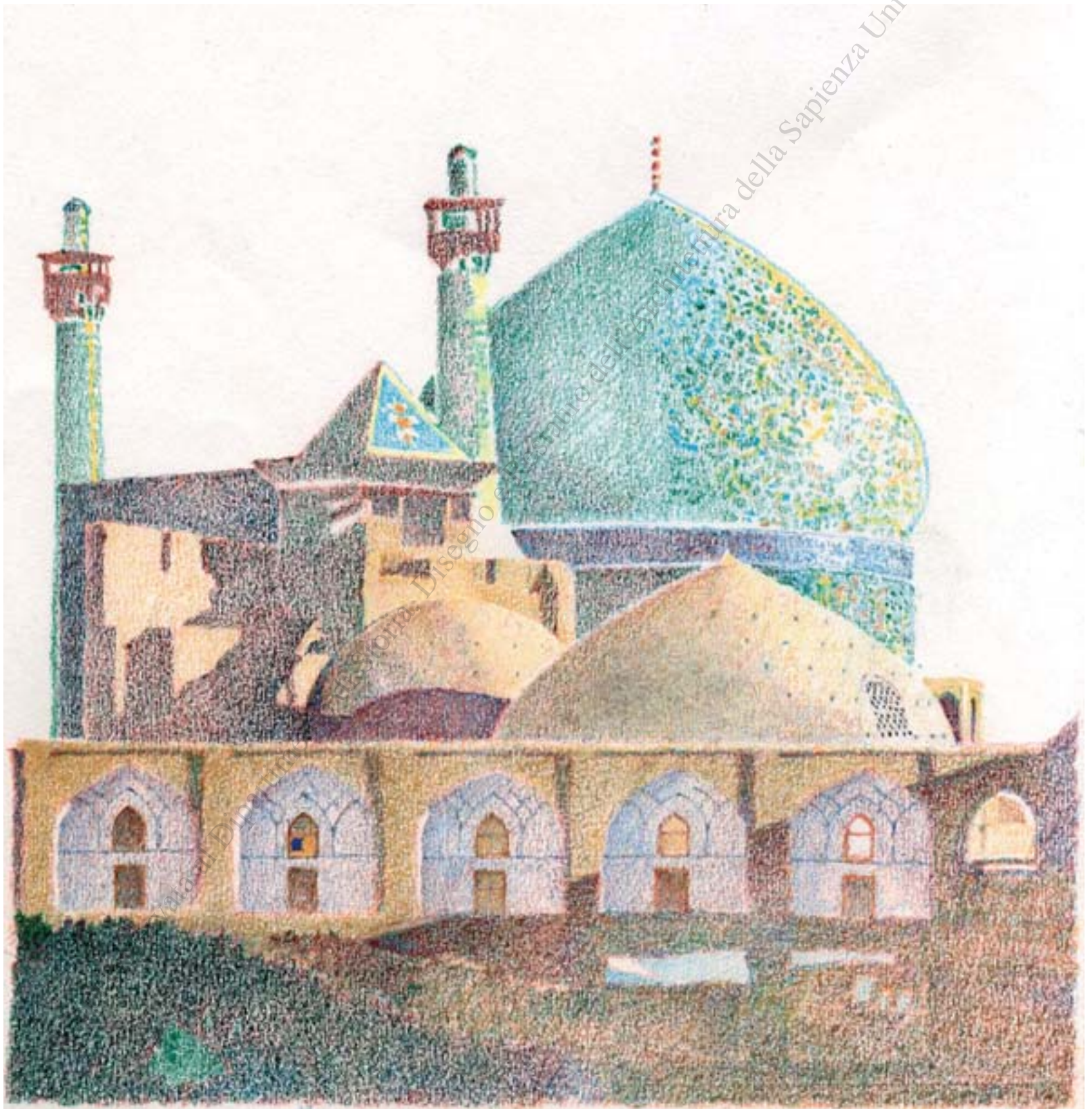
Redazione/Editorial office
piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia
tel. 0039 6 49918890

In copertina/Cover
Lucio Barbera, volta della Sala di Musica della Loggia reale di Isfahan (Iran), matita e pastello (appositamente realizzato per la rivista).
Lucio Barbera, ceiling of the Music Hall of the Royal Loggia in Isfahan (Iran), pencil and crayon (drawn expressly for this publication).

Anno XXIV, n. 46, giugno 2013

- 3 Mario Docci
Editoriale/Editorial
Dal rilevamento con il laser scanner 3D alla fotomodellazione
From 3D laser scanner survey to photo-modelling
- 7 Lucio Barbera
Disegno, viaggio, progetto
Drawing, travel, design
- 12 Carlos Montes Serrano
Gli anni del soggiorno romano dell'architetto spagnolo Joaquín Vaquero Palacios
The Roman sojourn of the Spanish architect Joaquín Vaquero Palacios
- 22 José M^a Gentil Baldrich
La prospettiva: "un buco nella tavoletta"
Perspective: 'a hole in a small piece of wood'
- 30 Luca Ribichini, Flavio Mangione, Tommaso Magnifico
Il Teatro Imperiale di Luigi Moretti. L'importanza del disegno nella concezione dello spazio
The Imperial Theatre by Luigi Moretti. The importance of drawing in the concept of space
- 42 Federico Fallavollita, Marta Salvatore
La costruzione degli assi principali delle superfici quadriche
The construction of the main axes of quadric surfaces
- 52 Tommaso Empler
Universal Design: ruolo del Disegno e Rilievo
Universal Design: the role of Drawing and Survey
- 64 Carlo Inglese
Il tracciato di cantiere dell'Augusteo in Roma: integrazione di metodologie di rilievo
Worksite tracing lines of the Mausoleum of Augustus in Rome: integrating survey methods
- 74 Alberto Sdegno
Sketchpad: sulla nascita del disegno digitale
Sketchpad: the birth of digital drawing
- 82 Michele Russo
La rinascita dell'architettura Cham: un percorso di ricostruzione virtuale di architetture scomparse
The revival of Cham architecture: a path for the virtual reconstruction of lost architectures
- 93 Attualità/Events
- 95 Libri/Books

Lucio Barbera, Moschea Blu di Isfahan (Iran), pastelli colorati (realizzato appositamente per la rivista).
Lucio Barbera, The Blue Mosque of Isfahan (Iran), coloured crayons (drawn expressly for this publication).



editoriale

Dal rilevamento con il laser scanner 3D alla fotomodellazione

I laser scanner 3 D da venti anni a questa parte stanno svolgendo un ruolo essenziale nel rilevamento architettonico e archeologico, soprattutto quando si debbano rilevare organismi complessi con importanti aspetti decorativi.

Tale tipo di rilevamento si è affermato, nonostante il costo molto elevato delle attrezzature, principalmente per la sua elevata precisione e per la rapidità delle operazioni sul campo; un aspetto negativo di questo tipo di rilevamento, che si è avvertito soprattutto in Italia, è quello della possibilità che la nuvola dei punti catturati dal laser venga presentata in proiezione orizzontale o verticale come se fosse un rilevamento concluso, mentre in realtà si tratta solo di un modello numerico costituito da un insieme di punti nello spazio.

Occorre a questo proposito ricordare che questi punti sono catturati secondo la logica dello strumento che, come noto, procede seguendo una griglia quadrata o rettangolare che viene ad appoggiarsi all'architettura da rilevare. Come è facile comprendere, non è detto che tutte le rette verticali oppure orizzontali e/o i punti singoli che caratterizzano un determinato manufatto siano inclusi nei vertici di tale griglia; pertanto la nuvola di punti può anche non contenere questi elementi, essenziali per conoscere e rappresentare un'opera architettonica o archeologica. Ne consegue che risulta necessario passare dal modello numerico (costituito da punti) a un modello geometrico o matematico (costituito da superfici). Il modello geometrico, essendo composto di superfici, può essere rappresentato e sintetizzato in un grafico 2D o 3D nel quale sono riprodotti gli elementi caratterizzanti il manufatto rilevato. Questa seconda parte del processo – la trasformazione del modello numerico in modello geometrico – comporta tempi lunghi e di conseguenza costi notevolissimi; basti dire a titolo esemplificativo che, dato il costo della ripresa, della registrazione e dell'orientamento della nuvola, la successiva trasformazione del modello e tutte le altre operazioni fino ad arrivare al modello geometrico 3D con tutte le sue rappresentazioni grafiche bidimensionali, hanno un costo 40-50 volte superiore.

Si comprende così per quale ragione nel nostro paese vi siano professionisti e aziende che eseguono rilevamenti con i laser scanner 3D che, pur fermandosi alla prima fase, vengono spacciati come rilevamenti completi, mentre in realtà altro non sono che modelli numerici orientati.

Oggi in Italia un rilevamento completo con il laser scanner costa quanto un rilevamento fotogrammetrico; ecco perché questa metodologia trova grandi difficoltà di impiego; là dove viene impiegata in modo corretto dà però ottimi risultati sul versante di una buona precisione e di notevole affidabilità dal punto di vista del rilievo di forme complesse, come bassorilievi, decorazioni, ecc. A causa del costo delle attrezzature (laser scanner e computer) e per l'onerosità del personale altamente qualificato per la creazione del modello geometrico 3D e per le elaborazioni grafiche 2D, il rilevamento completo si colloca nella fascia alta dei costi e il rapporto costi-qualità, pur ancora accettabile, è certamente al vertice della scala dei rilevamenti di qualità.

Oggi si assiste a una certa resistenza da parte dei committenti a bandire incarichi di rilevamento con questo tipo di metodologia, vuoi come abbiamo detto per i costi piuttosto elevati, vuoi perché in alcuni casi sono stati forniti dei modelli numerici orientati spacciandoli per rilevamenti che, all'atto pratico, sono risultati inutilizzabili.

Di fronte a questa realtà, alcuni studiosi e alcune aziende hanno avviato da qualche anno la messa a punto di procedure che consentono di effettuare dei rilievi scanner senza l'impiego di questo strumento, o meglio sostituendo quest'ultimo con una semplice macchina fotografica.

Come abbiamo già detto, il laser scanner 3D emette un raggio laser che colpisce l'oggetto da rilevare secondo punti disposti al vertice di un reticolo quadrato o rettangolare la cui distanza va da 5 mm a 50 mm; il raggio fuoriesce dal centro dello strumento che va posto a una distanza tra pochi metri fino a un massimo di 300 m. Ebbene, se sostituiamo al raggio laser che va verso l'oggetto da rilevare il raggio di luce che partendo dall'oggetto entra in una camera fotografica, i due sistemi sono assimilabili, dal momento che entrambi sono proiezioni coniche. Nel caso del laser, il vertice del cono corrisponde al centro dello strumento, mentre nel caso della macchina fotografica il vertice del cono corrisponde al secondo punto nodale dell'obiettivo (centro dell'obiettivo) e di conseguenza i due sistemi sono omologhi.

Mentre il laser ci fornisce direttamente le coordinate spaziali del punto colpito, nel caso della fotografia uno stesso punto, se è presente in due o più fotogrammi, potrà essere posizionato nello spazio a seguito di un'elaborazione informatica.

In questi ultimi anni sono stati messi a punto degli algoritmi che permettono di ricavare la posizione nello spazio di alcune piccole superfici quadrate (contenenti 9-12 pixel) del soggetto riconosciuto grazie al colore e alla geometria di questa piccola superficie. L'elaborazione permette, attraverso la ricomposizione nello spazio di tutte queste piccole superfici, di creare un modello tridimensionale in una scala inizialmente indefinita, ma che può essere facilmente definita attraverso la comparazione con punti noti dell'oggetto o di altri elementi di misura nota posti all'interno della scena.

Ovviamente fino a qualche anno fa i primi programmi necessitavano di molte foto e i risultati erano poco attendibili dal punto di vista della precisione; oggi invece le cose sono cambiate, non solo per il miglioramento dei programmi ma anche poiché sono stati messi a punto sistemi semplici per correggere la distorsione dell'obiettivo delle macchine fotografiche. Ritengo che tale metodologia, che ancora non ha una denominazione univoca a livello internazionale, possa assumere il nome di rilevamento con la fotomodellazione: il nome corrisponde alle azioni da svolgere, ossia il modellare con le foto.

Sul piano dell'incertezza dei risultati dimensionali si può dire che se si effettua la calibrazione per ridurre le distorsioni dell'obiettivo, essa è contenuta, secondo i risultati sperimentali, in ± 5 mm per oggetti medi e piccoli e pertanto si può affermare che i risultati sono accettabili, anche se ovviamente non possono concorrere, sul piano della precisione, con quelli ottenuti con il laser scanner.

La metodologia impiegata sui rilevamenti archeologici ha mostrato una buona affidabilità, tanto che lo scarto medio di un rilievo operato tramite fotomodellazione rispetto a un rilevamento effettuato con un laser scanner a tempo di volo non supera i 2 mm.

Il rilevamento dell'architettura di grandi dimensioni ancora deve essere sperimentato; pur sapendo che la ricopertura totale di un grande manufatto non è cosa semplice, in questo settore potranno essere effettuati rilevamenti di interni senza problemi, mentre per gli esterni si dovrà confidare nella possibilità di effettuare diverse foto anche dall'alto per eliminare le zone d'ombra.

Concludendo, si può affermare dunque che la fotomodellazione sta cominciando a essere una metodologia affidabile per le opere medio-piccole, mentre per le grandi opere occorre ancora sperimentare, soprattutto sul versante delle riprese. Qui ci potrebbe però soccorrere un rilevamento laser scanner a maglia ampia per avere un inquadramento generale affidabile. Ritengo che questa nuova metodologia, ancora in fase sperimentale, molto presto assumerà un ruolo rilevante, tenuto anche conto dei suoi aspetti salienti, quali la rapidità esecutiva e l'uso di strumentazioni particolarmente economiche.

Mario Docci

editorial

From 3D laser scanner survey to photo-modelling

For the last twenty years or so 3D laser scanners have played a unique role in architectural and archaeological survey, especially when it involves complex organisms with important decorative features. Although the equipment is very expensive, 3D laser scanner survey has become popular because field operations are extremely accurate and quick; one of its main drawbacks is considered, at least here in Italy, the fact that the points cloud acquired by the laser in horizontal or vertical projection can be presented as if it were a finished product, while instead it's only a numerical model made up of a group of points in space.

We shouldn't forget that these points are acquired based on the logic of the instrument which, as we all know, exploits a square or rectangular grid laid over the architecture to be surveyed. It's easy to understand that not all the vertical or horizontal straight lines and/or single points of the artefact in question may fall within this grid; as a result, the points cloud may not include some elements which are crucial to understand and represent the architectural or archaeological artefact. So it's obvious we need to shift from the numerical model (made of points) to a geometric or mathematical model (made of surfaces).

Since the geometric model is made up of surfaces, it can be summarised and represented in a 2D or 3D graphic image showing all the characteristics of the surveyed artefact. This second part of the process – turning the numerical model into a geometric model – takes a long time and is therefore very expensive; for example, compared to the cost of acquiring, recording, and directing the cloud, the transformation of the model and all the other operations needed to create the 3D geometric model, with all its two-dimensional graphic representations, will cost 40 to 50 times more.

So it's not difficult to understand why some people and companies in Italy perform 3D laser scanner surveys, then stop after the first phase, and 'sell' them as complete surveys when in actual fact they are just object-oriented numerical models.

In Italy a complete laser scanner survey costs as much as a photogrammetric survey – one of the reasons why this method is not widely used; however, when used correctly it does produce very accurate and reliable results especially as concerns the survey of complex forms such as bas-reliefs, ornamentation, etc. Since the equipment (laser scanner and computer) is so expensive, and highly qualified personnel have to work long and hard to create the 3D geometric model and 2D graphic images, complete surveys are part of the upper echelon of costs, while the (albeit acceptable) price-quality ratio is certainly at the top end of quality surveys.

Today many clients are reluctant to launch tenders for 3D laser scanner surveys, either because they're expensive, or because in some cases object-oriented numerical models have been passed off as surveys which, to all intents and purposes, were unusable.

Given the situation, several scholars and companies have recently been developing procedures to perform laser surveys without using this tool or, better still, by replacing it with a camera.

As I've already mentioned, the 3D laser scanner emits a laser beam which hits the object to be surveyed according to points arranged at the top of a square or rectangular grid with a distance that varies from 5 to 50 mm; the beam is emitted from the centre of the instrument which has to be positioned at a distance varying between a few metres and a maximum of 300 m. Well, if we replace the laser beam going towards the object to be surveyed with the ray of light travelling from the object to the camera lens, then the two systems are comparable, because both are conic projections. For the laser, the vertex of the cone is the centre of the instrument, for the camera the vertex of the cone is the second nodal point of the lens (centre of the lens); it follows that the two systems are equivalent.

While the laser provides the spatial coordinates of the point which is hit, if the same point is present in two or more frames of the photograph then it can be positioned in space after being elaborated with a computer.

In the last few years algorithms have been fine-tuned in order to find the spatial position of several small square surfaces (with 9-12 pixel) of an object recognised thanks to the colour and geometry of this small surface. By recomposing these small surfaces in space, it's possible to create a three-dimensional model in an initially undefined scale; the scale can then easily be established by

comparing the model with known points of the object, or other known objects present in the scene (of which the measurements are known).

Up to a few years ago these programmes needed a large number of photographs, and the results were not very reliable or accurate; today, instead, things are different. Not only have these programmes been improved, but simple systems have been developed to correct the distortion of the camera lens. I am convinced that this method, which still doesn't have the same name worldwide, can be called: photo-modelling survey. The term reflects the action to be performed, in other words, modelling with photographs.

With regard to the uncertainties associated with dimensional results, experimental results have shown that it is limited to ± 5 mm for small and medium-sized objects when calibration is performed to reduce lens distortion. It is therefore possible to say that the results are acceptable, even if they obviously can't compete with laser scanners as far as accuracy is concerned.

When this method was used to perform archaeological surveys it produced reliable results, so much so that the average difference between this photo-modelling method and a survey using a time-of-flight laser scanner was no more than 2 mm.

The use of this method in the survey of big architectures still has to be tested; although we know that it's difficult to cover all the parts of a large artefact, the survey of interiors won't be problematic, while several aerial photographs of the exterior will have to be taken to eliminate shaded/shadow areas. In short we can say that photo-modelling is gradually becoming a reliable method for small/medium-sized artefacts, while for bigger objects we still have to continue experimenting, especially as concerns actual acquisition. In this case, a laser scanner survey using large grids to obtain reliable overall data could help us in our endeavour. Although still experimental, I am convinced that, given its most important features – rapid execution and low-cost tools – this new methodology will very soon play an important role in the field of survey.

Mario Docci

disegno/drawing

Lucio Valerio Barbera

Disegno, viaggio, progetto
Drawing, travel, design

Certamente la formazione che ho avuto nella vecchia Facoltà di Valle Giulia (mi sono iscritto nel 1955) era fortemente basata sul disegno imparato al biennio – chiaroscuro dal vero “di scuola”, dato a matita – il professor Rossi al primo anno, Luigi Vagnetti con il sommo Gaspare De Fiore al secondo anno. Poi ogni altro Corso ci impegnava nell’apprendimento continuo delle altre, molteplici strumentazioni del disegno architettonico. Nei Corsi di Storia, per esempio, per redigere i disegni di analisi architettonica occorreva imparare in fretta il disegno “a fil di ferro” su carta *extra-strong*. E faceva il suo ingresso la penna sottile o la matita dura o semi dura (H o HB) a mano libera, indispensabile anche per gli esercizi teorici di Geometria Descrittiva (professor Longo) e per le costruzioni delle grandi tavole di Applicazioni del secondo anno (professoressa Ganassini e assistente Orseolo Fasolo) che venivano completate come fossero tavole di disegno “dal vero”. Nelle prove *ex-tempore* di tutti gli altri corsi la penna e la matita, ancora in corso di apprendimento, si fondevano necessariamente; e intanto si imparava a cancellare. Ah, l’arte della cancellazione! diversa per ogni tipo di carta, lucida (trasparente), opaca (pressata di bel cotone Fabriano, oggi si dice da acquerello, allora si diceva S27 o S26 a secondo della grammatura) e per ogni tipo di strumento (matita nera, pastelli colorati, penna). Chi non ricorda l’orrore della macchia d’inchiostro caduta sul disegno e assorbita inesorabilmente dal cotone ben macerato e compresso della Fabriano S27? Ecco allora gli strumenti per cancellare: le gomme da matita utilissime anche per “ingrassare”, compattandole, le parti di carta Fabriano raschiate; poi le gomme pane, traditrici, e le gomme da penna, ruvide, tra cui le specialissime gomme sottili, dure come pietre focaie, infilate in astucci di metallo piatti e lucidi come oggetti da chirurgo; e le lamette da barba, strumento supremo della cancellazione dell’inchiostro, per le quali occorreva apprendere le grandi differenze tra le *Tre Teste oro* e le *Gillette blu*, le prime più elastiche, ma poco resistenti, le seconde più rigide, durevoli, ma con le quali ci voleva poco a bucare il foglio. E infine (infine?) le spazzole da pulizia, ma anche quelle piccole da inchiostro, piatte, con setole di ferro sottili e rigide per speciali alleggerimenti dei tratteggi troppo fitti e scuri. Face-

vano parte della tecnica anche le speciali diete che ci si consigliava l’un l’altro, per rendere meno grasso il sudore delle mani mentre si disegnava; solo tè ben zuccherato giuravano alcuni. Altri invece affermavano: pasta soltanto lessata con poco sale e tanta Acqua Acetosa. Chi, come me, veniva dal Liceo Classico, osservava i migliori: al primo anno soltanto quei tracotanti del Liceo Artistico, poi soprattutto gli altri che venivano emergendo per bravura, stile e tecnica. Dopo il biennio l’apprendimento del disegno diventava una faccenda collettiva; si procedeva in parallelo guardando ognuno il modo di disegnare dell’altro. Così ho imparato da Paolo Angeletti la sottile arte di rafforzare il profilo visibile dei volumi, da Roberto Mariotti a non temere il contrasto tra luci e ombre e ho cercato – ancorché invano – di emulare la capacità di Claudio Maroni di stendere campi d’ombra trasparente con una grafica al tratto ordinata eppure di getto, naturalmente più densa lungo le linee di separazione tra le ombre e le luci senza dover “ripassare” con la matita fitta, nella fase finale del lavoro, quel sensibile confine. All’inizio degli anni Settanta la Siria, la Persia, l’Egitto, l’Arabia Saudita mi aprirono contemporaneamente le porte. Viaggiavo da solo, con la macchina fotografica, ma anche e soprattutto con pochi blocchi di carta lucida e gli attrezzi essenziali per il disegno. A quei tempi il mio lavoro presupponeva che i progetti iniziassero sul posto. Non posso enumerare le serate passate nelle stanze di albergo del mio Oriente a mettere giù in maniera presentabile le idee iniziali dei progetti da mostrare il giorno dopo al Ministro o allo Sceicco arabo o al Direttore Generale del Ministero dello šāhanšāh dell’Iran. Di giorno, spesso, il mio viaggio prendeva forma di traversata emozionale della città per cercare il senso del luogo e del mio lavoro. Portavo con me soltanto il più piccolo dei miei blocchi di carta lucida, lo sgabelletto da pescatore e il minimo per disegnare. Nei giorni fortunati mi imbattevo in un denso frammento di architettura che mi sembrava riassumere l’identità del luogo e una traccia per il mio progetto. Cercavo un angolo d’ombra, aprivo il blocco e con la matita morbida o la penna o con tutte e due assieme – di solito disegno con una mina B o F e il Rapidograf con pennino di



1/ *Pagina precedente*. Lucio Barbera, fontana monumentale dell'Hotel Sheraton di Damasco, penna (1976) e colore iPad (2013).

Previous page. Lucio Barbera, *monumental fountain in Hotel Sheraton, Damascus*, pen (1976) and iPad colour (2013).

2/ Lucio Barbera, Stazione di Riyadh, 1976, penna e matita.

Lucio Barbera, *Riyadh Station*, 1976, pen and pencil.

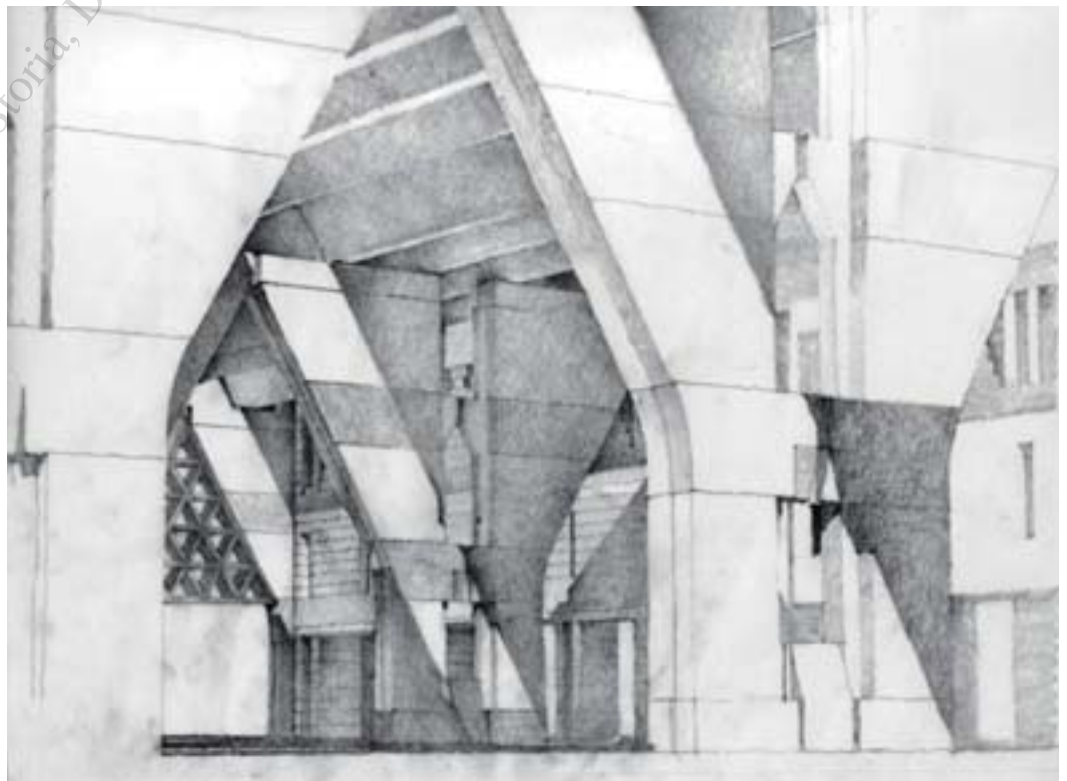
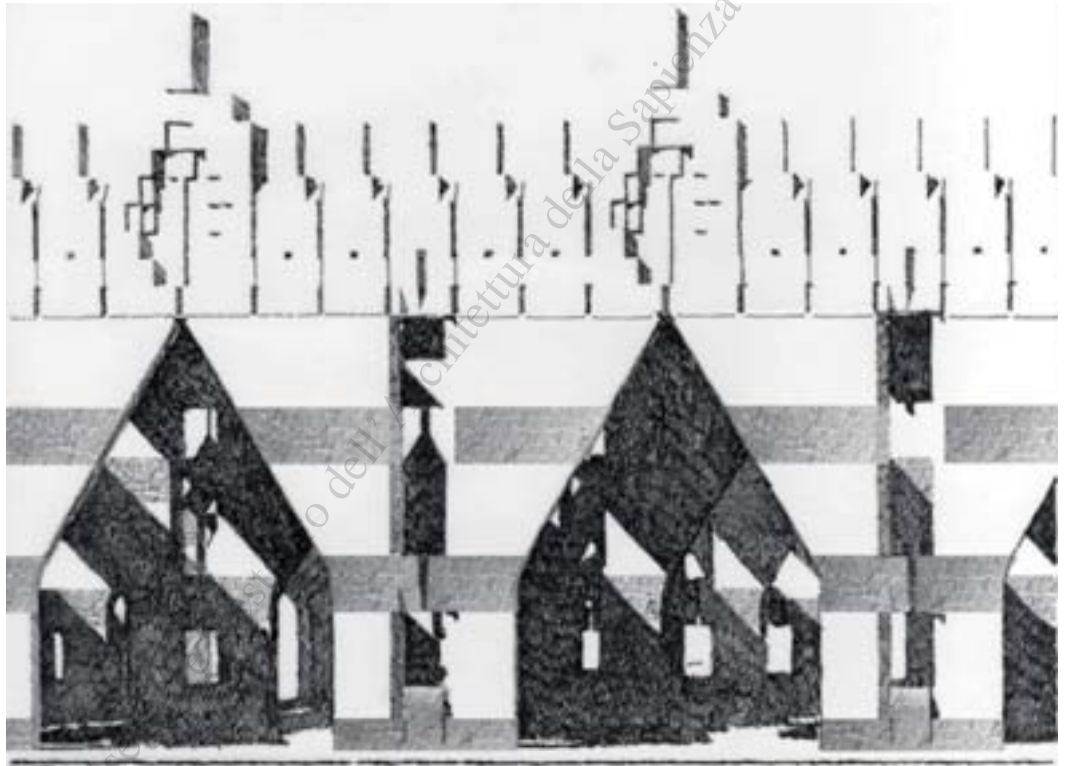
3/ Lucio Barbera, Stazione di Riyadh, interno, 1977, matita.

Lucio Barbera, *Riyadh Station, interior*, 1977, pencil.

When back in 1955 I enrolled at the old faculty in Valle Giulia part of my education involved a two-year course in drawing with a pencil – real life 'school' chiaroscuro: my teacher the first year was Professor Rossi, followed by Luigi Vagnetti and the outstanding Gaspare De Fiore the second year. In all the other courses we studied the many other architectural design tools. In the History Course, for example, we needed to quickly learn how to draw a 'wireframe' image on extra-strong paper in order to draw analytical architectural drawings. And we began to work free hand with a thin lead or hard or semi-hard pencil (H or HB), absolutely vital for the theoretical exercises of descriptive geometry (Prof. Longo) and the large, second year tables of Application (Prof. Ganassini and assistant Orseolo Fasolo) which were completed as if they were 'real life' drawings.

During ex-tempore tests in all the other courses, the pen and pencil – which we had not yet mastered – were used together; and we began to learn how to erase things. Ah, the art of erasing! which varied depending on the paper – tracing paper (transparent), opaque paper (nicely pressed cotton Fabriano paper, now called watercolour paper, but then labelled S27 or S26 depending on its weight) – and on the kind of instrument (black pencil, coloured crayons, and pens). Can anyone ever forget the horrible drop of ink which when it fell on a drawing was immediately absorbed by the well soaked and compressed Fabriano S27 paper?

Then came the turn of erasing tools: pencil rubbers very useful also to 'fatten' and compact areas of the sheet of Fabriano paper which had been effaced; kneaded erasers (traitors), and ink eradicators (rough), including very special thin rubbers, hard as flint, inserted in flat, shiny metal tubes like surgeon's tools; and finally razor blades, the ultimate ink erasing tool. In this case we had to learn the colossal differences between Three Gold Heads and Gillette Blue; the former were more elastic, but didn't last long, the latter were stiffer, longer-lasting, but easily made holes in the paper. And finally (finally?) cleaning brushes, and small ink brushes, flat,

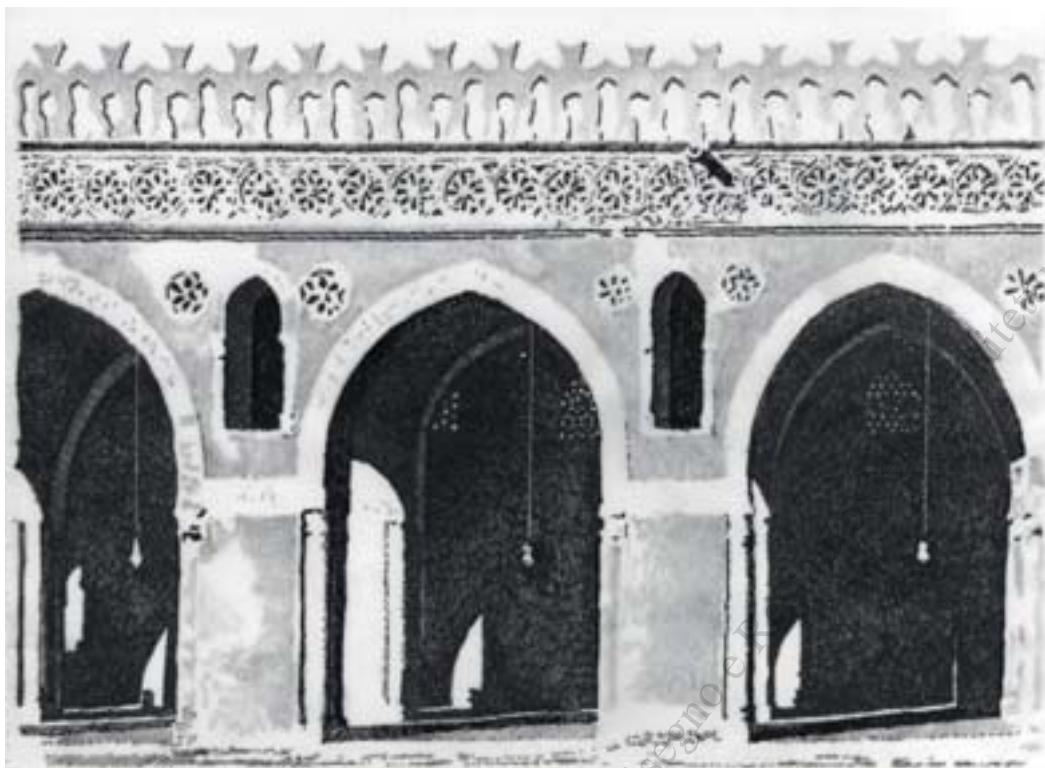


4/ Lucio Barbera, moschea di Ibn Tulun, Il Cairo, 1975,
penna e matita.

Lucio Barbera, Ibn Tulun Mosque, Cairo, 1975, pen and pencil.

5/ Lucio Barbera, moschea per la Stazione di Riyadh, 1979,
matita.

Lucio Barbera, Mosque for the Riyadh Station, 1979, pencil.



with thin, rigid iron bristles. They were used in special cases to lighten hatching which was too dense and dark.

Techniques also included the special diets we were advised to follow to make the sweat of our hands less greasy while we drew; some people swore by tea with lots of sugar. Others suggested boiled pasta with very little salt and lots of natural mineral water. For people like me who had studied at a classical grammar school, we just watched what the best did: the first year the conceited, arrogant students from an artistic secondary school, then almost exclusively students who were considered to have the best style and technique. After the first two years, learning how to draw became a collective issue; we progressed in parallel, everyone looking at everyone else's drawings. That's how I learnt the subtle art of reinforcing the visible outline of volumes from Paolo Angeletti, or how Roberto Mariotti taught me – albeit in vain – not to fear the contrast between light and shadow. I emulated Claudio Maroni and his ability to draw transparent fields of shadows with orderly but instinctive



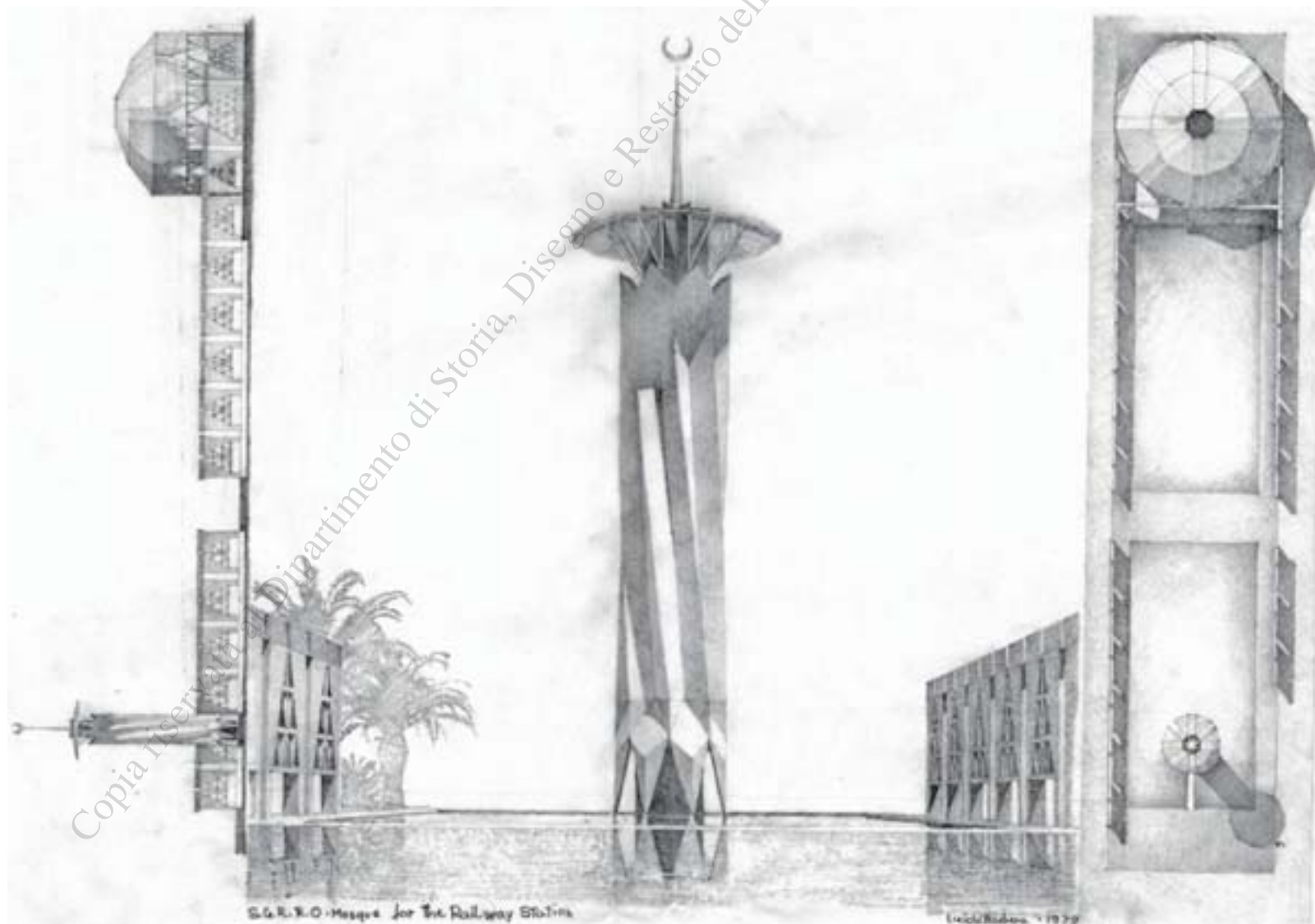
6/ Lucio Barbera, minareto della moschea per la Stazione di Riyadh, 1979, matita.

Lucio Barbera, Minaret of the Mosque in the Riyadh Station, 1979, pencil.

brush strokes, obviously thicker along the lines between the light and shadows, but without having to 'go over' this delicate boundary with a thicker pencil at the end of my efforts. In the early seventies, Syria, Persia, Egypt, and Saudi Arabia threw open their doors for me. I travelled alone, with my camera, but also and above all with a few tracing paper notebooks and the basic tools I needed to draw. My job at the time required me to start my designs on site. I can't tell you how many evenings I spent in my hotel room at the Orient jotting down my initial ideas on paper and making them presentable because the next day I had to take

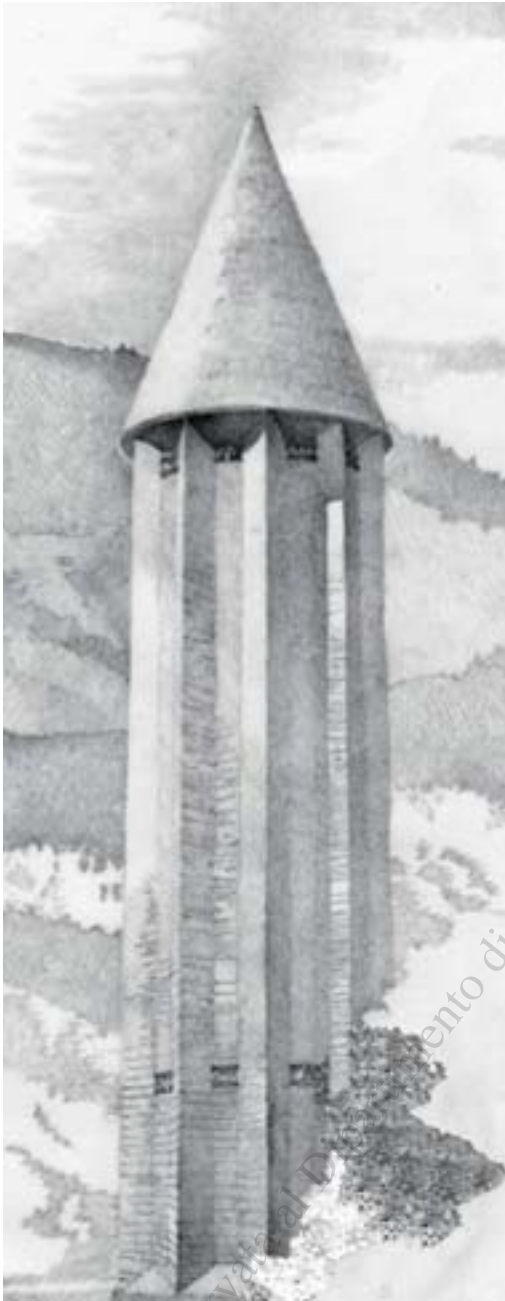
spessore 0,1 mm – lentamente e razionalmente, come sotto l'occhio attento di De Fiore, disegnavo le linee fondamentali e la distribuzione delle ombre principali. Se avevo tempo tornavo anche nei giorni seguenti. Ma in genere rifinivo il disegno in albergo, "a memoria" – cosa che avrebbe fatto inquietare Luigi Vagnetti ai suoi tempi – o con l'aiuto di qualche foto. Quando poi il mio progetto aveva preso corpo, mi piaceva, a Roma, nel mio studio, disegnarne le parti significative su base prospettica, ma con le stesse tecniche. Era un confronto e una dimostrazione e, in fondo, un modo di far prendere quasi "spessore

storico" alle immagini del mio progetto. Qui presento pochi disegni di quel periodo, collegati tra loro. Il portale d'ingresso del Maristan al-Nuri di Damasco, trionfo dell'ecllettismo storico di quella città che influenzò il disegno della grande fontana del mio progetto per lo Sheraton Hotel di Damasco. La moschea di Ibn Tulun, al Cairo monumentalizzazione della sequenza seriale, teoricamente infinita, della "parete architettonica", fu il modello delle tre stazioni ferroviarie che realizzai in Arabia Saudita. Infine, il progetto, non realizzato, per le piccole moschee di quelle stazioni atinse liberamente alle suggestioni dell'archi-



7/ Lucio Barbera, mausoleo di Qabous, Gombad (Iran), 1978, matita.

Lucio Barbera, Qabus Mausoleum, Gombad (Iran), 1978, pencil.



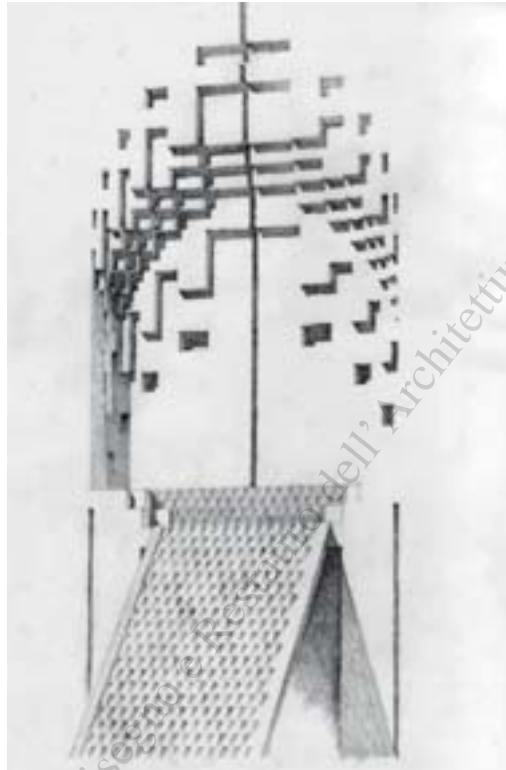
tettura islamica più antica del territorio persiano. La cupola riecheggia la violenta articolazione spaziale dell'architettura Ilkanide di Sultaniyya e il minareto rielabora con una decisa torsione attorno al suo asse verticale, il modello a pianta stellare del monumento funerario Gambad-i Qabus di Gurgan, di epoca Samanide.

8/ Lucio Barbera, fontana monumentale dell'Hotel Sheraton di Damasco, 1972, matita.

Lucio Barbera, monumental fountain in the Sheraton Hotel, Damascus, 1972, pencil.

9/ Lucio Barbera, portale del Maristan al-Nuri a Damasco, 1972, matita.

Lucio Barbera, the Maristan al-Nuri gate, Damascus, 1972, pencil.



them to the Ministry or to the Arab Sheik or Director General of the Ministry of Šāhanšāh in Iran. Often during the day my journey involved emotional wanderings through the city to try and find the meaning behind a site or my work. I only took a very small notepad with me, a fisherman's stool and the bare essentials I needed to draw. On a good day I used to come across a solid architectural fragment which I thought embodied the identity of the place and so I used to put it in my design.

I used to look for a shaded corner, then I'd open my notepad and using a soft pencil or pen, or both together, (I normally drew with a B or F lead and a Rapidograf with a small 0.1 mm nib) I'd slowly and rationally – as if De Fiore was watching me – draw the most important lines and arrange the main shadows. If I had time I'd go back the next day, and the day after. But I usually finished the drawing back at the hotel, either 'from memory' (this would have alarmed Luigi Vagnetti when he was my teacher) or based on one or two photographs. When my design had taken shape, and I was back in my studio in Rome, I liked to draw the most important parts as perspectives, but using the same techniques.

It was both a comparison and a demonstration and, deep down, a way to make the images of my design take on an almost 'historical' air. This article is accompanied by a few of those drawings. The Maristan al-Nuri entrance gate in Damascus, the best example of the city's old eclectic architecture: it inspired my design of the large fountain in front of the Hotel Sheraton in Damascus. As a model for the three railway stations I built in Saudi Arabia I used the Ibn Tulun mosque in Cairo, a monumental version of the theoretically endless series of the 'architectural wall'.

Finally, the unbuilt project for the small mosques in the three railway stations was freely inspired by ancient Islamic architecture in Persia. The dome echoes the violent spatial design of Ilkanide di Sultaniyya architecture while the Minaret is a re-elaboration – with a distinct torsion around its axis – of the star-plan design of the funerary monument to Gambad-i Qabus of Gurgan, from the Samanid period.

Carlos Montes Serrano

Gli anni del soggiorno romano dell'architetto spagnolo

Joaquín Vaquero Palacios

The Roman sojourn of the Spanish architect

Joaquín Vaquero Palacios

storia/history

The article introduces a Spanish architect who is relatively unknown, at least in Italy: Joaquín Vaquero Palacios (1900-1998). Vaquero designed an important architecture which was awarded the Gold Medal of the Council of Architects in Spain; he was also renowned as a draughtsman, painter and sculptor. After being named Deputy Director of the Academia Española de Bellas Artes in Rome, between 1950 and 1960 Vaquero moved to Rome. As a painter, his time in Italy allowed him to visit and become familiar with the ruins of antiquity: it was also a chance to actively participate in several editions of the Venice Biennale and the Milan Triennale. As an architect, he worked on several projects involving cultural heritage in Italy and, while in Rome, continued to design many architectural projects in Spain and America.

Key words: Joaquín Vaquero Palacios, architect, painter, Rome.

Summarising the career of an architect is always a difficult and complex job, but it becomes even more difficult and complex when the architect in question is Joaquín Vaquero Palacios (1900-1998) whose long and intense career not only spanned several nations and continents, but also several different artistic mediums (fig. 1). In fact, Joaquín Vaquero was more than just an artist, he was a painter of landscapes and wall paintings, and an artist interested in arts integration.¹ An illustrator of books and a scenographer, Vaquero left a large collection of graphic works, brilliant drawings and, last but not least, interesting sculptures, a rather unusual occupation among painter-architects – except for Le Corbusier.

Joaquín Vaquero was born in 1900 in Oviedo (Asturias). In 1919 he moved to Madrid to prepare for his entrance exam to the Escuela de Arquitectura. During his student years Vaquero painted extensively in Madrid and the nearby countryside, an activity which became even more intense during the summer when he holidayed in the Asturian mountains. In his brightly-lit landscapes Vaquero focused primarily on the use of colour and light to try and capture fleeting impressions.

Having completed his studies, in December 1927 Vaquero sailed to New York where his works were exhibited at the Knoedler Gallery. The city's skyscrapers never failed to fascinate Vaquero during the long months he spent in the sprawling metropolis, and in fact he painted

L'articolo presenta la figura di un architetto spagnolo poco conosciuto in Italia: Joaquín Vaquero Palacios (1900-1998). Vaquero, oltre a realizzare un'opera architettonica notevole e meritevole della Medaglia d'Oro del Consiglio degli Architetti di Spagna, ottenne grandi riconoscimenti come disegnatore, pittore e scultore. Nominato vicedirettore dell'Accademia Española de Bellas Artes di Roma, tra il 1950 e il 1960 Vaquero si stabilì in Italia. Come pittore, il soggiorno italiano gli consentì di approfondire la conoscenza e la frequentazione delle rovine classiche e gli offrì l'occasione di partecipare attivamente a diverse edizioni della Biennale di Venezia e della Triennale di Milano. Come architetto, poté invece realizzare diversi interventi sul patrimonio storico italiano e, da Roma, poté continuare a lavorare alla redazione di molti progetti architettonici da realizzarsi sia in Spagna che in America.

Parole chiave: Joaquín Vaquero Palacios, architetto, pittore, Roma.



Se cercare di riassumere la carriera di un architetto si rivela sempre un compito complesso, questa difficoltà si fa ancora più seria quando si tratta di una figura dalla vita così lunga e intensa come quella di Joaquín Vaquero Palacios (1900-1998), la cui opera non solo coinvolge nazioni e continenti diversi, ma anche ambiti artistici diversi (fig. 1). Più che architetto, infatti, Joaquín Vaquero fu un pittore di paesaggi e di dipinti parietali particolarmente interessato all'integrazione tra le arti¹. Illustratore di libri e scenografo, Vaquero ha lasciato anche una ricca produzione di opere grafiche e di disegni magistrali e, non ultima, un'interessante opera scultorea, cosa non comune tra gli architetti pittori, ad eccezione di Le Corbusier.



1/ *Pagina precedente.* Joaquín Vaquero Palacios, Autorretrato, 1940. Olio su tela, 120 x 120 cm.

Previous page. *Joaquín Vaquero Palacios, Self portrait, 1940. Oil on canvas, 120 x 120 cm.*

2/ *Pagina precedente.* Joaquín Vaquero Palacios, New York, 1930. Olio su tela, 100 x 125 cm. Collezione Argentaria, Madrid.

Previous page. *Joaquín Vaquero Palacios, New York, 1930. Oil on canvas, 100 x 125 cm. Argentaria Collection, Madrid.*

3/ Joaquín Vaquero Palacios, Wall Street, 1930. *Joaquín Vaquero Palacios, Wall Street, 1930.*

4/ Joaquín Vaquero Palacios, Fifth Avenue, 1930. *Joaquín Vaquero Palacios, Fifth Avenue, 1930.*

5/ Joaquín Vaquero Palacios, Contrast, 1930. *Joaquín Vaquero Palacios, Contrast, 1930.*



Joaquín Vaquero nacque nel 1900 a Oviedo (Asturia). Nel 1919 si trasferì a Madrid per prepararsi alle prove di accesso alla Escuela de Arquitectura. Durante gli anni di studio diede vita a una ricca attività pittorica a Madrid e nei dintorni, attività particolarmente intensa nei mesi estivi sulle montagne dell'Asturia. Il suo stile era caratterizzato da paesaggi luminosi, nei quali egli cercava di catturare rapide impressioni attribuendo particolare importanza a luce e colore.

Nel dicembre del 1927, terminati gli studi di architettura, Vaquero si imbarcò per New York, dove espose le sue opere presso la Knoedler Gallery. Durante i mesi trascorsi nella grande metropoli rimase incantato dallo spettacolo dei suoi grattacieli, cosa che lo indusse a dipingere paesaggi urbani dai toni scuri, neri, rossi e grigi (fig. 2). Nella città dei grattacieli Vaquero ricevette l'incarico di illustrare l'edizione nordamericana del libro *New*

York di Paul Morand; il libro fu pubblicato nel 1930 con alcune eleganti litografie dalle quali traspare l'influenza dei disegni di Hugh Ferriss e delle fotografie urbane di Alfred Stieglitz e Charles Scheeler (figg. 2-5)².

Da New York Vaquero si spostò in Jamaica, dove soggiornò a Kingston, dipingendone i sobborghi. Da Kingston passò in Guatemala e El Salvador, dove si sposò nell'agosto del 1928 con una nipote del poeta Rubén Darío, legandosi così definitivamente all'America.

Alla fine di settembre tornò negli Stati Uniti, dove ricevette l'invito a partecipare a un concorso per la realizzazione di un faro monumentale in memoria di Cristóbal Colón a Santo Domingo. Affascinato dall'idea, si iscrisse al concorso e partecipò con un gruppo del quale faceva parte anche l'architetto Luis Moya³. La prima fase del concorso, tenutasi nel 1929 a Madrid, si concluse con una selezione: il concept proposto dal gruppo di Vaquero fu

several urban landscapes in dark colours – black, red, and grey (fig. 2). While in the city of skyscrapers Vaquero was asked to illustrate the North American edition of the book by Paul Morand, New York; the book was published in 1930 with several of his elegant lithographs reminiscent of drawings by Hugh Ferriss, and urban photographs by Alfred Stieglitz and Charles Scheeler (fig. 2-5).² Vaquero moved from New York to Jamaica where he spent some time in Kingston to paint its suburbs. From Kingston he travelled to Guatemala and El Salvador where in August 1928 he married the niece of the poet Rubén Darío, an event which forged a permanent link with the Americas.

At the end of September he returned to the United States where he was invited to participate in a design competition for the monumental lighthouse in memory of Cristóbal Colón in Santo Domingo. Fascinated by the idea

- 6/ Joaquín Vaquero Palacios a Roma, 1950 (fotografia: Joaquín Vaquero Turcios).
Joaquín Vaquero Palacios in Rome, 1950 (Photo: Joaquín Vaquero Turcios).
- 7/ Vaquero con Dalí e Gala a Roma, 1952.
Vaquero with Dalí and Gala in Rome, 1952.
- 8/ Vaquero con Alvar Aalto in Italia, 1956.
Vaquero with Alvar Aalto in Italy, 1956.

he signed up for the competition and participated with a team which included the architect Luis Moya.³ A selection was made at the end of the first stage of the competition held in Madrid in 1929: the concept proposed by Vaquero's team was one of the finalists after the jury selected 10 of the 455 submitted projects.⁴ The huge scope of the project convinced the team members to embark, in August 1930, on a long journey across the United States and Central America to study important modern constructions and pre-Columbian archaeological sites.⁵ Once back in Madrid in January 1931, the architects worked on the final project for the Colón lighthouse. In August of that year they once again set sail for Rio de Janeiro where the second and final stage of the competition was held. Of the 10 groups selected during the first stage of the competition, the design by Vaquero's team was awarded third place: the jury was made up of Frank Lloyd Wright, Elieel Saarinen, and the Uruguayan Horacio Acosta.⁶ After returning from Brazil, Vaquero settled in his birthplace, Oviedo, where he worked tirelessly as an architect, adopting a modern style inspired by the expressionist movement and pre-war functionalism; unfortunately most of his works were destroyed during the Spanish Civil War. During this period his paintings became darker since he preferred to focus on topics involving mines, coal, and how it was loaded. This period – 'of white architecture and black paintings' – was abruptly interrupted by the outbreak of the Spanish Civil War: Vaquero moved to Santiago de Compostela where he stayed until 1941. His interest in Mayan art led him to visit Honduras, Guatemala, and Mexico, to study and paint the archaeological remains of that civilisation. In 1945 he settled briefly in El Salvador where he focused in-depth on colonial architecture. During this period he painted the desert landscape of that area, and the rocky mountains and volcanoes of Central America. His images of lava and lava-burnt vegetation marked the beginning of a surrealist trend in his works.

His Roman years (1950-1960)

His artistic career was put on the backburner in 1950 when he was named Deputy Director of the Academia Española de Bellas Artes in



ammesso alla fase finale dopo una selezione che lasciava in gara 10 progetti sui 455 che erano stati presentati⁴. Le dimensioni del progetto convinsero i membri del gruppo a intraprendere, nell'agosto del 1930, un lungo viaggio attraverso gli Stati Uniti e l'America Centrale per studiare le grandi costruzioni moderne e i resti archeologici precolombiani⁵. Tornati a Madrid nel gennaio del 1931, gli architetti lavorarono al progetto definitivo per il faro di Colón. Nel mese di agosto si imbarcarono nuovamente per Rio de Janeiro, dove ebbe luogo la seconda e ultima fase del concorso. Tra i 10 gruppi selezionati nella prima fase del concorso, il progetto del gruppo di Vaquero si classificò al terzo posto: la giuria era formata da Frank Lloyd Wright, Elieel Saarinen e dall'uruguayano Horacio Acosta⁶. Al ritorno dal Brasile Vaquero si stabilì a Oviedo, sua città natale, dove portò avanti un'intensa attività architettonica in uno stile moderno ispirato dall'espressionismo e dal funzionalismo dell'anteguerra; purtroppo, le sue opere furono in gran parte distrutte durante la Guerra Civile spagnola. Nei suoi quadri di quel periodo appaiono accentuati i toni scuri, legati alla scelta di tematiche concernenti il carbone, le miniere, le operazioni di carico del minerale. Questa fase "dell'architettura bianca e dei quadri neri" terminò bruscamente a causa dell'avvento della guerra spagnola: Vaquero si spostò a Santiago de Compostela, dove rimase fino al 1941. Alla fine della guerra, l'architetto riprese i viaggi in America. Il suo interesse per l'arte dei Maya lo portò a visitare l'Honduras, il Guatemala e il Messico per studiare e dipingere le vestigia archeologiche di quel popolo. Nel 1945 si stabilì per un periodo a El Salvador, dove approfondì gli studi sull'architettura coloniale. Durante questi anni dipinse il paesaggio desertico della zona, le montagne rocciose e i vulcani del centro America. La lava e la vegetazione riarsa dalla lava stessa segnano l'inizio della tendenza surrealista presente nelle sue opere successive.

Gli anni romani (1950-1960)

Il 1950 segnò un'interruzione del suo percorso artistico. In quell'anno egli fu nominato vicedirettore della Academia Española de Bellas Artes di Roma, assumendone la direzione

9/ Joaquín Vaquero Palacios, Museo de las Termas, 1959. Olio su tela, 130 x 197 cm (fotografia: Juan Vaquero Ibáñez).

Joaquín Vaquero Palacios, Museo de las Termas, 1959. Oil on canvas, 130 x 197 cm (Photo: Juan Vaquero Ibáñez).

dal 1957 al 1960⁷. Sistematosi nella sede romana dell'Accademia presso San Pietro in Montorio, Vaquero ebbe l'occasione di convivere con i giovani artisti spagnoli che in quegli anni avevano ottenuto la borsa di studio.



Il suo soggiorno in Italia, durato più di un decennio, rappresentò un periodo di intense esperienze estetiche. Alla scoperta e all'innamoramento per i grandi edifici dell'Antichità romana si lega l'inizio di una nuova fase del-

10/ Joaquín Vaquero Palacios, Fustes dóricos, 1960. Tecnica mista su tavola, 81 x 100 cm (fotografia: Juan Vaquero Ibáñez).
Joaquín Vaquero Palacios, Fustes dóricos, 1960. Mixed technique on wood, 81 x 100 cm (Photo: Juan Vaquero Ibáñez).



Rome, and subsequently Director from 1957 to 1960.⁷ Once he had settled in the Academy in Rome near San Pietro in Montorio, Vaquero was able to live with the young Spanish artists who had won a grant to study in Rome. He stayed in Rome for roughly 10 years, a period that aroused the aesthetic side of his nature. The fact he discovered and fell in love with the great buildings of Ancient Rome opened up new horizons and inspired a new trend in his paintings, architectural designs, and management of the Academy (fig. 6). As Deputy Director Vaquero was also often invited to be part of exhibition juries and participate in numerous official meetings. The year he moved to Rome he was chosen as a jury member at the IX Milan Triennale⁸ where he represented Spain at the conference organised by the Triennale Study Centre and entitled *De divina proportione*. Various sessions of this Conference debated proportions in art, and it was during one of these sessions that Vaquero met Rudolf Wittkower, Sigfried Giedion, Max Bill and Le Corbusier. During that period he continued to send his paintings to the Venice Biennale where every now and then he displayed his works up until 1940. Apart from the artists involved with the Academy, Vaquero also met and spent time with other artists in Rome including Mario Sironi – whom he admired enormously – Giorgio de Chirico, Marino Marini, Renato Guttuso, and Salvador Dalí, who often visited the city (fig. 7). In Venice he made friends with the painters Felice Carena and Guido Cadorin; during several editions of the Biennale he participated as a jury member,

11/ Joaquín Vaquero Palacios, *Termas de Caracalla I*, 1958. Acrilico su tavola, 100 x 120 cm (fotografia: Juan Vaquero Ibáñez).
Joaquín Vaquero Palacios, Termas de Caracalla I, 1958. Acrylic on wood, 100 x 120 cm (Photo: Juan Vaquero Ibáñez).



12/ Joaquín Vaquero Palacios, *Termas de Caracalla II*, 1958. Acrilico su tavola, 100 x 120 cm (fotografia: Juan Vaquero Ibáñez).
Joaquín Vaquero Palacios, Termas de Caracalla II, 1958. Acrylic on wood, 100 x 120 cm (Photo: Juan Vaquero Ibáñez).



commissioner, and exhibiter, and came into contact with important figures such as Alberto Sartoris, with whom he established a long-lasting friendship, and Alvar Aalto (fig. 8). The feelings Rome inspired in Vaquero when he saw it for the first time were powerful and inspiring – as he himself often acknowledged: “Regarding my personal feelings, I remember how small I felt in front of such greatness. In Rome you live amongst of ancient stones and memories that date back three thousand years. This creates a very special feeling in those who live there. The Etruscan necropolises are so alive, so obvious, and so close, you feel you are living when Christ was alive”.⁹ Attracted by the grandiose nature of Rome’s famous architectural and archaeological heritage, Vaquero decided to open a new phase in his works and focus on the ruins of Rome. His paintings became more formal; he concentrated on volumes and the stone surfaces of ruined buildings (figs. 9, 10). The ancient nature of those monuments was present, first and foremost, in their features, in the cracks and holes erosion had caused throughout the centuries. This was a period that lasted much longer than the lifespan of any individual; it was almost a geological or mineral period.

la sua opera pittorica, dei suoi progetti architettonici e della sua gestione dell’Accademia (fig. 6). In qualità di vicedirettore Vaquero ebbe modo di entrare a far parte di giurie di mostre e di partecipare a numerosi incontri ufficiali.

Nello stesso anno del suo trasferimento a Roma, nominato giurato della IX Triennale di Milano⁸, si trovò a rappresentare la Spagna al Convegno *De divina proportione*, organizzato dal Centro Studi della Triennale. Nelle diverse sessioni di questo Convegno, incentrato sullo studio delle proporzioni nell’arte, Vaquero stabilì contatti con Rudolf Wittkower, Sigfried Giedion, Max Bill e Le Corbusier. Durante questi anni continuò a inviare i suoi quadri alla Biennale di Venezia, dove espose saltuariamente le sue opere fin dal 1940.

Oltre all’ambiente che ruotava intorno all’Accademia, a Roma frequentò altri artisti quali Mario Sironi – che ammirava moltissimo –, Giorgio De Chirico, Marino Marini, Renato Guttuso e Salvador Dalí, che era un assiduo frequentatore della città (fig. 7). A Venezia fece amicizia con i pittori Felice Carena e Guido Cadorin, e durante le diverse edizioni della Biennale alle quali partecipava come membro della giuria, commissario ed espositore,

ebbe modo di conoscere personaggi del calibro di Alberto Sartoris, al quale fu legato per tutta la vita da grande amicizia, o di Alvar Aalto (fig. 8).

L’emozione suscitata in Vaquero dalla città di Roma, che egli vedeva per la prima volta, fu violenta e meravigliosa, come ebbe a riconoscere l’artista: «Sul piano delle emozioni personali, ricordo la sensazione di piccolezza provata di fronte a tanta grandezza. Lì si vive tra pietre e ricordi che hanno tremila anni di antichità. Questo, nella coscienza di chi si trova lì, suscita un’emozione speciale. Le necropoli etrusche sono così vive, così evidenti, così vicine che sembra di vivere secoli prima di Cristo»⁹.

Attratto dalla grandiosità dell’importante patrimonio architettonico e archeologico romano, Vaquero diede inizio a una nuova fase della sua opera i cui soggetti erano legati alle rovine di Roma. La sua pittura si fece più formale, incentrata sui volumi e sulle superfici in pietra degli edifici in rovina (figg. 9, 10.). L’antichità di quei monumenti si rivelava, innanzi tutto, nei suoi segni, nelle sue fessure e nei fori provocati da una erosione millenaria. Si trattava di un lasso di tempo la cui durata andava ben oltre la scala umana, ma sfiorava piuttosto la dimensione geologica, minerale.

13/ Joaquín Vaquero Palacios, Termas de Caracalla III, 1958. Acrilico su tavola, 100 x 120 cm.
 Joaquín Vaquero Palacios, Termas de Caracalla III, 1958.
 Acrylic on wood, 100 x 120 cm.

Per Vaquero il tempo si misura in ere geologiche, nelle quali l'essere umano è assente. Sono davvero infiniti i temi architettonici da lui dipinti alla luce di questa concezione geologica, come ad esempio il Foro Romano, il Colosseo o le Terme di Caracalla. Il Colosseo rappresentò per l'artista un soggetto carico di suggestioni, di ineguagliabile interesse, un soggetto sul quale tornò molte volte. In una delle versioni del Colosseo, Vaquero interpreta la concavità del monumento come un cratere. Le Terme di Caracalla appaiono come un insieme di muri possenti, di finestre e archi in rovina, mentre le colonne e i capitelli che un tempo sostenevano la struttura giacciono al suolo, ridotti a rocce informi (figg. 10-12). Durante questi anni egli studiò a fondo la pittura informale e questa scoperta arricchì notevolmente la sua opera figurativa, soprattutto per quanto riguarda la sperimentazione con la materia e le qualità delle superfici¹⁰. Superata la pittura di paesaggio dei suoi primi anni, Vaquero dipingeva prevalentemente

in studio, sulla base di brevi note appuntate o di schemi elementari che annotava *in situ* (figg. 13, 14).

In un secondo momento, durante la fase creativa, modificava liberamente i soggetti per renderli più emozionanti o per sottolinearne il carattere, cercando di rendere equilibrato il rapporto tra forme e colori per raggiungere uno stato di quiete, come spiegava in una intervista: «Le mie architetture dipinte a Roma, in Grecia, in Egitto, nel Nord America, nell'America centrale o in Europa non risultano mai copie fedeli, se fedele significa “non partecipato”». Furono copiate attraverso la mia anima, così come attraverso i miei occhi. Considerate singolarmente, ciascuna di loro è una scultura, nell'insieme, invece, rappresentano un lavoro di progettazione urbana. Mai mi sono limitato a copiare la realtà stereotipata. Al contrario: con la mia sensibilità ho trasformato le architetture. A volte, alcune arrivano a somigliare di più al modello reale. Nelle mie raffigurazioni

Vaquero measured time in geological eras, in which man is not present.

Based on this geological concept Vaquero painted endless architectural topics, for example the Roman Forum, the Colosseum, or the Caracalla Baths. Vaquero considered the Colosseum to be extremely interesting and inspiring – the reason he portrayed it again and again. In one of the versions of the Colosseum Vaquero interpreted the concavity of the monument as a crater. The Caracalla Baths, instead, look like an ensemble of massive walls, windows, and arches in ruins, while the columns and capitals which once supported the structure are scattered on the ground as shapeless stones (figs. 10-12). During this period he studied informal painting in-depth and what he learnt truly enriched his figurative works, especially his experiments with matter and the quality of surfaces.¹⁰

After the long, early years in which Vaquero painted landscapes, he started to work primarily indoors after taking brief notes or sketching elementary ideas which he jotted down on site (figs. 13, 14). Later on, during the creative stage, he freely modified the images to make them more emotional, or to illustrate their character, trying to balance form and colour in order to achieve a state of grace, as he himself explained during an interview: “The architectures I painted in Rome, Greece, Egypt, North America, Central America, or in Europe, are never faithful replicas, if by faithful we mean ‘not participated’. They were copies filtered by my soul, and by my eyes. Taken individually, each of them is a sculpture, taken as a whole, they represent an urban design project. I never copied only stereotyped reality. On the contrary: using my sensibility I transformed these architectures. Sometimes, some of them actually ended up by looking like the real thing. In my image of cities, Ciudad de adobe, San Gimignano, New York or Brooklyn, I painted so freely that I modified the volumes around me; but what I was actually doing was designing an urban environment”.¹¹ The exhibitions in which he participated during this period earned him awards and prizes. In 1954 his interpretation of the Pantheon and Roman Forum won first prize at the International Exposition The Italian



14/ Joaquín Vaquero Palacios, San Gimignano, 1956.

Acrilico su tavola, 130 x 97 cm.

Joaquín Vaquero Palacios, San Gimignano, 1956. Acrylic on wood, 130 x 97 cm.

15/ Joaquín Vaquero Palacios, Catacumbas romanas.

Disegno a matita su carta.

Joaquín Vaquero Palacios, Catacumbas romanas.

Pencil drawing on paper.

Landscape portrayed by Foreign Artists, held in Viareggio. The following year he won a silver medal at the Second Exhibition of Italian Landscapes portrayed by Foreign Artists (Rome). In 1956 his solo exhibition inaugurated the series of exhibitions *Grandi Pittori Mediterranei*, organised by the Centre for Mediterranean Cooperation (Palermo). That same year, the 28th Venice Biennale gave him two rooms in which to exhibit 30 paintings, including his recent *Paisajes antropomorfos*. He was also nominated member of the *Accademia Nazionale di San Luca* in Rome. Joaquín Vaquero was absolutely captivated by Pompeii and visited the city several times to paint the Vesuvius and the courtyards of its sun-drenched houses (fig. 16). The sense of peacefulness and death which he felt among the ruins of the city so tragically destroyed led him to portray it as a bronze mask (fig. 17), something he explained in these words: "That day in Pompeii I was unable to situate myself in time. The taste in my mouth, wide open due to my surprise, was that of the sea, the saltiness of the nearby Gulf of Naples. My eyes, infinitely open, craved forms and colours but were also uselessly open because everything passed through me without leaving any trace whatsoever. My brain, as if it were broken and split open, could only grasp a little of what was happening, as if cold air had entered through my eyes. I tried and failed to feel something. What I mean is that I wouldn't have been able to feel something even if I'd tried. Any idea my mind managed to capture flew away like a bird even before I could formulate it. Everything in me and around me was dead: really dead, dead dead, not tragic, but quiet, clear-cut and balanced. Like me, the insensitive architectural elements, with the Vesuvius in front of them, were also dead. And how wonderful it was not to feel anything. That day, I was bronze".¹² Vaquero often visited Sicily where his passion for volcanoes exploded while he was painting the craters and lunar landscapes of Etna. On the island he became fascinated with the ruins of ancient Doric temples, the solid proportions of that architecture with its low columns, close intercolumniation, and the corrosion which had ravaged the building materials. Drawn by the architectural power of this topic, he



di città, *Ciudad de adobe, San Gimignano o New York desde Brooklyn*, ho dipinto con una tale libertà nel modificare i volumi intorno a me che in realtà quello che stavo facendo era un processo di progettazione urbana»¹¹. In questi anni prese parte a differenti mostre pittoriche, ottenendo premi e riconoscimenti. Per la sua interpretazione del Pantheon



e del Foro romano, nel 1954 vinse il primo premio all'Esposizione internazionale *Il paesaggio italiano visto da artisti stranieri* tenutasi a Viareggio. L'anno successivo vinse la medaglia d'argento nella *Seconda mostra di paesaggio italiano visto da artisti stranieri* (Roma). Nel 1956 inaugurò con una esposizione personale il ciclo di mostre *Grandi Pittori Mediterranei*, organizzato dal Centro per la Cooperazione Mediterranea (Palermo). Nello stesso anno la XXVIII Biennale di Venezia gli riservò due sale nelle quali espose trenta quadri, e tra questi i suoi recenti *Paisajes antropomorfos*. Inoltre, fu nominato membro della *Accademia Nazionale di San Luca* di Roma. Joaquín Vaquero rimase affascinato da Pompei e vi tornò in diverse occasioni, per dipingere il Vesuvio e i cortili delle sue case assolate (fig. 16). La sensazione di serenità e di morte che provava tra le rovine di quella città tragicamente annientata lo portò a rappresentarsi se stesso in forma di maschera di bronzo (fig. 17), cosa che spiegò in questo modo: «Quel giorno a Pompei non riuscivo a collocarmi nel tempo. La mia bocca, aperta per lo stupore, coglieva il gusto salmastro del mare del vicino Golfo di Napoli. I miei occhi, infinitamente aperti, desiderosi di cogliere forme e colori e, allo stesso tempo, inutilmente aperti, perchè tutto passava attraverso di me senza lasciare traccia. Il mio cervello, come rotto, come incrinato, afferrava a stento quello che stava succedendo, come fosse aria fredda, attraverso i miei occhi. Invano ho cercato di sentire qualcosa. Voglio dire, non avrei sentito neanche se avessi potuto sforzarmi. Qualsiasi idea il mio cervello riuscisse ad afferrare, prima ancora di formarsi volava via come un uccello. Tutto, intorno a me e anche dentro di me, era morte: ma morte vera, morte morta, non tragica, ma serena, chiara, equilibrata. Gli elementi architettonici, impassibili, come me, d'altronde, e di fronte il Vesuvio, ugualmente morto. E che piacevole sensazione il non sentire niente. Io ero bronzo, quel giorno»¹². Vaquero visitò spesso la Sicilia, dove, dipingendo i crateri dell'Etna e i suoi paesaggi lunari, ebbe inizio la sua passione per i vulcani. Su questa isola fu attratto dalle rovine dei templi dorici arcaici, dalle solide proporzioni di quella architettura fatta di colonne basse e interco-

16/ Joaquín Vaquero Palacios, Pompeya, 1962. Acrilico su tela, 130 x 97 cm (fotografia: Juan Vaquero Ibáñez).
Joaquín Vaquero Palacios, Pompeya, 1962. Acrylic on wood, 130 x 97 cm (Photo: Juan Vaquero Ibáñez).



lumni stretti, e dalla corrosione dei loro materiali. Attratto dalla forza architettonica del tema, le rovine di Selinunte divennero un soggetto frequente nella sua pittura. Durante questi anni, e senza allontanarsi da questo paesaggio archeologico, si aprirono due periodi cruciali per la sua pittura: quello dei *Paisajes antropomorfos*, ispirati da pezzi di lava solidificata che trovava ai piedi dei vulcani del Sud dell'Italia e della Sicilia e che gli suggerivano forme umane contorte, e quello de *La Tierra*, dove non c'è alcuna traccia del passaggio dell'uomo. Bisogna segnalare il fatto che alcuni dei suoi dipinti e dei suoi disegni di quel decennio rivelano una strana somiglianza con quelli prodotti dall'architetto Louis Kahn durante il suo soggiorno presso la American Academy di Roma nel 1950. C'è un certo parallelismo tra i due architetti: la stessa età, una formazione architettonica simile, un precoce controllo del disegno, l'interesse continuo per la pratica pittorica e interessi architettonici simili. Infatti, durante i loro anni romani, entrambi hanno rea-

17/ Joaquín Vaquero Palacios, Autorretrato en Pompeya, 1956. Olio su tela, 130 x 97 cm (fotografia: Juan Vaquero Ibáñez).
Joaquín Vaquero Palacios, Self-portrait in Pompeii, 1956. Oil on canvas, 130 x 97 cm (Photo: Juan Vaquero Ibáñez).



lizzato progetti nei quali cercavano una certa sensazione di grandiosità e di monumentalità, come risultato delle impressioni ricevute durante i loro viaggi in Italia, Grecia e in Egitto.

frequently painted the ruins of Selinunte. These were the years when he continued to paint his archaeological landscapes; but they were also the years when two topics – very important in his paintings – began to emerge: the *Paisajes antropomorfos*, twisted human forms inspired by the solidified lava at the foot of volcanoes in Southern Italy and Sicily, and *La Tierra*, where man is nowhere to be seen in the landscape. We should point out that some of the paintings and drawings of that ten-year period are uncannily similar to the ones the architect Louis Kahn painted in 1950 while at the American Academy in Rome. There's a certain parallel between the two architects: they were both the same age, had similar architectural training, both began by using strict control over the drawing, were always interested in painting, and had similar architectural interests. In fact, the project they designed while in Rome exuded a certain grandiosity and monumentality due to the impressions they brought back from their journeys in Italy, Greece, and Egypt.

In 1954 Joaquín Vaquero was nominated a member of the Rome-based International Institute of Liturgical Art which monitors and manages religious architectural projects and works all over the world. While at the Institute Vaquero participated in the design of several religious buildings, for example he worked with Pier Luigi Nervi on the New Norcia Cathedral (Perth, Australia).

While living in Italy Vaquero was active in the field of architecture, the restoration of monuments, and the design of new buildings. He was also involved in consolidation and restructuring and decoration projects for the Palacio de España in Rome, as well as the restoration of San Pietro in Montorio, seat of the Academia Española de Bellas Artes in Rome. In 1953 he took it upon himself to restore and restructure the Spanish pavilion at the Venice Biennale, which had practically fallen into ruins.¹³

The revival of his artistic career

In 1960 Joaquín Vaquero resigned as Deputy Director of the Academia Española and moved to Madrid and Segovia. A little later he embarked on a long journey which took him,

18/ Joaquín Vaquero Palacios, rilievi in cemento, Centrali idroelettriche in Grandas de Salime, Asturias, 1954.

Joaquín Vaquero Palacios, concrete reliefs, Hydroelectric power station in Grandas de Salime, Asturias, 1954.

19/ Joaquín Vaquero Palacios, Centrale elettrica in Proaza, Asturias 1968 (fotografia: Vaquero Turcios).

Joaquín Vaquero Palacios, Power Station in Proaza, Asturias 1968 (Photo: Vaquero Turcios).

once again, to the American continent – Argentina, Venezuela, Brazil, Mexico, El Salvador, and the United States – to paint and exhibit his works in important museums and cultural centres. While in Rome in the mid-fifties he had already begun designing interesting industrial architecture: the power stations in the Asturian mountains where he was born.

These were monumental works in which Vaquero tried to merge various art mediums, an idea which had emerged during that decade; he embellished the architecture with huge wall paintings or bas-relief wall sculptures. This was an easy way to achieve the grandiose monumental architecture he had interiorised during his years in Rome (fig. 18, 19).

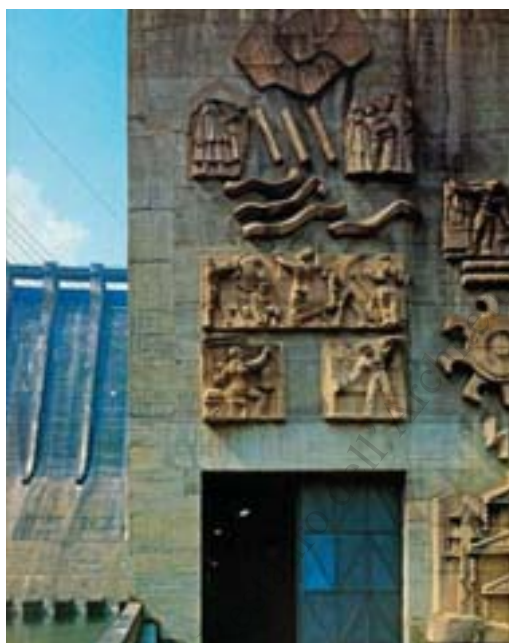
During the last ten years of his life Vaquero was awarded prizes and honourable mentions in recognition of his unique artistic career. In 1969, in acknowledgement of his pictorial merits he was elected a member of the Real Academia de Bellas Artes de San Fernando in Madrid. In 1972 an anthological exhibition of his works was held at the Museo Español de Arte Contemporáneo di Madrid: the presentation in the catalogue was written by his friend Alberto Sartoris.¹⁴ In 1996 he was awarded the Gold Medal of Architecture by the Consejo Superior de Arquitectos de España in recognition of the special importance of his rationalist works and his remarkable efforts to introduce the arts into architecture; a monograph about his work as an architect was also published.¹⁵

We should mention that although his wanderings now and then denied him the stability required to open and direct an architectural studio, nothing stopped him from creating many unique and original architectural works.

1. For more information about the pictorial work by Vaquero, cfr. Egaña Casariego 2008.

2. It is very likely that when he was in New York Joaquín Vaquero was able to see the film *Manhattan (1921)* by Paul Strand and Charles Sheeler, with its incredible scenes of everyday life in a big city: cfr. Montes Serrano 2009.

3. *Vaquero Palacios 1999.*



Nel 1954 Joaquín Vaquero fu nominato membro dell'Istituto Internazionale di Arte Liturgica, organismo di controllo e di gestione della realizzazione di progetti e opere architettoniche religiose in tutto il mondo, con sede a Roma. Durante la sua permanenza nell'Istituto prese parte alla progettazione di diversi luoghi di culto, lavorando anche con Pier Luigi Nervi nel progetto non realizzato per la Cattedrale di New Norcia (Perth, Australia).

Nel periodo in cui ha vissuto in Italia, Vaquero ha lavorato attivamente in ambito architettonico sia nel campo del restauro di monumenti sia

nella realizzazione di nuove architetture. Ha realizzato opere di consolidamento, di ristrutturazione e di decorazione per il Palacio de España a Roma, così come ha lavorato al restauro di San Pietro in Montorio, sede della Academia Española de Bellas Artes di Roma. Nel 1953 si è fatto carico del restauro e della ristrutturazione del padiglione spagnolo della Biennale di Venezia, che era praticamente in rovina¹³.

La ripresa della carriera artistica

Nel 1960 Joaquín Vaquero rinunciò al suo incarico di vicedirettore della Academia Española e si trasferì a Madrid e a Segovia. Poco dopo, intraprese un lungo viaggio che lo condusse nuovamente nel continente americano – Argentina, Venezuela, Brasile, Messico, El Salvador e Stati Uniti – per dipingere ed esporre le sue opere in importanti musei e centri culturali. Già intorno alla metà degli anni Cinquanta, quando risiedeva a Roma, aveva iniziato a lavorare al progetto di interessanti architetture industriali: le centrali elettriche che si trovavano sulle montagne dell'Asturia, dove era nato. Si tratta di lavori monumentali, nei quali Vaquero cerca di raggiungere l'integrazione tra le arti, idea che aveva trovato ampio seguito in quel decennio, arricchendo l'architettura con grandi dipinti parietali o con motivi scultorei a bassorilievo sui paramenti murari, nei quali è facile appagare il desiderio di raggiungere la grandezza monumentale dell'architettura che egli aveva avuto modo di fare suo durante gli anni romani (fig. 18, 19).

Gli ultimi anni della sua vita furono segnati da premi e menzioni e dal riconoscimento



to della sua straordinaria carriera artistica. Come riconoscimento dei suoi meriti pittorici, nel 1969 fu nominato membro della Real Academia de Bellas Artes di San Fernando a Madrid. Nel 1972 gli fu dedicata una mostra antologica presso il Museo Español de Arte Contemporáneo di Madrid: la presentazione nel Catalogo fu scritta dal suo amico Alberto Sartoris¹⁴. Nel 1996 ricevette la medaglia d'oro per l'Architettura dal Consejo Superior de Arquitectos de España come riconoscimento della speciale importanza della sue opere razionaliste e del suo notevole lavoro di integrazione delle arti nell'architettura; inoltre, fu pubblicato uno studio monografico dedicato al suo lavoro come architetto¹⁵.

Va detto che, nonostante la sua vita da viaggiatore gli abbia negato, in diversi momenti, la stabilità necessaria per gestire uno studio di architettura, nulla ha potuto impedirgli di dare vita a una vasta e originale opera architettonica.

Traduzione dallo spagnolo di Laura Carlevaris

1. Sulla pittura di Vaquero, cfr. Egaña Casariego 2008.

2. Molto probabilmente Joaquín Vaquero ha avuto modo di vedere a New York il film *Manhattan* (1921) di Paul Strand e Charles Sheeler, con le sue incredibili riprese della vita quotidiana all'interno dell'architettura della grande città: cfr. Montes Serrano 2009.

3. Vaquero Palacios 1999.

4. Per una sintesi delle vicende di questo concorso, si veda Egaña Casariego 2010.

5. Egaña Casariego 2011.

6. Egaña Casariego 2012.

7. Oficio de nombramiento del Ministerio de Asuntos Exteriores, n. 529, 26 gennaio 1950.

8. Vaquero Palacios 1951.

9. García 1966.

10. Vaquero Palacios 1955.

11. Pérez Lastra 1992, p. 111.

12. Archivo Joaquín Vaquero en Segovia, España.

13. Vaquero Palacios 1952.

14. Sartoris 1972.

15. AA. VV. 1998.

4. For brief notes about this competition, see Egaña Casariego 2010.

5. Egaña Casariego 2011.

6. Egaña Casariego 2012.

7. Oficio de nombramiento del Ministerio de Asuntos Exteriores, n. 529, 26 January 1950.

8. Vaquero Palacios 1951.

9. García 1966.

10. Vaquero Palacios 1955.

11. Pérez Lastra 1992, p. 111.

12. Archivo Joaquín Vaquero en Segovia, España.

13. Vaquero Palacios 1952.

14. Sartoris 1972.

15. AA. VV. 1998.

References

- Archivo Joaquín Vaquero en Segovia, España.
- AA. VV. 1998. *Joaquín Vaquero Palacios: medalla de oro de la arquitectura*. Madrid: Consejo Superior de Arquitectos de España, 1998. ISBN: 978-84-9226-094-2.
- Egaña Casariego Francisco. 2008. *Vaquero*. Gijón: Ediciones Trea, 2008. ISBN: 978-84-9704-420-2.
- Egaña Casariego Francisco. 2010. El Concurso Internacional para el Faro de Colón: el proyecto español premiado. *Goya*, 331, 2010, pp. 158-177.
- Egaña Casariego Francisco. 2011. Pirámides y rascacielos: el viaje de los arquitectos Luis Moya y Joaquín Vaquero a Estados Unidos y Centroamérica (1930). *Liño*, 17, 2011, pp. 91-104.
- Egaña Casariego Francisco. 2012. El viaje de los arquitectos Luis Moya y Joaquín Vaquero a Río de Janeiro: el desenlace del concurso para el Faro de Colón (1931). *Liño*, 18, 2012, pp. 77-90.
- García Graciano. 1966. Entrevista con Joaquín Vaquero. *La Nueva España*, Oviedo, 24 de abril de 1966.
- Montes Serrano Carlos. 2009. Nosotros somos latinos. Españoles dibujando en Nueva York, 1930. *Ra: revista de Arquitectura*, 11, 2009, pp. 57-68.
- Pérez Lastra José Antonio. 1992. *Vaquero Palacios: arquitecto*. Oviedo: Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias, 1992. ISBN: 978-84-6060-716-8.
- Sartoris Alberto. 1972. Actualidad mágica del canto pictórico de Vaquero. In *Exposición antológica Vaquero*. Madrid: Museo Español de Arte Contemporáneo, 1972, s. p.
- Vaquero Palacios Joaquín. 1951. Premios en Milán. *Boletín de Información de la Dirección General de Arquitectura*, V, 1951, pp. 19-20.
- Vaquero Palacios Joaquín. 1952. Pabellón de España en Venecia. *Revista Nacional de Arquitectura*, 28, 1952, pp. 28-29.
- Vaquero Palacios Joaquín. 1955. Ideas sobre la pintura abstracta. *Revista Nacional de Arquitectura*, 159, 1955, pp. 24-26.
- Vaquero Palacios Joaquín. 1999. A la memoria de Luis Moya Blanco. *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 70, 1999, p. 26.

José M^a Gentil Baldrich

La prospettiva: “un buco nella tavoletta”
 Perspective: ‘a hole in a small piece of wood’

Conic perspective is the art of observing, not the art of seeing. Historical studies about perspective are usually devoted to speculation about the vision or existence of vanishing points, a subject that has always fascinated scholars: their repeated and obsessive exploration of historical images are a specific field of study for analysts which has led them to identify conic perspective with the projective properties of parallel straight lines. This paper maintains that the initial decision to observe from a single viewpoint was more important, as it developed, than the alleged discovery of the mythical end points of straight lines.

Key words: perspective, Renaissance, geometry, Brunelleschi, history.

During Lent in 1581 Michel de Montaigne was travelling to Rome. In his writings he mentions the story he was told by an anonymous preacher about a custom adopted by some members of the faithful who used to improperly turn their carriages into astrolabes. Montaigne reports that after walking around the city the Romans used to visit the city's red light district where strict laws prevented the prostitutes from exhibiting their wares in the street, and were therefore forced to flaunt them from balconies and windows on upper floors. Obviously the narrator wasn't referring to the stereographic projection of the astrolabe, but rather to the use of this instrument to make calculations or take measurements since this was achieved by looking at objects through holes in the alidade. Similarly some individuals used to make a hole in the roof of their carriage so that they could look directly up to the upper floors and remain incognito because the carriage windows were closed.¹ Despite the fact that Montaigne's Roman anecdotes seem to refer more to the history of voyeurism than the history of perspective, they do have something in common: the priest was referring to what was a very popular medieval custom at the time: it involved looking through several measuring instruments from a single observation point, and closing one eye. In practice this could only happen by looking through a hole or a sight. After Alberto and Francesco di Giorgio, the relationship between survey instruments and perspective was much more common than one would think; proof of this comes from Caporali in his comments to Vitruvius (1536),² from the cosmographer Jacques Bassentin (1555),³ and from Egnatio Danti during his whole life.⁴ Undoubtedly the Roman

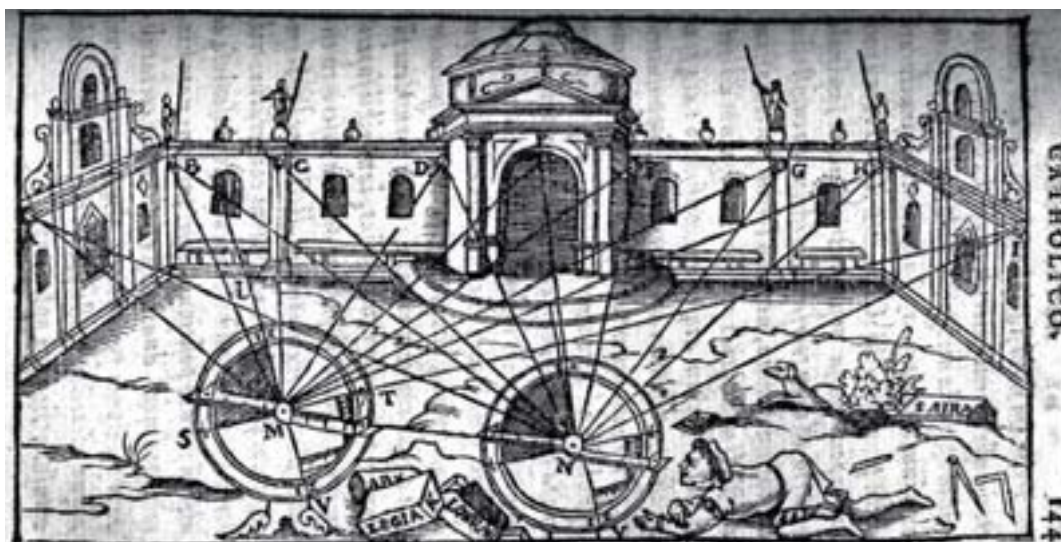
La prospettiva conica è l'arte di osservare, e non l'arte di vedere. Gli studi storici che ruotano intorno alla prospettiva sono dedicati, in genere, a speculazioni sulla visione o sull'esistenza dei punti di fuga, che hanno sempre affascinato in maniera particolare gli studiosi: le loro domande ossessive sulle immagini storiche rappresentano un settore specifico di studio per gli analisti, che hanno portato a identificare questa particolare proprietà proiettiva delle rette parallele con la prospettiva conica stessa. Questo contributo sostiene che la scelta operata inizialmente di osservare da un unico punto di vista è stata più importante, nel suo sviluppo, del presupposto ritrovamento dei mitici punti limite di rette parallele.

Parole chiave: prospettiva, Rinascimento, geometria, Brunelleschi, storia.

Durante la Quaresima del 1581 Michel de Montaigne si trovava in viaggio per Roma. In questa occasione egli riferisce di un confronto visivo del quale aveva sentito parlare da un predicatore anonimo: si tratta del fatto che alcuni fedeli trasformavano libidinosamente le loro carrozze in astrolabi. Secondo quanto riportato da Montaigne, l'abitudine dei romani di passeggiare per la città terminava con la visita al quartiere delle prostitute che, obbligate da severe ordinanze, non potevano esporre le loro bellezze al livello del suolo ed erano dunque costrette a mostrarsi da balconi e finestre dei piani superiori. È evidente che il narratore non poteva riferirsi alla proiezione stereografica dell'astrolabio, che certamente non conosceva, quanto piuttosto alla particolarità dell'uso di questo strumento per calcoli o acquisizione di misure, cosa che si otteneva tralasciando gli oggetti attraverso fori presenti su alidade. Allo stesso modo, per seguire le loro lascive inclinazioni, alcuni personaggi realizzavano un foro sulla copertura delle carrozze, in modo da poter osservare diret-

tamente e senza essere riconosciuti anche con i finestrini chiusi¹.

Nonostante gli aneddoti romani di Montaigne ci appaiano legati piuttosto alla storia del voyeurismo che alla storia della prospettiva, non mancano relazioni tra di esse: il prete si riferiva a una pratica medievale assai diffusa in quel periodo, che consisteva nell'osservare – non nel vedere – attraverso alcuni strumenti di misura da un punto di osservazione unico, chiudendo uno degli occhi di cui la natura ci ha dotati. E questo poteva succedere soltanto, in pratica, tralasciando attraverso un foro o un mirino. Dopo Alberti e Francesco di Giorgio, questa relazione tra gli strumenti di rilievo e la prospettiva era più comune di quanto si possa immaginare, come riconosciuto da Caporali nei suoi commenti a Vitruvio (1536)², dal cosmografo Jacques Bassentin (1555)³ e da Egnatio Danti durante tutta la vita⁴. Senza dubbio, il predicatore romano poteva aver fatto ricorso nelle sue omelie – e anche a ragione – a qualche macchina prospettica già allora in uso, ma essendo queste me-



1/ *Pagina precedente*. Gemma Frisius. De astrolabio catholico liber. Amberes, Ioannes Stelsii, 1556, p. 144.
Previous page. *Gemma Frisius. De astrolabio catholico liber*. Amberes, Ioannes Stelsii, 1556, p. 144.

2/ Astrolabio. Toledo, 1067 (Museo Arqueológico Nacional, Madrid).
Astrolabe. Toledo, 1067 (Museo Arqueológico Nacional, Madrid).

no prestigiose degli astrolabi, dovevano risultare ugualmente meno efficaci dal punto di vista pastorale.

Evidentemente l'origine della prospettiva conica è un tema molto più complesso del confronto, per quanto significativo, con uno strumento. Non si può neanche ipotizzare che essa derivi direttamente dall'astrolabio, strumento che, come avvenne per l'ottica antica, si diffuse nel Medioevo grazie ad autori islamici che divulgarono e studiarono la scienza greca⁵.

Possiamo invece dire che quello che la prospettiva ha in comune con altri strumenti è un fatto forse banale e poco interessante: la necessità, a fianco della teoria geometrica, di mantenere un punto di vista fisicamente unico. E un dispositivo molto importante in questo caso – anche se la sua rilevanza è stata presa in eccessiva considerazione da alcuni autori⁶ – è rappresentato dalla camera oscura, descritta da Ibn al Harlan, detto Alhazen (965-1040), nel suo *Kitāb al-Manāẓir (De aspectibus)* tradotto probabilmente a Toledo nel XIII secolo. L'opera fu alla base della successiva *perspectiva artificialis* ed è strettamente legata alla prospettiva rinascimentale, anche se meno di quanto si possa immaginare poiché Alhazen era interessato alla fisiologia della visione e non aveva il benché minimo interesse per una pittura peraltro proibita dalla sua religione.

Senza dubbio, invece, fu la camera oscura che garantì un fatto significativo: l'effetto luminoso descritto si produceva attraverso un piccolo foro, materializzando per la prima volta il fenomeno ottico della proiezione centrale dell'immagine. Non fu difficile il passaggio dal foro nella scatola a un occhio che osservasse da quello stesso foro, come si può vedere in un manoscritto del XIV secolo, *De li aspecti*, una delle prime traduzioni in toscano del testo di Alhazen.

Qui, nonostante la figura, generalmente interpretata come una camera oscura, quello che viene mostrato è l'immagine di uno spazio interno attraverso un foro che, nel disegno, prende il significativo nome di *oculus*. Lo spazio chiuso della stanza è trasformato in un recinto osservato dall'esterno attraverso un foro che, a sua volta, è immaginato come un occhio⁷. Non sembra che questo disegno rappresenti la schematizzazione della pratica



voyerista – come osservava criticamente il predicatore di cui abbiamo parlato – di guardare attraverso il “buco della serratura”⁸?

Il buco nella tavoletta

Storicamente si attribuisce a Filippo Brunelleschi il fatto di essere stato il primo a mettere a punto un procedimento che in seguito è diventato quello che conosciamo come “prospettiva”. Ma quello che sappiamo di questo metodo riguarda solo la realizzazione di un marchingegno – una macchina per osservare – la cui descrizione, più o meno esatta, è riportata dai cronisti dell'epoca. La descrizione più dettagliata è opera di Antonio di Tuccio Manetti che, oltre ad attribuire all'architetto l'invenzione della prospettiva, ne racconta il primo esperimento: «E questo caso della prospettiva, nella prima cosa in che e' lo mostrò, fu in una tavoletta di circa mezzo braccio quadro, dove fece una pittura a similitudine del tempio, di fuori, di San Giovanni di Firenze»⁹. Di seguito descrive il procedimento impiegato menzionando esplicitamente la realizzazione di un foro per osservare in una tavoletta: «La quale dipintura, perché'l dipintore bisogna che presuponga uno luogo solo, donde s'ha a vedere la sua dipintura [...] egli aveva fatto un buco nella tavoletta dov'era questa dipintura, che veniva a essere nel dipinto dalla parte del tempio di San Giovanni, in quel-

*preacher would not have been wrong if he'd cited in his homilies the perspective machines, but since the latter were much less important than the astrolabe they were probably less effective from a pastoral point of view. Of course the origin of conic perspective is a much more complex issue compared to an albeit meaningful comparison with an instrument. Neither can we theorise that perspective was based directly on the astrolabe, an instrument which, like ancient optics, became widespread in the Middle Ages thanks to Islamic authors who disseminated and studied Greek science.*⁵ Nevertheless, what perspective has in common with other instruments is the need to maintain a physically single viewpoint and combine it with geometric theory, something which is perhaps banal and not very interesting. In this case, the camera obscura is a very important device, even if some authors gave it undue emphasis to its importance.⁶ The camera obscura was described by Ibn al Harlan, known as Alhazen (965-1040), in his *Kitāb al-Manāẓir (De aspectibus)* probably translated in Toledo in the thirteenth century. The work inspired the perspective *artificialis* and is also closely related to Renaissance perspective, albeit much less than you could imagine because Alhazen was interested in the physiology of vision and not in the least in painting which was forbidden by his religion. Undoubtedly it was the camera obscura which contributed a rather significant detail: the luminous effect was produced through a small hole, materialising for the first time the optic phenomenon of central projection of the image. It was an easy shift from a hole in a box to an eye looking through the hole. In fact the fourteenth-century manuscript *De li aspecti*, one of the first translations of Alhazen's text into the Tuscan language, mentions this particular phenomenon. Although the figure in the manuscript was generally interpreted to be a camera obscura, in actual fact it is the image of an interior seen through a hole which in the drawing is called 'oculus'. The enclosed space of the room is turned into an enclosed area observed from the exterior through a hole which, in turn, is imagined to be an eye.⁷ Doesn't this drawing look very much like the schematisation of voyeurism – as the aforementioned preacher critically noted – in other words, as the experience of looking through a 'keyhole'?⁸

3/ Francesco di Giorgio Martini (1439-1502), Trattato di architettura, ingegneria e arte militare, Firenze. Biblioteca Medicea Laurenziana, Ashb. 361, F. 32 v., 1480/82.

Francesco di Giorgio Martini (1439-1502), Trattato di architettura, ingegneria e arte militare, Firenze. Biblioteca Medicea Laurenziana, Ashb. 361, F. 32 v., 1480/82.

4/ Alhazen, De li aspecti, XIV secolo. Biblioteca Vaticana, Ms. 4595 F. 30 V.

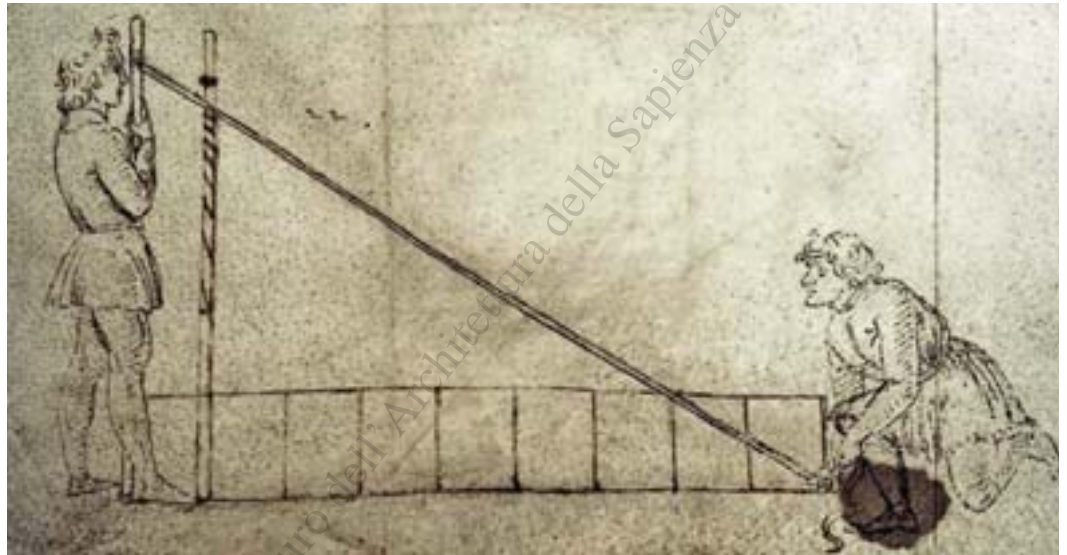
Alhazén, De li aspecti, fourteenth century. Biblioteca Vaticana, Ms. 4595 F. 30 V.

5/ Alessandro Parronchi. Schema della tavoletta di Brunelleschi per il Battistero di San Giovanni (in Studi sulla dolce prospettiva, fig. 91).

Alessandro Parronchi. Diagram of Brunelleschi's small wooden panel for the Baptistery of St. John (in Studi sulla dolce prospettiva, fig. 91).

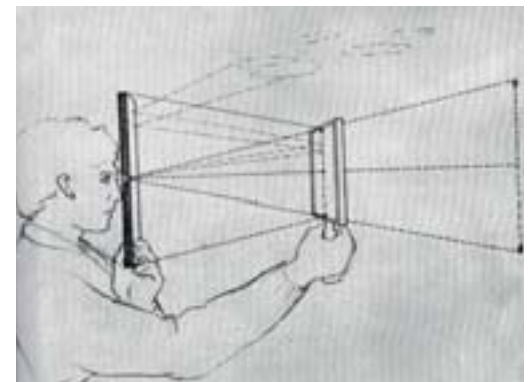
The hole in a small piece of wood

Filippo Brunelleschi is historically credited with having been the first person to develop a procedure later known as 'perspective'. But all we know about this method is that he built a contraption more or less accurately described by contemporary reporters. The most detailed description was by Antonio di Tuccio Manetti who attributed the invention of perspective to the architect, also chronicled his first experiment: the first time he demonstrated perspective was on a small square piece of wood about half a braccia in size; on this he painted the exterior of the church of St. John in Florence.⁹ He goes on to describe the procedure Brunelleschi used, explicitly mentioning the fact an observation hole was made in the small piece of wood: since the painter has to see the painting from a single viewpoint he made a hole in the small piece of wood in line with the painting, and this hole was in front of the Church of St. John, at the very point from whence whoever looked through the centre of projection actually looked straight ahead [corresponding to the straight line orthogonal to the small wooden panel and the eye had to be positioned behind the small piece of wood, where the hole was big enough so that whoever wanted to see the painting, had to hold in one hand a mirror close to the eye, and in the other a mirror in frontal position, so that the painting was reflected.¹⁰ Because of the interest it generated, the meticulous, albeit somewhat neglected description of the hole by Manetti was both important and novel: towards the painting the hole was as small as a lens, while at the back it opened up like a pyramid, just like a woman's straw hat, until it was as big as a coin, or a little bigger.¹¹ Interest in the piece of wood was sparked once again when Manetti described a second piece of wood used to portray Piazza della Signoria, but his time the device didn't have a hole. To capture the reader's attention Manetti uses a question and answer format, asking himself the question: since this painting is also a perspective, why didn't he make a hole like the one in the piece of wood used for the Cathedral of St. John?¹² His rather evasive answer focused on the fact that this second panel was bigger and the mirror would have been less effective.¹³ There have been many interpretations of Brunelleschi's procedure, so many in fact that the procedure has become a real issue in the history of perspective. Parronchi compared the



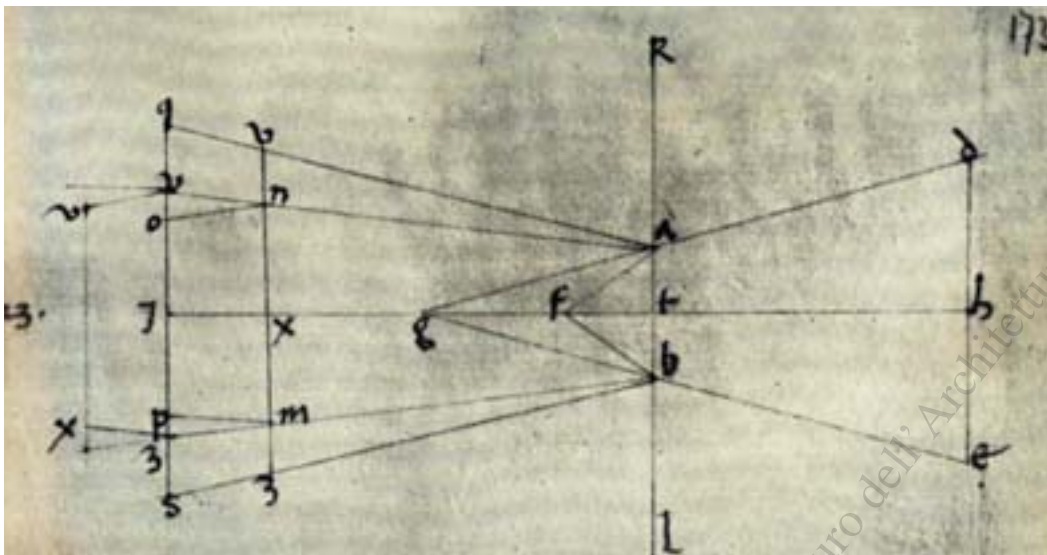
lo luogo dove percoitava l'occhio, al diritto da chi guardava da quello luogo [...]. E voleva che l'occhio si ponessi da rovescio, dond'egli era largo, per chi l'avessi a vedere, e con l'una mano s'accostassi allo occhio e nell'altra tenessi uno specchio piano al dirimpetto, che vi si veniva a specchiare dentro la dipintura»¹⁰. È significativa, anche se è stata alquanto trascurata, la minuziosità con la quale Manetti descrive il foro che, per il particolare interesse che riveste, doveva essere tanto importante quanto innovativo: «El quale buco era piccolo quanto una lenta da lo lato della dipintura e da rovescio si rallargava piramidalmente, come fa uno cappello di paglia da donna, quanto sarebbe el tondo d'uno ducato o poco piu»¹¹. Lo stesso interesse viene sottolineato più avanti, quando Manetti descrive una seconda tavoletta per piazza della Signoria, me-

no dettagliata della prima e che, per usare un diverso marchingegno, non fu preparata con lo stesso foro. Con una costruzione retorica di domanda e risposta per catturare l'attenzione del lettore, egli rivolge una domanda a se stesso: «perché non fece egli a questa pittura, essendo di prospettiva, con quel buco per la vista come alla tavoletta del Duomo del San Giouanni?»¹². La risposta, alquanto evasiva, riguarda il fatto che questa seconda tavoletta ha dimensioni maggiori, cosa che avrebbe reso lo specchio meno efficace¹³. Il procedimento seguito da Brunelleschi è stato oggetto di molte interpretazioni, fino a diventare – con le dovute differenze – una vera e propria questione nella storia della prospettiva. Parronchi, ad esempio, ha messo in relazione l'esperimento con la tradizione della *perspectiva naturalis* e, nello schema elaborato,



6/ Vitellione. *Perspectiva*, Biblioteca Laurenziana, Gaddi X.
Witelo. *Perspectiva*, Biblioteca Laurenziana, Gaddi X.

7/ Leonardo da Vinci. *Codex Atlanticus*, f. 5 r.
Leonardo da Vinci. *Codex Atlanticus*, f. 5 r.



ha proposto un efficace confronto con un'immagine che si trova in un manoscritto sulla prospettiva di Vitellione¹⁴. Egli, però, non mostra alcun interesse per il foro tanto accuratamente descritto da Manetti, e non esiste, a parte la ricostruzione dello strumento, nessuna conclusione definitiva che riguardi il possibile procedimento geometrico seguito. Non è detto nemmeno che la costruzione di Brunelleschi sia quella che avrebbe in seguito preso il nome di "costruzione legittima"¹⁵. Ma oltre alla possibile teoria geometrica brunelleschiana, è stata notata la presenza, in questa, di una importante componente strumentale: Piero Sanpaolesi ha messo in luce gli aspetti tecnici della sua realizzazione¹⁶, Francastel ha posto l'attenzione sul fatto che si trattava solo di uno strumento¹⁷, persino Veltman, contraddicendo Panofsky, ha sottolineato il fatto che l'esperimento non sarebbe stato possibile senza l'ausilio degli strumenti¹⁸. È stato inoltre messo in luce che era necessaria una figura al pari di Brunelleschi per realizzare questo esperimento. In un lavoro sugli strumenti di rilevamento, Mario Docci e Michela Cigola scrivono infatti: «Non è un caso che sia stato proprio un architetto, Filippo Brunelleschi, a portare prima degli altri alla più importante scoperta circa la costruzione geometrica per la rappresentazione prospettica»¹⁹. In effetti, il passaggio tra l'ottica medievale e la sua espressione in termini grafici non poteva ve-

nire dai teologi che studiavano la visione, ma neanche dai geometri della scuola antica, quanto piuttosto da uno spirito pratico e ingegnoso – esecutore di ingegnosità, come sempre si è definito l'architetto – che, pratico dell'uso degli strumenti per il rilievo architettonico, non disdegnava gli strumenti meccanici. E benché non si abbiano certezze sul procedimento grafico utilizzato, è sicuro che sia stato utilizzato un centro di proiezione separato dalle speculazioni teoriche – quando non esoteriche – alle quali era stata ricondotta la visione fino ad allora. L'apporto successivo al sistema della materializzazione del piano di quadro – il "velo", la "finestra albertiana" o il vetro – non ha impedito la visione vincolata monoculare e la sua applicazione a partire da un punto fisso²⁰. L'analogia con la visione monoculare fu immediata: quando Piero della Francesca definì



experiment to the tradition of perspective naturalis and in his diagram successfully compares it with an image in a manuscript about Witelo's perspective.¹⁴ However, he appears disinterested in the hole so accurately described by Manetti, and provides no conclusive argument about the procedure Brunelleschi might have followed. We don't even know for certain whether Brunelleschi's construction is the one later labelled 'legitimate construction'.¹⁵ Apart from the possible geometric theory elaborated by Brunelleschi, the instruments involved are also important: Piero Sanpaolesi emphasised the technical aspects of its elaboration,¹⁶ Francastel focused on the fact it was only an instrument,¹⁷ and even Veltman, contradicting Panofsky, underlined the fact that the experiment would not have been possible without instruments.¹⁸ Instead others have highlighted the fact that only someone like Brunelleschi would have been able to perform this experiment. In fact, in a paper on survey instruments Mario Docci and Michela Cigola wrote: "It's no accident that it was an architect, Filippo Brunelleschi, who preceded everyone else and made the most important discovery about the geometric construction of perspective representation".¹⁹ In fact, the transition from medieval optics to its graphic portrayal could not have been achieved by theologians or by surveyors, but by someone with a practical and inventive mind – an executor of ingenuity – who knew how to use architectural survey instruments and who did not disdain mechanical tools. Although we don't know for certain which graphic procedure was used, we do know that a separate centre of projection was used compared to the theoretical – if not esoteric – speculations on which contemporary vision was based. Further input into the system of materialisation of the picture plane – the 'veil', Alberti's window or glass – did not stop restricted monocular vision and its application from a fixed point.²⁰ Similarity with monocular vision was instantaneous: when in his *De prospectiva pingendi* Piero della Francesca defined the five fundamental parts of perspective, four involved the eye, which was already considered as a single centre of projection.²¹ In one of these descriptions of perspective, Leonardo had to admit that the invention forced the observer to keep his eye fixed on a hole and that the perspective would be satisfactory only through this

8/ Heinrich De Langenstein (c.1325-1397), *Questiones ... super tres libros perspectivae* (in Tomás Durán, *Preclarissimum mathematicorum opus*. Valencia: Juan Jofré, 1503, p. 125).
Heinrich De Langenstein (c.1325-1397), Questiones ... super tres libros perspectivae (in Tomás Durán, *Preclarissimum mathematicorum opus*. Valencia: Juan Jofré, 1503, p. 125).

hole.²² In his writings Leonardo always referred to just one eye, chosen as a geometric point; even when he does consider the two organs of sight, he almost apologises for doing so.²³ The way in which Leonardo uses the method is very clear: "Obtain a piece of glass as large as half sheet of royal folio paper and fasten this securely in front of your eyes and fix it with a device so that you cannot move it at all [...]. Then cover one eye, and with a brush or a thick crayon, mark on the glass what you see beyond it".²⁴ A small drawing by Leonardo depicts a draughtsman looking carefully through a hole while sketching on a canvas the earth's parallels and equinoctial circles.²⁵ It's not wrong to think that the habit of briefly closing one eye might be explained by this fifteenth-century idea; if so, we suspect that this procedure was not known to draughtsmen, for example, during the period when Giotto was alive.

Final considerations

Is this 'hole in a small piece of wood' really so important? Although it is not an observation tool, geometrically speaking the viewpoint is the basic element of perspective, the point at the centre of projection. This is the only difference between perspective and cylindrical, orthogonal or oblique projections, where the centre is improper. Its materialisation, which later coincided with the sight used by painters in their perspective machines, was crucial for the geometric development of projective systems and optical instruments.²⁶ However it is the only element of perspective which cannot be projected – at least directly – according to the laws governing the system. Paradoxically, it is as crucial an element as it is invisible in graphic images and a disquieting veil over the mystery of geometry. The single viewpoint has eliminated the stumbling block caused by the binocular vision of medieval optics and perspective naturalis which involves almost impossible iconic geometrisation. Undoubtedly it contradicts human vision: we cannot deny that the procedure involved only one eye and that this created a vision which, in the strict sense of the word, was suited only to the one-eyed and to Cyclops. However this is not very important, since interpreting images is a cultural process less associated with visual perception and nerve endings than one thinks. What is important is the cultural shift that took place during the

nel suo *De prospectiva pingendi* le cinque parti fondamentali della prospettiva, quattro erano riferite all'occhio, considerato già come un centro di proiezione unico²¹. Leonardo, in una delle sue descrizioni della prospettiva, deve riconoscere: «Ma questa invenzione [della prospettiva naturale, come la definisce Leonardo] obbliga l'osservatore a tenere il suo occhio fisso su un foro; solo attraverso questo foro essa risulterà soddisfacente»²². Nei suoi scritti egli fa riferimento sempre a un solo occhio, individuato come punto geometrico; anche quando prende in considerazione i due organi della visione, lo fa quasi discolpandosi²³.

L'applicazione che Leonardo fa del metodo è chiara: «Prendi un vetro delle dimensioni di mezzo foglio reale e disponilo davanti ai tuoi occhi in modo che non possa muoversi [...] Poi chiudi oppure copri un occhio, e con un pennello o con una matita grassa traccia sopra al vetro quello che li appare»²⁴.

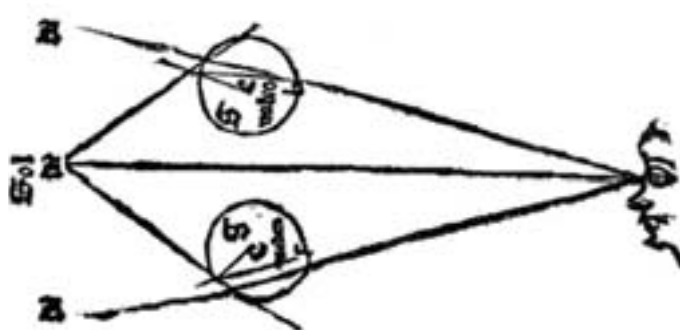
Un piccolo disegno di Leonardo – che ha indotto alcuni autori a formulare ipotesi azzardate – ci mostra un disegnatore che osserva attraverso un foro e sta schizzando su un quadro i paralleli e i cerchi equinoziali presenti su un globo terracqueo²⁵. Non è sbagliato pensare che l'abitudine diffusa di strizzare un occhio socchiudendolo brevemente possa essere spiegata con queste idee nate nel XV secolo, cosa che ci porta a sospettare che questa pratica dei disegnatori doveva essere sconosciuta, ad esempio, ai tempi di Giotto.

Considerazioni conclusive

È così importante questo "buco nella tavoletta" di cui abbiamo parlato? Benché esso non sia oggetto di osservazione, geometricamente il punto di vista è l'elemento fondamentale di

una prospettiva, è il punto proprio che costituisce il centro della proiezione. Questa osservazione è l'unica cosa che differenzia la prospettiva dalle proiezioni cilindriche, ortogonali o oblique, dove il centro è improprio. La sua materializzazione, in seguito coincidente con il mirino utilizzato dai pittori nelle loro macchine prospettiche, fu imprescindibile per lo sviluppo geometrico dei sistemi proiettivi e degli strumenti ottici²⁶. Tuttavia è, curiosamente, l'unico elemento della prospettiva che – almeno direttamente – non può essere proiettato secondo le leggi che regolano il sistema. Paradossalmente, è un elemento tanto fondamentale quanto invisibile nell'immagine grafica, quello che conferisce un inquietante carattere di mistero alla geometria.

Il punto di vista unico ha eliminato l'intoppo dovuto alla visione binoculare dall'ottica e dalla *perspectiva naturalis* medievale, di quasi impossibile geometrizzazione iconica. Si crea, senza dubbio, una contraddizione rispetto alla visione umana: non si può negare che il procedimento fosse applicabile a un solo occhio, in modo che si andava creando una maniera di vedere che, in senso stretto, risultava adatta soltanto agli orbi e ai ciclopi. Ma tale questione non ha molta importanza, poiché l'interpretazione delle immagini è un processo culturale, la cui relazione con la percezione visiva e con le connessioni nervose è molto più marginale di quanto si possa immaginare. Quello che risulta importante è il cambiamento culturale che si è prodotto nel Rinascimento: la prospettiva conica non è una teoria della visione, quanto piuttosto dello sguardo, una questione che, nel Medioevo, riveste un'importanza pari a quella dell'ottica teorica, con influenze sul pensiero spirituale e sulla



9/ Jean Cocteau, dal film *La sang d'un pòete* (1930).
Jean Cocteau, from the film La sang d'un pòete (1930).



sfera biologica, fino a riguardare persino il malocchio. E evidentemente ha influenzato anche gli artisti e gli strumenti, che hanno scelto una nuovo sguardo direzionato monoculare per orizzonti che erano, anch'essi, nuovi. Storicamente, gli studi sulla prospettiva si sono concentrati principalmente sui punti di fuga che hanno sempre dato luogo a una fascinazione particolare tra i critici. La loro ricerca ossessiva nelle immagini storiche – tanto estesa quanto sterile – costituisce un ambito di studio specifico tra gli studiosi, che tendono a identificare la prospettiva conica stessa con le proprietà proiettive della rette parallele. Una molto nota opinione di Panofsky, in sintonia con il pensiero tedesco, attribuiva a questo concetto geometrico una valenza quasi cosmica, così spinta all'esaltazione del Rinascimento quanto storicamente infondata: «la scoperta del punto di fuga, in quanto immagine del punto all'infinito di tutte le linee di profondità, è insieme il simbolo della scoperta dell'infinito stesso»²⁷. Ritengo che più importante del supposto ritrovamento dei mitici punti limite delle rette fu il fatto di aver legato la visione a un unico punto²⁸. Perché, per quanto ci possa sorprendere l'importanza che attribuiamo al fatto di osservare da un unico punto, non c'è prova del suo impiego nelle immagini prima della sua formalizzazione prospettica da parte di Brunelleschi. Non sarà

che la sua comparsa, e la conseguente libertà di osservare da un unico punto, è la reale scoperta dell'«io» rinascimentale? Nessuno può negare che il ritrovamento – la scelta – di questo semplice foro rappresenta la nascita di un'individualità intellettuale che è esattamente ciò che caratterizza al Rinascimento, tanto inesistente prima della sua comparsa quanto la stessa prospettiva conica.

Traduzione dallo spagnolo di Laura Carlevaris

1. Montaigne (1533-1592), Lib. III: «Un predicatore disse che noi facciamo degli astrolabi delle nostre carrozze [...]. A dire la verità, il vantaggio che se ne ricava sta nel fatto che è possibile vedere le signore in finestra, e, in particolare, le cortigiane che si mostrano dalle gelosie, con un'arte così raffinata che io mi sono spesso meravigliato di come potessero catturare così la nostra attenzione [...]. Le persone di livello non girano che in carrozza, e i più licenziosi girano con la parte superiore della carrozza socchiusa, per vedere meglio; è questo che voleva dire il predicatore di questi astrolabi».

2. Vitruvio, edizione del 1536, fol. 6r: «Hora sia il sesto stato trovato da chi el sia che piu necessario e stato alli mesuramenti di geometria, & prospettiva che a qualunque altro istrumento sia: perche con essu si mesurano tutte be liniarli dimostrazioni e le angularie [...] come e notissimo alli esperti liniatori, di che specialmente sono di prospettiva».

3. Bassentin 1555, p. 51: «E non è possibile che il senso e la ragione possano arrivare a conoscere la vera quantità dell'angolo acuto e variabile [...] solo attraverso la scienza della prospettiva. Per questo motivo gli antichi geometri e i rilevatori hanno inventato alcuni strumenti appositamente realizzati per questa arte quali il quadrante, il triangolo geometrico [...] dei quali sarebbe troppo lungo raccontare il modo in cui sono impiegati».

4. Danti 1573, o nella sua edizione di *Le due regole della prospettiva pratica m. Iacomo Barozzi da Vignola ...*, Roma, Zanetti 1583.

5. L'astrolabio fu introdotto nella Penisola Iberica da Ibn Al-Samh (Cordova 979 – Granada 1057), *Libro del uso del astrolabio* e da Al-Zarqali, *Azarquiel* (Toledo 1029 – Sevilla 1087), *Al-Safihā al-Zarqaliya*.

6. Hockney la considera uno strumento universale di tutti i processi pittorici (Hockney 2001).

7. *De li aspecti*, ms. 4595, Biblioteca Vaticana. Federici

Renaissance: conic perspective is not a theory of vision, but rather of sight, an issue which in the Middle Ages was as important as theoretical optics, and one which also influenced spiritual philosophy, biology and even the evil eye. Clearly it also influenced artists and their instruments; these artists chose a new monocular sight for horizons which were also novel. Historically speaking studies on perspective focused primarily on vanishing points which have always tickled the imagination of critics. Their obsessive research of historical images is a specific field of study for scholars who tend to identify conic perspective with the projective properties of parallel straight lines. A view by Panofsky, in line with German philosophy, attributed an almost cosmic importance to this geometric concept; although focused on the idolization of the Renaissance it was unfounded: "the discovery of the vanishing point, as the image of a point at the end of all the lines of depth, is the concrete symbol of the discovery of infinity itself".²⁷ I believe that linking vision to a single point is much more important than the alleged discovery of the mythical end points of straight lines.²⁸ Because however surprised we are about the importance we attribute to observation from a single viewpoint, we have no proof that it was used in images before being perspectively formulated by Brunelleschi. Instead, isn't its existence and the ensuing freedom of being able to observe from a single viewpoint, the real discovery of the Renaissance 'ego'? We cannot deny that the discovery of this simple hole – or the fact it was chosen – represents the birth of intellectual individuality, the characteristic trait of the Renaissance as inexistent before its discovery as conic perspective.

1. Montaigne (1533-1592), Book III: "A preacher said we turn our carriages into astrolabes [...]. To tell the truth, the advantage gained is to be able to see women at their windows, and, in particular the courtesans who show themselves off behind their shutters, with such a refined art that I often wondered how they could so capture our attention [...]. People of a certain rank only use carriages, and the more immoral and lewd go around with the top of the carriage half open, in order to get a better view; and this is what the preacher of astrolabes meant".

2. Vitruvius, 1536 edition, fol. 6r: "Hora sia il sesto stato trovato da chi el sia che piu necessario e stato alli mesuramenti di geometria, & prospettiva che a

qualunque altro strumento sia: perché con essi si misurano tutte le linee dimostrazioni e le angolarie [...] come è notissimo agli esperti liniatori, di che specialmente sono di prospettiva”.

3. Bassentin 1555, p. 51: “*And is it not possible that the mind and reason can ultimately understand the true quantity of the acute and variable angle [...] only through the science of perspective. For this reason, the geometricians and surveyors of old purposely invented certain instruments for this art such as the quadrant, the geometric triangle, [...] but explaining how they work would be too long here*”.

4. Danti 1573, or in his edition of *Le due regole della prospettiva pratica* m. Iacomo Barozzi da Vignola ..., Rome, Zanetti 1583.

5. *The astrolabe was brought to the Spanish Peninsula by Ibn Al-Sambh (Cordova 979 – Granada 1057)*, Libro del uso del astrolabio, and by Al-Zarqali, Azarquiel (Toledo 1029 – Seville 1087), Al-Safih al-Zarqaliya.

6. Hockney considers it a universal instrument of all pictorial processes (Hockney 2001).

7. De li aspetti, ms. 4595, Biblioteca Vaticana. Federici Vescovini, 1965, pp. 17-49. Cesare Cesariano (1483-1543) called ‘scopus’ – from the Greek ‘scopein’, ‘to see’ – the hole of the camera obscura: Di Lucius Vitruvius Pollio de architectura, Como, 1521. lib. I, f. 23v: “quod scopus etiam dicitur”.

8. *Strangely enough domestic locks began to be mass-produced during that period. In Castilian the keyhole is called the ‘eye of the lock’, as it is in Catalan (‘ull del pany’) and Galician (‘ollo da pechadura’). Other languages refer to the ‘agujero’: in French ‘trou de serrure’, in Portuguese ‘buraco/olho da fechadura’. Other languages – with little imagination – refer to the ‘hole of the key’: ‘keyhole’, ‘schlüsselloch’... Residential homes in China and Japan do not have doors or locks, as we do here in the West: nor does perspective exist. Cfr. Gentil Baldrich 2011, p. 266.*

9. Manetti, Vita di Filippo Brunelleschi, 1992, p. 55.

10. Ivi, p. 56.

11. Ibid.

12. Ibid.

13. Ivi, pp. 57, 58. *Mirrors – which began to be used during that period – gave rise to a theory associated with medieval esotericism, a topic not discussed here.*

14. Parronchi 1964, pp. 226-295.

15. Roccasecca 2001, p. 65. *Some people interpret the first piece of wood as the ‘legitimate construction’ – with one vanishing point – and the second, probably with two, like the*

Vescovini, 1965, pp. 17-49. Cesare Cesariano (1483-1543) chiamava “scopus” – dal greco “scopein”, “vedere” – il foro della camera oscura: *Di Lucio Vitruvio Pollio de architectura*, Como, 1521. lib. I, f. 23v: “quod scopus etiam dicitur”.

8. Sul piano industriale, le serrature di uso domestico iniziavano, curiosamente, a essere prodotte in quel periodo. In castigliano il buco della serratura è detto “occhio della serratura”, come in catalano (“ull del pany”) e in gallego (“ollo da pechadura”). Altre lingue fanno riferimento al “agujero”: il francese “trou de serrure”, il portoghese “buraco/olho da fechadura”. Altre lingue – con scarsa immaginazione – fanno riferimento al “buco della chiave”: “keyhole”, “schlüsselloch”... L’architettura abitativa cino-giapponese non fa uso di porte e serrature, a differenza di quanto avviene in Occidente: in queste culture non esiste neanche la prospettiva. Cfr. Gentil Baldrich 2011, p. 266.

9. Manetti, Vita di Filippo Brunelleschi, 1992, p. 55.

10. Ivi, p. 56.

11. Ibid.

12. Ibid.

13. Ivi, pp. 57, 58. Lo specchio – che iniziava a essere utilizzato proprio in quel periodo – diede luogo a una teoria associata all’esoterismo medievale che qui non viene affrontata.

14. Parronchi 1964, pp. 226-295.

15. Roccasecca 2001, p. 65. Alcuni interpretano la prima tavoletta come la “costruzione legittima” – con un solo punto di fuga – e la seconda, probabilmente con due, come la teoria ... dei punti di distanza a 45°! Una posizione più sensata la si ritrova in Camerota 2001, pp. 27-31.

16. Sanpaulesi 1951, pp. 25-54. È stato detto con ironia che «Sanpaulesi, che era architetto e ingegnere, si compiace di accentuare gli aspetti pratici, le novità sul piano tecnico e i trucchi del suo eroe»; Klein, 1980, p. 259.

17. Francastel 1984, p. 19: «Non si tratta di un’opera [teorica] destinata a essere esposta al grande pubblico. Ci troviamo di fronte a un esperimento, a uno strumento».

18. Veltman 1992, p. 4: «In quanto neo-kantiano, Panofsky sottolineava il fatto che la scoperta della prospettiva lineare nel XV secolo era innanzitutto un avanzamento sul piano teorico. La pratica rivestiva comunque un ruolo ugualmente fondamentale. Le dimostrazioni prospettiche di Brunelleschi sarebbero risultate impossibili senza questi strumenti».

19. Docci, Cigola 1995, p. 12.

20. La posizione del piano di quadro – il piano del disegno – è tanto importante sul piano grafico quanto ir-rilevante sul piano geometrico: non rappresenta che un fattore di scala della proiezione.

21. Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, edizione 1984, p. 64: Nicco Fasola notava con sorpresa il fatto che qui non viene trattata la fisiologia dell’occhio, fondamentale per la teoria medievale ma non necessaria alla costruzione prospettica.

22. Leonardo da Vinci, *Ms. E, 16a*, Institut de France (*Tratado de Pintura*, n. 107, p. 155).

23. È curioso il fatto che la necessità, per la costruzione prospettica, della visione monoculare coincida con una delle premesse fondamentali della Cabala: «E inoltre, sebbene vi siano due occhi, essi sono convertiti in uno solo. E per tanto, anche esistono due occhi, essi si trasformano in un occhio solo. Un solo occhio nell’Anziano dei giorni». Zohar, *Sipbra Dtzenioutha*, IX, 121.

24. Leonardo da Vinci, *Ms. BN 2038, 24a*, Institut de France (*Tratado de Pintura*, n. 513, p. 371).

25. Si è vista una relazione di dipendenza diretta tra la finestra quadrettata della prospettiva e la cartografia: si veda Edgerton 1974, pp. 275-292. La critica ha descritto con ironia la scarsa influenza grafica delle teorie tolemaiche nel Quattrocento italiano: «Per esempio, se la cartografia fosse stata alla base della prospettiva si sarebbe parlato di “cartografia dei pittori” e non di “prospettiva”»; si veda Raynaud 2001, p. 13, nota 9. L’influenza era probabilmente al contrario: dalla prospettiva alla cartografia.

26. Ad esempio, per la comparsa del telescopio agli inizi del XVII secolo, immediatamente utilizzato per cose molto diverse dalle osservazioni astronomiche. Ma non solo per l’ottica: la possibilità di orientare il tiro guardando visivamente fu la prima evoluzione di alcune armi da fuoco come l’archibugio e il moschetto.

27. Panofsky 1966, p. 58. Questa idea di infinito applicata alla prospettiva non era stata concepita prima dell’inizio del XVII secolo e in alcuni dei circoli scientifici che ruotavano intorno ai movimenti artistici. Cfr. Migliari 1995, pp. 25-36.

28. Anche se, nel caso di rette perpendicolari al quadro, la proiezione del punto di vista e il punto di fuga possono essere immaginati coincidenti, si tratta di due concetti del tutto distinti, come ben sanno i docenti di Geometria descrittiva.

theory... of the points of distance at 45°! Camerota (2001, pp. 27-31) provides a more intelligent position.

16. Sanpaolesi 1951, pp. 25-54. It has been ironically said that "Sanpaolesi, who was an architect and an engineer, took pleasure in emphasising the practical aspects, technical novelties and tricks performed by his hero"; Klein, 1980, p. 259.

17. Francastel 1984, p. 19: "It is not a [theoretical] work to be displayed to the public at large. We are dealing with an experiment, with a tool".

18. Veltman 1992, p. 4: "As a neo-Kantian, Panofsky emphasised the fact that the discovery of linear perspective in the fifteenth century represented, first and foremost, theoretical progress. However practice was just as important. Brunelleschi's demonstrations of perspective would have been impossible with these instruments".

19. Docci, Cigola 1995, p. 12.

20. The position of the picture plane – the plane of the drawing – is as important graphically as it is irrelevant geometrically: it only represents the scale of the projection.

21. Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, edition 1984, p. 64: Nicco Fasola noted with some surprise that the physiology of the eye is not included, while it was fundamental for medieval theory, but not required in perspective constructions.

22. Leonardo da Vinci, Ms. E, 16a, *Institut de France* (Tratado de Pintura, n. 107, p. 155).

23. It's odd that the need for monocular vision, required in perspective construction, coincides with one of the fundamental premises of the kabbalah: "And further, although there be two eyes, yet they are converted into one eye. And therefore, although two eyes exist, they are turned into one. One eye in the Ancient of Days". Zohar, Siphra Dtzenioutha, IX, 121.

24. Leonardo da Vinci, Ms. BN 2038, 24a, *Institut de France* (Tratado de Pintura, n. 513, p. 371).

25. A relationship of direct dependence exists between the squared window of perspective and cartography: see Edgerton 1974, pp. 275-292. Critics have ironically described how little Ptolemy's theories influenced drawing

in the fifteenth century in Italy: "For example, if cartography had been behind perspective we would have talked about the 'cartography of painters' and not of 'perspective'"; see Raynaud 2001, p. 13, note 9. The influence was probably the other way around: from perspective to cartography.

26. For example, the invention of the telescope in the early seventeenth century was immediately used in many different ways and not just to look at the heavens. And not only for optics: the possibility to fire in one direction by visually pointing towards the target was one of the first changes made to certain firearms such as the harquebus and the musket.

27. Panofsky 1966, p. 58. This concept of infinity applied to perspective was not formulated before the beginning of the twelfth century and in some scientific circles associated with artistic movements. Cf. Migliari 1995, pp. 25-36.

28. Even if, in the case of straight lines perpendicular to the canvas, we can imagine that the projection of the viewpoint and the vanishing point can coincide; these are two completely separate concepts, as all teachers of Descriptive Geometry know all too well.

References

- Bassentin Jacques. 1555. *Amplification de l'usage de l'astrolabe*. Lyon: Ian de Tournes 1555.
- Camerota Filippo. 2001. L'esperienza di Brunelleschi. In *Nel segno di Masaccio. L'invenzione della prospettiva*. Firenze: Giunti, 2001, pp. 27-31.
- Danti Egnatio. 1573. *La Prospettiva de Euclides*. Firenze: Giunti, 1573.
- Docci Mario, Cigola Michela. 1995. Representación grafica e instrumentos de medición entre la Edad Media y el Renacimiento. *Anales de Ingeniería Grafica*, 2, Madrid, 1995, pp. 1-20.
- Edgerton Samuel Y. Jr. 1974. Florentine Interest in Ptolemaic Cartography as Background for Renaissance Painting, Architecture, and the Discovery of America. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 33, 1974, pp. 274-292.
- Federici vescovini Graziella. 1965. Contributo per la storia della fortuna di Alhazen in Italia. Il volgarizzamento del manoscritto Vaticano 4595 e il Commentario III di Lorenzo Ghiberti. *Rinascimento*, 5, 1965, pp. 17-49.
- Francastel Pierre. 1984. *Pittura y sociedad*. Madrid: Cátedra, 1984. ISBN: 84-3760-464-8 [*Peinture et société. Naissance et destruction d'un espace plastique de la Renaissance au cubisme*. París: Audin, 1951].
- Gentil Baldrich José María. 2011. *Sobre la supuesta perspectiva antigua (y algunas consecuencias modernas)*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2011. ISBN: 978-84-472-1402-0.
- Hockney David. 2001. *Secret Knowledge: Rediscovering the Lost Techniques of the Old Masters*. London: Thames & Hudson, 2001. ISBN: 978-01-4200-512-5.
- Klein Robert. 1982. Estudios sobre la perspectiva en el Renacimiento. In *La forma y lo inteligible*. Madrid: Taurus, 1982, pp. 255-264 [*La forme et l'intelligible, écrits sur la Renaissance et l'art moderne*. París: Gallimard, 1970].
- Leonardo da Vinci. *Tratado de Pintura*. Madrid: Editora Nacional, 1976.
- Manetti Antonio. *Vita di Filippo Brunelleschi*. A cura di Carlachiaro Perrone. Roma: Salerno Editrice, 1992.
- Migliari Riccardo. 1995. La prospettiva e l'infinito. *Disegnare. Idee Immagini*, 11, 1995, pp. 25-36.
- Montaigne Michel de. *Journal du Voyage de [...] en Italie, par la Suisse et l'Allemagne, en 1580 et 1581*. Lib. III.
- Panofsky Erwin. 1966. *La prospettiva come "forma simbolica" e altre scritti*. Milano: Feltrinelli, 1966 [*Die Perspektive als symbolische Form*. Berlin/Leipzig, 1927].
- Parronchi Alessandro. 1964. Le tavole prospettiche del Brunelleschi. In *Studi su la dolce prospettiva*. Milano: Aldo Martello, 1964, pp. 226-295.
- Piero Della Francesca. *De prospectiva pingendi*. Edizione critica a cura di Giustina Nicco Fasola. Firenze: Le Lettere, 1984.
- Raynaud Dominique. 2011. Perspectiva naturalis. In *Nel segno di Masaccio. L'invenzione della prospettiva*, Firenze: Giunti, 2001, pp. 11-13.
- Roccasecca Pietro. 2001. La finestra albertiana. In *Nel segno di Masaccio. L'invenzione della prospettiva*, Firenze: Giunti, 2001, pp. 65-69.
- Sanpaolesi Piero. 1951. Ipotesi sulle conoscenze matematiche, statiche e meccaniche del Brunelleschi. *Belle Arti*, II, 1951, pp. 25-54.
- Veltman Kim H. 1992. *Perspective and the Scope of Optics*. Toronto, Unpublished, 1992.
- Vitruvio. *Architettura con il suo commento*. A cura di Gianbatista Caporali. Perugia: Iano Biganzzini, 1536.

Luca Ribichini, Flavio Mangione, Tommaso Magnifico

Il Teatro Imperiale di Luigi Moretti.
L'importanza del disegno nella concezione dello spazio
The Imperial Theatre by Luigi Moretti.
The importance of drawing in the concept of space

This study was inspired by a graduate thesis on the Imperial Theatre designed by Luigi Moretti. The study exploited the excellent material made available by the Moretti-Magnifico archives. The graphic documents illustrate the importance of drawing as a cognitive study tool. The analysis and redesign of the final project, housed in the EUR Spa archives, allowed us to recreate an accurate virtual model of the deformations and geometric compensation used by Moretti to correct what the building looked like from several viewpoints. Using his drawings we retraced his mental and scientific procedure; this information enriches existing critiques and reveals very unusual features of his Imperial Theatre.

Key words: Luigi Moretti, Imperial Theatre, EUR, Piazza Imperiale, Rationalism.

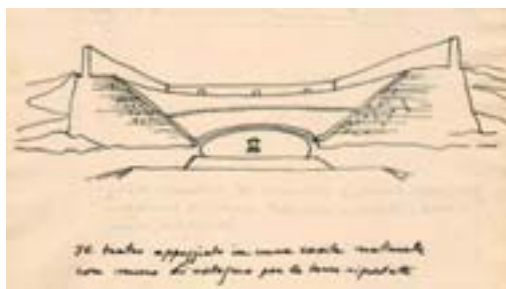
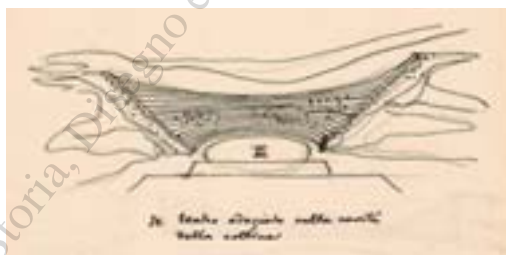
When a mere thirteen years of age Luigi Valter Moretti began to use a 'ruling pen' in the studio of his father, Luigi Rolland, a mathematician and engineer. In a family which usually talked about maths and music, his father was the first person to encourage his son's precocious talent for drawing and guide him "in his first images and discussions on architecture and art".¹ During his higher secondary education Moretti cultivated his interest in classical studies considered as a philosophical structure and method to study reality. After finishing school, and before he enrolled at the School of Architecture, he spent a year studying classical philology and the roots of western philosophy, combining his knowledge of maths with the linguistic-logical coordination of ancient languages. His extraordinary passion for architecture and the ancient world found fertile ground at the Regia Scuola di Architettura where he enrolled in 1925 aged nineteen. At the school, Gustavo Giovannoni and Vincenzo Fasolo helped him channel his innate curiosity and desire to study the profound reasons behind form and space and develop a critical method to analyse monuments. In particular, as a legendary draughtsman Fasolo's teachings gave Moretti the possibility to meticulously study the distribution, construction, function and form of the works of the masters through an intense and detailed redesign of old architectures.² He tried to understand the 'constructive feeling' that structures form and guides it

Il presente studio prende avvio da una tesi di laurea sul Teatro Imperiale di Luigi Moretti. Il lavoro di ricerca si è avvalso di un importante materiale messo a disposizione dall'archivio Moretti-Magnifico. I grafici presi in esame mostrano l'importanza del disegno come strumento di indagine e conoscenza. Inoltre, attraverso l'analisi e il ridisegno del progetto esecutivo, custodito nell'archivio Eur Spa, è stato possibile realizzare un puntuale modello virtuale che svela le deformazioni e compensazioni geometriche apportate da Moretti per correggere la percezione ottiche dell'edificio da più punti di vista. Attraverso i disegni di Moretti si è potuto quindi ricostruire un percorso mentale e scientifico che arricchisce la lettura critica effettuata sino a oggi, svelando aspetti completamente inediti sul Teatro Imperiale di Luigi Moretti.

Parole chiave: Luigi Moretti, Teatro Imperiale, EUR, Piazza Imperiale, Razionalismo.

Luigi Moretti inizia, a soli tredici anni, a usare il "tirilinee" nello studio del padre Luigi Rolland, matematico e ingegnere. Sarà appunto il padre a sostenere la precoce predisposizione di Luigi Valter per il disegno e a guidarlo «alle prime immagini e discorsi sull'architettura e sull'arte»¹ in un ambiente familiare in cui si parlava abitualmente di matematica e di musica. Durante gli studi per la licenza superiore Moretti coltiva il suo interesse per la classicità intesa come strut-

tura del pensiero e metodo per indagare la realtà. Diplomato, prima di iscriversi alla Scuola di Architettura, dedica un anno agli studi di filologia classica dove esplora le radici del pensiero occidentale combinando la conoscenza della matematica e la coordinazione linguistico-logica degli idiomi antichi. La sua passione fuori dal comune per l'architettura e il mondo antico trova un valido sostegno proprio nella Regia Scuola di Architettura dove si iscrive nel 1925 a diciannove anni. La sua innata curiosità e volontà di indagare le ragioni profonde della forma e dello spazio trovano nell'insegnamento di Gustavo Giovannoni e di Vincenzo Fasolo un vero e proprio metodo di analisi critica dei monumenti; in particolare l'insegnamento di Fasolo, leggendario disegnatore, permette a Moretti di studiare a fondo, con un intenso e dettagliato ridisegno delle architetture del passato, i caratteri distributivi, costruttivi, funzionali e formali delle opere dei maestri². Egli cerca di cogliere il "sentimento costruttivo" che struttura la forma e la guida verso il suo essere strumento che definisce lo spazio e anima le scelte di natura funzionale e poetica. Il contatto diretto con le architetture e il disegno dal vero gli permettono di capire quanto sia importante conoscere prima che rappresentare. La struttura di fondo del disegnare è per Moretti "comprensione del reale", cui segue poi una fase di restituzione dopo che lo spirito umano ne ha filtrato l'essenza. Il disegno, quindi, prima come conoscenza e poi come espressione, come significato sintetico del nostro mondo. «È la radice del nostro modo di essere, di vivere: è il modo più acuto di rappresentare il mondo e possederlo»³. Per Moretti quando pensiamo qualcosa, quando cominciamo a comprenderla, già



1/2/3/ *Pagina precedente*. Schizzi per lo studio sul teatro greco contenuti in pagine fascicolate con testo e immagini (Archivio Moretti-Magnifico).

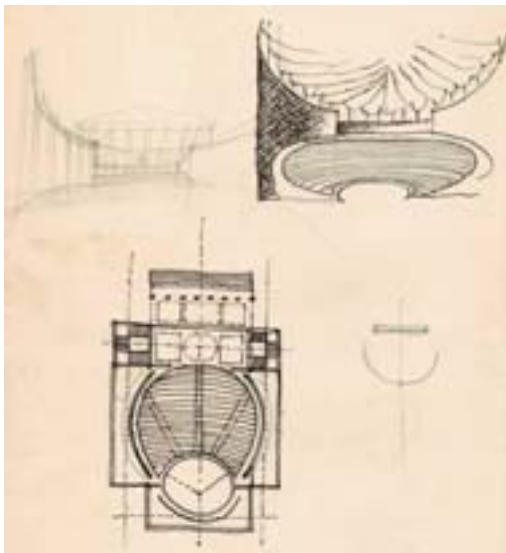
Previous page. *Sketches for the study of the Greek theatre in bundled pages with texts and images* (Moretti-Magnifico Archives).

4/ Schizzo di studio sul teatro romano e di possibile copertura a velario da adattare per la grande cavea da 6.000 posti (Archivio Moretti-Magnifico).

Studio sketch of the Roman theatre and possible velarium roof to be adapted to the large cavea with 6,000 seats (Moretti-Magnifico Archives).

5/ Schizzi con sezioni e pianta per lo studio della copertura mobile e per la continuità dei due teatri. Si noti la copertura a mensola dell'attico simile alla "Casa balilla sperimentale" (1932-36) al "Foro Italico" (Archivio Moretti-Magnifico).

Sketches with sections and plan for the study of the mobile roof and link between the two theatres. Note the truss roof of the attic, similar to the 'Experimental Casa Balilla' (1932-36) at the 'Foro Italico' (Moretti-Magnifico Archives).



iniziamo a disegnarla. La didattica del disegno deve insegnare a vedere, a conoscere. Se il mondo si «percepisce secondo differenze, il disegno è l'accezione delle differenze cui è legata la nostra percezione e quindi il nostro modo di essere e di pensare. Il disegno è pertanto facoltà eminentemente intellettuale. L'evoluzione di questo modo di apprendere le differenze, cioè la realtà, fa la storia del-

l'arte»⁴. Se il disegno è il frutto del vedere e del pensare può diventare strumento critico e linguaggio.

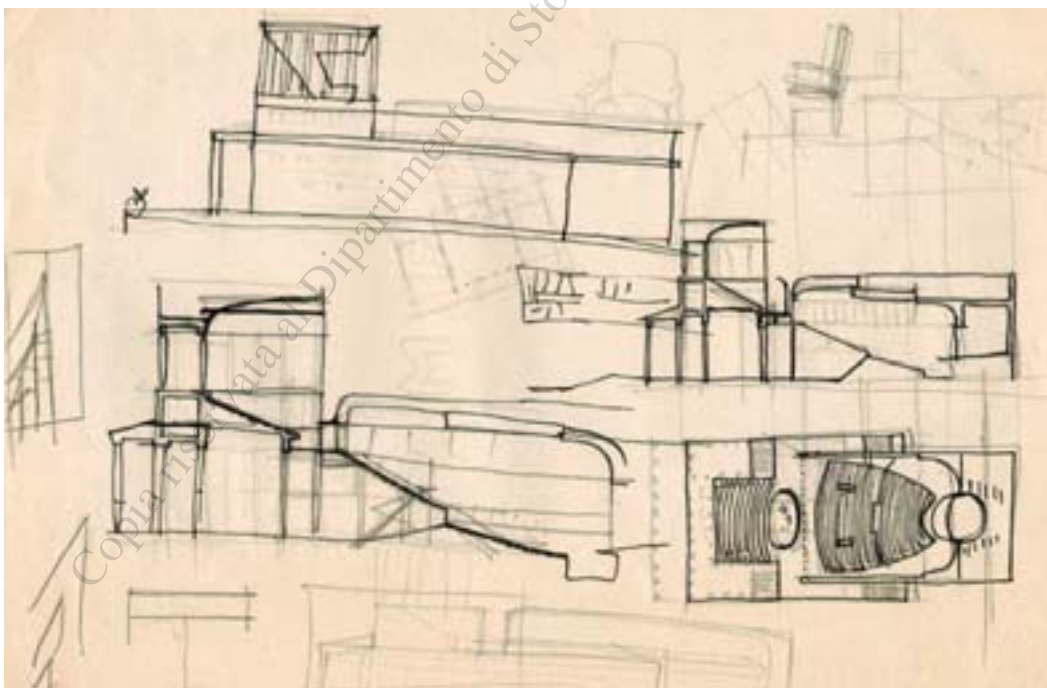
La genesi della forma e dello spazio del Teatro Imperiale di Luigi Moretti segue questa logica del disegno come conoscenza. La grafica non affronta il problema dell'architettura solo da un punto di vista geometrico ma anche percettivo-psicologico. Lo sforzo dell'architetto è quello di cogliere, attraverso la rappresentazione, le qualità psicofisiche degli oggetti che sono al di fuori della legge del punto di vista. Non a caso Moretti sottolinea come le migliori prospettive siano quelle che hanno cinque o sei punti di vista. Tra le carte dell'archivio Moretti è presente uno studio dettagliato del teatro greco, un'analisi approfondita della sua forma, del suo essere nella natura. Il teatro greco classico, greco ellenistico e romano viene indagato nella sua essenza costruttiva, funzionale, spaziale e formale attraverso un progressivo lavoro di astrazione e sintesi (figg. 1, 2, 3). In particolare è la soluzione romana, con copertura a velario, a suggerire interessanti varianti per la copertura apribile del teatro (fig. 4). È curioso notare come il gruppo di Pietro Lingeri, Giuseppe Terragni e Luigi Vietti⁵ avesse seguito la stessa strada per trovare una soluzione

towards its role as an instrument to define space and the inspiration behind functional and poetic choices. Through direct contact with the architectures and real life drawing he learnt how important it is to understand before embarking on representation. For Moretti, the basic premise behind drawing is to 'understand reality', followed by a period of restitution after its essence has been filtered by the human spirit. So drawing was, first and foremost, knowledge and then expression, as the concise meaning of our world.

"It is the roots behind who we are, the way we live: it is the most sensitive way of representing the world and possessing it".³ Moretti believed that when we think of something and begin to understand it, that's when we begin to draw it. The didactics of drawing has to teach people to see and understand. If the world is "perceived according to differences, drawings represent the acceptance of those differences to which our perception is linked, and therefore who we are and what we think. So drawing is an eminently intellectual faculty. The evolution of the way in which we learn about differences, in other words reality, is in fact the history of art".⁴ If a drawing is based on what we see and think, it can become a critical tool and language.

The genesis of the form and space of the Imperial Theatre by Luigi Moretti follows this concept of drawing as knowledge. Drawings tackle the problem of architecture from a geometric, as well as a perceptive and psychological point of view. Designing architecture means capturing, through representation, the psychophysical qualities of objects which lie outside the law of viewpoints. It's no accident that Moretti emphasises how the best perspectives are the ones with five or six viewpoints. One of the works in the Moretti archives is a detailed study of the Greek theatre, an in-depth analysis of its form and presence in nature.

His studies of construction and the functional, spatial and formal essence of classical Greek, classical Hellenistic, and Roman theatres become increasingly abstract and concise (figs. 1, 2, 3). The Roman solution with its velarium was the one which inspired the most interesting variations for the foldable roof of



6/ Schizzo prospettico con la soluzione che vede l'attico sospeso su pilotis e la copertura a velario con tiranti (Archivio Moretti-Magnifico).

Perspective sketches with the attic suspended on piers and the velarium roof with tie-rods (Moretti-Magnifico Archives).

the theatre (fig. 4). Interestingly enough, Pietro Lingeri, Giuseppe Terragni and Luigi Vietti⁵ followed the thought process to find a solution to the roof of the Hall of the Thousand in the first stage of the competition for the Palazzo del Littorio along Via dei Fori Imperiali. Here too, in-depth study of the architecture of the past became important material data with which to elaborate modern design solutions. I believe there are three reasons why both groups, headed respectively by Terragni and Moretti, needed to update the foldable Roman roof system: one, to create a direct link with the architecture of the past; two, to increase the seductiveness of a changeable spatiality; and three, to work with avant-garde technological solutions. Luigi Vietti also experimented with a foldable roof for the Rome Auditorium competition in 1934 and for a lakeside club in Cannobbio (1937).

In several unique sketches for the roof of the attic Moretti adopted a formal and structural solution with a truss roof very similar to the one used in the 'Experimental Casa balilla' at the 'Foro Italico' (fig. 5). There was however one variation: the small theatre was raised on piers (fig. 6) revealing the compositional and spatial solutions adopted after the war. His studies of a velarium roof could have inspired this hypothetical design. Moretti merges ancient and modern strategies in his search for a combination to clearly show unity of space and form, and how unity should correspond to a specific architectural idea which the architect has to pursue without surrendering to short-lived popular languages or styles.

Using drawings to understand a design

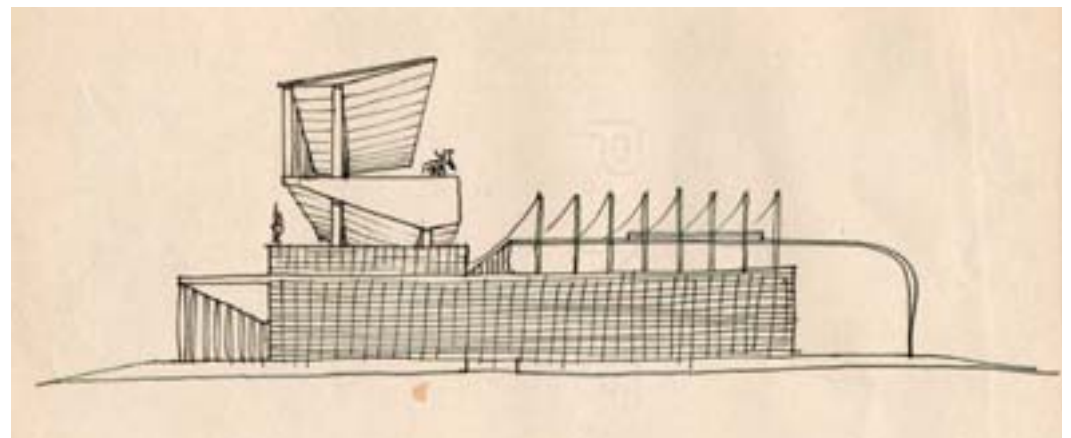
The story of the Imperial Theatre by Luigi Moretti began on 23 September 1937 when the EUR Agency launched a competition for the design of Piazza Imperiale; the ex aequo winners were Luigi Moretti and the team made up of Ludovico Quaroni, Saverio Muratori, and Francesco Fariello. In February 1938 the four professionals were commissioned to designing the square; Moretti was commissioned to designing the Imperial Theatre, while the others were asked to design two museums: the museum of ancient art and the museum of modern art.

ne alla copertura della sala dei 1.000 per il concorso di primo grado (soluzione A – 1934) per il Palazzo del Littorio a via dei Fori Imperiali; anche in questo caso uno studio attento dell'architettura del passato diventa importante materiale informativo per progettare con soluzioni proprie del comporre moderno. Sia nel progetto del gruppo di Terragni sia in quello di Moretti, la necessità di attualizzare il sistema di copertura apribile romano nasce a mio avviso da tre esigenze: creare un legame diretto con l'architettura del passato; aumentare le capacità seduttive di una spazialità mutevole; confrontarsi con soluzioni tecnologiche di avanguardia. Luigi Vietti sperimenterà una copertura apribile anche per il concorso dell'Auditorium di Roma nel 1934 e per un club sul lago a Cannobbio nel 1937. Per la copertura dell'attico Moretti adotta, in una serie particolare di schizzi, una soluzione formale e strutturale, con copertura a mensola, che è strettamente legata alla copertura della "Casa balilla sperimentale" al "Foro Italico" (fig. 5); vi è una variante, in particolare, dove il piccolo teatro viene sollevato su pilotis (fig. 6) mostrando in sezione soluzioni compositive e spaziali adottate nel dopoguerra. È proprio in questa ipotesi che gli studi sulla copertura a velario sembrano trovare una possibile applicazione. Qui Moretti combina strategie antiche e moderne alla ricerca di una sintesi che mostri con chiarezza l'unità di spazio e forma e come questa unità debba rispondere a una chiara idea architettonica che l'architetto deve perseguire senza piagarsi a fuggevoli mode di linguaggio e stile.

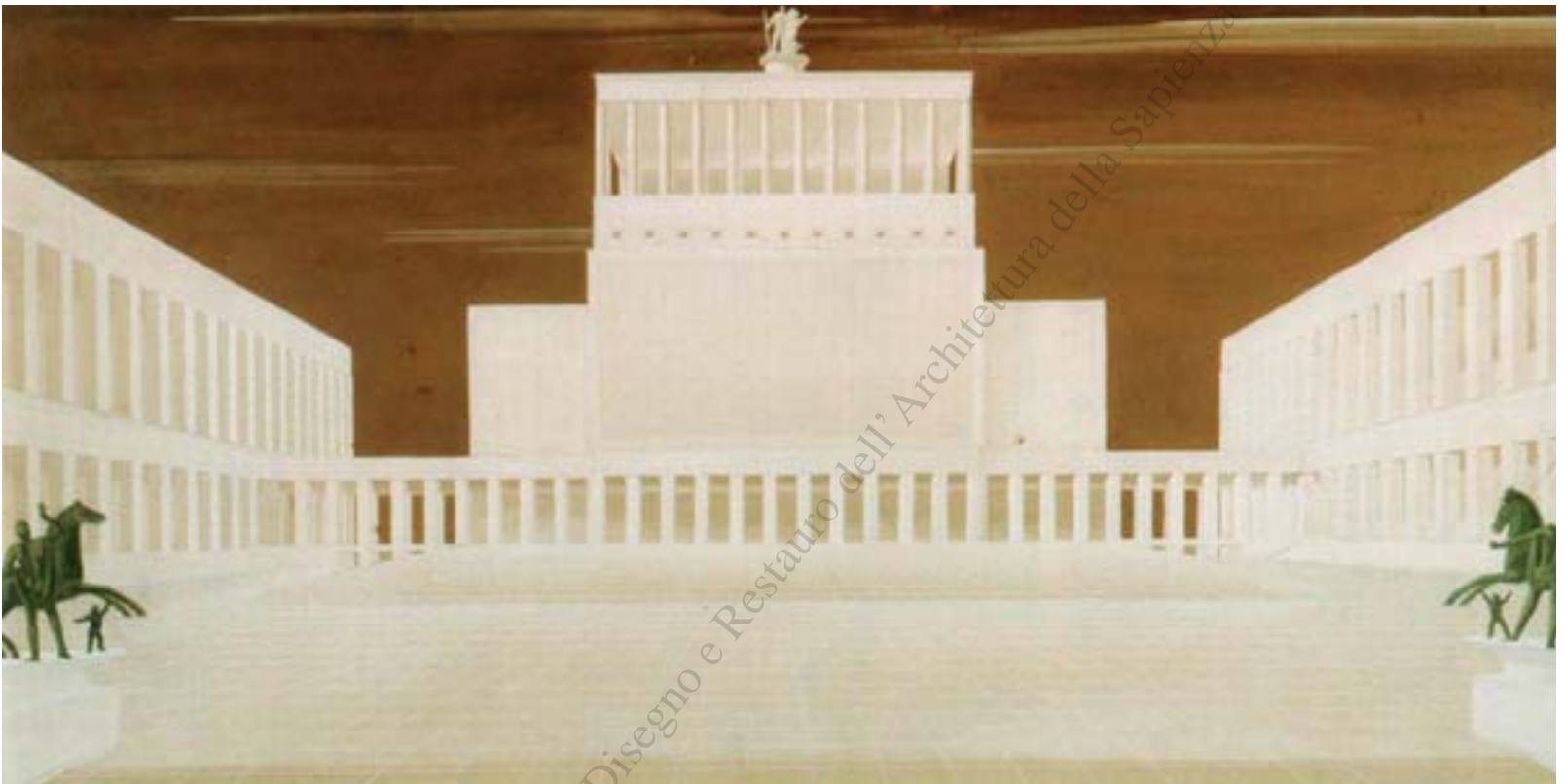
La comprensione del progetto attraverso i disegni

La storia del Teatro Imperiale di Luigi Moretti ha origine il 23 settembre del 1937 quando l'Ente Eur bandisce un concorso per la progettazione della Piazza Imperiale; risultano vincitori, ex-aequo, Luigi Moretti e il gruppo formato da Ludovico Quaroni, Saverio Muratori e Francesco Fariello. Nel febbraio del 1938 i quattro professionisti vengono incaricati di realizzare la piazza; in particolare Moretti si dovrà occupare della progettazione del Teatro Imperiale, mentre agli altri verrà affidato il progetto dei due musei, dell'arte antica e dell'arte moderna. Nel gennaio del 1939 Moretti firma, con i colleghi, l'incarico per la realizzazione; nel contratto è previsto che Moretti consegni, entro il 31 gennaio dello stesso anno, tutti i grafici strettamente necessari per l'appalto dei lavori ed entro il 15 febbraio i restanti elaborati. Il 29 marzo viene autorizzato il finanziamento dei lavori e il 27 ottobre approvato il contratto con l'impresa. A dicembre si apre il cantiere ma le opere si limiteranno alla sola posa in opera delle fondazioni su pali. Le lavorazioni si interrompono nel giugno del 1942 e nel dopoguerra sulle medesime fondazioni verrà realizzato il Palazzo Italia.

Tutto il materiale legato alle varie fasi storiche del progetto è conservato in tre grandi "fondi" custoditi nell'Archivio Centrale dello Stato, nell'archivio dell'Ente Eur e nell'archivio di Tommaso Magnifico. È in queste tre sedi che troviamo centinaia di disegni, tra schizzi e tavole di progetto, che riguardano il Teatro Imperiale pensato per l'Esposizione Universa-

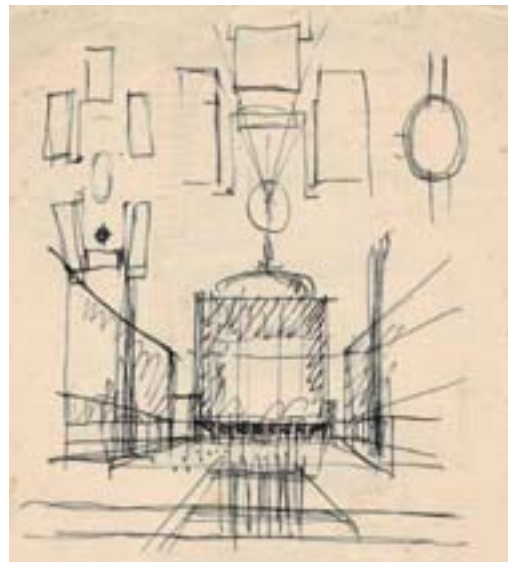


- 7/ Prospettiva di concorso (Rostagni 2008, p. 63).
Competition view (Rostagni 2008, p. 63).
 8/ Schizzo di studio per la fase di concorso (Archivio
 Moretti-Magnifico).
Studio sketch for the competition (Moretti-Magnifico Archives).



le di Roma, che doveva tenersi nel 1942; ne abbiamo selezionato una parte, quella che a nostro avviso caratterizza le fasi salienti della formazione spaziale e architettonica dell'edificio. Dai primi schizzi fino alle prospettive di concorso, Moretti sembra inseguire una "classicità atemporale", che cerca di interpretare l'istanza di monumentalità richiesta dal bando. In particolare, una prospettiva centrale della fronte del teatro (fig. 7) mostra un sistema di volumi puri che assorbono e semplificano le partiture e le effervescenze dell'ordine classico. Una grande vetrata, paradigma di una modernità razionale, domina l'impianto poggiandosi su un porticato che collega e definisce l'ambito spaziale della Piazza Imperiale. Sopra la grande vetrata, Moretti colloca un ampio loggiato che allude a un mondo glorioso con cui il fascismo cerca un dialogo diretto. Nella soluzione di concorso la grande vetrata risulta però opaca e della stessa natura materica degli altri volumi; non è possibile quindi rileggere l'intenzione dell'architetto che voleva che tutti i *foyer* (ridotti) si aprisse-

ro «a giorno sul grande atrio che a sua volta insiste attraverso una grande vetrata sulla piazza. Così che all'esterno si può godere la festività e fastosità della folla»⁶. Un diverso trattamento grafico della vetrata, come è accaduto



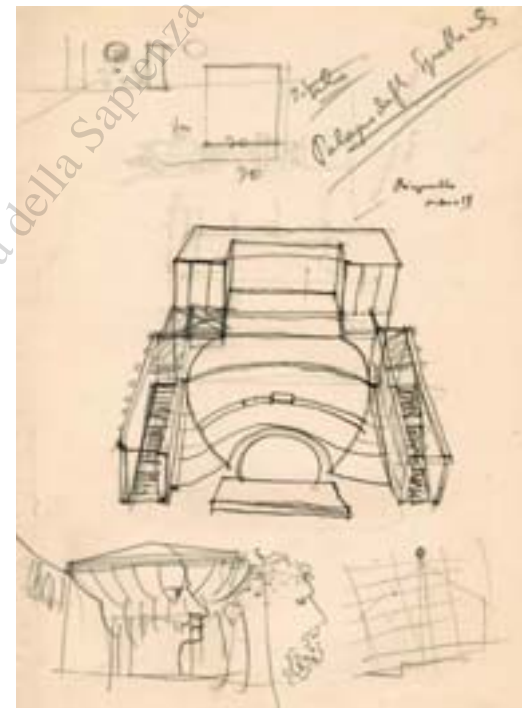
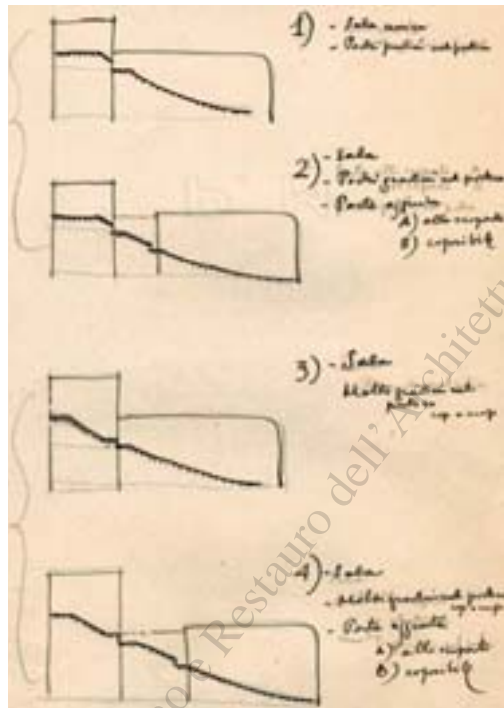
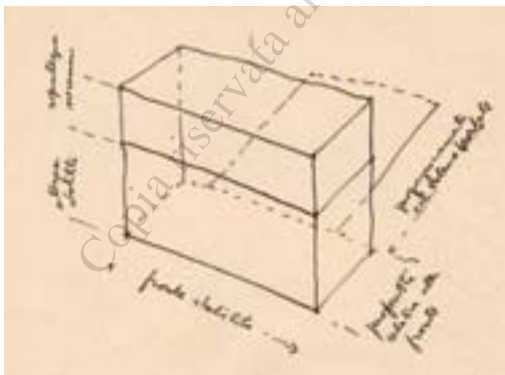
In January 1939 Moretti and his colleagues signed the contract for its construction. The document specified that before the end of that same months Moretti had to deliver all the drawings needed to launch the tender; all the other tables and diagrams were required before February 15. Funds for the project were approved on March 29 and on October 27 the contract with the building company was signed. The worksite opened in December, but only involved the construction of the pier foundations. Work stopped in June 1942; after the war Palazzo Italia was built on those foundations. All the documents about the various phases of the project are kept in three large 'holdings' in the Central State Archives, the Ente Eur Archives, and the Tommaso Magnifico Archives. Between them they have hundreds of drawings, sketches, and design diagrams about the Imperial Theatre for the Universal Exposition in Rome to be held in 1942. We selected only some of them, the ones which we think refer to the more important phases of the spatial and architectural design of the building.

9/ Schizzo di studio per la rimodulazione delle volumetrie del teatro (Archivio Moretti-Magnifico).
Studio sketch to redesign the volumes of the theatre (Moretti-Magnifico Archives).

10/ Schizzi di studio per indagare e valutare le varie ipotesi progettuali (Archivio Moretti-Magnifico).
Studio sketches to study and assess the design options (Moretti-Magnifico Archives).

11/ Schizzo di studio per la forma della grande cavea e dei volumi che la contengono (Archivio Moretti-Magnifico).
Studio sketch for the shape of the large cavea and the buildings around it (Moretti-Magnifico Archives).

From his early sketches to the competition perspectives, Moretti appears to pursue a 'timeless classicism' in order to interpret the monumentality specified in the tender. In particular, a central perspective of the façade (fig. 7) reveals a system of pure volumes which absorb and simplify the design and embellishments of the classical order. A huge glass window, paradigm of rational modernity, dominates the design above a portico connecting and defining the spatial environment of Piazza Imperiale. Moretti designs a big loggia above the glass façade, alluding to the glorious world with which Fascism tried to establish a direct link. Nevertheless, in the competition solution this window is opaque and made of the same materials as the other volumes; so it's impossible to know the exact intentions of the architect who wanted all the foyers to open "on the big hallway which in turn faces the square on the other side of the huge glass façade. So that the magnificent view of the festive crowd can be seen from outside the building".⁶ A different graphic portrayal of the glass façade (for example, the perspective presented for the second project) would certainly have improved Moretti's solid/empty space, opaque/transparent reinterpretation of classical architecture; likewise a reference to a possible mirroring of the surface would have made the columned attic much lighter and more abstract (figs. 7, 8). While drawing these initial ideas Moretti immediately realised that the volume specified in the tender could not balance the buildings around the huge square. In a schematic wire-type note he expressed the need for another volume; Moretti was to work tirelessly on this

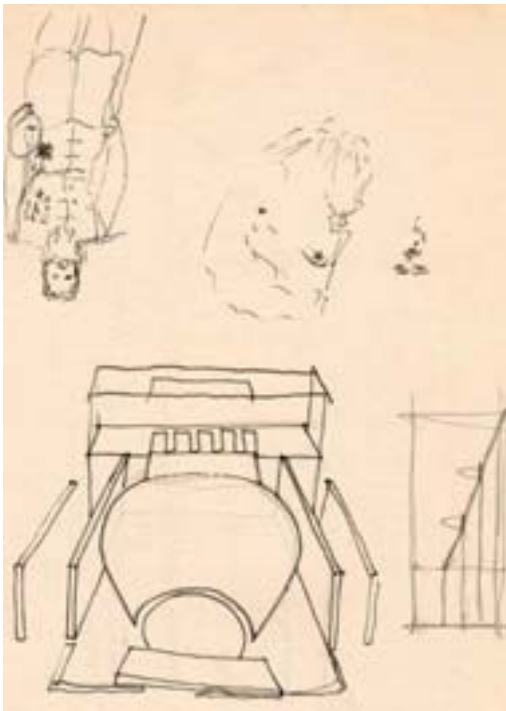


nella prospettiva presentata per il secondo progetto, avrebbe sicuramente reso più efficace il rapporto pieno-vuoto, opaco-trasparente su cui si gioca la reinterpretazione morettiana dell'architettura classica; anche l'accento a una eventuale specchiatura della superficie avrebbe reso ancora più leggero e astratto l'attico colonnato (figg. 7, 8). È già da questi primi disegni che Moretti si accorge che l'ingombro volumetrico previsto dal bando non è sufficiente per bilanciare le masse che definiscono la grande Piazza Imperiale. In uno schematico appunto a fil di ferro viene segnalata la necessità di un volume aggiunto, sul quale Moretti lavorerà intensamente cercando di interpretare una quinta architettonica utilizzando sia la composizione classica, sia quella moderna e razionale (fig. 9).

Nel complesso si ha un'ampia gamma di schemi compositivi che informano la progettazione sia della Piazza Imperiale sia del teatro. Nel combinare le esigenze legate al dimensionamento dei volumi, Moretti cerca di trarre spunto dalle sue ricerche per realizzare una spazialità versatile e mutevole. Il bilanciamento della massa del grande teatro con la dimensione imperiale della piazza porta alla definizione

di un'architettura di ingenti dimensioni costituita da quattro spazi principali: il pronao che fa da filtro tra la piazza e il teatro; il grande atrio con i ridotti; la sala per 6.000 posti, pensata prima per 4.300 posti, e il piccolo teatro da 400 posti previsto nell'attico. Sarà quest'ultimo a giocare un ruolo determinante per definire il prospetto principale e modulare la cavea che Moretti pensava divisa in due parti autonome, che all'occorrenza potessero funzionare come un unico ambiente (figg. 10, 11, 12). Nei disegni che seguono i grafici di concorso, il teatro si stacca dalle ali porticate; si dà inizio allo studio di diverse soluzioni che vedono sparire la grande vetrata per far spazio a un pronao sormontato dal grande attico dove, probabilmente su suggerimento di Piacentini, compare un timpano ribassato. In un prospetto del 1930 la parete di fondo del pronao risulta piena, a meno dell'ingresso della larghezza di tre intercolunni e nel colonnato superiore compare una serie di archetti; da questa soluzione compositiva e dal trattamento grafico ne risulta un'architettura fortemente materica con la volontà di confrontarsi con il linguaggio classico. In una delle prospettive (fig. 13) che rappresentano la soluzione fina-

12/ Schizzo di studio per la forma della grande cavea e dei volumi che la contengono (Archivio Moretti-Magnifico).
Studio sketch for the shape of the large cavea and the buildings around it (Moretti-Magnifico Archives).
 13/ Prospettiva del secondo progetto (Rostagni 2008, p. 63).
View of the second project (Rostagni 2008, p. 63).



le invece il muro di fondo del pronao si smaterializza e viene sostituito da una grande superficie vetrata a tutta parete. Il disegno ne mostra la trasparenza, evidenziando l'astrazione metafisica dell'ultima stesura dove classicità e modernità trovano una sintesi sobria e raffinata. Anche le bucaure alla base dell'attico e il trattamento del timpano vanno nella direzione di una rivisitazione moderna del linguaggio classico di cui Moretti sembra indagare lo spirito profondo in un processo di continua astrazione e purificazione.

Due soluzioni inedite per il Teatro Imperiale di Luigi Moretti

Nella fase preparatoria del progetto definitivo per il Grande Teatro all'Esposizione Universale di Roma, Moretti si muove su una duplice linea di ricerca. Da un lato vi è l'indagine storica sull'evoluzione della forma dell'edificio teatrale, con particolare riguardo al significato storico e sociale, ossia alla sua propria rappresentazione civile nell'im-

idea trying to interpret an architectural wing by using a classical, modern, and rational design (fig. 9).

A wide range of compositional ideas were used to design both Piazza Imperiale and the theatre. While trying to solve the problems of the size of the volumes, Moretti taps into the ideas inspired by his studies to design a versatile and changing spatiality. Balancing the mass of the huge theatre with the imperial size of the square led to the design of an oversize architecture with four main spaces: the pronaos which acts like a filter between the square and the theatre; the huge hallway with the foyers; the 600-seat hall (initially with 4,300 seats); and the small 400-seat theatre in the attic. The latter was to play a decisive role in the design of the main façade and modulate the cavea which Moretti divided into two separate parts, but which could also be combined to create a single area (figs. 10, 11, 12).

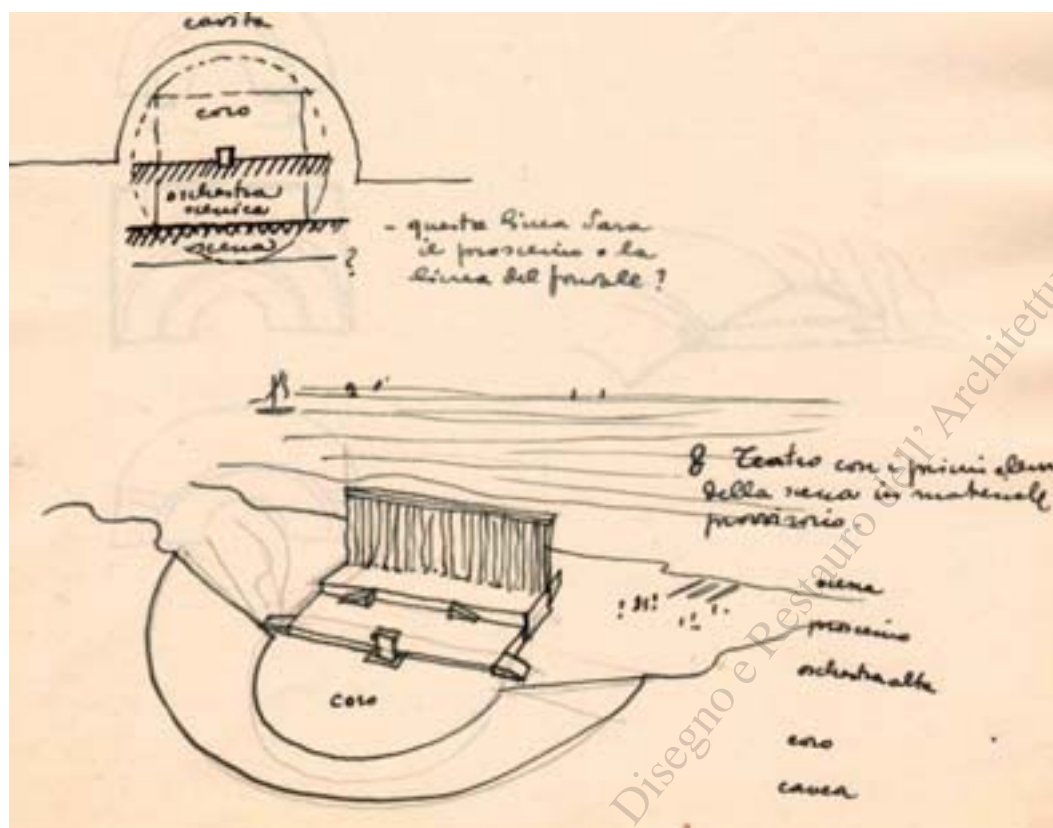
In the drawings attached to the competition tables, the theatre is detached from the porticoed wings; several different solutions were studied, eliminating the huge glass window and replacing it with a pronaos and a huge attic where Moretti designs a segmental tympanum (probably suggested by Piacentini). In a view dated 1930 the rear wall of the pronaos is solid except for the entrance (the width of three intercolumniations) and has a series of small arches in the upper colonnade; this compositional solution and drawing reveal a very material architecture eager to exploit a classical design.

In one of the perspectives of the final solution (fig. 13), the rear wall of the pronaos has disappeared, replaced by a huge floor-to-ceiling glass window. The drawing shows it to be transparent, emphasising the metaphysical abstraction of the last draft in which classicism and modernity are combined to create a severe and elegant design. Even the small openings at the base of the attic and the design of the tympanum veer towards a modern redesign of the classical style; Moretti appears to have studied the profound spirit of this style through continuous abstraction and purification.



14/15/ Schizzi per lo studio sul teatro greco contenuti in pagine fascicolate con testo e immagini (Archivio Moretti-Magnifico).

Studio sketches to study Greek theatres in bundled pages with texts and images (Moretti-Magnifico Archives).



Two unusual solutions for the Imperial Theatre by Luigi Moretti

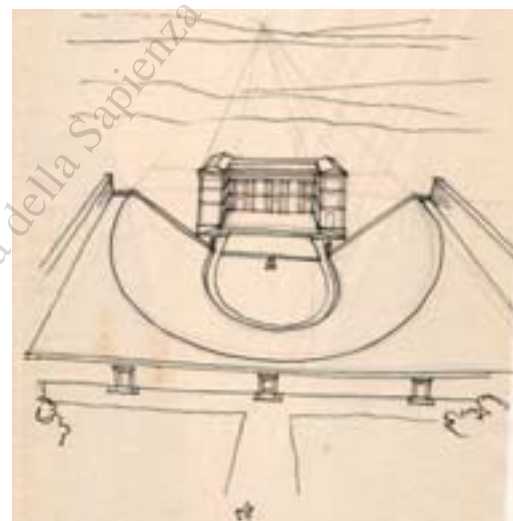
Moretti follows two lines of thought while preparing the final design of the Great Theatre at the Universal Exposition in Rome. On the one hand, he studies the evolution of the form of theatres, focusing in particular on its historical and social meaning, in other words how it was architecturally represented⁷ (figs. 14, 15); on the other, he concentrates on optimising the views. These documents are collected in three signed files, each with the following note handwritten by Moretti himself⁸: "E 42 Theatre – calculation of visibility for the theatre and cinema". The material in the Moretti-Magnifico archives ranges from the drawing of the views,⁹ to the calculation of the oblique views, and the "Planimetric distribution of the curves of equal visibility". These studies focus on his search for 'visual optimisation' in large complex buildings designed to be used by huge crowds¹⁰; they constitute the initial

magine architettonica⁷ (figg. 14, 15); dall'altro la ricerca si concentra sull'ottimizzazione della visione, la cui documentazione è raccolta in tre cartelle firmate⁸ che riportano la dicitura in calce, di proprio pugno, «E 42 Teatro - calcolo della visibilità per teatro e cinema». Il materiale raccolto nell'archivio Moretti-Magnifico spazia dal diagramma delle visioni⁹, al calcolo per visioni oblique, a quello per la «Distribuzione planimetrica delle curve di uguale visibilità». Questi studi sulla ricerca dell'"ottimizzazione visiva" per edifici di grande complessità, atti ad accogliere un elevato numero di persone¹⁰, costituiscono il nucleo non piccolo e non semplice per la verità, dell'"architettura parametrica", che proprio in quegli anni Moretti inizia a delineare¹¹.

A seguito di questo duplice asse di ricerca sul teatro e sull'edificio architettonico che lo rappresenta, Moretti realizza una notevole serie di disegni e schizzi, raccolti dallo stesso Moretti in due fascicoli, che vanno ad ap-

16/ Prospettiva di studio con soluzione a volta dell'attico (Archivio Moretti-Magnifico).

Study with solutions for the vault of the attic (Moretti-Magnifico Archives).



profondire lo studio dell'edificio dal punto di vista sia planimetrico, sia della sua propria rappresentazione architettonica, oltreché dell'edificio medesimo nella sua configurazione spaziale in rapporto all'"agorà" della Piazza Imperiale e in rapporto agli assi visivi e prospettici di chi in quello spazio aperto ma definito si muove.

Nella grande ricchezza di disegni di cui è impossibile in questa sede dare contezza, sembrano particolarmente interessanti quelli relativi alla ricerca dell'unitarietà organica dell'edificio che viene concepito in funzione mutevole secondo le esigenze rappresentative. Altro elemento interessante è lo studio della copertura dell'edificio. Alcuni disegni configurano il Teatro Piccolo come teatro all'aperto, che poi però viene concepito come coperto tramite un sistema di copertura a capanna e a volta. Quest'ultima interessa particolarmente Moretti, che realizza una sequenza di schizzi atti a individuare un sistema voltato imponente (figg. 16, 17, 18, 19).

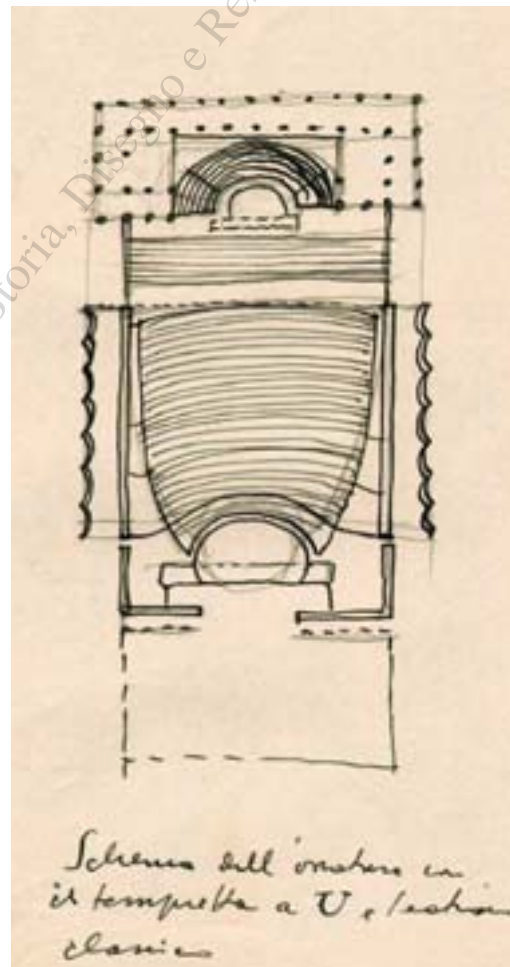
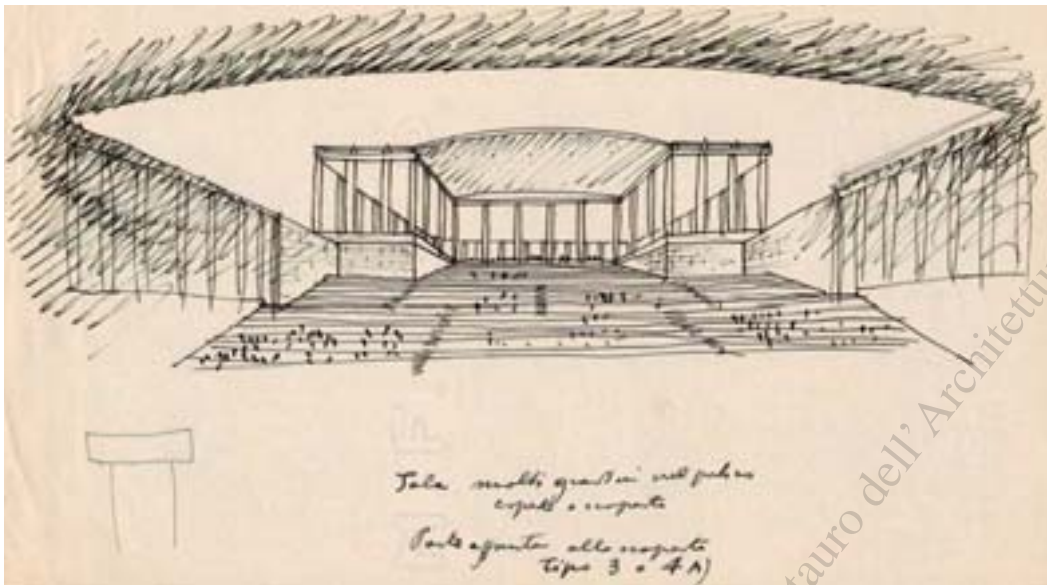
17/18/19/ Prospettive di studio con varie soluzioni a volta dell'attico (Archivio Moretti-Magnifico).

Studies with several solutions for the vault of the attic (Moretti-Magnifico Archives).

20/ Schizzi per lo studio sul teatro greco contenuti in pagine fasciolate con testo e immagini (Archivio Moretti-Magnifico).
Sketches to study Greek theatres in bundled pages with text and images (Moretti-Magnifico Archives).

21/ Pianta con soluzione che evidenzia i due teatri (Archivio Moretti-Magnifico).

Plan showing the two theatres (Moretti-Magnifico Archives).



group – in actual fact a rather large and complicated group – of 'parametric architectures' which Moretti had started to design during that period.¹¹

Based on this dual study of theatres and the building in which they are located, Moretti made a remarkable series of drawings and sketches which he collected in two files. The images were a further, in-depth elaboration on layout, architectural representation, and spatial configuration of a building vis-à-vis the 'agora' of Piazza Imperiale and the visual and perspective axes of anyone moving in that open but well-defined space.

Of all the many drawings, which we cannot fully illustrate here, the ones which appear particularly interesting involve his attempt to give the building an organic unity inspired, however, by the need to be flexible depending on what it was to be used for. Another interesting issue is his study of the roof. Some drawings show the Teatro Piccolo designed as an open-air theatre later changed to include a hut-shaped or vaulted roof. Moretti was particularly interested in the latter and drew a series of sketches to try and create an imposing vaulted system (figs. 16, 17, 18, 19).

Moretti studied both the interior and exterior of the roof of the Teatro Piccolo; he imagined it architecturally as an apex or visual focal point viewed either from the exterior (i.e., compared to the architectural and spatial sequence of the square) or the interior; in our opinion it was the same shape as the square, but on a smaller scale (figs. 20, 21). This idea is underscored in the study of the roof of the Main Hall; the roof is designed as a three-part roof which folds over itself in segments or sections towards the stage which, however, always remained covered. A drawing of the above-mentioned evolution of ancient theatres shows a columned tribune opposite to, and reminiscent of, the main interior façade of the theatre. At the time Moretti was also studying the design of the main tribune of the great 'Olympic' stadium which he also designed as a columned interior façade.

One last comment (for brevity's sake) about several (perspective and section) solutions for the façade. He appears to have abandoned the vaulted system (described above) and instead

22/23/ Schizzi e prospettive con la soluzione che vede l'attico sospeso su pilotis e la copertura a velario con tiranti (Archivio Moretti-Magnifico).

Sketches and views of the attic suspended on piers and the velarium roof with tie-rods (Moretti-Magnifico Archives).

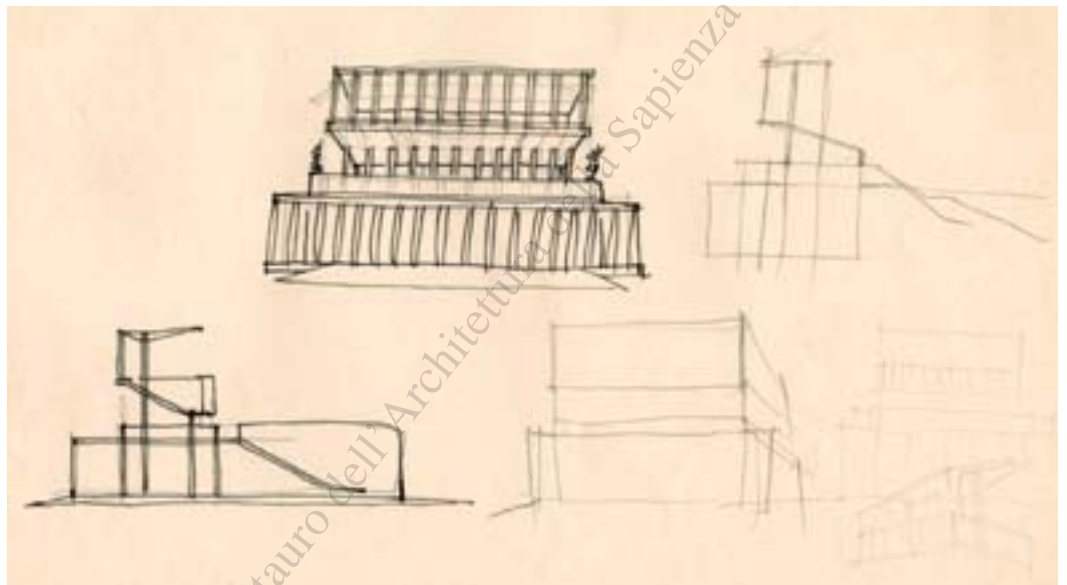
chose a triple order façade. By pushing back the fascia of the second order, this created a shadow area emphasising the feeling of suspension of the attic floor and raising the 'material load'; this solution is reminiscent of the way in which Moretti designed it in his study on Michelangelo in 1927 (figs. 6, 22, 23).

The courage to suspend, affirm, and repudiate matter using light, which Moretti loved to define as the metaphor of the contradiction of life, in other words this 'ideal structure', is present in a drawing in which the roof of the attic floor recalls the support system of the Fencing Hall in the House of Arms. We believe that the meticulously hand-drawn glass envelope of the first order, together with the front portico, stresses his desire to transfigure matter and create a visual transparency that eliminates division in order to merge internal and external space, a design inspired by the concept of absolute space and light achieved only by the Greeks.

New theories about the proportions and geometric deformations of Moretti's Imperial Theatre

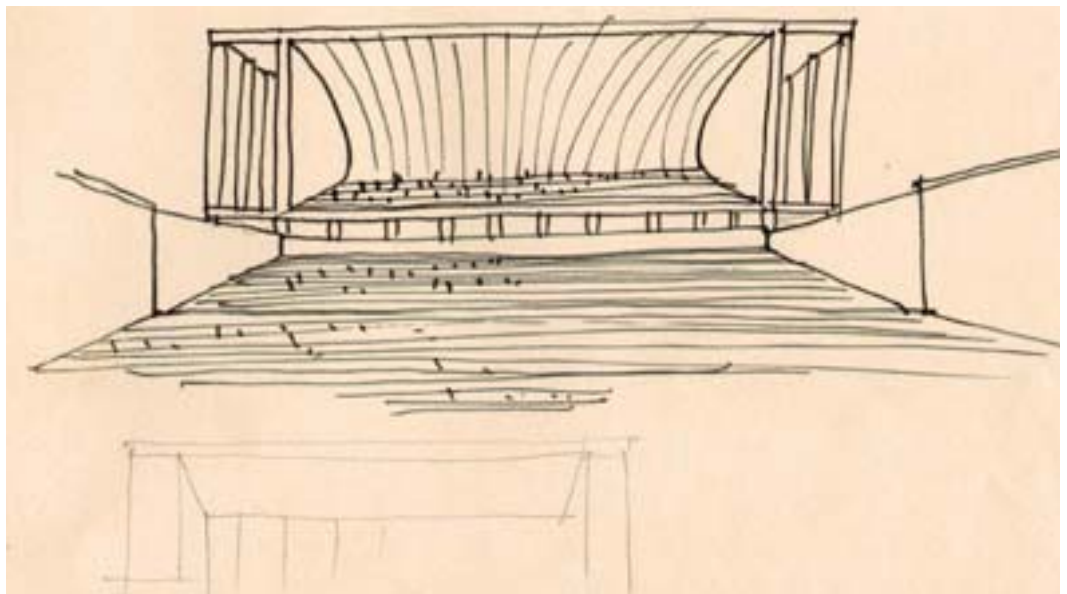
The Central State Archives and Ente Eur Archives also have a series of drawings and reports about the whole E42 Cinema-Theatre project; from the proposal for the competition, to the final drawings for the building, from 1938 to 1943. The material made available for this research allowed us to study how the building evolved; after an initial review we decided to focus on the last group of drawings in which the architect tackles the issue of the base of the theatre and its marble cladding. These final architectural drawings reveal several graphic issues. In fact, based on these drawings we noted, theorised, and elaborated the final geometries of the building, its proportions and related plastic deformations. All this pointed directly to architectural works in Greece (figs. 24, 25), especially the deformation of individual parts, a common occurrence in many ancient temples.

Obviously the procedures and applications, which were different in each case, continue on to the Roman period when some of these alterations and modifications were classified by Vitruvius in his book *De Architectura*. The



La volta del Teatro Piccolo, che viene studiata dal punto di vista sia interno che esterno, è concepita architettonicamente da Moretti appunto quale apice o fuoco visivo sia dall'esterno, ossia rispetto alla sequenza architettonica e spaziale della piazza, sia dall'interno dell'edificio, configurando a nostro avviso una riproduzione in scala ridotta della piazza medesima (figg. 20, 21). Tale volontà pare sottolineata nello studio del sistema di copertura della Sala grande, concepito

ta come un tetto scorrevole su se stesso in tre diversi segmenti o sezioni verso il palcoscenico che rimane però totalmente coperto. Un disegno sull'evoluzione del teatro antico, di cui prima si diceva, individua una tribuna colonnare come opposto e richiamo della fronte principale interna del teatro medesimo. Si veda anche la tribuna principale del grande stadio "olimpionico" che in quegli anni Moretti stava studiando, concepito proprio come fronte colonnare interna.



24/25/ Prospettive digitali dove è possibile notare le deformazioni studiate da Moretti (realizzazione di Vincent Pepe).

Digital images showing the deformations studied by Moretti (images by Vincent Pepe).



L'ultima notazione, solo per brevità, riguarda alcune soluzioni della fronte studiate sia prospetticamente sia in sezione. Esse sembrano abbandonare il sistema voltato, così come descritto, a favore di una fronte a triplice ordine che tramite l'arretramento della fascia del secondo ordine individua una zona d'ombra atta ad accentuare il senso di sospensione del piano attico e a portare in alto il "peso della materia", così come Moretti l'aveva individuato e concepito nello studio su Michelangelo del 1927 (figg. 6, 22, 23). Questa arditezza di sospendere la materia, di affermazione e negazione della stessa tramite il medium della luce, metafora della contraddizione dell'esistenza, così come Moretti l'avrebbe amata definire, questa "struttura ideale" viene a essere individuata in un bellissimo disegno nel quale la copertura del piano attico in oggetto ricorda il sistema di sostegno della Sala della scherma nella Casa delle Armi. L'involucro vetrato del primo ordine, disegnato con particolare acribia, a mano libera unitamente al portico anteriore, sottolinea a nostro avviso una volontà di trasfigurare la materia e una trasparenza visiva tale da annullare la divisione tra spazio interno ed esterno, anzi da rendere l'uno la continuità dell'altro, secondo un'idea di spazio e luce assoluti che solo i greci avevano saputo realizzare.

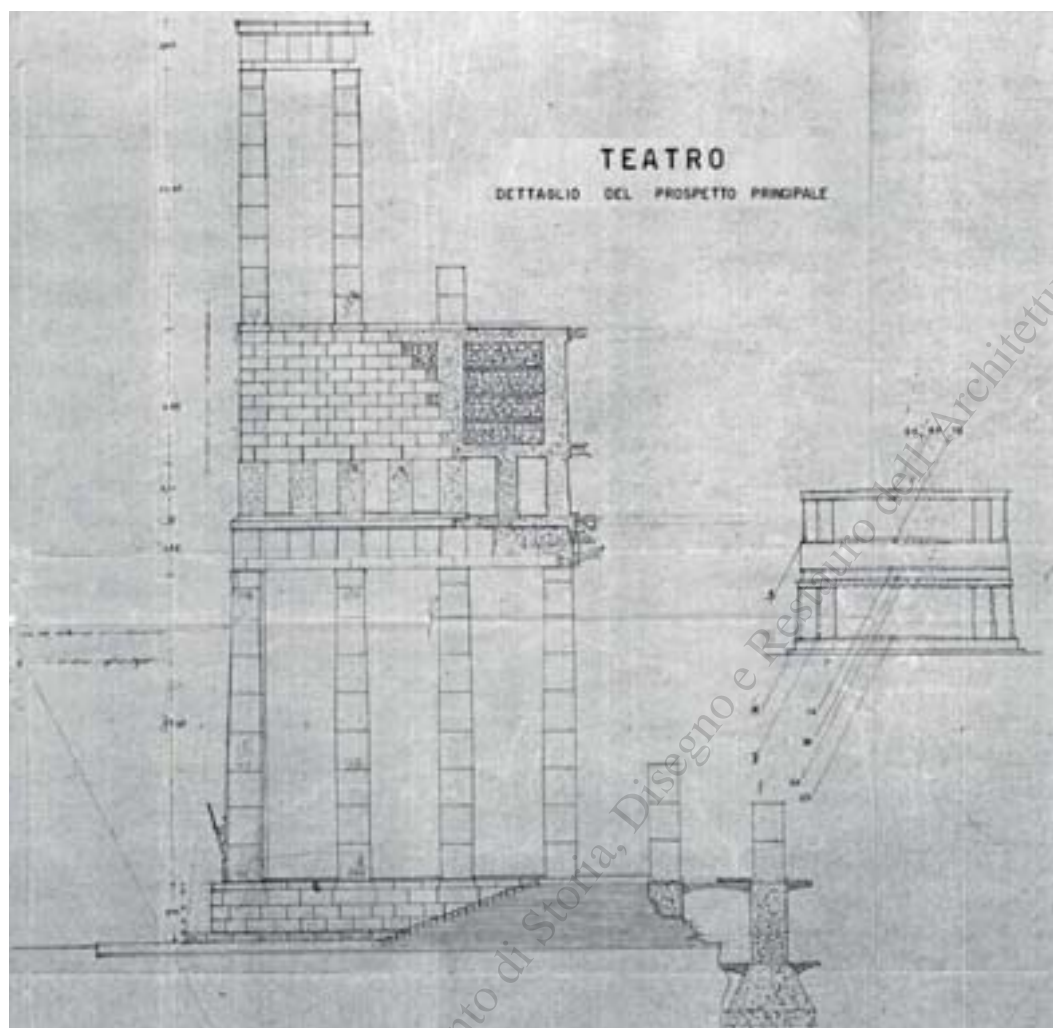
Nuove ipotesi sul proporzionamento e sulle deformazioni geometriche del Teatro Imperiale di Moretti

I documenti reperiti presso l'Archivio Centrale dello Stato e l'archivio dell'Ente Eur consistono in una serie di elaborati e relazioni che coprono l'intero arco del progetto del Cinema-Teatro per l'E42, dalla proposta per il concorso fino agli esecutivi del corpo di fabbrica, dal 1938 fino al 1943. Il materiale messo a disposizione da tale ricerca ha permesso uno studio specifico dell'edificio nelle varie fasi, e dopo un'analisi preliminare la nostra attenzione si è rivolta all'ultimo gruppo di elaborati nei quali l'architetto affronta il tema basamentale del teatro e il suo relativo rivestimento in marmo. In questi ultimi disegni architettonici si sono ritrovate alcune evidenze grafiche. Infatti partendo da questi elaborati abbiamo osservato, ipotizzato e desunto le geometrie finali che caratterizzano l'edificio, gli schemi proporzionali e le relative deformazioni plastiche. Tutto ciò ci porta direttamente verso le opere dell'architettura greca, con particolare (figg. 24, 25) attenzione proprio a quelle deformazioni presenti nelle singole parti diffuse in molti templi dell'antichità. Chiaramente tali modalità e applicazioni risultano essere diverse nei vari esempi e approdano all'epoca romana, dove alcune di queste correzioni e modifiche vengono codificate da

use of these visual compensation techniques were normally part of a more general approach to the orchestration of volumes. The architect was required to provide a unitary image of the building using proportions reproducing the commensurability of the parts and between the parts and the whole. This is Vitruvius' 'commodulatio', in other words the use of the module in individual parts of the building and in the overall building.

In one of the final tables (table A3788 T, 80, Detail of the main façade scale 1100, COLL: ACS S2-29 – transparency Eur Spa Archives) Moretti uses a schematic drawing (fig. 26) to clarify the deformations he intends to apply to the main architectural elements of the 'front' of the building. In practice he changes the planes of the lines of the mouldings; the stepped base is actually raised, as is the plane of the impost of the columns in the central part of the building; the interaxis of the columns is contracted gradually as the eye runs over the exterior of the elevation, strengthening in primis the corner of the building with a larger column, while the offset columns accentuate the curvature of the entablatures. This drawing raises several interesting questions about the work of the Roman maestro. His undisputed attention to visual perception revives and renews very old drawing procedures which Moretti revises and uses. There's still much to

26/ Particolare esecutivo con schizzo che indica i riferimenti numerici per le curvature (Archivio Moretti-Magnifico).
Sketched detail with numerical references for the curvatures (Moretti-Magnifico Archives).



be clarified about Moretti's design method¹² which in this case, thanks to the drawing in question, unequivocally clarifies his intentions. Aspects such as proportional dimensioning still have to be studied in-depth and explained, but unfortunately given the brevity of this paper, we will tackle these issues in the future.

1. In Rostagni 2008, p. 10.

2. For more information about this particular period in Luigi Moretti's life, see Rostagni 2008, pp. 8-19.

3. Interview with Luigi Moretti by Gaspare De Fiore: 'Conoscenza uguale disegno'. In *Didattica del disegno*, I, 2, June 1970, p. 54.

Vitruvio nel suo libro *De Architectura*. Universalmente l'adozione di queste tecniche di compensazione visiva rientrava in uno schema più generale di orchestrazione dei volumi. L'architetto era tenuto a restituire un'immagine unitaria dell'edificio tramite un proporzionamento che determinasse la commensurabilità delle parti fra loro e fra le parti e l'insieme. È la "commodulatio" di Vitruvio, ossia l'uso del modulo nelle singole parti dell'edificio e nel complesso dell'edificio stesso.

In una delle tavole esecutive (tavola A3788 T, 80, Dettaglio del prospetto principale scala 1100, COLL: ACS S2-29 – lucido Archivio Eur Spa) Moretti chiarisce con uno schema sintetico (fig. 26), le deformazioni che egli intende imprimere e che subiscono i principali

elementi architettonici che definiscono "la fronte" dell'edificio. Vi è in pratica un cambiamento dei piani che contengono la linea delle modanature; il sistema di gradoni del basamento viene di fatto sollevato come il piano di imposta delle colonne nella parte centrale dell'edificio, l'interasse delle colonne subisce una contrazione man mano che l'occhio scorre sull'esterno del prospetto, rafforzando, in particolare, l'angolo dell'edificio con una colonna di proporzioni maggiorate e il fuori asse delle colonne accentua le curvature delle trabeazioni. Questo elaborato pone alcuni interessanti interrogativi sull'opera del maestro romano. La sua indiscussa attenzione per la percezione visiva fa recuperare e riattualizzare procedure di disegno assai antiche che Moretti fa proprie e le rende attuali.

Pertanto resta ancora molto da chiarire circa l'elaborazione¹² progettuale di Moretti stesso, che in questo caso grazie al disegno in questione chiarisce in modo inequivocabile le sue intenzioni. Rimane ancora da approfondire e da chiarire la parte relativa al dimensionamento proporzionale che purtroppo per brevità del saggio si rimanda a un'altra occasione.

1. In Rostagni 2008, p. 10.

2. Per maggiori informazioni su questa fase storica di Luigi Moretti si veda Rostagni 2008, pp. 8-19.

3. Intervista con Luigi Moretti di Gaspare De Fiore: "Conoscenza uguale disegno". In *Didattica del disegno*, I, 2, giugno 1970, p. 54.

4. *Ibid.*

5. Il gruppo di progettazione era formato da Antonio Carminati, Pietro Lingeri, Ernesto Saliva, Giuseppe Terragni, Luigi Vietti con la collaborazione di Mario Sironi e Marcello Nizzoli.

6. Relazione di concorso conservata presso l'Archivio Centrale dello Stato.

7. A proposito del significato storico-sociale, Moretti compie un'ulteriore riflessione sulla portata culturale del teatro, inteso naturalmente come attività drammaturgica, sia antico e sia moderno. Il teatro antico per Moretti – ed è forse questo il motivo dell'indagine – possiede requisiti di socialità non solo relazionale bensì educativa; quello moderno invece è più una proiezione del

solipsismo dell'uomo moderno e quindi rappresentazione della sua propria frammentazione esistenziale.

8. Tale documentazione, conservata nell'Archivio Moretti-Magnifico, è raccolta in 5 cartelle firmate, così titolate: Calcolo della distribuzione nello spazio-curva di visibilità in alzato; Verifica della visibilità dei gradoni per visioni oblique; Distribuzione planimetrica delle curve di uguale visibilità per spettacoli su un piano e spettacoli nello spazio compresi in una determinata superficie; Studi sul teatro greco antico; Idea generale sul teatro - relazione generale.

9. Datato 17 gennaio 1939 - XVII.

10. Questi studi erano già iniziati nei progetti per degli edifici sportivi al Foro, "architettura per grandi numeri" – come Moretti amava definirli – in grado di configurare in pianta, secondo il "Parametro" della visione ottimale, l'edificio per funzione matematica

11. Sarà questo dell'"Architettura parametrica" e dell'impiego dei sistemi quantitativi in funzione di problematiche complesse, un "pensiero dominante" di Moretti che culminerà nell'attività del I.R.M.O.U. (Istituto di ricerche matematiche ed operative per l'Urbanistica e l'Architettura parametrica), fondato nel 1957 e nella mostra dell'attività dell'istituto alla XII triennale di Milano del 1960. Quasi al volgere della vita Moretti progetterà una serie di splendidi edifici sportivi a Teheran, appunto secondo il principio "Parametrico", progetti peraltro a tutt'oggi, a mio avviso, affatto conosciuti.

12. Gli elaborati grafici esecutivi di Moretti sono attualmente allo studio di Vincent Pepe. Alcune delle presenti riflessioni sono maturate durante il lavoro di ricerca effettuato nell'ambito della Tesi di Laurea che aveva come tema proprio il Teatro Imperiale di Luigi Moretti.

4. Ibid.

5. *The design team was made up of Antonio Carminati, Pietro Lingeri, Ernesto Saliva, Giuseppe Terragni, and Luigi Vietti, with the collaboration of Mario Sironi and Marcello Nizzoli.*

6. *Competition report* conservata presso l'Archivio Centrale dello Stato.

7. *As regards its historical and social importance, Moretti also reflects on the cultural influence of the theatre, obviously considered as an ancient and modern dramaturgical activity. Moretti considers that ancient theatre – and perhaps this is what inspired his research – has the right relational and educational social traits; instead modern theatre is more of a projection of the solipsism of modern man and therefore a representation of his existential fragmentation.*

8. *This documentation, housed in the Moretti-Magnifico Archives, is kept in 5 signed folders entitled: Calculation of the distribution of the space-curve of visibility in elevation; Verification of the visibility of the steps in oblique vision; Planimetric distribution of the curves of equal visibility for performances on one level and performances in space within a certain surface; Studies on*

ancient Greek theatres; General ideas about the theatre – project report.

9. *Dated 17 January 1939 - XVII.*

10. *These studies were already part of his designs for sports building at the Forum, 'architecture for the masses' – as Moretti liked to call them – which showed a plan, based on the 'parameter' of optimal vision, of the building as a mathematical function.*

11. *'Parametric architecture' and the use of quantitative systems to solve complex problems, is an 'important issue' for Moretti; it culminated in the I.R.M.O.U. (Institute of mathematical and operational research for parametric Town Planning and Architecture, founded in 1957), and in the exhibition about the institute's work at the XII Milan Triennale in 1960. Towards the end of his life Moretti designed several splendid sports buildings in Teheran, based on the 'parametric' principle; in my opinion these designs have remained relatively unknown.*

12. *Moretti's final drawings are currently being studied by Vincent Pepe. Some of the considerations in this paper were developed during the research carried out as part of his Graduate Thesis on the Imperial Theatre by Luigi Moretti.*

References

- Baldi Pio, Guccione Margherita, Terenzoni Erilde. 2003. Archivi per l'architettura moderna e contemporanea. *Disegnare. Idee Immagini*, 26, 2003, pp. 46-61.
- Calvesi Maurizio, Guidoni Enrico, Lux Simonetta. 1987. *E42, Utopia e scenario del Regime*. Venezia: Marsilio, 1987. ISBN: 88-7693-027-2.
- Chiavoni Emanuela, Fanone Alessia. 2006. Moretti ritrovato: il Caso dell'ex G.I.L. di Trastevere. *Disegnare. Idee Immagini*, 33, 2006, pp. 46-55.
- *Didattica del disegno*, I, 2, giugno 1970.
- Greco Antonella, Remiddi Gaia. 2006. *Luigi Moretti, guida alle opere romane*. Roma: Palombi Editori, 2006. ISBN: 88-6060-021-9.
- Lambertucci Filippo. 2006. *Luigi Moretti: Piazza Imperiale e cinema teatro all'E42*. Milano: Unicopli, 2006, ISBN: 88-4000-621-4.
- Marrocco Rosario. 2002. Giuseppe Samonà. Disegni dal pensiero. *Disegnare. Idee Immagini*, 24, 2002, pp. 26-43.
- Rostagni Cecilia. 2008. *Luigi Moretti, 1907-1973*. Milano: Electa, 2008. ISBN: 978-88-3705-731-2.
- Sacchi Livio. 2003. Rappresentazione fra realtà ed utopia. *Disegnare. Idee Immagini*, 27, 2003, pp. 42-53.

Archivi

- Archivio centrale dello Stato.
- Archivio Eur Spa.
- Archivio Moretti-Magnifico.

The study proposes a concise method to construct the principal axes of a quadric surface, starting with a generic segment. The construction of the axes of a quadric is part of the classical problems of descriptive geometry, and is particularly complex if tackled using graphic representation methods. The proposed method, concise and therefore graphic, is elaborated using three-dimensional digital drawing. The descriptive construction, applied to a quadric cone, is generalised and extended to all other quadric surfaces.

Key words: quadric surfaces, principal axes, principal planes, quartics, orthogonal symmetry.

*The property of quadric surfaces, as we all know, is to have three axes of orthogonal symmetry (principal axes) perpendicular to each other and arranged in the centre of the surface which, in pairs, create the planes of orthogonal symmetry (principal planes). Constructing the axes of quadrics is a complex problem if tackled geometrically using graphic representation methods. This is why so few studies have been published on this issue, and in the few which have, the solution is either approximate or so complex it is difficult to reproduce. Girard Desargues conducted the first studies on the construction of the axes of a quadric cone. According to Michel Chasles, in the book *Universae geometriae mistaeque synopsis* Father Mersenne narrates how Desargues elaborated an all-purpose solution to the problem of the construction of the internal axis of a quadric cone while attempting to find its circular sections.¹ Unfortunately the construction has not survived to the present day. The name and structure of the theory of quadric surfaces, as we know it today, is basically attributable to contributions by Gaspard Monge and pupils at his school.² Théodore Olivier and Michel Chasles have published important contributions about research on the axes of a quadric cone.³ In particular, Olivier invented a graphic construction proving the existence of the principal internal axis. An interesting and complete 'existential demonstration'⁴ of the three principal axes of a quadric was published by Otto Wilhelm Fiedler in the second half of the nineteenth century. He used projective geometry in his demonstration, finding it rather difficult to*

Lo studio propone un metodo sintetico per la costruzione degli assi principali di una superficie quadrica, a partire da una sua generica porzione. La costruzione degli assi di una quadrica fa parte dei problemi del repertorio classico della geometria descrittiva, ed è particolarmente complessa se affrontata con i metodi grafici della rappresentazione. Il metodo proposto, sintetico e cioè grafico, è elaborato attraverso il disegno digitale tridimensionale. La costruzione descritta, applicata al caso di un cono quadrico, è generalizzata ed estesa a tutte le altre superfici quadriche.

Parole chiave: superfici quadriche, assi principali, piani principali, quartiche, simmetria ortogonale.

Le superfici quadriche, come noto, hanno la proprietà di avere tre assi di simmetria ortogonale (assi principali) fra loro perpendicolari e disposti nel centro della superficie che, a coppie, ne formano i piani di simmetria ortogonale (piani principali). La costruzione degli assi delle quadriche è un problema complesso, se affrontato in geometria con i metodi grafici della rappresentazione. Per questo gli studi sull'argomento sono pochi e, nei rari casi pubblicati, la soluzione è approssimata o così complessa da risultare difficilmente riproducibile.

Sembra che i primi studi sulla costruzione degli assi di un cono quadrico si debbano a Girard Desargues. Secondo quanto riporta Michel Chasles, Padre Mersenne in *Universae geometriae mistaeque synopsis* racconta come Desargues avesse messo a punto una soluzione generale al problema della costruzione dell'asse interno di un cono quadrico quando era impegnato nella ricerca delle sue sezioni circolari¹. Purtroppo la costruzione non ci è pervenuta. La teoria delle superfici quadriche, così come la conosciamo oggi, deve prevalentemente forma e nomenclatura ai contributi di Gaspard Monge e degli allievi della sua scuola². Théodore Olivier e Michel Chasles sono autori di significativi contributi rispetto alla ricerca degli assi di un cono quadrico³. In particolare Olivier è autore di una costruzione grafica con cui dimostra l'esistenza dell'asse principale interno.

Una interessante e completa "dimostrazione esistenziale"⁴ dei tre assi principali di una quadrica è pubblicata da Otto Wilhelm Fiedler nella seconda metà dell'Ottocento. Si tratta di una dimostrazione che usa gli strumenti della geometria proiettiva e che incontra una certa difficoltà a essere trascritta sul foglio da disegno attraverso i metodi grafici della rappresentazione⁵.

La mancanza di generalità nelle soluzioni, congiunta alle difficoltà nella traduzione grafi-

ca di alcune soluzioni teoriche, spiega l'esclusione del problema da quelli fondamentali del repertorio della geometria descrittiva.

Oggi la tecnologia informatica permette di rappresentare le forme nello spazio in modo continuo, con livelli di accuratezza mai raggiunti prima d'ora. Questa opportunità consente di rivisitare in ambiente digitale alcuni dei problemi del repertorio classico della geometria descrittiva e di sperimentare soluzioni sintetiche semplici date a problemi di difficile rappresentazione nel piano. Intorno a queste nuove opportunità cognitive si articola una ricerca più ampia, di cui questo studio fa parte, che ha come obiettivo generale il rinnovamento della geometria descrittiva⁶. In quest'ottica s'inquadra lo studio presentato, che propone un metodo sintetico per la costruzione dei tre assi principali di una quadrica qualsiasi, a partire da una sua generica porzione.

La soluzione del problema si articola intorno a due momenti: l'elaborazione di un metodo sintetico per la costruzione degli assi di un cono quadrico; l'estensione del metodo medesimo alla costruzione degli assi di tutte le superfici quadriche.

«Il problema della costruzione degli assi delle superfici quadriche si riduce all'analogo relativo ad un cono»⁷. Così Gino Loria in *Storia della geometria descrittiva* introduce una sintesi delle vicende legate alla costruzione degli assi di un cono quadrico. Il testo (che riporta la sintesi di una costruzione data da Carl Pelz intorno alla fine dell'Ottocento) non presenta spiegazioni di questo assunto, tuttavia Loria ha ragione, come questo studio intende mostrare. Tratteremo allora il problema a partire dal caso di un cono quadrico.

Un metodo sintetico per la costruzione degli assi di un cono quadrico

Si ricorda che i coni quadrici sono superfici sviluppabili a centro (il vertice) e che hanno tre

1/ Costruzione degli assi principali di un cono quadrico: si costruisce una sfera di raggio a piacere avente centro nel vertice del cono e si determina il baricentro della porzione di superficie interna alla sfera; si costruisce l'asse z del cono; si rappresenta un piano perpendicolare a z e l'ellisse intersezione di questo con il cono; si costruiscono gli assi di questa ellisse; si costruiscono per il centro della superficie gli assi x e y , paralleli agli assi dell'ellisse.

Construction of the main axes of a quadric cone: draw any radius of a sphere with a centre at the vertex of the cone and determine the barycentre of the portion of the internal surface of the sphere; draw the z axis of the cone; draw a plane perpendicular to z and the ellipse where it intersects with the cone; draw the axes of this ellipse; pass axes x and y through the centre of the surface, parallel to the axes of the ellipse.

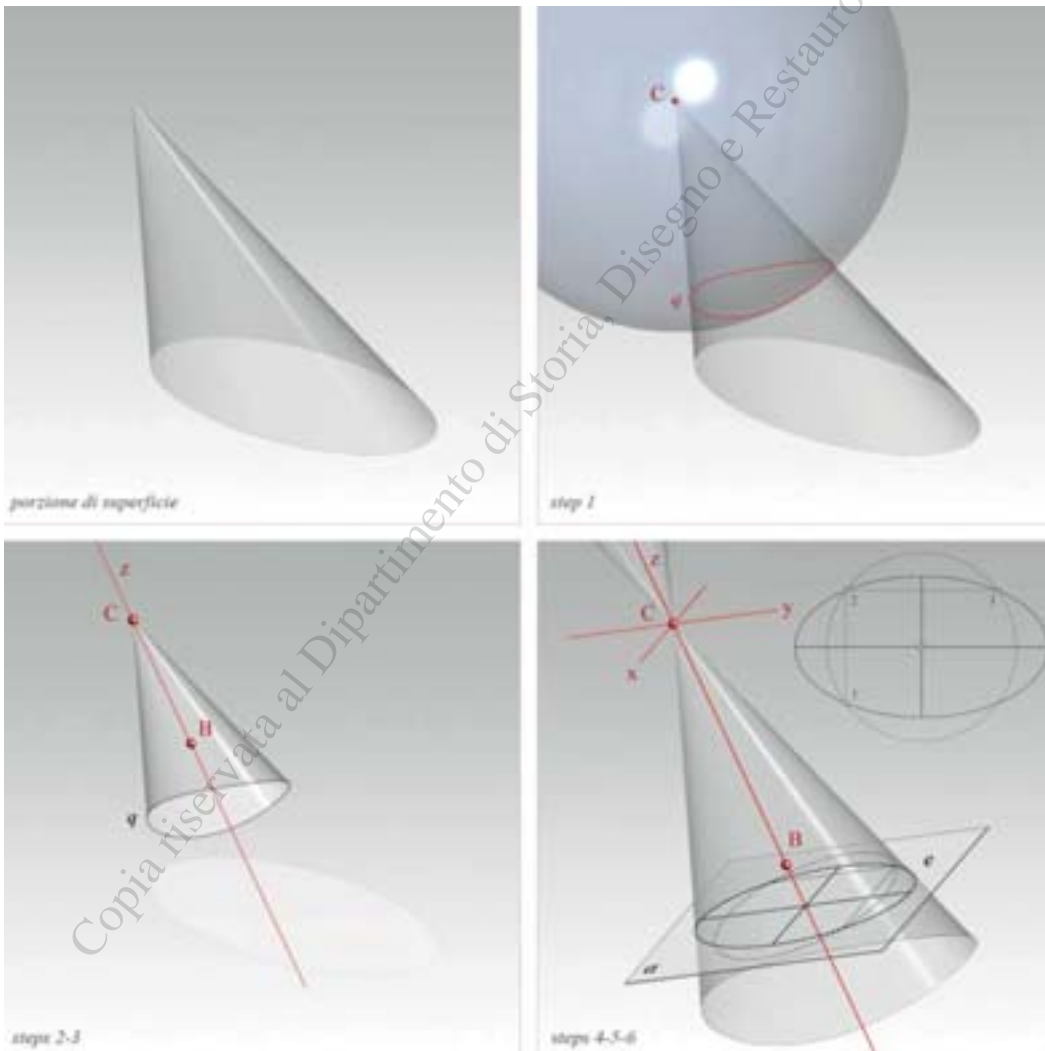
assi propri (che chiamiamo x , y e z), uno interno alla superficie, due esterni. Coppie di assi principali definiscono i piani principali della superficie, rispetto ai quali la superficie ha una simmetria ortogonale. I piani principali sezionano la superficie secondo tre sezioni principali che, nel caso dei cono quadrici sono tre coniche degeneri (due coppie di rette e un punto). Piani paralleli ai piani principali sezionano la superficie secondo infinite coniche, in particolare ellissi e iperboli, chiamate genericamente sezioni rette della superficie rispetto a un certo asse. Se si considerano le sezioni rette della superficie rispetto all'asse z , asse interno, la conica risultante è un'ellisse o, come caso particolare, una circonferenza. Se ne de-

duce che i cono sono tutti "retti": ellittici nel caso più generale, rotondi come caso particolare. Gli assi dell'ellisse sezione retta indicano la direzione degli assi principali del cono esterni alla superficie; i cono ellittici hanno perciò tre assi principali e tre piani di simmetria ortogonale, mentre i cono rotondi hanno un solo asse, quello interno alla superficie, e infiniti piani di simmetria ortogonale, perché la circonferenza non ha assi principali o, se si preferisce, ha infinite coppie di assi principali. Immaginiamo di avere una porzione di superficie conica tagliata da un piano qualsiasi e di volerne costruire gli assi (fig. 1):
– costruiamo una sfera di raggio a piacere avente centro nel vertice del cono;

draw the demonstration on a piece of paper using graphic representation methods.⁵ The lack of an all-purpose solution, and the difficulties associated with graphically portraying several theoretical solutions, are the reasons why the problem was not included amongst the fundamental problems in the repertoire of descriptive geometry. Today computer technology allows us to represent continuous forms in space with an absolutely unprecedented accuracy. This allows us to digitally review some of the classical problems of descriptive geometry and test simple concise solutions for problems that are difficult to represent on a plane. Thanks to these new cognitive opportunities, the overall objective of the much more extensive research currently being conducted (including this study) is to renew and modernise descriptive geometry.⁶ This study is part of that overall objective; more specifically, it proposes a concise method to construct the three principal axes of any quadric, starting with a generic segment of the aforesaid quadric. The solution to the problem revolves around two main issues: to develop a concise method to construct the axes of a quadric cone; to extend said method to the construction of the axes of all quadric surfaces. "The problem of the construction of the axes of quadric surfaces is similar to that of a cone".⁷ This is how Gino Loria, in his book Storia della geometria descrittiva, begins his concise description of events involving the construction of the axes of a quadric cone. The book (which also includes the construction developed by Carl Pelz in the late nineteenth century) does not explain this premise; nevertheless, Loria is right, and this study intends to prove it. We will start by focusing on the quadric cone.

A concise method to construct the axes of a quadric cone

Quadric cones are developable surfaces with a centre (the vertex) and three axes (we will call x , y and z); one internal to the surface and two external. Pairs of principal axes define the principal planes of the surface, compared to which the surface has an orthogonal symmetry. The principal planes divide the surface into three principal sections which, in the case of quadric



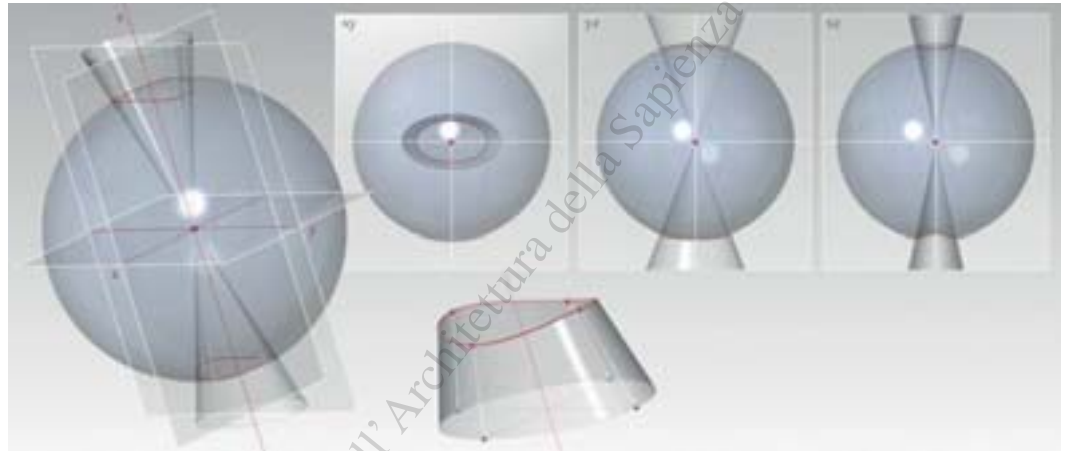
2/ Proprietà di simmetria delle superfici quadriche; le curve del quarto ordine che derivano dall'intersezione di due superfici quadriche che hanno piani principali comuni sono simmetriche rispetto a questi piani.
Properties of symmetry of quadric surfaces; the fourth-order curves created by the intersection of two quadric surfaces which share principal planes and are symmetrical vis-à-vis these planes

cones are three degenerate forms (two pairs of straight lines and a point). Planes parallel to the principal planes divide the surface into infinite cones, in particular ellipses and hyperboloids, generically called straight line sections of the surface compared to a certain axis.

If one considers the straight line sections of the surface compared to axis z , the internal axis, the resultant conic is an ellipse or, as a special case, a circumference. It follows that cones are all 'straight lines': elliptic in general, and round in a special case. The axes of the straight ellipse section indicate the direction of the principal axes of the cone external to the surface; therefore the elliptic cones have three principal axes and three planes of orthogonal symmetry, while circular cones have just one axis, internal to the surface, and infinite planes of orthogonal symmetry, because the circumference has no principal axes or, if you like, it has infinite pairs of principal axes. Let's imagine we have a segment of a conic surface cut by a plane, and we want to construct the axes (fig. 1):

- construct any sphere of radius with a centre at the vertex of the cone;
- consider the segment of the surface of the cone internal to the sphere and construct the barycentre;
- construct axis z of the cone, which belongs to the vertex and to the barycentre;
- construct a straight ellipse section compared to z ;
- construct the axes of this ellipse;
- construct the axes x and y of the quadric cone, which are parallel to the axes of the ellipse and pass through the centre.

The above method exploits the properties of symmetry of quadric surfaces. In step one we construct any sphere of radius with a centre in the centre of the surface, in other words in the vertex of the cone. This sphere intersects the surface of the cone as a fourth-order curve. When two quadric surfaces share principal planes, the quartic curves created by their intersection are symmetrical to these planes of symmetry⁸ (fig. 2). The sphere and the cone have the same centre and since the sphere has infinite principal planes, the three principal planes of the cones will necessarily be among them. It follows that the part of the surface of



- consideriamo la porzione di superficie del cono interna alla sfera e costruiamone il baricentro;
- costruiamo l'asse z del cono, che appartiene al vertice e al baricentro;
- costruiamo un'ellisse sezione retta rispetto a z ;
- costruiamo gli assi di questa ellisse;
- costruiamo gli assi x e y del cono quadrico, che sono paralleli agli assi dell'ellisse e passano per il centro.

Il metodo descritto si avvale delle proprietà di simmetria delle superfici quadriche. Nel primo passo costruiamo una sfera di raggio a piacere avente centro nel centro della superficie, cioè nel vertice del cono. Questa sfera interseca la superficie del cono secondo una curva del quarto ordine. Quando due superfici quadriche hanno piani principali comuni, le quartiche che derivano dalla loro intersezione sono simmetriche rispetto a questi piani di simmetria⁸ (fig. 2). La sfera e il cono hanno lo stesso centro e poiché la sfera ha infiniti piani principali, fra questi ci saranno necessariamente anche i tre piani principali del cono. Ne consegue che la parte di superficie del cono, compresa fra il vertice e la quartica, ha le stesse proprietà di simmetria della parte di superficie compresa fra il vertice e una qualsiasi sezione retta rispetto a z . Possiamo allora calcolare, nel secondo passo, il baricentro della parte di superficie compresa fra il vertice e la quartica, perché per questo punto passerà necessariamente l'asse z , asse di simmetria ortogonale della superficie (terzo passo).

La direzione degli assi x e y è data dalla direzione degli assi di una qualsiasi ellisse sezione retta rispetto a z (quarto passo). Per costruire gli assi di un'ellisse dato il centro, ci si avvale delle proprietà di simmetria di una conica rispetto ai suoi assi. Come nello spazio l'intersezione di due quadriche, che abbiano i piani principali in comune, restituisce una curva simmetrica, parimenti nel piano due coniche che hanno lo stesso centro e gli stessi assi si intersecano secondo punti simmetrici rispetto a questi assi. Costruiamo perciò una circonferenza avente centro nel centro dell'ellisse e raggio tale da intersecarla in quattro punti. Quelli contigui, a coppie, individuano le direzioni degli assi principali dell'ellisse (quinto passo). Nel sesto e ultimo passo costruiamo gli assi x e y del cono passanti per il suo centro.

L'estensione del metodo a una generica quadrica a centro

In questa seconda parte si vuole dimostrare come il metodo presentato nel caso del cono quadrico possa essere esteso a tutte le quadriche a centro, dando così conferma e riscontro all'assunto di Loria.

La superficie scelta per questa parte della sperimentazione è una porzione di ellissoide generico ellittico, superficie che possiede tre assi principali e un centro propri. Per dare alla soluzione la massima generalità non è noto il centro della superficie e la porzione assegnata non è delimitata da piani di simmetria.

- Gli assi si costruiscono come segue:
- troviamo il centro della superficie;

3/ Costruzione degli assi di una quadrica a centro proprio, un ellissoide: si costruisce il centro della superficie e lo si assume come centro di una sfera avente di raggio a piacere; si determina il cono costruttore che ha vertice nel centro della superficie e che appartiene alla quartica intersezione della sfera con la quadrica assegnata; si costruiscono gli assi principali del cono costruttore che coincidono con quelli della superficie assegnata.

Construction of the axes of a generic quadric, an ellipsoid: construct the centre of the surface and use it as the centre of a sphere with any radius; determine the constructing cone whose vertex is in the centre of the surface and belongs to the quartic intersection of the sphere with the assigned quadric; construct the main axes of the constructing cone which coincide with those of the assigned surface.

- costruiamo il cono costruttore;
- costruiamo gli assi del cono costruttore, che coincidono con quelli della superficie assegnata.

Per costruire il centro della superficie (primo passo) ci si avvale delle proprietà delle corde e dei diametri di una quadrica. Come noto, una corda è un qualsiasi segmento che unisce due punti distinti della superficie; un diametro è una corda che passa per il centro della quadrica. Ogni piano diametrale taglia a metà le corde coniugate⁹. Perciò costruiamo due corde parallele qualsiasi a e b e costruiamo la retta r che unisce i loro punti medi (fig. 3). Tale retta deve passare per il piano diametrale coniugato alle corde stesse. Ripetiamo il procedimento per un'altra coppia di corde c e d parallele alla prima coppia e disegniamo un'altra retta s appartenente al medesimo piano diametrale. Le due rette r e s individuano il piano diametrale che passa per il centro della quadrica. Il piano diametrale taglia la superficie secondo una conica; il centro della conica coincide con il centro della superficie. Costruiamo allora la conica intersezione del piano diametrale con la superficie e il relativo centro. Per fare ciò, tagliamo la conica con due coppie di corde parallele e disegniamo i rispettivi diametri coniugati: cioè costruiamo le due rette che passano per i punti medi delle due coppie di corde. Il punto intersezione è il

centro della sezione diametrale che è anche il centro della superficie quadrica.

Nel secondo passo costruiamo il *cono costruttore*. Disegniamo una sfera di raggio a piacere tale da intersecare la quadrica, avente il centro coincidente con il centro della quadrica stessa. La sfera taglia la porzione di superficie secondo una curva del quarto ordine. Come spiegato nel caso del cono, questa curva è simmetrica rispetto ai piani principali della superficie. Costruiamo ora il *cono costruttore* che passa per il centro della superficie e per la quartica. Si tratta di una porzione di cono e perciò dovremo da questa ricavare il cono intero. Estraiamo cinque generatrici¹⁰ dalla porzione di superficie che possediamo e sezioniamole con un piano a piacere, che non passi per il vertice. Costruiamo la conica che appartiene ai cinque punti così individuati e generiamo la superficie completa del cono che ha come direttrice la curva appena costruita e come vertice il centro della superficie quadrica.

Nel terzo passo costruiamo gli assi principali del cono costruttore, che coincidono con gli assi principali della superficie assegnata. Le ragioni di questa congruenza si possono ancora una volta ricercare nella simmetria delle quadriche. Infatti la quartica, intersezione della sfera con l'ellissoide, è simmetrica rispetto agli assi principali di questa superficie, perché sfera ed ellissoide hanno piani princi-

the cone between the vertex and the quartic curve has the same properties of symmetry as the part of the surface between the vertex and any straight line section compared to z . It is therefore possible to calculate, in step two, the barycentre of the part of the surface between the vertex and the quartic curve, because axis z , the axis of orthogonal symmetry of the surface (step three), will necessarily pass through this point.

The direction of axes x and y is determined by the direction of the axes of any straight ellipse section compared to z (step four). To construct the axes of an ellipse given the centre, we use the properties of symmetry of a conic compared to its axes. As in space, the intersection of two quadric curves, which share their principal planes, will give a symmetrical curve; likewise, in the plane two conics with the same centre and same axes will intersect symmetrical points compared to these axes. Therefore we construct a circumference with a centre in the centre of the ellipse and a radius that intersects it in four places. The adjacent points, in pairs, establish the directions of the principal axes of the ellipse (step five).

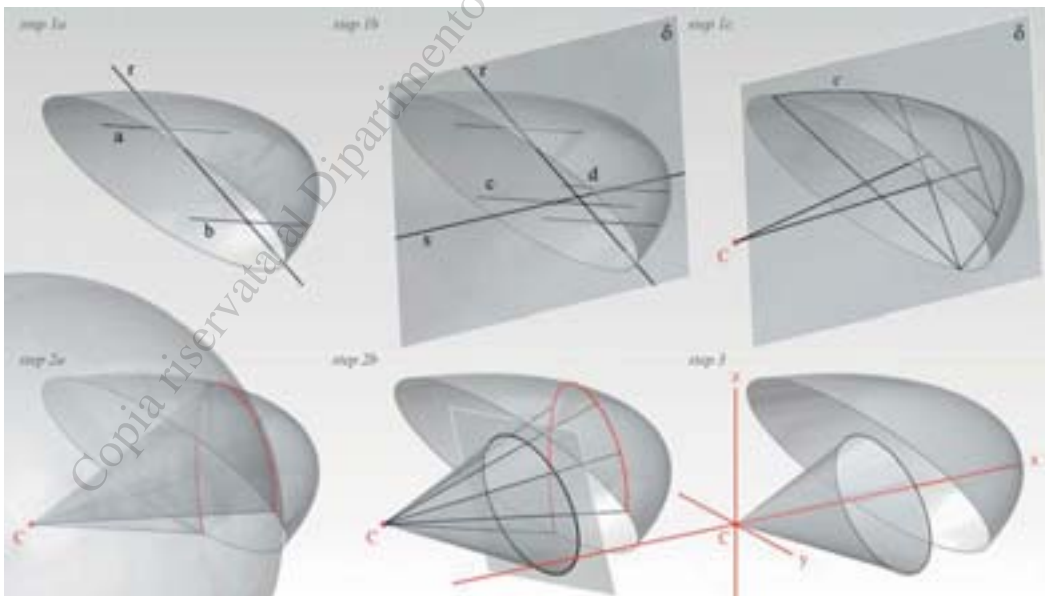
In the last step, step six, we construct the axes x and y of the cone passing through its centre.

Extending the method to a generic quadric curve with centre

In the second part of this article we will demonstrate how the method presented in the case of the quadric cone can be applied to all quadric curves with centre, thereby acknowledging and confirming Loria's premise. The surface chosen for this part of the experiment is a segment of an generic elliptic ellipsoid; this surface has three principal axes and a centre point. In order to make the solution as general as possible, the centre of the surface is unknown and the assigned segment is not bound by planes of symmetry. The axes are constructed as follows:

- find the centre of the surface;
- construct the constructing cone;
- construct the axes of the constructing cone, which coincide with those of the assigned surface.

To construct the centre of the surface (step one) we exploited the properties of the chords



4/ Costruzione degli assi di una quadrica a centro improprio, un paraboloido iperbolico: si costruiscono i due piani direttori della rigata e la loro retta intersezione che ha la direzione dell'asse cercato; si costruisce un piano normale a questa retta che seziona il paraboloido secondo una iperbole; per il centro di questa curva si costruisce l'asse x della superficie; si determinano gli assi dell'iperbole sezione retta e si costruiscono i due piani principali del paraboloido.

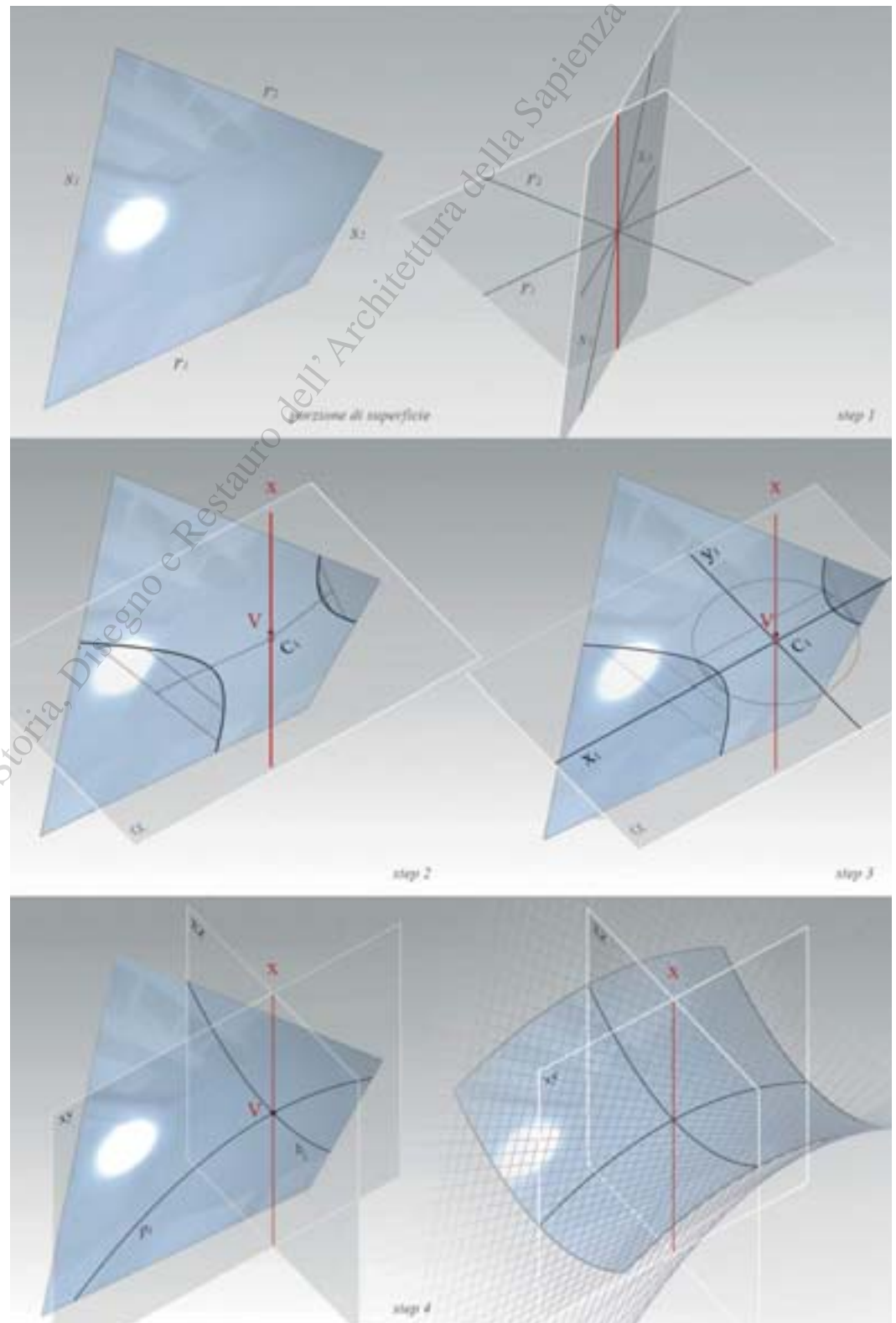
The construction of the axes of a quadric with an improper centre, a hyperbolic paraboloid: construct the two director planes of the ruled line and their straight line intersection which has the same direction as the axis we are looking for; construct a normal plane to this straight line which sections the paraboloid according to a hyperbole; construct axis x of the surface through the centre of this curve; determine the axes of the straight section hyperbole and construct the two main planes of the paraboloid.

and diameters of a quadric. As we all know, a chord is any segment joining two points on a surface; a diameter is a chord passing through the centre of the quadric. Every diametral plane cuts in half the conjugated chords.⁹ Therefore we construct any two parallel chords a and b , and construct the straight line r joining their median points (fig. 3). This straight line has to pass through the diametral point conjugated to the chords. We repeat the procedure for another pair of chords, c and d , parallel to the first pair and then draw another straight line s belonging to the same diametral plane.

The two straight lines r and s establish the diametral plane passing through the centre of the quadric. The diametral plane cuts the surface into a conic; the centre of the conic coincides with the centre of the surface. We then construct the conic intersection of the diametral plane with the surface and relative centre. To do this we cut the conic with two pairs of parallel chords and draw the respective conjugated diameters: in other words, we construct the two straight lines passing through the median points of the two pairs of chords. The intersection point is the centre of the diametral section which is also the centre of the quadric surface.

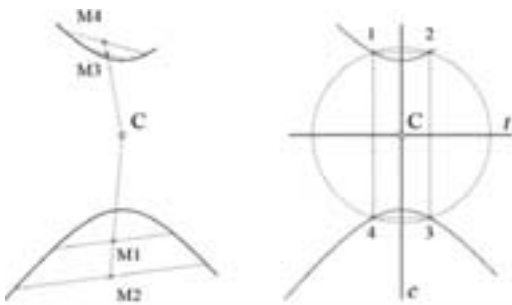
In step two we construct the constructing cone. We draw any sphere of radius to intersect the quadric, with a centre that coincides with the centre of the quadric itself. The sphere cuts the segment of surface into a fourth-order curve. As explained for the cone, this curve is symmetrical compared to the principal planes of the surface. Now we construct the constructing cone passing through the centre of the surface and the quartic curve. This is a segment of the cone and therefore we will have to use it to obtain the whole cone. We extract five generatrices¹⁰ from the portion of the surface we have and divide them by any plane that does not pass through the vertex. We construct the conic belonging to the five points we have established and then generate the complete surface of the cone which has as its directrix the curve we have just constructed, and as its vertex the centre of the quadric surface.

In step three we construct the principal axes of the constructing cone, which coincide with the



5/ Costruzione del centro di una conica e delle direzioni degli assi; applicazione al caso di una iperbole.

Construction of the centre of a conic and the directions of the axes; apply to a hyperbole.



pali comuni. Di conseguenza un cono che appartiene a questa curva e che ha centro coincidente con il centro dell'ellissoide avrà necessariamente in comune con questo, gli assi principali.

Il caso dell'ellissoide è esemplificativo; è infatti possibile reiterare il procedimento e sperimentarlo nel caso delle altre quadriche, verificando la semplicità, l'accuratezza e la generalità della costruzione.

Il caso particolare del paraboloido iperbolico

Il caso del paraboloido iperbolico è particolare perché la superficie non ha un centro proprio e ha un solo asse principale. La superficie, infatti, ha come centro una direzione e due dei suoi tre assi sono all'infinito, in altre parole gli assi y e z sono due giaciture.

L'asse x , che chiamiamo semplicemente asse del paraboloido, interseca la superficie in un punto detto vertice e può essere individuato facilmente in due modi. Il primo è stato già descritto in precedenza¹¹, mentre il secondo sfrutta le proprietà dei piani direttori. Questo secondo metodo può essere impiegato quando siano note le posizioni delle generatrici rette della superficie. Allora la direzione dell'asse del paraboloido è data dall'intersezione dei due piani direttori (fig. 4). Come è noto per ogni punto di una quadrica rigata passano due rette generatrici che appartengono, ciascuna, alle due schiere di rette. Queste due schiere di generatrici sono parallele ai due rispettivi piani direttori. Le giaciture dei due piani direttori sono individuate dalle coppie di rette sghembe che appartengono alla stessa famiglia di rette.

Individuata la direzione dell'asse della superficie, dobbiamo costruire una sua qualsiasi sezione retta per determinare la posizione dell'asse e i due piani principali della super-

ficie. Per fare ciò, tagliamo l'iperboloido con un piano perpendicolare all'asse. La curva sezione è una conica e, in particolare, è una iperbole. Il centro di questa iperbole appartiene all'asse della superficie. Per trovare il centro della conica costruiamo due coppie di corde parallele e disegniamo i diametri coniugati corrispondenti, e cioè due rette che passano rispettivamente per i punti medi delle coppie di corde. Il punto intersezione dei due diametri coniugati è il centro che cerchiamo ed è anche il punto che definisce la posizione dell'asse (fig. 5).

I piani principali xy e xz della superficie appartengono all'asse principale del paraboloido e agli assi principali di una qualsiasi sezione retta della superficie. Per costruire gli assi principali dell'iperbole sezione retta costruiamo un cerchio di raggio a piacere con centro coincidente con il centro della conica data. Questo taglia l'iperbole in quattro punti che, a coppie, individuano, per ragioni di simmetria, le direzioni degli assi principali dell'iperbole: l'asse trasverso e l'asse coniugato. Le coppie formate dall'asse x della superficie e, rispettivamente, dall'asse trasverso e dall'asse coniugato dell'iperbole, individuano i due piani principali del paraboloido, che tagliano la superficie secondo le sue sezioni principali, che, nel caso in questione, sono parabole.

Come si può notare, la costruzione descritta, da un punto di vista teorico, è un caso particolare della costruzione generale (fig. 6).

Conclusioni

Lo studio qui presentato generalizza la costruzione degli assi delle superfici quadriche; ciò significa che offre una soluzione unica a problemi che, sino ad ora, avevano trovato solo soluzioni particolari.

Questa generalizzazione si deve, essenzialmente, alla possibilità di compiere operazioni geometriche nello spazio virtuale.

Sebbene il digitale faccia parte a tutti gli effetti della nostra quotidianità, abbiamo rilevato una certa diffidenza circa la legittimità di questi procedimenti e degli strumenti adoperati. Il metodo, infatti, presta il fianco a una serie di critiche che sono state avanzate in occasione di alcuni convegni internazionali nei quali è stato presentato¹². Cercheremo allora di ri-

principal axes of the assigned surface. The reasons for this congruence can once again be found in the symmetry of the quadrics. In fact, the quartic curve, intersection of the sphere with the ellipsoid, is symmetrical to the principal axes of this surface, because the sphere and ellipsoid share their principal planes. As a result, a cone belonging to this curve, and with a centre coinciding with the centre of the ellipsoid, will necessarily share its principal axes with the ellipsoid.

The ellipsoid is an excellent example; in fact, it is possible to repeat the procedure and test it in the case of the other quartic curves, verifying its simplicity, accuracy, and general construction.

The special case of the hyperbolic paraboloid

The case of the hyperbolic paraboloid is special because the surface has no centre point and just one principal axis. In fact, the centre of the surface is a direction and two of its three axes are infinite, in other words axes y and z are two planes at infinity.

Axis x , which we will simply call the axis of the paraboloid, intersects the surface at a point called the vertex. There are two ways in which it can be easily identified. The first has already been described,¹¹ while the second exploits the properties of the director planes. The second method can be used when the position of the ruling lines of the surface are known. The direction of the axis of the paraboloid is then given by the intersection of the two director planes (fig. 4). We all know that two ruling lines pass through every point of a ruled quadric and that each of these ruling lines belongs to the two rulings. These two ruling lines are parallel to the two respective director planes. The planes at infinity of the two director planes are established by the pairs of skew lines belonging to the same family of lines.

Having established the direction of the axis of the surface, we have to construct any straight line section to determine the position of the axis and the two principal planes of the surface. To do this, we cut the hyperboloid with a plane perpendicular to the axis. The curve section is a conic and, in

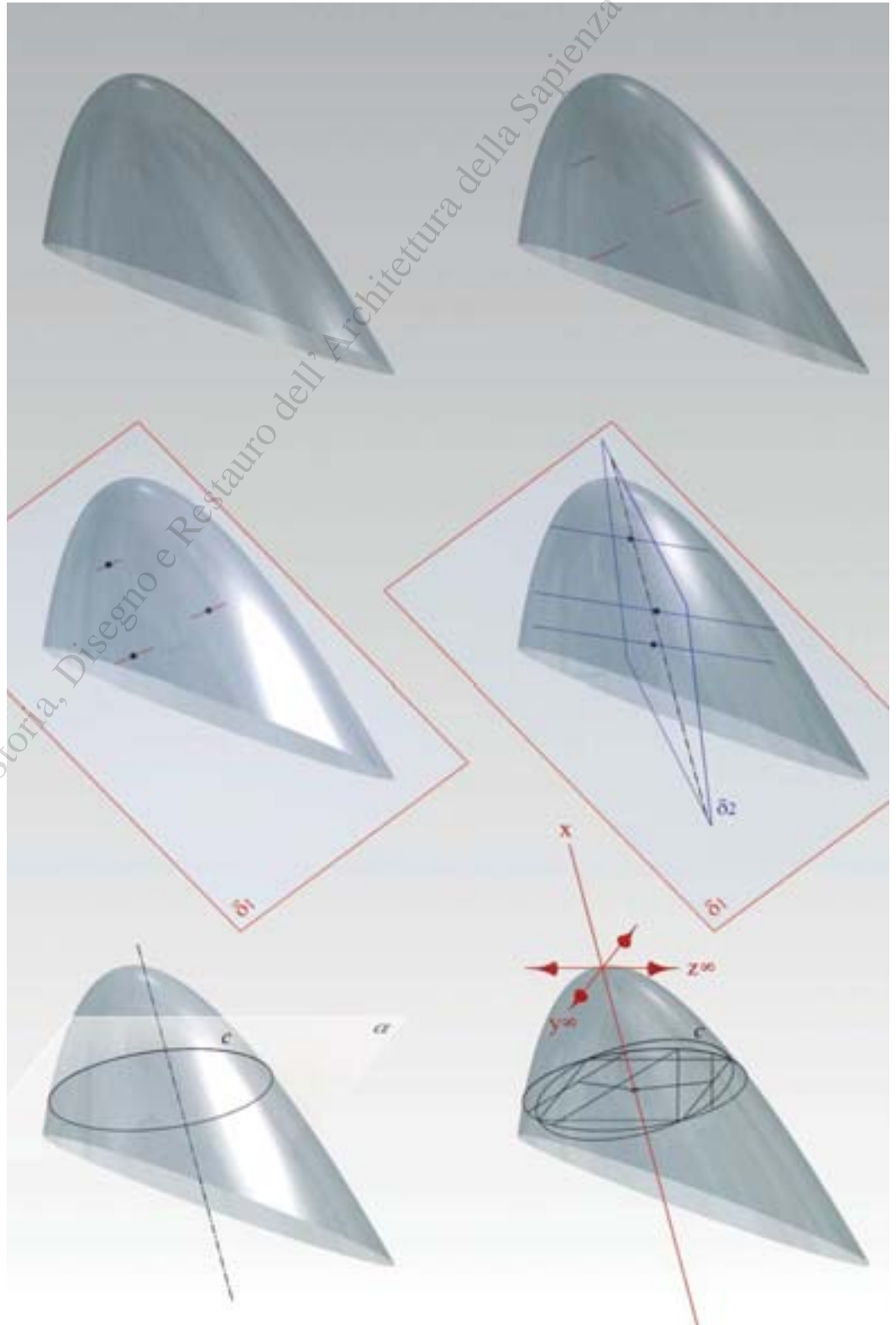
6/ Costruzione degli assi di una quadrica a centro improprio, un paraboloido ellittico: si costruiscono tre corde parallele e un piano diametrale coniugato che passa per i punti medi delle corde; si costruisce un secondo piano diametrale; l'intersezione dei due piani dà la direzione dell'asse x ; si costruisce un'ellisse sezione retta della superficie e, per il suo centro, l'asse x cercato; si determinano gli assi della sezione retta e si costruiscono i due piani principali del paraboloido.

Construction of the axes of a quadric with an improper centre, an elliptic paraboloid: construct three parallel chords and a conjugate diametral plane passing through the median points of the chords; construct a second diametral plane; the intersection of the two planes gives the direction of axis x ; construct the straight section ellipse of the surface and, for its centre, the axis x we are looking for; determine the axes of the straight section and construct the two main planes of the paraboloid.

particular, it is a hyperbole. The centre of this hyperbole belongs to the axis of the surface. To find the centre of the conic construct two pairs of parallel chords and draw the corresponding conjugated diameters, in other words two straight lines passing respectively through the median points of the pairs of chords. The intersection point of the two conjugated diameters is the centre we are looking for; it is also the point that defines the position of the axis (fig. 5). The principal planes xy and xz of the surface belong to the principal axis of the paraboloid and to the principal axes of any straight line section of the surface. To construct the principal axes of the hyperbole straight section construct any circle of radius with a centre coinciding with the centre of the given conic. This cuts the hyperbole in four points which, in pairs, establish, due to their symmetry, the direction of the principal axes of the hyperbole: the transverse axis and the conjugated axis. The pairs created by axis x of the surface and, respectively, the transverse axis and the conjugated axis of the hyperbole, establish the two principal planes of the paraboloid, which cut the surface into its principal sections which, in the case in question, are parabolas. It is evident that theoretically speaking the construction described above is a special case of the general construction (fig. 6).

Conclusions

This study generalises the construction of the axes of quadric surfaces; this means it offers a single solution to problems which up to now had only been solved with special solutions. This generalisation is essentially due to the possibility of performing geometric operations in virtual space. Even if digital technology is part of our everyday life, a certain diffidence has been shown towards the validity of these procedures and the tools used. In fact, the method is open to criticism, a criticism expressed during the international conferences where it was presented.¹² We will try to answer those criticisms and provide better clarification about how computer representation methods can provide a simple solution to complex geometric problems, for example in the case described above. One reiterated query involves how legitimate it is to use the barycentre in the



spondere alle suddette critiche e di chiarire meglio in che modo i metodi informatici della rappresentazione possono contribuire a risolvere in modo semplice problemi geometrici complessi, come hanno contribuito nel caso qui presentato.

Una prima osservazione ricorrente riguarda la legittimità dell'uso del baricentro nella costruzione. Oggi in ambiente digitale è possibile calcolare automaticamente il baricentro delle figure, il che provoca un certo sospetto nei confronti del suo utilizzo, considerato un "trucco" piuttosto che una costruzione legittima. Questo sospetto non ha fondamento, infatti il baricentro è un concetto che appartiene alla geometria ed è a tutti gli effetti una proprietà geometrica delle figure. Se però non si volesse fare uso del baricentro, si ricorda che è possibile risolvere il problema utilizzando le proprietà polari delle superfici quadriche¹³.

Una seconda osservazione sottolinea come la costruzione presentata sia approssimata, perché il calcolo del baricentro è un calcolo discreto. A riguardo si deve tener presente che ogni soluzione sintetica è per definizione approssimata nelle sue applicazioni, ma questo non è un motivo per considerarla errata o approssimativa. La legittimità della costruzione dipende dal rigore del procedimento; l'accuratezza dalla possibilità di quantificare l'approssimazione grafica. In questo caso il risultato è corretto e le approssimazioni grafiche sono al di sotto della tolleranza dello strumento¹⁴. Possiamo verificare quanto detto misurando gli angoli formati da coppie di assi principali; il computer, attraverso gli strumenti tipici di analisi usati nel metodo della rappresentazione matematica, non rileva nessuno scarto nella misura angolare e restituisce tutti gli angoli retti.

Una terza osservazione di carattere generale è che senza il computer non è possibile risolvere il problema. Anche questa osservazione non è fondata. Il metodo presentato è elaborato attraverso un procedimento mentale in uno spazio astratto, geometrico. La soluzione è rappresentata in ambiente digitale soltanto in un secondo momento, quando deve essere tradotta in disegni necessari alla verifica della costruzione. Il computer rende perciò realizzabile questo procedimento, ma la validità del me-

todo è indipendente dallo strumento adottato. Tuttavia il computer, che ci permette di interagire con le forme direttamente nello spazio, offre diversi punti di vista alla ricerca e favorisce la sperimentazione di nuove intuizioni.

Un'ultima osservazione riguarda la natura di questo genere di ricerche, che secondo alcuni non attengono alla geometria descrittiva ma alla geometria più in generale. Non è facile chiarire in poche righe questa ambiguità; cercheremo però di spiegare perché è importante fare riferimento alla "geometria descrittiva" e rivendicarne la continuità storica¹⁵.

Oggi è opinione diffusa che l'avvento della *computer graphics* abbia "mandato in cantina" la geometria descrittiva, e che questa debba essere sostituita da una "nuova geometria", quella del futuro, che fa uso degli strumenti digitali (si pensi per esempio all'*Architectural geometry* di Helmutt Potmann¹⁶). L'equivoco nasce da un'interpretazione parziale della definizione di geometria descrittiva legata alla scuola di Monge: ossia una scienza il cui solo scopo sia lo studio dei metodi della rappresentazione. Sappiamo, al contrario, dallo stesso Monge, che la geometria descrittiva ha due obiettivi fondamentali: il primo di rappresentare le forme dello spazio su un supporto bidimensionale (foglio da disegno o schermo del computer); il secondo di studiare, nello spazio, linee, superfici e loro proprietà.

Rispetto al primo obiettivo crediamo che oggi il computer debba essere considerato al pari del lapis, della riga e del compasso e che perciò i metodi informatici della rappresentazione debbano essere affiancati ai metodi grafici della rappresentazione.

Rispetto al secondo obiettivo, siamo convinti che si debba continuare a sperimentare le proprietà delle linee e delle superfici attraverso il disegno e che questo debba perciò recuperare il suo valore euristico, arricchito delle potenzialità offerte da un uso consapevole degli strumenti informatici.

Per questo insieme di ragioni lo studio sugli assi delle superfici quadriche qui presentato appartiene di diritto alla geometria descrittiva. Pensiamo, per concludere, che la geometria descrittiva sia una scienza ancora viva che, grazie alla rivoluzione digitale, abbia l'opportunità di vivere una seconda giovinezza¹⁷.

construction. In today's digital environment it is possible to automatically calculate the barycentre of figures, making its use a little suspect; it is considered a 'trick' rather than a valid construction. There is, however, no reason for this suspicion; in fact, the barycentre is a geometric concept and is, to all intents and purposes, a geometric property of figures. If a decision is taken not to use the barycentre, note that it is possible to solve the problem using the polar properties of the quadric surfaces.¹³

A second query focuses on the fact that the construction is approximate, because the calculation of the barycentre is a discrete calculation. On this issue, bear in mind that every concise solution is, by definition, approximate in its applications, but this is not a good reason to consider it incorrect or imprecise. The validity of the construction depends on the precision of the procedure; the accuracy of the possibility to quantify the graphic approximation. In this case the result is correct and the graphic approximations are below the tolerance level of the tool.¹⁴ We can verify this by measuring the angles created by the pairs of principal axes; using the analytical tools normally used in a mathematical representation method, the computer finds no difference in the measurement of the angle and gives all the right angles.

A third general observation is that the problem cannot be solved without a computer. This too is untrue. This method is elaborated using a mental procedure in an abstract geometric space. Only afterwards is the solution represented in a digital environment when it has to be turned into the drawings required to verify the construction. The computer makes it possible to accomplish this procedure; the validity of the method does not depend on the tool. Nevertheless, the computer allows us to interact with shapes directly in space; it offers different points of view to research and improve the experimentation of new intuitions. One last observation involves the nature of this kind of research, which some believe is not part of descriptive geometry but of geometry in general. It is very difficult to clarify this ambiguity in a few short sentences; nevertheless, we will try to explain why it is important to refer to 'descriptive geometry' and

claim historical continuity.¹⁵ Today most people think that the advent of computer graphics has 'shelved' descriptive geometry, and that it should be replaced by a 'new geometry', the geometry of the future which uses digital tools (for example, Helmutt Potmann's Architectural geometry¹⁶). The misunderstanding comes from the partial interpretation of the definition of descriptive geometry by the Monge school: in other words, a science whose only goal is not the study of representation methods. On the contrary, Monge himself states that descriptive geometry has two main objectives: the first is to represent spatial forms on a two-dimensional substrate (drawing paper or computer display); the second is to study lines, surfaces, and their properties, in space. As regards the first objective, we believe that the computer should now be considered on a par with the pencil, ruler, and compass, and therefore computer representation methods should be part of graphic representation methods. With regard to the second objective, we are convinced that we should continue to use drawing to experiment with the properties of lines and surfaces, and that this has to therefore regain a heuristic value, enriched by the potential provided by a cognisant use of computer tools. For all the above reasons, the study of the axes of quadric surfaces presented here rightfully belongs to descriptive geometry. In short, we think that descriptive geometry is a science which is still alive and well, one which thanks to the digital revolution has the chance to relive a second youth.¹⁷

1. See Chasles 1837, pp. 546-547.

2. Cfr. Loria 1921.

3. For more in-depth information see Olivier 1852, pp. 176-178. A critical digital re-elaboration of the construction proposed by Olivier is published in Fallavollita, Salvatore 2012, pp. 184-193.

4. In his book *Metodi matematici*, Gino Loria introduces the concept of 'construction' as a 'method of existential demonstration', specifying that regular polyhedra exist as spatial configurations and not only as arithmetic configurations. See Loria 1935, p. 77.

5. For more in-depth information see Fiedler 1874, p. 11. A critical re-elaboration to digitally represent the

1. Si veda Chasles 1837, pp. 546-547.

2. Cfr. Loria 1921.

3. Per approfondimenti si veda Olivier 1852, pp. 176-178. Una rielaborazione critica digitale della costruzione proposta da Olivier è pubblicata in Fallavollita, Salvatore 2012, pp. 184-193.

4. Gino Loria in *Metodi matematici* introduce il concetto di "costruzione" come "metodo di dimostrazione esistenziale", specificando che i poliedri regolari esistono perché configurazioni spaziali e non solo perché configurazioni aritmetiche. Si veda Loria 1935, p. 77.

5. Per approfondimenti si veda Fiedler 1874, p. 11. Una rielaborazione critica, finalizzata alla rappresentazione digitale del metodo proposto da Fiedler è pubblicata in Fallavollita, Salvatore 2012.

6. Per un approfondimento a riguardo si rimanda agli studi di Riccardo Migliari. In particolare si veda: Migliari 2008 e Migliari 2008a.

7. Cfr. Loria 1921 pp. 356-357.

8. Si veda Salvatore 2012.

9. Per un approfondimento sulla polarità delle quadriche si rimanda a Federico Fallavollita, *Le superfici rigate*, in Migliari, Fallavollita, Salvatore 2009, pp. 153-224.

10. La costruzione del cono per cinque rette è riportata in Fallavollita 2008, pp. 274-316.

11. L'asse principale del paraboloide può essere individuato attraverso il procedimento descritto nel paragrafo "L'estensione del metodo a una generica quadrica a centro", cioè impiegando le proprietà delle corde e dei diametri coniugati. Si costruiscono due corde parallele a piacere e si disegna la retta che passa per i punti medi delle due corde. Si ripete la procedura per un'altra coppia di corde che devono essere parallele alla prima coppia. Le due rette che passano per i rispettivi punti medi delle coppie di corde individuano il piano diametrale coniugato. Si ripete l'intero procedimento per un'altra coppia di corde. L'intersezione dei due piani diametrali è l'asse della superficie. Si noti che questi piani tagliano la superficie secondo parabole. Il centro della superficie in questo caso è una direzione ed è proprio la direzione dell'asse della parabola.

12. Le osservazioni sono state sollevate a Montreal in occasione della relazione dal titolo *Construction of the three principal axes of quadric ruled surfaces* (Fallavollita, Salvatore 2012). Parte di questo studio era stato anche presentato nel 2010 a Tokyo in occasione del *14th International Conference on Geometry and Graphics* (ICGG 2010).

13. Come già riportato, esiste una dimostrazione teorica di Fiedler sull'esistenza degli assi che è stata tradotta in un metodo sintetico per costruire gli assi di una quadrica a partire da una porzione di superficie data. La costruzione è riportata anche in Fallavollita, Salvatore 2012.

14. La "tolleranza assoluta" nei programmi di modellazione NURBS indica un valore all'interno del quale il software riconosce due entità distinte come contigue; non è possibile costruire correttamente entità di dimensioni inferiori alla tolleranza stabilita. Per via della tolleranza la genesi di una qualsiasi geometria non può essere considerata accurata in senso assoluto. Le operazioni più comuni eseguite in ambiente digitale comportano delle approssimazioni, che si possono quantificare in relazione al valore di tolleranza adottato. Valori piccoli garantiscono un calcolo più accurato ma richiedono l'utilizzo di maggiori risorse computazionali dell'hardware. Per questa ragione l'impostazione della "tolleranza ottimale" dipende dalla finalità generale del modello.

15. A riguardo si rimanda agli studi di Riccardo Migliari. In particolare Migliari 2012, pp. 15-42.

16. «*Architectural geometry is therefore an entire research area, currently emerging at the border between applied geometry and architecture*». Cfr. Pottmann, Asperl, Hofer, Kilian 2007.

17. La "prima giovinezza" della geometria descrittiva si deve a Monge e agli allievi della sua scuola che riconobbero nel metodo delle doppie proiezioni ortogonali, ma più in generale nel disegno, un "nuovo" strumento di ricerca. Lo stesso atteggiamento di allora, sostenuto dalle nuove potenzialità del disegno digitale è il fondamento dell'approccio sintetico ai problemi della geometria descrittiva. Il nostro punto di vista rispetto alla geometria descrittiva è riassunto in modo chiaro in una frase di Arthur Cayley, tratta dall'introduzione a *Projective geometry* di H. S. M. Coxeter: «*Metrical geometry is a part of descriptive geometry, and descriptive geometry is all geometry*» (MacDonald Coxeter Harold Scott. *Projective Geometry*. Basel: Springer, 2003, p. 4).

method proposed by Fiedler is published in Fallavollita, Salvatore 2012.

6. For more in-depth information on this issue, consult the studies by Riccardo Migliari. In particular, see: Migliari 2008 and Migliari 2008a.

7. Cfr. Loria 1921 pp. 356-357.

8. See Salvatore 2012.

9. For more in-depth information about the polarity of quadrics, consult Federico Fallavollita, *Le superfici rigate*, in Migliari, Fallavollita, Salvatore 2009, pp. 153-224.

10. The construction of the cone with five straight lines is illustrated in Fallavollita 2008, pp. 274-316.

11. The principal axis of the paraboloid can be established using the procedure described in the paragraph 'Extension of the method to a generic quadric curve with centre', in other words using the properties of the chords and conjugated diameters. Construct any two parallel chords and draw the straight line passing through the median points of the two chords. Repeat the procedure for another pair of chords which have to be parallel to the first pair. The two straight lines passing

respectively through the median points of the pairs of chords establish the conjugated diametral plane. Repeat the entire procedure for another pair of chords. The intersection of the two diametral planes is the axis of the surface. Note that these planes cut the surface as a parabola. In this case the centre of the surface is a direction, the direction of the axis of the parabola.

12. Questions were posed in Montreal during the presentation entitled Construction of the three principal axes of quadric ruled surfaces (Fallavollita, Salvatore 2012). Part of this study was also presented in 2010 in Tokyo during the 14th International Conference on Geometry and Graphics (ICGG 2010).

13. As mentioned earlier, Fiedler presented a theoretical demonstration of the existence of the axes which has been turned into a concise method to build the axes of a quadric using a segment of the given surface. The construction is also illustrated in Fallavollita, Salvatore 2012.

14. In NURBS modelling programmes, 'absolute tolerance' indicate a value within which the software recognises two separate entities as contiguous; it is not possible to correctly construct entities smaller than the established tolerance. Due to the tolerance, the genesis of any geometry cannot be considered absolutely accurate. The most common operations performed in a digital

environment involve approximation, which can be quantified according to the tolerance value adopted. Small values guarantee a more accurate calculation but require the use of greater computational resources of the hardware. This is why the 'optimal tolerance' formulation depends on the overall goals of the model.

15. On this issue, see the studies by Riccardo Migliari. In particular, Migliari 2012, pp. 15-42.

16. "Architectural geometry is therefore a complete research area, currently emerging at the border between applied geometry and architecture". Cfr. Pottmann, Asperl, Hofer, Kilian 2007.

17. We owe the 'first youth' of descriptive geometry to Monge and the pupils at his school who recognised that the double orthogonal projection method, and more in general, drawing, was a 'new' research tool. That same approach, backed by the new potential intrinsic in digital drawing, is the basis of the concise approach to the problems of descriptive geometry. Our point of view vis-à-vis descriptive geometry is clearly expressed in a sentence by Arthur Cayley in the introduction to Projective geometry by H. S. M. Coxeter: "Metrical geometry is a part of descriptive geometry, and descriptive geometry is all geometry" (MacDonald Coxeter Harold Scott. Projective Geometry. Basel: Springer, 2003, p. 4).

References

- Cinti Luciani Stefano, Migliari Riccardo. 2009. Rappresentazione matematica. In Riccardo Migliari. *Geometria Descrittiva*. Novara: CittàStudi, 2009, vol. I, pp. 206-228. ISBN: 978-88-251-7329-1.
- Chasles Michel. 1837. *Apperçu Historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie*. Bruxelles: M. Hayez, imprimeur de l'académie royale, 1837, pp. 546-547 [ed. fac-simile 1989. Sceaux: Jacques Gabay. ISBN: 2-87647-057-8].
- Fallavollita Federico. 2008. *Le superfici rigate e le superfici sviluppabili. Una rilettura attraverso il laboratorio virtuale*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze della Rappresentazione e del Rilievo. Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura. Consultabile all'indirizzo http://padis.uniroma1.it/bitstream/10805/1130/1/F_Fallavollita.pdf.
- Fallavollita Federico. 2009. Costruzioni relative al cerchio. In Riccardo Migliari. *Geometria Descrittiva*. Novara: CittàStudi, 2009, vol. I, pp. 274-316. ISBN: 978-88-251-7329-1.
- Fallavollita Federico, Salvatore Marta. 2012. Construction of the three principal axes of quadric ruled surfaces. In Paul Zsombor-Murray, Aaron Sprecher, Bruno Angeles, eds. *The 15th International Conference on Geometry and Graphics (ICGG 2012)*. Montreal, 2012, pp. 184-193. ISBN: 978-0-7717-0717-9.
- Fiedler Otto Wilhelm. 1871. *Die darstellende Geometrie. Ein Grundriss für Vorlesungen an technischen Hochschulen und zum Selbststudium*. Traduzione italiana di A. Sayno e E. Padova, *Trattato di Geometria Descrittiva*. Firenze: Successori Le Monnier, 1874.
- Loria Gino. 1921. *Storia della geometria descrittiva, dalle origini sino ai giorni nostri*. Milano: Hoepli, 1921.
- Loria Gino. 1935. *Metodi matematici*. Milano: Hoepli, 1935.
- Mersenne Marin. 1644. *Universae geometriae mistaeque synopsis, et bini refractionum demonstratarum tractatus*. Paris: Antonium Bertier, 1644.
- Migliari Riccardo. 2008. Il problema di Apollonio e la Geometria descrittiva. *Disegnare. Idee Immagini*, 36, 2008, pp. 22-33. ISBN: 978-88492-1547-2.
- Migliari Riccardo. 2008a. Rappresentazione come sperimentazione. *Ikhnos. Analisi grafica e storia della rappresentazione*, 2008, pp. 11-28. ISBN: 978-88-7260-170-9.
- Migliari Riccardo. 2012. La Geometria descrittiva nel quadro storico della sua evoluzione dalle origini alla rappresentazione digitale. In Laura Carlevaris, Laura De Carlo, Riccardo Migliari, a cura di. *Attualità della geometria descrittiva*. Roma: Gangemi Editore, 2012, pp. 15-42. ISBN: 978-88-492-2305-7.
- Migliari Riccardo, Fallavollita Federico, Salvatore Marta. 2009. Superfici. In Riccardo Migliari. *Geometria Descrittiva*. Novara: CittàStudi, 2009, vol. II, pp. 144-295. ISBN: 978-88-251-7330-7.
- Olivier Théodore. 1852. *Cours de géométrie descriptive*. Paris: Carilian-Goëury et Vor Dalmont, 1852², pp. 176-178.
- Pottmann Helmut, Asperl Andreas, Hofer Michael, Kilian Axel. 2007. *Architectural Geometry*. Bentley Institute Press, 2007. ISBN: 978-1-934493-04-5.
- Salvatore Marta. 2012. Il cono, i suoi assi, le sue sezioni piane, da Apollonio alla rappresentazione matematica. In Laura Carlevaris, Laura De Carlo, Riccardo Migliari, a cura di. *Attualità della geometria descrittiva*. Roma: Gangemi Editore, 2012, pp. 315-324. ISBN: 978-88-492-2305-7.

Tommaso Empler

Universal Design: ruolo del Disegno e Rilievo

Universal Design: the role of Drawing and Survey

The term 'Universal Design' is a recent neologism in Italy indicating the performance which objects have to have in order to be used by all potential users in an environment. In this case, the disciplinary sector of Drawing and Survey plays a key role in finding the many solutions required to develop graphics as well as visual and non-visual communication for the disabled. Several of the study areas currently moving in this direction are: the design of symbols and typographic characters for the relief drawing of tactile maps for the visually disabled or the graphic elements in which information/communication has to be emphasised for the deaf or persons with cognitive difficulties.

Key words: graphics, wayfinding, visual communication, non-visual communication, relief drawing.

The term 'Universal Design' is a recent neologism in Italy; it indicates the performance required by objects (design, architecture, etc.) in order to be used by all potential users in an environment. It is a linguistic and conceptual improvement of what had so far been negatively expressed as the 'elimination of architectural barriers'. In the Italian legal framework,¹ the definition of architectural barriers is described as:

- a) physical obstacles hampering the mobility of any person, in particular those who, for whatever reason, are fully or partially mobility disabled either permanently or temporarily;
- b) obstacles limiting or preventing any person the easy and safe use of parts, equipment, or components;
- c) the absence of devices and signage permitting orientation and the recognisability of places and sources of danger for any person, in particular, the blind, partially sighted, and the deaf.

Contrary to most people's idea of this topic up to now, it involves more than just the stereotype of individuals 'in wheelchairs'. In fact, it concerns anyone who experiences similar conditions, for example parents with pushchairs and buggies, people who have difficulty walking, such as the elderly, cardiac patients, anyone who is convalescing or has sensory difficulties, such as individuals with hearing disabilities, the visually impaired, or people with cognitive problems, including the elderly and children, as well as people with

Il tema dell'Universal Design è di recente acquisizione e indica i requisiti prestazionali che gli oggetti devono possedere per essere fruiti da tutti gli utilizzatori di un ambiente. Il settore disciplinare del Disegno e Rilievo, in questo contesto, assume un ruolo centrale se si pensa a tutte le soluzioni che devono essere predisposte dal punto di vista della grafica e comunicazione visiva ed extra visiva per i disabili sensoriali. Lo sviluppo di simboli e caratteri tipografici per il disegno a rilievo delle mappe tattili rivolte ai disabili visivi, o gli elementi della grafica, in cui ci sia una enfaticizzazione dell'informazione/comunicazione, per i disabili uditivi e cognitivi, sono alcuni degli ambiti della ricerca attualmente condotta in questa direzione.

Parole chiave: grafica, wayfinding, comunicazione visiva, comunicazione extra-visiva, disegno a rilievo.



Il termine "Universal Design" nel nostro paese è di recente acquisizione e indica i requisiti prestazionali che gli oggetti (di design, di architettura, ecc.) devono possedere per essere fruiti da tutti i potenziali utilizzatori di un ambiente. Si tratta di una evoluzione in termini linguistici e concettuali di quanto finora connotato, in maniera negativa, con il termine "eliminazione delle barriere architettoniche", la cui definizione, nella normativa italiana di settore¹, è: «Per barriere architettoniche si intendono:

- a) gli ostacoli fisici che sono fonte di disagio per la mobilità di chiunque ed in particolare di coloro che, per qualsiasi causa, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea;
- b) gli ostacoli che limitano o impediscono a chiunque la comoda e sicura utilizzazione di parti, attrezzature o componenti;

c) la mancanza di accorgimenti e segnalazioni che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque e in particolare per i non vedenti, per gli ipovedenti e per i sordi».

Contrariamente a quanto finora presente nell'immaginario collettivo, l'argomento ha un risvolto d'interesse che va ben oltre lo stereotipo delle persone su "sedia a ruote", infatti riguarda coloro che vivono condizioni ad essi assimilabili, come i genitori con carrozzine e passeggini al seguito, che hanno difficoltà di deambulazione, come gli anziani, i cardiopatici e tutti coloro che sono convalescenti in genere, che presentano difficoltà sensoriali, come i disabili uditivi, i disabili visivi, o soggetti con problemi cognitivi, tra i quali vengono contemplati anche gli anziani e i bambini, oltre alle persone con problemi comportamentali o psichici. Non è, pertanto, possibile raggruppare i disabili in un'unica categoria, con problemi e soluzioni comuni. Quindi le soluzioni alle necessità dei "disabili" (nel senso più ampio attribuito al termine) non è la "rampa", o il bagno con i maniglioni "a norma", come molti ancora erroneamente ritengono.

La ricerca nel settore del Disegno e Rilievo

Il tema dell'Universal Design² ha un carattere interdisciplinare e il ruolo del settore del Disegno e Rilievo nella ricerca è centrale, soprattutto per le implicazioni che esso ha dal punto di vista della rappresentazione e percezione e comunicazione visiva ed extra-visiva, del rapporto disegno-simbolo-rilievo, oltre ai notevoli risvolti in termini di beneficio sociale. Vengono, infatti, indagate le esigenze delle persone con disabilità sensoriale (non udenti, non vedenti e ipovedenti) e disabilità cogniti-

1/ *Pagina precedente.* Pittogrammi utilizzati negli aeroporti per identificare i servizi di assistenza ai passeggeri disabili. Previous page. *Pictograms used in airports indicating facilities and services for passengers with disabilities or special needs.*

2/ Identificazione di alcune difficoltà e barriere percettive per i disabili sensoriali (non udenti e non vedenti). *Identification of several difficulties and perceptive barriers for the sensory disabled (deaf and blind).*

3/ Pittogrammi usati dal servizio di trasporto pubblico di Vienna per indicare i posti riservati. Scompare il simbolo della sedia a ruote utilizzato nella maggior parte dei paesi europei. *Pictograms used by the public transport system in Vienna to indicate seats reserved for persons with special needs. The wheelchair symbol currently used in most European countries has been replaced.*

4/ Pittogramma per indicare la presenza di sistema di assistenza e facilitazione rivolto ai disabili uditivi. *Pictograms indicating facilities and assistance for persons with hearing disabilities.*

va, che si tramutano in esigenze figurative (visiva e/o tattile) e organizzazione degli ambienti, creando nuovi ambiti applicativi per la rappresentazione stessa. La grafica e progettazione per i disabili visivi porta alla selezione di simboli e caratteri tipografici (tra cui il braille) che devono essere esemplificativi di una realtà che non viene percepita in maniera visiva: pochi segni e simboli, riconoscibili e percepibili con il tatto (uso delle mani, o senso tattile plantare), con il residuo visivo o con gli altri sensi vicarianti (senso uditivo, olfattivo, cinestetico). Questo ambito ha come ulteriore ricaduta la definizione delle strategie della “progettazione plurisensoriale”. La grafica per i non udenti è incentrata sull’efficacia comunicativa che devono avere segnali e oggetti presenti nella realtà, per far comprendere spazi e situazioni anche molto complessi, non trasmissibili verbalmente. La grafica per i disabili cognitivi deve possedere una comunicatività immediata e si deve accompagnare a una modalità di veicolazione semplice e intuitiva.



Rilevamento e analisi percettiva

Il rilevamento è un’operazione fondamentale per definire quali situazioni ambientali (interne ed esterne) sono poco fruibili e hanno bisogno di interventi di miglioramento. Preliminare all’attività di rilievo è la predisposizione di una scheda di rilevamento nella quale siano contemplati gli elementi da registrare in funzione di alcuni macro-temi, quali: problemi connessi alla mobilità negli spazi, in cui si devono annotare le dimensioni dei passaggi (in termini di larghezza e lunghezza); difficoltà nel superare i dislivelli (riportando le differenze di quote tra i piani utili), con una conse-

behavioural or psychic problems. The disabled cannot all be put in the same ‘basket’, with the same problems and solutions. Therefore the solutions to the needs of the ‘disabled’ (in its broadest sense) is not the ‘ramp’, or a bathroom with ‘standard’ handles, as many still – mistakenly – believe.

Research in the field of Drawing and Survey

Universal Design² is an interdisciplinary issue, and Drawing and Survey play a key role in research, above all due to the effect they have on representation, perception, and visual and non-visual communication, as well as on the relationship between design, symbol, and relief, and in terms of greater social benefits.

In fact, studies in this field focus on the needs of the sensory-disabled (the deaf, blind, and partially sighted) and persons with cognitive disabilities, which involve figurative needs (visual and/or tactile) and layout arrangements; in turn this creates new fields in which to use representation. Graphic images and design for the visually disabled involves choosing the right symbols and typographic characters (including Braille) to explain a reality which is not visually perceived: a few signs and symbols which can be recognised and perceived either by touch (hands, or plantar tactile sense), residual vision, or other vicarious senses (auditory, olfactory, kinaesthetic). Defining ‘multisensory design’ strategies is also part of the remit of this disciplinary field. Graphics for the deaf focus on successful communication; they require real signage and objects to explain extremely complex spaces and situations which cannot be verbally conveyed. Graphics for persons with cognitive disabilities have to be immediately comprehensible as well as simple and intuitive in their design.

Survey and perceptive analysis

Survey is crucial in order to define which environmental situations (indoors and outdoors) are difficult and need and need to be improved.

Before conducting a survey, a technical survey sheet has to be prepared in order to record all pertinent macro topics. The latter include: mobility problems, including the size of



passageways (width and length); difficulty in negotiating differences in level (recording the difference between usable floor levels) and evaluation of the presence/absence of appropriate architectural devices (e.g., ramps) or mechanical devices (elevators) in order to solve the reported difficulties; facilities which are difficult to use (e.g., bathrooms); problems associated with the perception and recognisability of spaces, including assessment of the presence of devices facilitating orientation, such as tactile maps and natural and artificial guides for the visually disabled, and efficient directional signage for the deaf and persons with cognitive difficulties; problems associated with the presence and use of architectural materials and solutions which do not correspond to safety standards, such as slippery floors, objects which jut out dangerously at eye level, or insufficient lighting in emergency or normal situations which does not, for example, light the faces of visitors to facilitate lip-reading by the deaf, or which does not enhance the chromatic contrast of objects present in the environment for the partially sighted.

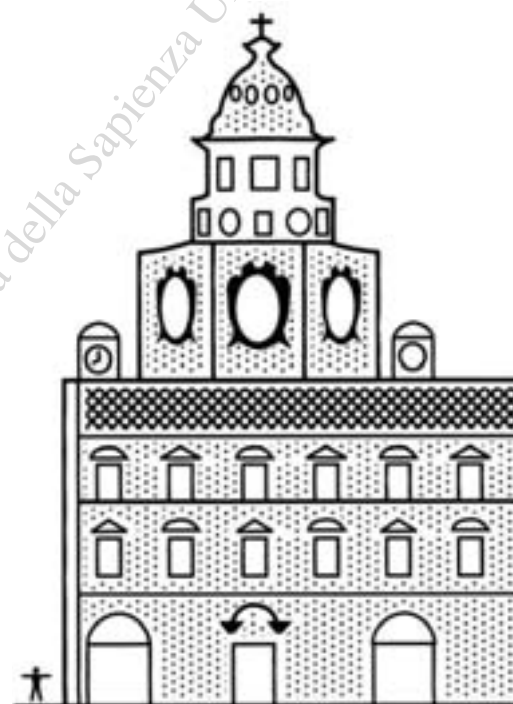
These characteristics are often combined; to assess them we need special training to be able to understand how spaces are perceived and used by the disadvantaged, rather than simply taking measurements. It is possible to understand how a visually disabled person perceives a space only after a course on 'orientation and mobility', where a 'visually adept' person is trained to understand – while blindfolded – how a blind person orients himself in different environmental situations, for example at a crossroads.

Perceived information involves: 'distance' through the sense of hearing, spatially positioning roads spatially positioned according to the direction of traffic and where cars come to a halt (traffic lights or pedestrian crossing) will therefore allow the person to decide when to cross; 'proximity', using the plantar tactile sense to understand in which direction the person should cross compared to the edge of the pavement (for a visually disabled person a ramp between the pavement and the road can be dangerous because the person might not realise he is moving from a

guente valutazione di presenza o assenza di appropriati manufatti architettonici (come le rampe) o dispositivi meccanici (come gli ascensori) per sopperire alle carenze lamentate; difficoltà nella fruizione dei servizi (come i bagni); problemi connessi alla percezione e riconoscibilità degli spazi, in cui le valutazioni riguardano la presenza di indizi che consentono l'orientamento, come le mappe tattili e le guide naturali e artificiali per i disabili visivi, una segnaletica orientativa efficace per i non udenti e coloro che hanno difficoltà cognitive; problemi connessi alla presenza e uso di materiali e soluzioni architettoniche poco conformi agli standard di sicurezza, come pavimenti sdruciolevoli, oggetti che aggettano pericolosamente all'altezza della testa delle persone, o livelli d'illuminazione inadeguati sia in situazioni di emergenza sia in situazione di regime, non consentendo, ad esempio, di illuminare i volti dei visitatori, per facilitare la lettura labiale da parte dei non udenti, o che non favoriscono il contrasto cromatico degli oggetti presenti negli ambienti per gli ipovedenti.

Queste caratteristiche sono spesso tra loro sovrapposte e il loro rilevamento richiede, più che la capacità di effettuare un elementare rilevamento metrico con metodo diretto, una particolare formazione e conoscenza delle modalità percettive e di utilizzazione degli spazi da parte di coloro che si trovano nelle situazioni più svantaggiate. Comprendere come un disabile visivo percepisca uno spazio è possibile soltanto seguendo un corso di "orientamento e mobilità", dove il soggetto "normovedente" viene istruito a capire, tramite una benda collocata sugli occhi, come si orienti un non vedente nelle diverse situazioni ambientali come, ad esempio, in un incrocio stradale. Le informazioni percepite sono: di "distanza" tramite il senso uditivo, collocando nello spazio la posizione delle strade mediante la direzione e il verso del traffico veicolare e del punto di arresto delle autovetture (regolato con dispositivo semaforico o con un semplice attraversamento pedonale), che permettono di determinare il momento in cui attraversare; di "prossimità" tramite il senso tattile plantare, che consente di capire, rispetto al ciglio del marciapiede (per un disabile visivo una rampa di collegamento tra il piano del marciapiede e

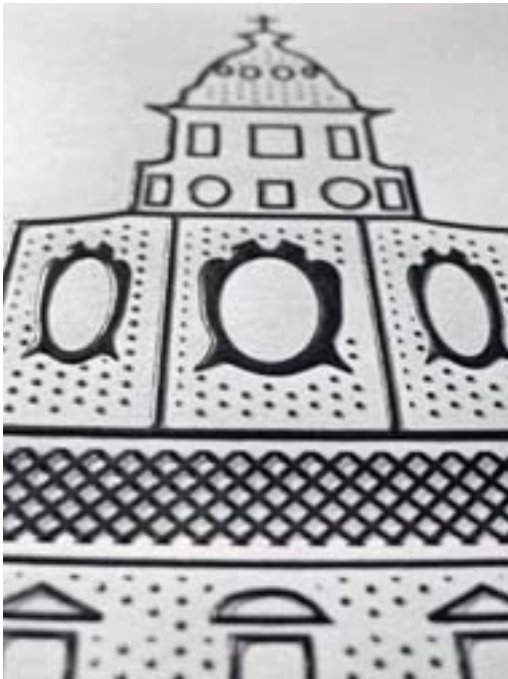
5/ Rappresentazione della chiesa di San Lorenzo, guida tattile di Torino di Fabio Levi e Rocco Rolli.
Representation of the Church of St. Lawrence, tactile guide of Turin by Fabio Levi and Rocco Rolli.



quello della strada può costituire un pericolo, poiché non si accorge di transitare da uno spazio pedonale a uno carrabile), la direzione che deve essere seguita nell'attraversamento stesso. È utile precisare come la memoria del luogo così ottenuta non coincida con la "memoria visiva" della stessa situazione ambientale, creando nella mente di un "normovedente" due "layer" tra loro difficilmente sovrapponibili, che generano dello stesso spazio fisico due differenti ricordi: quello "visivo" e quello "extra-visivo". Dunque, l'operazione di rilevamento non richiede l'uso di particolari strumentazioni, ma la consapevolezza di cosa deve essere ricercato ed annotato: la predisposizione di una scheda e delle informazioni per una completa fruibilità dei luoghi; la capacità di individuare i dati più significativi (che viene da una adeguata formazione sulle modalità di utilizzo degli spazi da parte delle categorie svantaggiate) ed ivi riportarli; una documentazione fotografica con la capacità di selezionare ciò che deve essere memorizzato; un elaborato grafico in cui è riportata la planimetria ed almeno una sezione longitudinale e trasversale della situazione ambientale. La recente introduzione del tema dell'*Universal Design* nel settore dei Beni Culturali³

6/ Rappresentazione della chiesa di San Lorenzo, visualizzazione degli elementi grafici a rilievo.
Representation of the Church of St. Lawrence, visualisation of the raised graphic elements.

7/ Rappresentazione del Duomo di San Giovanni, visualizzazione degli elementi grafici a rilievo.
Representation of the Cathedral of St. John, visualisation of the raised graphic elements.



apre ulteriori orizzonti sullo sviluppo della ricerca e la definizione di un metodo appropriato, in cui l'annotazione delle informazioni è reso più complesso dalla maggiore difficoltà di fruizione, ad esempio, delle aree archeologiche, dove alla registrazione dei macro-temi sopra riportati si aggiunge l'oggettiva difficoltà di accesso a tali aree e i vincoli di conservazione imposti dalla Soprintendenza competente.

Rappresentazione a rilievo

Il tema del "disegno a rilievo" e delle rappresentazioni tattili per i disabili visivi è oggetto di approfonditi studi dai primi anni Novanta del



secolo scorso, quando per scopi principalmente legati alla pedagogia dei non vedenti sono state studiate forme di comunicazione che consentono ai ciechi di connotare meglio lo spazio esterno e di formarsi una mappa cognitiva di collocamento all'interno di tale spazio⁴.

Propedeutica a questo discorso è la considerazione di come avviene, da parte di un disabile visivo, la percezione dello spazio che lo circonda, con una distinzione tra coloro che sono "ciechi dalla nascita" e coloro che diventano "ciechi in età tardiva" e che quindi hanno una residua memoria visiva della realtà.

La codificazione delle regole prospettiche nel Rinascimento ha sicuramente modificato il modo di percepire lo spazio e di rappresentarlo da parte dei "normovedenti". Una ricerca condotta con dei non vedenti ha permesso alcune valutazioni rispetto alla percezione dello spazio e alla conoscenza e consapevolezza delle regole prospettiche. La richiesta, fatta a un "cieco in età tardiva", di indicare con le mani l'andamento di due rette parallele, poste una alla sua destra e una alla sua sinistra, ha avuto come risposta un gesto in cui le due rette si incontrano in un punto collocato davanti a lui, che coincide con il punto di fuga delle rette stesse. La stessa domanda rivolta a un "cieco dalla nascita" ha un esito diverso; infatti il concetto di rette parallele non è in alcun modo influenzato dalla codificazione prospettica e il tentativo è di indicare due rette che continuano comunque a camminare parallelamente all'infinito, con un problema di limite gestuale nell'indicare il loro effettivo sviluppo spaziale, infatti le rette non possono essere rappresentate oltre la massima estensione delle braccia. Questa considerazione porta all'ulteriore riflessione che anche alcune regole di base della geometria descrittiva, legate alle proiezioni mongiane in pianta, prospetto e sezione, sono, per un "non vedente dalla nascita", un concetto astratto della realtà, dove gli oggetti sono dotati di tre dimensioni.

L'educazione, lo studio e la diffusione del "disegno a rilievo" sono stati indirizzati, da Fabio Levi⁵, in questa direzione, per una serie di motivi: – la mano riesce a percepire con estrema chiarezza il contrasto fra figura e sfondo, grazie al rilievo dei segni grafici emergenti dal foglio di carta, quali punti, linee o superfici variamente combinati fra loro;

pedestrian area onto a road). Remember that this way of memorising a place does not coincide with a 'visual memory' of the same situation; this creates two 'layers' in the mind of a 'visually adept' person. These layers are not only difficult to superimpose, they generate two different memories of the same physical space: the 'visual' memory and the 'non-visual' memory.

Accordingly, rather than requiring special tools, this kind of survey involves knowing what to look for and note: it means drafting a technical sheet and recording the information needed so that everyone can enjoy the place in question; the skill to know what information is crucial and how to record it (this requires good training about the use of space by disadvantaged persons); the ability to photograph the things which need to be recorded; a diagram showing the plan and at least a longitudinal and transverse section of the environment in question.

The term Universal Design has recently been adopted in the field of Cultural Heritage³; this opens up new horizons vis-à-vis new research and the definition of an appropriate method. Recording the data has been complicated by the difficulties involved in extending the concept, for example, to archaeological areas, where recording the macro topics mentioned earlier is compounded by the objective difficulty of accessing these areas and the conservation constraints imposed by the competent authorities.

Relief representation

The topic 'relief drawing' and tactile representation for the visually disabled has been studied in-depth ever since the early 1990s when forms of communication were researched mainly for pedagogical reasons associated with the blind; these forms of communication were intended to make it easier for the blind to characterise space and create a cognitive map of their position in that space.⁴ In order to do this it was necessary to discover how a visually disabled person perceived the space around him; it also involved distinguishing between individuals who were 'blind from birth' and those who became 'blind later on in life' and therefore

8/ Pianta, prospetto frontale e laterale di Notre Dame de Paris, nel volume tattile *Des Clés pour BÂTiR*.
 Plan, front and side façade of Notre Dame de Paris, in the tactile book *Des Clés pour BÂTiR*.

have a residual visual memory of reality. Classification of the rules of perspective during the Renaissance undoubtedly changed the way the 'visually adept' perceive and represent space. A study conducted with a group of blind persons made it possible to evaluate their perception of space and their comprehension and awareness of the rules of perspective. When a person who became 'blind in later life' was asked to use his hands to indicate two parallel lines, one on his right and one on his left, the person made the two lines meet at a point in front of him, a point coinciding with the vanishing point of the lines.

The when a person 'blind from birth' was asked to do the same thing, the result changed. In fact, the concept of parallel lines was not in the least influenced by the rules of perspective; the person attempted to show that the parallel lines would remain parallel ad infinitum, the only problem being how to indicate this in space. In fact straight lines cannot be indicated beyond the end of a person's arms, which leads us to another consideration: that certain basic rules of descriptive geometry, associated with Monge's projections in a plan, elevation, and section are, for someone 'blind from birth', an abstract concept of reality in which objects have three dimensions.

While teaching, studying, and disseminating information about 'relief drawing', Fabio Levi⁵ has focused on these issues for the following reasons:

- a hand can very clearly perceive the contrast between figures and background thanks to raised graphic signs on a piece of paper, such as points, lines, or surfaces, or various combinations of all three;
- there seems to be no particular indecision regarding evaluation of the spatial structure of the drawn figures, except when this is done on purpose or when, more often than not, it is due to the inexperience of the draughtsman: data about the form, extension, direction, and relationship between the various elements next to each other on the piece of paper are easily identified if the constraints associated with the specificities of tactile perception are respected;
- in particular, if the drawings are not too big and are restricted to an area that can be covered by two hands next to each other, the

– non risultano particolari incertezze riguardo alla valutazione della struttura spaziale delle figure disegnate, se non quelle indotte dalla volontà o, più spesso, dall'imperizia del disegnatore: i dati relativi alla forma, all'estensione, alla direzione, ai rapporti fra i diversi elementi presenti l'uno accanto all'altro sulla superficie del foglio vengono colti con facilità, a condizione che siano rispettati i vincoli connessi alla specificità della percezione tattile;

– in particolare, se i disegni non sono di dimensioni eccessive e risultano compresi entro lo spazio che possono coprire le due mani poste l'una accanto all'altra, il processo di strutturazione degli insiemi procede agevolmente e con relativa rapidità;

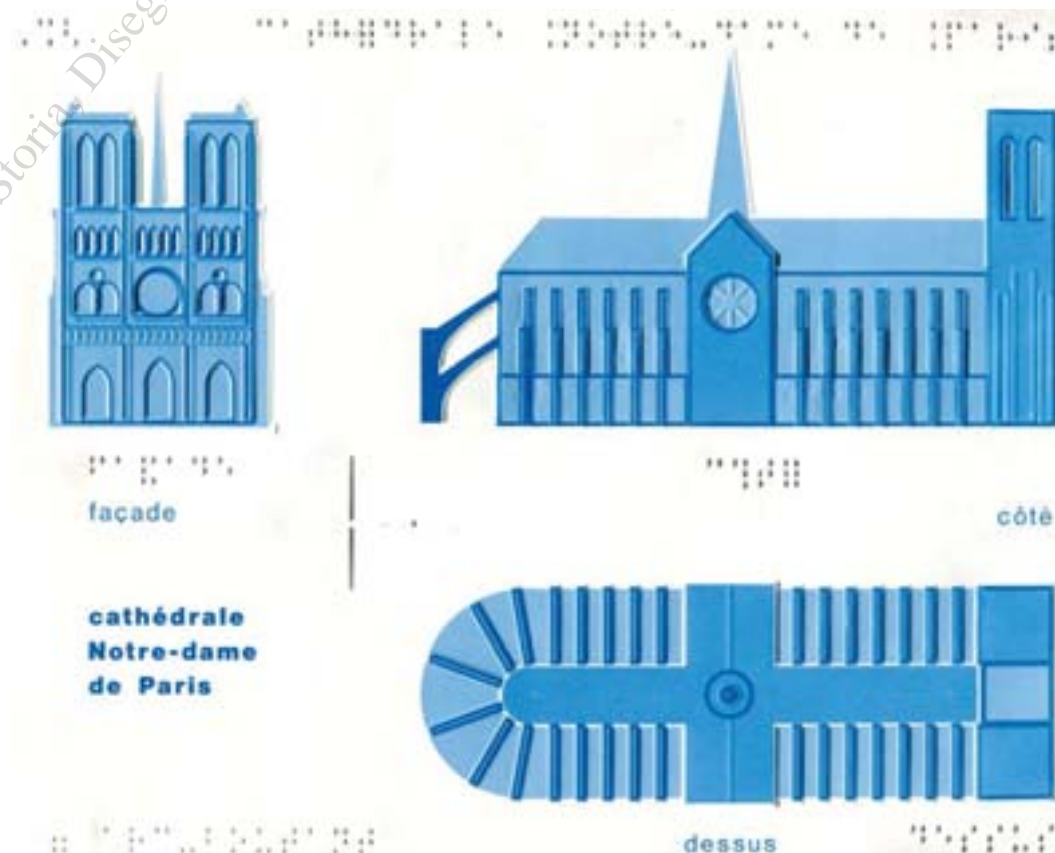
– con un breve allenamento, ed eventualmente grazie a qualche informazione aggiuntiva fornita oralmente nel corso dell'esplorazione, l'osservatore riesce senza troppe difficoltà a individuare da quale punto di vista l'oggetto ritratto sia stato disegnato, tanto da poter risalire nella sua mente ai tratti salienti

della realtà; il corretto uso delle proiezioni ortogonali – visione frontale, visione laterale e pianta – rappresenta in questo caso la garanzia migliore per una pronta interpretazione del disegno, compresa una precisa valutazione della profondità degli oggetti e cioè della loro dimensione volumetrica.

Queste indicazioni rappresentative sono sviluppate dallo stesso Fabio Levi, con Rocco Rolli, nella elaborazione del manuale *Disegnare per le mani*⁶, a cui è associata anche una serie di guide turistiche tattili, come: *Torino. Toccare l'arte*⁷ e *Venezia. Il Canal Grande*⁸. La considerazione che questa è una direzione assunta a livello internazionale è data anche dalla coeva pubblicazione realizzata dal Museo della Città della Scienza e dell'Industria de' La Villette a Parigi: *Des Clés pour BÂTiR*⁹.

Codificazione grafica a rilievo

La "rappresentazione a rilievo", oltre a fini pedagogici e divulgativi, presenta oggi un altro ambito d'interesse: quello dei sistemi di se-

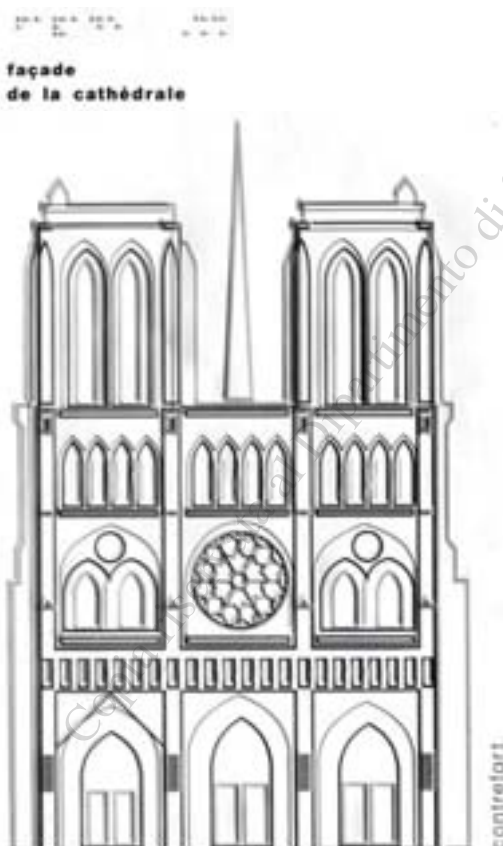


9/ Prospetto frontale di Notre Dame de Paris ad una scala in cui è consentita una accettabile percezione aptica, volume tattile Des Clés pour BÂTiR.

Front façade of Notre Dame de Paris on a scale which allows acceptable haptic perception, tactile book Des Clés pour BÂTiR.

gnaletica o “wayfinding”¹⁰, volti all’orientamento spaziale dei non vedenti visitatori di un determinato luogo.

Si tratta un campo d’indagine di recente sviluppo in cui convergono le competenze dell’architetto, esperto nella rappresentazione e discretizzazione della forma dello spazio, del tifologo¹¹ quale esperto delle modalità percettive dei disabili visivi e del grafico, nell’ideazione di simboli e caratteri tipografici riconoscibili anche mediante percezione aptica. La discretizzazione della forme presenti nella realtà consente l’individuazione dei principali elementi geometrici che costituiscono uno spazio interno o esterno (come, ad esempio, gli elementi e le superfici che caratterizzano il perimetro di un edificio), per consentirne una riconoscibilità visiva in termini iconici e a rilievo dal punto di vista aptico. È in questo secondo aspetto che interviene il tifologo, fornendo indicazioni sulle modalità recettive della percezione aptica, sulle forme geometriche meglio riconoscibili dai polpastrelli delle dita



e su ciò che può essere confortevole o pericoloso, causando ferite alle dita stesse. Indicazioni possono essere anche fornite in merito ai materiali che sono più facilmente riconoscibili e su quelli che risultano incomprensibili “al tatto”, creando un “rumore” di fondo che rende l’informazione più difficile da percepire. Il perfezionamento e la trasformazione in informazioni comprensibili per il disabile visivo è possibile grazie al lavoro del grafico, che crea e rende contemporaneamente riconoscibili dal canale visivo e dal canale aptico “simboli” e “caratteri tipografici”, pensati sia in “nero”, o “large print”, sia in “braille”.

Questa forma di rappresentazione, denominata “mappa tattile”¹², esce dal piano bidimensionale per assumere un carattere a “rilievo”, connotandosi come una rappresentazione da “visualizzare” ed “esplorare” contemporaneamente, mediante la vista e il senso tattile “aptico”. Tuttavia vanno rispettati alcuni criteri imprescindibili, quali: tenere conto che il tatto ha una capacità di discriminazione molto inferiore rispetto a quella della vista e infatti linee o punti al di sotto di una certa dimensione non risultano percepibili; vi sono soglie di spessore, di larghezza, di distanza fra segni grafici che bisogna conoscere e non superare, come, per esempio due linee situate l’una accanto all’altra, a una distanza inferiore ai due millimetri, vengono percepite normalmente dai polpastrelli come una linea sola. Quindi bisogna semplificare il disegno, mantenendo fra le linee, i punti e le superfici distanze che rispettino quel criterio spaziale o altri analoghi.

Enfasi della grafica

L’esigenza dei non udenti è avere un ambiente con un alto gradiente percettivo, in cui siano predominanti le informazioni visive, che possono essere colte rapidamente per elaborare le strategie decisionali di orientamento e movimento nello spazio.

Per i non udenti e i sordastri i percorsi di apprendimento previsti nelle scuole attribuiscono un importante ruolo alla lettura e comprensione di immagini di ogni tipo, passando per esercitazioni e laboratori, quali: la scelta di tecniche e materiali per realizzare un messaggio visivo efficace; utilizzare mes-

10/ Dettaglio del prospetto frontale di Notre Dame de Paris, volume tattile Des Clés pour BÂTiR.

Detail of the front façade of Notre Dame de Paris, tactile book Des Clés pour BÂTiR.



process used to structure the whole area is relatively quick and easily achieved; – with a little exercise, and perhaps some additional oral information during the exploration, an observer can quite easily understand the viewpoint from which the object has been drawn and find in his mind the salient traits of that reality; in this case the correct use of orthogonal projections – front view, side view and plan – can guarantee the best interpretation of the drawing, including an accurate assessment of the depth of the objects, in other words their volume and size. Fabio Levi, together with Rocco Rolli, illustrated these symbolic indications in the handbook Disegnare per le mani,⁶ attached as a supplement to two tactile tourist guides: Torino. Toccare l’arte,⁷ and Venezia. Il Canal Grande.⁸ This approach also appears to have been adopted internationally; in fact, similar publications were printed by the Museum of the Cité des Sciences ed de l’Industrie in La Villette (Paris): Des Clés pour BÂTiR.⁹

Classification of relief graphics

Apart from pedagogical and information purposes, ‘relief representation’ is an interesting issue in another disciplinary field: signage or ‘wayfinding’¹⁰ systems used to help blind visitors orient themselves in a particular place. This is a recent field of research involving the skills of architects (as an expert in the representation and discretisation of spatial forms), tiflogists¹¹ (as an expert in working with the visually impaired), and graphic artists who create symbols and typographic characters which can be recognised using haptic perception.

MAPPE TATTILI

DEFINIZIONE DELLA MIGLIORE PERCEPIBILITÀ DEI CARATTERI TIPOGRAFICI IN “NERO” O “LARGE PRINT”, DEI CARATTERI “BRAILLE” E DEI SIMBOLI A RILIEVO NELLA RICERCA ACCOMPAGNATA DALLA PRODUZIONE INDUSTRIALE CONDOTTA TRA IL 1997 E IL 2013.

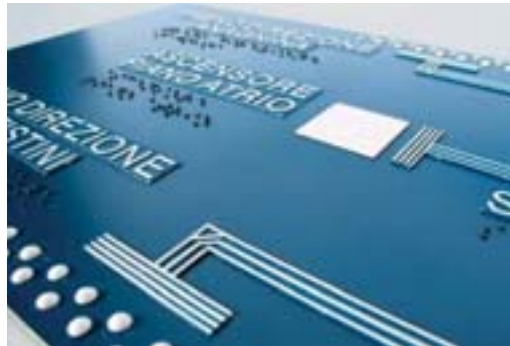
TACTILE MAPS

ESTABLISHING THE BEST PERCEPTION OF ‘BLACK’ OR ‘LARGE PRINT’ SETS OF BRAILLE CHARACTERS AND RAISED SYMBOLS IN THE STUDY AND INDUSTRIAL PRODUCTION PERFORMED BETWEEN 1997 AND 2013.



Anno: 1997.
Spessore lettere, braille e simboli: 1 mm.
Font utilizzato: Helvetica Bold.
Caratteristiche positive: le lastre sono monolitiche e ben percepibili visivamente. Sufficiente leggibilità “aptica” dei simboli e del “braille”.
Caratteristiche negative: insufficiente perceibilità aptica delle lettere in “nero”.

Year: 1997.
Thickness of the letters, Braille and symbols: 1 mm.
Font: Helvetica Bold.
Positive characteristics: the plates are made in one piece and easy to see. Good “haptic” legibility of the symbols and “Braille”.
Negative characteristics: insufficient haptic perception of the “black” letters.



Anno: 1999.
Spessore lettere, braille e simboli: 1 mm.
Font utilizzato: Brilief normale. In carattere “Brilief” è appositamente studiato ed ottenuto dalla trasformazione del carattere “Humanist 521”, operando in particolare sulle lettere tonde, come la “C”, la “G”, la “O” e la “S”, che sono rese meglio riconoscibili all’esplorazione aptica.
Caratteristiche positive: buona perceibilità dei simboli e del “braille”; sufficiente perceibilità delle lettere in “nero”. Buona la percezione visiva delle scritte.
Caratteristiche negative: i simboli a rilievo sono oggetto di atti vandalici, che portano ad una loro parziale o completa asportazione.

Year: 1999.
Thickness of the letters, Braille and symbols: 1 mm.
Font: Brilief-normal. The “Brilief” character was specifically studied and created by modifying the “Humanist 521” font, in particular round letters such as “C”, “G”, “O” and “S”, in order to make them more recognisable during haptic exploration.
Positive characteristics: good perception of the symbols and “Braille”; moderate perception of the “black” letters. Good visual perception of the wording.
Negative perception: the raised symbols could be vandalised, and either all or some of them could be removed.



Anno: 2001.
Spessore lettere, braille e simboli: 1 mm.
Font utilizzato: Brilief normale.
Caratteristiche positive: buona perceibilità dei simboli e del “braille”; buona perceibilità delle lettere in “nero”. Buona la percezione visiva delle scritte.
Caratteristiche negative: i simboli a rilievo sono oggetto di atti vandalici, che possono portare ad una loro parziale o completa asportazione.

Year: 2001.
Thickness of the letters, Braille and symbols: 1 mm.
Font: Brilief-normal.
Positive characteristics: good perception of the symbols and “Braille”; good perception of the “black” letters. Good visual perception of the wording.
Negative characteristics: the raised symbols could be vandalised, and either all or some of them could be removed.



Anno: 2010.
Spessore lettere, braille e simboli: 1 mm.
Font utilizzato: Brilief normale.
Caratteristiche positive: buona perceibilità dei simboli e del “braille”; buona perceibilità delle lettere in “nero”. Buona la percezione visiva delle scritte. Buona preservabilità delle lastre dagli atti vandalici.
Caratteristiche negative: nessuna.

Year: 2010.
Thickness of the letters, Braille and symbols: 1 mm.
Font: Brilief-normal.
Positive characteristics: good perception of the symbols and “Braille”; good perception of the “black” letters. Good visual perception of the wording. The plates were not easily damaged by vandals.
Negative characteristics: none.



Anno: 2013.
Spessore lettere, braille e simboli: 1 mm.
Font utilizzato: Brilief normale.
Caratteristiche positive: buona perceibilità dei simboli e del “braille”; buona perceibilità delle lettere in “nero”. Buona la percezione visiva delle scritte. Buona preservabilità delle lastre dagli atti vandalici.
Caratteristiche negative: nessuna.

Year: 2013.
Thickness of the letters, Braille and symbols: 1 mm.
Font: Brilief-normal.
Positive characteristics: good perception of the symbols and “Braille”; good perception of the “black” letters. Good visual perception of the wording. The plates were not easily damaged by vandals.
Negative characteristics: none.



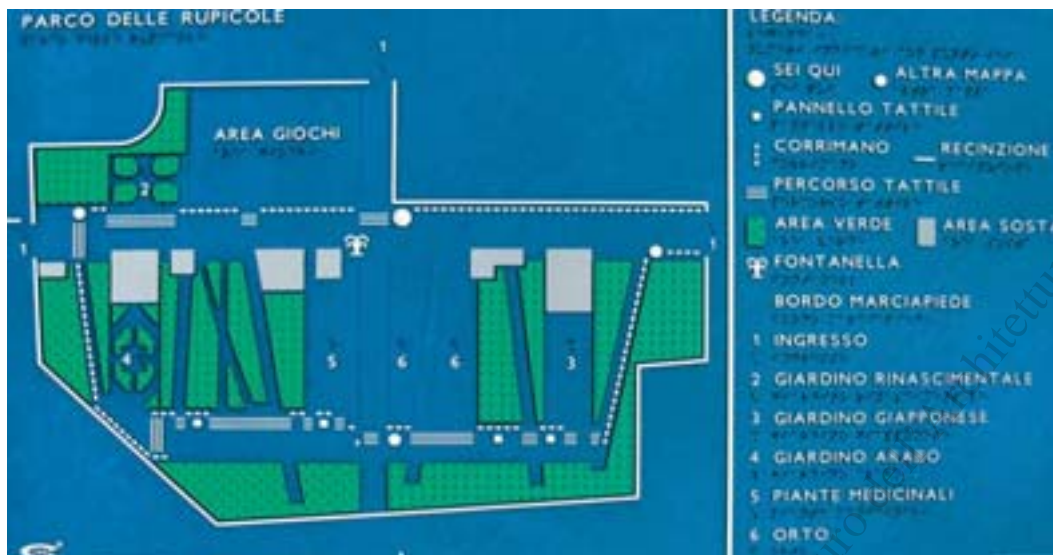
Confronto tra gli elementi grafici realizzati con la modalità grafico/produttiva del 2001 (sinistra) e la modalità grafico/produttiva del 2010 (destra).

Comparison between the graphic elements made using the 2001 graphic/industrial production mode (left) and the 2010 graphic/industrial production mode (right).

11/ 12/ Mappa tattile del Giardino sensoriale al Parco delle Rupirole, Roma.
Tactile Map of the Sensory Garden in Parco delle Rupirole, Rome.

13/ 14/ Mappa tattile del Museo Blau a Barcellona. La dimensione del font richiede una dimensione della mappa tattile superiore al raggio d'azione delle braccia che la devono esplorare.

Tactile Map of the Blau Museum in Barcelona. The size of the font requires a tactile map bigger than the length of the arms used by a person to explore it.



The discretisation of real forms makes it possible to identify the main geometric elements in an indoor or outdoor environment (for example, the elements and surfaces of the perimeter of a building), so that when they are touched they become visually recognisable as raised icons. This involves the expertise of tiftologists; the latter provide information about the receptive modes of haptic perception, the geometric forms which are easiest to recognise when touched by a person's fingertips, and what is comfortable or dangerous, or may actually injure a person's fingers. They can also provide information about which materials are easiest to recognise, materials which are incomprehensible 'to the touch', and materials which create a background 'noise' and therefore make it difficult to perceive the information. Thanks to the work of graphic artists, it is possible to improve perfect and turn objects into information which a visually disabled can understand; graphic artists create and at the same time make it possible to visually and haptically recognise 'symbols' and 'typographic characters' imagined as 'black' or 'large' print, as well as 'Braille'.

This kind of representation, known as a 'tactile map',¹² is no longer two-dimensional, but in 'relief': it is an image that has to be both 'visualised' and 'explored' using the sense of sight and 'haptic' touch. However, certain criteria have to be considered, for example: touch can discriminate much less than sight, and in fact lines or points smaller than a certain size cannot be perceived; there are certain thicknesses, widths, and distances between graphic signs that have to be respected, for example two lines next to each other, but less than two millimetres apart, are perceived by a person's fingertips as just one line. So the drawing has to be simple and the space between lines, points, and surfaces has to reflect these spatial criteria or other similar criteria.

Emphasis of the graphics

The deaf require a very perceptive environment in which information is principally visual and easily interpretable so they can make decisions regarding orientation and movement in space.

15/ 16/ Modello fisico del Parlamento Scozzese ad Edimburgo. La legenda è realizzata con la modalità di una mappa tattile, dove solo alcuni elementi sono a rilievo, con esclusione della parte in "large print".

Physical model of the Scottish Parliament in Edinburgh. The tactile map method was used to make the legend; the raised elements do not include the part in "large print".

For the deaf and hearing impaired scholastic educational courses focus primarily on reading and understanding all kinds of images; this takes place during exercises and workshops and includes: choosing techniques and materials to create a successful visual message; the use of graphic and gestural visual messages (e.g., drawing and mime) to enhance oral or written communications; the ability to change an image in order to alter its overall meaning; the ability to invent graphic signs and symbols to convey special messages. The main goal of this kind of education is to teach sign language (SL) and lip-reading, as well as develop an oral language which can be understood thanks to successful logaoedics (completely mute persons do not exist). Individuals with cognitive difficulties or modest mental retardation often find it difficult to fully relate to their surroundings. As regards orientation and comprehension of places, it is important for them to have simple, clear, and straightforward information about their surroundings. It is also important for the deaf, and persons with cognitive disabilities, to be able to easily understand these signs about their surroundings so that they do not have to verbally ask other people for information. In both cases the graphics have to be designed so that the information/communication is emphasised and divided into two levels: the first involves designing extremely communicative symbols and pictograms in order to simplify orientation; the other involves the way in which destinations are emphasised in directional signage or wayfinding systems. We should point out that symbols or pictograms¹³ can be recognised and understood quicker than words, but only if their meaning is clear and if they are drawn clearly and can be recognised from a distance; in fact, pictograms can potentially be a universal language even when they involve cultural differences. Nevertheless, some signs are now part of our everyday culture and are difficult to misunderstand.

In addition, there are two basic kinds of symbols used in signage:

- illustrative symbols describing the object or structure;*
- abstract symbols which use non-illustrative interpretation of the object or structure.*



saggi visivi grafici e gestuali (come il disegno e il mimo) per integrare comunicazioni orali o scritte; capacità di modificare un'immagine per cambiarne il significato complessivo; inventare segnali e simboli grafici per trasmettere messaggi diversi dall'ordinario. Il percorso didattico persegue principalmente le finalità di insegnare il linguaggio dei segni (LIS), a leggere il labiale, a sviluppare un linguaggio orale (di fatto non esistono i muti) comprensibile mediante efficaci corsi di logopedia.

Le persone con disabilità cognitiva o ritardo mentale medio hanno spesso problemi a relazionarsi in maniera compiuta con l'ambiente che li circonda. È per loro importante, al fine dell'orientamento e della comprensione dei luoghi, che le informazioni ambientali siano semplici, chiare e inequivoca-

bili. Sia per i non udenti sia per i disabili cognitivi è opportuno che i segnali forniti dall'intorno siano facilmente recepiti, per non chiedere informazioni verbali di supporto ad altri individui. In entrambi i casi deve essere studiata e adottata una grafica in cui ci sia una enfaticizzazione dell'informazione/comunicazione, articolata su due livelli: il primo riguarda lo studio di simboli e pittogrammi altamente comunicativi per semplificare l'orientamento; l'altro il metodo per enfatizzare le destinazioni nei sistemi di segnaletica orientativa o *wayfinding*.

Ricordiamo che i simboli o i pittogrammi¹³ possono essere riconosciuti e compresi più velocemente di qualsiasi parola, solo se il loro significato è chiaro, se sono disegnati in modo leggibile e riconoscibile anche da una certa distanza; infatti i pittogrammi hanno il potenziale per essere un linguaggio universale anche quando subentrano differenze culturali. Tuttavia alcuni segnali sono ormai entrati a far parte della cultura comune e difficilmente possono essere fraintesi.

A questo si deve aggiungere che vi sono due tipi fondamentali di simboli usati nella segnaletica:

- i simboli rappresentativi, descrittivi dell'oggetto di riferimento o della struttura;
- i simboli astratti, che utilizzano un'interpretazione non rappresentativa dell'oggetto o della struttura.

Inoltre, i fattori che influenzano l'efficacia di un simbolo sono:

- la conoscenza del simbolo;
- la complessità del significato del simbolo;
- la dimensione del simbolo e la posizione da cui deve essere visto;
- il posizionamento del simbolo sulla segnaletica;
- la fraintendibilità del simbolo.

In alcune realtà i pittogrammi sono usati come parte integrante di un sistema di orientamento ma anche per aiutare quelle persone che non parlano la lingua madre o hanno difficoltà di comunicazione o comportamentali, come nel caso in esame.

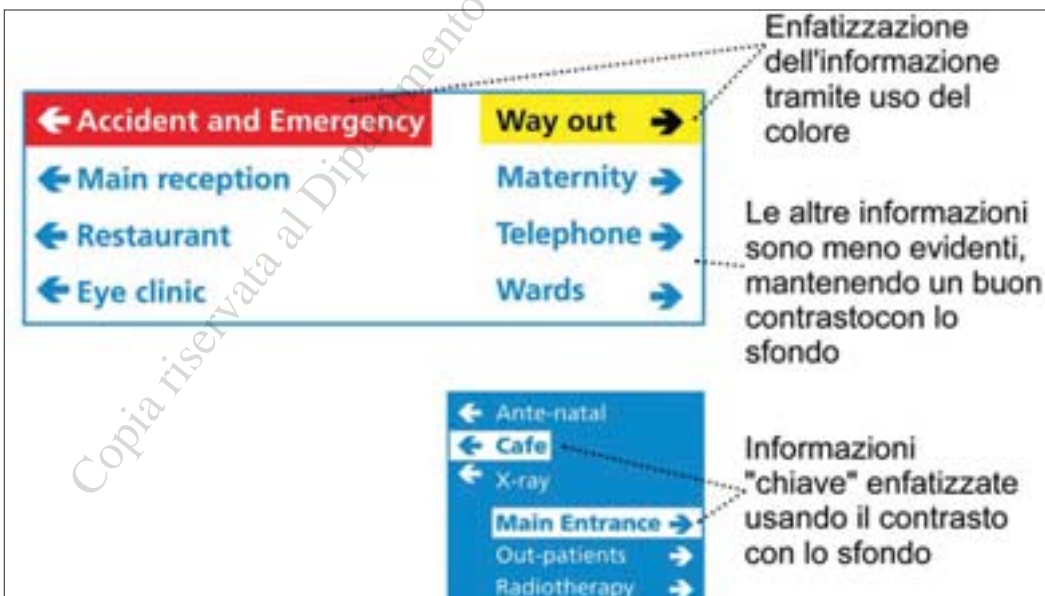
Le informazioni "chiave", in un sistema di *wayfinding*, devono essere "enfaticizzate" nei punti in cui prendere delle decisioni. Per ottenere questo risultato, le altre informazioni

17/ Il sistema di wayfinding nell'aeroporto JFK di New York presenta un buon sistema di enfattizzazione dell'informazione. *The wayfinding system in JFK airport in New York has a good emphasised information system.*

18/ A sinistra: il sistema di wayfinding nell'aeroporto di Stansted a Londra presenta un buon sistema di enfattizzazione dell'informazione. A destra: il sistema di wayfinding dell'aeroporto di Barcellona utilizza una diversa gerarchia delle informazioni fornite.

Left: the wayfinding system in Stansted airport in London has a good emphasised information system. Right: the wayfinding system in Barcelona airport uses a different hierarchy of information.

19/ Grafici che indicano come enfattizzare le informazioni in un sistema di wayfinding. *Graphics indicating how to emphasise information in a wayfinding system.*



Furthermore the factors influencing the effectiveness of the symbol are:

- familiarity with the symbol;
- complexity of the meaning of the symbol;
- size of the symbol and the position in which it is viewed;
- the position of the symbol on the signage;
- the degree to which the symbol can be misunderstood.

In certain places pictograms are used as part and parcel of a system of orientation, but they also help people who do not speak the native language or have communicative or behavioural difficulties, for example in the case in question. 'Key' information in a 'wayfinding' system has to be 'emphasised' in places where decisions have to be made. To achieve this goal, other kinds of information have to be less evident and conveyed at a lower level of visual perception.¹⁴ This can be done using certain strategies, including:

- use a 'bold' font for information which has to be emphasised and a 'normal' font for information that has to be less evident;
- in 'crucial' information, accentuate the contrast between the text and the background, and the less important information, for example a black text on a yellow background and the rest in white with blue letters;
- use brighter colours to highlight one kind of information;
- use colour to emphasise groups of data;
- use a bigger font;
- adopt symbols and related iconographies.

1. Law 30 March 1971, n. 118 – 'Conversion into law of Decree Law 30 January 1971, n. 5 and new standards in favour of the disabled and civilian invalids' and its implementation regulation Decree of the President of the Republic 24 July 1996, n. 503 – 'Regulation specifying standards for the elimination of architectural barriers in public buildings, spaces and services'; Law 9 January 1989, n. 13 and implementation regulation Ministerial Decree – Ministry of Public Works 14 June 1989, n. 236 – 'Technical requirements necessary to guarantee accessibility, adaptability and visitability of private buildings and subsidized public residential housing, in order to overcome and eliminate architectural barriers'.

2. The principles of Universal Design are: Principle 1. Equitable use - the equitable use of: objects and structures of

use by all users; Principle 2. Flexibility - flexible use: objects and structures adapted to the individual abilities of the person; Principle 3. Simplicity - simple and intuitive use: objects and structures the use of which is easy to understand; Principle 4. Perceptible information - objects and structures which effectively communicate sensory information; Principle 5. Tolerance for error - objects and structures minimising the adverse consequences of accidental or unintentional actions; Principle 6. Low Physical effort - objects and structures which can be used with a minimum of fatigue; Principle 7. Size and Space for Approach and Use - objects and structures with appropriate size and space for approach, manoeuvrability and safe use regardless of user's body size, posture or mobility.

3. Decree 28 March 2008 – Ministry of Cultural Heritage and Activities: Guidelines to overcome architectural barriers in places of cultural interest (Published in the Official Gazette n. 114 dated 16 May 2008 – Ordinary Supplement n. 127).

4. On this issue a research was conducted in the nineties: the M.U.R.S.T. research coordinated by Professor Emma Mandelli, ending in a final seminar entitled 'Design to teach forms to visually disabled persons', held in Florence on 18 December 1993; a monographic issue of the magazine XY, Dimensioni del disegno entitled The obscure gift, dated 1996. In addition, the results of a research by Lamberto Nasini and Hasan Isawi were subsequently published, entitled Vedere con la mente. Una geometria per comprendere lo spazio senza percepirlo visivamente, dated 2006.

5. Fabio Levi, Legittimità ed utilità del disegno in rilievo, 1993.

6. Levi, Rolli 1994.

7. Levi, Rolli 1995.

8. Levi, Morroi, Rolli, Trincanato 1995.

9. Bessigneul, Corvest, Morice, Ragoucy 1991.

10. Emler 2012.

11. The term 'tiflogologist' (tiflogy) comes from the Greek *tiflōs* (darkness-blindness) + *logos* (reason-science) and is a person who is expert in teaching the visually impaired (or science to teach the visually impaired) and as such his work focuses specifically on identifying the procedures and strategies required to solve the problems of the blind or partially sighted. <http://www.associazionemarcoli.it/novitalatti/6%20Dott.ssa%20Benedan%20Sonia.pdf> [January 2013].

12. A 'tactile map' is the most important orientation tool; it allows the visually disabled to orient themselves in the space around them thanks to the use of tactile routes which lead to various points of interest, like a new 'Adriane's thread'.



devono essere rese meno evidenti e portate su un livello di percezione visiva inferiore¹⁴, utilizzando una serie di strategie, tra le quali:

- usare un carattere tipografico in “bold” per l’informazione che deve essere resa evidente e un carattere “normale” per le indicazioni che devono essere percepite come meno evidenti;
- accentuare, nelle informazioni “chiave”, il contrasto tra il testo e lo sfondo, con le altre informazioni meno evidenti, come, ad esempio, un testo nero su fondo giallo e con il resto del segnale di colore bianco con scritte blu;
- utilizzare colori più brillanti per dare maggior risalto a una tipologia di informazioni;
- utilizzare il colore per evidenziare raggruppamenti di informazioni;
- utilizzare un carattere con dimensioni maggiori;
- adottare simbologie e iconografie correlate.

1. Legge 30 marzo 1971, n. 118 – “Conversione in legge del D.L. 30 gennaio 1971, n. 5 e nuove norme in favore dei mutilati ed invalidi civili” e il suo regolamento di attuazione Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503 – “Regolamento recante norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifi-

ci, spazi e servizi pubblici”; Legge 9 gennaio 1989, n. 13 ed il suo regolamento di attuazione Decreto Ministeriale - Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236 – “Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche”.

2. I principi dell’*Universal Design* sono: Principio 1. Equità - uso equo: oggetti e strutture utilizzabili da chiunque; Principio 2. Flessibilità - uso flessibile: oggetti e strutture che si adattano a diverse abilità delle persone; Principio 3. Semplicità - uso semplice ed intuitivo: oggetti e strutture il cui uso è facile da capire; Principio 4. Percettibilità delle informazioni - oggetti e strutture che trasmettono effettive informazioni sensoriali; Principio 5. Tolleranza all’errore - oggetti e strutture in cui siano minimizzati i rischi o le azioni non volute; Principio 6. Contenimento dello sforzo fisico - oggetti e strutture utilizzabili con la minima fatica; Principio 7. Misure e spazi per l’avvicinamento e l’uso - oggetti e strutture con appropriate dimensioni e spazi per l’avvicinamento, la manovrabilità e l’uso sicuro, indipendentemente dalla statura, dalla postura e dalla mobilità dell’utilizzatore.

3. Decreto 28 marzo 2008 – Ministero per i Beni e le Attività Culturali: Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale (Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 114 del 16 maggio 2008 - Suppl. Ordinario n. 127).

4. In tale direzione si segnala, per gli anni Novanta: una ricerca M.U.R.S.T. coordinata dalla prof.ssa Emma Mandelli, che ha avuto come esito finale il seminario “Il disegno per l’apprendimento delle forme da parte dei soggetti non vedenti”, tenuto a Firenze il 18 dicembre 1993; un numero monografico della rivista XY, *Dimensioni del disegno* dal titolo *Il dono oscuro*, del 1996. A questi si lega, successivamente, l’esito di una ricerca condotta da Lamberto Nasini e Hasan Isawi dal titolo *Vedere con la mente. Una geometria per comprendere lo spazio senza percepirlo visivamente*, del 2006.

5. Fabio Levi, *Legittimità ed utilità del disegno in rilievo*, 1993.

6. Levi, Rolli 1994.

7. Levi, Rolli 1995.

8. Levi, Morroi, Rolli, Trincanato 1995.

9. Bessigneul, Corvest, Morice, Ragoucy 1991.

10. Emler 2012.

11. Il termine “tiflogo” (tiflogia) deriva dal greco *tiflōs* (buio-cecità) + *logos* (ragione-scienza) e significa

esperto dell'educazione dei minorati della vista (o scienza dell'educazione dei minorati della vista) e, come tale, il suo intervento è rivolto in modo specifico all'individuazione di procedimenti e strategie necessarie alla soluzione delle problematiche del non vedente/ipovedente. <http://www.associazionemarcoli.it/novita/atti/6%20Dot.t.ssa%20Benedan%20Sonia.pdf> [gennaio 2013].

12. La “mappa tattile” costituisce un punto di orientamento principale e permette ai disabili visivi di orientarsi nello spazio che li circonda, grazie all'ausilio dei percorsi tattili che conducono nei vari punti d'interesse, come un novello “filo di Arianna”. Le attuali “mappe tattili”, presenti negli aeroporti, nelle stazioni ferroviarie, negli uffici

postali e pubblici in genere, sono il risultato di una ricerca teorica e applicativa condotta dall'estensore dell'articolo a partire dal 1995, quando si è cominciata ad affermare sempre più l'esigenza della mobilità autonoma dei disabili visivi. Le “mappe tattili” hanno visto il perfezionamento dei simboli e dei codici, per una migliore lettura aptica, andare di pari passo con la ricerca dei migliori supporti su cui realizzarle, che oggi vede un affermato processo di produzione industriale, supervisionato dagli stessi utilizzatori non vedenti e dalle Associazioni di categoria.

13. Costagli 2012, pp. 78-80.

14. Miller, Lewis 1999, pp. 80-85.

Today's 'tactile maps' in airports, railway stations, post offices, and public offices in general have been developed based on theoretical and applicative research conducted by the author of this article starting in 1995, when the independent mobility of the visually disabled increasingly began to emerge. 'Tactile maps' have improved/perfected symbols and codes to improve haptic interpretation; this has progressed in unison with the search for the best substrates on which to produce them. This is now an industrial process supervised by blind users and trade associations.

13. Costagli 2012, pp. 78-80.

14. Miller, Lewis 1999, pp. 80-85.

References

- AA. VV. 1995. *Il disegno per l'apprendimento delle forme da parte dei soggetti non vedenti*. Firenze: Tipografia Ammannati, 1995, 108 p.
- AA.VV. 1996. Il disegno oscuro. *XY, dimensioni del disegno*, 26, 1996, pp. 1-77.
- Argentin Ileana, Clemente Matteo, Empler Tommaso. 2008. *Eliminazione Barriere Architettoniche. Progettare per un'utenza ampliata*. Roma: DEI, 2008. 400 p. ISBN: 978-88-4961-232-5.
- Bertalotti Paolo. 1995. La didattica del disegno per l'apprendimento delle forme: La percezione e la geometria. In AA.VV. 1995, pp. 45-50.
- Bessigneul Christian, Corvest Hoëlle, Morice Jean-Claude, Ragoucy Fabienne. 1991. *Des clés pour bâtir*. Paris: Editions de la Cité des Sciences et de l'Industrie, 1991. 60 p. ISBN: 28-6842-018-4.
- Clemente Matteo, Empler Tommaso. 2008. *Universal Design. Dalla casa alla città*. Roma: Fondazione Giovan Battista Baroni, 2008. 171 p.
- Costagli Marco, a cura di. 2012. *Wayfinding in ospedale. Le linee guida per la sicurezza del paziente*. Firenze: GRC, 2012. 101 p.
- Empler Tommaso. 1996. Rappresentazioni da esplorare. *XY, Dimensioni del disegno*, 26, 1996, pp. 61-67.
- Empler Tommaso. 2012. *Grafica e comunicazione ambientale. Nuovi ambiti rappresentativi nell'architettura contemporanea*. Roma: DEI, 2012. 224 p. ISBN: 978-88-4960-473-3.
- Levi Fabio, Rolli Rocco. 1994. *Disegnare per le mani. Manuale di disegno in rilievo*. Torino: Silvio Zamorani Editore, 1994. 170 p. ISBN: 88-7158-038-9.
- Levi Fabio, Rolli Rocco. 1995. *Torino. Toccare l'arte*. Torino: Silvio Zamorani Editore, 1995. 16 p. ISBN: 88-7158-039-7.
- Levi Fabio, Morroi Pasquale, Rolli Rocco, Trincanato Stefano. 1995. *Venezia. Il Canal Grande*. Torino: Silvio Zamorani Editore, 1995. 16 p. ISBN: 88-7158-044-3.
- Miller Colette, Lewis David. 1999. *Wayfinding. Effective wayfinding and signing systems. Guidance for healthcare facilities*. Norwich: The Copyright Unit, 1991. 149 p. ISBN: 01-1322-140-1.
- Nasini Lamberto, Isawi Hasan. 2006. *Vedere con la mente. Una geometria per comprendere lo spazio senza percepirlo visivamente*. Roma: Officina Edizioni, 2006, 88 p. ISBN: 88-6049-007-3.
- Redaelli Danilo. 1996. La geometria come strumento didattico per i non vedenti. *XY, Dimensioni del disegno*, 26, 1996, pp. 55-60.

1/ *Pagina precedente*. Il Pantheon.

Previous page. *Pantheon*.

2/ *Pagina precedente*. Dettaglio delle incisioni sulla platea di ingresso all'Augusteo (foto 1999).

Previous page. *Detail of the engravings on the entrance floor to the Mausoleum of Augustus (Photo 1999)*

3/ *Pagina precedente*. Indicazione del ritrovamento dei tracciati dell'Augusteo sulla Carta Archeologica di Roma del 1964.

Previous page. *Carta Archeologica di Roma (1964) showing where the tracing lines of the Mausoleum were found.*

4/ Planimetria del selciato di ingresso dell'Augusteo in Roma, con l'individuazione dei tracciati di cantiere. Originale a scala 1:50 (Haselberger 1994, fig. 1, p. 308).

Plan of the paving at the entrance to the Mausoleum of Augustus in Rome, showing the worksite tracing lines. Origin scale 1:50 (Haselberger 1994, fig. 1, p. 308).

sotto la guida di Antonio Munōz². Lo studio di Haselberger prende spunto da una scarna descrizione riportata, nel 1964, dalla *Carta Archeologica di Roma*³ (fig. 3) e identifica le incisioni con disegni esecutivi utilizzati per la realizzazione degli elementi costituenti il timpano del Pantheon, considerando anche la circostanza che dal vicino Porto di Ripetta in epoca imperiale romana venivano condotti gli elementi lapidei, non finiti, provenienti dalle cave di estrazione⁴, lavorati e preparati per il montaggio proprio sul selciato dell'Augusteo.

Valutata l'importanza del ritrovamento, soprattutto alla luce dell'interpretazione data dallo studioso americano, e l'evidente assonanza con gli interessi delle discipline della Rappresentazione e del Rilievo, nel 1999 è stato affrontato uno studio sistematico conducendo un rilievo diretto sulle incisioni e un rilievo strumentale, con teodolite a stazione totale, sul timpano del Pantheon per verificare la correttezza della teoria esposta da Haselberger (fig. 4)⁵. Del rilievo di quest'ultimo è stata realizzata, inoltre, una restituzione in ambiente CAD al fine di poterlo analizzare e confrontare con le restituzioni grafiche dei nostri rilievi impiegando un formato compatibile (fig. 5). La stessa verifica è stata condotta, a distanza di diversi anni, utilizzando un rilievo con scanner laser e relativa battuta topografica di appoggio, con l'intento di codificare un procedimento di analisi sperimentando l'evoluzione tecnologi-

ca che negli ultimi decenni ha interessato i sistemi e le metodologie di rilevamento⁶. La verifica così condotta si presta a una serie di riflessioni sul significato di rilievo quale insieme complesso di operazioni atto allo studio, alla interpretazione e alla comprensione di un dato oggetto.

In particolare si è avuta l'occasione per approfondire il concetto di rilievo integrato operando con diverse metodologie, dal rilievo diretto, al rilievo topografico, allo *scanning laser*, secondo una concezione di rilievo teorico-applicativa ormai largamente sperimentata nel nostro Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura⁷. Inoltre si è proceduto per integrazioni successive di rilievi svolti, cogliendo l'occasione per approfondire la correttezza e la corrispondenza di ciascuna metodologia impiegata in riferimento ai risultati richiesti nell'enunciare le premesse teoriche dello studio, nonché per verificare l'apporto delle nuove metodologie e tecnologie alle conoscenze maturate sui tracciati dell'Augusteo.

Il rilievo diretto dei tracciati dell'Augusteo

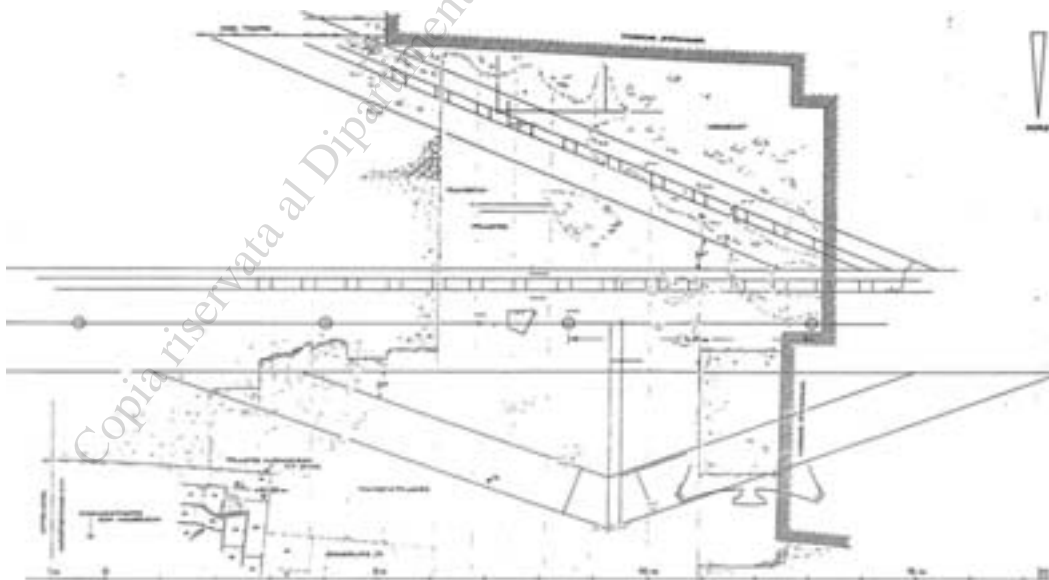
I dati metrici e formali dei tracciati sono stati ottenuti, come detto, mediante una campagna di rilevamento eseguita con il metodo diretto nel 1999, quando i lavori di scavo della Soprintendenza Archeologica, che attualmente rendono inaccessibile l'area adiacente al Mausoleo di Augusto, non erano ancora iniziati. Si è operato

and its obvious link with the disciplines of survey and representation. This prompted a direct survey of the engravings and, in order to verify whether or not Haselberger's theory (fig. 4)⁵ was correct, an instrumental survey of the tympanum of the Pantheon using a total station theodolite. The instrumental survey was also used to create a restitution in a CAD environment in order to analyse and compare a compatible form of the tympanum with the graphic restitutions produced by our surveys (fig. 5). Several years later, it was again surveyed using a laser scanner and topographic support reading in order to establish an analytical procedure based on the experimental use of newly-developed technology in the field of survey systems and methods.⁶ This study resulted in a series of considerations about the importance of survey as a complex combination of operations regarding the study, interpretation, and understanding of a given object.

In particular, we were able to further explore the concept of integrated survey by using different methodologies, ranging from direct survey to topographic survey and laser scanning. Our work was based on the concept of theoretical and applicative survey which has been extensively tested by our Department of History, Drawing, and Restoration of Architecture.⁷ In addition, the surveys were merged step-by-step; this allowed us not only to study the accuracy and precision of each method compared to the results envisaged in the theoretical premises of the study, but also verify how new methods and technologies can supplement the existing information about the plans of the Mausoleum of Augustus.

The direct survey of the tracing lines of the Mausoleum of Augustus

The metric and formal data regarding the plans were obtained, as mentioned earlier, during a direct survey campaign conducted in 1999 before the start of the excavations conducted by the Archaeological Superintendency, the authority which currently grants access to the area around the Mausoleum of Augustus. The engravings and supporting travertine slabs were measured directly in situ using an open polygon and trilaterations of salient points in the area around the engravings; the thickness of the engravings (on average just half a centimetre) was measured using a crack meter. This direct



5/ Restituzione grafica del rilievo delle incisioni di Haselberger in ambiente CAD (elaborazione grafica di Carlo Inglese e Luca J. Senatore, 2013).

Graphic restitution of the survey of the Haselberger engravings in a CAD environment (graphic elaboration by Carlo Inglese and Luca J. Senatore, 2013).

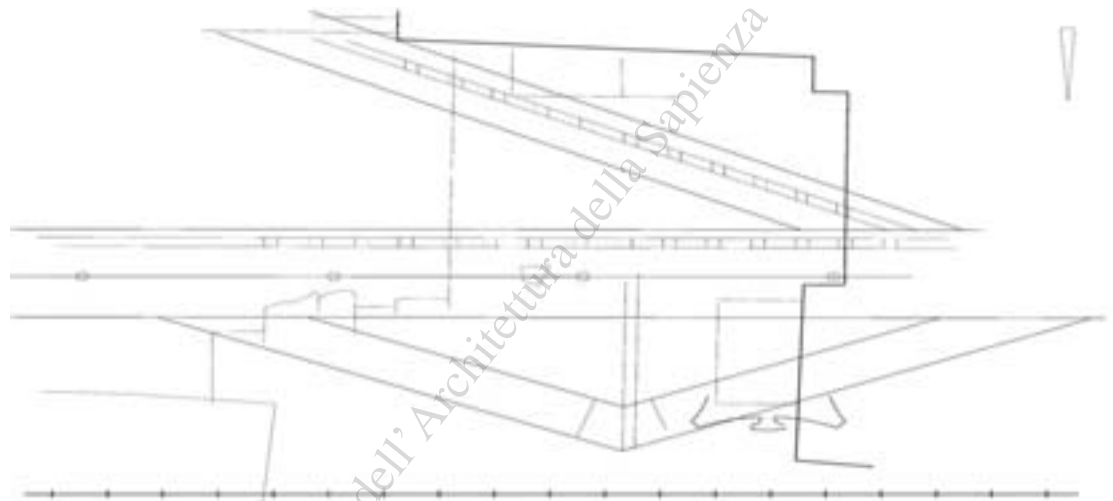
6/ Restituzione grafica della planimetria con l'individuazione dei tracciati e delle lastre di travertino della pavimentazione dell'Augusteo (elaborazione grafica di Carlo Inglese e Luca J. Senatore, 2013).

Graphic restitution of the layout with the location of the tracing lines and travertine paving of the Mausoleum of Augustus (graphic elaboration by Carlo Inglese and Luca J. Senatore, 2013).

measurement campaign provided us with the size and formal characteristics of the engravings as well as the reciprocal position of the elements in the plan. In brief,⁸ bearing in mind that the engravings are partly covered by a modern containment wall, these are the measurements of the major tympanum with the tripartite division of a classical trabeation: length of the horizontal elements, 6.42 m; height of the tripartite fascia, 2.05 m; length of the sloping elements, 7.15 m, with a roughly 24° gradient. A fascia approximately 60 cm high is located below the cornice; when it reaches the frieze it has several short vertical elements emphasised by circumferences placed at a reciprocal distance of 4.51 cm; the latter represent the interaxes of the columns of an octastyle façade. The horizontal elements of the smaller tympanum are more schematic compared to the other and measure approximately 6.42 m; the axes of symmetry are 4.15 m long, and the gradient is 21° (fig. 6).

The topographic survey of the pronaos of the Pantheon

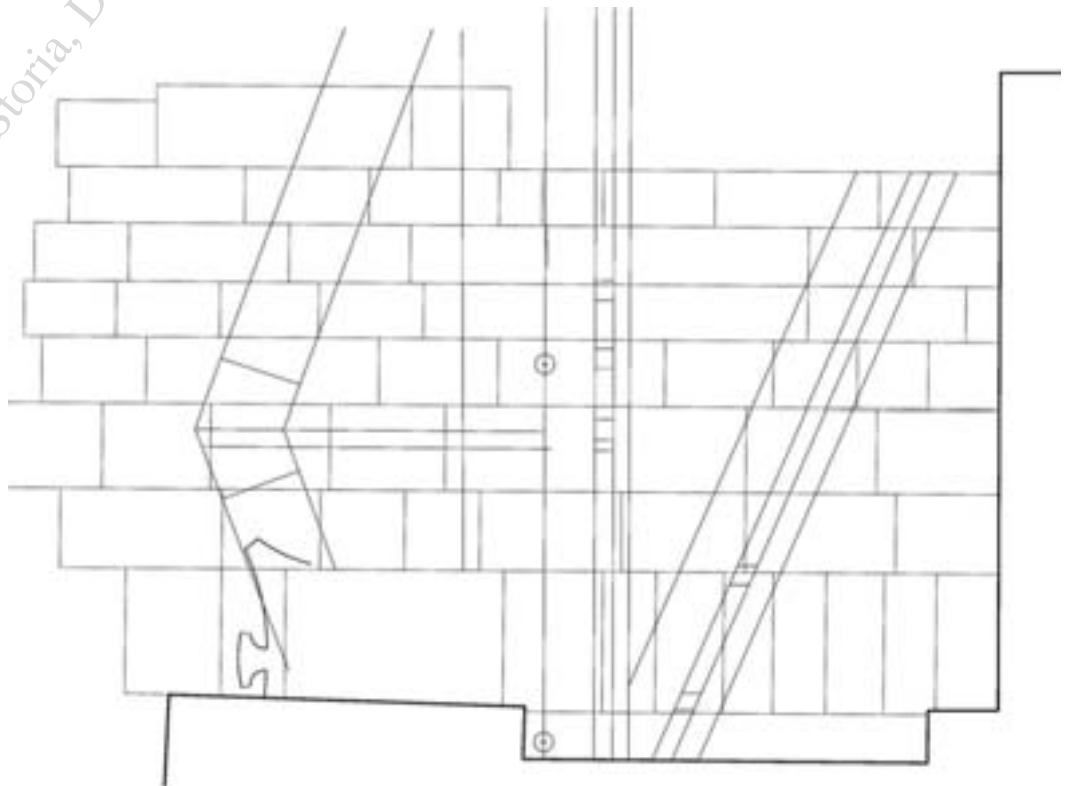
Based on the theory proposed by Haselberger, the data from the direct survey of the engravings of the Mausoleum was compared with the tympanum of the pronaos of the Pantheon. Haselberger had used the drawing of the mausoleum by Achille François René Leclere in 1813,⁹ instead we focused on the graphic restitution provided by the instrumental survey conducted in 1997 using the 'forward intersection' method.¹⁰ We created a station (using a total station theodolite) using points A and B at a distance of roughly 14 m from one another and roughly 12 m from the façade of the Rotunda. We then identified the salient points of the tympanum and established the three-dimensional coordinates (x, y, and z) for each point of the two stations A and B compared to the points to be surveyed. To ensure that the entire procedure was successful, we had to be able to draw circumferences in the plane created by the centres of stations A and B and the points to be surveyed. The circumferences are the geometric loci of the points which, between A and B, subtend the angles respectively of 120°, 110°, 60°, and 30°. The restitution in a CAD environment of the coordinates of the points and the subsequent



misurando direttamente in situ le incisioni e le lastre di travertino sulle quali queste giacciono ancorandole, per quanto riguarda le dimensioni generali, attraverso una poligonale aperta e trilaterazioni a punti caratteristici dell'intorno; lo spessore delle incisioni, di appena ½ cm di profondità media, è stato misurato ricorrendo a un fessurimetro. Da questa campagna di rileva-

mento diretto si sono ottenute le caratteristiche dimensionali e formali, nonché il posizionamento reciproco degli elementi costituenti il tracciato.

In estrema sintesi⁸, tenendo presente che le incisioni sono parzialmente occultate da un muro di contenimento moderno, il timpano maggiore, con la successione tripartita della trabea-



7/ Sovrapposizione del tracciato (tratto scuro) sulla restituzione del rilievo strumentale condotto sul timpano del Pantheon (elaborazione grafica di Carlo Inglese e Luca J. Senatore, 2013).

Superimposition of the plan (dark lines) on the restitution of the instrumental survey of the tympanum of the Pantheon (graphic elaboration by Carlo Inglese and Luca J. Senatore, 2013).

zione classica, presenta le seguenti misure: lunghezza degli elementi orizzontali m 6,42, altezza della fascia tripartita m 2,05, lunghezza degli elementi inclinati m 7,15, inclinazione di circa 24°. Al di sotto della cornice è presente una fascia di circa cm 60 di altezza che in corrispondenza del fregio presenta una serie di brevi tratti verticali, evidenziati da circonferenze, posti a una distanza reciproca di m 4,51, che rappresentano gli interassi delle colonne di una facciata octastila. Il timpano minore, più schematico rispetto al precedente, ha gli elementi orizzontali di circa m 6,42 di lunghezza, gli assi di simmetria lunghi circa m 4,15 e un'inclinazione pari a 21° (fig. 6).

Il rilievo topografico del pronao del Pantheon

I dati ottenuti dal rilievo diretto delle incisioni dell'Augusteo sono stati messi in relazione con il timpano del pronao del Pantheon, seguendo la teoria esposta da Haselberger. Lo studioso aveva utilizzato per la sua verifica il disegno dell'edificio eseguito da Achille Francois René Leclerc nel 1813⁹. La nostra verifica, invece, è stata incentrata sul confronto con la restituzio-

ne grafica del rilievo strumentale, condotto nel 1997 attraverso il metodo delle "intersezioni in avanti"¹⁰ facendo stazione, con un teodolite a stazione totale, su due punti A e B posti a una distanza reciproca di circa m 14 e a una distanza di circa m 12 dal prospetto della Rotonda; si è quindi proceduto alla individuazione dei punti salienti del timpano e alla determinazione delle coordinate tridimensionali (x, y, z) di ciascun punto dalle due stazioni. Particolare cura è stata utilizzata nel posizionamento delle due stazioni A e B rispetto ai punti da rilevare poiché, per l'efficienza dell'intera procedura, nel piano individuato dai centri di stazione A e B e dai punti da rilevare si dovrebbero poter costruire delle circonferenze, luogo geometrico dei punti che sottendono, tra A e B, angoli rispettivamente di 120°, 110°, 60° e 30°. La restituzione in ambiente CAD delle coordinate dei punti battuti e la successiva graficizzazione degli elementi costituenti il timpano del pronao, hanno costituito la base alla quale è stato sovrapposto il rilievo diretto delle incisioni: tale verifica ha evidenziato una sostanziale corrispondenza (fig. 7).

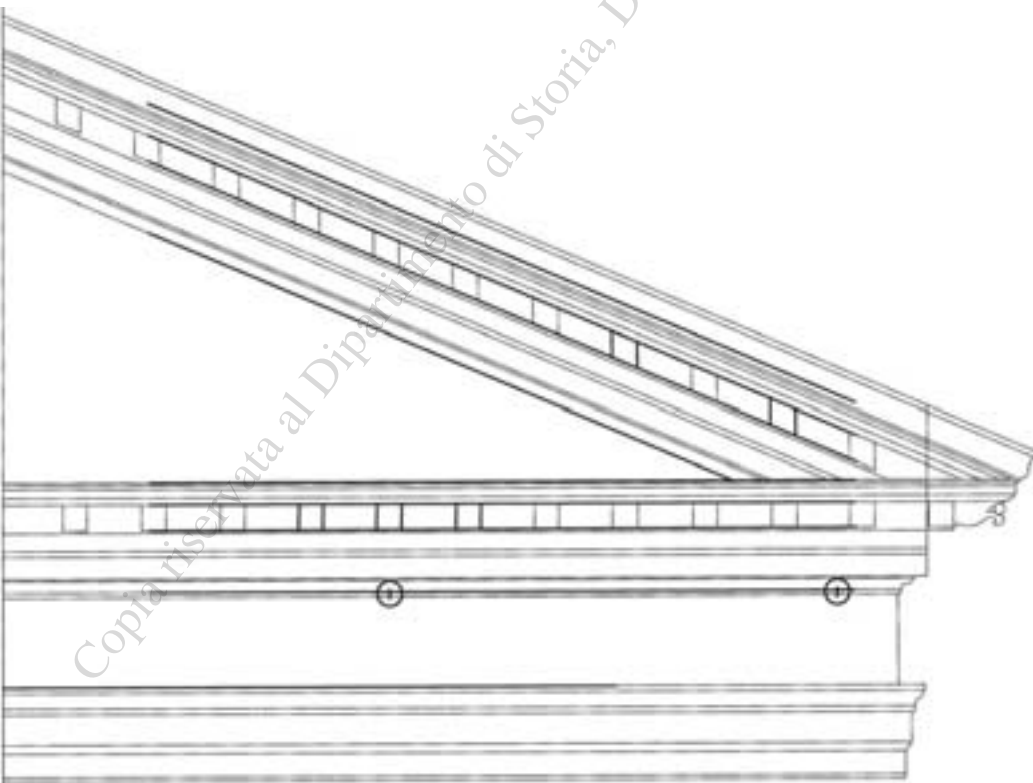
drawing of the elements of the tympanum of the pronaos, were the basis on which the direct survey of the engravings was superimposed; the superimposition resulted in substantial correspondence (fig. 7).

The laser scanner survey of the pronaos of the Pantheon

As mentioned earlier, a little over ten years later we repeated a similar survey of the tympanum of the Pantheon with a laser scanner, and then superimposed the graphic restitution of the engravings on the points cloud. This survey method was a chance for us to further verify Haselberger's theory and check the accuracy of previous surveys. Above all it allowed us to test the use of the laser scanner survey method in a comparative study of the worksite tracing lines of architectural elements and the actual architectural elements.¹¹ Using different methodologies to diachronically repeat previous surveys is one way to further test the latter; it was also the premise for a study conducted using proper, enunciated and applied scientific criteria and based on the repeatability of the experiments which produced interesting results, and could lead to even more interesting results in the future.

Having conducted a meticulous preparatory logistic analysis of the monument and its surroundings, we developed a survey project requiring the use of two different methodologies: a total station survey, and a 3D laser scanner survey. The instrumental survey, which used an integrated station and an open polygon, was considered merely as a support for the next scansion. This kind of survey allowed us to rigidly block the surveyed object and to use the survey to support and verify all further scansions recorded with the 3D laser scanner.¹²

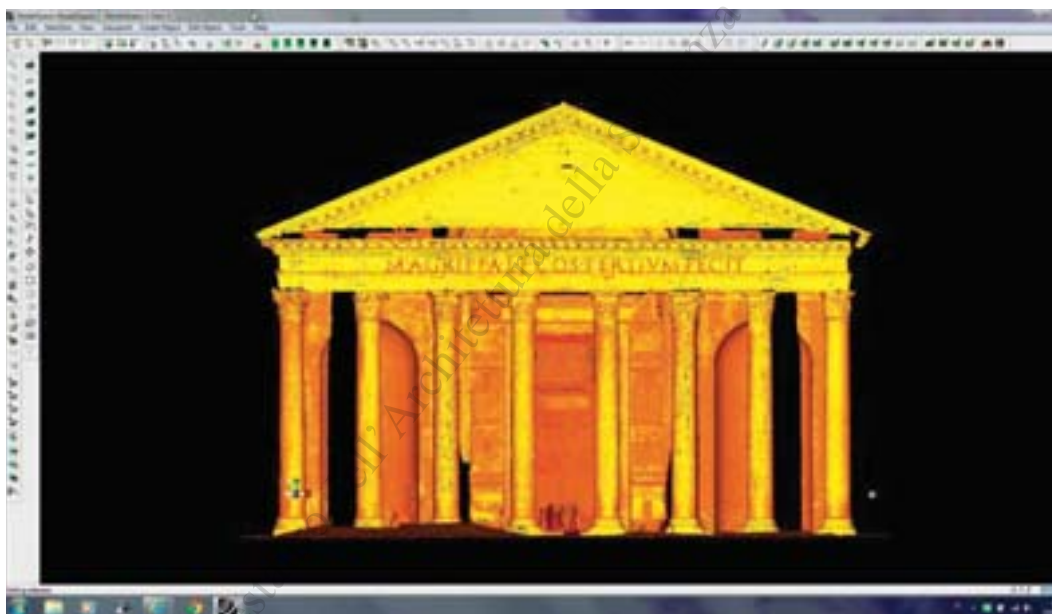
This survey produced an objective numeric model of the façade of the Rotonda (fig. 8) and was also the first data we could use to check Haselberger's theory; the necessary elaborations, in essence an orthogonal projection of the façade, were based on this metadata. While recording the data we identified the logistic and operative problems we needed to solve in order to improve our use of the tools. Using consolidated procedures, we proceeded to execute a topographic support reading on points established by easily identified targets which in this case coincided with characteristic points of the



8/ La nuvola di punti, con il dato della riflettenza, acquisita con scanner laser 3D, del prospetto del pronao del Pantheon (rilievo di Priscilla Paolini).

The points cloud, with reflectance, acquired with the 3D laser scanner, of the façade of the pronaos of the Pantheon (survey by Priscilla Paolini).

building. While preparing the data acquisition plan we decided to identify two types of scansions: a general scansion with a 5x5 mm Sample Spacing to acquire the entire complex or large parts of it, and a detailed scansion with a closer 2x2 mm Sample Spacing for the targets. The latter were recorded to collect more details of characteristic elements of the complex and also to help to identify the target points required for registration. The next topographic reading created on the grid was used to register, during elaboration, the data from the 3D laser scansions positioned in two different stations. The scansions were united by roto-translating the results of the laser scansions on the topographic points obtained through collimation of similar points identified by the various tools. In this operation, a 2 mm margin of error was maintained between the points/targets; this value was considered compatible with the overall average error of the entire survey process. This elaboration resulted in a points cloud which provided a three-dimensional description of the whole building. Here again, as mentioned earlier, we superimposed the direct survey of the engravings on the points cloud and displayed it on a screen; we later elaborated a parallel projection with a silhouette point cloud rendering (figs. 9, 10) to create an outline of the façade with sharp features. Here again, this verification resulted in substantial correspondence between the plan of the major tympanum and the architectural element of the Rotunda. Since only superimposition was required, there was no further elaboration of the points cloud, i.e., the numeric model; instead we focused more in-depth on verification of the cloud – which in the case of the graphic restitution obtained by forward intersection referred only to several characteristic elements and their size and formal features (i.e., main measurements and angle of inclination of the tympanum). This elaboration also involved the position of the pronaos and the vertical and inclined consoles of the cornice. Furthermore – and this is one of the most interesting aspects of the laser scanner survey – if the current archaeological excavation campaign unearths more engravings, or supplementary parts of the ones we already have, then this model can be used again and new data simply added.



Il rilievo con scanner laser del pronaos del Pantheon

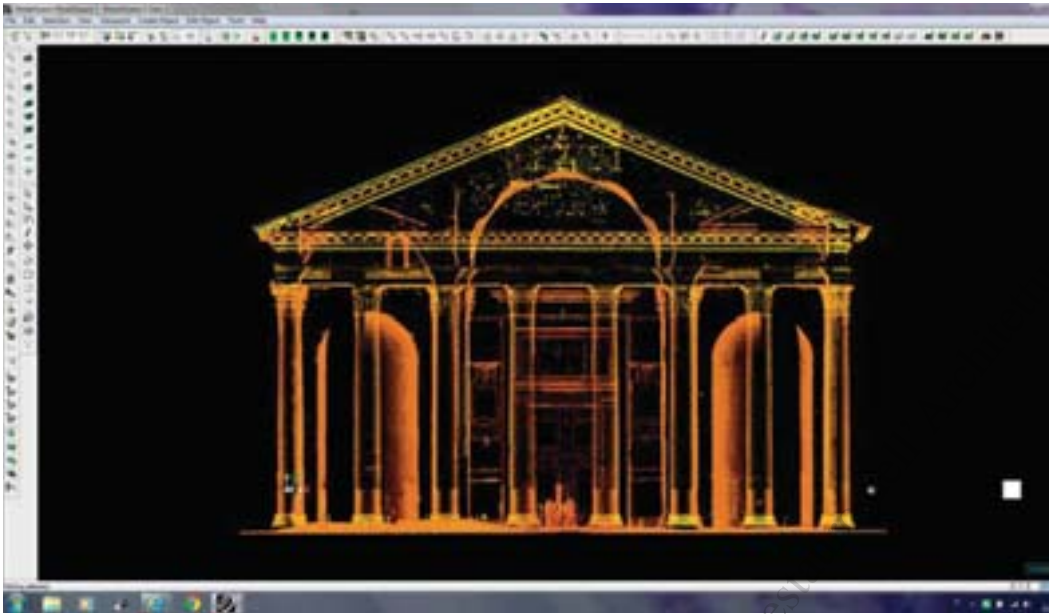
Come già accennato, a distanza di più di un decennio, si è proceduto a ripetere una verifica analoga effettuando un rilievo del timpano del Pantheon con scanner laser e sovrapponendo alla nuvola di punti la restituzione grafica delle incisioni.

Il ricorso a questa ulteriore metodologia di rilevamento, come detto, ha fornito l'occasione per verificare ulteriormente la teoria di Haselberger, per controllare la correttezza dei precedenti rilievi ma soprattutto per testare la metodologia di rilevamento con scanner laser applicata allo studio comparativo tra i tracciati di cantiere, rappresentanti elementi architettonici, e gli elementi architettonici stessi¹¹. Il ripetere diacronicamente, facendo ricorso a diverse metodologie, rilievi già effettuati, oltre a rappresentare un'ulteriore verifica di questi, costituisce la premessa per un studio condotto secondo corretti criteri scientifici, enunciati e svolti, basato sulla ripetibilità di sperimentazioni dalle quali sono scaturiti, e potrebbero scaturire, ulteriori, interessanti, risultati. Effettuata dunque una propedeutica, attenta, analisi di carattere logistico sul monumento da rilevare e sull'ambiente circostante, si è realizzato un progetto di rilievo strutturato per permettere l'integrazione di diverse metodologie: rilievo con stazione totale

e rilievo con scanner laser 3D. Il rilievo strumentale condotto con una stazione integrata e impostato su di una poligonale aperta, considerato che sarebbe servita solo quale appoggio alla successiva scansione, permette di bloccare rigidamente l'oggetto di rilievo e costituisce il supporto e la verifica per le successive scansioni realizzate con lo scanner laser 3D¹². Il rilevamento così realizzato ha permesso di ottenere un modello numerico oggettivo capace di descrivere il prospetto della Rotonda (fig. 8) e di costituirsi esso stesso come primo dato sul quale condurre le verifiche; dal dato grezzo ottenuto (metadata) sono state realizzate le varie elaborazioni necessarie, sostanzialmente una proiezione ortogonale del prospetto.

Verificate, nel progetto di presa, le problematiche di carattere logistico e operativo per il migliore uso delle strumentazioni, come da prassi ormai consolidata, è stata effettuata una battuta topografica, su punti materializzati da target facilmente identificabili, in questo caso coincidenti con punti caratteristici del manufatto. In questa propedeutica fase di pianificazione della campagna di acquisizione si è deciso di individuare due tipologie di scansioni, una generale con un *Sample Spacing* (maglia di scansione) di 5x5 mm, dedicata ad acquisizioni dell'intero complesso o porzioni di grandi dimensioni e una di dettaglio con un *Sample Spacing* più fit-

9/ La nuvola di punti del prospetto del pronao del Pantheon, disposta con Point cloud rendering in modalità silhouette. *The points cloud of the façade of the pronaos of the Pantheon, with silhouette point cloud rendering.*



to pari a 2x2 mm dedicata ai *target*. Queste ultime scansioni sono state effettuate in modo da avere a disposizione un maggior dettaglio per elementi qualificanti il complesso oltre che per l'individuazione dei punti *target* necessari all'operazione di *registration*.

La successiva battuta topografica ha costituito il reticolo sul quale bloccare, in fase di elaborazione, i dati ottenuti dalle scansioni mediante laser 3D posizionato in due diverse stazioni. Mediante un procedimento di rototraslazione dei risultati delle scansioni laser sui punti topografici, ottenuto attraverso la collimazione di punti omologhi individuati dai diversi strumenti, le singole scansioni sono state unite. In questa operazione si è mantenuto un livello di errore tra la posizione dei punti/*target* nello spazio di 2 mm, valore questo considerato compatibile con l'errore medio complessivo dell'intero processo di rilevamento. Il risultato di questa elaborazione è stato una nuvola di punti in grado di descrivere tridimensionalmente l'intero manufatto architettonico.

Anche in questo caso, come in precedenza accennato, si è proceduto alla sovrapposizione del rilievo diretto delle incisioni sulla nuvola di punti, disposta su schermo e successivamente elaborata in proiezione parallela, con il *Point cloud rendering* in modalità *silhouette* (figg. 9, 10), in modo da avere il profilo del prospetto con il

contorno ben evidenziato. Anche in questo caso il risultato di tale verifica è stato una sostanziale corrispondenza del tracciato del timpano maggiore con l'elemento architettonico della Rotonda. La nuvola di punti, quindi il modello numerico – considerata la necessità di compiere solo operazioni di sovrapposizione – non è stata oggetto di altre elaborazioni, ma le verifiche condotte su di essa – che nel caso della restituzione grafica ottenuta dall'intersezione in avanti avevano riguardato solo alcuni elementi caratteristici e i loro aspetti dimensionali e formali (quali le principali dimensioni e l'angolo di inclinazione del timpano) – sono state più approfondite, interessando anche il posizionamento delle colonne del pronao e delle mensole, verticali e inclinate, della cornice. Inoltre, e questo rappresenta uno degli aspetti più interessanti del rilievo con scanner laser, se l'attuale campagna di scavo archeologico dovesse mettere in luce altre incisioni, o complementi di quelle già note, si potrebbe utilizzare questo modello, integrandolo.

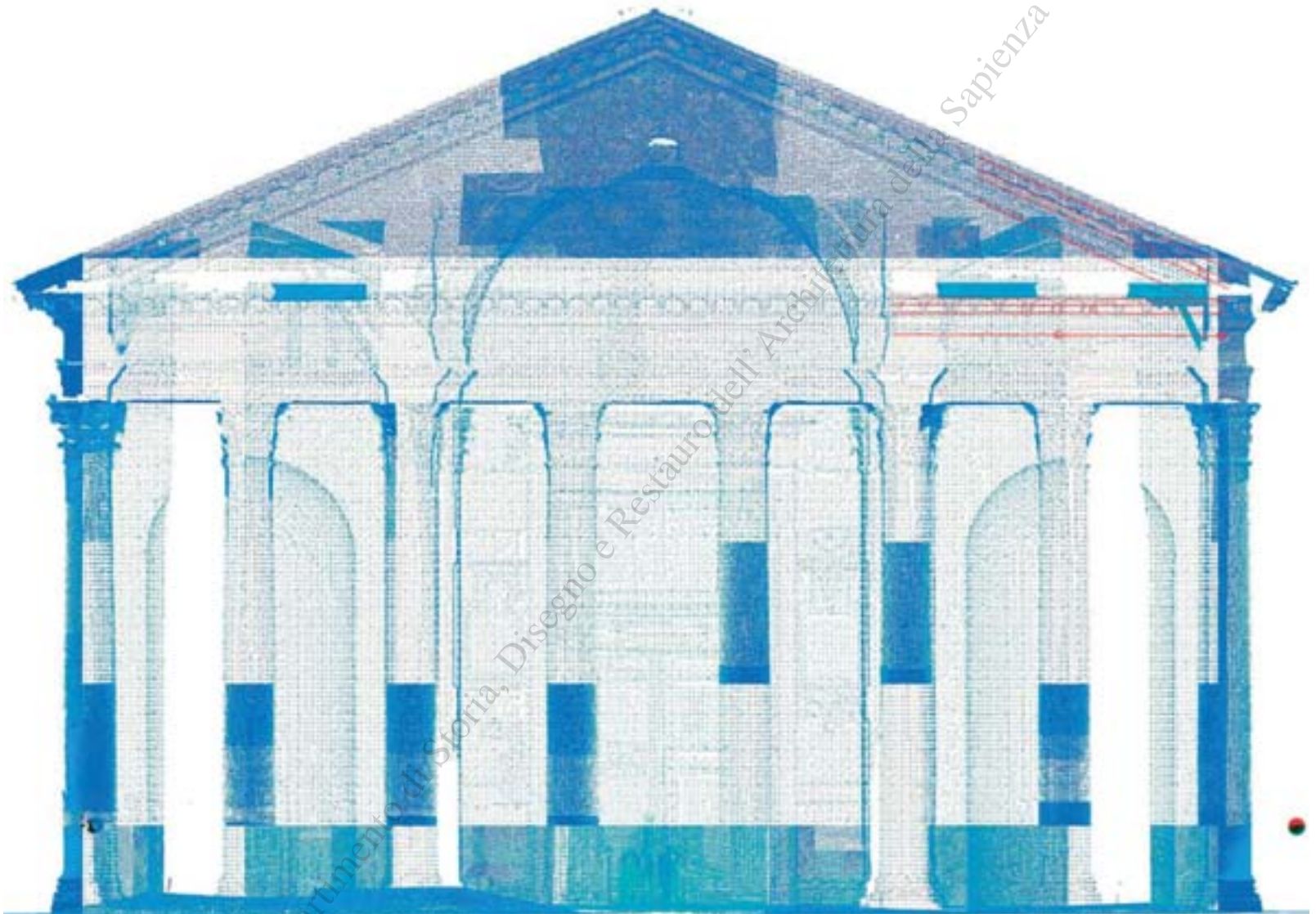
Ipotesi di lettura per una datazione delle incisioni

Haselberger, come su accennato, identifica le incisioni del Mausoleo di Augusto come linee guida utilizzate per la realizzazione del timpano del pronao del Pantheon, durante la ricostruzione esegui-

Theoretical interpretation to date the engravings

As mentioned earlier, Haselberger considered the engravings of the Mausoleum of Augustus to be the plans used to build the tympanum of the pronaos of the Pantheon after it was destroyed by fire and rebuilt around 120 A.D. under Emperor Hadrian (117-138 A.D.).¹³ These interesting conclusions are well worth exploring: in fact, the surveys on the tympanum of the Pantheon, conducted using different techniques and at different periods in history, have provided data which is more scientific and much more reliable than the data obtained by Haselberger after superimposition on Leclere's drawing. The size and position of the elements of the major tympanum engraved at the entrance to the Mausoleum of Augustus do in fact appear to coincide with the tympanum of the pronaos of the Pantheon. This interpretation is also theoretically corroborated by the many studies on numerous worksite tracing lines, drawings engraved directly on pieces of stone; in fact, they are either real designs of architectural details on a one-to-one scale, or objective representations of built parts used to check the actual building process.¹⁴ Despite the tests illustrated above, and despite the consolidated theory that these plans are actually a procedure (i.e., a firmly established *modus operandi* for all workers in building sites both in antiquity and during the Roman Empire in particular), many doubts still remain whether or not it was Hadrian who used this sacred place as a 'drawing board' or worksite, because it was Hadrian who placed the epigraph regarding the foundation of the building to Agrippa M Agrippa L f cos tertium fecit (Marcus Agrippa, son of Lucius, in his third consulate, made it) in the frieze of the Pantheon, effectively dedicating it to Agrippa. In fact, although both elements are very similar they cannot be considered the only proof we have to attribute the paternity of the engravings in the Mausoleum of Augustus to Emperor Hadrian. To verify whether or not the plans of the Mausoleum of Augustus can be attributed to antiquity, we conducted a meticulous historical study backed up by careful iconographic research in order to establish the actual state of the paving of the Mausoleum during several periods in history.¹⁵ The descriptions by Strabo and Suetonius, amongst

10/ Sovrapposizione del tracciato sulla nuvola di punti, disposta con Point cloud rendering in modalità silhouette (elaborazione grafica di Carlo Inglese e Luca J. Senatore, 2013).
Superimposition of the tracing lines on the points cloud, with silhouette point cloud rendering (graphic elaboration by Carlo Inglese and Luca J. Senatore, 2013).



others, written at the end of the first century and reported in the *Mirabilia Urbis*,¹⁶ attest to its appearance immediately after construction of the Imperial sepulchre which remained unaltered up until the Middle Ages. Instead in the tenth century the area around the monument was buried under layers of earth and resembled a hill known as *Mount Augustus or the Augustus*; in fact the *Mausoleum*, in particular, had long been used as a travertine quarry. We know that this state of affairs continued throughout the sixteenth and seventeenth centuries thanks to Baldassarre Peruzzi's survey drawings of the area in front of the *Mausoleum* (dated 1519). The drawings

ta intorno al 120 d.C. sotto il regno di Adriano (117-138 d.C.) in seguito a un incendio¹³. Queste interessanti conclusioni meritano alcuni approfondimenti; i rilievi esposti, infatti, realizzati in periodi successivi con tecniche diverse, sul timpano del Pantheon hanno fornito dati più scientifici e molto più affidabili, rispetto a quelli tratti da Haselberger attraverso la sovrapposizione con il disegno di Leclere. Il dimensionamento e il posizionamento degli elementi costituenti il timpano maggiore inciso sull'ingresso dell'Augusteo, infatti, sembrano effettivamente coincidere con il timpano del pronaos del Pantheon.

Questa ipotesi di lettura viene avvalorata, in linea teorica, anche dai diversi studi condotti su numerosi esempi di tracciati di cantiere, disegni incisi in loco su elementi lapidei, che rappresentano dei veri e propri progetti di particolari architettonici, in scala al vero, o delle rappresentazioni oggettive di parti realizzate, utilizzati per il controllo delle fasi di realizzazione¹⁴.

Malgrado le verifiche condotte, su esposte, malgrado la teoria consolidata che individua nei tracciati una procedura, un *modus operandi* ben radicato in tutti gli operatori dell'iter costruttivo dei cantieri edili antichi e di epoca romana

11/ Planimetria di insieme redatta da Gatti nel 1926, con l'indicazione dei corpi di fabbrica addossati al Mausoleo (da Colini, Giglioli 1926).

General plan drawn by Gatti in 1926, indicating the buildings next to the Mausoleum (in Colini, Giglioli 1926).

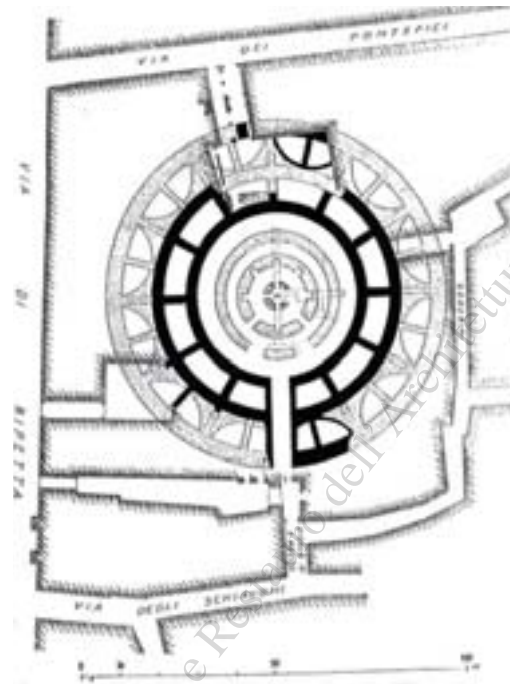
12/ Planimetria di insieme redatta da Bartoli nel 1927, con l'indicazione dei corpi di fabbrica addossati al Mausoleo (da Bartoli 1927).

General Plan drawn by Bartoli in 1927, indicating the buildings next to the Mausoleum (in Bartoli 1927).

imperiale in particolare, permane il forte interrogativo se si possa ritenere proprio Adriano – che collocò l'epigrafe di fondazione dell'edificio augusteo *M Agrippa L fcos tertium fecit* (Marco Agrippa figlio di Lucio fece nel terzo anno del consolato) nel fregio del Pantheon, di fatto dedicandolo ad Augusto – l'utilizzatore di questo luogo sacro come “tavolo da disegno”, come cantiere di lavoro. Appare evidente, infatti, come la sostanziale coincidenza degli elementi rilevati non possa costituire l'unico indizio determinante per attribuire la paternità delle incisioni dell'Augusteo all'imperatore Adriano.

Al fine di verificare se si possa attribuire a epoca antica i tracciati del Mausoleo di Augusto è dunque stata condotta un'accurata indagine storica supportata da un'attenta ricerca iconografica, al fine di stabilire lo stato di fatto in cui il selciato del Mausoleo verteva nelle varie epoche storiche¹⁵.

Le descrizioni forniteci da Strabone e Svetonio, fra gli altri, riprese dai *Mirabilia Urbis* redatte alla fine dell'anno Mille¹⁶, hanno consentito di risalire agli anni immediatamente successivi la realizzazione del sepolcro imperiale, che tale rimane fino al Medioevo. Dal X secolo invece le zone adiacenti il monumento si presentavano ricoperte di terra e avevano assunto l'aspetto di un colle denominato “Monte Augusto o l'Augusto”; il Mausoleo, in particolare, era già da tempo utilizzato come cava per l'estrazione del travertino. Questo stato di cose perdurò fino a tutto il XVI e XVII secolo, come provano i disegni di rilievo eseguiti da Baldassarre Peruzzi (datati 1519) nella zona antistante l'Augusteo, raccolti in schede nell'archivio del Museo degli Uffizi di Firenze, dai quali si deduce chiaramente lo stato di fatto del selciato del Mausoleo, ridotto in terreno appartenente alla compagnia di San Rocco. Sin dal 1727 l'ospedale di San Rocco occupava la zona antistante il Mausoleo rendendo, di fatto, non accessibile l'area occupata dalle incisioni. Solo nel 1869 furono eseguiti i primi lavori di scavo da Parker, seguiti da quelli dell'ing. Rebacchi tra il 1907 e il 1908; ma furono gli scavi eseguiti da Colini e Giglioli tra il 1926 e il 1930 a scendere di quota fino a rinvenire una porzione del pavimento originario, e quelli eseguiti da Munöz, tra gli anni 1934-1938, a liberare il Mausoleo e le aree circostanti (figg. 11, 12). Lo stato di fatto in cui verteva l'Augusteo fino alle campagne archeologiche su descritte, porta a



escludere che il lastricato potesse essere “a vista”, libero per la realizzazione dei tracciati, in un'epoca successiva a quella antica, escludendo così una loro esecuzione più recente. Si può dedurre, alla luce di quanto su riportato, che l'unico periodo storico in cui il lastricato poteva essere scoperto, permettendo l'incisione di quei tracciamenti, fosse proprio quello compreso tra il I e il IV secolo d.C.

Un'ulteriore verifica, in aggiornamento a quanto realizzato e in corso di perfezionamento, è consistita nell'individuazione di una serie di tempi ottastili di epoca imperiale, o che in questo periodo avessero subito manutenzioni o rifaci-



have been collected in technical sheets and are housed in the archives of the Uffizi Museum in Florence; they clearly show that the paving around the Mausoleum had become part of the real estate owned by the congregation of Saint Rocco. From 1727 onwards the Saint Rocco hospital stood in front of the Mausoleum, making it impossible to access the area with the engravings. The first excavations by Parker began in 1869, followed by the excavations directed by Engineer Rebacchi between 1907 and 1908. The excavations by Colini and Giglioli between 1926 and 1930 were the first excavations to descend to the level with parts of the original paving, but it was Munöz between 1934 and 1938 who actually freed the Mausoleum and its surroundings (figs. 11, 12). Until this event, it was very unlikely that the paving of the Mausoleum was 'visible' and free to be used as a surface on which to draw the plans during any period after antiquity; this also excluded the possibility that the engravings were made in a more recent period in history. In light of the above, the only historical period during which the paving might have been visible, and therefore the plans could have been engraved, was in fact the period between the first and fourth century.¹⁷

1. Haselberger 1994; Haselberger 1995.

2. Munöz 1938.

3. Carta Archeologica di Roma, 1964, Tab. II.

4. For an extensive treatise on the preparation, transportation, and sale of semi-finished architectural elements during the Roman Empire and provinces, see Ward Perkins 1951 and Pensabene 1972.

5. Reference is made to the Doctoral Dissertation in 'Survey and Representation of Architecture and the Environment' discussed in 1999 at the Dept. of Survey and Representation, entitled 'Worksite tracing lines in antiquity', published in the series 'Tools of Research Doctorates'. Cfr. Inglese 2000. For more information about worksite tracing lines, see also Inglese 2012.

6. We would like to thank Prof. Priscilla Paolini who in 2004 conducted the survey on the elevation of the Pantheon using a Leica Cyrax 2500 laser scanner. Prof. Paolini kindly made her work available so that we could carry out the tests envisaged by this study. We would also like to thank Architect Luca James Senatore for his collaboration regarding the graphic drawings.

7. On this issue, see: Docci, Maestri 1994, Introduction; Bianchini 2001; Docci 2005; Docci 2007; Bianchini 2007a; Bianchini 2007b; Bianchini 2007c.

8. For more thorough and detailed information about the survey campaign data cfr. Inglese 2000.

9. Leclere's drawing in 1813 on a 1:50 scale was published on a 1:200 scale as a heliograph by H. d'Espouy in *Monuments antiques II, École nationale supérieure des Beaux-Arts, Paris 1910*, pp. 135 e foll. and in the catalogue *Roma Antiqua - Grandi Edifici Pubblici, Roma 1992*, p. 109, n. 59.

10. In topography the identification of a known base of a third point is called 'forward intersection'; using this method, when the coordinates of two points A and B are known, and as a result also the distance between them, it is possible to identify a third point C measuring the angles created in points A and B with the direction to point C. Cfr.: Docci, Maestri 1994. In this case we used a Wild total station Theodolite mod. TC 1600.

11. This topic is the premise behind the scientific research financed by Rome 'Sapienza' University in 2012, of which I am the director. The research is entitled: 'Designs on stone. Worksite plans and engravings in Imperial Rome: identifying a survey methodology'. One of the most important parts of the Research Programme was to verify correspondence between the worksite engravings and the final architectural elements, to which the former refer.

12. The supporting topographic survey was conducted using a Leica TCR 1201 R300 Total Station.

13. Among the numerous publications on this issue, see: Lanciani 1881; Lanciani 1892; James 1901; Cozzo 1928; Beltrami 1929; Clementi 1936; MacDonald 1965; Kjeld De Fine Licht 1968; Heilmeyer Wolf-Dieter 1975; Lugli 1989.

14. For more extensive information about worksite plans cfr. Ruiz de la Rosa 1987; Inglese 2000; Inglese 2012.

15. For events regarding the history of the Mausoleum of Augustus, as well as artefacts found during excavations campaigns: Lanciani 1902; Lanciani 1903; Lanciani 1907; Lanciani 1913; Colini, Giglioli 1926; Bartoli 1927; Cordingley, Richmond 1927; Giglioli 1930; Gatti 1934; Gatti 1938a; Gatti 1938b; Lugli 1938; Munõz 1938; Colini 1939; Attilia 1987; *Carta Archeologica di Roma*, 1964.

16. *Miriabilia Romae*. In Carl Ludwig Von Urlichs. *Urbis Romae Topographicus*. 1871, pp. 106-107.

17. Data from the study of the Roman Corinthian capitals in: Wilson Jones 1991.

menti, in analogia con le incisioni degli interassi delle colonne realizzate nell'Augusteo, e nell'eseguire una analisi comparativa al fine di escludere o prendere in considerazione alternative al Pantheon. Tra gli esempi comparati, risultati non compatibili, si citano il Tempio di Marte Ultore realizzato tra il 30 e 27 a.C. da Augusto e inaugurato nel 2 a.C. e il Tempio di Adriano eretto da Antonino Pio nel 145 d.C., entrambi peripteri e ottastili, ma con colonne dal fusto alto m 15,00 contro i m 8,85 del Pantheon, che presuppongono una lunghezza del timpano di gran lunga superiore a quello inciso¹⁷.

1. Haselberger 1994; Haselberger 1995.

2. Munõz 1938.

3. *Carta Archeologica di Roma*, 1964, Tav. II.

4. Un'ampia trattazione sulla preparazione, il trasporto e il commercio di elementi architettonici semilavorati in epoca imperiale a Roma e nelle province si trova in Ward Perkins 1951 e in Pensabene 1972.

5. Si fa riferimento alla Tesi di Dottorato in "Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente" discussa nel 1999 presso il Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo, dal titolo "Tracciati di cantiere nell'antichità", pubblicata nella Collana "Strumenti del Dottorato di Ricerca". Cfr. Inglese 2000. Sui tracciati di cantiere si veda anche Inglese 2012.

6. Si ringrazia la prof. Priscilla Paolini, autrice del rilievo condotto nel 2004 sul prospetto del Pantheon con l'impiego di uno scanner laser Leica Cyrax 2500, che ha gentilmente messo a disposizione il suo lavoro per le verifiche condotte in questo studio. Si ringrazia, inoltre, l'arch. Luca James Senatore per la collaborazione nelle elaborazioni grafiche.

7. Su questo specifico argomento si veda: Docci, Maestri 1994, *Introduzione*; Bianchini 2001; Docci 2005; Docci 2007; Bianchini 2007a; Bianchini 2007b; Bianchini 2007c.

8. Per una esaustiva e dettagliata conoscenza dei dati scaturiti dalle campagne di rilievo cfr. Inglese 2000.

9. Il disegno di Leclere realizzato nel 1813 in scala 1:50 è stato pubblicato in scala 1:200, in forma eliografica da H. d'Espouy in *Monuments antiques II, École nationale supérieure des Beaux-Arts, Paris 1910*, pp. 135 e ss. e nel catalogo *Roma Antiqua - Grandi Edifici Pubblici, Roma 1992*, p. 109, n. 59.

10. In topografia l'individuazione da una base nota di un terzo punto è detta "intersezione in avanti"; attraverso tale metodo note le coordinate di due punti A e B, quindi della distanza reciproca, è possibile individuare un terzo punto C misurando gli angoli formati nei punti A e B con la direzione al punto C. Cfr.: Docci, Maestri 1994. In questo caso si è utilizzato un Teodolite a stazione totale Wild mod. TC 1600.

11. Questo argomento è alla base della Ricerca scientifica, finanziata dall'Università degli Studi "Sapienza" di Roma per l'anno 2012, della quale chi scrive è responsabile, dal titolo: "Progetti sulla pietra. Tracciati e incisioni di cantiere nei manufatti di epoca imperiale a Roma: individuazione di una metodologia di indagine". Uno dei passaggi più significativi del Programma di tale Ricerca riguarda proprio la verifica della corrispondenza tra le incisioni di cantiere e gli elementi architettonici effettivamente realizzati, ai quali i primi si riferiscono.

12. Il rilievo topografico di appoggio è stato condotto mediante Stazione Totale Leica TCR 1201 R300.

13. Tra le numerose pubblicazioni sull'argomento si veda: Lanciani 1881; Lanciani 1892; James 1901; Cozzo 1928; Beltrami 1929; Clementi 1936; MacDonald 1965; Kjeld De Fine Licht 1968; Heilmeyer Wolf-Dieter 1975; Lugli 1989.

14. Per un'ampia trattazione dei tracciati di cantiere cfr. Ruiz de la Rosa 1987; Inglese 2000; Inglese 2012.

15. Per le vicende legate alla storia del Mausoleo d'Augusto, nonché ai ritrovamenti effettuati durante le diverse campagne di scavo: Lanciani 1902; Lanciani 1903; Lanciani 1907; Lanciani 1913; Colini, Giglioli 1926; Bartoli 1927; Cordingley, Richmond 1927; Giglioli 1930; Gatti 1934; Gatti 1938a; Gatti 1938b; Lugli 1938; Munõz 1938; Colini 1939; Attilia 1987; *Carta Archeologica di Roma*, 1964.

16. *Miriabilia Romae*. In Carl Ludwig Von Urlichs. *Urbis Romae Topographicus*. 1871, pp. 106-107.

17. I dati sono tratti dallo studio sui capitelli corinzi romani contenuti in: Wilson Jones 1991.

References

- Attilia Luigia. 1987. Il Mausoleo di Augusto. In Filippo Coarelli. *Roma Repubblicana dal 270 a.C. all'età augustea*. V. 3. Roma: Quasar, 1987, pp. 29-34.
- Bartoli Alfonso. 1927. L'architettura del Mausoleo di Augusto. *Bullettino d'arte del Ministro della Pubblica Istruzione*, 1, 1927, pp. 30-46.
- Beltrami Luca. 1929. *Il Pantheon rivendicato ad Adriano, (117-138 d.Cr.)*. Milano, 1929.
- Bianchini Carlo. 2001. Modelli discreti e modelli continui nel rilievo e rappresentazione informatizzata dell'architettura. *Disegnare. Idee Immagini*, 22, 2001, pp. 51-60.
- Bianchini Carlo. 2007a. Laser scanning X. In *Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di modelli virtuali dell'architettura della città*, Ricerca Prin 2004, coordinatore nazionale Mario Docci. A cura di Chiavoni Emanuela, Paolini Priscilla. Roma: Gangemi Editore, 2007, pp. 24-31
- Bianchini Carlo. 2007b. Dal reale al virtuale e ritorno: appunti. In *Informatica e fondamenti scientifici della rappresentazione*. Roma: Gangemi Editore, 2007, pp. 307-314.
- Bianchini Carlo. 2007c. Dal reale al virtuale (e ritorno): il modello ligneo di Antonio da Sangallo per il Nuovo san Pietro in Vaticano. *Disegnare. Idee immagini*, 34, 2007, pp. 36-49.
- *Carta Archeologica di Roma*. Firenze, 1964, pp. 90-102, Tav.II
- Clementi Filippo. 1936. *Il Pantheon, Agrippa o Adriano? Note polemiche*. Roma, 1936.
- Colini Antonio Maria. 1939. Notiziario. *Bullettino Comunale*, 67, 1939, pp. 206-207.
- Colini Antonio Maria, Giglioli Giulio Quirino. 1926. Relazione della prima campagna di scavo nel Mausoleo di Augusto. *Bullettino della Commissione Archeologica Comunale di Roma*, 1926, pp. 191-235.
- Cordingley Reginald Annandale, Richmond Ian Archibald. 1927. The Mausoleum of Augustus. *Paper of British School at Rome*, 10, 1927, pp. 23-35, tavv. IX-XIX.
- Cozzo Giuseppe. 1928. *Ingegneria Romana*. Roma, 1928.
- d'Espouy Hector. 1910. *Monuments antiques II. École nationale supérieure des Beaux-Arts*. Paris, 1910, pp. 135 e ss.
- De Fine Licht Kjeld. 1968. *The Rotunda in Rome*. Copenhagen, 1968.
- Docci Mario. 2005. Presentazione della Ricerca. In *Metodologie innovative integrate per il rilevamento dell'architettura e dell'ambiente*. Ricerca Cofin 2002, coordinatore nazionale Mario Docci. A cura di Tiziana Fiorucci. Roma: Gangemi Editore, 2005, pp. 17-19.
- Docci Mario. 2007. Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di modelli virtuali dell'architettura della città. In *Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di modelli virtuali dell'architettura della città*, Ricerca Prin 2004, coordinatore nazionale Mario Docci. A cura di Chiavoni Emanuela, Paolini Priscilla. Roma: Gangemi Editore, 2007, pp. 10-17.
- Docci Mario, Maestri Diego. 1994. *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Roma-Bari: Laterza 1994¹.
- Gatti Guglielmo. 1934. Il Mausoleo di Augusto. *Capitolium*, X, 1934, pp. 457-464.
- Gatti Guglielmo 1938a. Notiziario. *Bullettino Comunale*, 66, 1938, pp. 273-275.
- Gatti Guglielmo 1938b. Nuove osservazioni sul Mausoleo di Augusto. *L'Urbe*, III, 1938, pp. 1-17.
- Giglioli Giulio Quirino. 1930. Il sepolcro imperiale. *Capitolium*, IX, 1930, pp. 549-567.
- Haselberger Lothar. 1994. Ein Giebelriß der Vorhalle des Pantheon: die Werkrisse vor dem Augustusmausoleum. *Mitteilungen des Deutschen Archaeologischen Instituts, Roemische Abteilung*, vol. 101, Verlag Philipp von Zabern, Magonza 1994, pp. 279-308.
- Haselberger Lothar. 1995. Un progetto architettonico di 2000 anni fa. *Le scienze*, 324, agosto 1995, pp. 56-61.
- Heilmeyer Wolf-Dieter. 1975. Der Ruhm des Pantheon. *JdI*, 90, 1975, pp. 316-347.
- Inglese Carlo. 2000. *Progetti sulla Pietra*. Strumenti del Dottorato di Ricerca n. 3. Roma: Gangemi Editore, 2000.
- Inglese Carlo. 2012. All'origine del Disegno architettonico esecutivo: Συγγραφαί (Syngraphai), Παραδειγμα (Paradigma) ed Αναγραφευς (Anagrapheus). In *Elogio della Teoria*. Atti del XXXIV Convegno internazionale dei Docenti della rappresentazione (Roma, Facoltà di Architettura, 13-14-15 dicembre 2012). A cura di Laura Carlevaris, Monica Filippa. Roma: Gangemi Editore, 2012, pp. 275-283.
- Lanciani Rodolfo. 1881. Del Pantheon. *Notizie di Scavi, Bullettino della Commissione Archeologica Comunale di Roma*, 1881, p. 257.
- Lanciani Rodolfo. 1892. La controversia sul Pantheon. *Notizie di Scavi, Bullettino della Commissione Archeologica Comunale di Roma*, 1892, p. 88.
- Lanciani Rodolfo. 1902, 1903, 1907, 1913. *Storia degli scavi di Roma*. Voll. I, 1902; II, 1903; III, 1907; IV, 1913.
- Lugli Giuseppe. 1938. *I monumenti antichi di Roma e Suburbio*. III, 1938, pp. 194-212.
- Lugli Giuseppe. 1989. *Il Pantheon e i Monumenti adiacenti*. Roma, rist. 1989.
- MacDonald William L. 1965. *The Architecture of the Roman Empire I*. Yale University Press, 1965.
- *Miriabilia Romae*. In Carl Ludwig Ulrichs. *Urbis Romae Topographicus*. 1871, pp. 106-107.
- Munõz Antonio. 1938. La sistemazione del Mausoleo di Augusto. *Capitolium*, XIII, 1938, pp. 491-508.
- Pensabene Patrizio. 1972. Considerazioni sul trasporto di manufatti marmorei in età imperiale a Roma e in altri centri occidentali. *Dialoghi di Archeologia*, VI, 1972, pp. 317-362.
- Ruiz de la Rosa José Antonio. 1987. *Traza y Simetria de la Arquitectura en la Antigüedad y Medievo*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla, 1987.
- Ward Perkins John. 1951. Tripolitania and the Marble Trade. *The Journal of Roman Studies*, 41, 1951, pp. 89-104.
- Wilson Jones Mark. 1991. Designing the Roman Corinthian Capital. *Papers of the British School at Rome*, LIX, 1991, pp. 89-149.
- James Thomas. 1901. *The Pantheon at Rome, who built it?* London 1901.

Alberto Sdegno

Sketchpad: sulla nascita del disegno digitale *Sketchpad: the birth of digital drawing*

The paper analyses several documents illustrating the first two-dimensional and three-dimensional digital drawing systems, called Sketchpad, invented fifty years ago by the young MIT student Ivan Sutherland. Several differences between Sketchpad and traditional representation techniques reveal the enormous effort devoted to its theoretical formulation. This effort is illustrated by several important theoretical contributions, including the ones by Steven Coons, and several technical memorandums about its operating system.

Key words: Representation, Computer Aided Design, Digital Drawing, Ivan Sutherland, Sketchpad.

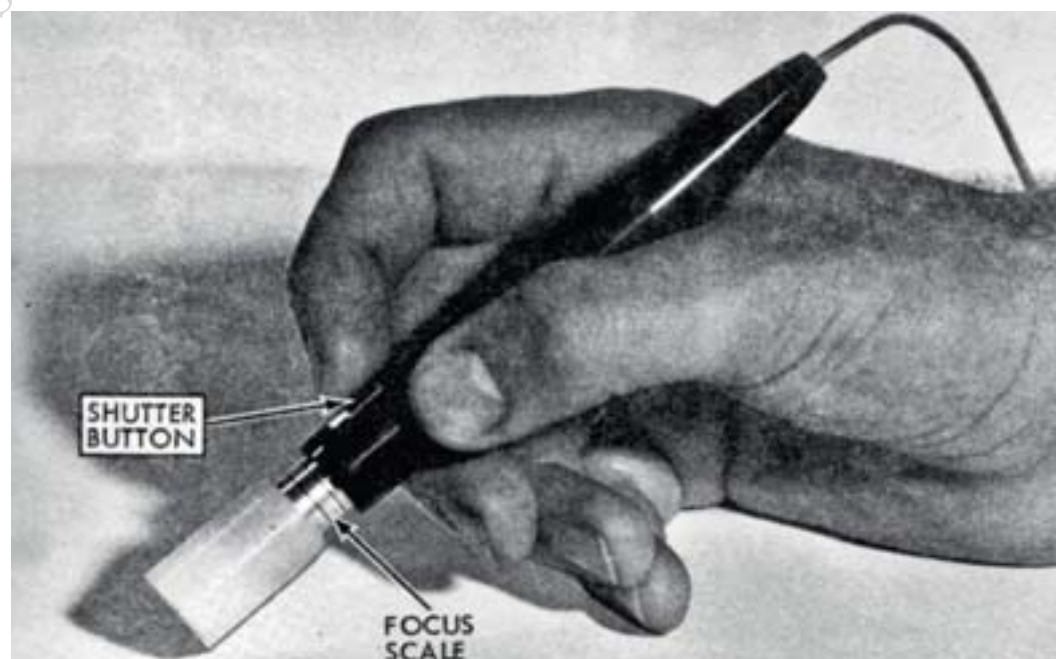
On 7 January 1963 Ivan Edward Sutherland submitted his doctoral thesis entitled Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System to the Department of Electrical Engineering of the Massachusetts Institute of Technology.¹ At the time he was a promising young student who had already shined in his career thanks to several remarkable achievements, for example, the numerous prizes awarded even before earning his Bachelor of Science degree in Electrical Engineering from the Carnegie Institute of Technology in June 1959,² or the many papers published in scientific magazines while still at school.³ However, he undoubtedly performed his most important work at MIT, especially the Lincoln Laboratory where fifty years ago he developed the first-ever digital drawing system – an anniversary we celebrate this year. Sutherland's thesis is a very important text for anyone wishing to study the history of digital representation, not only because it describes the first interactive electronic drawing system in the history of figuration, but also because it provides useful information about traditional drawing techniques and how they differ from computerised methodologies. It is no surprise that in 1980 the typewritten text was later reprinted in an anastatic edition by Garland Publishing,⁴ while in 2003 the University of Cambridge published a digital version with the complete transcript of his thesis, together with the original images and an explanatory preface.⁵ It is important to point out that Sutherland's work was not the contribution of a single individual, the results of a researcher working in isolation. It included the initial results of a research programme MIT launched a few years earlier when the prestigious university decided to invest in this field after recent developments in hardware technology. In fact, shortly be-

Il saggio analizza alcuni documenti relativi al primo sistema di disegno digitale, chiamato Sketchpad dal suo autore – il giovane studente del MIT Ivan Sutherland – nella versione bidimensionale e nella sua declinazione tridimensionale, a cinquant'anni dalla sua creazione. Alcune differenze rispetto alle tecniche tradizionali di rappresentazione mostrano il grande impegno a suo tempo destinato anche alla sua formulazione teorica, come si evince da alcuni significativi contributi teorici, tra i quali bisogna annoverare quelli di Steven Coons, e alcune note tecniche relative al sistema utilizzato.

Parole chiave: rappresentazione, progettazione assistita da computer, disegno digitale, Ivan Sutherland, Sketchpad.

Il 7 gennaio 1963 viene depositata presso il Department of Electrical Engineering del Massachusetts Institute of Technology la tesi di dottorato dal titolo *Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System*¹. Autore è Ivan Edward Sutherland, un giovane e promettente studente che nella sua carriera si è già distinto per alcuni significativi risultati, quali l'aver ottenuto alcuni premi prima di conseguire il suo *Bachelor of Science degree in Electrical Engineering* presso il Carnegie Institute of Technology nel giugno 1959² e l'aver pubblicato alcuni saggi su riviste scientifiche sempre durante la sua attività scolastica³. Ma l'esperienza più importante è indubbiamente quella svolta presso il MIT – in particolare all'interno del Lincoln Laboratory – che condurrà allo sviluppo del primo sistema di disegno digitale, di cui proprio quest'anno ricorre il cinquantesimo anniversario. Il documento citato si configura come un testo di grande importanza per coloro che vogliono occuparsi di

storia della rappresentazione digitale, non soltanto perché vi è descritto il primo sistema di disegno elettronico interattivo della storia della figuratione, ma anche perché all'interno del testo è possibile trovare utili relazioni tra tecniche tradizionali di disegno e differenze con le metodologie informatiche. Non è un caso che il testo dattiloscritto venga successivamente ristampato in edizione anastatica nel 1980 per i tipi di Garland⁴ e una successiva edizione in formato digitale sia predisposta dalla University of Cambridge nel 2003 con la trascrizione integrale del testo, l'inserimento delle immagini originali e una prefazione esplicativa⁵. È necessario subito però specificare che il lavoro di Sutherland non è un contributo isolato, frutto dell'attività di un singolo ricercatore. Tale esito, infatti, è il risultato parziale di un programma di ricerca iniziato presso il MIT alcuni anni prima, quando la prestigiosa università decide di investire in questo settore anche grazie ai recenti sviluppi delle tecnologie hardware.



1/ Pagina precedente. La “penna di luce” del sistema TX-2 per disegnare sullo schermo grafico.
Previous page. *The TX-2 system “light pen” used to draw on the graphic display.*

Effettivamente poco prima dell’ideazione di questo sistema di disegno viene installata in quella sede una macchina avente una serie di periferiche che consentono all’utente operazioni di disegno, quali ad esempio uno schermo grafico e una “penna di luce” (“*light pen*”) per il tracciamento di segnali luminosi sul video (fig. 1). Sketchpad, quindi, deve essere inquadrato all’interno di una serie di esiti di ricerche, sia teoriche sia pratiche, sviluppate da alcuni ricercatori del MIT, delle quali cercheremo di dare conto in questo saggio. Per fare solo un esempio dobbiamo ricordare che a pochi mesi di distanza dalla tesi di Sutherland – dedicata sostanzialmente al disegno bidimensionale – viene rilasciata un’altra tesi significativa: quella di Timothy Johnson, dedicata alla costruzione di modelli tridimensionali⁶. In quell’anno, pertanto, alcune importanti sperimentazioni nel campo della rappresentazione digitale giungono a un livello talmente avanzato di sviluppo da poter essere presentate pubblicamente. E sarà proprio in occasione di una delle più rilevanti manifestazioni dedicate all’evoluzione delle nuove tecnologie computerizzate – la Spring Joint Computer Conference che si tiene quell’anno a Detroit, tra il 21 e il 23 maggio⁷ – che alcuni di questi ricercatori del MIT⁸ potranno esibire il proprio lavoro, coadiuvati, nella presentazione, dalle considerazioni di carattere teorico espresse da Steven Coons⁹, e da Douglas Ross e Jorge Rodriguez¹⁰.

Prime elaborazioni teoriche per il disegno digitale

Dietro al lavoro di Sutherland c’è un’intensa elaborazione teorica, condotta principalmente all’interno del MIT e rinvenibile in alcuni significativi rapporti di ricerca che segnano lo stato di avanzamento della sperimentazione. Come viene chiaramente descritto nel *Technical Memorandum 8436-TM-5* dell’ottobre 1960, il 1 dicembre 1959 viene costituito il Computer-Aided Design Group presso il MIT, formato dall’unione del Computer Applications Group dell’Electronic Systems Laboratory dell’Electrical Engineering Department e dal Design and Graphics Division del Mechanical Engineering Department. Tra gli intenti del gruppo è quello di «usare i computer per assistere gli uomini nel processo progettuale»¹¹, con la dichiarazione esplicita che però «non è contemplato che la progettazio-

ne completamente automatizzata senza la guida e le decisioni dell’operatore umano sia possibile in un futuro prevedibile»¹². L’interazione uomo-macchina, quindi, resta confinata sul piano della rappresentazione grafica, pur riconoscendo allo strumento digitale un contributo di grande valenza innovativa. Ma rileggere l’esperienza della nascita del disegno digitale soltanto attraverso i documenti che si occupano di informatica e di elaborazione elettronica grafica è operazione alquanto riduttiva, che non rende merito ad alcuni significativi legami tra tecniche tradizionali e disegno assistito. Abbiamo già rilevato, infatti, come, soprattutto in riferimento alla figura di Steven Coons, vi sia una stretta relazione tra l’insegnamento e la ricerca sulla figurazione tecnica tradizionale e l’evoluzione in ambito algoritmico¹³. Agli inizi del nuovo decennio, infatti, viene pubblicato un libro che documenta tutte le principali attività legate al disegno tradizionale, dai fondamenti di geometria descrittiva, al disegno artistico, dalla geometria analitica, allo schizzo a mano libera. Il volume, dal laconico titolo *Graphics*, è a firma di John T. Rule e Steven A. Coons¹⁴ e riprende alcuni dei temi già sviluppati in precedenza nel testo di Rule e Watts, intitolato *Engineering Graphics*, edito per la stessa casa editrice¹⁵. Quest’opera, presentata quasi nella forma del trattato onnicomprensivo, si rivolge soprattutto agli studenti del MIT ma, nella parte finale, propone anche possibili sviluppi nel settore della ricerca scientifica, con temi che non sembrano essere direttamente connessi agli argomenti consueti del disegno meccanico. Sutherland arriverà al MIT nel settembre 1960, a pochi mesi di distanza dall’avvio di questo importante progetto di ricerca, e lavorerà a tempo pieno allo sviluppo di questa tecnologia, dapprima sul TX-0, un computer già dotato di schermo grafico e penna luminosa e poi, a partire da maggio 1961, sull’evoluzione di questo prototipo, il TX-2, dotato di una maggiore quantità di memoria e maggior reattività ai comandi¹⁶ (fig. 2).

Sketchpad: il disegno bidimensionale

Che Sketchpad sia frutto di un intenso e collettivo lavoro di ricerca – senza ovviamente togliere alcun merito all’autore della tesi, indubbiamente uno dei più attenti ricercatori nel settore delle nuove tecnologie – lo si può intuire già dal titolo. Mentre il termine *sketchpad* è stato attinto dal

fore this drawing system was invented MIT had installed a computer with several peripherals which allowed the user to draw, for example, a graphic screen and a ‘light pen’ to trace light signals on the display (fig. 1).

Sketchpad is just one of several theoretical and practical research results by MIT researchers which I shall illustrate in this article. For example, a few months after Sutherland’s theory – focusing primarily on two-dimensional drawing – Timothy Johnson wrote another important theory devoted to the construction of three-dimensional models.⁶ In fact, that year several important experiments in the field of digital representation were so advanced they could be presented to the public. Indeed, some of the MIT researchers⁷ were able to showcase their work during one of the most important events devoted to progress in the field of new computerised technologies – the Spring Joint Computer Conference, held that year in Detroit from 21 to 23 May.⁸ They were supported in their presentations by the theories formulated by Steven Coons,⁹ Douglas Ross and Jorge Rodriguez.¹⁰

Early theories about digital drawing

Sutherland’s work is based on extensive theoretical elaboration carried out chiefly at MIT and illustrated in several important progress reports about his experiments. As clearly explained in Technical Memorandum 8436-TM-5 dated October 1960, the Computer-Aided Design Group was formed at MIT on 1 December 1959; it included the Computer Applications Group of the Electronic Systems Laboratory, the Electrical Engineering Department, and the Design and Graphics Division of the Mechanical Engineering Department. The group’s goal was to “use computers to assist humans in the design process”,¹¹ specifying however that “it is not contemplated that fully automatic design without human guidance and decision is a possibility for the foreseeable future”.¹² As a result, the group restricted the man-machine interaction to graphic representation, albeit acknowledging that the digital tool was an extremely important novelty. Nevertheless, it is rather narrow-minded to limit our presentation about the birth of digital design only to documents about computers and electronic graphic elaboration; furthermore, it does not do justice to several important links between traditional techniques and computer-aided drawing. In fact, as mentioned

2/ Il sistema di disegno Sketchpad installato sul computer TX-2.

The Sketchpad drawing system installed on computer TX-2.

3/ Fotogrammi dal documentario Computer Sketchpad relativi al disegno di una curva.

Stills of the documentary Computer Sketchpad showing the drawing of a curve.

earlier, this issue primarily involved Steven Coons and his theory about the close link between teaching and studying traditional technical figuration and the algorithms which influenced its evolution.¹³ A book was published in the early years of the next decade illustrating all the major activities in which traditional drawing was used: from the fundamentals of descriptive geometry to artistic drawings, from analytical geometry to free-hand drawings. The book, laconically entitled *Graphics*, was written by John T. Rule and Steven A. Coons,¹⁴ and reiterated some of the issues already presented in the book by Rule and Watts entitled *Engineering Graphics*, published by the same publishing house.¹⁵ The latter, written primarily for MIT students, was structured almost as an all-inclusive treatise; however right at the end it also proposed several possible ways in which scientific research might evolve using topics apparently linked directly to the usual issues of mechanical drawing. Sutherland joined MIT in September 1960, a few months after the launch of this important research project; he worked full-time on the development of this technology, first on the TX-O, a computer which already had a graphic display and light pen, and then, from May 1961 onwards, on the evolution of the prototype, the TX-2, which had more memory and reacted faster to commands¹⁶ (fig. 2).

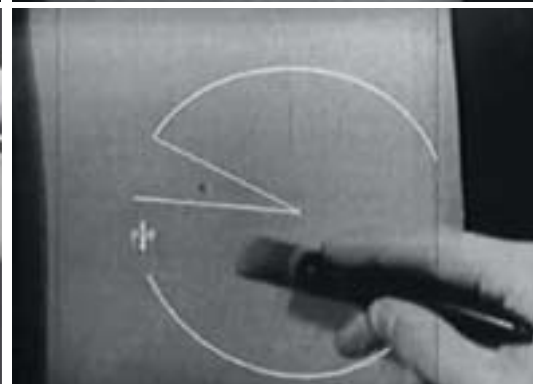
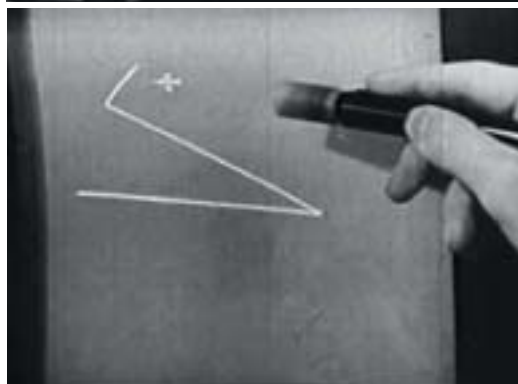
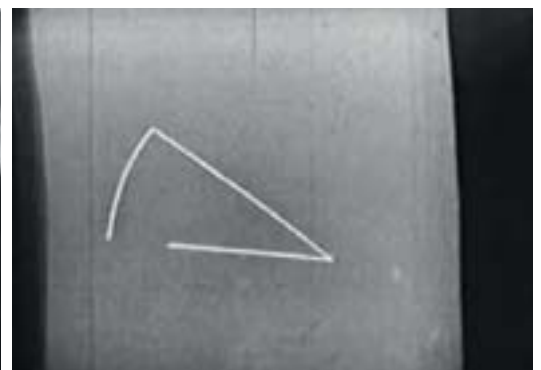
Sketchpad: two-dimensional drawing

The complete name given to Sketchpad immediately gives it away as the result of an intense, collective team effort – without detracting in the least from the merits of the author of the theory, undoubtedly one of the most meticulous researchers in the field of new technologies. While the word *sketchpad* is part of the vocabulary of traditional drawing tools – the pad on which designers draw – the subtitle comes explicitly from considerations in other texts focusing on the man-machine relationship, in this case graphic communication. Just think about the goals of the Computer-Aided Design Project described in the above-mentioned memorandum 8436-TM-5 which states that “the objective [...] is to evolve a man-machine system which will permit the human designer and the computer to work together on creative design problems”.¹⁷ Above all, just look at the bibliography behind the theory which contains at least two texts devoted to this topic: both are by Joseph



lessico degli strumenti del disegno tradizionale – il blocco per schizzi del progettista – il sottotitolo deriva esplicitamente da una serie di riflessioni di altri contributi sulle relazioni tra uomo e macchina, declinate, in questo caso, sul piano della comunicazione grafica. Si pensi alle finalità del Computer-Aided Design Project, così come descritte nella citata memoria 8436-TM-5, in cui si dice che «l'obiettivo [...] è studiare un sistema uomo-macchina che permetterà al designer e al computer di lavorare assieme su problemi di ordine creativo»¹⁷. Ma soprattutto si veda la bi-

bliografia della tesi, che contiene almeno due testi – entrambi a firma di Joseph Licklider, teorico dei rapporti tra società e nuove tecnologie – dedicati a questo tema. Il primo, *Man-Computer Symbiosis*, è del 1960¹⁸: si tratta di uno dei più significativi saggi di Licklider, relativo alla necessità di considerare la macchina come un attrezzo non soltanto utile al potenziamento delle attività umane, ma, come scriverà, uno strumento che pone quesiti oltre a dare risposte e che quindi porta «efficacemente alla formulazione di problemi tecnici»¹⁹. Il secondo, invece, è un intervento alla *Spring Joint Computer Conference* che si tenne nel maggio 1962 a San Francisco, in cui Licklider assieme a Welden Clark trattano il tema in un intervento intitolato *On-Line Man-Computer Communication*²⁰, ancor più direttamente da mettere in relazione con la tesi di Sutherland. Tra l'altro è noto che Sutherland partecipa a questa conferenza in qualità di uditore e prende parte anche al dibattito che segue l'intervento, anticipando i risultati della sua ricerca. Licklider ricorderà in una memoria rilasciata qualche anno dopo l'impressione che le parole del giovane studioso destarono tra i partecipanti: «Nel 1962 alla Spring Joint Computer Conference a San Francisco, du-

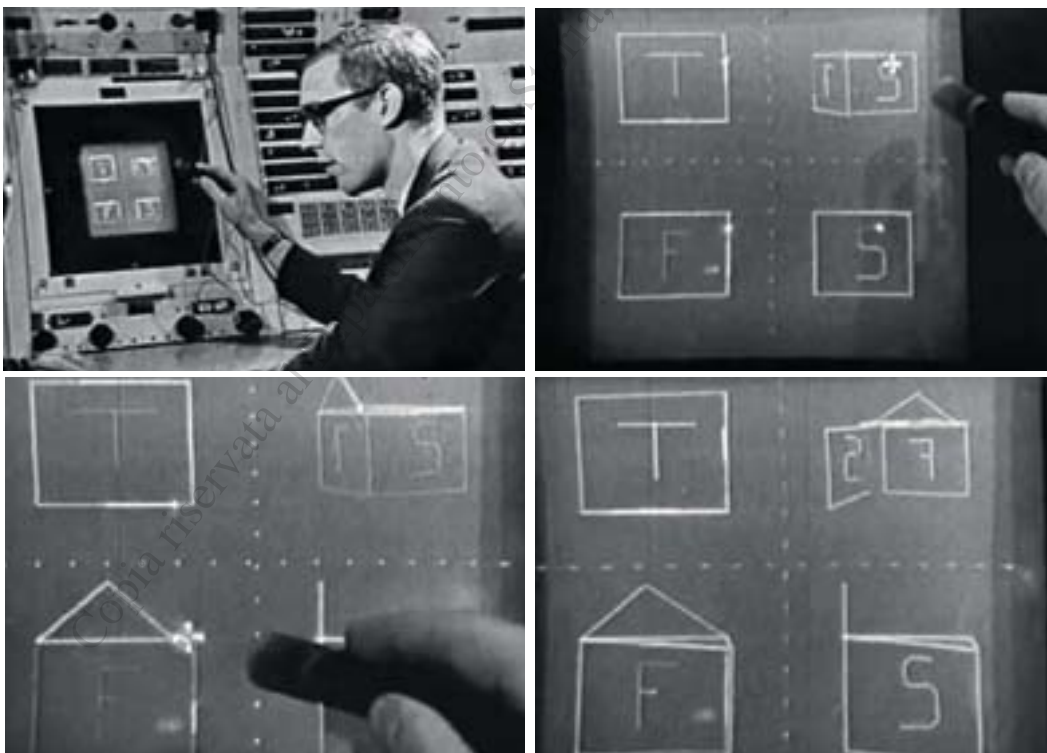


4/ Fotogrammi dal documentario Computer Sketchpad relativi alla elaborazione di un volume nelle tre dimensioni. *Stills of the documentary Computer Sketchpad showing the elaboration of the three dimensions of a volume.*

rante la discussione della sessione sulla comunicazione uomo-computer coordinata da Douglas Engelbart, Ivan Sutherland fece riferimento al suo programma Sketchpad e, alla fine della sessione, mostrò a pochi entusiasti incuriositi le più emozionanti composizioni grafiche on-line che nessuno di loro aveva mai visto»²¹. Sutherland parla, anche all'interno della sua tesi, dell'importanza di diffondere lo stato di avanzamento del suo sistema in modo da avere i migliori consigli da parte degli interlocutori: «Durante la fine dell'estate del 1962, allora, fu raggiunta una sufficiente esperienza con il disegno computerizzato in modo da comprendere che erano necessari molti approfondimenti. Fu possibile per me, munito di fotografie dei recenti sviluppi, avvicinare un gran numero di persone in uno sforzo di condurre il lavoro ad una conclusione soddisfacente»²². L'efficacia della titolazione della tesi, di cui abbiamo parlato, non sarà un seducente accorgimento per catturare l'attenzione di possibili finanziatori, come spesso accadeva e accade tuttora nel campo dell'informatica. Rispecchierà infatti il felice esito proposto nel testo e descritto nelle immagini, e soprattutto confermato dal corretto e puntuale funzionamento di questa nuova

macchina per disegnare, la cui funzionalità è ben esibita in una serie di videoriprese per un documentario prodotto per la National Education Television²³ (figg. 3, 4). In tale occasione una breve introduzione di Coons funge da premessa alla presentazione condotta in forma interattiva da Timothy Johnson, intervistato da John Fitch, che registrerà gli esiti della ricerca del MIT, a conferma del primato di eccellenza conseguito da questa istituzione anche nel campo del disegno assistito. Consapevole forse del fatto che la sua sperimentazione avrebbe avuto uno spazio significativo nella storia della rappresentazione, Sutherland descrive in maniera puntuale la cronologia dell'evoluzione della ricerca. Così possiamo sapere in dettaglio quando essa ha avuto inizio, quali sono stati i primi problemi di carattere tecnico relativi allo sviluppo algoritmico, ma anche quando è stata disegnata la prima linea, la prima circonferenza, quando sono stati sviluppati i comandi principali per copiare, cancellare, spostare, ruotare una forma geometrica. Nel corso della definizione del software, poi, il ricercatore si sofferma ad analizzare le differenze con le tecniche tradizionali, imbattendosi nella necessità di coniare neologismi o riflettere in merito ad atti-

Licklider, a theorist of relationships between society and new technologies. The first, Man-Computer Symbiosis, is dated 1960¹⁸: it is one of Licklider's most important papers in which he explains that we need to consider a computer as a tool not only useful to boost human activities, but, as he wrote, as one which asks questions as well as providing answers, and therefore brings "the computing machine effectively into the formulative parts of technical problems".¹⁹ Instead the second text is a presentation at the Spring Joint Computer Conference held in 1962 in San Francisco. This presentation by Licklider and Welden Clark focused on the topic entitled On-Line Man-Computer Communication,²⁰ an issue even closer to Sutherland's theory. Amongst other things, we know that Sutherland went to the conference as a participant and during the debate after the presentation took the floor and explained the results of his research. In a memo written a few years later Licklider recalled the participant's impressions of what the young scholar had to say: "In 1962, at the Spring Joint Computer Conference in San Francisco, during the discussion period of a session on man-computer communication chaired by Douglas Engelbart, Ivan Sutherland mentioned his Sketchpad program and, at the end of the session, showed to a few lingering enthusiasts the most dramatic on-line graphical compositions that any of them had seen".²¹ In his theoretical work Sutherland also mentioned how important it was to disseminate the progress he had made in developing the system, so as to receive feedback and advice from his interlocutors: "During the late spring of 1962, then, enough experience had been gained with computer drawings to realize that more capabilities were needed. It was possible for me, armed with photographs of the latest developments, to approach a great many people in an effort to get new ideas to carry the work on to a successful conclusion".²² The successful title of his afore-mentioned theory was not a seductive ploy on his part to capture the attention of possible sponsors, something that used to happen and still happens in the computer world. Instead it reflected the successful outcome illustrated in the text, described by the images, and above all confirmed by the excellent and accurate performance of this new drawing machine; in fact, its function and performance were extensively illustrated in a series of videos for a documentary produced by



5/ Esempio di digitalizzazione grafica di un volto femminile realizzato con Sketchpad.
Graphic digitalisation of a women's face using Sketchpad.

6/ Disegno esplicativo della configurazione spaziale presente nel libro Graphics di J.T. Rule e S.A. Coons.
Diagram explaining spatial configuration in the book Graphics by J.T. Rule and S.A. Coons.

7/ Esempio grafico di disegno di una poltrona con Sketchpad III.
Line drawing of a chair using Sketchpad III.

7/ Esempio grafico di disegno di una poltrona con Sketchpad III.

Line drawing of a chair using Sketchpad III.

National Education Television²³ (figs. 3, 4). The brief introduction by Coons acted as a premise to the interactive presentation by Timothy Johnson (interviewed by John Fitch) illustrating the results of the MIT research: further confirmation of the excellence and success of this institution even in the field of computer-aided drawing. Perhaps aware that his experiments were to play a key role in the history of representation, Sutherland accurately describes the timeline of how his research developed. He provides detailed information about how it started and the first technical problems involving algorithmic development, when the first line and first circumference were drawn, and when the main commands to copy, cancel, move, and rotate a geometric form were developed.

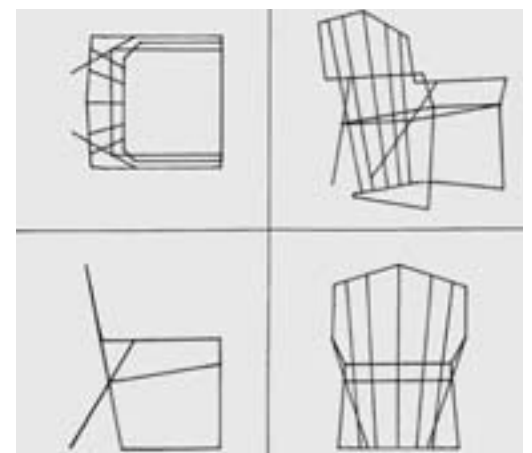
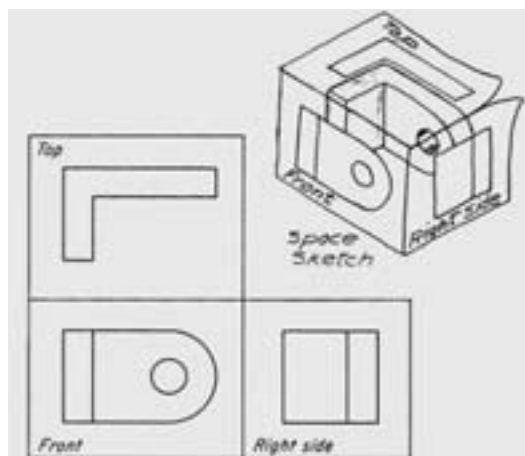
When explaining the software Sutherland also analysed how this system differed from traditional techniques; he found himself having to invent neologisms, or having to think about activities which are not normally part of what we consider drawing. In fact, in chapter seven, devoted to the description of the copy command, he stops to reflect on the word drawing in the paragraph meaningfully entitled Drawing vs. moving: "An idea that was difficult for the author to grasp was that there is no state of the system that can be called 'drawing'. Conventionally, of course, drawing is an active process which leaves a trail of carbon on the paper. With a computer sketch, however, any line segment is straight and can be relocated by moving one or both of its end points."²⁴ In other words, the user can change the shape and size of a drawing ad infinitum during the work session, or even after it has been used, depending on the specifications established on a case by case basis. Apart from the technical drawings and diagrams

Sutherland explains that the machine can also create artistic drawings, prefiguring the possibility of developing "motion picture cartoons"²⁵ in the future. Using graphic examples he illustrates several important functions of the system, for example the possibility to digitalise a photograph, cancel objects, replace certain elements of the drawings with others, or change the shape of existing features (fig. 7). Finally, in the paragraph entitled Future Works,²⁶ Sutherland mentions ongoing experiments, referring above all to the theory being developed by his colleague Timothy Johnson regarding the digital construction of three-dimensional models. The difference, how-



vità che di solito non configuravano l'esercizio del disegno in senso proprio. Nel capitolo VII, infatti, dedicato alla descrizione del comando *copy* l'autore si sofferma a riflettere sul termine *drawing*, nel paragrafo intitolato in maniera significativa *Drawing vs. moving*: «Un'idea difficile da cogliere per l'autore era che non c'era alcun momento del sistema che poteva essere chiamato "disegno". Convenzionalmente, di solito, il

disegno è un processo attivo che lascia una traccia di carbone sulla carta. Con uno schizzo al computer, invece, ogni segmento di linea è tracciato e può essere ricollocato spostando una o entrambe le estremità²⁴. Il disegno cioè può mutare, senza alcuna limitazione, la propria forma e dimensione grazie all'intervento dell'utente nel corso della sessione di lavoro, o anche in momenti successivi dell'utilizzo, a seconda dei vincoli che vengono definiti di volta in volta. Oltre ai disegni tecnici e diagrammatici, Sutherland spiega che è possibile ottenere anche disegni di tipo artistico, anticipando la possibilità di uno sviluppo futuro nella realizzazione di video animazioni («*motion picture cartoon*»²⁵). Con degli esempi grafici, sono resi evidenti alcuni aspetti significativi del sistema, come la possibilità di digitalizzare una immagine fotografica, la possibilità di cancellare entità, di sostituire alcuni elementi del disegno con altri, o la possibilità di cambiare la forma di tratti già esistenti (fig. 5). Infine, nel paragrafo intitolato *Future Works*²⁶, Sutherland accenna agli sviluppi in corso di questa sperimentazione, facendo riferimento soprattutto alla tesi che sta sviluppando il collega Timothy Johnson, relativa alla costruzione digitale di modelli tridimensionali. La differenza, però, sta nel fatto che «Johnson sta completamente superando il problema di convertire molti disegni bidimensionali in forme tridimensionali. Il disegno – precisa Ivan – sarà direttamente tracciato nelle tre dimensioni fin dall'inizio. Nessuna rappresentazione bidimensionale sarà mai registrata»²⁷. Sketchpad III, come verrà chiamata la declinazione del sistema di Sutherland per la produzione di disegni tridi-



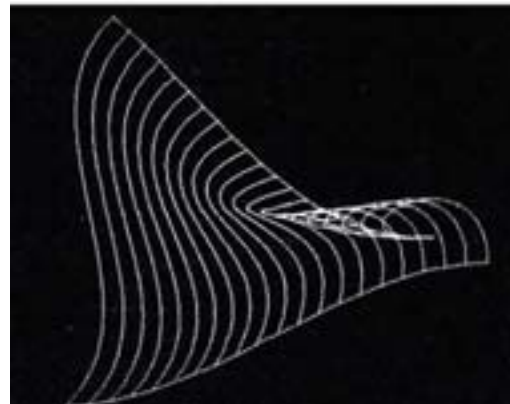
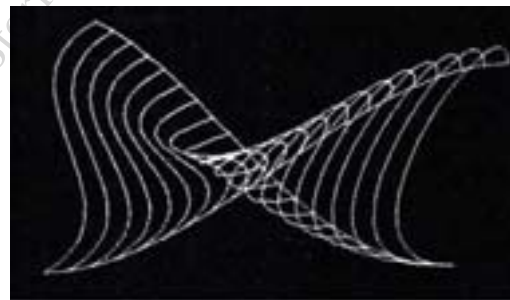
8/ Superfici complesse a doppia curvatura realizzate con gli algoritmi di Coons.
Complex double curvature surfaces drawn using Coons' algorithms.

mensionali, nascerà con un'interfaccia simile a quella ora impiegata in gran parte dei software di modellazione e che richiama alla mente le metodologie di disegno coordinato proposto in alcuni testi coevi di riferimento per il disegno meccanico tradizionale²⁸ (fig. 6).

Sketchpad III: il disegno tridimensionale

Come abbiamo già detto, la versione tridimensionale di Sketchpad è stata sviluppata da Timothy Johnson e nasce già con un'interfaccia divisa in quattro finestre, delle quali tre sono in proiezione ortogonale – una pianta (“*top view*”) e due prospetti (“*front and side views*”) – e la quarta è in proiezione prospettica. Ogni disegno può essere quindi visto contemporaneamente nelle quattro differenti proiezioni previste, configurandosi come il primo tentativo di rappresentare interattivamente un solido nella sua complessità stereometrica. Come già fatto da Sutherland, un capitolo intero è dedicato a descrivere la genesi del sistema – il capitolo II, intitolato *History of Sketchpad III*²⁹. Ed è interessante che la prima relazione sulla quale l'autore si sofferma è quella con il disegno tradizionale: «La ricerca è iniziata con il tentativo di eliminare il concetto della penna e della carta» – e come specificherà subito dopo «questo è stato il problema più difficile» – «realizzare un computer digitale richiede un nuovo tipo di comunicazione grafica, in cui il problema riposa nella scoperta di essa. Il nuovo metodo di comunicazione dovrebbe essere generale, semplice da utilizzare, e beneficiare del potere della logica offerto da un computer digitale»³⁰. Fin dalle prime righe viene ricordato lo scetticismo di chi vedeva, già dal settembre 1961, la difficoltà di utilizzare la penna ottica puntata sullo schermo come uno strumento preciso di rappresentazione, riportando la dichiarazione di un osservatore: «Disegnare con una penna luminosa è come cercare di scrivere il tuo nome con una pistola su di un muro distante cinquanta piedi»³¹. Soltanto un mese dopo – nell'ottobre 1961, scriverà Johnson – Sutherland dimostrerà di poter controllare in maniera precisa la rappresentazione grafica sullo schermo, grazie a un algoritmo sviluppato per l'occasione. Da quel momento, quindi, è possibile iniziare a impostare le strategie da adottare per lavorare figurativamente nelle tre dimensioni. I disegni che accompagnano la descrizione tecnica delle operazioni necessarie al sistema sono effica-

ci, seppure nella laconicità della figurazione schematica. Una semplice poltrona può essere disegnata al tratto, infatti, e può mostrare il suo volume nelle tre proiezioni ortogonali e nella vista prospettica accidentale (fig. 7). A partire dalla presentazione ufficiale di Sketchpad, avvenuta ormai mezzo secolo fa, l'aura che aleggiava attorno a tale sistema sembra non subire alcun cenno di logoramento, né di oblio: a rivedere infatti i filmati che documentano l'operatività del sistema, e comparandone l'interattività con quella fornita dai potenti strumenti software e hardware oggi disponibili nel campo della modellazione, ci si domanda il perché del ritardo nello sviluppo di un sistema già in gran parte definito in quell'anno e, grazie agli algoritmi elaborati da Coons negli anni successivi, pronto per poter rappresentare le più complesse superfici a doppia curvatura (fig. 8). E proprio alcune parole di Coons risuonano quale migliore conferma delle aspettative future, perfettamente soddisfatte nel breve volgere di qualche lustro: «nel giro di pochi anni sarà possibile non solo disegnare su di una superficie virtualmente illimitata, ma anche disegnare oggetti direttamente nello spazio tridimensionale, e vedere questi oggetti costruiti come si osserva oggi un oggetto reale»³².



*ever, lies in the fact that “Johnson is completely bypassing the problem of converting several two dimensional drawings into a three dimensional shape. Drawing – Ivan qualifies – will be directly in three dimensions from the start. No two dimensional representation will ever be stored”*²⁷ *Sketchpad III, the name Sutherland gave to the system used to produce three-dimensional drawings, had an interface similar to the one now used in most modelling software programmes and recalls the coordinated drawing methods proposed in several contemporary reference texts about traditional mechanical drawing*²⁸ (fig. 6).

Sketchpad III: three-dimensional drawing

As mentioned earlier, it was Timothy Johnson who developed the three-dimensional version of Sketchpad. From the very start it had an interface with four windows, of which three in orthogonal projection – a plan (“top view”) and two elevations (front and side views) – and the fourth in perspective projection. Every drawing could be seen simultaneously as the four different projections; this was the first attempt to propose the interactive representation of the stereometric complexity of a solid. Like Sutherland, Johnson devoted a whole chapter to the description of the genesis of the system – chapter two, entitled History of Sketchpad III.²⁹ It is interesting to note that the first relationship discussed by the author is the relationship with traditional drawing: “Research began by attempting to throw out the concept of pen and paper” – and specified immediately afterwards “this proved to be the most difficult step” – “realizing the digital computer would allow a new type of graphical communication, the problem lay in discovering it. The new communication method had to be general, simple to use, and take advantage of the logical power offered by the digital computer”.³⁰ Early on in the book he recalls people’s scepticism back in September 1961, and how difficult they thought it would be to point a light pen on the screen and use it like an accurate representation tool; in fact he even cited the words of an onlooker: “Drawing with a light-pen is like trying to write your name on a wall fifty feet away with a pistol”.³¹ One month later, in October 1961, Johnson wrote that Sutherland was able to accurately control graphic representation on the screen thanks to an algorithm developed ad hoc. From that moment

on it was possible to elaborate the strategies required to figuratively work in three dimensions. The drawings used to illustrate the technical description of the operations were very effective and successful, albeit with a somewhat laconic schematic figuration. In fact, a chair can be drawn by simply using lines and can reveal its volume in the three orthogonal projections and in the accidental perspective view (fig. 7). Ever since Sketchpad was officially presented fifty years ago, the aura surrounding this system does not appear either to fade or be forgotten: in fact, when we look at the short films about its operating system and compare its interactive functions to the ones supplied by the powerful modelling software and hardware tools currently available, a question springs automatically to mind: why did it take so long to develop this system when most of the system was actually developed fifty years ago?, a system which thanks to the algorithms elaborated by Coons immediately afterwards was ready to represent even the most complex double curvature surfaces (fig. 8). In his writings, Coons echoes and confirms what was to be expected in the future, expectations which were to be achieved in a few short decades: "within a few years it will be possible not only to draw on a virtually unlimited drawing surface, but to draw objects directly in three-dimensional space, and to view these constructed objects as one would view an actual physical thing".³²

1. Sutherland 1963.

2. The award was the American Institute of Electrical Engineers Student Prize Paper Contest for District 2, which Sutherland won two years running: 1958 and 1959.

3. The publications illustrate an automatic mechanical movement system simulating animal behaviour; in actual fact they elaborated on the theory by his brother William R. Sutherland and his friend Malcolm Mugglin at the Department of Electrical Engineering of the Rensselaer Polytechnic Institute in Troy, New York: Cfr. Sutherland, Mugglin, Sutherland 1958, pp. 6-8, 23-25, 32; cfr. also: Sutherland 1960.

4. Cfr. Ivan E. Sutherland. Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System. New York & London: Garland Publishing, 1980.

5. Cfr. Ivan E. Sutherland. Sketchpad: A man-machine graphical communication system. University of Cambridge, Cambridge, UK, Technical Report UCAM-CL-TR-574, September 2003, pp. 1-149, with a preface by Alan Blackwell and Kerry Rodden.

1. Sutherland 1963.

2. Si tratta dell'American Institute of Electrical Engineers Student Prize Paper Contest for District 2, vinto da Sutherland sia nel 1958 che nel 1959.

3. Le pubblicazioni sono relative alla definizione di un sistema di movimento meccanico automatizzato che simula il comportamento animale, di fatto un approfondimento della tesi sviluppata dal fratello William R. Sutherland e dall'amico Malcolm Mugglin presso il Department of Electrical Engineering del Rensselaer Polytechnic Institute a Troy, New York: Cfr. Sutherland, Mugglin, Sutherland 1958, pp. 6-8, 23-25, 32; cfr. anche: Sutherland 1960.

4. Cfr. Ivan E. Sutherland. Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System. New York & London: Garland Publishing, 1980.

5. Cfr. Ivan E. Sutherland. Sketchpad: A man-machine graphical communication system. University of Cambridge, Cambridge, UK, Technical Report UCAM-CL-TR-574, September 2003, pp. 1-149, con una prefazione di Alan Blackwell e Kerry Rodden.

6. Cfr. Johnson 1963.

7. Cfr. AFIPS. 1963 Spring Joint Computer Conference. Vol. 23. Washington: Spartan Books; London: Macmillan and Co, 1963.

8. In particolare parteciperanno Stotz, Sutherland e Johnson: cfr. Stotz 1963; Sutherland 1963a; Johnson 1963a.

9. Cfr. Coons 1963.

10. Cfr. Ross, Rodriguez 1963.

11. John E. Ward. Preface. In Coons, Mann 1960, p. V.

12. Ibid.

13. Cfr. Sdegno 2012.

14. Rule, Coons 1961.

15. Rule, Watts 1951.

16. Sul TX-2 si veda: Clark, Fronkovich, Peterson, Forgie, Best, Olsen 1957; Herschel H. Jr. Loomis. Graphical Manipulation Techniques Using the Lincoln TX-2 Computer. Group Report 51G-0017. Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Lexington, Mass. November 1960.

17. Cfr. Coons, Mann 1960, p. III.

18. Joseph C. R. Licklider. Man-Computer Symbiosis. IRE Transaction on Human Factors in Electronics, vol. HFE-1, March 1960, pp. 4-11.

19. Ivi, p. 5. Cfr. tutto il Paragrafo 2. Aims of Man-Computer Symbiosis.

20. Cfr. Joseph C. R. Licklider, Welden E. Clark. On-Line Man-Machine Communication. In Proceedings of Spring Joint Computer Conference. Vol. 21, 1963, pp. 113-128.

21. Joseph C. R. Licklider. Graphic Input. A Survey of Techniques. In Fred Gruenberger (ed.). Computer Graphics: Utility, Production, Art. London: Academic Press; Washington DC: Thompson Book, 1967, p. 44.

22. Cfr. Sutherland 1963, p. 31.

23. Cfr. Computer Sketchpad, documentario realizzato nella forma di interviste condotte da John Fitch con la regia di Russell Morash per la National Education Television, Massachusetts Institute of Technology, Lincoln Laboratory, 1964, durata circa 21 minuti.

24. Cfr. Sutherland 1963, p. 102.

25. Ivi, p. 130.

26. Ivi, pp. 138-139.

27. Ivi, p. 138.

28. Ci riferiamo al citato volume di Rule, Coons 1961, p. 37, figg. 4-5. Cfr. anche: Sdegno 2012.

29. Johnson 1963, pp. 15-21.

30. Ivi, p. 15.

31. Ibid.

32. Coons 1967, p. 5.

6. Cfr. Johnson 1963.
7. In particular, Stotz, Sutherland, Johnson: cfr. Stotz 1963; Sutherland 1963a; Johnson 1963a.
8. Cfr. AFIPS. 1963 Spring Joint Computer Conference. Vol. 23. Washington: Spartan Books; London: Macmillan and Co, 1963.
9. Cfr. Coons 1963.
10. Cfr. Ross, Rodriguez 1963.
11. John E. Ward. Preface. In Coons, Mann 1960, p. V.
12. Ibid.
13. Cfr. Sdegno 2012.
14. Rule, Coons 1961.
15. Rule, Watts 1951.
16. For more information about the TX-2, see: Clark, Fronkovich, Peterson, Forgie, Best, Olsen 1957; Herschel H. Jr. Loomis. Graphical Manipulation Techniques Using the Lincoln TX-2 Computer. Group Report 51G-0017. Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Lexington, Mass. November 1960.
17. Cfr. Coons, Mann 1960, p. III.
18. Joseph C. R. Licklider. Man-Computer Symbiosis. IRE Transaction on Human Factors in Electronics, vol. HFE-1, March 1960, pp. 4-11.
19. Ivi, p. 5. Cfr. all paragraph 2. Aims of Man-Computer Symbiosis.
20. Cfr. Joseph C. R. Licklider, Welden E. Clark. On-Line Man-Machine Communication. In Proceedings of Spring Joint Computer Conference. Vol. 21, 1963, pp. 113-128.
21. Joseph C. R. Licklider. Graphic Input. A Survey of Techniques. In Fred Gruenberger (ed.). Computer Graphics: Utility, Production, Art. London: Academic Press; Washington DC: Thompson Book, 1967, p. 44.
22. Cfr. Sutherland 1963, p. 31.
23. Cfr. Computer Sketchpad; the documentary was structured as an interview conducted by John Fitch and directed by Russell Morash for the National Education Television, Massachusetts Institute of Technology, Lincoln Laboratory, 1964. Length: approximately 21 minutes.
24. Cfr. Sutherland 1963, p. 102.
25. Ivi, p. 130.
26. Ivi, pp. 138-139.
27. Ivi, p. 138.
28. Reference is made to the above-mentioned book by Rule, Coons 1961, p. 37, figs. 4-5. Cfr. also: Sdegno 2012.
29. Johnson 1963, pp. 15-21.
30. Ivi, p. 15.
31. Ibid.
32. Coons 1967, p. 5.

References

- Clark Wes A., Fronkovich John M., Peterson Philip H., Forgie James W., Best Richard. L., Olsen Kenneth H. 1957. *The Lincoln TX-2 Computer*. Technical Report 6M-4968, Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Lexington, Mass, Proceedings of the *Western Joint Computer Conference*, February 1957.
- Coons Steven A. 1963. An Outline of the Requirements for a Computer-Aided Design System. In proceedings of *Spring Joint Computer Conference*. Vol. 23, 1963, pp. 299-304.
- Coons Steven A. 1967. *Surfaces for Computer-Aided Design of Space Forms*. 1967. Technical Report MAC-TR-41, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., June 1967.
- Coons Steven A., Mann Robert W. 1960. *Computer-Aided Design related to the Engineering Design Process*. Technical Memorandum 8436-TM-5, Electronic System Laboratory, Department of Electrical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., October 1960.
- Earl Mark, Gross Mark, Goldschmidt Gabriela. 2008. A Perspective on Computer Aided Design after Four Decades. In Marc Muylle, ed. *Architecture 'in computo'*. Proceedings of eCAADe 26 Conference, eCAADe and Artesis University College of Antwerp, Antwerpen 2008, pp. 169-176.
- Gruenberger Fred, ed. 1967. *Computer Graphics: Utility, Production, Art*. Washington DC: Academic Press, London e Thompson Book, 1967.
- Johnson Timothy E. 1963. *Sketchpad III, Three Dimensional Graphical Communication with a Digital Computer*. Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Mechanical Engineering Department, Cambridge, Mass. June 1963.
- Johnson Timothy E. 1963a. Sketchpad III. A Computer Program for Drawing in Three Dimensions. In proceedings of *Spring Joint Computer Conference*. Vol. 23, 1963, pp. 347-353.
- Licklider Joseph C. R. 1960. Man-Computer Symbiosis. *IRE Transaction on Human Factors in Electronics*, vol. HFE-1, March 1960, pp. 4-11.
- Licklider Joseph C. R., Clark Welden E. 1963. On-Line Man-Machine Communication. In proceedings of *Spring Joint Computer Conference*. Vol. 21, 1963, pp. 113-128.
- Loomis H. H. Jr. 1960. *Graphical Manipulation Techniques Using the Lincoln TX-2 Computer*. Group Report 51G-0017, Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Lexington, Mass. November 1960.
- Mitchell J. William. 1977. *Computer-Aided Architectural Design*. New York: Petrocelli, 1977.
- Ross Douglas T., Rodriguez Jorge E. 1963. Theoretical Foundations for the Computer-Aided Design System. In proceedings of *Spring Joint Computer Conference*. Vol. 23, 1963, pp. 305-322.
- Rule John T., Coons Steven A. 1961. *Graphics*. New York: McGraw-Hill, 1961.
- Rule John T., Watts Earle F. 1951. *Engineering Graphics*, New York: McGraw-Hill, 1951.
- Sdegno Alberto. 2009. Breve storia della rappresentazione numerica. In Riccardo Migliari. *Geometria descrittiva. vol. I. Metodi e costruzioni*. Milano: CittàStudi, 2009, pp. 245-252.
- Sdegno Alberto. 2012. Sulle origini della teoria del disegno digitale. In memoria di Steven A. Coons (1912-1979). In Laura Carlevaris, Monica Filippa, a cura di. *Elogio della teoria. Identità delle discipline del disegno e del rilievo*. Atti del 34° Convegno Internazionale dell'UID – Unione Italiana del Disegno. Roma: Gangemi Editore, 2012, pp. 333-340.
- Stotz Robert H. 1963. Man-Machine Console Facilities for Computer-Aided Design. In proceedings of *Spring Joint Computer Conference*. Vol. 23, 1963, pp. 323-328.
- Sutherland Ivan E. 1960. Stability in Steering Control. *Electrical Engineering*, April 1960, pp. 298-301.
- Sutherland Ivan E. 1963. *Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System*. Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Mechanical Engineering Department, Cambridge, Mass. January 1963.
- Sutherland Ivan E. 1963a. Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System. In proceedings of *Spring Joint Computer Conference*. Vol. 23, 1963, pp. 329-346.
- Sutherland William R., Mugglin Malcolm G., Sutherland Ivan. 1958. An Electro-Mechanical Model of Simple Animals. *Computers and Automation*, vol. 7, n. 2, February 1958, pp. 6-8, 23-25, 32.

Michele Russo

La rinascita dell'architettura Cham: un percorso di ricostruzione virtuale di architetture scomparse *The revival of Cham architecture: a path for the virtual reconstruction of lost architectures*

Archaeological remains are a tangible sign of the passing presence of ancient cultures in a certain geographical area. Integrated survey leads to balanced knowledge about the evolution of an artefact and the possibility to propose virtual historical reconstructions. However, the need for 'reliable' geometric and interpretative digital models requires improved iterative methodologies based on the merger of different expertises. One such example is the interpretative reconstruction of a group of Cham temples in Vietnam, declared a UNESCO heritage site in 1999.

Key words: integrated survey, reality-based modelling, interpretative reconstruction, virtual archaeology.

Archaeological remains can be considered as the last physical vestiges of old architectures. These 'knowledge containers' are often neglected by man and subject to the ravages of time, two causes behind the slow but inevitable loss of their distinctive traits and historical identity. While survey is a thorough and integrated method of cognitive survey,¹ a key tool with which to interpret existing artefacts, direct and indirect survey methods can recreate their current state.² In the last ten years the introduction of digital survey tools and restitution in support of traditional methodologies has made it possible to create reality-based virtual models. The latter are all-embracing tools of concise data to assist in the comprehension and analysis of Cultural Heritage³; they provide a semantic redefinition that facilitates the classification and consultation of compositional elements,⁴ spatial analysis, the simulation of design projects, and real-time visualisation. Furthermore, the balanced merger between source analysis and the study of the territory and each individual artefact can lead to the virtual reconstruction of exciting 3D models of lost architectures⁵; these models can help interpret archaeological remains⁶ and propose new historical and interpretative assessments and virtual recontextualisations.⁷

In order to define reality-based models we need to know the scope or purpose for which they are created, leaving the final stages to survey and 3D modelling experts. On the contrary, establishing interpretation models requires a multidisciplinary approach in order to manage the complex data integration process.⁸ As regards archaeology, it might be useful to create a method based on an iterative process of

I resti archeologici rappresentano un segno tangibile del passaggio di antiche culture nel territorio. Il rilievo integrato consente di arrivare ad una equilibrata conoscenza dell'evoluzione del manufatto e alla proposizione di ricostruzioni virtuali storiche. Ma la definizione di modelli digitali "affidabili" dal punto di vista geometrico e interpretativo rende necessario l'affinamento di metodologie iterative, fondate sulla integrazione fra diverse conoscenze. Un esempio viene fornito dalla ricostruzione interpretativa di un gruppo di templi Cham in Vietnam, patrimonio dell'UNESCO dal 1999.

Parole chiave: rilievo integrato, modellazione reality-based, ricostruzione interpretativa, archeologia virtuale.

I resti archeologici possono essere considerati l'ultima traccia nel territorio di architetture passate. Questi "contenitori di conoscenza" sono spesso soggetti all'usura del tempo e all'incuria dell'uomo, concause della lenta ma inesorabile perdita dei loro tratti distintivi e della riconoscibilità storica. Il rilievo come metodologia di indagine conoscitiva estesa e integrata¹ rappresenta uno strumento indispensabile per leggere un manufatto esistente, restituendo la sua condizione attuale attraverso metodologie di rilievo diretto e indiretto². Nell'ultimo decennio l'introduzione di strumenti digitali per il rilievo e la restituzione a supporto delle metodologie tradizionali hanno permesso di generare modelli virtuali realistici (*reality-based*), che rappresentano uno strumento completo di sintesi informativa e di supporto nella comprensione e analisi dei Beni Culturali³, attraverso una ridefinizione semantica che facilita contestualmente l'archiviazione e la consultazione degli elementi compositivi⁴, l'analisi spaziale e la simulazione di interventi progettuali e la visualizzazione in tempo reale. In aggiunta, dalla equilibrata integrazione tra l'analisi delle fonti, lo studio del territorio e del singolo manufatto, si può giungere alla ricostruzione virtuale di suggestivi modelli 3D di architetture non più esistenti⁵, utili per fornire un apporto all'interpretazione diacronica dei resti archeologici⁶ e per proporre nuove valutazioni storico-interpretative e ricontestualizzazioni virtuali⁷. Il processo di definizione di modelli *reality-based* richiede di conoscere a priori la finalità per quale essi vengono prodotti, demandando la fase esecutiva agli esperti di rilievo e modellazione 3D. Al contrario la definizione di modelli interpretativi necessita di un approccio multidisciplinare, che consenta di gestire il complesso processo di integrazione informativa⁸. Nell'ambito archeologico può quindi risultare utile istituire una metodologia basata su un ite-

rativo processo di verifiche fra l'archeologo e l'esperto di rilievo e rappresentazione digitale, che consenta di verificare le scelte operate durante la ricostruzione virtuale, dalla forma volumetrica semplificata fino al modello più dettagliato. L'obiettivo è quello di raggiungere una soluzione coerente non solo con i dati rilevati, ma anche con le fonti iconografiche, bibliografiche e la conoscenza archeologica del sito. Tale metodologia è stata verificata su alcuni resti di templi presenti nel sito di Mỹ Sơn, una ampia area archeologica in Vietnam. L'attività di rilievo e modellazione 3D, finalizzata alla generazione di prodotti comunicativi inseriti in un contesto museale locale, rientra nel progetto denominato "Ewec Archaeosites – archaeological sites in the east-west economic corridor", sviluppato tra il Politecnico di Milano, la Fondazione Lerici e l'Istituto ICM di Hanoi, grazie al contributo della Regione Lombardia con il Fondo per la promozione di Accordi Istituzionali con i Paesi in via di Sviluppo⁹.

Inquadramento dell'area

Sconosciuta fino al XIX secolo, la cultura Cham ha giocato un ruolo significativo nella storia politica, economica e artistica del Sud-Est asiatico, essendo presente fin dal II secolo sul territorio e fortemente influenzata dal modello sociale e religioso indiano, buddista e hindu. Le continue lotte interne e gli attacchi delle popolazioni esterne decretarono la fine del regno Cham solo nel 1471. Da quel momento fino al 1832 la sua storia è marcata da guerre perse per difendere la propria identità, prima della sua scomparsa definitiva. Il più importante complesso religioso della cultura Cham è rappresentato dal sito di Mỹ Sơn, scelto nel VI secolo come centro religioso, costituito da circa 70 monumenti e oggetto di studio in particolare da parte dell'École française d'Extrême-Orient nella persona di Henri Parmentier¹⁰. Durante il conflitto ame-

1/ A sinistra immagine del complesso principale del sito archeologico (Gruppo B), a destra immagine sferica di inquadramento della porzione di sito oggetto del rilievo (Gruppo G).

Left: the main complex of the archaeological site (Group B); right: spherical image of the surveyed part of the site (Group G).

2/ Struttura di base del Gruppo G (disegno di Henri Parmentier con evidenziate le diverse strutture).
Basic layout of Group G (drawing of the various buildings by Henri Parmentier).



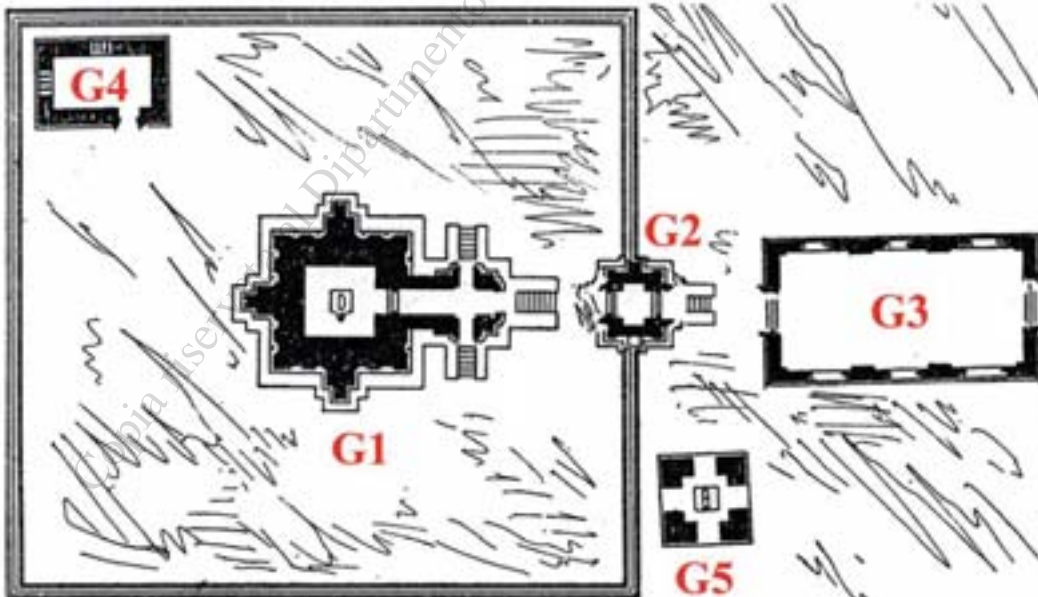
ricano tale sito divenne una base militare della resistenza e per questo venne considerato obiettivo militare e subì il bombardamento da parte di un B52 che causò gravi danni e la perdita completa di alcuni dei monumenti presenti¹¹. Nel 1997 venne firmato un accordo tra il Vietnam e l'Italia con il principale obiettivo di recuperare le ricerche tecniche e tecnologiche dell'architettura di Mỹ Sơn, in vista di una sua possibile entrata nel patrimonio mondiale dell'UNESCO.

Nel 2004 ha avuto inizio il progetto incentrato sulla analisi dei monumenti presenti in un'area del sito, denominata Gruppo G, particolarmente importante per aver conservato

un intero complesso archeologico¹², costituito da 5 edifici costruiti intorno al XII secolo, così strutturato:

- G1 = il Santuario (Kalan);
- G2 = la Porta, miniatura del tempio (Gopura);
- G3 = la Sala delle assemblee (Mandapa);
- G4 = l'Edificio a sud (Kosagrha);
- G5 = il Padiglione per la pietra della fondazione (Posa).

Nell'area è stata portata avanti una lunga campagna archeologica, durante la quale sono state rinvenute numerose decorazioni. Per tale ragione nel progetto di rilievo sono stati rilevati e restituiti digitalmente anche gli apparati scultorei più significativi.



verification between archaeologists and survey and digital representation experts so as to verify the decisions taken during virtual reconstruction – from the simplified volumetric form to the more detailed model. The objective is to reach a logical solution not only based on the surveyed data, but also on iconographic and bibliographic sources and an archaeological understanding of the site. This methodology has been tested on several temple remains in Mỹ Sơn, a sprawling archaeological site in Vietnam. The survey and 3D modelling used to generate communication products for a local museum was part of a project called 'Ewec Archaeosites – archaeological sites in the east-west economic corridor', developed by the Milan Polytechnic, the Lerici Foundation, and the ICM Institute in Hanoi. The project was sponsored by the Regione Lombardia through the Fund for the promotion of Institutional Agreements with Developing Countries.⁹

History of the area

Unknown until the nineteenth century, the Cham people played an important role in the political, economic, and artistic history of Southeast Asia; they had been present in this region since the second century and were strongly influenced by the social and religious Indian, Buddhist, and Hindu model. Continuous infighting and invasions by other populations led to the end of the Cham kingdom as early as 1471. From then onwards, and until 1832, the country continued to fight unsuccessful battles to maintain its identity, until it finally succumbed and disappeared altogether.

Mỹ Sơn was chosen in the sixth century as a religious centre and is the Cham's most important religious complex; it includes 70 monuments which have been studied mainly by the École française d'Extrême-Orient, headed by Henri Parmentier.¹⁰ During the Vietnam war it became a military base for the resistance; as a military objective it was bombed by B52 planes which caused widespread destruction and the complete loss of some of its monuments.¹¹ The primary goal of the agreement signed by Vietnam and Italy in 1997 was to revive and carry on the technical and technological studies on the architecture in Mỹ Sơn in order for it to be listed as a UNESCO world heritage site.

Tabella 1. Parametri di set-up dello Scanner 3D Focus (Faro).

Table 1. Set-up parameters of the 3D Scanner Focus (Faro).

3/ Schema planimetrico con il posizionamento delle stazioni del laser scanner 3D.

Planimetric diagram of the position of the 3D laser scanner stations.

The project, which began in 2004, studied several monuments known as Group G; this group is particularly important because it is a complete archaeological complex.¹² The five buildings constructed around the twelfth century include:

G1 = the Sanctuary (Kalan);

G2 = the Door, a miniature of the temple (Gopura);

G3 = the Assembly Hall (Mandapa);

G4 = the South Building (Kosagrha);

G5 = the Pavilion for the foundation stone (Posa).

Since numerous decorations were unearthed during the long archaeological campaign, a decision was taken to survey and digitally elaborate the most important sculptures discovered during the survey project.

Survey of the area

When preparing a survey one has to always 'weigh' factors such as data acquisition, choice of tools, logistics, and the surroundings. This is particularly important if the country in which the survey is to be conducted is far away and has anything but ideal weather conditions. The instruments chosen for the survey were: a digital camera with several lens, and a lightweight, portable laser scanner Focus3D (Faro) because it can travel as cabin baggage. The scanner was tested before departure to ensure it worked properly and the readings corresponded to the ones declared by the manufacturer; it was also tested on site to verify its acquisition parameters compared to ideal performance. These two tests allowed us to determine an ideal set-up which was then used during the entire survey campaign.

The plan for the Group G survey project included the simultaneous three-dimensional acquisition of the five buildings in the area and a photography campaign to collect the images required to create the textures of the 3D models and map of the surroundings. The geometric survey of the architectures was conducted keeping the 3D laser scanner at a constant distance from the four secondary structures; instead a multi-resolution approach was adopted for the main temple, integrating the framework 3D acquisitions with the 3D acquisitions of the architecture and sculptural details. We then

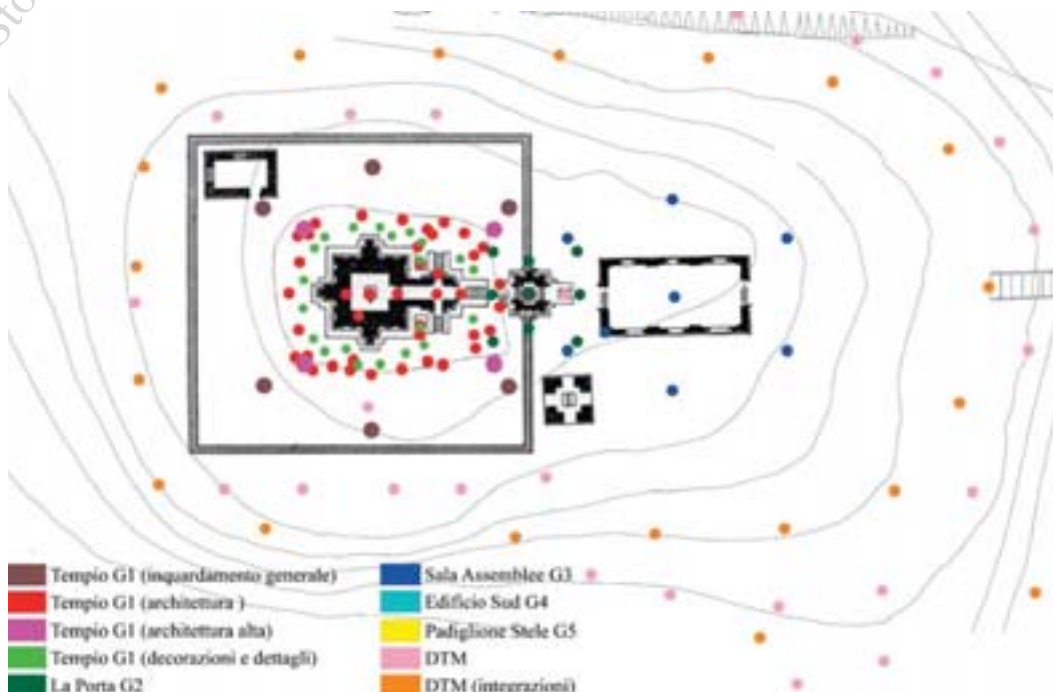
Scala di acquisizione	Distanza di presa	Risoluzione (cm)
inquadramento	8-16	0,7-6
architettónica	4-8	0,4-1,5
dettaglio	1	0,1

Rilievo dell'area

Nella progettazione di un rilievo è necessario prevedere sempre l'incidenza dei fattori legati all'acquisizione dei dati, dalla scelta strumentale alla logistica e alle condizioni presenti al contorno. Questo tipo di analisi diviene particolarmente importante qualora il rilievo avvenga in un Paese lontano e con condizioni climatiche non ideali. Dal punto di vista strumentale sono stati scelti una fotocamera digitale con diversi obiettivi e un laser scanner Focus3D (Faro), la cui portabilità in termini di dimensioni e leggerezza ne ha consentito il trasporto come bagaglio a mano. Dal punto di vista delle prestazioni dello scanner, queste sono state verificate sia prima della partenza, analizzando la qualità del dato reale rispetto a quella dichiarata dalla casa costruttrice, sia in loco, verificando la variazione dei parametri di acquisizione rispetto al comportamento ideale. Da questa analisi è stato possibile determinare un set-up ideale di

rilievo, che è stato in seguito applicato durante tutto il rilievo stesso.

Il progetto di rilievo del Gruppo G è stato quindi pianificato, programmando la simultanea acquisizione tridimensionale dei 5 fabbricati presenti nell'area e una campagna fotografica, finalizzata alla acquisizione di immagini per la creazione delle texture dei modelli 3D e delle mappe d'ambiente. Il rilievo geometrico delle architetture è avvenuto mantenendo il laser scanner 3D a distanza costante dalle quattro strutture secondarie, mentre si è seguito un approccio multi-risoluzione nel caso del tempio principale, integrando le scansioni di inquadramento con quelle architettoniche e di dettaglio delle porzioni scultoree. Quindi è stato rilevato l'intorno dell'area, per ricostruire il DTM e posizionare correttamente le diverse architetture rispetto al sistema templare. L'ultima fase del rilievo geometrico ha riguardato l'acquisizione di una serie di resti archeologici trovati nell'area, per con-



4/ Sequenza di rendering prospettici dei modelli reality-based ottenuti dal rilievo del tempio principale: a) nuvola di punti allineata; b) modello poligonale; c) estrazione di sezione orizzontale; d) modello sezionato; e) modello poligonale con materiali.

Sequence of perspective renderings of the reality-based models elaborated from the survey of the main temple: a) aligned points cloud; b) polygonal model; c) extraction of the horizontal section; d) sectioned model; e) polygonal model with materials.

sentirne in un secondo tempo il riposizionamento virtuale sui modelli tridimensionali ricostruiti.

La campagna fotografica ha riguardato l'acquisizione di differenti tipologie di immagini, da quelle panoramiche alle immagini di porzioni intere di edificio, fino alle singole porzioni di materiale per consentire la generazione di *texture seamless*. La quantità delle informazioni geometriche e colorimetriche acquisite ha reso necessaria una strutturazione di un database di salvataggio, che ha permesso la gestione del materiale anche a distanza di tempo. Per l'intero processo di rilievo e modellazione 3D sono stati applicati diversi software (Cyclone, Geomagic, Polyworks, Rapidform, Modo) in maniera da non vincolarsi ai vantaggi e svantaggi di una singola piattaforma, sfruttando invece le migliori soluzioni fornite da ogni singolo prodotto.

Restituzione dei modelli reality-based

La prima fase del processo ha visto una necessaria ma lunga pulizia dei punti acquisiti. Le scansioni sono state quindi allineate in unico sistema di riferimento attraverso il processo di ICP, fino alla definizione di nuvole di punti corrispondenti alle singole architetture. Le nuvole sono state decimate secondo un passo di campionamento di 1 cm, consentendo di preservare il dato geometrico uniforme e garantendo nel contempo una migliore gestione informativa. Nell'ottica di preservare il più possibile l'informazione geometrica, le nuvole di punti allineate sono state suddivise semanticamente in porzioni, in maniera da generare separatamente modelli poligonali ad alta risoluzione¹³. Una volta decimati, sono stati ricomposti in un unico modello, che è stato in seguito sottoposto a un articolato processo di *post-processing* della *mesh*, per poter arrivare a una superficie poligonale utilizzabile nella fase di proiezione della *texture*. Nei manufatti meglio conservati (Sala delle assemblee e Padiglione) il processo di texturizzazione è avvenuto attraverso la proiezione delle immagini ad hoc, mentre nei casi complessi (Porta ed Edificio Sud) si è deciso di ricorrere all'utilizzo di immagini *seamless*, data l'impossibilità di proiettare immagini ad hoc. Per il tempio principale si è scelto un percorso ibri-

do, dovendosi adattare ai diversi livelli di complessità geometrica del manufatto. Per quanto riguarda infine il rilievo e la modellazione degli apparati scultorei, la presenza

proceeded to survey the surroundings to recreate the DTM and accurately position the architectures compared to the temple system. The last stage of the geometric survey involved the

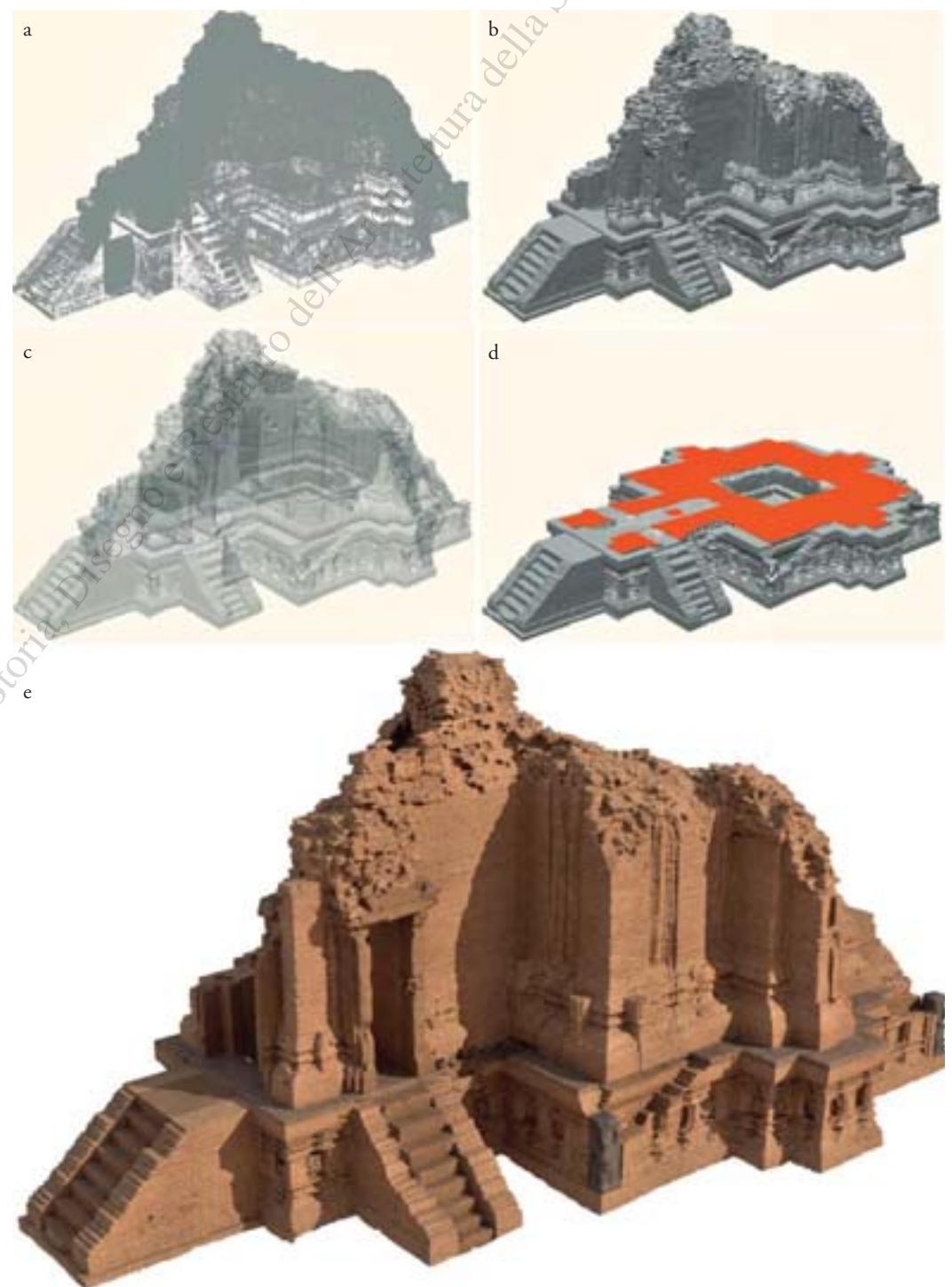


Tabella 2. Parametri di acquisizione geometrica degli edifici. Il numero di poligoni si riferisce alla versione ottimizzata dei modelli.

Table 2. Geometric acquisition parameters of the building. The number of polygons refers to the optimised version of the models. 5/ Sequenza di rendering che mostrano il processo di ricostruzione delle porzioni mancanti delle parti scultoree. Renderings of the reconstruction of the missing parts of the sculptures.

acquisition of several archaeological remains found in the area so that we could, at a later date, virtually reposition them on the recreated three-dimensional models. The photography campaign involved taking different kinds of images (panoramic shots, detailed images of building elements, individual material pieces) in order to be able to generate seamless textures. The enormous amount of geometric and colorimetric data forced us to create a database in which to store this material; this also helped us manage the material later on. We used several different software programmes for the survey and 3D modelling (Cyclone, Geomagic, Polyworks, Rapidform, Modo) so that we did not depend on the advantages and disadvantages of one platform and could use the best solutions provided by each product.

Restitution of the reality-based models

The first part of the process involved cleaning the acquired points. Using the ICP process the 3D acquisitions were aligned in a single reference system until the points cloud of each architecture was defined. The clouds were decimated according to a 1 cm sample distance; this ensured that the geometric data remained uniform and also led to better data management. In order to maintain as much geometric data as possible, the aligned points clouds were semantically divided into segments so as to generate separate high resolution polygonal models.¹³ Once decimated, they were recomposed in a single model to which a complex post-processing procedure of the mesh was then applied in order to create a polygonal surface which could be used during the texture projection stage. In the buildings which were in a better state of repair (Assembly Hall and Pavilion), the texturisation process involved projecting the ad hoc images, while in more complex cases (the Door and South Building) we decided to use seamless images since it was impossible to project ad hoc images. We chose to adopt a hybrid process for the main temple which had to be adjusted due to the complex geometric levels of the building. As regards the survey and modelling of the sculptures, the presence of several decorative details allowed us to test an 'alternative' way of using the 3D laser scanner developed for large

	N. Scansioni Inquadramento	N. Scansioni Architettoniche	N. Scansioni Dettaglio	N. Punti (x 10 ⁶)	N. Poligoni (x 10 ⁶)
G1 (Santuario)	7	43	22	126	3
G2 (Porta)	/	9	/	21	1
G3 (Sala Assemblee)	/	8	/	15	0,5
G4 (Edificio Sud)	/	13	/	31	1
G5 (Padiglione)	/	6	4	4	0,5
DTM	49	/	/	27	0,1
21 Reperti Scultorei	/	/	60	2	0,6
Totale	56	79	86	226	6,7

di alcuni dettagli decorativi ha permesso di sperimentare l'uso "alternativo" di un laser scanner 3D pensato per il rilievo di grandi volumi, verificandone la massima risoluzione e introducendo nel processo di elaborazione una serie di passaggi ad hoc di filtraggio dei dati rilevati. I modelli poligonali sono stati rimodellati utilizzando superfici Sub-D¹⁴, in maniera da ottenere modelli con grande livello di dettaglio ma facilmente gestibili e modificabili. In questa fase il riscontro delle fonti documentarie e la supervisione degli archeologi hanno consentito di ipotizzare il completamento di alcune porzioni decorative oramai perse.

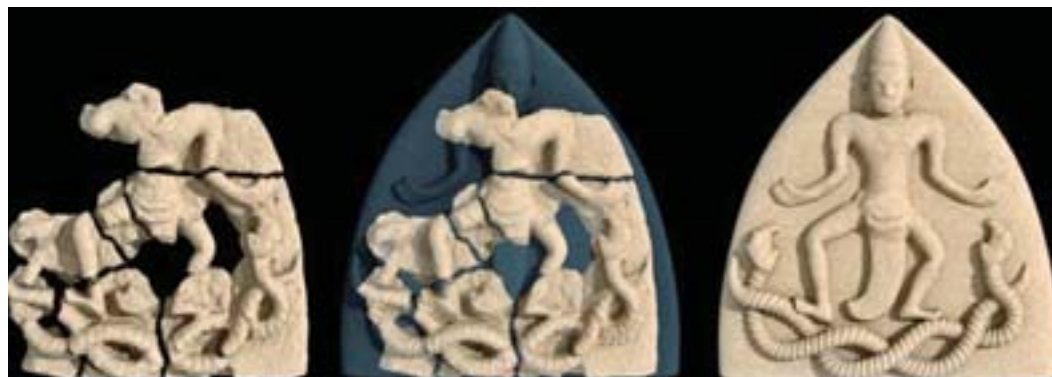
Modellazione interpretativa delle architetture scomparse

Il primo passo necessario è stato quello di raccogliere tutti i documenti storici, le fonti iconografiche e le fotografie storiche riferite sia all'area oggetto di studio sia ad altre aree che presentano architetture coeve, iniziando a identificare una serie di stilemi ricorrenti nel medesimo periodo storico. In parallelo è iniziato un processo di "interrogazione" dei modelli rico-

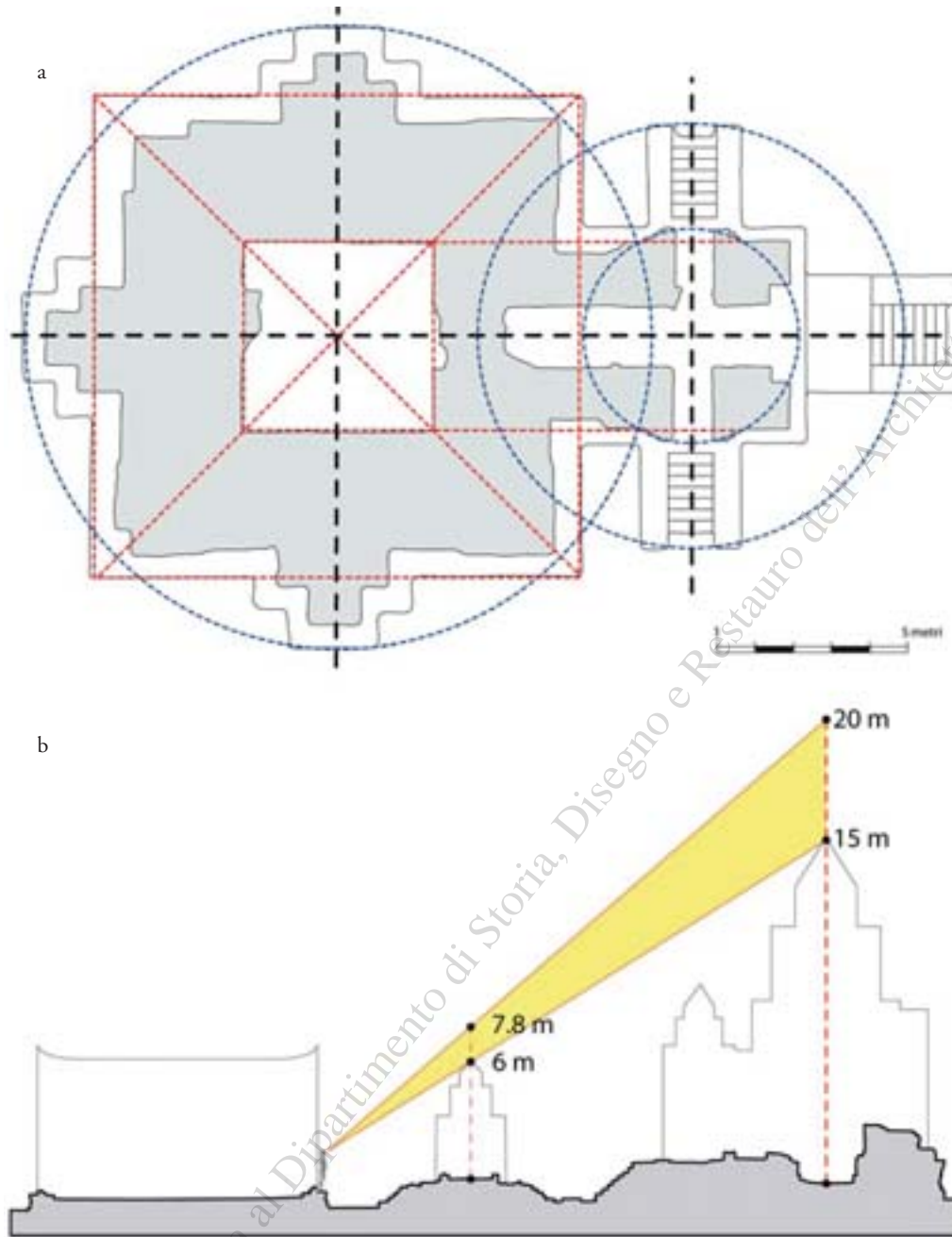
struiti sulla base dei dati rilevati. In particolare sono state condotte due forme di analisi, una sulle planimetrie e una sugli alzati.

L'analisi delle planimetrie ha riguardato in particolare il Kalan, la cui distribuzione in pianta con le tre scalinate rappresenta una particolarità rispetto alle altre strutture presenti nell'area. Dal punto di vista delle corrispondenze geometriche, è evidente la reiterazione del modulo quadrato, che si ritrova nel corpo centrale e nella porzione anteriore, che ricalca esattamente le proporzioni in sezione della cella. Inoltre, attraverso la sovrapposizione di geometrie circolari e degli assi di simmetria, è possibile identificare altre relazioni dimensionali e una sostanziale simmetria dell'intero corpo di fabbrica. Le irregolarità presenti sono sicuramente imputabili principalmente a errori nella posa in opera del manufatto e le trasformazioni morfologiche che il tempo ha introdotto nella architettura stessa.

Un secondo ragionamento ha riguardato l'analisi delle altezze degli edifici, che è partita dalla conoscenza del ruolo delle architetture nel passaggio del fedele dall'area deputata al-



6/ a) Analisi geometrica delle corrispondenze planimetriche del tempio principale; b) analisi condotta sulla sezione longitudinale dell'intero impianto templare, con valutazione delle possibili variazioni in altezza dal punto di vista del fedele.
a) Geometric analysis of the planimetric correspondences of the main temple; b) analysis of the longitudinal section of the entire temple complex to assess possible variations in height when viewed by the faithful.



la purificazione (Sala delle Assemblee) alla Porta dell'area sacra, fino al Tempio. Durante questo passaggio il pellegrino non doveva vedere il tempio all'interno dell'area sacra, che compariva solo dopo aver passato la porta. Questa valutazione ha portato a definire un range di altezze possibili del Kalan e della Porta.

Il primo modello volumetrico ricostruttivo nasce quindi da una integrazione tra le informa-

zioni provenienti dal rilievo, le valutazioni interpretative sui dati estratti dai modelli e le fonti iconografiche. In questa fase sono state ipotizzate diverse altezze, per verificarne la coerenza rispetto al sistema complessivo. Questo primo modello è stato vagliato dagli archeologi, che iniziando a ragionare in termini tridimensionali hanno potuto fornire alcune prime indicazioni sostanziali di modifica. Un secondo modello architettonico ha visto la formalizza-

buildings; we were able to verify its maximum resolution and introduce into the elaboration process a series of ad hoc steps to filter the surveyed data. The polygonal models were remodelled using Sub-D surfaces¹⁴ in order to obtain highly detailed models which were easy to manage and alter. Thanks to the documentary sources and supervision of the archaeologists, during this process we were able to produce theoretical images of several decorative segments that had been lost.

Interpretative modelling of the lost architectures

The first step was to collect all the historical documents, iconographic sources, and historical photographs of the study area and other areas with contemporary architectures, and then begin to identify several stylistic features frequently used during that particular historical period. At the same time, we started to 'query' the recreated models based on the survey data. In particular, two studies were conducted, one on the plans, and another on the elevations.

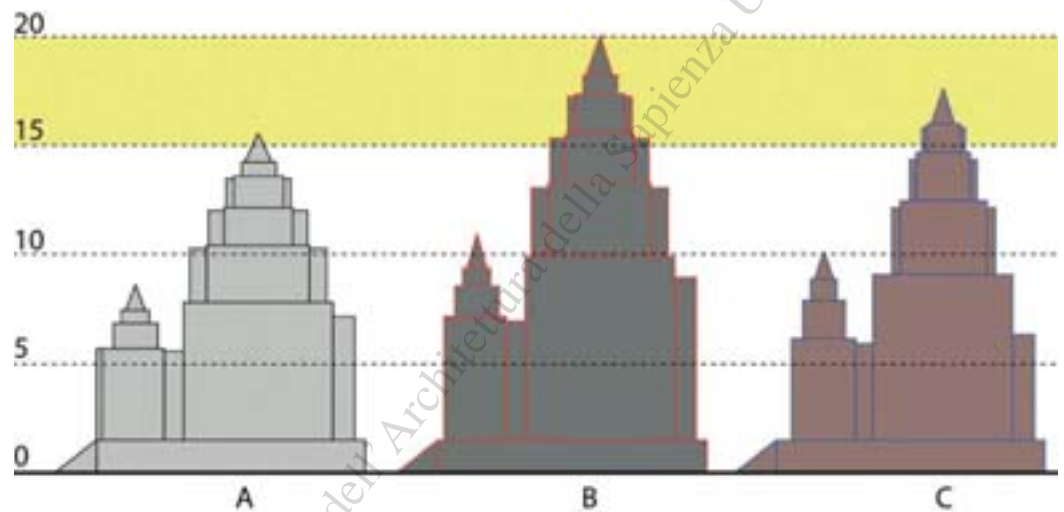
In particular we analysed the plans of the Kalan because its layout with three sets of steps was a unique detail compared to other buildings in this area. With regard to geometric similarities, the square module was obviously repeated; it is present in the main part and front part of the building, and replicates the exact proportions in section of the cella. Furthermore, by superimposing circular geometries and axes of symmetry, we were able to establish other dimensional ratios and substantial symmetry with the entire building. The irregularities are undoubtedly due chiefly to mistakes during the laying of the foundations and to the morphological transformations caused by time. We also analysed the heights of the buildings because we were aware of the role played by the architectures when the faithful passed from the area of purification (Assembly Hall) through the Door of the Sacred Area and on to the Temple. When a pilgrim walked along this path he was not meant to see the temple inside the sacred area until he passed through the door. This analysis allowed us to theorise several heights for the Kalan and Door. The first recreated volumetric model was based on the merger of all the survey data, the interpretative assessment of the data

7/ Immagine che sintetizza in serie una sequenza di modelli volumetrici differenti per dimensione e proporzione.
A sequential series of volumetric models with different sizes and proportions.

from the model, and iconographic sources. At this point we theorised several different heights in order to verify whether or not they were in line with the overall system. The initial model was examined by the archaeologists who began to think in 3D terms and were able to provide the first substantial changes. A second architectural model formalised the ratio between the different heights and also improved the structure on which we introduced the structural elements. Since we had almost no historical information on this issue, we compared it with other contemporary structures; we were able to identify several structural textures in line with the cultural and artistic level reached by the Cham people during that period. During the third stage the reality-based models of the sculptured details were incorporated into the recreated model to verify the correct size of the secondary elements of the model. At this point, working with the archaeologists we added only the decorative elements found *in situ*, without filling in the gaps in the model. The final stage obviously involved texturisation of the models; the archaeologists were less involved during this process because the material had been well documented.

Conclusions

In the past few years the increased use of digital tools in survey, modelling, and virtual representation, has resulted in better integration between the latter and traditional techniques; it has also optimised processes and consolidated the role of digital tools in the complex process to increase our understanding of cultural heritage. Moreover, increased interest in virtual models as useful tools to improve our understanding and enhancement of architectural and archaeological heritage is justified by its even greater potential in the field of virtual representation. In the past ten years the tests carried out in the field of survey and 3D modelling have made it possible to enhance and consolidate the ways in which we can create reality-based models. On the contrary, there is still ample room for research on these reconstruction models: several experiments on the interpretation of architectures which have never been built, or have been lost in part, have highlighted the need to use a multidisciplinary approach based on knowledge integration in order to produce a shared or common



zione dei rapporti tra le diverse altezze e un primo livello di affinamento della struttura, sulla quale sono stati introdotti gli elementi strutturali. La quasi totale assenza di indicazioni storiche in tal senso ha reso necessario un confronto con altre strutture coeve, grazie al quale è stato possibile identificare alcune tessiture strutturali coerenti con lo sviluppo culturale e artistico raggiunto dalla cultura Cham del periodo. Nella terza fase sono stati integrati i modelli *reality-based* degli apparati scultorei con il modello ricostruito, verificando il corretto dimensionamento delle componenti secondarie del modello. In accordo con gli archeologi, in questa fase ci si è limitati ad aggiungere unicamente gli apparati decorativi ritrovati *in situ*, lasciando spoglie quelle parti del modello sulle quali persistono lacune informative. L'ultima fase ha ovviamente riguardato la texturizzazione dei modelli. In questo passaggio il ruolo dell'archeologo è stato minore, poiché i materiali presenti sono ben documentati.

Conclusioni

L'applicazione sempre più intensiva di strumenti digitali a supporto del rilievo, della modellazione e della rappresentazione virtuale ha permesso negli ultimi anni di raffinare l'integrazione con le tecniche tradizionali, ottimizzandone i processi e consolidandone il ruolo nel complesso percorso che porta alla conoscenza di un Bene Culturale. Accanto a questo, l'incrementale interesse nei confronti dei modelli virtuali come strumenti utili a mi-

gliorare la comprensione e la valorizzazione dei beni architettonici e archeologici, è giustificato dalle potenzialità sempre maggiori nell'ambito della rappresentazione virtuale.

Nell'ultimo decennio le sperimentazioni condotte nell'ambito del rilievo e della modellazione 3D hanno permesso di affinare e consolidare le metodiche di costruzione dei modelli *reality-based*. I modelli ricostruttivi invece presentano ampi spazi di ricerca: diverse sperimentazioni condotte sulla interpretazione di architetture mai costruite o parzialmente scomparse hanno evidenziato la necessità di ricorrere ad approcci multi-disciplinari, incentrati sulla integrazione di conoscenze convergenti verso una condivisa soluzione interpretativa. Per questo l'articolo si propone di suggerire un metodo che consenta di migliorare il processo di raffinamento dei modelli ricostruttivi, semplificando nel contempo il dialogo tra gli esperti in differenti settori disciplinari; partendo dai resti archeologici presenti nell'area di Mỹ Sơn in Vietnam, descrive un processo di rilievo e modellazione 3D finalizzato alla generazione di modelli *reality-based* e ricostruttivi, suggerendo una metodologia iterativa a supporto della modellazione interpretativa e verifica qualitativa dei risultati prodotti. L'applicazione di tale metodica ha consentito di raggiungere un risultato attendibile e utilizzabile a livello museale per la comprensione della storia delle rovine archeologiche esistenti nel sito. Nelle prossime ricerche tale proces-

8/ Sequenza di immagini relative ai quattro passaggi di raffinamento del modello interpretativo: a) modello volumetrico; b) modello architettonico; c) modello di dettaglio; d) modello con materiali.

Images of the four steps to improve the interpretative model: a) volumetric model; b) architectural model; c) detailed model; d) model with materials.



so di verifica potrebbe essere ottimizzato, rendendolo adattabile al livello di complessità dell'architettura e agli strumenti di rilievo utilizzati.

1. Gaiani, Addison 2000; Gaiani Marco. *Interazione tra reale ed ideale: reverse modeling come strategia progettuale*. *Disegno e Design Digitale*, vol. 2, 2003, pp. 58-108; Docci Mario. *Presentazioni della ricerca*. In *Metodologie innovative integrate per il rilevamento dell'architettura e dell'ambiente*. COFIN Research 2002. Edited by Tiziana Fiorucci. Rome: Gangemi Editore, 2005, pp. 17-19; Docci 2007; Giandebiaggi 2011; Bianchini, Borgogni, Ippolito 2012.

interpretative solution. The method illustrated in this article can help improve these reconstruction models and simplify dialogue and exchange between experts in different disciplinary fields. Using the archaeological remains in the Mỹ Sơn area in Vietnam, we have described a survey and 3D modelling process to generate reality-based reconstruction models; we have also proposed an iterative methodology in support of interpretative modelling and qualitative verification of results. Using this method we were able to produce reliable results which can be used by museums to illustrate the history of the archaeological remains in this area. During future studies this verification process can be optimised and adapted to the complexities of the architecture and selected survey tools.

1. Gaiani, Addison 2000; Gaiani Marco. *Interazione tra reale ed ideale: reverse modeling come strategia progettuale*. *Disegno e Design Digitale*, vol. 2, 2003, pp. 58-108; Docci Mario. *Presentazioni della ricerca*. In *Metodologie innovative integrate per il rilevamento dell'architettura e dell'ambiente*. COFIN Research 2002. Edited by Tiziana Fiorucci. Rome: Gangemi Editore, 2005, pp. 17-19; Docci 2007; Giandebiaggi 2011; Bianchini, Borgogni, Ippolito 2012.

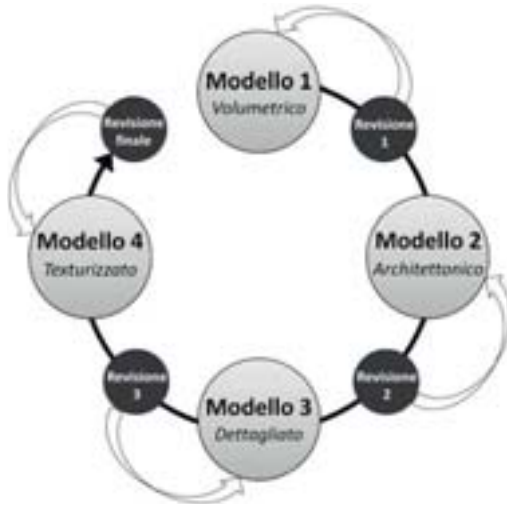
2. Docci, Maestri 2009; Bertocci, Bini 2012.

3. Addison Alonzo C. *Emerging trends in Virtual Heritage*. *IEEE MultiMedia*, 7 (2), 2000, pp. 22-25; Levoy, Pulli, Curless, Rusinkiewicz, Koller 2000; Bernardini, Rushmeier 2002; Beraldin, Picard, El-Hakim, Godin, Valzano, Bandiera et al., 2002; Böhler Wolfgang, Marbs Andreas. *3D Scanning and Photogrammetry for Heritage Recording: A Comparison*. In *Proceedings of the 12th International Conference on Geoinformatics*. Gävle, Sweden, 2004, pp. 291-298; El-Hakim, Beraldin, Picard, Cournoyer 2008; Remondino Fabio, El-Hakim Sabry, Girardi Stefano, Rizzi Alessandro, Benedetti Stefano, Gonzo Lorenzo. *3D Virtual reconstruction and visualization of complex architectures – the “3D-ARCH” project*. In *Proceedings of the ISPRS Working Group V/4 Workshop 3D-ARCH*, 2009; Guidi, Remondino, Russo, Menna, Rizzi, Ercoli 2009; Guidi, Russo, Beraldin 2011; Russo, Remondino, Guidi 2011.

4. Blaise Jean-Yves, Dudek Iwona. *Dynamic representation for information visualization and retrieval: a case study on Krakow's architectural heritage*. In *Proceedings of 26th International Conference on Information Technology Interfaces*. Cavtat, Canada, 2004, pp. 335-340; Gaiani, Benedetti, Apollonio 2011. De Luca, Busayarat, Stefani,

9/ Metodologia iterativa di verifica per la definizione dei modelli ricostruttivi.

Iterative methodology to verify the definition of the reconstruction model.



Véron, Florenzano 2011; Apollonio Fabrizio Ivan, Gaiani Marco, Benedetti Benedetto. 3D reality-based artefact models for the management of archaeological sites using 3D Gis: a framework based on the case study of the Pompeii Archaeological area. *Journal of Archaeological Science*, vol. 39, 2012, pp. 1271-1287.

5. El-Hakim, Lapointe, Whiting 2008; De Luca, Busarayat, Stefani, Renauldin, Florenzano, Véron 2010; Russo, Guidi 2011.

6. El-Hakim Sabry, Lapointe Jean-François, Whiting Emily. *Digital Reconstruction and 4D Presentation through Time*. In *Proceedings of the International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH)*. Los Angeles, California, 2008; De Luca, Busarayat, Stefani, Renauldin, Florenzano, Véron 2011.

7. Gaiani, Micoli, Russo 2005; Dylla, Frischer, Müller, Ulmer, Haegler 2009; Sdegno Alberto. *La comunicazione dei progetti non realizzati. Il Masieri Memorial di Wright a Venezia*. In IX International Forum Le Vie dei Mercanti – S.A.V.E. Heritage. Capri-Napoli, 10-11 June 2011; Verdiani Giorgio, Pirazzoli Giacomo, Cerri Giada. *The reconstruction of the 'Fontana di Sala Grande' and some hypotheses about its original layout*. In *Proceedings of the International Conference on Virtual System and Multimedia (VSMM2012)*. Milan, 2012, pp. 383-390; Unver, Taylor 2012.

8. Frischer, Niccolucci, Ryan, Barceló 2002; AA.VV. Ut Natura Ars. Incontro sulla Virtual Reality applicata all'archeologia. Edited by Daniela Scagliarini Corlàita, Antonella Coralini. Bologna, 2002; AA.V.V. Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology. Bernard Frischer, Anastasia Dakouri-Hild eds. Oxford: Archaeopress, 2008; Rua Helena, Alvaro Pedro. *Living the past: 3D models, virtual reality and game engines as tools for supporting archaeology and the reconstruction of cultural heritage – the case-study of the Roman villa of Casal de Freiria*. *Journal of Archaeological*

10/ Rendering finali del complesso archeologico: a) vista prospettica del modello reality-based; b) vista prospettica a volo d'uccello del modello ricostruttivo.

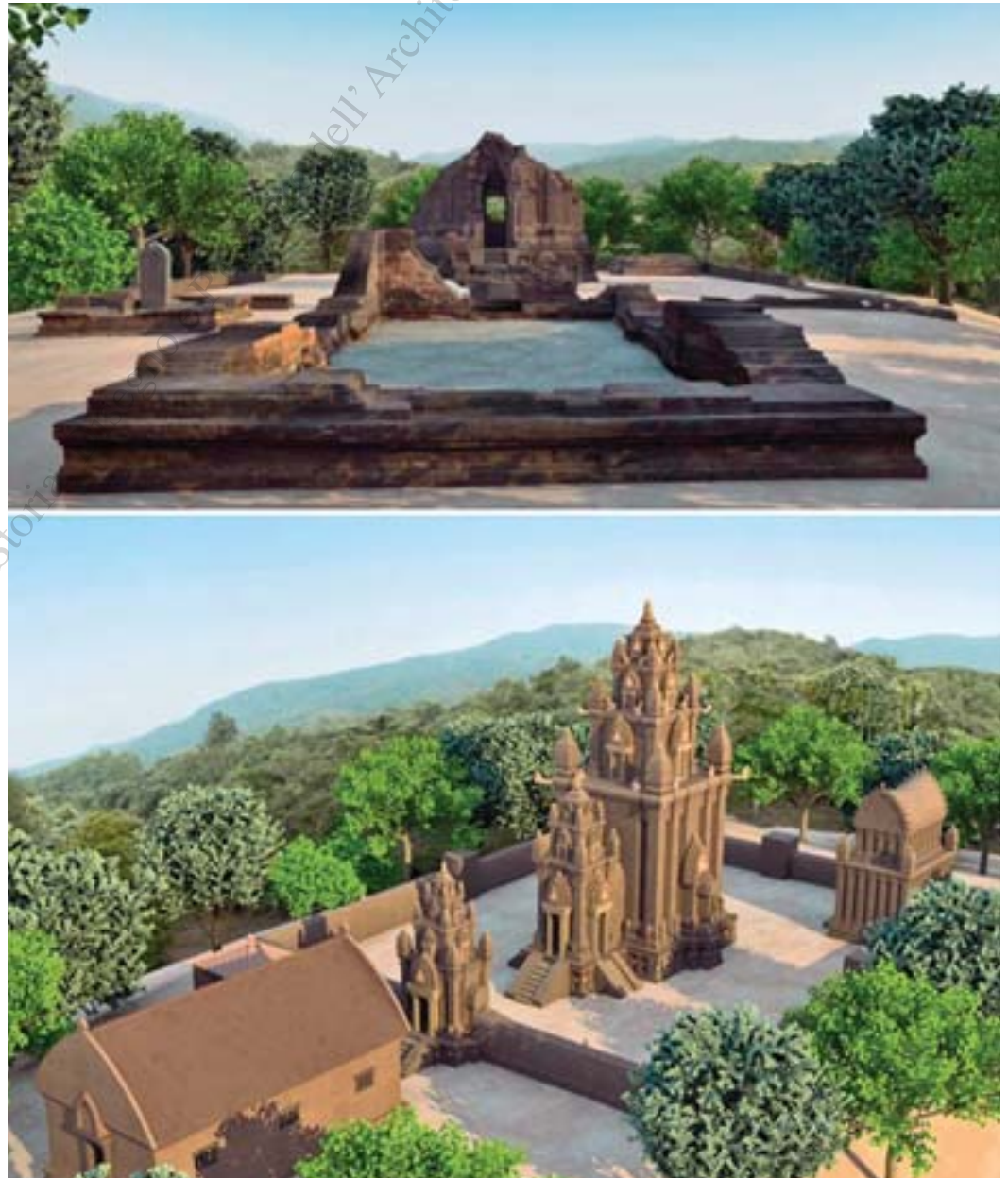
Final rendering of the archaeological complex: a) perspective view of the reality-based model; b) perspective bird's-eye view of the reconstruction model.

tettura e dell'ambiente. Ricerca COFIN 2002. A cura di Tiziana Fiorucci. Roma: Gangemi Editore, 2005, pp. 17-19; Docci 2007; Giandebiaggi 2011; Bianchini, Borgogni, Ippolito 2012.

2. Docci, Maestri 2009; Bertocci, Bini 2012.

3. Addison Alonzo C. Emerging trends in Virtual Heritage. *IEEE MultiMedia*, 7 (2), 2000, pp. 22-25; Levoy, Pulli, Curless, Rusinkiewicz, Koller 2000; Bernardini, Rushmeier 2002; Beraldin, Picard, El-Hakim, Godin,

Valzano, Bandiera et al., 2002; Böhler Wolfgang, Marbs Andreas. 3D Scanning and Photogrammetry for Heritage Recording: A Comparison. In *Proceedings of the 12th International Conference on Geoinformatics*. Gävle, Sweden, 2004, pp. 291-298; El-Hakim, Beraldin, Picard, Cournoyer 2008; Remondino Fabio, El-Hakim Sabry, Girardi Stefano, Rizzi Alessandro, Benedetti Stefano, Gonzo Lorenzo. 3D Virtual reconstruction and visualization of complex architectures – the "3D-ARCH" project. In *Proceedings of the ISPRS Working Group VI/4 Workshop 3D-ARCH*, 2009; Guidi, Remondino, Russo,



Menna, Rizzi, Ercoli 2009; Guidi, Russo, Beraldin 2011; Russo, Remondino, Guidi 2011.

4. Blaise Jean-Yves, Dudek Iwona. Dynamic representation for information visualization and retrieval: a case study on Krakow's architectural heritage. In *Proceedings of 26th International Conference on Information Technology Interfaces*. Cavtat, Canada, 2004, pp. 335-340; Gaiani, Benedetti, Apollonio 2011. De Luca, Busayarat, Stefani, Véron, Florenzano 2011; Apollonio Fabrizio Ivan, Gaiani Marco, Benedetti Benedetto. 3D reality-based artefact models for the management of archaeological sites using 3D Gis: a framework starting from the case study of the Pompeii Archaeological area. *Journal of Archeological Science*, vol. 39, 2012, pp. 1271-1287.

5. El-Hakim, Lapointe, Whiting 2008; De Luca, Busayarat, Stefani, Renaudin, Florenzano, Véron 2010; Russo, Guidi 2011.

6. El-Hakim Sabry, Lapointe Jean-François, Whiting Emily. Digital Reconstruction and 4D Presentation through Time. In *Proceedings of the International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH)*. Los Angeles, California, 2008; De Luca, Busayarat, Stefani, Renaudin, Florenzano, Véron 2011.

7. Gaiani, Micoli, Russo 2005; Dylla, Frischer, Müller, Ulmer, Haegler 2009; Sdegno Alberto. La comunicazione dei progetti non realizzati. Il Masieri Memorial di Wright a Venezia. In *IX International Forum Le Vie dei Mercanti – S.A.V.E. Heritage*. Capri-Napoli, 10-11 giugno 2011; Verdiani Giorgio, Pirazzoli Giacomo, Cerri Giada. The reconstruction of the "Fontana di Sala Grande" and some hypothesis about its original layout. In *Proceedings of the International Conference on Virtual System and Multimedia (VSM2012)*. Milano, 2012, pp. 383-390; Unver, Taylor 2012.

8. Frischer, Niccolucci, Ryan, Barceló 2002; AA.VV. *Ut Natura Ars. Incontro sulla Virtual Reality applicata all'archeologia*. A cura di Daniela Scagliarini Corlàita, Antonella Coralini. Bologna, 2002; A.A.V.V. *Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology*. Bernard Frischer, Anastasia Dakouri-Hild eds. Oxford: Archaeopress, 2008; Rua Helena, Alvaro Pedro. Living the past: 3D models, virtual reality and game engines as tools for supporting archaeology and the reconstruction of cultural heritage – the case-study of the Roman villa of Casal de Freiria.

Journal of Archaeological Science, vol. 38, n. 12, 2011, pp. 3296-3308.

9. Al progetto di ricerca hanno partecipato principalmente il referente scientifico del progetto, il prof. Gabriele Guidi, con un contributo esteso nella fase di definizione e sviluppo dell'intero progetto, l'arch. Davide Angheluddu, che ha collaborato attivamente nella fase di realizzazione dei modelli tridimensionali, e l'archeologa Patrizia Zolese, interlocutore primario nella ricerca storica e nella verifica metodologica. Si ricordano inoltre l'arch. Dang Khanh Ngoc, l'arch. Mara Landoni, il dott. Michele Romano e l'ing. Mauro Cucarzi (Presidente della Fondazione Lerici) per l'assistenza sul campo e le indicazioni che hanno aiutato in fase di interpretazione dell'esistente. Infine ha avuto un ruolo significativo il Centro per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali (CVBC) nella persona del prof. Boriani e della dott.ssa Fulvia Premoli per la gestione e promozione del progetto.

10. De Lajonquière E. Lunet. *Inventaire archéologique de l'Indochine*. Vol. 3. Paris, 1902-1912; Parmentier, Finot 1904; Stern 1942.

11. Coedes 1988; Ky Phuong T., Rejniewicz L., Drygall R., Kwiatkowski K. *Récherches sur les Monuments du Champa, Interim Report de la Mission polono-vietnamienne*. Vol. 1. Varsovie: Eds. PKZ, 1990.

12. Hardy, Cucarzi, Zolese 2009.

13. Apparentemente la grande differenza esistente tra il numero di punti acquisiti dal laser scanner 3D e il numero di poligoni ottenuti alla fine del processo (vedi Tabella 2) può far pensare a una evidente perdita di informazioni geometriche e a una inutilità di fondo nella acquisizione di tutti questi dati tridimensionali. In realtà questa differenza è dettata principalmente da due aspetti. Il primo riguarda la necessità di arrivare a definire sempre il massimo numero di poligoni controllabili dall'elaboratore, per poter sfruttare appieno gli algoritmi di decimazione dei poligoni, ancora oggi l'unico strumento di ottimizzazione informativa in grado di preservare il dato geometrico. Dall'altro bisogna tenere in considerazione il fatto che il livello di dettaglio raggiunto in un modello tridimensionale è definito in relazione alla finalità del modello stesso e alle capacità computazionale del sistema che lo deve gestire e modificare.

14. Doo, Sabin 1978; Stam 1998; Kobbelt 2000; Fantini 2012.

Science, vol. 38, n. 12, 2011, pp. 3296-3308.

9. The principal participants in the research project were: the scientific director of the project, Prof. Gabriele Guidi, who made an important contribution during the preparatory and development stage of the entire project, Arch. Davide Angheluddu, who collaborated in the development of the three-dimensional models, and the archaeologist Patrizia Zolese, who played a key role in the historical research stage and verification methodology. Participants also included: Arch. Dang Khanh Ngoc, Arch. Mara Landoni, Michele Romano and Engineer Mauro Cucarzi (President of the Lerici Foundation) who assisted in the field and in interpreting existing monuments. Finally, the Centre for the Conservation and Enhancement of Cultural Heritage (CVBC) was also a key player, in particular Prof. Boriani and Ms. Fulvia Premoli, who focused on project management and promotion.

10. De Lajonquière E. Lunet. *Inventaire archéologique de l'Indochine*. Vol. 3. Paris, 1902-1912; Parmentier, Finot 1904; Stern 1942.

11. Coedes 1988; Ky Phuong T., Rejniewicz L., Drygall R., Kwiatkowski K. *Récherches sur les Monuments du Champa, Interim Report de la Mission polono-vietnamienne*. Vol. 1. Varsovie: Eds. PKZ, 1990.

12. Hardy, Cucarzi, Zolese 2009.

13. Apparently, the enormous difference between the number of points acquired by the 3D laser scanner and the number of polygons obtained at the end of the process (see Table 2) can lead to the idea that geometric information had been lost and that the acquisition of all this three-dimensional data was useless. In actual fact, there are two important things which create this difference. The first is that we need to always define the maximum number of polygons that can be controlled by the operator in order to fully exploit the decimation algorithms of the polygons; this is still the only way we have to achieve computerised optimisation capable of maintaining the geometric data. The second is that we need to remember that the level of detail achieved in a three-dimensional model is established based on the objective of the model itself and the computational capacity of the system that has to manage and modify it.

14. Doo, Sabin 1978; Stam 1998; Kobbelt 2000; Fantini 2012.

References

- Barcelo Juan Anton, Forte Maurizio, Sanders Donald H., eds. 2000. *Virtual Reality in Archaeology*. BAR International Series 843. Oxford: Archaeopress, 2000. ISBN: 978-18-4171-047-1.
- Beacham Richard, Denard Hugh. 2003. The Pompey Project: Digital Research and Virtual Reconstruction of Rome's First Theatre. *Computers and the Humanities Journal*, Issue 37, 2003, pp. 129-139.
- Beraldin Jean-Angelo, Picard Michel, El-Hakim Sabry F., Godin Guy, Valzano Virginia, Bandiera Adriana et al. 2002. Virtualizing a Byzantine Crypt by Combining High-resolution Textures with Laser Scanner 3D Data. In *Proceedings of the International Conference on Virtual System and Multimedia (VSMM2002)*. Gyeongju, Korea, 2002, pp. 3-14.
- Bernardini Fausto, Rushmeier Holly. 2002. The 3D Model Acquisition Pipeline. *Computer Graphics Forum*, vol. 21, n. 2, Jun. 2002, pp. 149-172.
- Bertocci Stefano, Bini Marco. 2012. *Manuale di rilievo architettonico e urbano*. Novara: CittàStudi, 2012. ISBN: 978-88-2517-362-8.
- Bianchini Carlo, Borgogni Francesco, Ippolito Alfonso. 2012. From surveying to representation: theoretical background, practical issues, possible guidelines. In *Proceedings of International Conference on Virtual System and Multimedia (VSMM2012)*. Milano 2012, pp. 507-513.
- Coedes George. 1988. The Indianized States of Southeast Asia. In *Proceedings on the 1968 Status of the Latest Research on the Absorption Of Champa by Viet Nam*. Po Darma, 1988.
- De Luca Livio, Busayarat Chawee, Stefani Chiara, Véron Philippe, Florenzano Michel. 2011. A semantic-based platform for the digital analysis of architectural heritage. *Computers & Graphics Journal*, Issue 35, 2011, pp. 227-241.
- Docci Mario. 2007. Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di modelli virtuali dell'architettura e della città. In *Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di modelli virtuali dell'architettura e della città*. Ricerca COFIN 2004. A cura di Emanuela Chiavoni, Priscilla Paolini. Roma: Gangemi Editore, 2007, pp. 10-17.
- Docci Mario, Maestri Diego. 2009. *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Roma-Bari: Edizioni Laterza, 2009. ISBN: 978-88-4209-068-7.
- Dylla Kimberly, Frischer Bernard, Müller Pascal, Ulmer Andreas, Haegler Simon. 2009. Rome Reborn 2.0: A Case Study of Virtual City Reconstruction Using Procedural Modeling Techniques. In *Annual Conference of the College Art Association*, vol. 16, 2009, pp. 62-66.
- El-Hakim Sabry, Beraldin Jean-Angelo, Picard Michel, Cournoyer Luc. 2008. Surface Reconstruction of Large Complex Structures from Mixed Range Data - The Erechtheion Experience. In *Proceedings of XXI Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*, vol. 37, Beijing, China, 2008, pp. 1077-1082.
- Frischer Bernie, Niccolucci Franco, Ryan Nick, Barceló Juan Anton. 2002. From CVR to CVRO: the Past, Present and Future of Cultural Virtual Reality. In *Proceedings of the VAST EuroConference*. Arezzo, 2002, pp. 1-12.
- Gaiani Marco, Addison Alonzo C. 2000. Virtualized Architectural Heritage - New Tools and Techniques for Capturing Built History. *IEEE Multimedia Journal*, vol. 7, 2000, pp. 26-31.
- Gaiani Marco, Benedetti Benedetto, Apollonio Fabrizio Ivan. 2011. Teorie per rappresentare e comunicare i siti archeologici attraverso modelli critici. In *SCIENTIFIC RESEARCH and Information Technology (SCIRES-IT)*. Vol. 1, Issue 2, 2011, pp. 33-70.
- Gaiani Marco, Micoli Laura Loredana, Russo Michele. 2005. The monuments restoration yard: a virtualization method and the case of study of Sala delle Cariatidi in Palazzo Reale. In *Proceedings of ISPRS Meeting*. Venezia, 22-24 agosto 2005. Volume XXXVI parte 5/W17, 2005, pp. 12.
- Giandebiaggi Paolo. 2011. Il rilievo architettonico per la salvaguardia dei beni culturali: peculiarità e casi-studio In *Le Vie dei Mercanti*. IX International Forum – S.A.V.E. Heritage. Aversa, Capri, 2011, pp. 1-8
- Guidi Gabriele, Remondino Fabio, Russo Michele, Menna Fabio, Rizzi Alessandro, Ercoli Sebastiano. 2009. A multi-resolution methodology for the 3D modeling of large and complex archeological areas. *International Journal of Architectural Computing (IJAC)*, Special Issue, 2009, pp. 39-55.
- Guidi Gabriele, Russo Michele, Beraldin Jean-Angelo. 2010. *Acquisizione e modellazione poligonale*. Milano: McGraw Hill, 2010. ISBN: 978-88-3866-531-8.
- Hardy Andrew, Cucarzi Maurizio, Zolese Patrizia. 2009. *Champa and the Archaeology of My Son (Vietnam)*. Singapore: NUS Press, 2009.
- Kobbelt Leif. 2000. 3-subdivision. In *Proceedings of the 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques - SIGGRAPH '00*. New Orleans, LA, USA – July 23 - 28, 2000. New York: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 2000, pp. 103-112.
- Levoy Marc, Pulli Kari, Curless Brian, Rusinkiewicz Szymon, Koller David, Pereira Lucas et al. 2000. The Digital Michelangelo Project: 3D scanning of large statues. In *Proceedings of ACM SIGGRAPH*. New Orleans, USA, 2000, pp. 131-144.
- Parmentier Henri, Finot Louis. 1904. *Le cirque de Mi-son (Quang-nam): les monuments par Henri Parmentier, les inscriptions par Louis Finot, resumè from Bulletin de l'Ecole française d'Extrême-Orient*. Hanoi: F.-H. Schneider, 1904.
- Remondino Fabio. 2011. Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning. *Remote Sensing*, 3 (6), 2011, pp. 1104-1138.
- Russo Michele, Remondino Fabio, Guidi Gabriele. 2011. Principali tecniche e strumenti per il rilievo tridimensionale in ambito archeologico. *Archeologia e Calcolatori*, 22, 2011, pp. 169-198.
- Russo Michele, Guidi Gabriele. 2011. Reality-based and reconstructive models: digital media for cultural heritage valorization. In *SCIENTIFIC RESEARCH and Information Technology (SCIRES-IT)*, Vol. 2 (4), CASPUR-CIBER Publishing, 2011, pp. 71-86.
- Stam Jos. 1998. Exact evaluation of Catmull-Clark subdivision surfaces at arbitrary parameter values. In *Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques - SIGGRAPH '98*. Orlando, USA, 1998. NY: ACM New York, 1998, pp. 395-404.
- Stern Philippe. 1942. *L'art du Champa (ancien Annam) et son evolution*. Toulouse: Les Freres Douladoure Publisher, Adrien-Maisonneuve, 1942.
- Unver Ertu, Taylor Andrew. 2012. Virtual Stonenge reconstruction. In *EuroMed2012*. Cipro, 2012.

Mostre

Cesare Cattaneo 1912-1943. Pensiero e segno nell'architettura

Roma, Accademia Nazionale
di San Luca
5 ottobre 2012 – 8 febbraio 2013

Francesco Moschini

La riflessione intellettuale e la poetica progettuale alla base dell'opera di Cesare Cattaneo muovono dall'assunto per il quale l'architettura non si pone come mera parte di un'appagante e risolta totalità, ma come *volto* in grado di sintetizzare una molteplicità di saperi nell'unità di un disegno che non è mai inteso come soluzione definitiva, in quanto suscettibile di continui ripensamenti. La sua inesauribile volontà di indagare, che Giolli definisce, all'indomani della scomparsa di Cattaneo, *tensione dell'intendere*, trova nel disegno il proprio mezzo privilegiato, ove la convergenza di piani diversi e multiformi conduce a quella che l'architetto comasco definisce, mirabilmente, *poli-dimensionalità*. Se il tentativo di individuare punti di tangenza tra diverse discipline pone Cattaneo in pieno accordo con altri architetti della sua generazione, la consapevolezza che l'armonia non sia un dato soggetto a reificazione, ma rappresenti un ideale verso il quale tendere incessantemente, rende la sua figura di notevole importanza e la sua ricerca di grande attualità. Non è, pertanto, retorico il riconoscimento della rilevanza della mostra *Cesare Cattaneo 1912-1943. Pensiero e segno nell'architettura*, che di Cattaneo ha inteso illustrare il pensiero sull'architettura e la continua sperimentazione plastica ricorrendo all'esposizione dei suoi disegni, quali tracce significative e determinanti per il dispiegarsi della sua riflessione. L'a-

ver prediletto il piano della rappresentazione in luogo di quello, carico di una immediatezza solo apparente, della realizzazione, per evidenziarne il sistema metodologico e le scelte formali, non è certo dovuto all'inadeguatezza dei risultati materiali che, seppur di numero limitato, risultano indubbiamente esemplari. Piuttosto è diretta conseguenza di quel sostrato culturale condiviso che congiunge i principi operativi di Cattaneo ai fondamenti che sostanziano lo statuto dell'Accademia Nazionale di San Luca, secondo cui il disegno rappresenta il termine comune del quale le tre arti, pittura scultura e architettura, partecipano con pari dignità. Cattaneo dell'interdipendenza delle arti plastiche è convinto assertore. Lo è per formazione, se si considera la frequentazione di un gruppo eterogeneo di artisti, architetti, intellettuali con i quali disquisire sulle istanze della nuova architettura. Lo è nella pratica professionale, se si tiene conto della sua collaborazione non soltanto con Giuseppe Terragni e Pietro Lingeri, ma anche col pittore Mario Radice. Ognuna delle sue opere, sin dalle esercitazioni giovanili, rappresenta, al di là della compiutezza specifica, un diverso momento di un itinerario in divenire, un aspetto distinto di un'infinita ricerca che Cattaneo tenta di definire e precisare attraverso un costante ricorso al disegno. La *geometrica perfezione* cui costantemente tende non persegue alcuna virtualità o pretesa scenografica, mirando invece a riflettere, anche in un'opera di decorazione pura come la fontana di Camerlata, i valori della collettività, nonché ad accogliere le implicazioni dell'opera di architettura in relazione alla sua durata, al suo essere nel tempo. A tal fine, Cattaneo si avvale di un vero e proprio procedimento diairetico, che risolve ogni tema nei propri aspetti costitutivi, per poi assorbirli e ricomporli in sempre nuove e diverse articolazioni volumetriche di figure elementari, in una successione che al disegno tecnico affianca e oppone lo schizzo.

Exhibitions

Cesare Cattaneo 1912-1943. Pensiero e segno nell'architettura

Roma, Accademia Nazionale
di San Luca
5 October 2012 – 8 February 2013

Francesco Moschini

The intellectual reasoning and design poetics behind the works by Cesare Cattaneo are based on the assumption that architecture is not just a part of a rewarding and complete totality, it is also a 'façade' merging the many aspects of knowledge into a single image which is, however, never considered as being final but subject to be repeatedly altered. After Cattaneo's death, Giolli called the architect's endless desire to explore as 'the tension of understanding', and drawing the privileged medium with which he conveyed this desire; in his drawings this merger of different multiform planes leads to what the architect from Como admirably defines as multidimensionality. Cattaneo's attempt to find points of contact between various disciplines is similar to the attempts by other contemporary architects. However, his awareness that harmony is not something subject to reification, but instead represents an ideal to which the artist must always aspire, not only makes his standing as an artist all the more important, it also makes his research extremely topical. So there is nothing rhetorical in underlining the importance of the exhibition Cesare Cattaneo 1912-1943. The Philosophy and Signs of Architecture illustrating his architectural philosophy, constant plastic experimentation, and his use of drawings to highlight the meaningful and decisive traces of his ideas and thoughts. He chose representation

rather than tangible construction (charged with an only apparent immediacy) in order to emphasise his method and formal choices; this choice was certainly not dictated by the inadequacy of the material results because although they were few in number, they undoubtedly remain exemplary and commendable. On the contrary his choice was the direct result of that common cultural substrate merging Cattaneo's operational principles with the fundamentals behind the statute of the National Academy of Saint Luke. According to that statute drawings were the tool common to the three arts – painting, sculpture and architecture – all with equal dignity and standing. Cattaneo was a firm and convinced supporter of the interdependence of plastic arts. He was a supporter by training, given that he moved in a circle of heterogeneous artists, architects, and intellectuals with whom he discussed and debated the requirements of new architecture. He was also a supporter of plastic arts during his professional career, given his collaboration not only with Giuseppe Terragni and Pietro Lingeri, but also with the painter Mario Radice. All his works, even the very early ones as a young man, represent – quite apart from their specific completeness – various stages of an evolving journey, a distinctive aspect of an endless search which Cattaneo tried to define and refine through the constant use of drawing. The geometric perfection he obstinately tried to achieve was not an attempt to create a scenographic virtual reality or pretence; instead even in a purely decorative work, such as the fountain in Camerlata, he wanted to reflect the values of collective life and portray the implications of an architecture vis-à-vis its lifespan and its existence in time. To achieve this Cattaneo used a diacritic procedure which breaks down each idea into its component parts and then absorbs and recomposes them in new and different volumes of elementary figures, in a series where sketches contrast and yet work together with technical drawings.

Van Wittel, BNCR Disegni 3
III 18, particolare.
*Van Wittel, BNCR Disegni 3 III
18, detail.*

*Pagina successiva. Emblema musivo
raffigurante colombe presso uno
scrigno, particolare (Museo
Archeologico di Napoli).
Next page. Mosaic: doves near a three-
legged bowl, detail (Archaeological
Museum of Naples).*

Gaspar van Wittel: i disegni

Roma, Biblioteca Nazionale
Centrale
17 aprile – 13 luglio 2013

Marco Carpicci

Margherita Maria Breccia Fratadocchi e Paola Puglisi hanno sapientemente curato la prima esposizione completa dei disegni, conservati alla Biblioteca Nazionale Centrale di Roma, di Gaspar van Wittel (Amersfoort, 1653 – Roma, 1736). Un evento storico e di qualità eccezionale; una sequenza ordinata di vedute, soprattutto romane, dell'artista olandese che a Roma risiedette dal 1674 sino alla morte, avvenuta il 13 settembre 1736. L'acquisizione di tutto il materiale risale all'agosto 1893, quando l'allora Prefetto della Biblioteca, Domenico Gnoli, lo acquistò (498 lire per 55 disegni) da un certo Francesco Gentiletti.

Dobbiamo ricordare che il genere pittorico della veduta settecentesca ha un anno di nascita: il 1680. Nel disegno dal vero di una veduta di piazza del Popolo (oggi allo Staatliche Museen di Berlino) Gaspar van Wittel annotava, al bordo, questa data. Da quel momento la città, l'ambiente urbano, non fu più lo sfondo di avvenimenti o personaggi, ma il soggetto stesso. È Roma, dunque, che diede lo spunto al pittore olandese per l'ideazione della nuova forma artistica.

Come ben evidenziato da Laura Laureati nel suo contributo (all'interno del catalogo), la città di Roma è anche il luogo in cui Antonio Canal nel 1719 decise di abbandonare la fervente attività di scenografo con il padre, per intraprendere quella nuova di vedutista. È impensabile che una tale "folgorazione" non gli sia stata provocata dall'incontro con l'artista olandese ideatore di tale tipologia pittorica, vista anche la dimensione "contenuta" della città eterna di allora e visto che gli ambienti nobiliari erano

necessariamente pochi e soprattutto "intercomunicanti".

Due osservazioni finali sui disegni esposti (e preziosamente schedati nel catalogo). La visione diretta di queste *matrici* delle successive vedute dipinte ci fa comprendere e "vivere" le grandi capacità grafiche dell'autore "dal vero", posto di fronte al soggetto da ritrarre, in una sorta di sudario dell'architettura; una rara sensazione che nessuna riproduzione fotografica può dare. La seconda osservazione è di carattere "integrativo", perché nella mostra – e di conseguenza nel catalogo – non se ne fa cenno. Tali disegni preparatori erano eseguiti dal vero, realizzati per parti staccate e successivamente unite a formare la visione d'insieme e infine quadrettati per permettere la precisa riproduzione per riduzione o ingrandimento della veduta finale dipinta. D'altro canto sappiamo che il "discepolo" Canaletto, per il disegno dal vero, utilizzava una *camera ottica* (o *camera oscura*) a proiezione interna. Ci è anche noto che l'Olanda, sin dagli inizi del Seicento era ai vertici della produzione ottica europea e che illustri pittori come de Hooch e Vermeer utilizzavano la *camera ottica* come ausilio per i loro quadri. Se poi ipotizziamo che, per ragioni pratiche, ogni elemento della veduta veniva eseguito separatamente sul campo per essere poi unito agli altri in un tempo successivo, dobbiamo dedurre che solo uno strumento ottico avrebbe potuto garantire la perfetta corrispondenza dimensionale tra i vari disegni. Possiamo quindi lecitamente ipotizzare che l'olandese van Wittel fosse giunto a Roma all'età di vent'anni con la sua *camera ottica*, e che qui abbia "ideato" la prima "panoramica" della storia.



Gaspar van Wittel: i disegni

Roma, Biblioteca Nazionale
Centrale
17 April – 13 July 2013

Marco Carpicci

Margherita Maria Breccia Fratadocchi and Paola Puglisi are the brilliant curators of the first complete exhibition of the drawings by Gaspar van Wittel (Amersfoort, 1653 – Rome, 1736) housed in the Central National Library in Rome. A historical and exceedingly high-quality event; an orderly sequence of views, mostly of Rome, by the Dutch artist who lived in the city from 1674 to his death on 13 September 1736. The material in the exhibit was acquired in August 1893, when the former Prefect of the Library, Domenico Gnoli, bought it from a certain Francesco Gentiletti (498 lire for 55 drawings). We should point out that the pictorial genre of eighteenth-century views has a birth date: 1680. In a real life drawing of a view of piazza del Popolo (now in the Staatliche Museen in Berlin) Gaspar van Wittel wrote this date in the margin. From that moment on, the city and the urban environment were no longer just the background for events or people, but the subject-matter itself. So it was Rome that inspired the Dutch painter with this new art form. In her contribution (in the catalogue) Laura Laureati emphasises how the city of Rome was also the place where in 1719 Antonio Canal decided to abandon his intense work as a stage designer, performing jointly with his father, and undertake

a new career as a landscape painter. This 'brainwave' was undoubtedly prompted by his meeting with the Dutch artist who created this pictorial genre, given that at the time the eternal city was rather small and there were very few aristocratic circles in which they could have met: and the ones which did exist were 'interlinked'. Two final comments on the exhibited drawings (admirably filed in the catalogue). Looking at the matrixes of views painted later underscores and 'brings to life' the author's outstanding skill at painting from 'real life', positioned in front of the subject-matter in a sort of shroud of architecture; an unusual feeling with which no photograph can compete. The second comment is an 'additional' piece of information because the exhibition – and therefore also the catalogue – makes no mention of it. These real life preparatory drawings were drawn in bits and then joined to create an overall view; finally they were divided into squares so that the final painted view could be reproduced accurately in either a smaller or bigger format. We also know that when the 'disciple' Canaletto drew from real life, he used an optical camera (or camera obscura) with internal projection. We also know that since the early seventeenth century The Netherlands had produced the best optical instruments and that famous painters like Hooch and Vermeer used the optical camera to help them in their work. If we then hypothesize that, for practical reasons, each element of the view was executed separately in the field and then joined to the others later, we have to surmise that only an optical instrument could guarantee the perfect dimensional correspondence between the drawings. So we can justifiably theorise that the Dutch painter van Wittel arrived in Rome at the age of twenty with his camera obscura and that here he 'invented' the first 'panoramic image' in history.

libri

José M^a Gentil Baldrich

Sobre la supuesta perspectiva antigua (y algunas consecuencias modernas)

Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción, Siviglia 2011

Nel 2011 è stato pubblicato in Spagna un interessante volume che raccoglie gli studi del prof. Gentil Baldrich sulla prospettiva e, in particolare, sulle sue origini.

La questione della “invenzione” della “*perspectiva cónica*” è ripresa a partire dagli studi di Erwin Panofsky e dal suo importante saggio sulla prospettiva come forma simbolica, ripubblicato in Italia nel 1961 e reintrodotta nella *querelle* sorta tra sostenitori dell’esistenza di una prospettiva nell’antichità e sostenitori della sua origine strettamente rinascimentale. La posizione maturata dall’Autore all’interno di tale *querelle* è presentata senza tentennamenti fin dalla *Introducción*: l’irrompere della prospettiva nelle teorie e nelle pratiche artistiche è avvenuto solo in tempi recenti perché, nonostante sia possibile riscontrare alcune similitudini grafiche in un certo numero di opere dell’antichità, «non sembra che sia esistita in quegli artisti l’intenzione di applicare alcuna regola geometrica».

Queste regole, suggerisce Gentil Baldrich, saranno timidamente proposte durante il Medio Evo ma si struttureranno compiutamente solo durante il Rinascimento, che rappresenta dunque la sponda cronologica che l’Autore pone a conclusione dell’indagine sull’origine del metodo prospettico.

L’interesse di Gentil Baldrich si concentra inoltre su una seconda questione che ruota intorno all’ipotesi dell’esistenza di una stretta corrispondenza tra immagine prospettica

e visione umana, questione coinvolta da molti studiosi nella definizione dell’assunto stesso della rappresentazione prospettica. L’Autore rifiuta decisamente il fatto che la prospettiva, per come è stata concepita nel corso dei secoli, debba essere considerata una semplice riproduzione del mondo così come esso appare, attraverso gli organi della visione, all’uomo: se pure una volontà imitativa non è del tutto estranea all’immagine prospettica, nel volume viene negata l’esistenza di una relazione di dipendenza diretta tra i due capitoli. La prospettiva, dunque, resta una scienza autonoma dalla forte connotazione culturale, svincolata, come è giusto, dal semplice intento imitativo, «nonostante, come è noto, già nell’Antichità erano fioriti interessanti studi sulla teoria della visione».

Lo sviluppo del delicato tema delle origini del metodo prospettico risulta, nel lavoro di Gentil Baldrich, ben articolato e correttamente declinato in una sequenza di capitoli che strutturano il discorso toccando i momenti cruciali della questione e le forme che le sono state attribuite dalla letteratura critica. Si affronta allora il tema del ruolo della rappresentazione dal mondo romano antico fino a tempi più vicini a noi, si riprendono le fila del ruolo della catottrica nella formazione delle immagini e della costruzione prospettica stessa, si indaga, approfonditamente, il ruolo assunto dalla finestra albertiana nella ripresa cinquecentesca della «vitruviana skiagrafia».

Una corposa bibliografia, forse da completare con l’inserimento delle voci che recentemente hanno ripreso studi sull’argomento e l’esame diretto delle opere antiche, chiude un lavoro cui va riconosciuto il merito di tenere aperta la riflessione sulle origini della prospettiva, e, al contempo, sui momenti salienti della sua storia.

Laura Carlevaris

books

José M^a Gentil Baldrich

Sobre la supuesta perspectiva antigua (y algunas consecuencias modernas)

Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción, Siviglia 2011

In 2011 an interesting collection of studies by Prof. Gentil Baldrich was published in Spain; the studies focused on perspective, and in particular its origins. His review of the ‘invention’ of ‘*perspectiva cónica*’ begins with the studies by Erwin Panofsky and his important paper on perspective as symbolic form, reprinted in Italy in 1961 and reintroduced in the debate between those who believed perspective existed in antiquity and those who instead believe it to have been discovered during the Renaissance. The author’s position in this debate is readily illustrated from the very start – in the *Introducción*: he believes that the use of perspective in artistic theories and practices is a recent phenomenon because, although certain graphic similarities exist in several ancient works, “those artists do not appear to have had the slightest intention to apply any geometric rules”. Gentil Baldrich suggests that these rules were cautiously proposed during the Middle Ages, but were properly structured only during the Renaissance; this is the chronology proposed by Baldrich at the end of his studies on the origins of the perspective method. Gentil Baldrich also focuses on another issue: the close link between perspective image and human vision. In fact, many scholars discuss this issue as part of the premise behind perspective representation. Baldrich totally rejects the idea that perspective, due to the way in which it has been viewed throughout the centuries, should be considered as the simple reproduction of the world seen

through human eyes: although perspective images are to some extent influenced by a desire to imitate, Baldrich rejects the idea that there is any direct link between reproduction and vision. As a result, perspective remains an independent and strongly cultural science appropriately very different to mere imitation, “despite the fact, as we all know, that interesting studies on the theory of vision already circulated in Antiquity”. Gentil Baldrich presents a well-thought out and accurate account of the rather delicate issue of the origins of the perspective method. The chapters are structured to provide a clear idea of the salient moments in its history and the forms of representation assigned by critical literature through the ages. Baldrich goes on to tackle the role of representation in Ancient Rome and how it evolved to the present day; he reiterates the role of catoptrics in the creation of images and perspective and also provides an in-depth study of the role of Alberti’s window when “*Vitruvian skiagraphy*” was revived in the sixteenth-century. The extensive bibliography could be completed by adding recent studies on this issue as well as direct examination of ancient works. Undoubtedly, however, the book should be credited with having kept the discussion on the origins of perspective alive and, at the same time, having chronicled the most important moments in its history.

Laura Carlevaris



La rivista è inclusa nella lista dei prodotti e servizi Thomson Reuter; è indicizzata nell'Art and Humanities Citation Index, dove appare un abstract.

La selezione degli articoli pubblicati in *Disegnare. Idee Immagini* prevede la procedura di revisione e valutazione da parte di un comitato di *referee* (*blind peer review*). Ogni articolo viene sottoposto all'attenzione di almeno due revisori, scelti in base alle loro specifiche competenze.

I nomi dei revisori sono resi noti ogni anno nel numero di dicembre.

The journal has been selected for coverage in Thomson Reuter products and services; it is indexed and abstracted in the Art and Humanities Citation Index.

The articles published in Disegnare. Idee Immagini are examined and assessed by a blind peer review. Each article is examined by at least two referees, chosen according to their specific field of competence. The names of the referees are published every year in the December issue of the magazine.

Gli autori di questo numero
Authors published in this issue

Lucio Barbera

*Dipartimento di Architettura e Progetto
"Sapienza", Università di Roma
via Flaminia, 359
00196 Roma, Italia
lucio.barbera@uniroma1.it*

José M^a Gentil Baldrich

*Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Universidad de Sevilla
avda. Reina Mercedes, 2
41012 Siviglia, Spagna
jmgentil@us.es*

Tommaso Empler

*Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro
dell'Architettura
"Sapienza", Università di Roma
piazza Borghese, 9
00186 Roma, Italia
tommaso.empler@uniroma1.it*

Federico Fallavollita

*Dipartimento di Architettura.
Alma Mater Studiorum Università di Bologna.
Via Risorgimento, 2 - 40136 Bologna
federico.fallavollita@unibo.it*

Carlo Inglese

*Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro
dell'Architettura
"Sapienza", Università di Roma
piazza Borghese, 9
00186 Roma, Italia
carlo.inglese@uniroma1.it*

Flavio Mangione

*Dipartimento di Architettura e Progetto
"Sapienza", Università di Roma
via Flaminia, 359
00196 Roma, Italia
flavio.mangione@uniroma1.it*

Tommaso Magnifico

*Archivio Moretti-Magnifico
magnificotommaso@alice.it*

Carlos Montes Serrano

*Departamento de Urbanismo y Representación
de la Arquitectura. ETS de Arquitectura
Universidad de Valladolid
avda Salamanca s/n
47014 Valladolid, Spagna
montes@modulor.arq.uva.es*

Luca Ribichini

*Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro
dell'Architettura
"Sapienza", Università di Roma
piazza Borghese, 9
00186 Roma, Italia
luca.ribichini@uniroma1.it*

Michele Russo

*Dipartimento di Design
Politecnico di Milano
via Durando 38/A
20158 Milano, Italia
michele.russo@polimi.it*

Marta Salvatore

*Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro
dell'Architettura
"Sapienza", Università di Roma
piazza Borghese, 9
00186 Roma, Italia
marta.salvatore@uniroma1.it*

Alberto Sdegno

*Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Università degli Studi di Trieste
piazzale Europa 1
34127 Trieste, Italia
sdegno@units.it*

Lucio Barbera
Disegno, viaggio, progetto
Drawing, travel, design

Carlos Montes Serrano
Gli anni del soggiorno romano dell'architetto spagnolo Joaquín Vaquero Palacios
The Roman sojourn of the Spanish architect Joaquín Vaquero Palacios

José M^a Gentil Baldrich
La prospettiva: "un buco nella tavoletta"
Perspective: 'a hole in a small piece of wood'

Luca Ribichini, Flavio Mangione, Tommaso Magnifico
Il Teatro Imperiale di Luigi Moretti.
L'importanza del disegno nella concezione dello spazio
The Imperial Theatre by Luigi Moretti. The importance of drawing in the concept of space

Federico Fallavollita, Marta Salvatore
La costruzione degli assi principali delle superfici quadriche
The construction of the main axes of quadric surfaces

Tommaso Empler
Universal Design: ruolo del Disegno e Rilievo
Universal Design: the role of Drawing and Survey

Carlo Inglese
Il tracciato di cantiere dell'Augusteo in Roma: integrazione di metodologie di rilievo
Worksite tracing lines of the Mausoleum of Augustus in Rome: integrating survey methods

Alberto Sdegno
Sketchpad: sulla nascita del disegno digitale
Sketchpad: the birth of digital drawing

Michele Russo
La rinascita dell'architettura Cham: un percorso di ricostruzione virtuale di architetture scomparse
The revival of Cham architecture: a path for the virtual reconstruction of lost architectures



**WORLDWIDE DISTRIBUTION
AND DIGITAL VERSION
EBOOK**
AMAZON, APPLE, ANDROID
WWW.GANGEMEDITORE.IT

ISSN 1123-9247 . 3 0 0 4 6
www.gangemeditore.it
ISBN 978-88492-2672-0
9 771123 924009
9 788849 1226720