

La versatilità, la flessibilità e la potenza delle macchine e delle elaborazioni informatiche ne hanno determinato negli ultimi anni una diffusione capillare adattandosi ai più diversi settori applicativi. Le finalità sono quelle di trasformare un insieme di dati, secondo le istruzioni di un programma, in informazioni a loro volta costituenti un nuovo insieme di dati da inserire, eventualmente, in un nuovo processo di elaborazione.

Questa diffusione ha interessato in modo particolare il campo del rilievo per ciò che riguarda sia le metodiche e le tecniche di acquisizione dei dati, sia quelle per l'elaborazione delle informazioni, con i problemi connessi della rappresentazione, della comunicazione e della gestione.

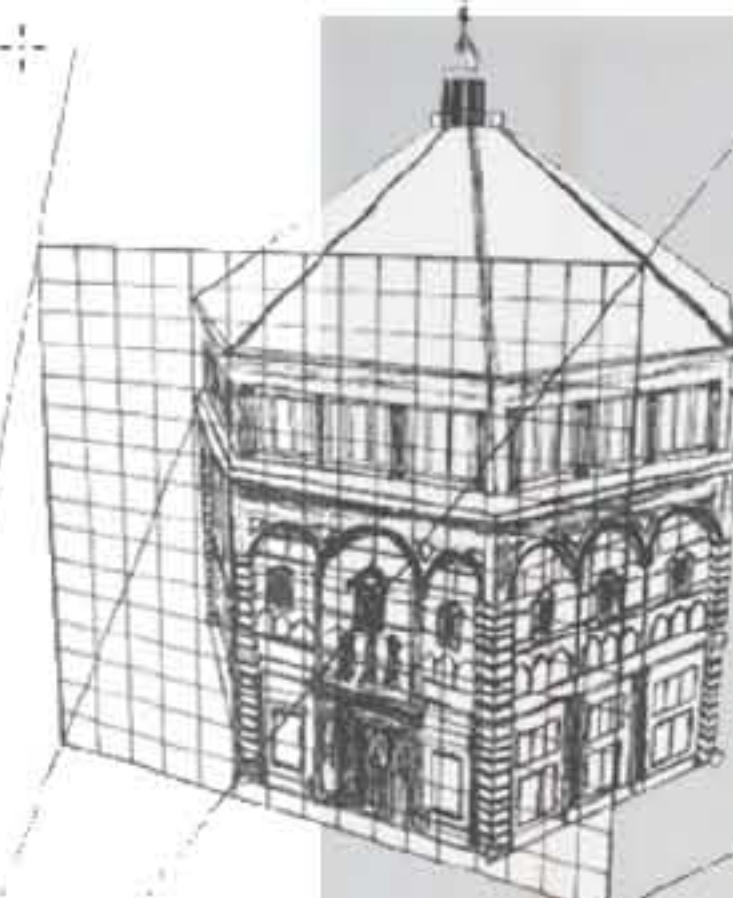
Le nuove metodiche di lavoro digitale hanno già prodotto una radicale trasformazione: il passaggio dal disegno di segni continui, densi e sovrapposti, alla modellazione frammentata e distribuita su più livelli, virtualmente compresenti.

Lo spazio diviene spazio parametrico, come i modelli analitici che lo ordinano, di natura vettoriale, in cui le superfici si originano e si trasformano continuamente.

Queste nuove metodiche di rilievo, automatiche o semiautomatiche, mettono in crisi non tanto il processo di rilievo, quanto piuttosto, in senso più generale, tutte quelle modalità che abitualmente seguiamo nella costruzione di un processo conoscitivo scientifico.

Il processo di rilievo prevede la trasformazione della continuità del fenomeno indagato in un modello discreto, qualunque sia il linguaggio, i codici, le convenzioni e le chiavi interpretative.

Il rischio che si corre con le nuove metodiche digitali è quello di separare il fare dal sapere, attraverso l'uso di un linguaggio logico con cui sia possibile 'pensare' senza 'sapere'. E' dunque fondamentale, in questo processo, continuare a sviluppare delle interazioni cognitive con il software, sulla base delle nostre conoscenze specifiche, perché solo così è possibile costruire ed aggiungere nuova conoscenza.



Tavoletta prospettica - Filippo Brunelleschi, 1413/1415



Modello ligneo della cupola e delle parti absidali del Duomo di Firenze - Filippo Brunelleschi

IL PROGETTO DI RILEVAMENTO

IL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO

LA FOTOGRAMMETRIA A FOTOGRAMMA SINGOLO

LA STEREOFOTOGRAMMETRIA

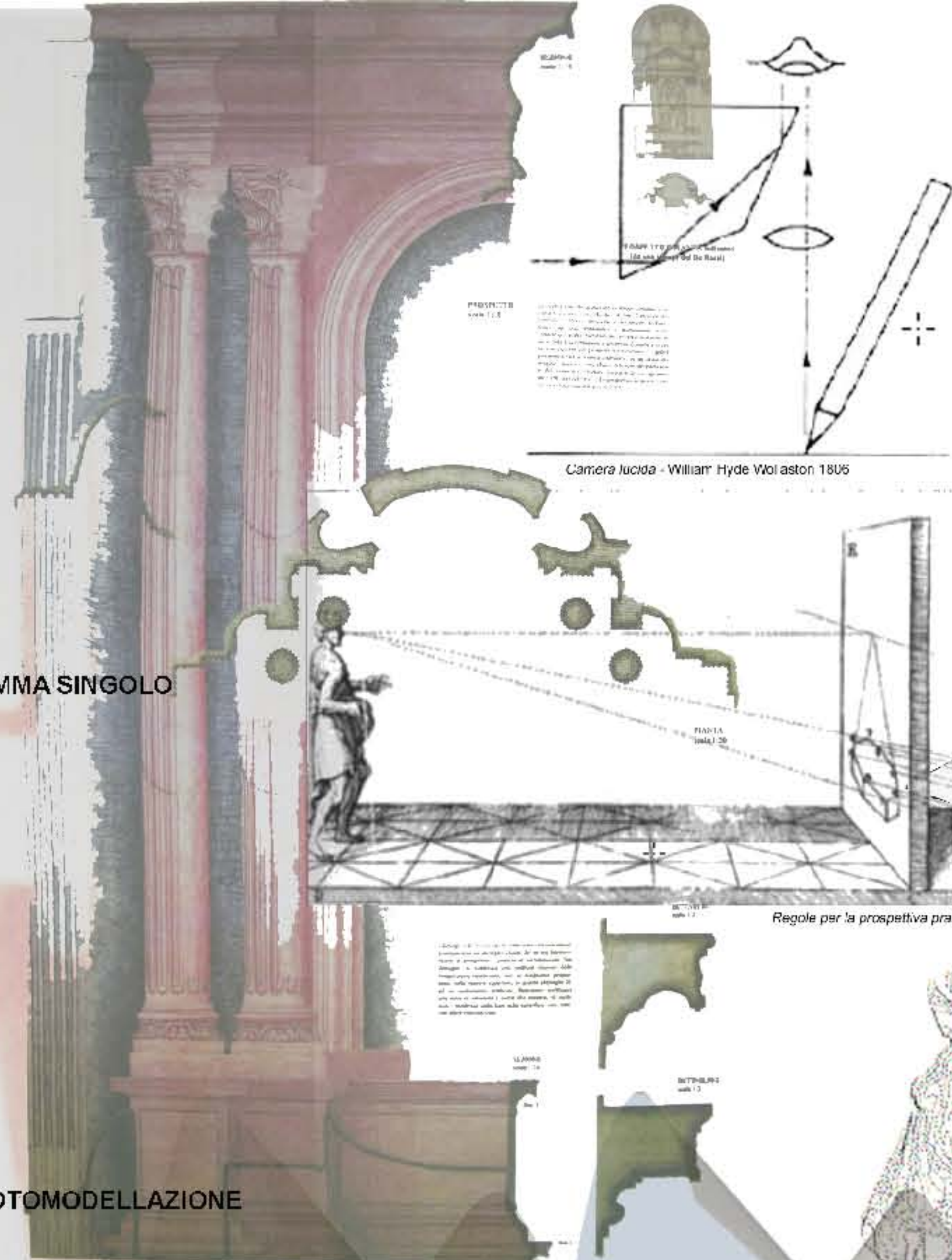
FOTOGRAMMETRIA DIGITALE: LA FOTOMODELLAZIONE

LA RESTITUZIONE CON IMAGE-MODELER

RILIEVO DEL POZZO ALL'INTERNO DELLA SAGRESTIA DI S. ANGELO MAGNO IN ASCOLI PICENO

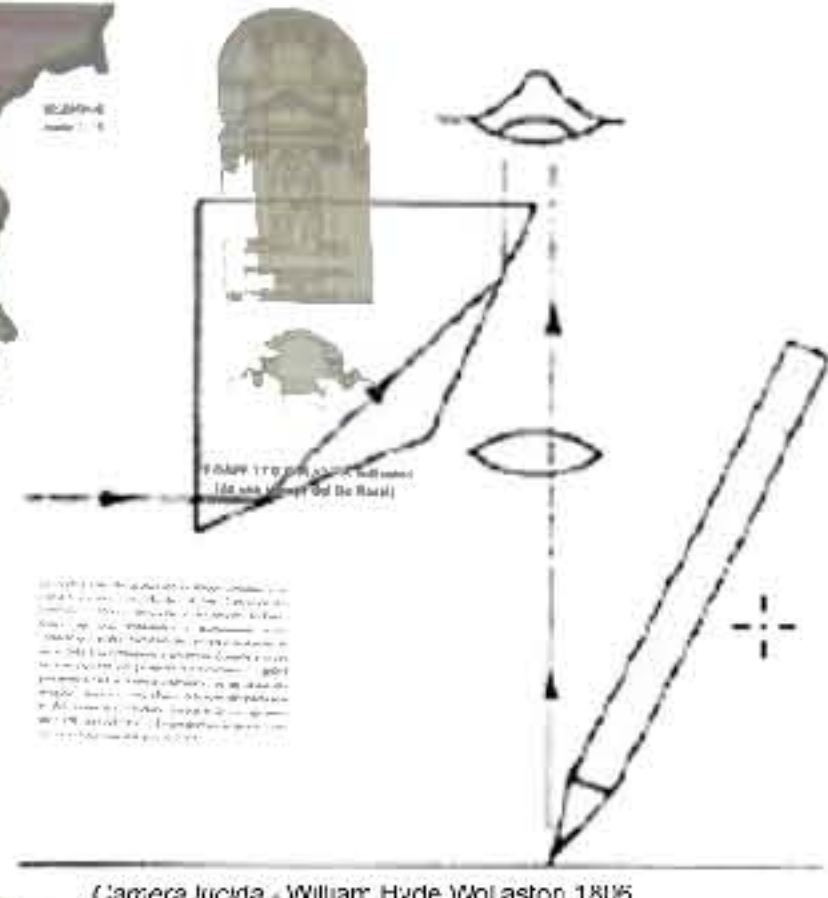
RILIEVO DEL CHIOSTRO DI S. AGOSTINO IN ASCOLI PICENO PARTICOLARE D'ANGOLO

Assemblaggio di due sezioni - Giovanni Rondeler, 1832

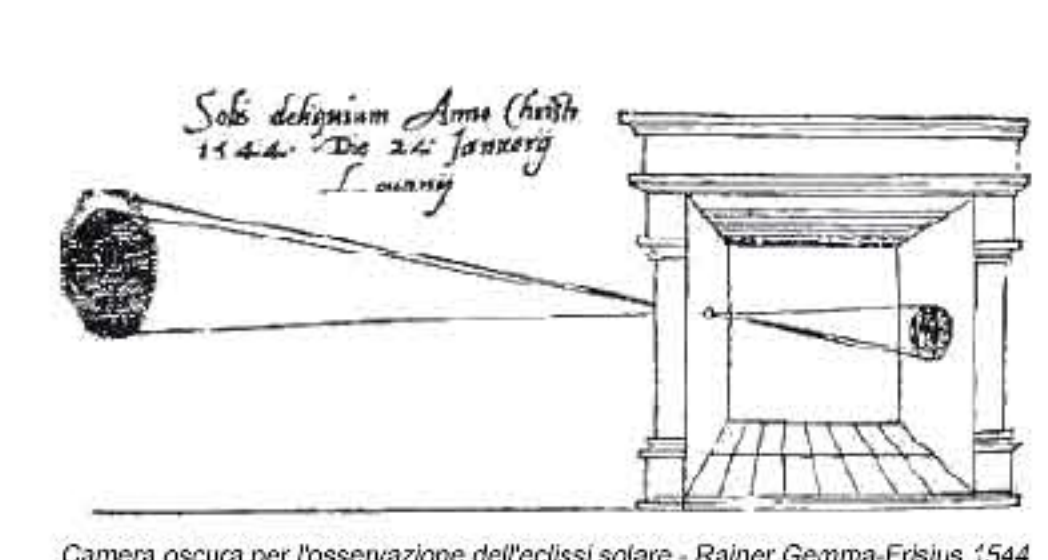


Disegno dell'altare maggiore in San Giovanni del Fiorentini - Francesco Borromini

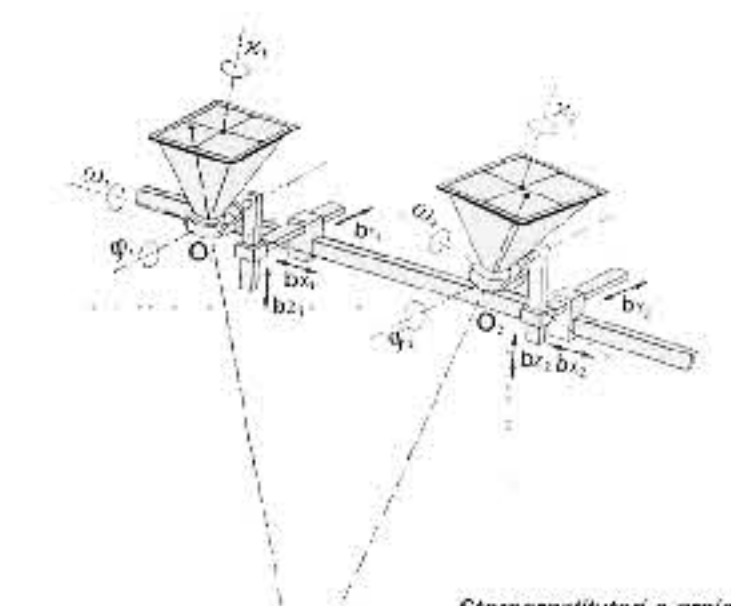
Modellazione virtuale di un'altare



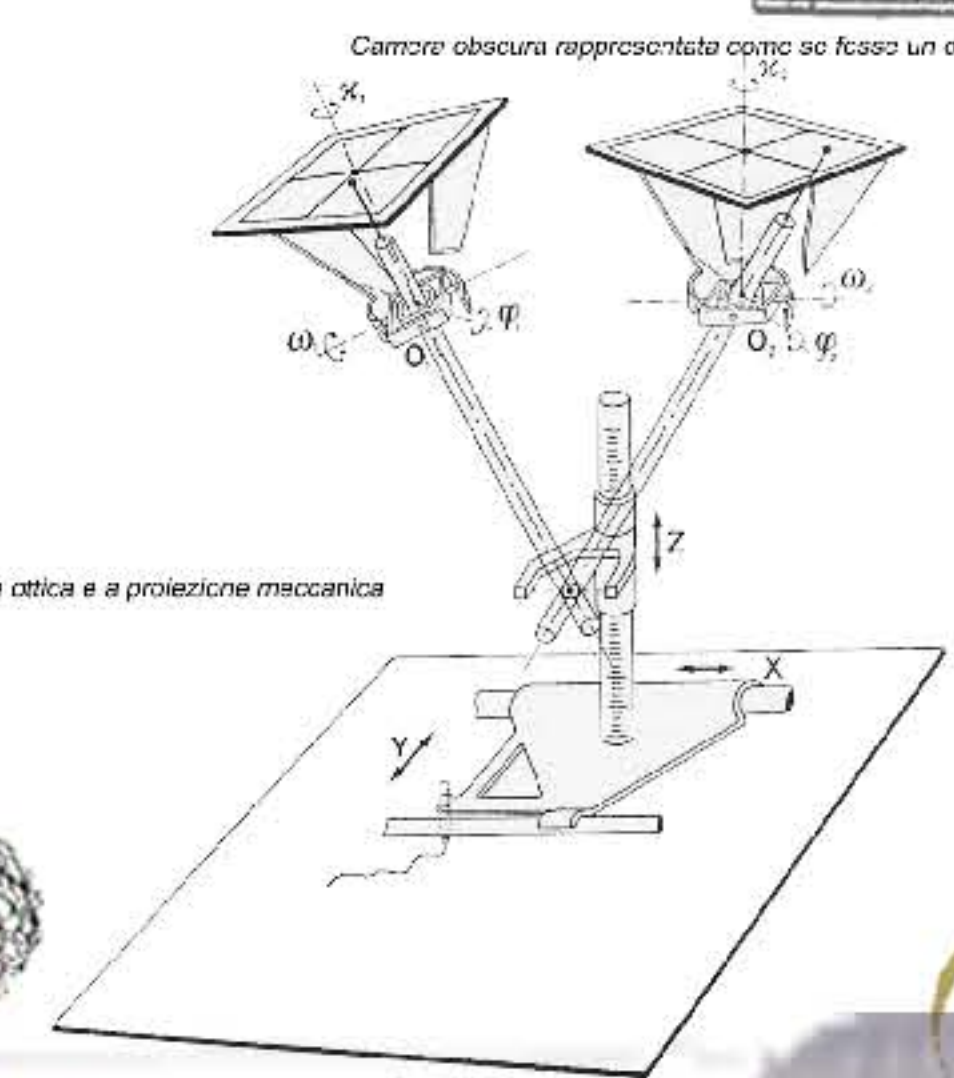
Camera lucida - William Hyde Wollaston 1805



Camera oscura per l'osservazione dell'eclissi solare - Rainer Gemma-Frisius 1544

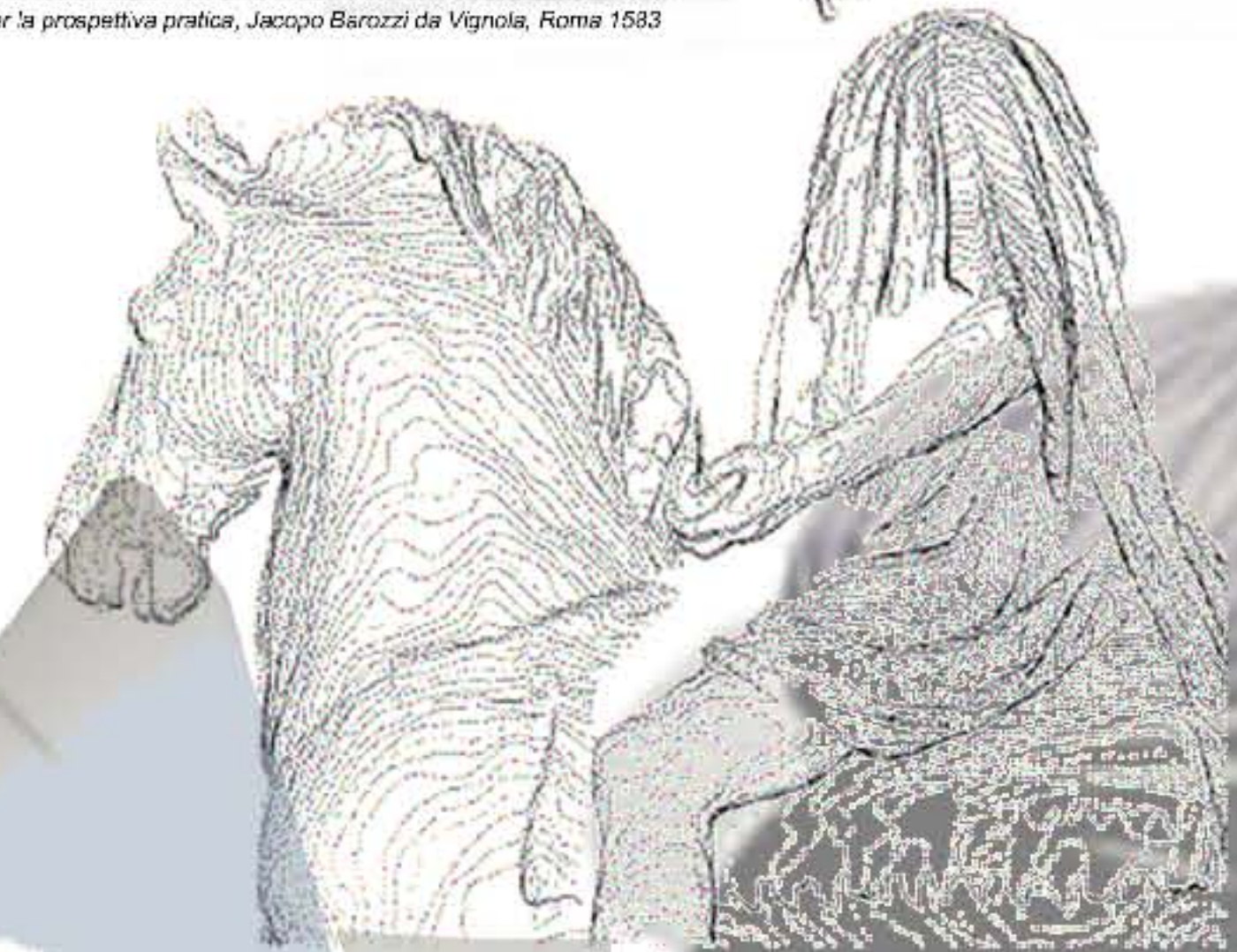


Stereorestitutori a proiezione ottica e a proiezione meccanica

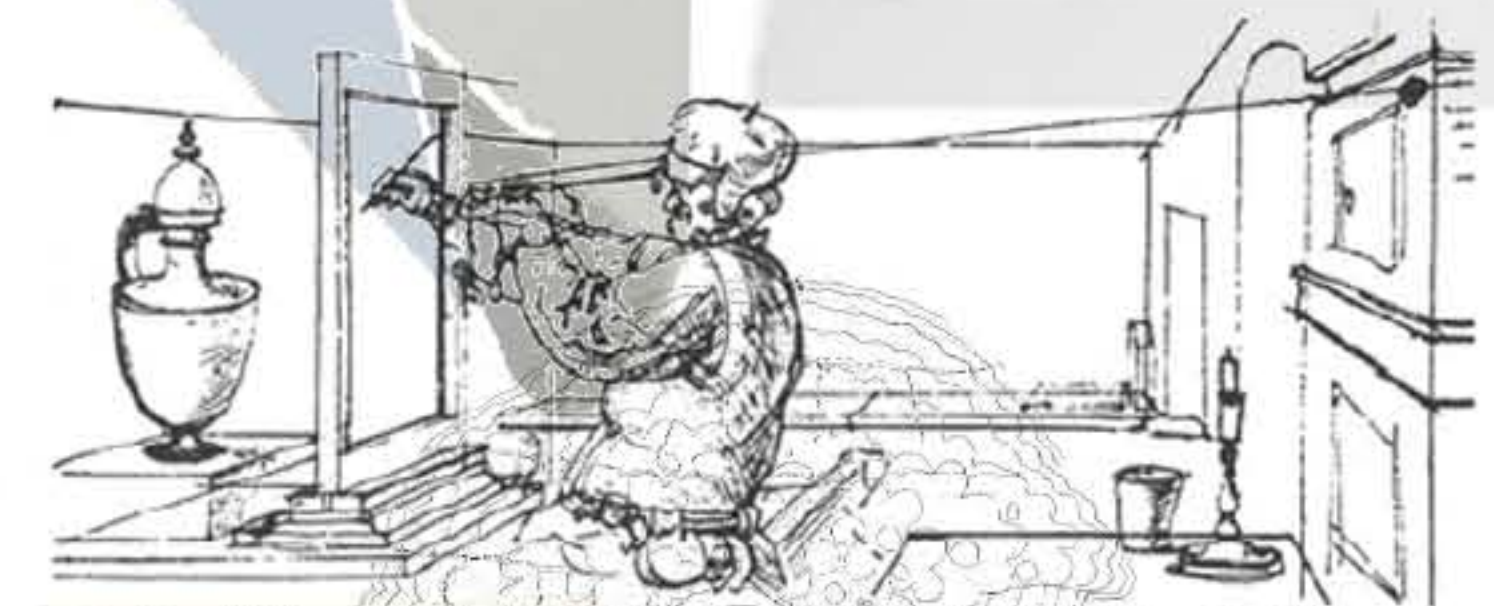


Camera oscura rappresentata come se fosse un occhio, agli inizi del '500.

Regole per la prospettiva pratica, Jacopo Barozzi da Vignola, Roma 1583

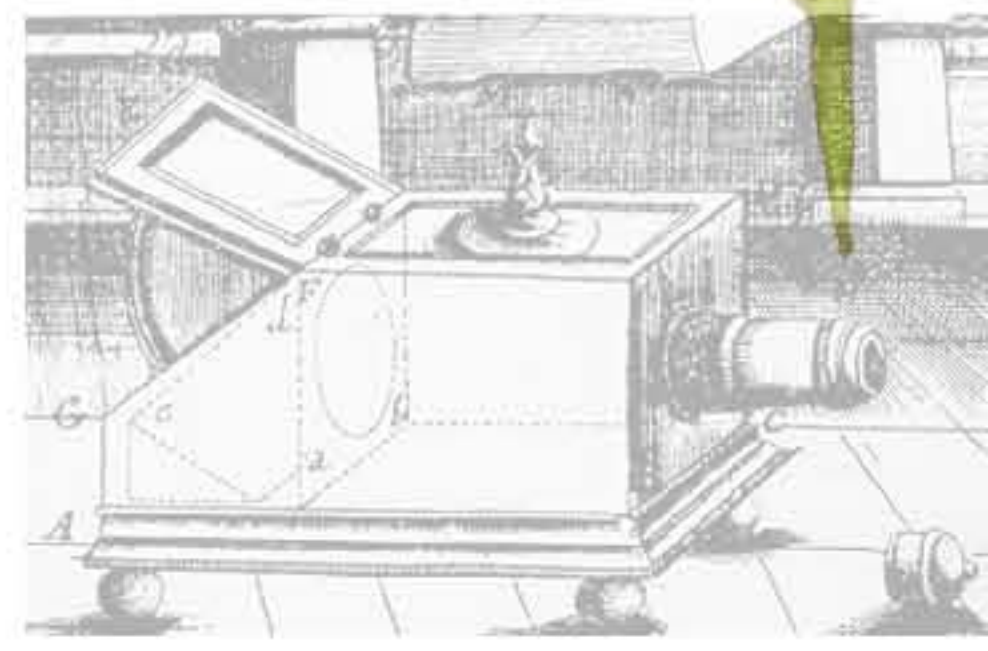


Rilievo fotogrammetrico della statua equestre di Marco Aurelio



Incisione de "Il disegnatore della brocca" con l'uso di uno dei prospettografi di Albrecht Durer 1471/1528

Trans_Ports 2001 - Kas Oosterhuis



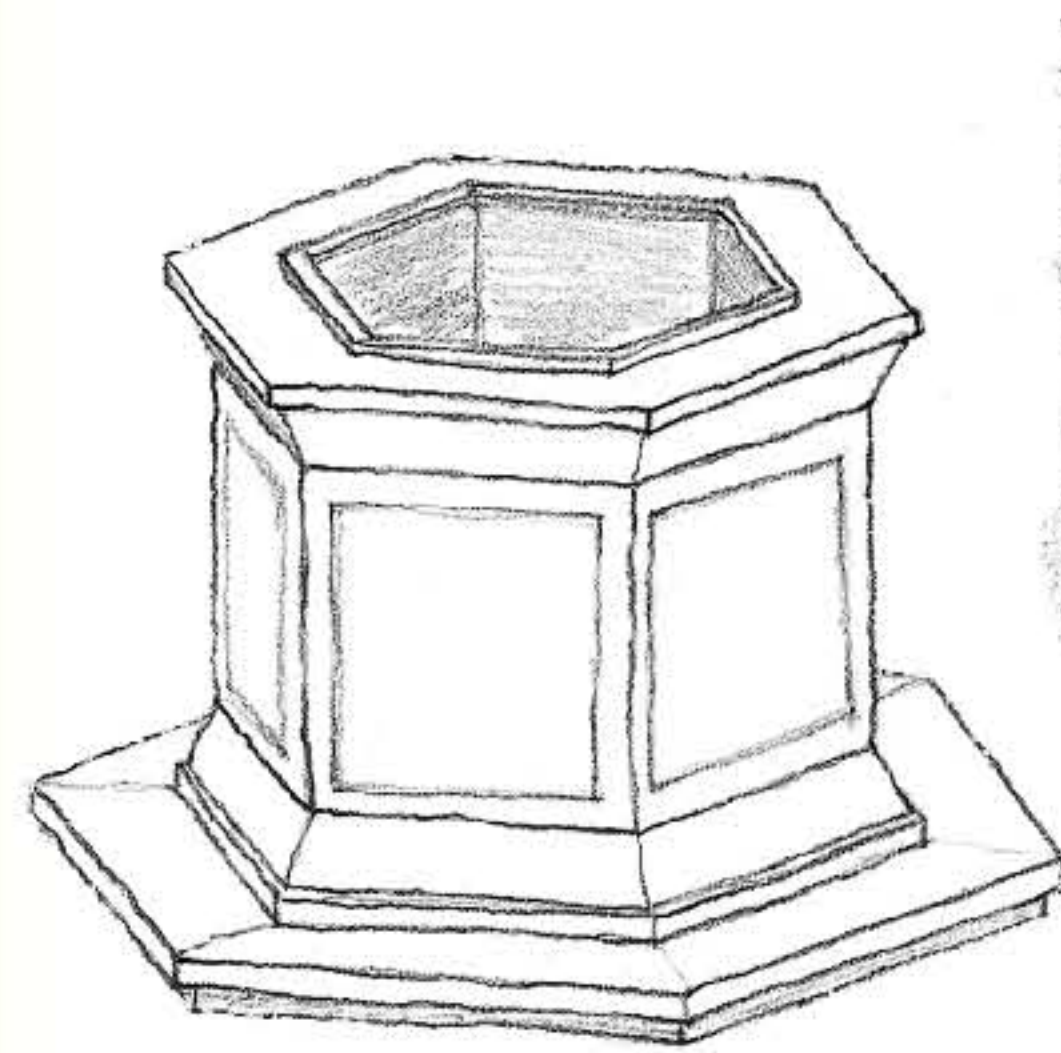
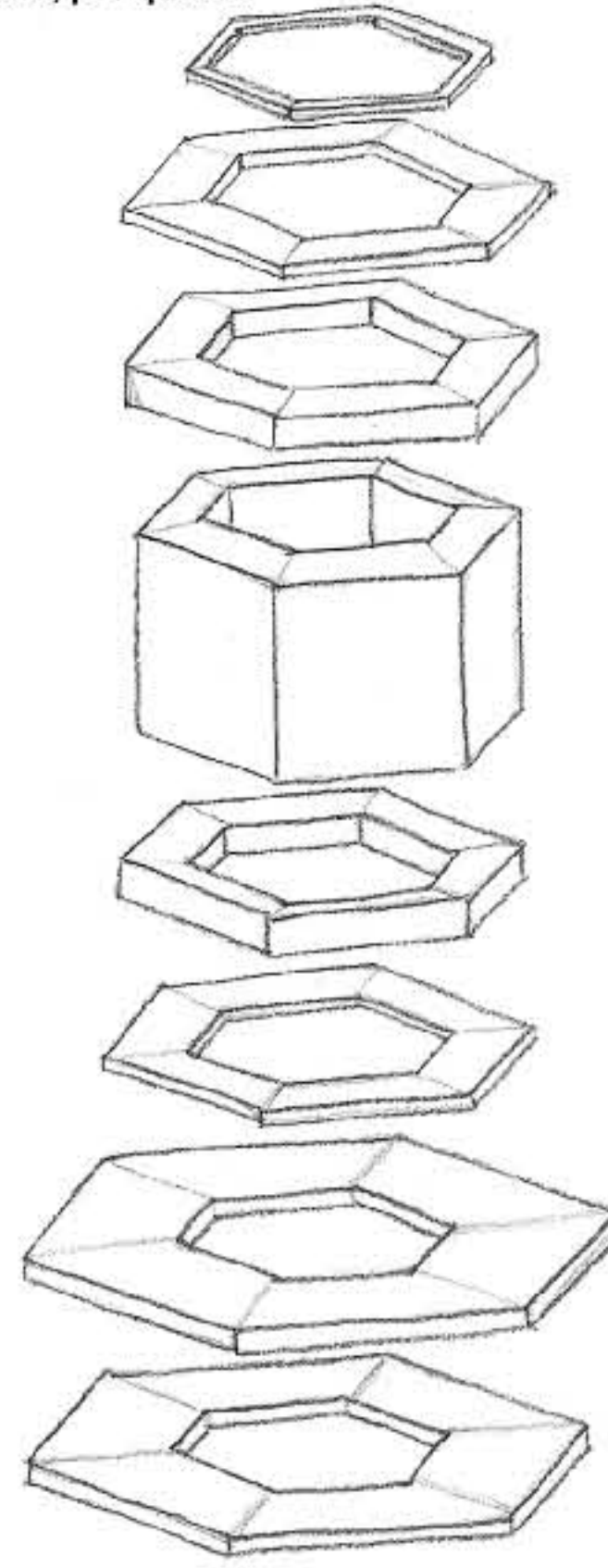
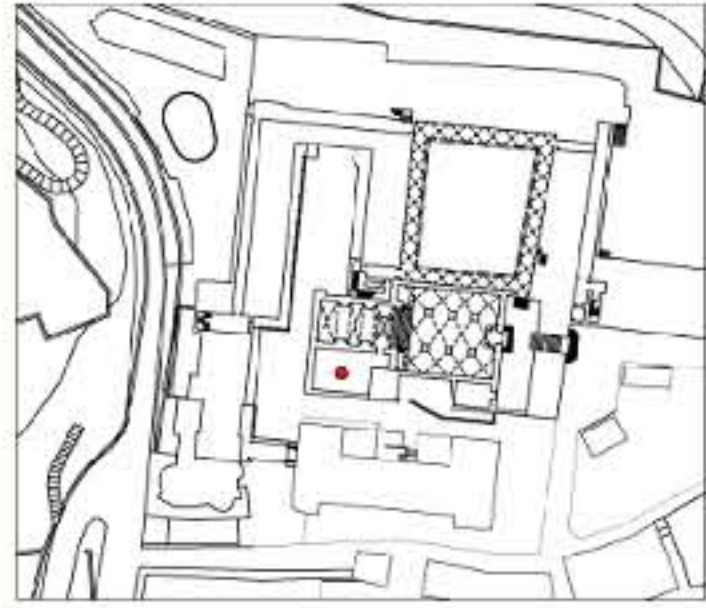
Prima camera fotografica reflex - Johann Zahn 1685

Rilevare un'opera significa "comprenderla", penetrando nella sua complessa realtà, analizzandone tutti gli aspetti possibili per pervenire ad una conoscenza, quantitativa e qualitativa, per quanto possibile il più completa ed esaustiva.

I FASE: COMPRENDERE

- pre-comprensione dell'oggetto
- modello

Questa fase culmina nella progettazione del rilievo in relazione alle varie finalità: quali dati acquisire, come acquisirli, ecc

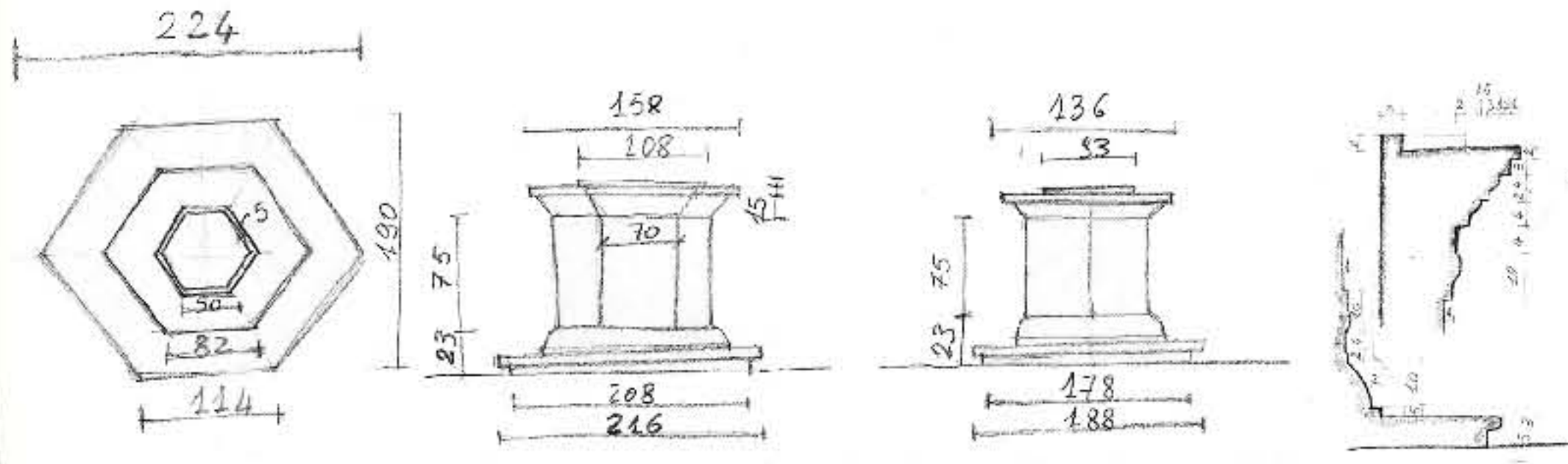


MODELLO REALE

Solo l'operazione di scomposizione, attraverso indagini e analisi, le più varie e diverse possibili, permetterà di arrivare a comprendere il percorso del "progettista", le sue scelte e le sue motivazioni.

II FASE: MISURARE

- Redazione dell'eidotipo



- Scelta del metodo di rilievo

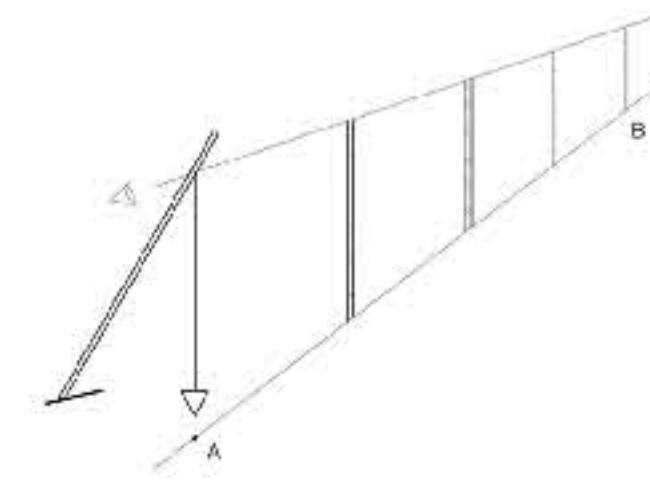
diretto: utilizza misure lineari ricavate con strumenti definibili "semplici", cioè a basso contenuto tecnologico e di costo non eccessivo (livelli, fili a piombo, longimetri a nastro, triplometri, calibri, ecc....)



Longimetro a nastro



Reticolo



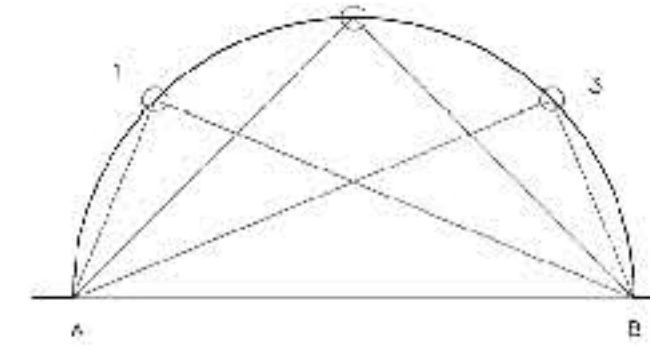
Allineamento tra i punti A e B eseguito con paline e filo a piombo



Profilometro o dima



Squadra da falegname



Tecnica della trilaterazione per il rilievo planimetrico di una nicchia

topografico: utilizza misure angolari ricavate abitualmente con strumenti ottici (teodoliti, tacheometri, stazioni totali, ecc....)



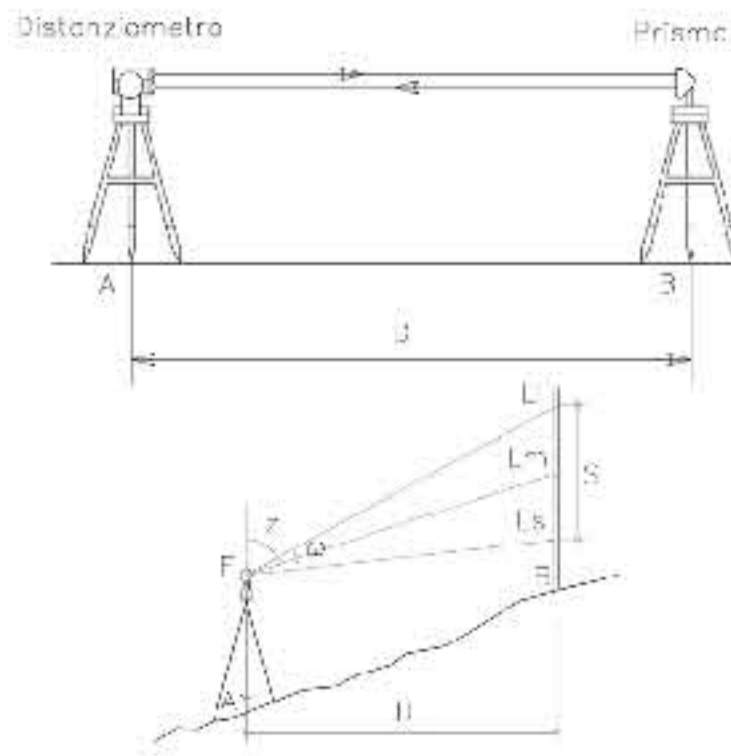
Stazione totale



Autolivello



Stadia telescopica

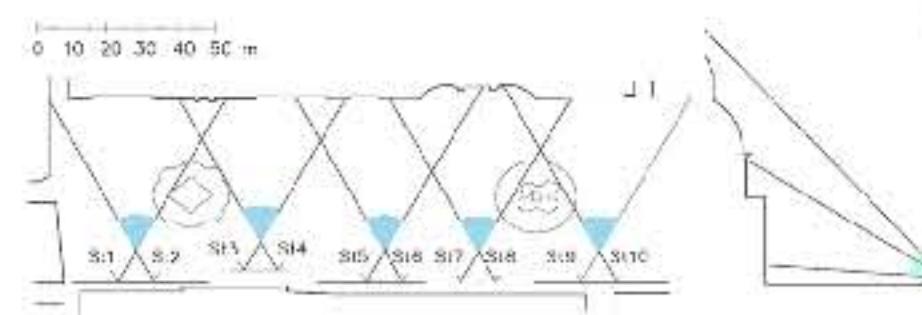


Determinazione della distanza tra i punti A e B con l'uso di un distanciametro ottico

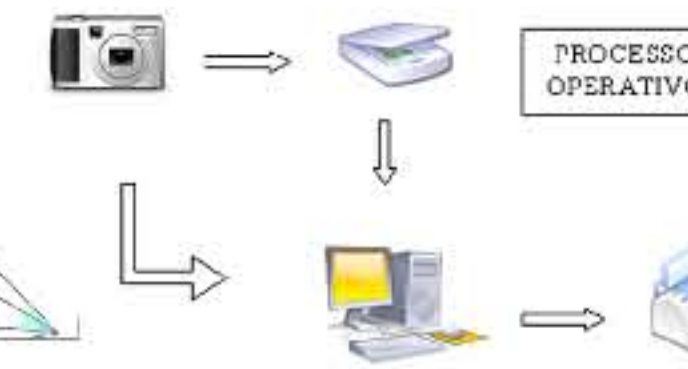
fotogrammetrico: ricava misure da fotogrammi realizzati con camere metriche e semimetriche



Camera metrica



Progetto di ripresa stereofotogrammetrica

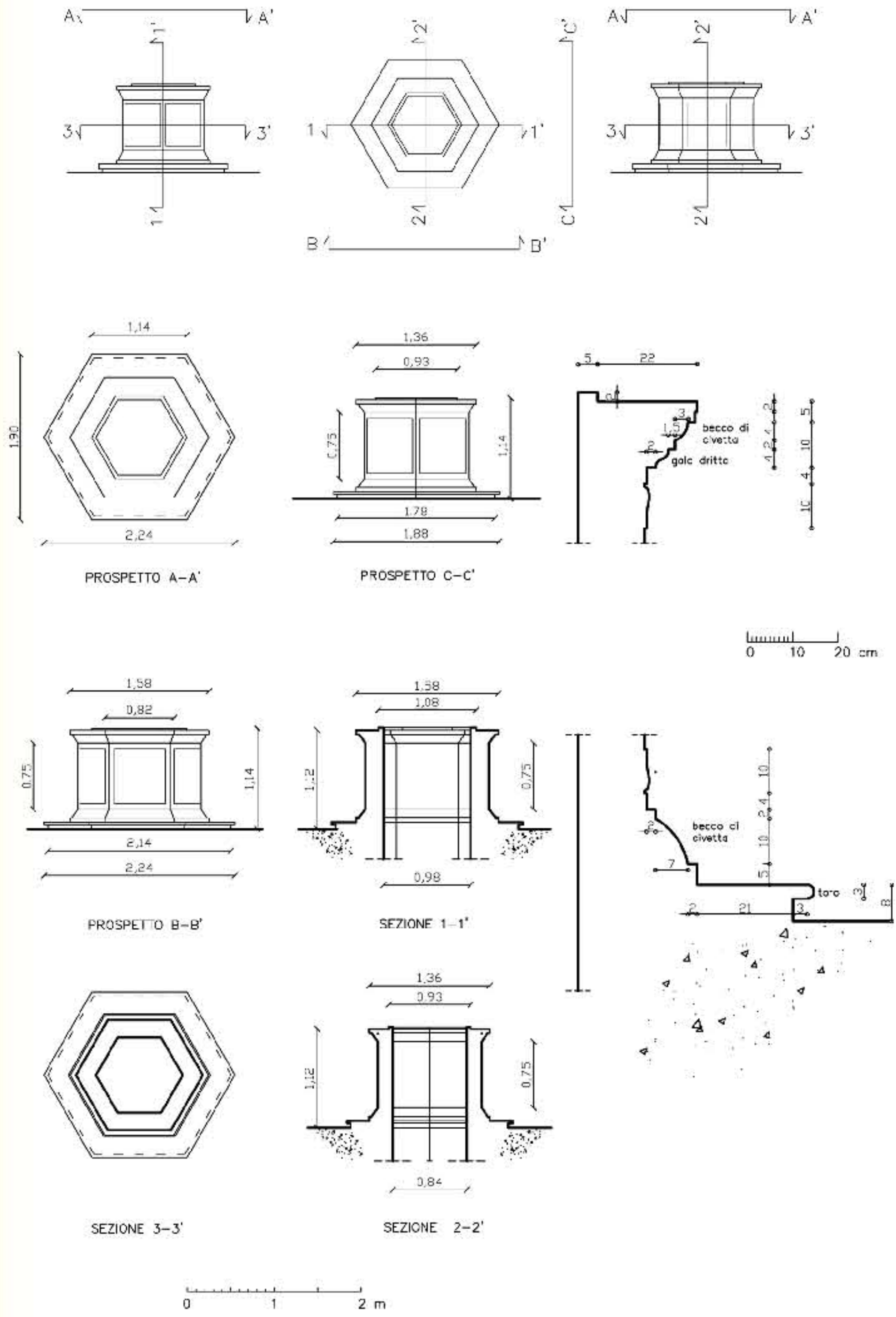


PROCESSO OPERATIVO

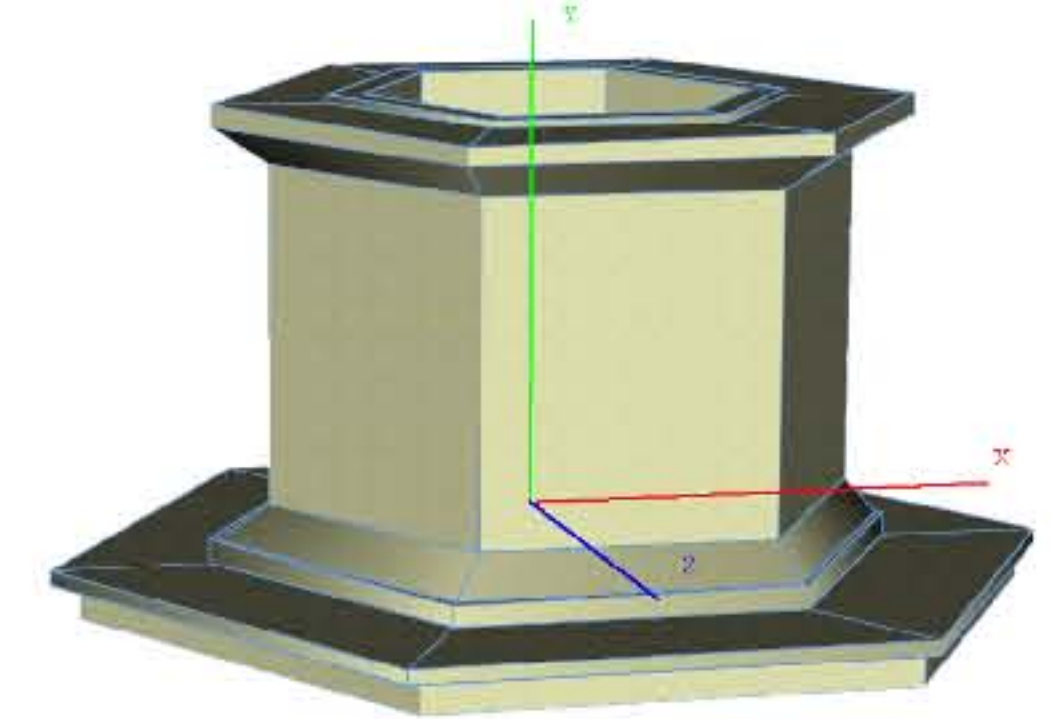
RIALZARE - SOLLEVARE

Nel rilievo di un oggetto non è possibile descrivere pedissequamente e contemporaneamente tutto. Del continuum della materia dell'oggetto reale dovranno essere colti di volta in volta gli aspetti essenziali, selezionandone le qualità. Sarà quindi necessario discretizzare l'oggetto del rilievo.

III FASE: RAPPRESENTARE



EVIDENZIARE - COGLIERE ERRORI E CONTRADDIZIONI



MODELLO DISCRETIZZATO

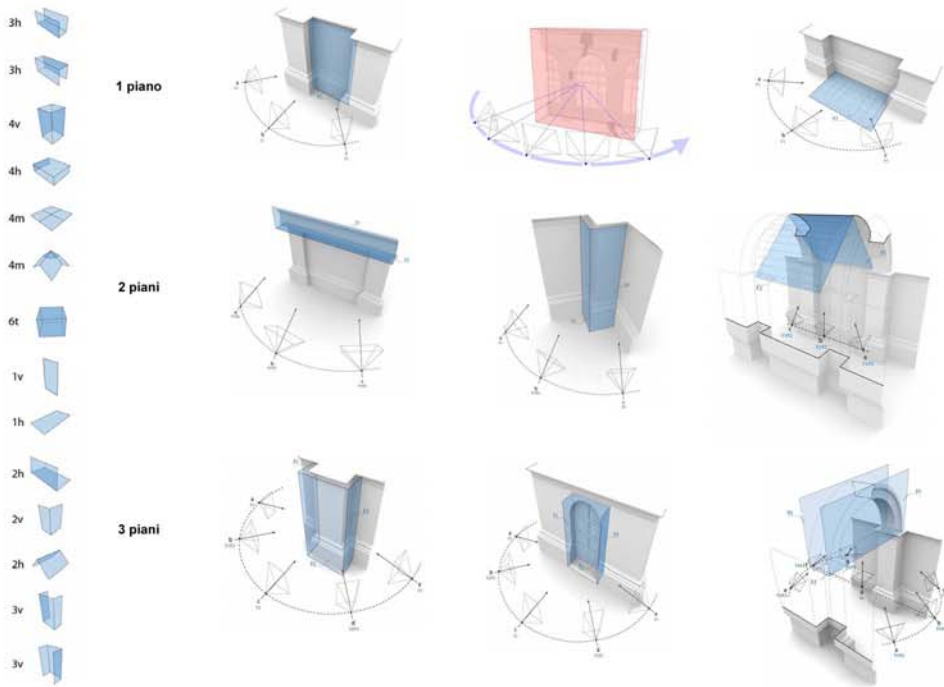
COMPRENDERE - INTENDERE - ARGUIRE



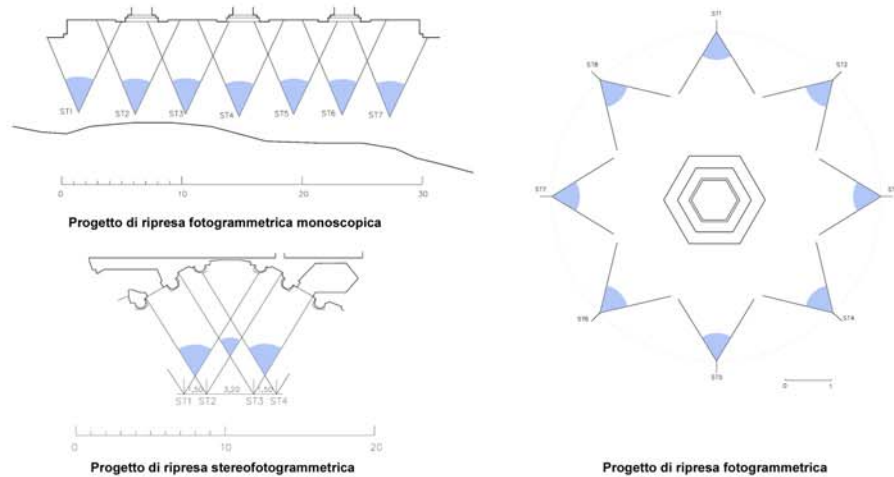
Attraverso la pre-comprensione dell'oggetto si perviene alla progettazione del rilievo secondo gli obiettivi, pre-fissati, del rilievo. Ma non sempre è possibile riprendere fotograficamente l'oggetto del rilievo da tutti i punti di vista e per questo si rende necessario valutare i possibili piani di ripresa. Essenziale, in questa fase, è progettare le riprese in relazione alle caratteristiche dell'oggetto per una maggiore ed efficace copertura fotografica del progetto di ripresa.

Comprensione dell'oggetto

- Individuazione dei piani di ripresa

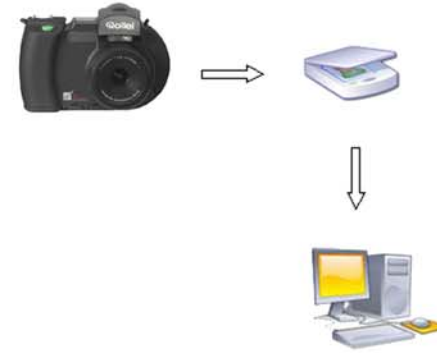


- Ripresa fotografica



Dalla qualità fotografica dipende il risultato, più o meno soddisfacente, del rilievo. E' quindi necessario, oltre che individuare i piani di ripresa più adatti, utilizzare al meglio le strumentazioni per la ripresa fotografica, anche in relazione alle modalità restitutive.

Apparecchio analogico e digitalizzazione delle fotografie



Apparecchio digitale amatoriale (3-5 milioni di pixels)



Apparecchio digitale reflex (6-12 milioni di pixels)



obiettivo 14 mm



obiettivo 20 mm



obiettivo 18-70 mm



obiettivo 105 mm

STRUMENTI

Occorre realizzare e selezionare immagini fotografiche con qualità elevate. La qualità è da riferirsi essenzialmente all'inquadratura prospettica e alle caratteristiche tecniche dell'immagine. Nel primo caso si dovrà prestare particolare attenzione affinché la copertura dell'oggetto sia completa e l'immagine estesa a tutto l'oggetto. Nel secondo caso andranno tenuti in considerazione parametri quali: la nettezza dell'immagine, una buona esposizione e un contrasto non eccessivo per evitare zone d'ombra troppo scure.

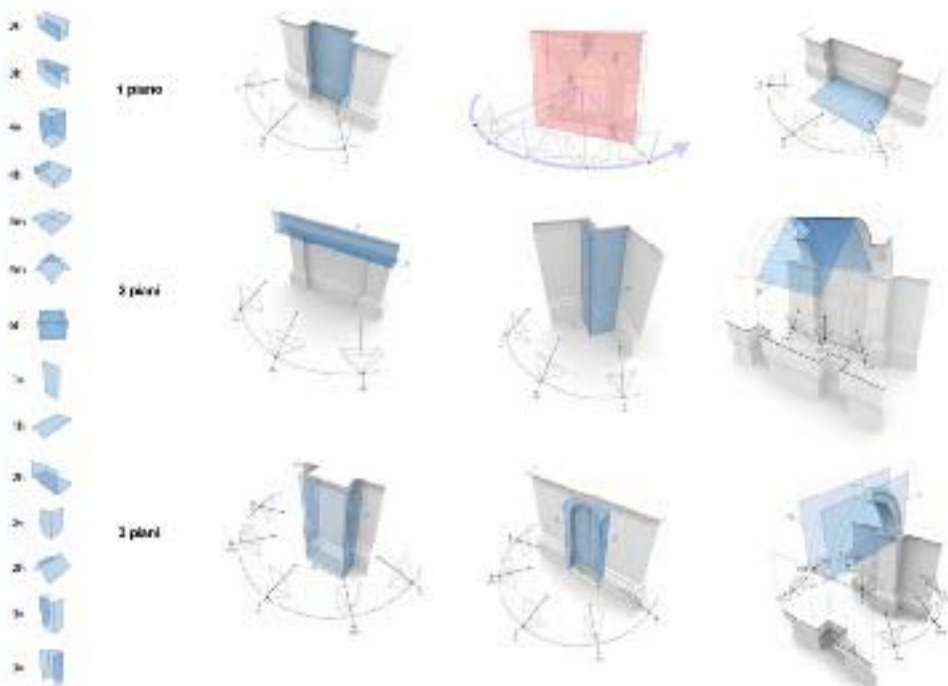


QUALITA' DELLE FOTO

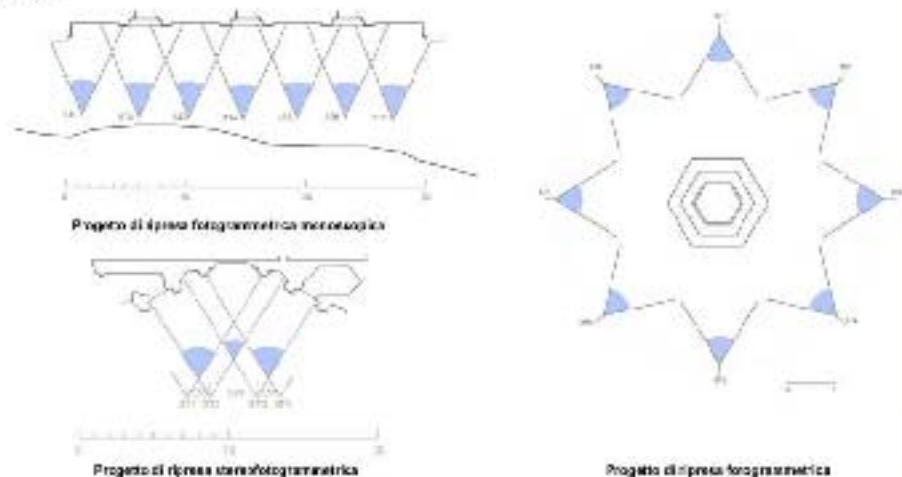
Attraverso la proiezione dell'oggetto si perviene alla progettazione dell'insieme secondo gli obiettivi, prefissati, del rilievo. Non sono sempre possibile riprodurre integralmente l'oggetto nel rilevato tutti i punti di vista e per questo è molto necessario studiare i possibili piani di ripresa. Essenziale, in questa fase, è progettare la distanza tra i caratteristici dell'oggetto per una maggior ed efficace copertura fotografica del progetto di rilievo.

Compressione dell'oggetto

- Nel rilevamento dei piani di ripresa



- Ripresa fotografica



Della qualità fotografica dipende il risultato, più o meno soddisfacente, del rilievo. Progettare necessariamente il numero e i punti di ripresa più adatti, all'azione di rilievo (dimensionazioni) per la ripresa fotografica, anche in relazione alle risorse disponibili.

Approccio analogico e digitalizzazione delle fotografie



Approccio digitale analogico (2-6 milioni di pixel)



Approccio digitale reflex (6-12 milioni di pixel)



obiettivo 14 mm



obiettivo 35 mm



obiettivo 18-110 mm

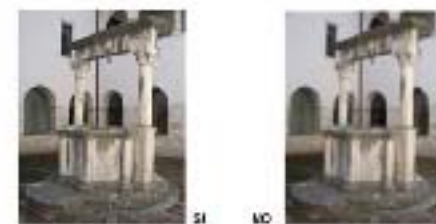


obiettivo 90 mm

Occorre realizzare e selezionare immagini fotografiche con qualità elevate. La qualità è da ritenersi essenzialmente quella relativa alla prospettiva e alle caratteristiche tecniche dell'immagine.

Nel primo caso si dovrà prestare particolare attenzione all'angolo di copertura dell'oggetto alla completa immagine senza a tutto l'oggetto.

Nel secondo caso andranno tenuti in considerazione parametri quali: la distanza dell'immagine, una buona esposizione e un contrasto non eccessivo per evitare zone d'ombra troppo scure.



QUALITÀ DELLE FOTO

STRUMENTI

IL PROGETTO DI RIPRESA FOTOGRAFICA



I procedimenti operativi che consentono di acquisire misure dai fotogrammi e quindi conoscere le caratteristiche metrico-geometriche dell'oggetto si basano tutti sull'applicazione ai fotogrammi dei principi della geometria proiettiva e descrittiva.

Immagine fotografica di un punto

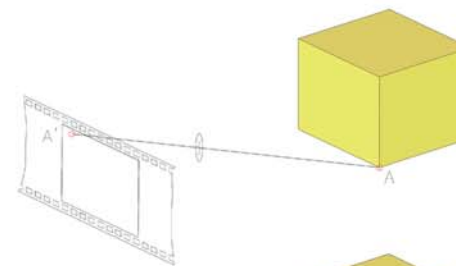


Immagine fotografica di un segmento

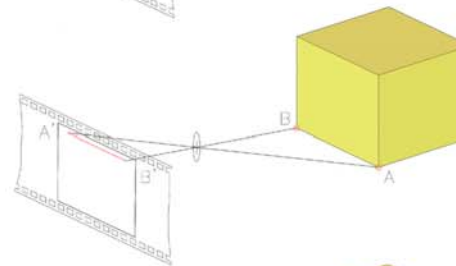
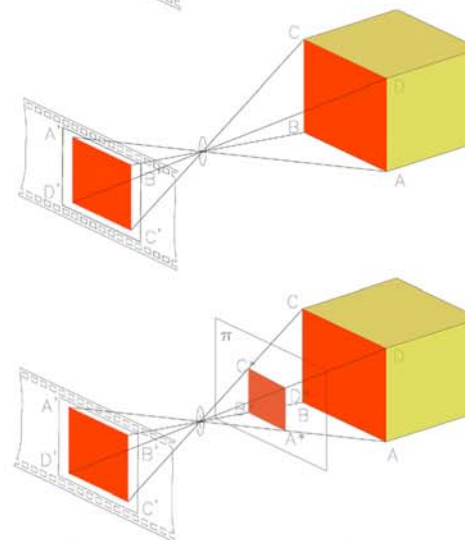
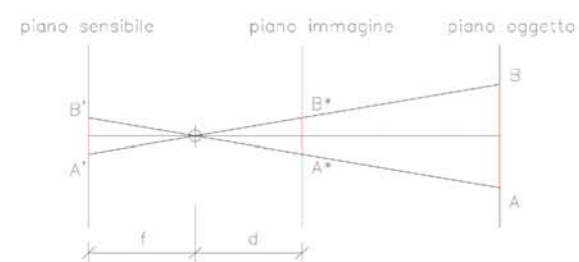


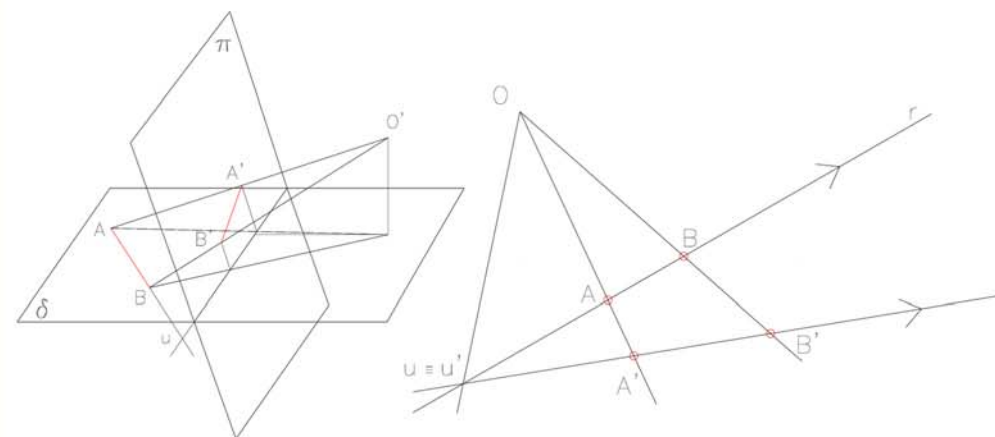
Immagine fotografica di una superficie



La fotografia, completato il processo di stampa, può essere pensata come il risultato di una proiezione effettuata su un piano π posto davanti all'obiettivo, in una qualsiasi posizione parallela al piano della pellicola.



Ciò è possibile in quanto esiste un rapporto di identità tra immagine fotografica e proiezione centrale che stabilisce una corrispondenza lineare (omologia) tra i punti sul piano di proiezione e gli stessi punti nello spazio tridimensionale. L'aspetto fondamentale di questa corrispondenza è che quando un punto descrive una retta il suo corrispondente descrive pure una retta.



L'IMMAGINE FOTOGRAFICA

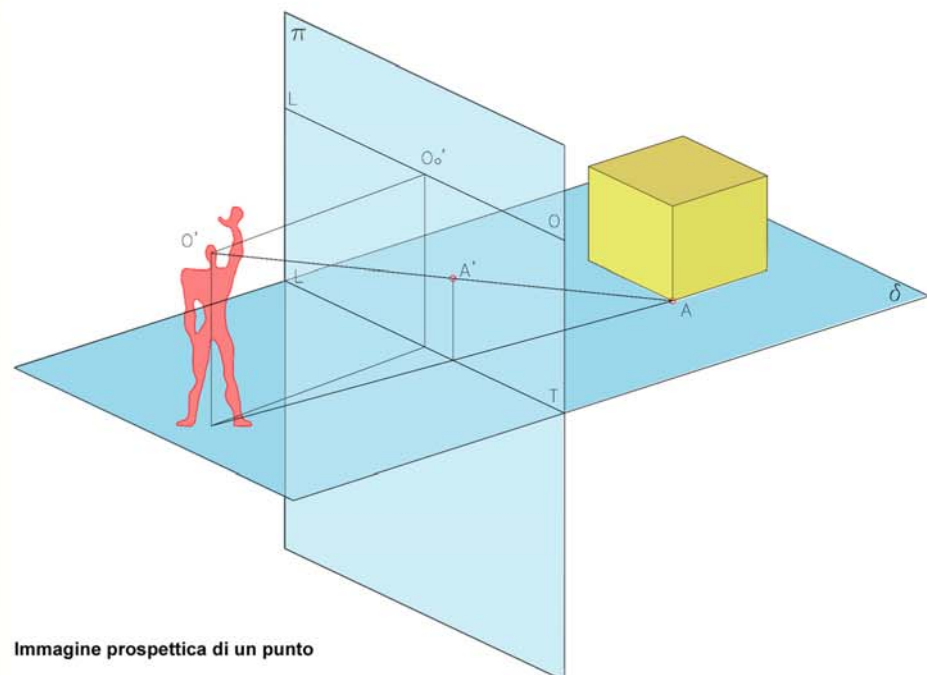


Immagine prospettica di un punto

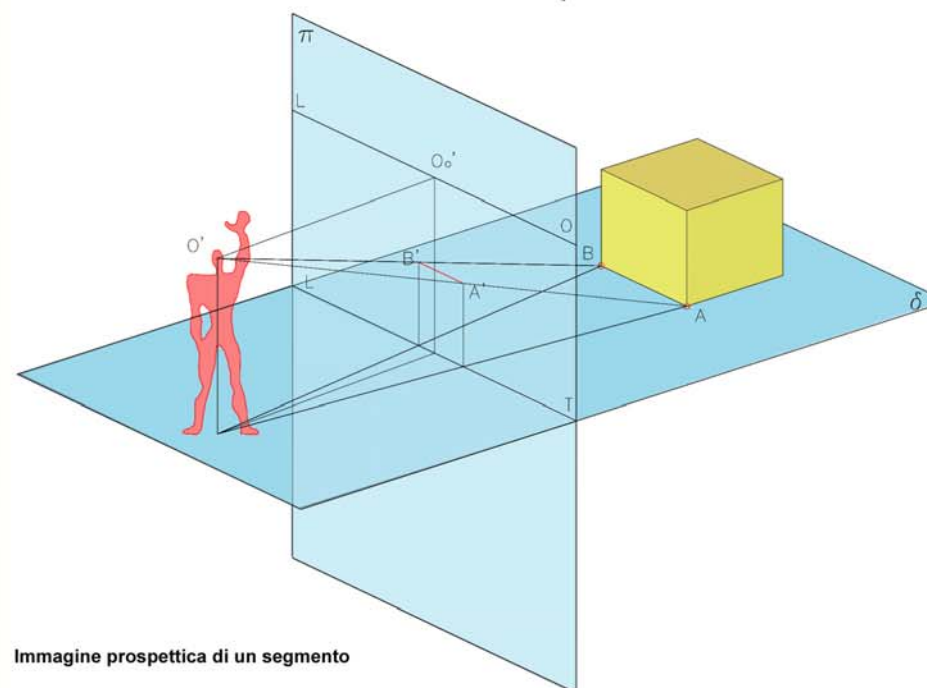


Immagine prospettica di un segmento

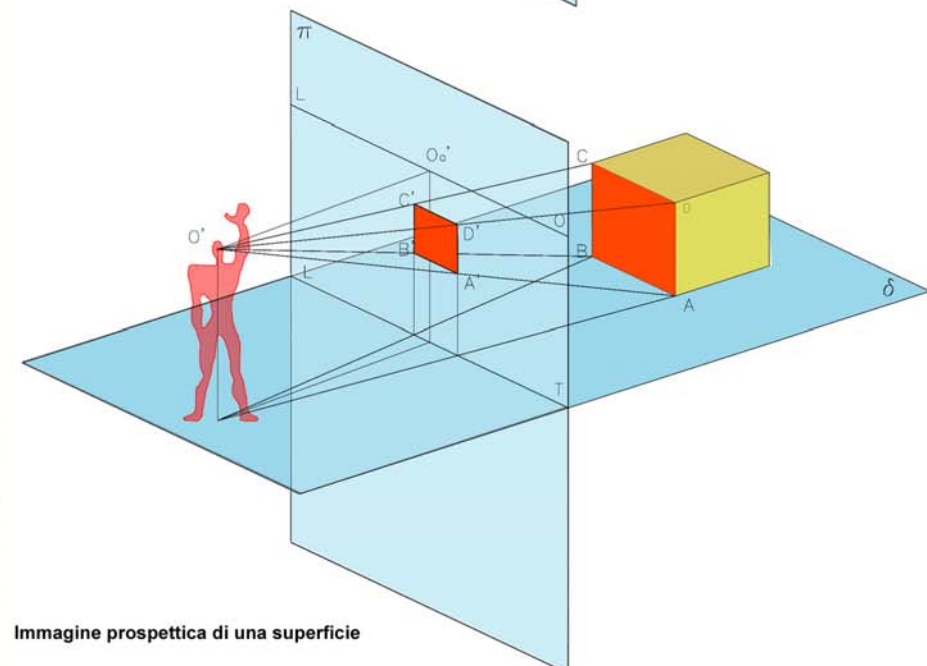
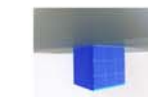


Immagine prospettica di una superficie

L'IMMAGINE PROSPETTICA



Stampa a contatto



Negativo

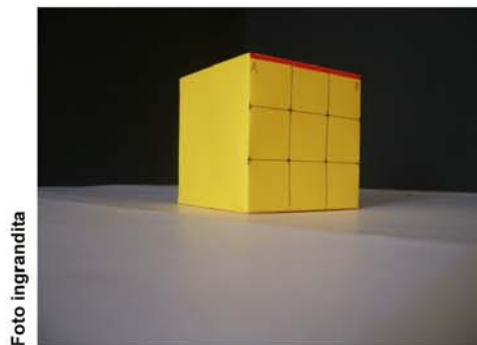
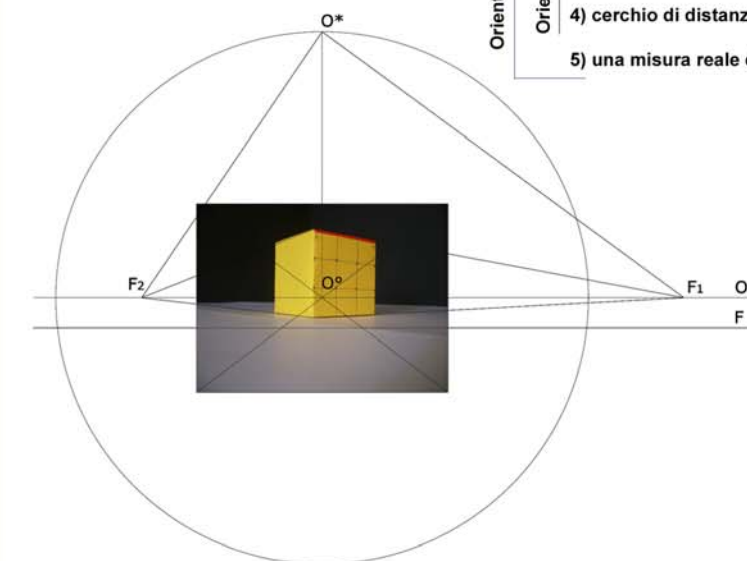


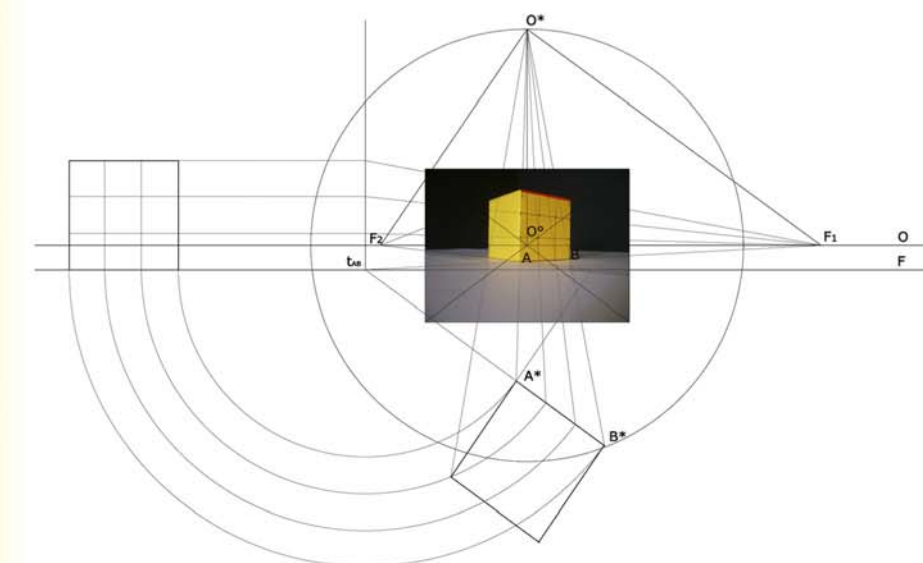
Foto ingrandita

DATI NECESSARI

- 1) posizione di O_0 sul fotogramma
- 2) distanza focale $f = OO_0$
- 3) rapporto di ingrandimento del fotogramma $n = A'B'/AB$
- 4) cerchio di distanza $OO^* = f \times n$
- 5) una misura reale dell'oggetto



Ricostruzione del sistema prospettico (Orientamento Interno)

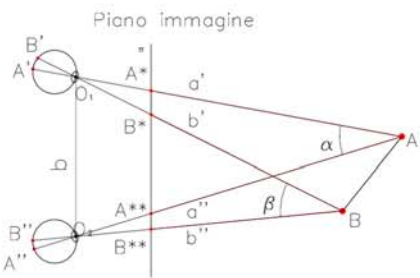
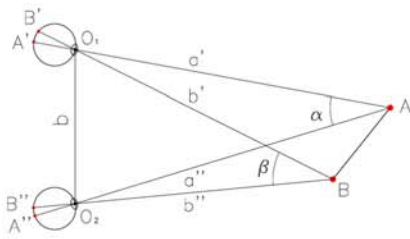
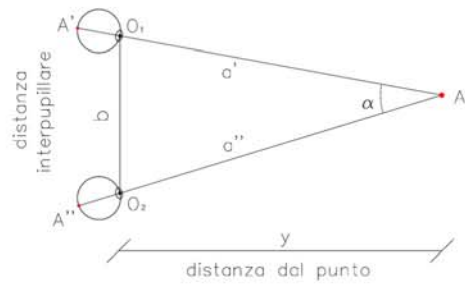


Restituzione grafica (messa in scala - Orientamento Assoluto)

PROCEDIMENTO	restituzione prospettica del modello
RISULTATO	tracciamento di profili separatamente sui diversi piani coordinati π_1 e π_2 : curve e contorni

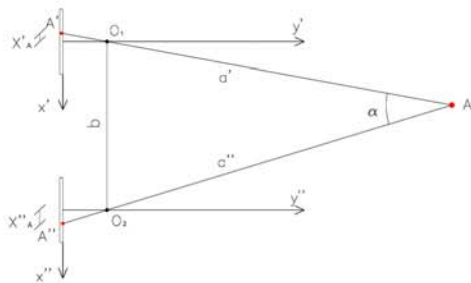
LA RESTITUZIONE

Nel caso in cui si utilizzino coppie di fotogrammi i procedimenti restituti, oltre a far riferimento a quelli geometrico-proiettivi, si fondano sui principi derivanti dai meccanismi fisiologici della visione binoculare naturale che consente di percepire dei punti dello spazio le differenze di distanza e quindi il rilievo.



La visione binoculare naturale in relazione a quella artificiale

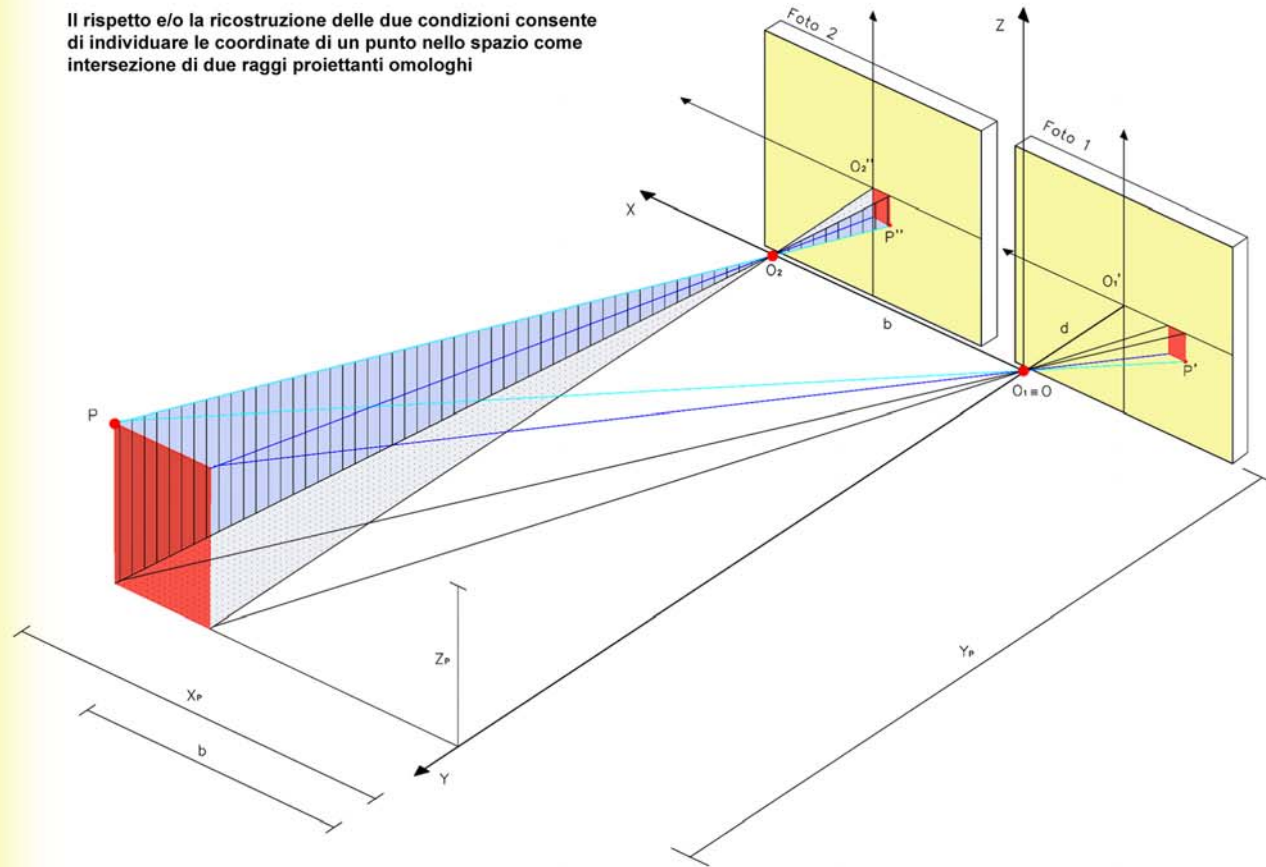
L'osservazione stereoscopica artificiale, riprodotta in laboratorio, sfrutta i principi della visione binoculare e, con opportuni accorgimenti di natura ottica, attraverso l'osservazione contestuale, ma distinta, delle due immagini fotografiche, perviene alla ricostruzione del modello virtuale tridimensionale.



Relazioni tra la posizione del punto A nello spazio e le coordinate lastra dei corrispondenti punti immagine.

I procedimenti di stereorestituzione si applicano a coppie di fotogrammi dello stesso oggetto, realizzati da due distinti punti di osservazione, ma tali da avere una parte in comune (stereomodello). I principi geometrico-proiettivi che permettono tale utilizzazione sono riferibili al rapporto di identità tra singola immagine fotografica e proiezione centrale e all'applicazione allo stereogramma dei principi di visione binoculare artificiale.

Il rispetto e/o la ricostruzione delle due condizioni consente di individuare le coordinate di un punto nello spazio come intersezione di due raggi proiettanti omologhi

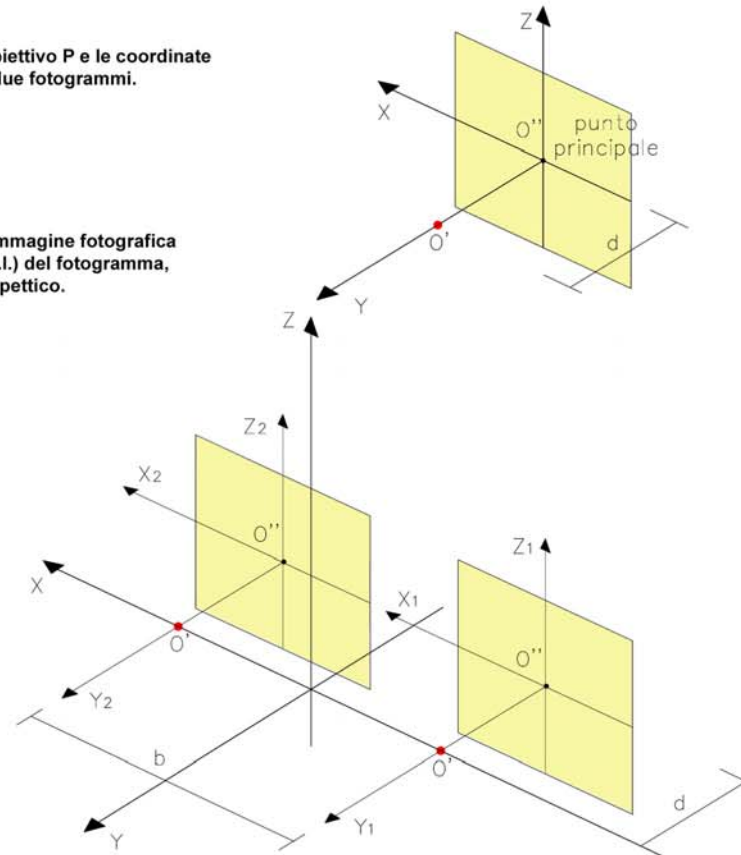


Relazioni tra le coordinate spaziali del punto obiettivo P e le coordinate lastra delle corrispondenti immagini P' e P'' sui due fotogrammi.

Il riconoscimento della proiezione centrale nell'immagine fotografica consente di ricostruire l'orientamento interno (O.I.) del fotogramma, attraverso l'univoca definizione del sistema prospettico.

Disponendo poi le fotografie ciascuna secondo la propria giacitura al momento dello scatto, ricostruiamo l'orientamento relativo (O.R.) che ci consente, attraverso l'individuazione di fasci di raggi omologhi, di ricostruire il modello spaziale dell'oggetto in vera forma. Per acquisire dal modello informazioni di natura metrica dobbiamo risolvere l'orientamento assoluto (O.A.) utilizzando o misure dell'oggetto o le coordinate delle stazioni al momento della presa.

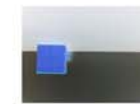
ORIENTAMENTI



LA RESTITUZIONE



Stampa a contatto



Negativo



Stampa a contatto

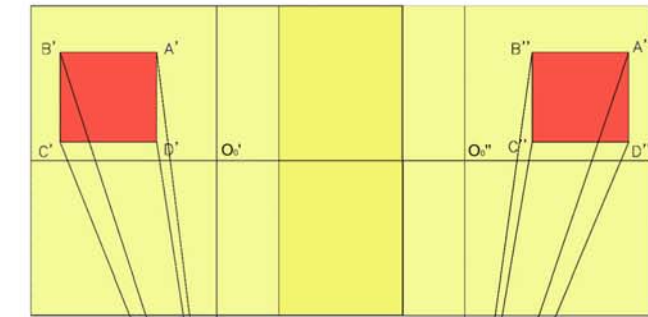


Negativo

Foto ingrandita



Foto ingrandita



DATI NECESSARI

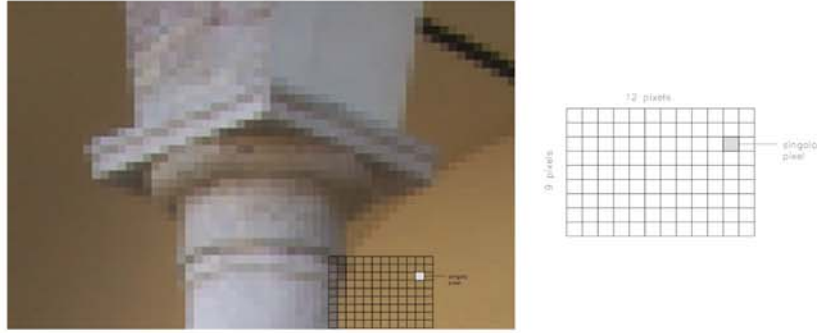
- 1) posizione di O_0 sul fotogramma
- 2) distanza focale $f = OO_0$
- 3) rapporto di ingrandimento del fotogramma $n = A'B'/AB$
- 4) cerchio di distanza $OO^* = f \times n$
- 5) ricostruzione delle relative posizioni delle camere al momento della presa
- 6) una misura reale dell'oggetto o conoscenza della base di presa (b)

negativo stampa
 3,5x2,5 cm 12x9 cm
 $f = 35$ mm
 $n = 120/35 = 3,43$
 $d = 35$ mm x 3,43 = 120,05 mm
 sc 1:50
 $b = b' / sc$
 $b = 400$ cm / 50 = 8 cm

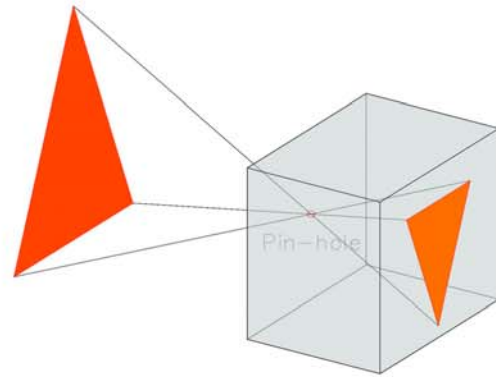
Procedimento restituzione grafica del modello a mano o mediante l'uso di stereorestitutori
 Risultato tracciamento di profili sul piano bidimensionale o tridimensionale: curve e contorni

LA VISIONE STEREO SCOPICA

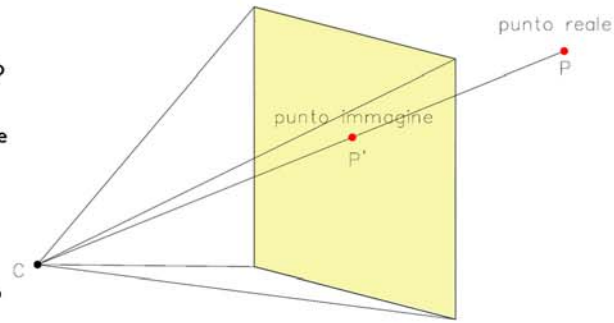
Nella fotogrammetria digitale si utilizzano fotocamere digitali in cui le immagini fotografiche non si formano sul piano dell'emulsione ma su sensori elettronici sensibili alla luce. Questi forniscono un'immagine decomposta in pixels, che viene poi memorizzata sul supporto magnetico. L'immagine, già in formato numerico, è quindi immediatamente disponibile e può essere ulteriormente trattata ed elaborata come materiale digitale.



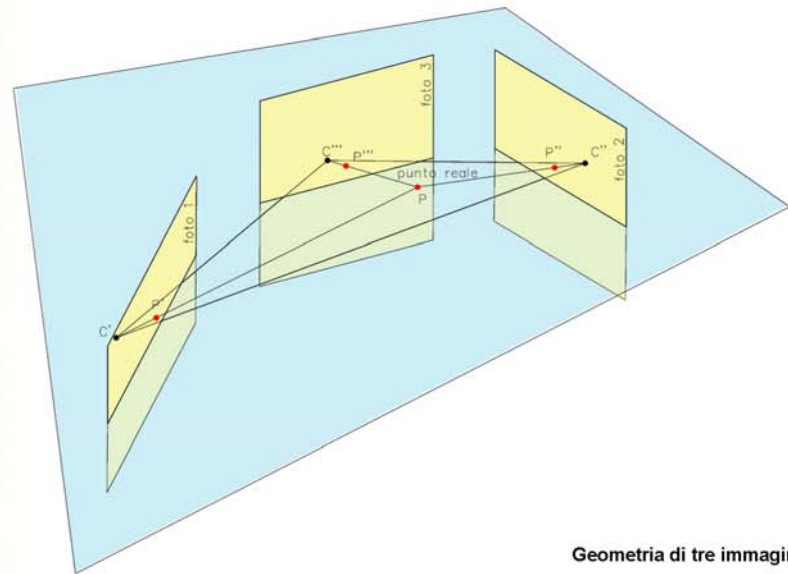
Il modello prospettico rimane quello della camera oscura, detto anche modello pin-hole e l'analisi dei legami geometrici tra i punti nello spazio reale tridimensionale e le relative proiezioni sul piano bidimensionale, rimane ancora nell'ambito della geometria proiettiva e sfrutta sempre il rapporto d'identità tra immagine fotografica e proiezione centrale, dunque l'omologia tra punti corrispondenti.



Lavorando con due o più immagini è possibile determinare, a partire da almeno 9 corrispondenze di punti omologhi, la posizione assoluta delle camere, pur senza conoscere i dati tecnici delle foto (distanza focale, orientamento interno, orientamento esterno, orientamento assoluto).

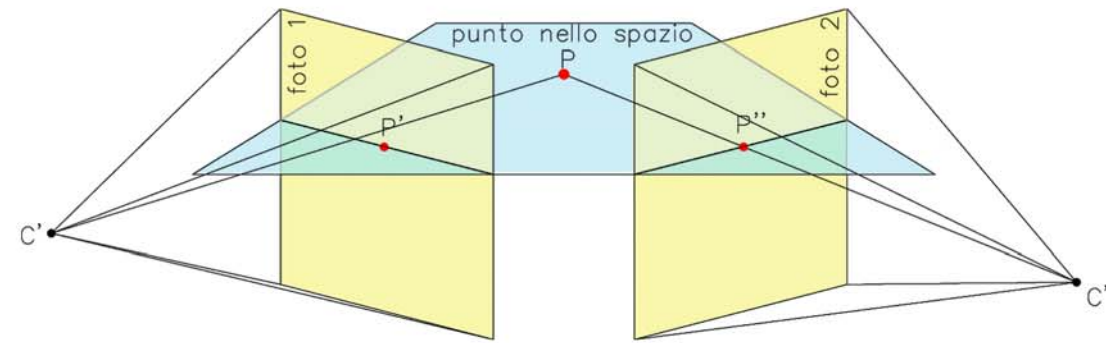


Geometria di una sola immagine.

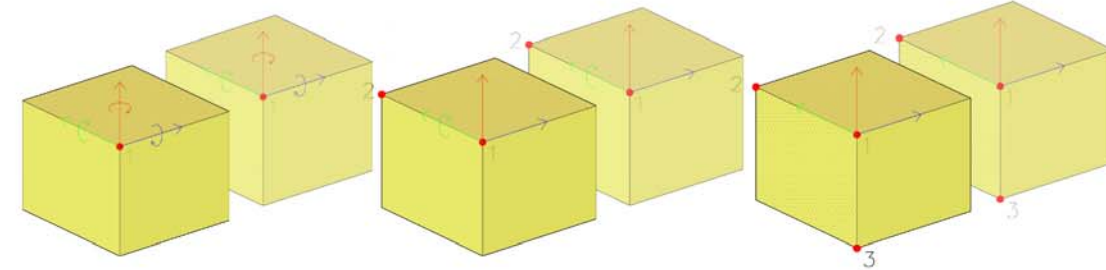
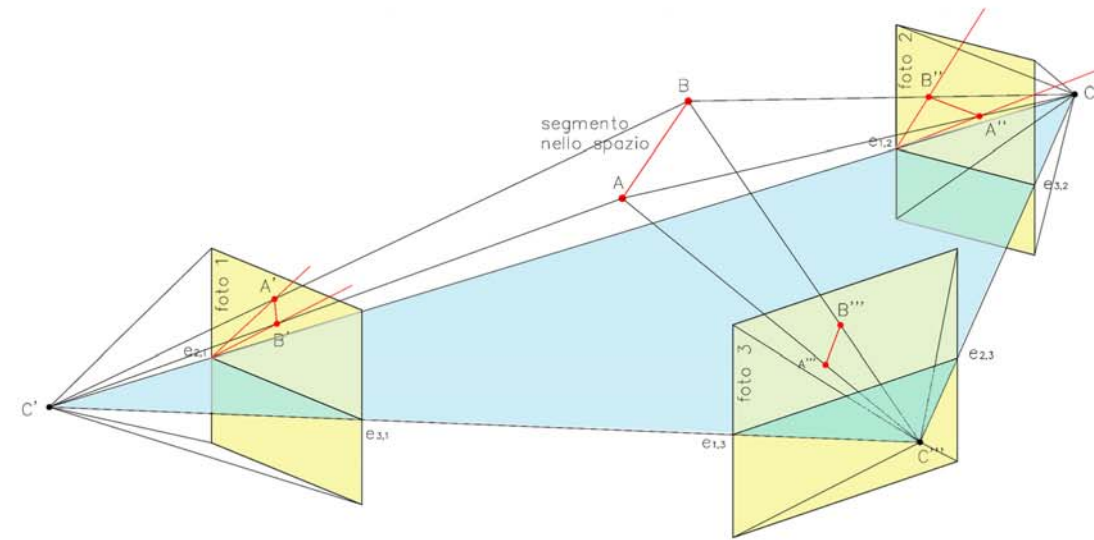


Geometria di tre immagini.

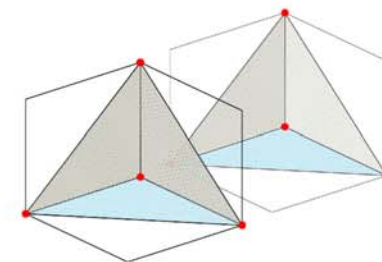
I principi che ci permettono di ottenere modelli 3D a partire da immagini 2D, sorvolando sui dati tecnici della ripresa fotografica, sono quelli della cosiddetta geometria epipolare, ovvero della geometria proiettiva applicata alla computer vision. Il principio fondamentale rimane quello della visione binoculare, cioè la triangolazione.



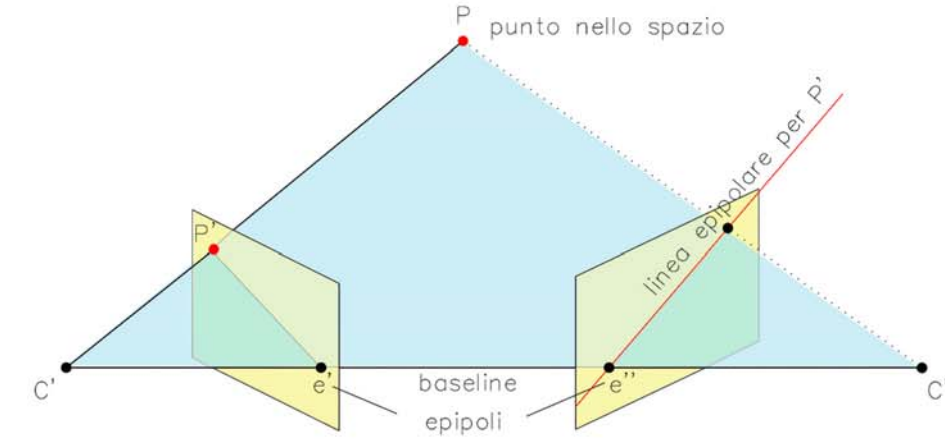
Il principio della triangolazione nell'immagine stereo



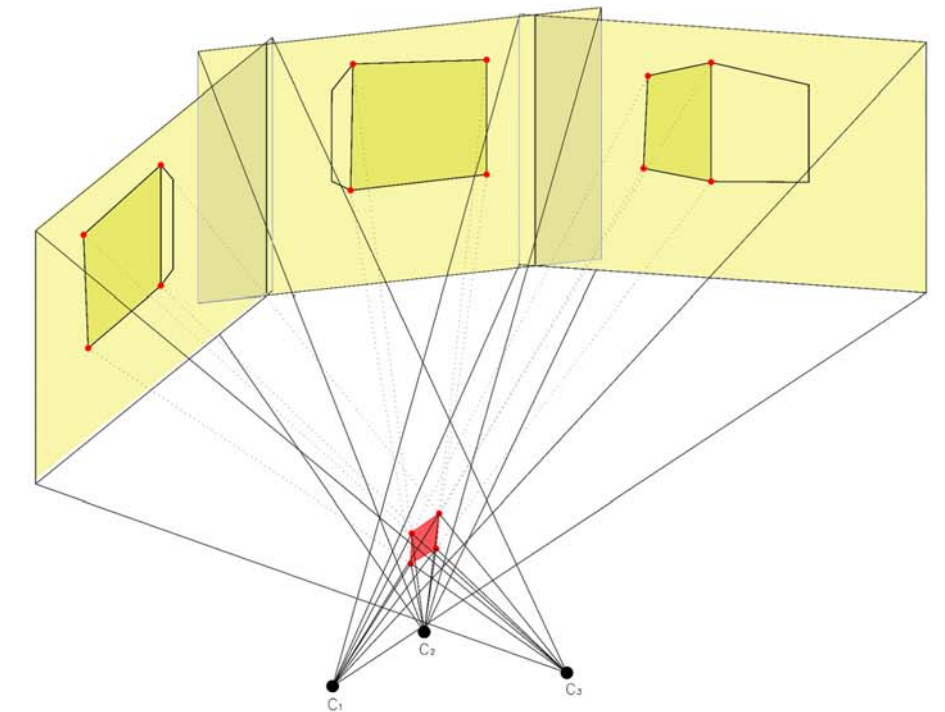
La necessità di partire da almeno 9 corrispondenze è determinata dal fatto che lavoriamo su uno spazio tridimensionale. Considerando che un piano è individuato da tre punti è logica conseguenza che uno spazio 3D venga individuato da 9 corrispondenze di punti omologhi, 3 per ciascun piano.



La proprietà geometrica alla quale fa riferimento la computer vision è quella del vincolo epipolare che permette di ridurre la ricerca delle corrispondenze da un piano ad una retta.



Infatti, se consideriamo che la proiezione di un punto appartenente ad un piano immagine genera una retta (retta epipolare) nel piano immagine dove giace il suo corrispondente possiamo ridurre la ricerca delle corrispondenze da un piano ad una retta.



Dopo aver scelto ed inserito le foto che riteniamo più adatte alla modellazione, attraverso la calibrazione si determina il modello geometrico delle camere fotografiche al momento dello scatto.

Questa operazione consente al sistema di stabilire l'orientamento interno (O.I.) e l'orientamento relativo (O.R.) delle immagini fotografiche.

L'operazione consiste nell'individuare una serie di corrispondenze di punti omologhi su un minimo di 2 immagini, tracciando dei raggi visivi (raggi epipolari) da ciascun punto di vista per lo stesso punto immagine (triangolazione).

Con l'indicazione di un sistema di riferimento (x,y,z) e l'inserimento di una misura reale, il sistema determina l'orientamento assoluto (O.A.) e quindi la messa in scala dell'oggetto. Individuato un numero sufficiente di corrispondenze tra punti (almeno 9), il software stabilisce le relazioni tra i centri ottici delle camere, i punti sulle immagini e le coordinate tridimensionali. In questo modo le camere sono calibrate, cioè è individuata la relazione tra le coordinate dell'immagine e le direzioni relative al centro ottico.

La calibrazione delle immagini viene poi integrata nella fase di modellazione inserendo ulteriori punti di controllo abitualmente scelti su punti significativi dell'oggetto da restituire, sui quali è possibile "appoggiare" le diverse parti che andranno a formare il modello completo.

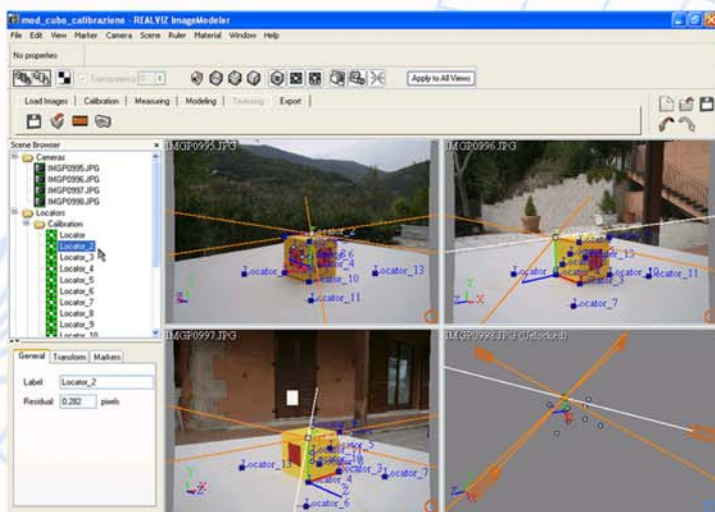
La restituzione del modello si può realizzare in tre diversi modi:

- utilizzando le primitive geometriche di cui il programma dispone
- costruendo facce poligonali
- costruendo curve e superfici parametriche

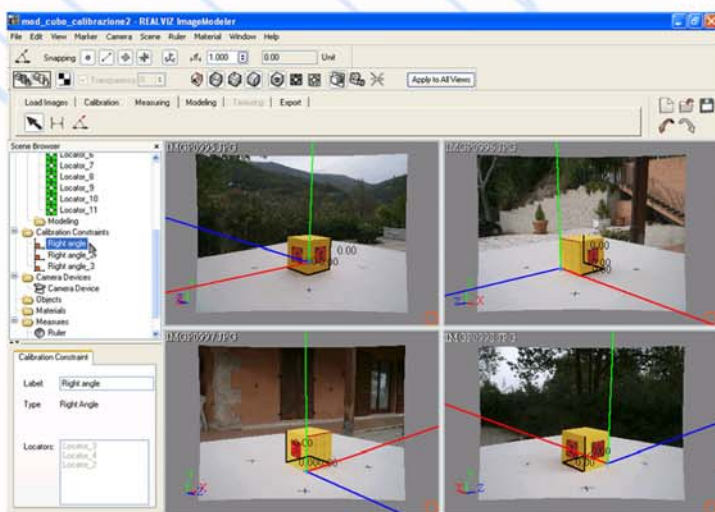
Uno dei vantaggi della tecnica della fotomodellazione è la possibilità di descrivere le superfici dell'oggetto fotografato (estrazione di textures). Infatti, una volta orientato il modello, ovvero terminata la calibrazione, si può connotarlo in quanto il software è in grado di ri-proiettare immagini fotografiche o porzioni di queste sul modello. Questo consente di restituire non solo l'oggetto ma anche i particolari e gli aspetti legati alle imperfezioni e allo stato di degrado del manufatto, cosa difficile da riprodurre con altri strumenti.

I FASE : CALIBRAZIONE

Individuazione delle corrispondenze e posizionamento dei locators

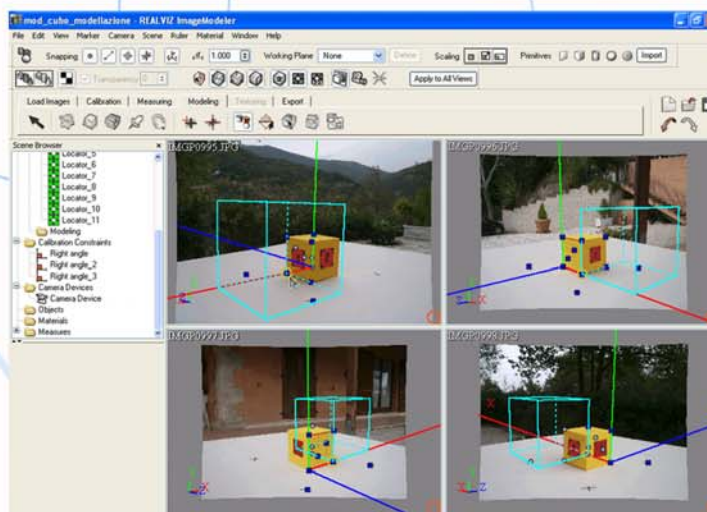


Indicazione degli eventuali angoli retti

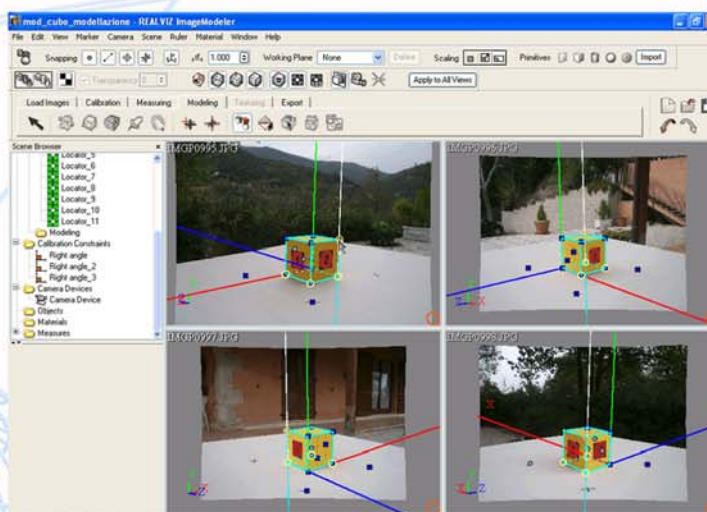


II FASE : MODELLAZIONE

Inserimento di una primitiva

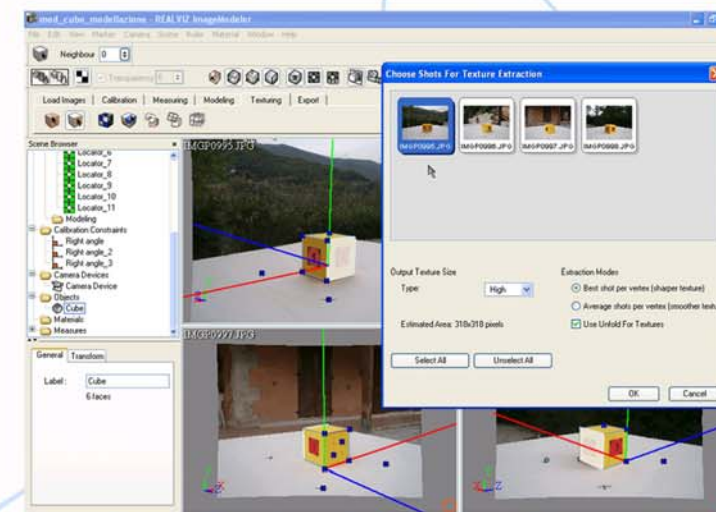


Adattamento della primitiva all'oggetto tramite i locators

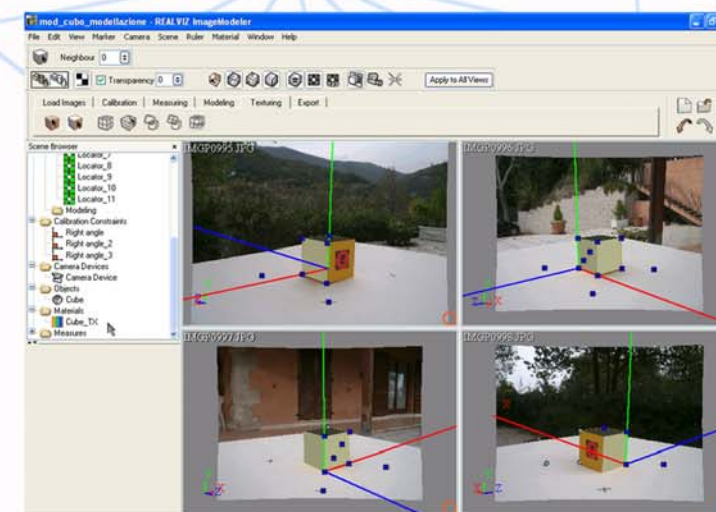


III FASE : TEXTURES

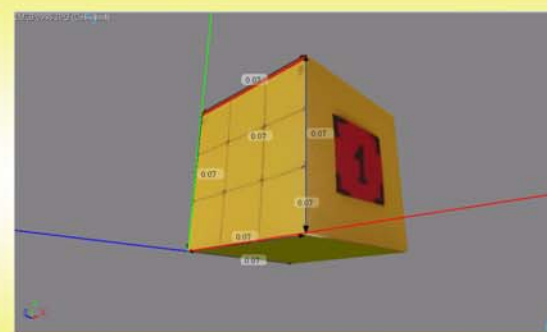
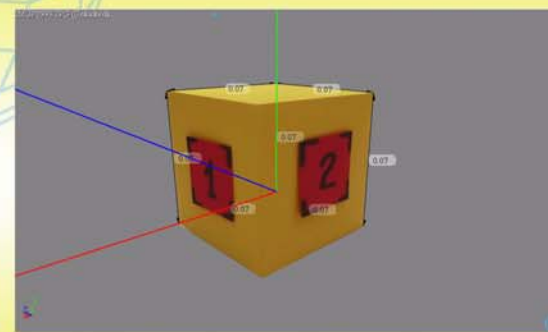
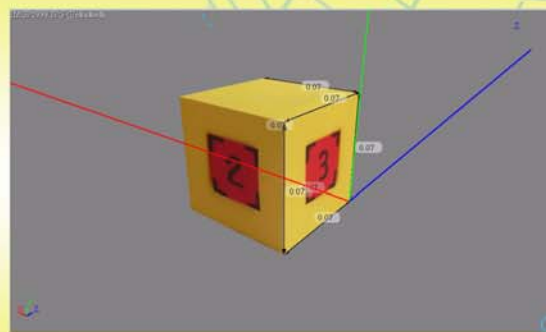
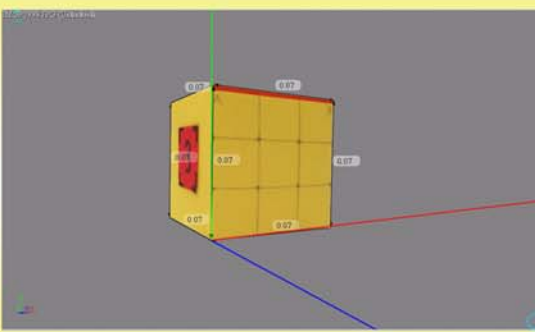
Selezione di una faccia e scelta della foto da cui estrarre la texture



Applicazione della texture



Restituzione del modello tridimensionale in scala



DATI NECESSARI - almeno una dimensione sugli assi principali

Procedimento - calibrazione delle camere e modellazione dell'oggetto tramite primitive geometriche e superfici tridimensionali

Risultato - modello tridimensionale realistico



General		Center	Rotation
X	0.927	-22.213	
Y	1.115	-30.184	
Z	1.625	1.388	
Focal Length	27.234	mm	
Distortion	0.143		
Pixel Ratio	1.000		
Principal Point	X: 0.500	Y: 0.500	



General		Center	Rotation
X	0.285	-19.567	
Y	1.036	1.220	
Z	2.246	0.875	
Focal Length	26.937	mm	
Distortion	0.143		
Pixel Ratio	1.000		
Principal Point	X: 0.500	Y: 0.500	

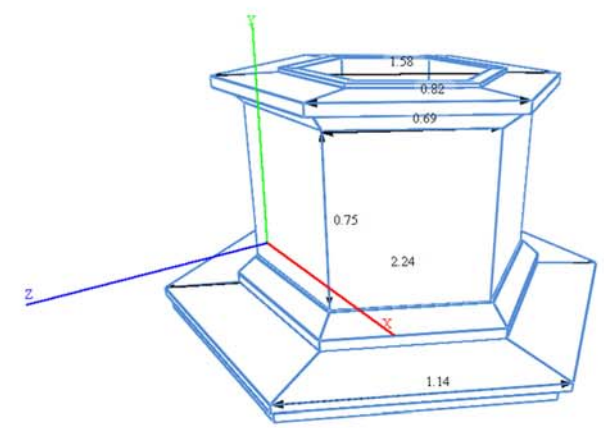
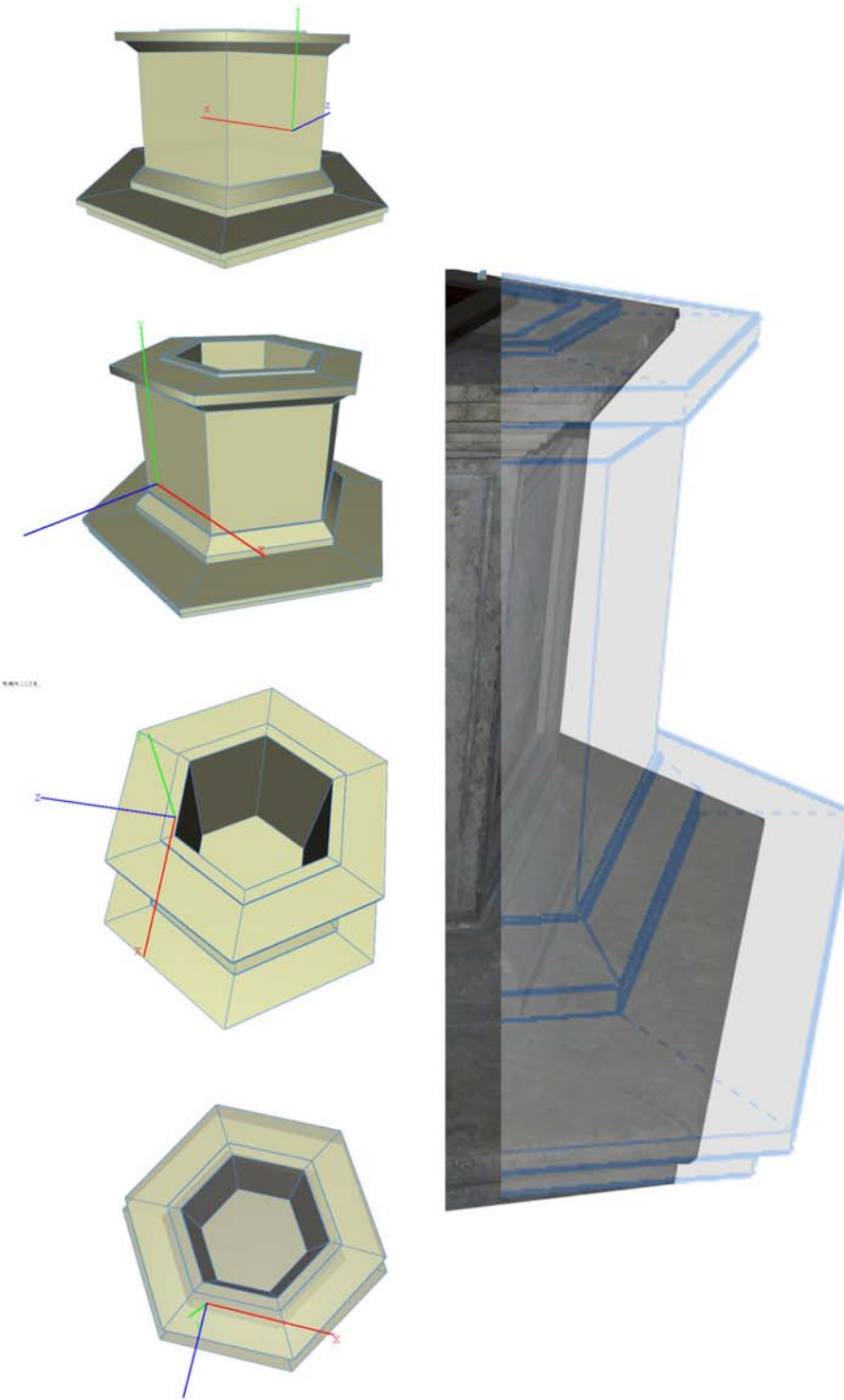
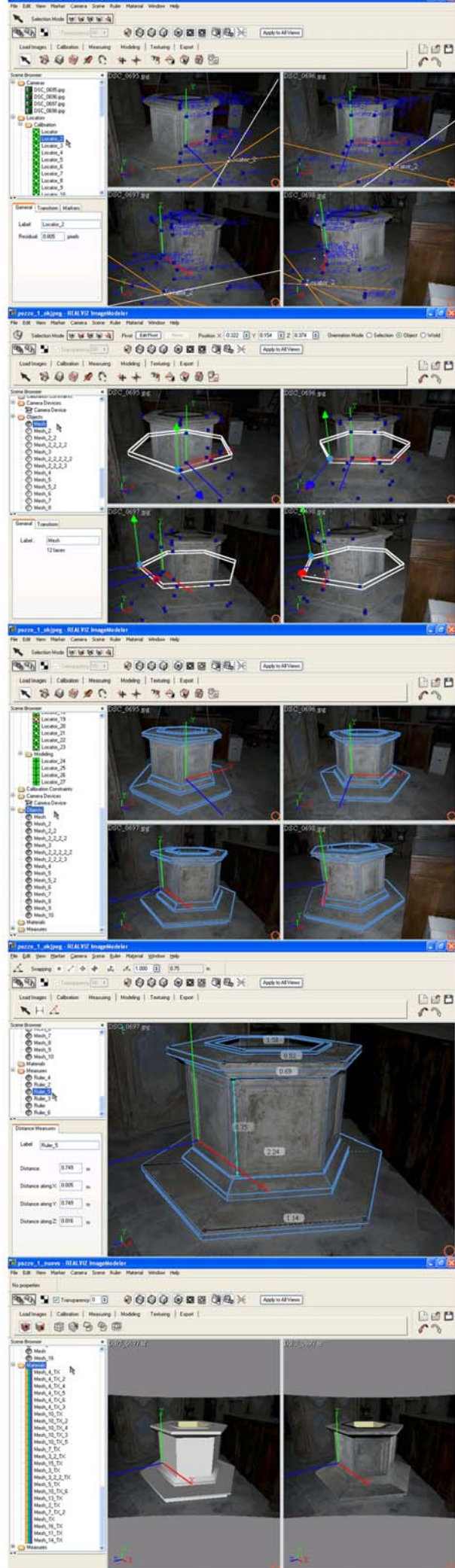
Calibrazione

Modellazione

Modellazione

Misurazione

Textures



Controllo sulla qualità delle misure (Δ = 0,5 cm)



General		Center	Rotation
X	2.360	-17.626	
Y	1.144	-30.639	
Z	1.180	4.247	
Focal Length	27.700	mm	
Distortion	0.143		
Pixel Ratio	1.000		
Principal Point	X: 0.500	Y: 0.500	



General		Center	Rotation
X	2.803	-17.696	
Y	1.140	-26.474	
Z	0.260	5.417	
Focal Length	27.303	mm	
Distortion	0.143		
Pixel Ratio	1.000		
Principal Point	X: 0.500	Y: 0.500	



Centro		Rotazione	
X	17.507	X	14.887
Y	22.330	Y	17.972
Z	23.214	Z	21.794
FocusLength	24.488	Distortion	0.000
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500



Centro		Rotazione	
X	17.507	X	14.887
Y	22.330	Y	17.972
Z	23.214	Z	21.794
FocusLength	24.488	Distortion	0.000
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500

Il software consente di orientare (calibrare) spazi ampi e di pervenire anche ad una restituzione/modellazione di questi nel dettaglio. Ciò implica, però, l'uso di molteplici riprese fotografiche ad alta risoluzione e questo richiede un impegno di attrezzature hardware e fotografiche ad alto contenuto tecnologico, quindi costose. L'obiettivo della sperimentazione era invece quello di testare il software a disposizione verificandone i risultati oltre che nelle capacità restitutive anche in quelle metriche, con attrezzature hardware e fotografiche di costo particolarmente contenuto e di uso comune.



Centro		Rotazione	
X	12.348	X	17.507
Y	23.054	Y	22.787
Z	23.065	Z	17.833
FocusLength	22.273	Distortion	0.193
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500



Centro		Rotazione	
X	12.348	X	17.507
Y	23.054	Y	22.787
Z	23.065	Z	17.833
FocusLength	22.273	Distortion	0.193
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500



Centro		Rotazione	
X	12.348	X	17.507
Y	23.054	Y	22.787
Z	23.065	Z	17.833
FocusLength	22.273	Distortion	0.193
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500

Abbiamo concentrato la nostra attenzione su un angolo del chiostro, utilizzando strumenti economici e di medio contenuto tecnologico. Per il rilievo fotografico si è utilizzata una fotocamera digitale amatoriale PENTAX OPTIO con 5 Mp di risoluzione e per la restituzione un PC portatile IBM T43 con un processore Intel (R) Pentium (R)M da 2.00 GHz e una scheda videoMobile Intel (R) 915 GM/GMS. I risultati ottenuti, sia dal punto di vista della modellazione che da quello della tolleranza dell'errore di misurazione ($\Delta = 0,5-1$ cm) sono stati più che soddisfacenti, dimostrando l'applicabilità del software di studio anche con risorse ed attrezzature definibili di uso comune.



Centro		Rotazione	
X	11.257	X	23.022
Y	24.403	Y	23.128
Z	24.474	Z	23.476
FocusLength	25.363	Distortion	0.000
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500



Centro		Rotazione	
X	11.257	X	23.022
Y	24.403	Y	23.128
Z	24.474	Z	23.476
FocusLength	25.363	Distortion	0.000
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500



Centro		Rotazione	
X	6.346	X	12.095
Y	11.129	Y	22.098
Z	17.034	Z	17.845
FocusLength	22.175	Distortion	0.193
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500



Centro		Rotazione	
X	6.346	X	12.095
Y	11.129	Y	22.098
Z	17.034	Z	17.845
FocusLength	22.175	Distortion	0.193
FieldRate	1.000	PrincipalPoint X	0.500
		PrincipalPoint Y	0.500

Calibrazione

Modellazione

Misurazione

Texture

