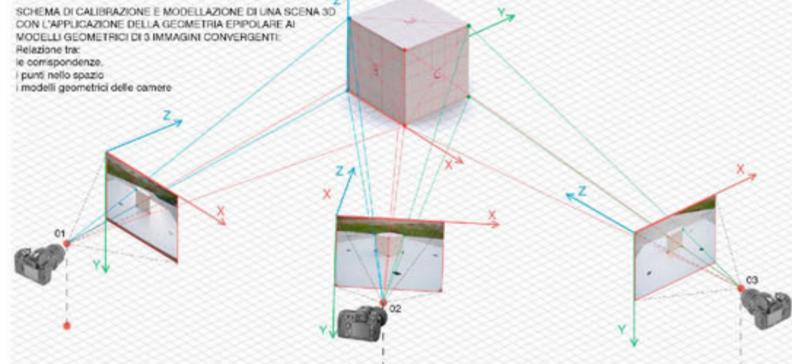
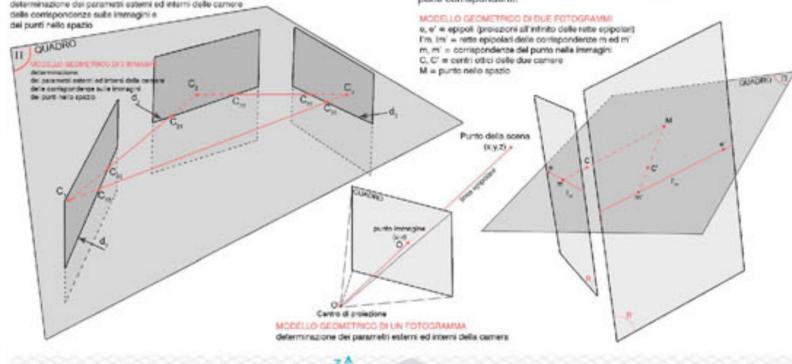
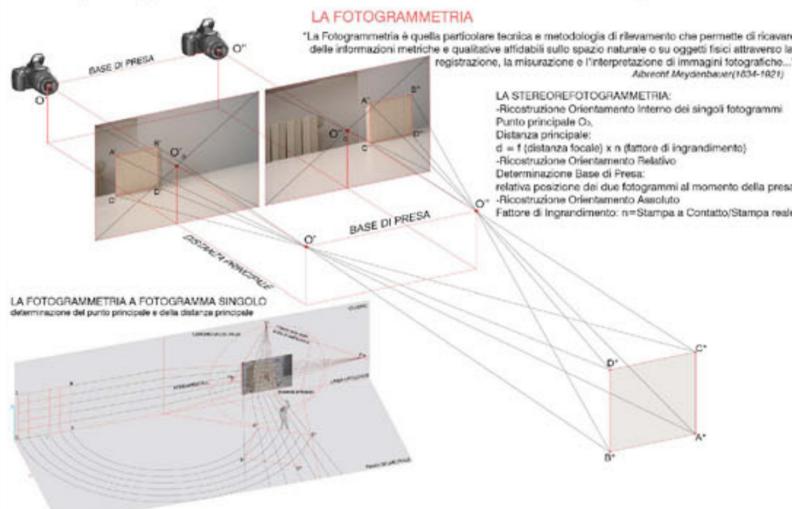
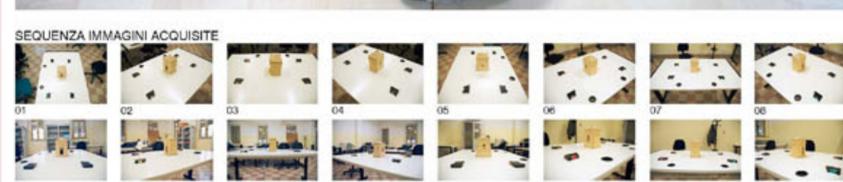
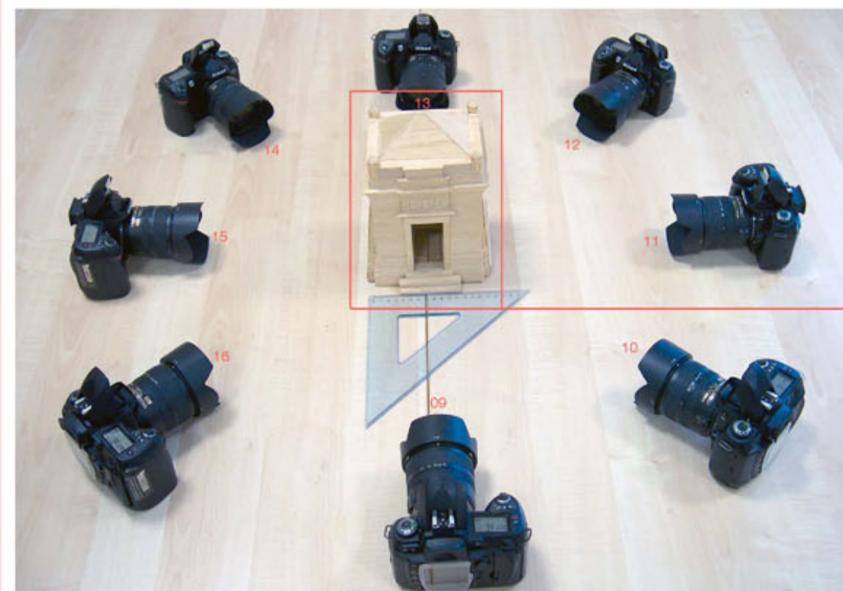


LA CAMERA OSCURA di Albrecht Dürer (1471-1528). Pittore, incisore, matematico. La fotografia riveste un ruolo importante nella documentazione architettonica, sia come strumento ausiliario alle operazioni di rilievo, sia come insieme di dati e completamento dei grafici di rilievo. La luce è elemento fondamentale e necessario per poter produrre una buona fotografia di architettura, che possa far leggere in maniera adeguata i dettagli esistenti.



FOTOMODELLAZIONE
 Tecnica di restituzione basata sulle immagini

APPLICAZIONE DIDATTICA AL PLASTICO DI UNA CAPPELLA
 Nella fase preliminare si è voluto verificare la fattibilità tecnica della fotomodelazione; per questo motivo si è deciso di scegliere, come caso studio iniziale, un'applicazione didattica al plastico in scala di una cappella del cimitero di Ascoli Piceno. La semplicità dell'oggetto ha permesso di effettuare in laboratorio una serie di prese fotografiche "convergenti" attorno ad esso, e in questo caso sono state scattate 16 foto; questo numero non va preso come range fisso del software, ma il numero delle foto dipende dalla volontà dell'operatore di descrivere l'oggetto. Aumentare il numero di foto significa sì, incrementare la complessità della scena, ma nello stesso momento determina un maggiore livello di approfondimento, senza trascurare dettagli e zone d'ombra che inevitabilmente si possono venire a creare con un numero ridotto di foto.



F.A.Q.

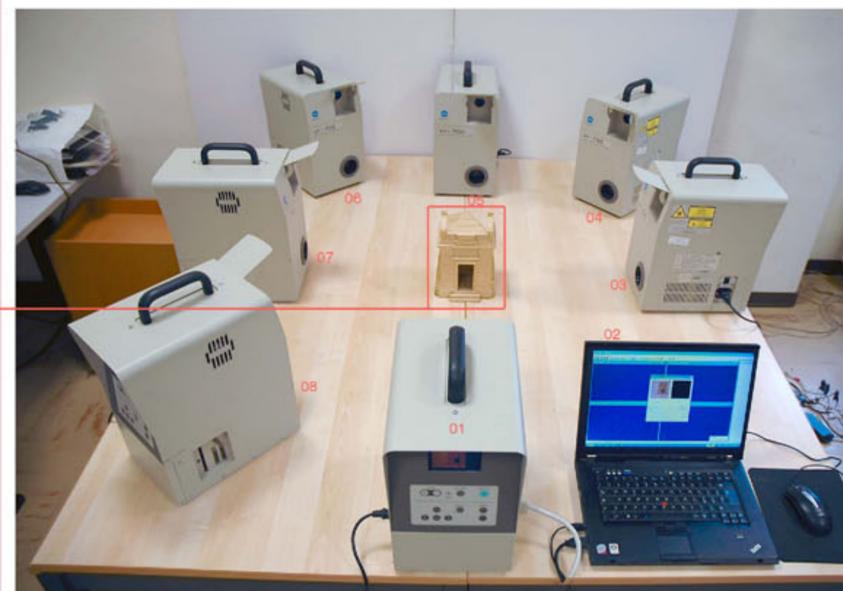
CHE TIPO DI TECNOLOGIA?
 è una tecnologia facilmente accessibile a livello economico che permette di ottenere risultati discreti anche con l'utilizzo di apparecchiature digitali non professionali (fotocamera reflex) e quindi con caratteristiche limitate (fotocamera compatta). Ovviamente le diverse caratteristiche degli apparecchi fotografici, influenzeranno non solo la localizzazione dei punti corrispondenti, ma anche la fase di estrazione delle texture applicate al modello. Inoltre è una pratica speditiva, che semplifica le operazioni di rilievo durante la fase di "campagna", attraverso lo scatto di fotografie convergenti rispetto all'oggetto che si desidera rilevare, e la determinazione di una sola misura di riferimento.

CHE TIPO DI APPLICAZIONE?
 Rilievo di modellini elementari, di dettagli architettonici, di edifici, di volumetrie urbane...

CHE TIPO DI PRECISIONE?
 La precisione dipende principalmente dalle caratteristiche dell'apparecchio fotografico digitale (obiettivo e risoluzione)

CHE TIPO DI LIMITI?
 Non è applicabile ad oggetti e forme che presentano una continuità di superficie. Notevole capacità di discretizzazione di oggetti che presentano discontinuità nella forma e nella texture; quindi una tecnologia digitale molto performante se applicata all'architettura storica

CHE TIPO DI RISULTATO?
 Dalla tecnica di fotomodelazione si ottiene come risultato un modello virtuale composto da una superficie poligonale al quale sono applicate le texture reali estratte dalle rispettive immagini



F.A.Q.

CHE TIPO DI TECNOLOGIA?
 è una tecnologia poco accessibile sia al pubblico che al privato, perché ha bisogno di una strumentazione "scanner laser" che ha attualmente un costo elevato. Il problema principale di questa tecnica è il trattamento dei dati acquisiti e registrati attraverso una nuvola di punti che non discretizza adeguatamente il modello. Essi sarebbero inutili se non riusciamo a controllarli per ottenere da essi delle valide informazioni.

CHE TIPO DI APPLICAZIONE?
 Rilievo di modellini elementari, di modanature, di sculture, di statue di resti archeologici...

CHE TIPO DI PRECISIONE?
 La precisione dipende principalmente dalle caratteristiche del CCD e dalla risoluzione della camera integrata

CHE TIPO DI LIMITI?
 è applicabile ad oggetti e forme che presentano una continuità di superficie; molto performante se applicata ad elementi singolarmente scomponibili e limitati (es. statue, fregi...)

CHE TIPO DI RISULTATO?
 Il risultato che si ottiene dalla tecnica di acquisizione tramite scansione laser 3d, non è un modello ma una nuvola di punti, alla quale lo scanner applica delle textures. Quindi con questa tecnica abbiamo solo dati dai quali dobbiamo ottenere delle informazioni (es. l'estrazione dei profili per verificare l'andamento delle sezioni...).

CASO STUDIO

FASE 1: ESPERIMENTO IN LABORATORIO

CATEGORIA: ARCHITETTURA

OGGETTO: IL PLASTICO È UN OGGETTO ISOLABILE FACILMENTE ACCESSIBILE CHE PERMETTE RIPRESE CONVERGENTI RISPETTO AD ESSO

DIMENSIONE: LIMITATA

TIPO DI RIPRESA: RIPRESA CONVERGENTE A 360°

CONCLUSIONI: PER VERIFICARE LA REALE FATTIBILITÀ DELLE TECNICHE DI RILIEVO ANALIZZATE SI È DECISO DI EFFETTUARE LA SPERIMENTAZIONE, ATTRAVERSO L'APPLICAZIONE AD UN SEMPLICE MODELLO DI UNA CAPPELLA FUNERARIA, DATA LA SUA GESTIBILITÀ ED ISOLABILITÀ. NONOSTANTE LE RIDOTTE DIMENSIONI DEL PLASTICO È STATO POSSIBILE VALUTARE I LIMITI E LE CAPACITÀ APPLICATIVE. SIA PER QUANTO RIGUARDA L'ASPETTO DELLA SPECIFICITÀ DI RILIEVO E DELLA RESTITUZIONE GRAFICA DELL'ARCHITETTURA



FASE 2: TRASPOSIZIONE IN ARCHITETTURA

CATEGORIA: DALL'ARCHITETTURA ALLA SCULTURA

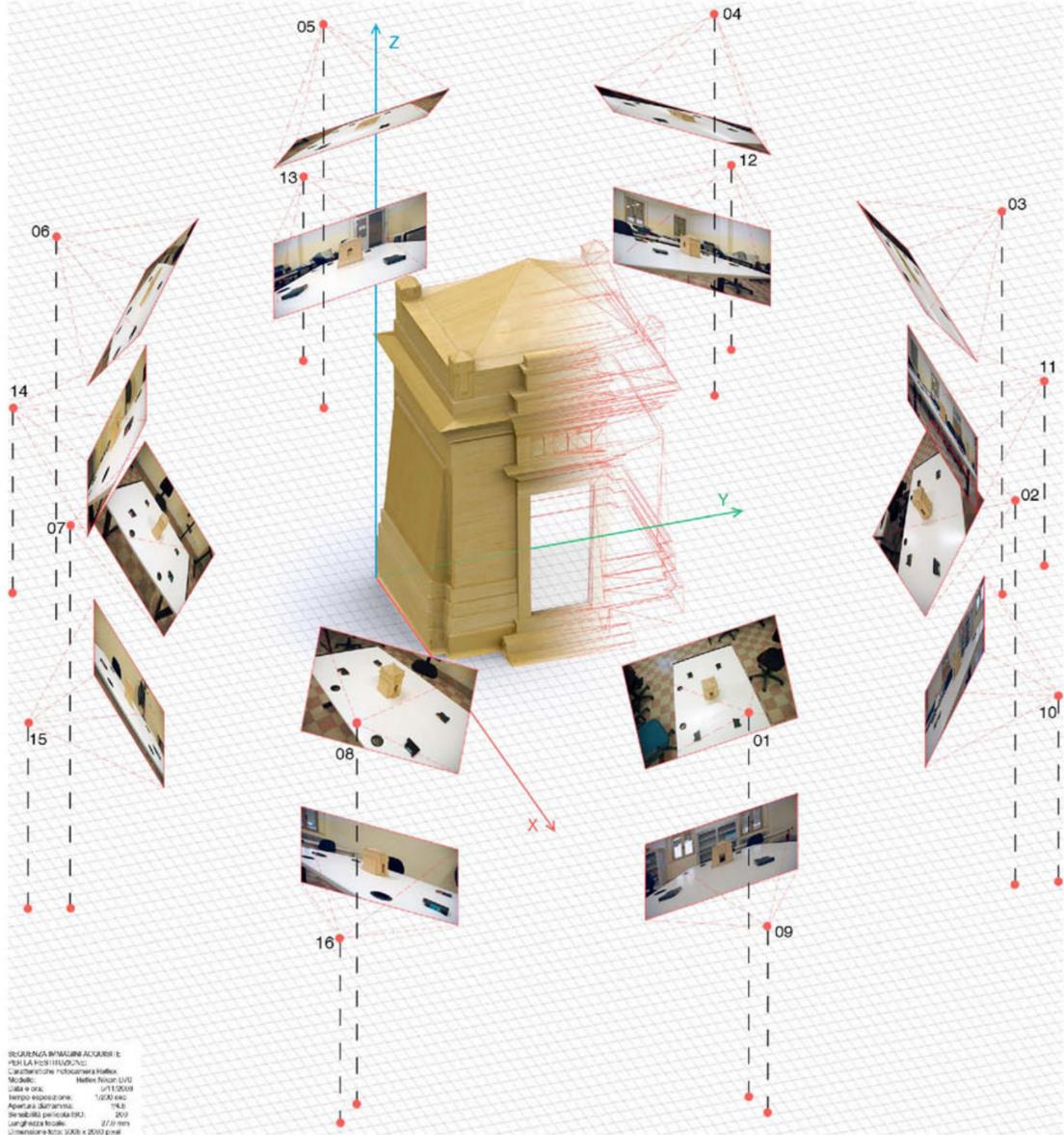
OGGETTO: APPLICAZIONE SULL'ARCHITETTURA STORICA CHIOSTRO MAGGIORE DELL'ANNUNZIATA

DIMENSIONE: VARIABILE

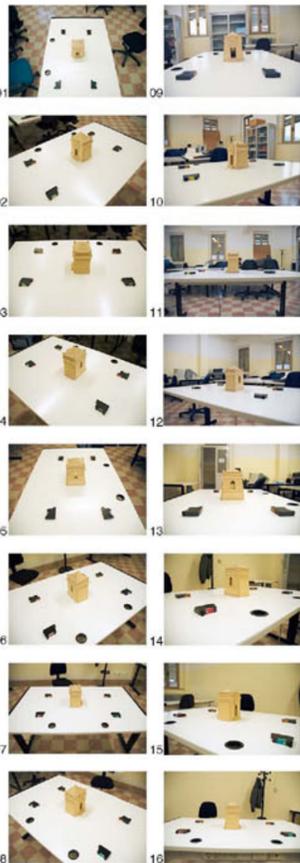
TIPO DI RIPRESA: RIPRESE MISTE

CONCLUSIONI: LA PROGETTAZIONE DEL "CASO STUDIO" HA COME FINE QUELLO DI VALUTARE LE REALI CONDIZIONI CRITICHE DI APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DIGITALI ANALIZZATE. PER QUESTO MOTIVO SI È DECISO DI INSERIRE ALL'INTERNO DI UNO SPAZIO ARCHITETTONICO INTERCLUSO, COME IL CHIOSTRO MAGGIORE DELL'ANNUNZIATA, LA FONTANA DEL CASTELLANO. IN QUESTA MANIERA SI È POTUTO METTERE A CONFRONTO CONTEMPORANEAMENTE LE RISPETTIVE TECNICHE DI FOTOMODELLAZIONE E DI SCANSIONE LASER. QUESTO A DIMOSTRAZIONE DI COME LE DUE TECNICHE APPARENTEMENTE DIFFERENTI, SI POSSANO COMPENSARE A VICENDA, PER OVVIARE AI LORO LIMITI APPLICATIVI. SI È DOVUTO GESTIRE UNA SCENA VIRTUALE COMPLESSA, NON SOLO PER L'ELEVATO NUMERO DI FOTOGRAFIE ACQUISITE PER LA FOTORESTITUZIONE, MA ANCHE PER LA PRESENZA DI ELEMENTI "SCOMPONIBILI" CHE VARIANO DALL'ARCHITETTURA ALLA SCULTURA. ESSI SONO STATI OGGETTO DI ULTERIORI APPROFONDIMENTI DATA LA LORO DIVERSA NATURA ATTRAVERSO DELLE SINGOLE RIPRESE CONVERGENTI; NOTIAMO INFATTI LA PRESENZA DI DUE DISTINTI ORDINI ARCHITETTONICI, DI VOLTE A CROCIERA, DI CAPRIATE, FINO AD ARRIVARE AD OGGETTI DI CONFINE CON LA SCULTURA. QUALI LA GEOMETRIA CONCAVO/CONVEXA DELLA FONTANA E IL PUTTO DIFFICILMENTE DISCRETIZZABILE, IL QUALE HA RESO NECESSARIA UNA SERIE DI ACQUISIZIONI DI NUVOLE DI PUNTI TRAMITE SCANNER LASER.

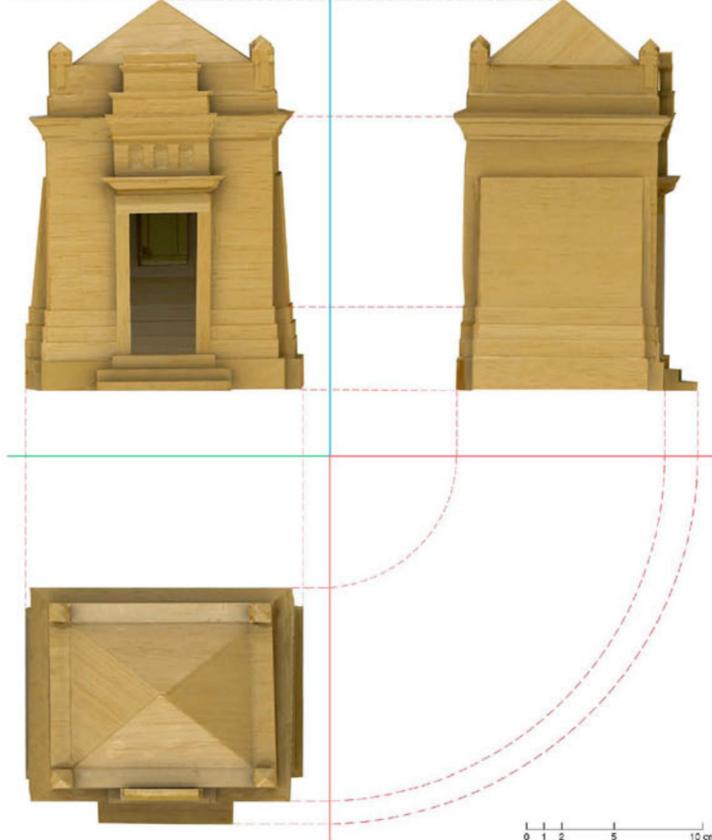




RICORRENZA BIMBALE ACCURSI E PER LA RESTITUZIONE
 Carlo Bertoni, Roberto Basso, Marco
 Mollino, Helmut Jahn, Ugo
 La Pietra, Carlo Scarpa
 tempo disposizione: 1983
 apertura d'arrampicata: 2003
 materiali principali: ferro,
 legno, gesso, travertino, 27/27 mm
 dimensioni foto: 3000 x 2000 pixel



PROIEZIONE ORTOGONALE

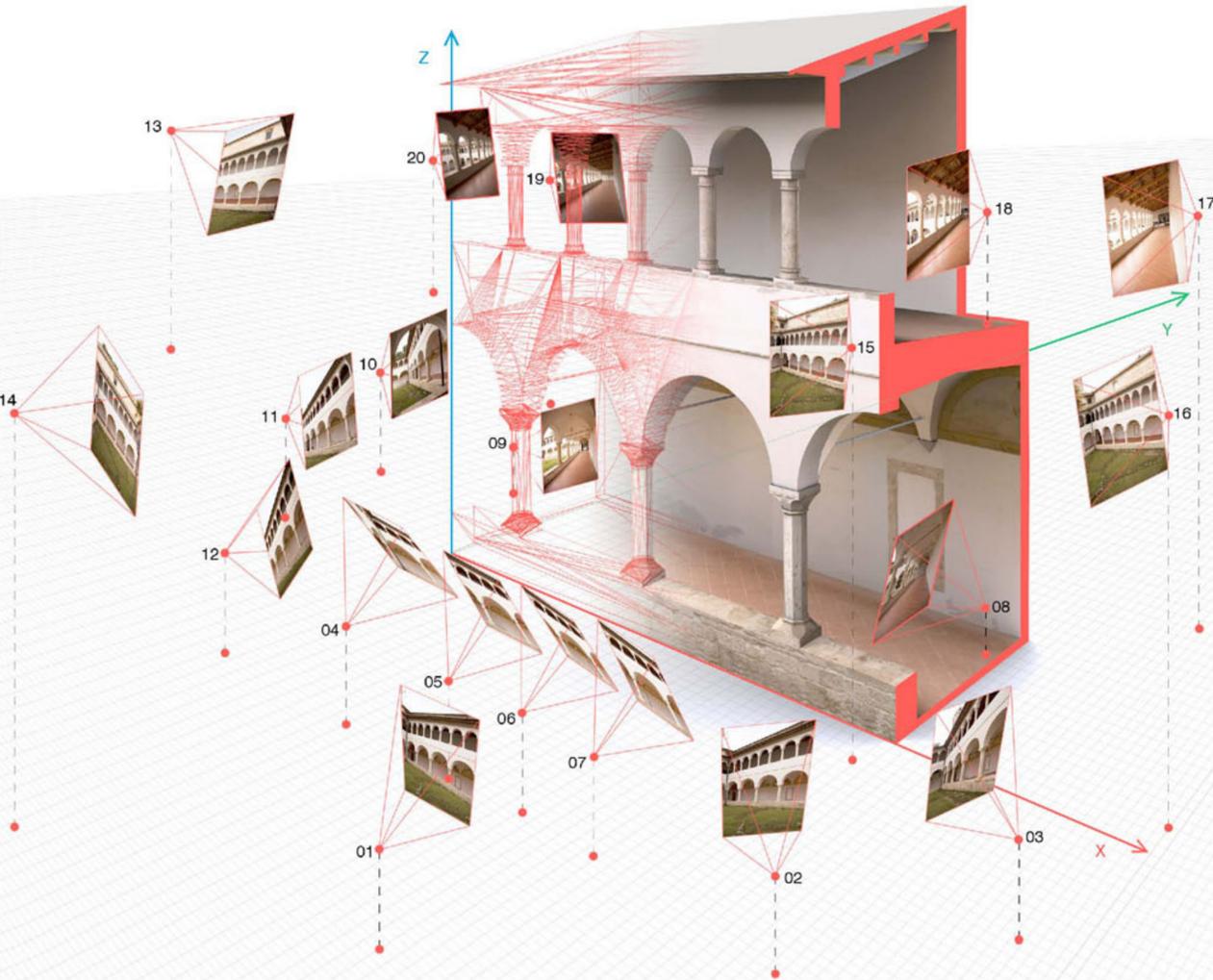


Tutti i software per la FOTOMODELLAZIONE sfruttano la stessa TECNOLOGIA DI RESTITUZIONE BASATA SULLE IMMAGINI. Una volta selezionate le fotografie da utilizzare si passa alla CALIBRAZIONE della scena con la quale si intende il processo di ricostruzione degli orientamenti interni e relativi, attraverso l'individuazione delle corrispondenze tra le immagini. Sicuramente la maggiore capacità di calcolo degli strumenti digitali, semplifica la risoluzione delle eccessive incognite all'interno dei complessi sistemi algebrici; ma dal punto di vista teorico non vi è un'innovazione, ma parliamo semplicemente di un'applicazione informatica basata sui principi della fotogrammetria classica. La vera novità di questa tecnologia digitale è la MODELLOZIONE sulla FOTO, con la realizzazione di modelli geometrici, attraverso operazioni di estrusione progressiva,



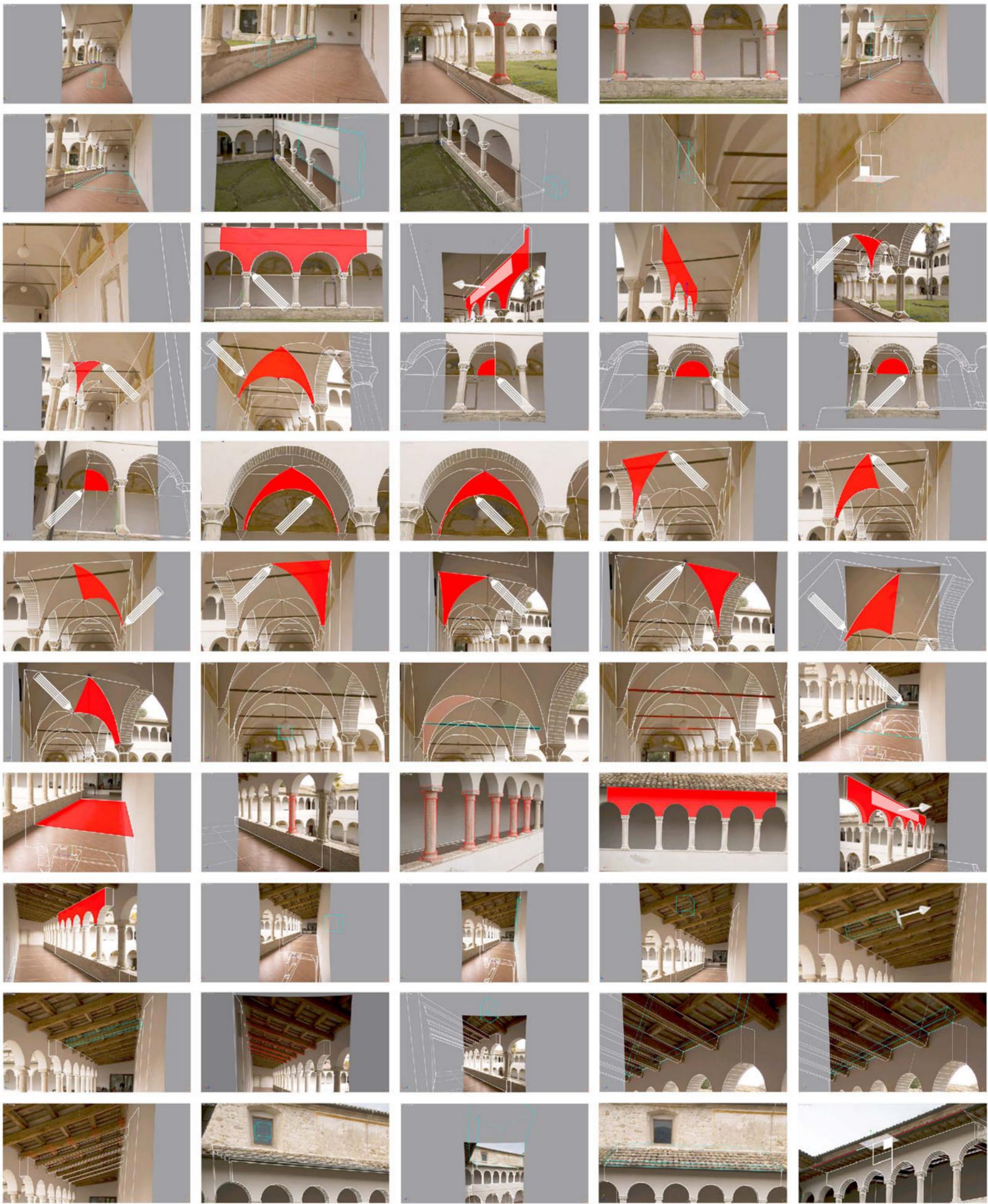
di rastremazione e di scalatura dei poligoni, appoggiandosi direttamente sulle foto, quindi parliamo di una tecnica che si differenzia dalla classica elaborazione di modelli tridimensionali che avviene per esempio in un ambiente cad, dove la generazione del modello si basa su piante e sezioni. La tecnica di MODELLOZIONE POLIGONALE è molto utilizzata soprattutto nell'ambito del disegno industriale, dove si è sviluppata maggiormente data la forte richiesta di strumenti speditivi ed economici per l'acquisizione e la digitalizzazione tridimensionale. All'interno dell'interfaccia virtuale sono caricate delle primitive geometriche (piano, parallelepipedo, cilindro, sfera...) che permettono di discretizzare la geometria dell'oggetto in questione. L'altra importante funzione applicativa è la capacità di estrarre le TEXTURES dalle singole superfici del modello.



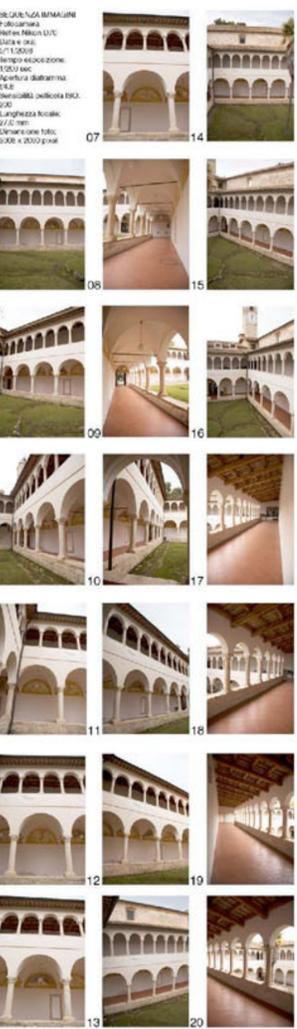
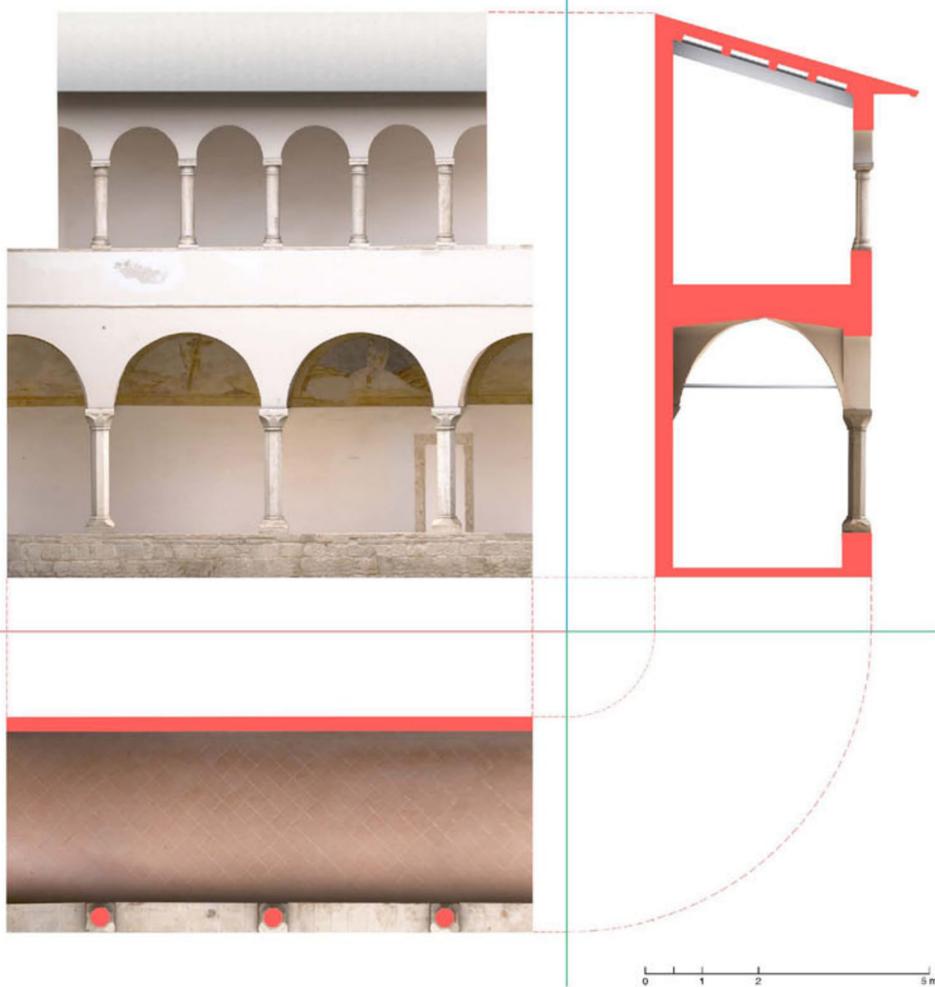


Per dimostrare le condizioni estreme di impiego della fotomodellazione si è deciso di trasporre la tecnologia, che abbiamo precedentemente trattato attraverso un'applicazione didattica, in un ambiente di architettura reale. In base alle considerazioni fatte rispetto alle capacità performanti dello strumento si è scelto come caso studio l'architettura storica del Chiostro dell'Annunziata, dove sono presenti sia elementi geometricamente definiti (muri, soffi, capriate, copertura), sia forme irregolari (volte a crociera). Le sequenze di seguito riportate hanno il compito di descrivere le principali operazioni effettuate nel processo di fotorestituzione dell'architettura, all'interno della scena virtuale, che nella maggior parte dei casi è stata discretizzata tramite primitive geometriche elementari

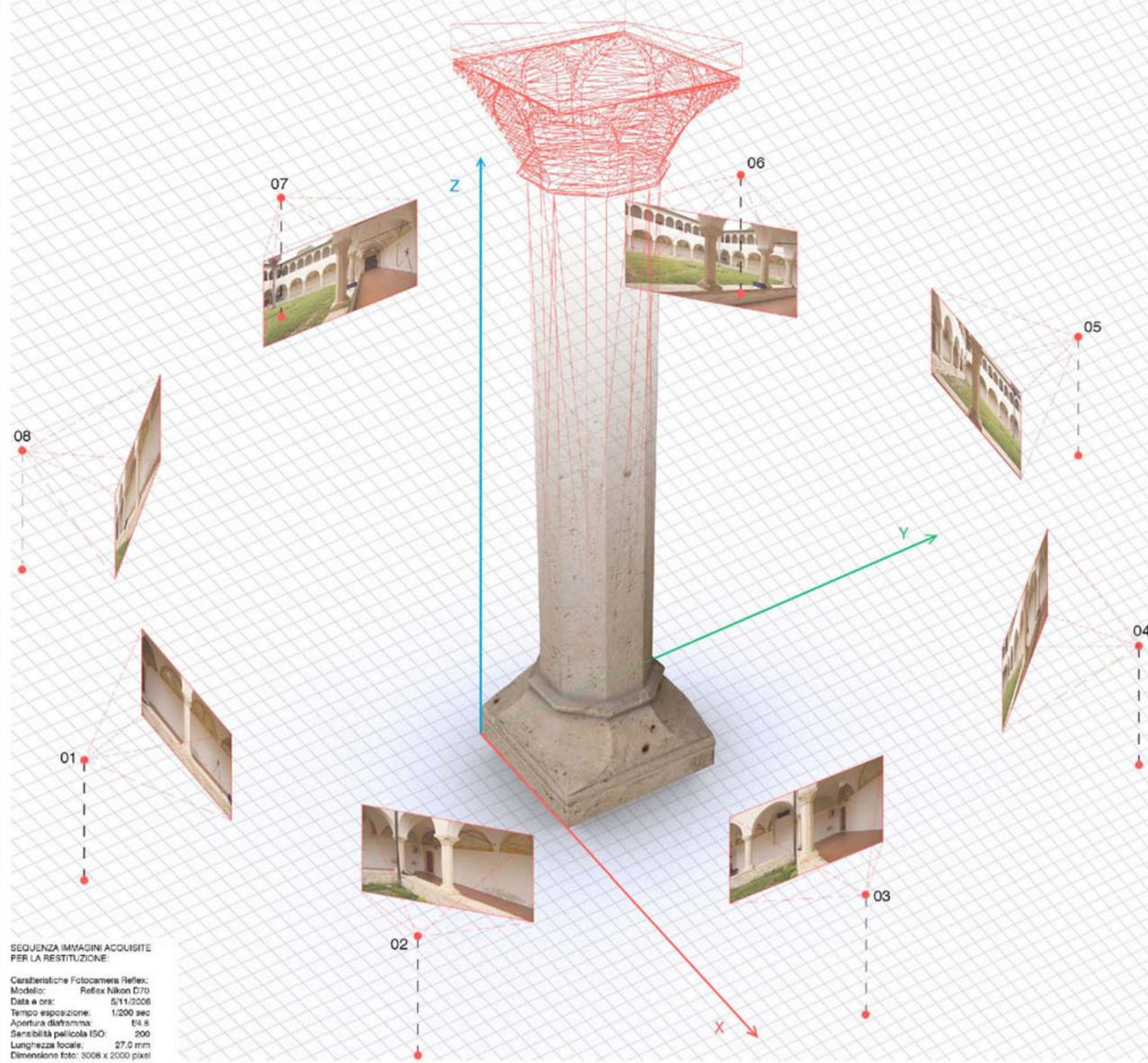
Per gestire adeguatamente la scena architettonica si è deciso di trattare separatamente i due ordini architettonici, senza così andare ad aumentare il numero dei fotogrammi e complicare ulteriormente la fase di calibrazione. Sia l'ordine inferiore (colonna cattedrale) che l'ordine superiore (colonna circolare) sono stati oggetto di due distinti approfondimenti; una volta realizzato il modello in maniera isolata, lo si è poi importato all'interno della scena virtuale. Un pensiero a parte è stato fatto per restituire la volte a crociera; per loro natura esse non sono geometrie discretizzabili da primitive elementari, e per questo motivo sono state disegnate direttamente sulle foto, con l'ausilio di markers che ne hanno facilitato la definizione dei profili delle unghie e dei fusi.



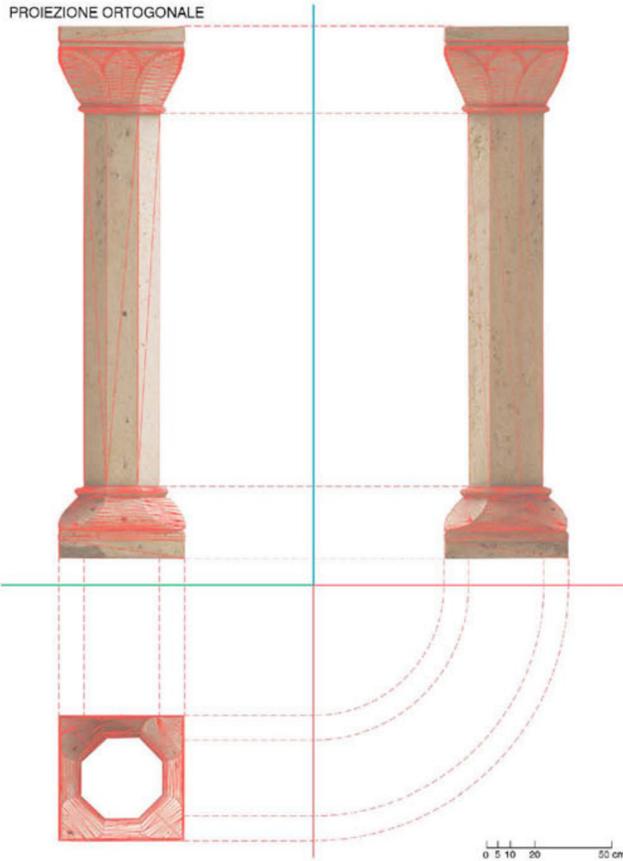
PROIEZIONE ORTOGONALE



SEGNATURA BIMBALE
 Pubblicata nel
 Mese/Mese (M/M)
 Data e ora:
 2/11/2008
 Tempo esecuzione:
 13:50 sec.
 Apertura Dall'Altra
 0.42
 Spessore della DSC:
 200
 Lunghezza focale:
 28.2 mm
 Dimensione foto:
 3008 x 2000 pixel



SEQUENZA IMMAGINI ACQUISITE PER LA RESTITUZIONE:
 Caratteristiche Fotocamera Reflex:
 Modello: Reflex Nikon D70
 Data e ora: 5/11/2008
 Tempo esposizione: 1/200 sec
 Apertura diaframma: f/4.5
 Sensibilità pellicola ISO: 200
 Lunghezza focale: 27.0 mm
 Dimensione foto: 3008 x 2000 pixel



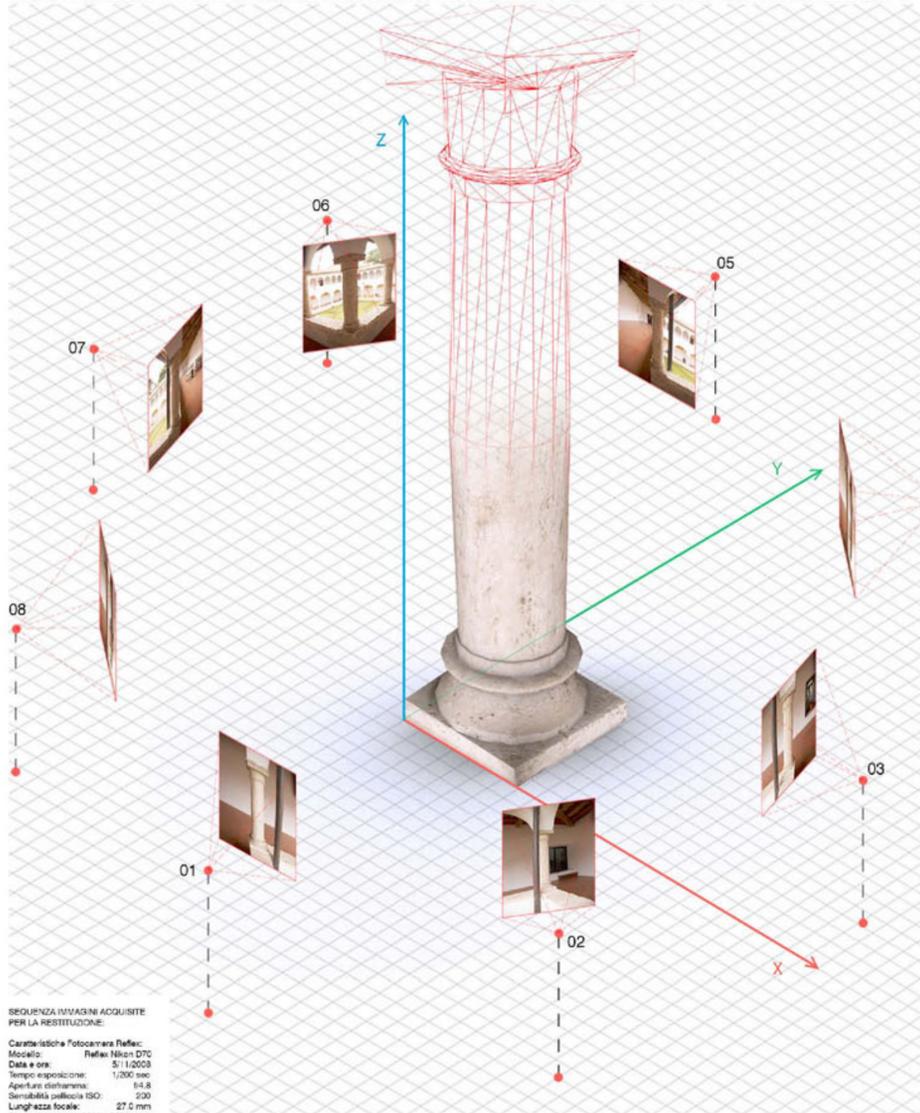
La fotomodellazione non deve essere intesa come una tecnica 'passiva' di rilievo che ha il mero scopo di riprodurre fedelmente il reale per trasformarlo in virtuale, ma deve essere trattata come una pratica integrativa ai tradizionali metodi di rilievo come le proiezioni ortogonali e che possa aiutare l'operatore nella comprensione e nella successiva restituzione grafica. Per quanto riguarda l'approfondimento dell'ordine architettonico inferiore l'applicazione della tecnica di fotoregistrazione è stata facilitata dalla collocazione della colonna ottagonale al piano terra, la quale ha permesso di effettuare delle riprese convergenti. Un pensiero iniziale di comprensione della colonna è stata la sua scomposizione in tre sottoelementi e rispettivamente in base, fusto e capitello.



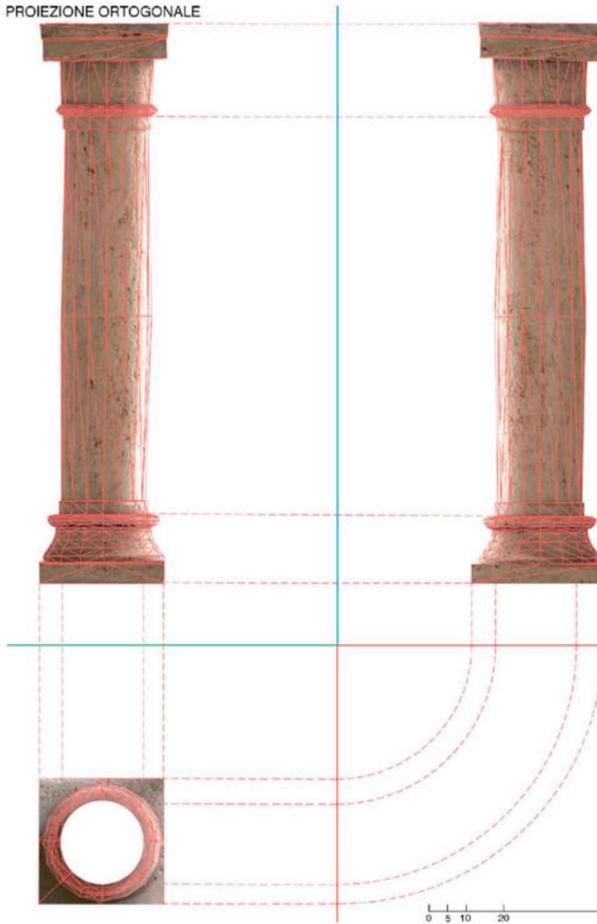
Tale distinzione ha permesso una preliminare e grossolana fase di restituzione grazie anche alla presenza all'interno del software di librerie che contengono una serie di primitive geometriche poligonali che consentono una speditiva discretizzazione della colonna a partire dalla base (parallelepipedo) passando per il fusto (prisma ottagonale) fino ad arrivare al capitello (parallelepipedo). La modellazione poligonale ha permesso di assecondare la geometria, le modanature, e le naturali imperfezioni insite nel manufatto attraverso operazioni progressive di estrusione, rastremazione e scalatura, mentre per le superfici curvilinee, non discretizzabili da primitive geometriche (foglie della base e del capitello) sono state restituite disegnando direttamente sulla foto.



RAPPRESENTAZIONE DELLA SCENA VIRTUALE COMPOSTA DALL'OGGETTO DA RESTITUIRE CON I VARI PUNTI DI VISTA DELLE CAMERE



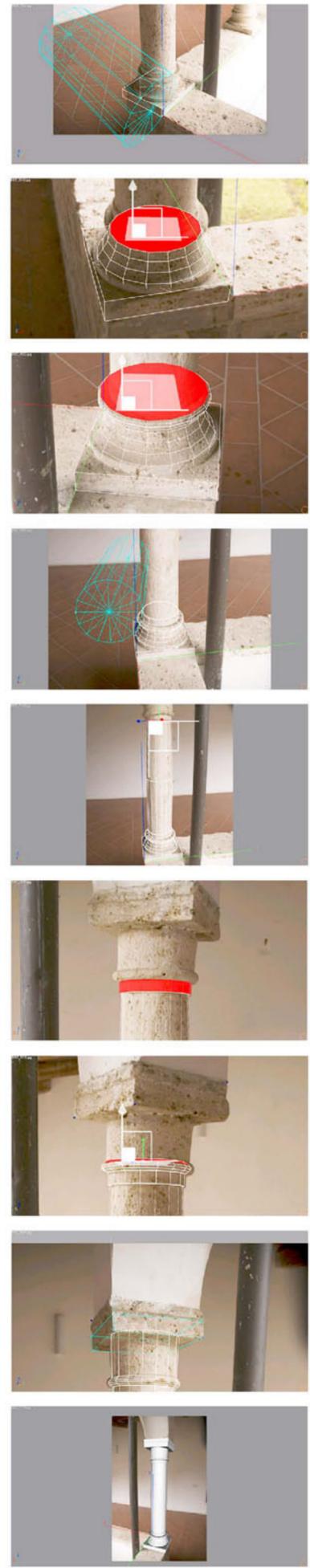
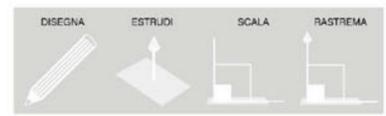
SEQUENZA IMMAGINI ACQUISITE PER LA RESTITUZIONE:
 Caratteristiche Fotocamera Reflex:
 Modello: Reflex Nikon D7C
 Data e ora: 5/11/2008
 Tempo esposizione: 1/200 sec
 Apertura diaframma: f/4.8
 Sensibilità pellicola ISO: 200
 Lunghezza focale: 27.0 mm
 Dimensione foto: 2000 x 2000 pixel

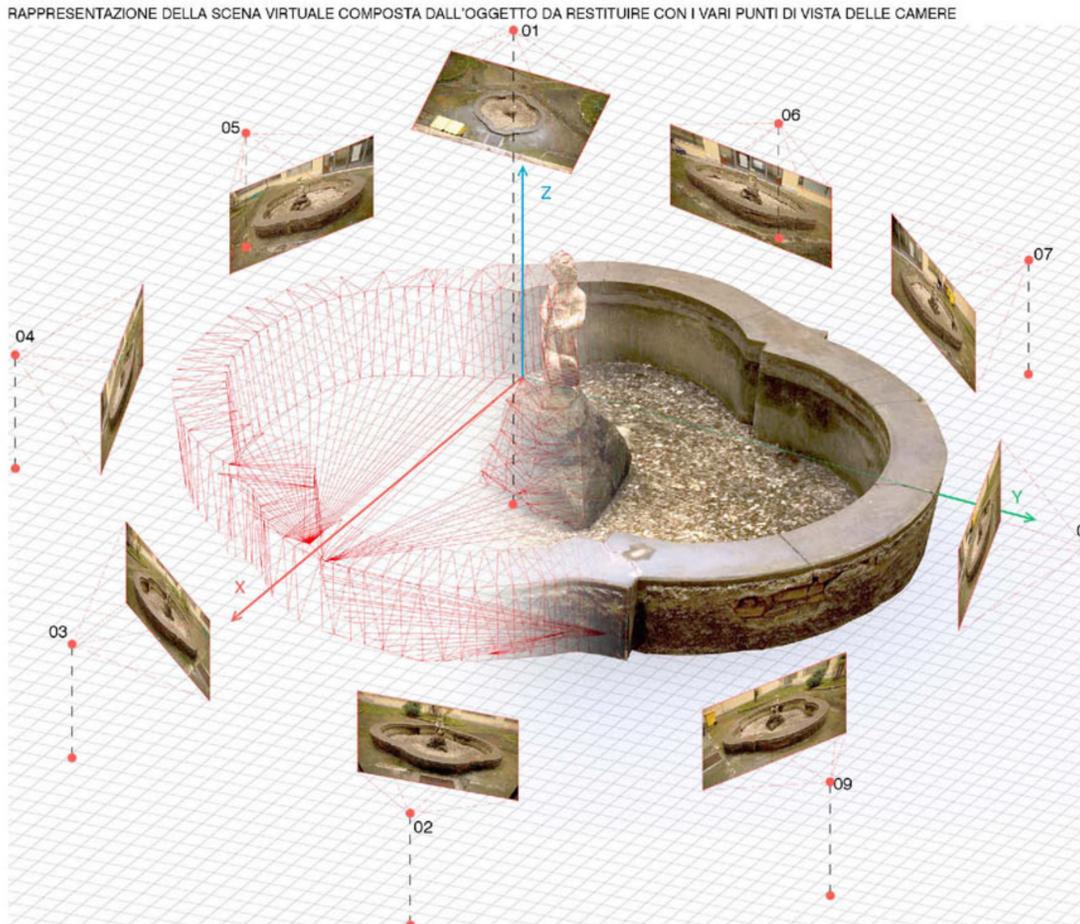


La ragione principale per la quale si è applicata la tecnica di fotomodellazione anche all'ordine superiore (colonna circolare) è dovuta principalmente al fatto che non si tratta di una geometria prismatica, a differenza dell'ordine inferiore; quindi vi è la volontà di dimostrare la capacità del software di discretizzare volumi cilindrici e non prismatici. L'approfondimento dell'ordine superiore è stato reso difficile sia dalla presenza di un parapetto che ha impedito di sporgersi all'esterno, sia per la collocazione al primo piano che non ha permesso un'agevole ripresa fotografica. Per questo motivo si è scelta una colonna d'angolo verso la quale sono state scattate diverse foto convergenti, sporgendosi verso all'esterno. Un altro ostacolo era dato dalla presenza di un pluviale di gronda davanti la colonna che ha rallentato le fasi di restituzione, poiché occultava alcuni fotogrammi durante la calibrazione e la modellazione della scena.



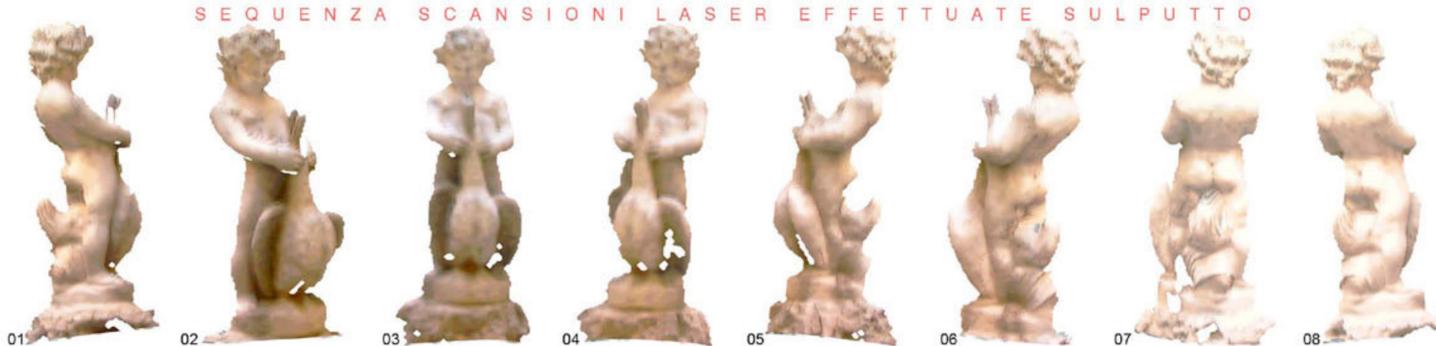
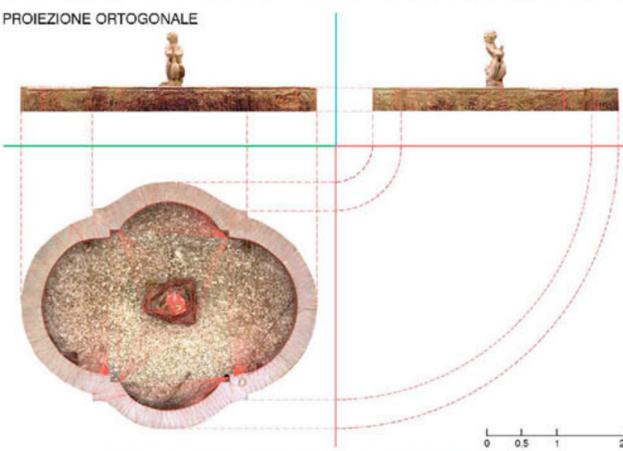
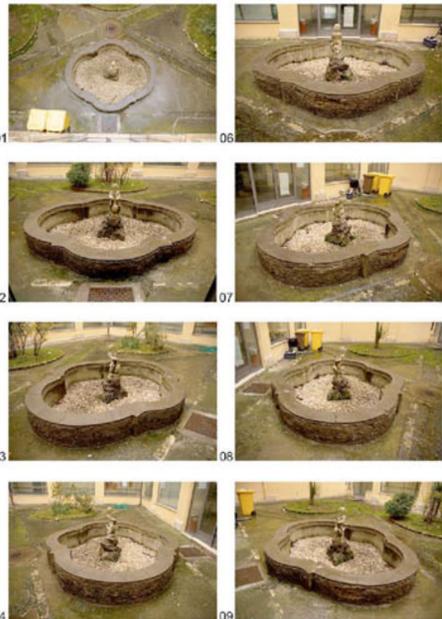
La differenza dal caso precedente sta nel fatto che, per la modellazione, in questa scena si sono utilizzate solo le primitive geometriche presenti all'interno del software e che meglio discretizzassero la geometria della colonna, scomponibile in base fusto e capitello; principalmente si sono state utilizzate due primitive il parallelepipedo e il cilindro e non sono state mai disegnate delle facce poligonali direttamente sulla foto. Partendo dalla modellazione della base si è inserito prima un parallelepipedo, poi un cilindro che è stato modellato tramite operazioni di estrusione e rastremazione progressiva in modo da assecondare la modanatura del collare. La particolarità del fusto è data dalla presenza di un'entasi la quale è stata discretizzata direttamente sulle foto considerando un margine di tolleranza; per finire si è passati al capitello discretizzabile da un cilindro rastremato e da un parallelepipedo poggiato sopra.





SEQUENZA IMMAGINI ACQUISITE PER LA RESTITUZIONE:

Caratteristiche Fotocamera Reflex:
 Modello: Reflex Nikon D70
 Data e ora: 5/11/2008
 Tempo esposizione: 1/200 sec
 Apertura diaframma: f/4.5
 Sensibilità pellicola ISO: 200
 Lunghezza focale: 27.0 mm
 Dimensione foto: 3008 x 2000 pixel



La scelta del caso studio che andiamo ad esporre di seguito non è casuale, essa è frutto di una ben specifica volontà, che vuole dimostrare la fattibile integrazione tra la fotomodellazione e la scansione laser, due tecniche di natura differente, mettendo in evidenza nello stesso momento le reciproche limitazioni e potenzialità, ma anche la capacità di compensarsi a vicenda. Come già affermato nel precedente caso studio, le due tecnologie sono più performanti se applicate su "oggetti" che presentano determinate caratteristiche. Ripiegando si è detto che la tecnica di fotomodellazione è maggiormente performante se applicata su oggetti che presentano discontinuità nella superficie e nella texture, quindi applicabile all'architettura storica che presenta tali caratteristiche, per quanto riguarda la scansione laser vale il discorso inverso, cioè è più idonea l'applicazione ad oggetti che presentano una continuità nella superficie e nella texture, quindi per sculture, modanature, fregi, capitelli...



Tale premessa è essenziale per spiegare la scelta del caso studio, selezionato appunto perché esso è un "ELEMENTO" DI CONFINE TRA ARCHITETTURA E SCULTURA e che ha permesso di confrontare le due differenti tecniche di rilievo che offrono risultati differenti. L'elemento concavo/convesso della fontana è discretizzabile attraverso una forma non definita da primitive geometriche e per questo motivo si è dovuto disegnare la sagoma direttamente a partire dalle foto e poi si è passati ad una semplice estrusione lineare del profilo. L'applicazione della fotorestituzione al putto non ha avuto un buon esito data la presenza di superfici continue che ne rendono difficile la discretizzazione se non per facce poligonali, considerando sempre un notevole grado di tolleranza. Sicuramente le acquisizioni laser effettuate sulla statua hanno prodotto un risultato migliore se non per la capacità della nuvola di punti, plasmata sul putto, di permettere una migliore lettura della forma geometrica.



CONSOLIDAMENTO INTEGRALE DELLA NUVOLE DI PUNTI:
 Qualunque sia il dispositivo di acquisizione utilizzato, un solo punto di vista non è mai sufficiente per documentare un oggetto nella sua completa spazialità tridimensionale. Si rendono così necessarie differenti acquisizioni: le nuvole di punti verranno in seguito unite tra loro in coppia attraverso di punti omologhi individuati sulla superficie, per avere la registrazione integrale dei dati e il consolidamento finale dell'intera scena.

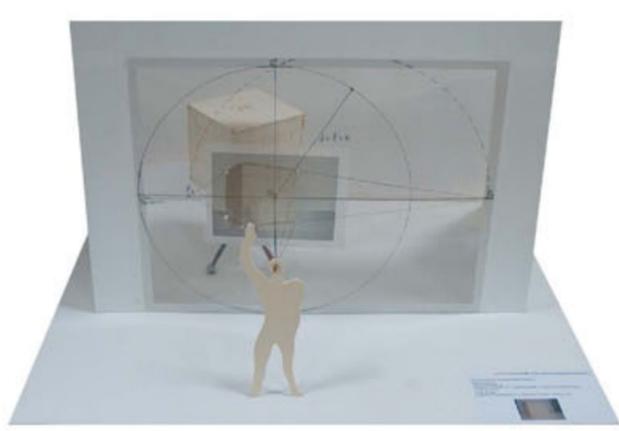


TRATTAMENTO DELLA NUVOLE DI PUNTI
WIREFRAME SUPERFICIE RICOSTRUITA NUVOLE DI PUNTI:
 Solitamente, le nuvole di punti non sono sufficienti per la documentazione. Per questo motivo vi è la necessità di ricostruire la superficie a partire dalla nuvola dei punti, attraverso la tecnica di interpolazione che il software in dotazione allo scanner laser riesce ad effettuare in maniera automatica, con il risultato di un modello filiforme "wireframe", che rappresenta l'oggetto per vertici e spigoli connessi tra loro.

VISTA SHADED DELLA SUPERFICIE RICOSTRUITA SULLA NUVOLE DI PUNTI
 Il software permette anche la visualizzazione solida del modello per una maggiore discretizzazione della propria geometria, e per offrire informazioni sulle facce e sul volume del solido.

MODELLO CON APPLICATE LE TEXTURES REALI
 Inoltre lo strumento è dotato di una piccola camera fotografica che permette di applicare alla geometria solida del modello, le informazioni fotometriche attraverso la resezione spaziale delle immagini, che il software compie in automatico. Tenendo presente che il risultato finale sarà influenzato dalla risoluzione dell'apparecchio fotografico

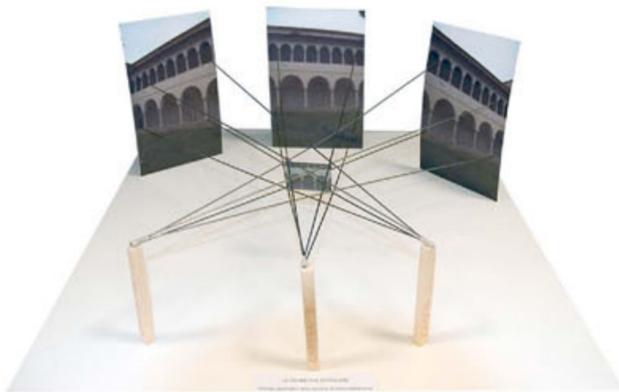




LA FOTOGRAMMETRIA A FOTOGRAMMA SINGOLO



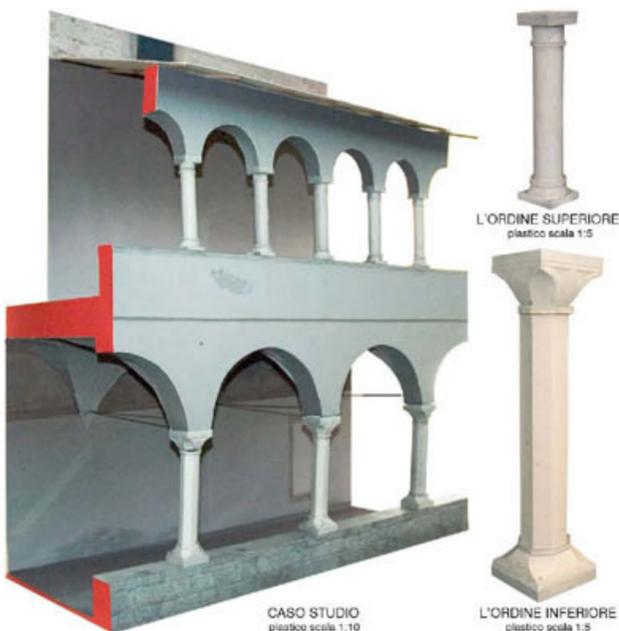
LA STEREOFOTOGRAMMETRIA



LA GEOMETRIA EPIPOLARE



IL MODELLO DEL MODELLO



CASO STUDIO
plastico scala 1:10

L'ORDINE INFERIORE
plastico scala 1:5



CASO STUDIO LA SCALA ARCHITETTONICA
render