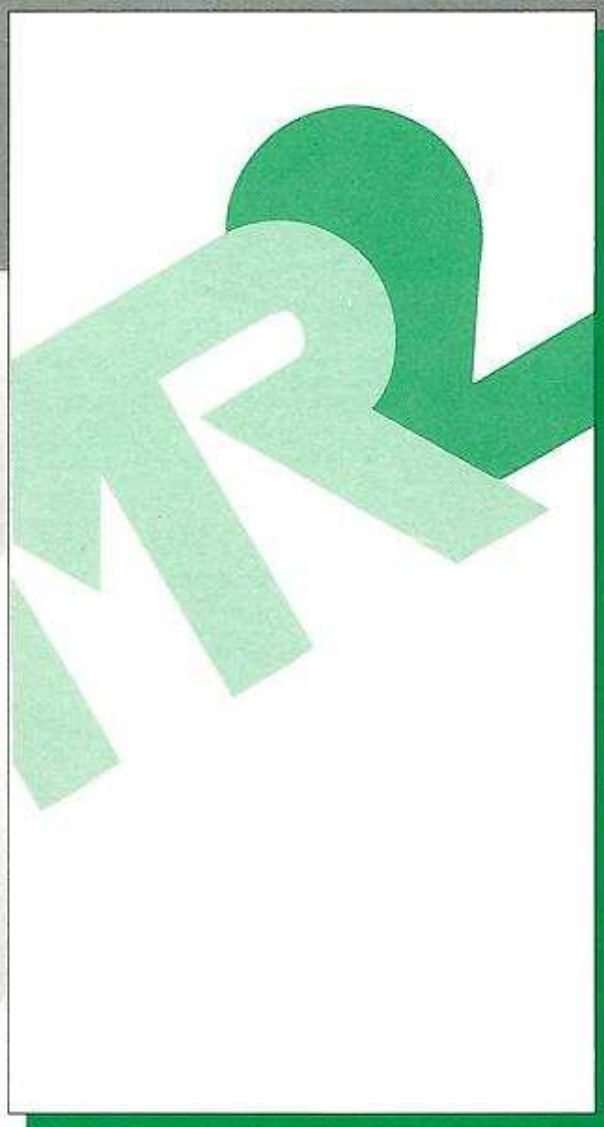


GEO TOP

TOPOGRAFIA FOTOGRAMMETRIA

RACCOLTA TECNICA
LAVORI FOTOGRAMMETRICI
SISTEMA ROLLEIMETRIC MR2



L'azienda GEOTOP

La **GEOTOP** è la concretizzazione di imprenditori che, in questa maniera, hanno voluto offrire sul mercato una completa gamma di prodotti tecnologici, che esaudisse ogni esigenza del professionista operante nel campo dell'ingegneria.

L'azienda, operante in Italia dal 1972, ha una attività di importazione esclusiva di alcune linee di prodotto nonché di una produzione industriale interna all'azienda stessa.

Attualmente l'azienda opera su tre marchi di prodotto:

- **TOPCON**, Produzione giapponese di strumenti topografici e per ingegneria
- **ROLLEI**, produzione tedesca di avanzate apparecchiature per fotogrammetria
- **VOLMO'S**, accessoristica per la topografia e la fotogrammetria.

Per la linea **VOLMO'S** si è avviata una buona attività nell'esportazione sia in Europa che in Giappone e negli U.S.A.

L'esperienza acquisita dai titolari della **GEOTOP** in ben oltre quindici anni di ininterrotta e appassionata attività, ha permesso all'azienda di conoscere profondamente i problemi del tecnico professionista, e quindi di essere in grado di soddisfare qualsiasi personale esigenza.

L'ultima problematica del mercato tecnologico affrontata dall'azienda, riguarda il settore della fotogrammetria e del rilievo architettonico.

Per questo settore, è stato scelto di far conoscere il prodotto che, più di ogni altro, racchiudeva in se molteplici qualità: l'assoluta avanguardia tecnologica, la facilità d'uso, e l'alto rapporto qualità prezzo.

La grande esperienza europea abbinata alla rigidità della mentalità germanica fanno del prodotto **ROLLEIMETRIC MR2** un prodotto che non ha rivali nel suo segmento commerciale.

Con questo opuscolo desideriamo presentare questo rivoluzionario sistema di fotogrammetria analitica.

In esso è contenuta una sintesi dei lavori eseguiti da alcuni dei professionisti del settore, che hanno ritenuto necessario scegliere l'apparecchiatura **ROLLEIMETRIC MR2** per costruire la loro attività professionale.

A queste persone e a tutte quelle che hanno lavorato con il sistema **ROLLEIMETRIC MR2**, permettendone l'attenzione nazionale e internazionale, va il nostro ringraziamento.

GEOTOP srl

Gabriele Volz

Giordano Volz

Maurizio Molinari

Il sistema Rolleimetric MR2

Il settore della fotogrammetria, a livello mondiale, è un settore attualmente in evoluzione che sta compiendo enormi sforzi per ammodernarsi. Per troppo tempo è rimasto legato a vecchie metodologie, e le strumentazioni fino ad ora prodotte sono rimaste legate a vecchie filosofie di costruzione, generando una tendenza di non cultura, in questo settore, con un successivo, e logico, decadimento a zero della richiesta di rilievi fotogrammetrici: troppo costoso e troppo complessi produrli, e ad appannaggio di una schiera molto ristretta di tecnici.

Il sistema **ROLLEIMETRIC MR2** ha segnato l'inizio di una nuova epoca per la fotogrammetria, proprio per la sua filosofia costruttiva: uso del personal computer, uso di programmi a menu facilitato, ed infine uso di macchine metriche (nel nostro caso di RESEAU-CAMERA) elettroniche e quindi automatiche.

In questa pubblicazione appaiono citati, tramite delle relazioni sulle sperimentazioni effettuate nell'anno 1987, l'Ing. FANGI dell'Università di Ancona, il Prof. MONTI e l'Ing. GUZZETTI del Politecnico di Milano. Essi sono stati i primi in assoluto, a livello universitario e tecnico, ad interessarsi al sistema e a volerlo sperimentare: in questa sede è riprodotta la rassegna stampa delle Loro obiettive valutazioni tecniche. Abbiamo, infine, inserito la riproduzione di alcuni dei numerosissimi lavori eseguiti dagli utenti **ROLLEIMETRIC MR2** e l'elenco di alcuni utilizzatori del sistema.

GEOTOP srl

Settore Fotogrammetria
e Telerilevamento

Ing. Piero LUSUARDI

a) UTILIZZATORI DEL SISTEMA ROLLEIMETRIC MR2

a) IMPRESE edilizie, fotogrammetriche, stradali

b) PROFESSIONISTI

ingegneri, architetti, geometri, urbanisti, archeologi,
geologi, cartografi, fotointerpreti, agronomi

c) ENTI

Comuni sett. polizia urbana, lavori pubblici, servizi urbanistici, servizi ambiente
Provincia assessorati ambiente e urbanistica, lavori ed edilizia pubblica, formazione professionale, servizio programmazione
Regione assessorati ambiente e urbanistica, lavori ed edilizia pubblica, formazione professionale, servizio programmazione
Stato ministeri Beni Culturali, Beni Ambientali, Urbanistica
Lavori Pubblici, Pubblica Istruzione
CATASTO, CNR, ENEA, POLIZIA STRADALE, CARABINIERI, ecc.

d) SCUOLE

Istituti Tecnici per Geometri, Scuole Edili, Scuole di restauro,
Università di Ingegneria, Architettura, Agraria, Lettere (archeologia)

IL SISTEMA ROLLEIMETRIC. UN APPROCCIO NON CONVENZIONALE ALLA FOTOGRAMMETRIA

Fangi Gabriele (*)

(*) Dipartimento di Scienza dei Materiali e della Terra.
Facoltà di Ingegneria - Università di Ancona

SOMMARIO

Viene qui di seguito fatta una breve esposizione del sistema fotogrammetrico Rolleimetric, descrivendone gli elementi che lo compongono, cercando di metterne in luce i pregi e di individuarne i limiti operativi. La fotogrammetria classica anche se ha raggiunto un notevolissimo standard qualitativo, è rimasta però confinata nel mondo degli specialisti. La sua espansione ad attività diverse dalla produzione di carte topografiche, è stata limitata da pesanti condizionamenti, quali il notevole impegno finanziario, l'alta specializzazione professionale degli operatori e la complessità dei procedimenti.

Il sistema di rilievo fotogrammetrico Rolleimetric è stato progettato per rendere possibile la sua utilizzazione anche da parte di non specialisti. Il problema del rilievo, affrontato globalmente sia nella presa che nella restituzione, viene risolto elegantemente e rigorosamente in maniera non convenzionale.

Viene presentato a titolo di esempio il rilievo delle facciate di un edificio sito nel Centro Storico di Ancona con l'illustrazione pratica del funzionamento del sistema.

ABSTRACT

The classical Photogrammetry, based on metric cameras and on analytical or analogical plotters, has already achieved a very high level of quality. Nevertheless the photogrammetric techniques are still bonded to the mapping production. The limiting factors are probably the requested amount of money, the deep specialisation of the operators and the complexity of the operations.

The photogrammetric System Rolleimetric has been designed to let the inexpert people utilise the system too. The surveying task regarded both the gathering phase and the plotting one, and it has been solved in an elegant, rigorous and anti-conventional manner.

As an example, the survey of the two facades of an ancient building in the centre on the Ancona town is shown.

INTRODUZIONE

La Fotogrammetria classica basata sull'uso di camere metriche nella fase di acquisizione dati, e di re-stitutori sia analogici che analitici nella fase di restituzione, ha indubbiamente raggiunto un altissimo

l'esplorazione continua del modello e quindi il riconoscimento con notevole sensibilità di osservazione di tutti i possibili punti omologhi, dall'altro rappresenta tuttavia un limite invalicabile nel caso della fotogrammetria dei vicini imponendo tolleranze strette ai valori massimi e minimi degli assetti angolari delle prese. Deve essere invece consentito spesso di svincolarsi dalla condizione stereoscopica, per avere la possibilità di effettuare le levate fotogrammetriche e le restituzioni nelle situazioni imposte dai luoghi. Il sistema fotogrammetrico messo a punto dalla Rollei, in collaborazione scientifica con l'Università di Braunschweig denominato Rolleimetric, rimuove in pratica la quasi totalità degli impedimenti menzionati prima, con un approccio non tradizionale sia della fase del rilievo che della fase di restituzione. Infatti mentre in primo luogo viene lasciata grande libertà di movimento nella ripresa, in secondo luogo la tecnica dei programmi a menù durante la restituzione rende possibile l'accesso alla Fotogrammetria anche a persone poco o nulla specializzate. Gli operatori vengono guidati agevolmente nella varie fasi della restituzione anche se di essa non hanno alcuna esperienza precedente. Questo sistema potrebbe essere definito la Fotogrammetria per i Profani. Tutto questo viene ottenuto con la rinuncia ad uno dei cardini della fotogrammetria classica, vale a dire la stereoscopia con tutte le conseguenze positive e negative che ne conseguono. La soluzione fotogrammetrica non è per questo meno rigorosa, anzi questa si fa apprezzare oltre che per la sua facilità di uso, per la sua eleganza di calcolo. Le fotocamere del sistema sono ovviamente due apparecchi fotografici Rollei, opportunamente elaborati e messi a punto con la trasformazione di due modelli amatoriali. Essi sono stati muniti

- a) di reticolo calibrato e
- b) di opportuni stop alla messa a

fuoco degli obiettivi in modo da assicurare la conoscenza e la ripristinabilità della distanza principale.

La conversione delle informazioni analogiche contenute nei fotogrammi in dati numerici avviene monoscopicamente su tavoletta digitalizzatrice ad alta risoluzione.

IL SISTEMA FOTOGAMMETRICO ROLLEIMETRIC

Per attuare dunque un più semplice approccio alla fotogrammetria, e avvicinare ad essa un pubblico di utenze diverse da quella tradizionale, il progetto Rolleimetric ha riguardato tutte le fasi in cui si esplica il rilievo fotogrammetrico e segnatamente la fase di acquisizione delle informazioni, cioè la presa e la fase in cui queste informazioni vengono opportunamente elaborate, cioè la restituzione.

La fig. 1 mostra lo schema in cui si articola il sistema Rolleimetric di Fotogrammetria.

FASE DI ACQUISIZIONE DATI

Le camere

Le macchine fotografiche in generale potrebbero essere distinte sommariamente in due categorie:

- gli apparecchi fotografici amatoriali,
- le camere fotogrammetriche.

Consideriamo come categoria a parte le fotocamere per riprese aeree per le loro caratteristiche tutte particolari. Per tutte le altre si può dire che se il mercato delle macchine non metriche presenta modelli sempre più evoluti, perfezionati, accessoriati, delle fotocamere terrestri i pregi di ridotta distorsione e di conoscenza dell'orientamento interno non sempre evitano all'utente il rimpianto di apparati meno rozzi da un punto di vista meccanico e più riccamente dotati di accessori. La

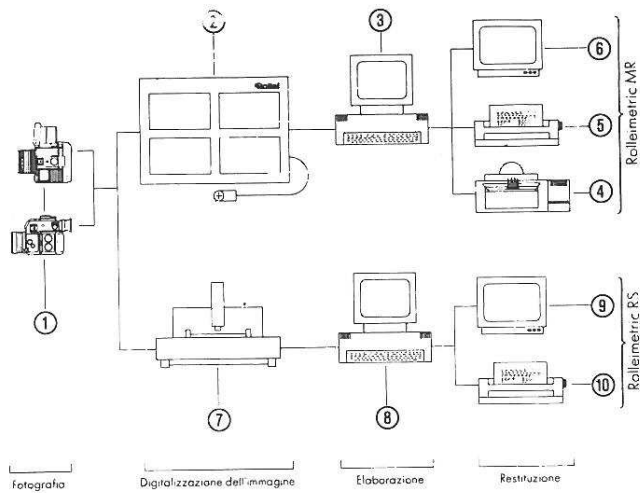


Fig.1 - Schema del sistema Rolleimetric



Fig.2 - Le fotocamere Rollei 6006 e Rollei 3003

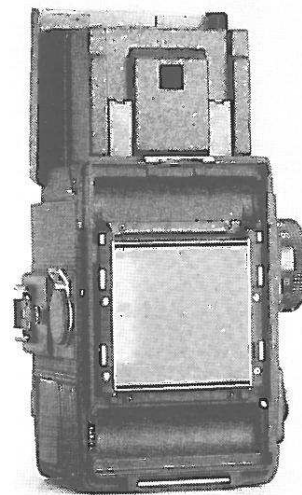


Fig.3 - Il reseau Rollei

manca di mercato non spinge le Case costruttrici agli investimenti necessari per poter corredare adeguatamente le fotocamere terrestri, le quali sono purtroppo ancora meccanicamente obsolete in generale e prive degli automatismi (esposizione automatica, avanzamento motorizzato del fotogramma, remote control, sistema reflex del controllo dell'immagine, memoria esposimetrica, esposizione multipla della stessa foto, ecc.) di cui sono ormai dotati anche modesti apparecchi fotografici amatoriali e che assicurano la riuscita delle fotografie.

Se è vero che le caratteristiche metriche sono importanti, altrettanto importante è la qualità "fotografica" delle immagini. Intendo dire che molto spesso i fotogrammetri ragionano solamente in termini di precisione e trascurano l'aspetto "fotografico" delle prese che non è solamente un fatto estetico, ma anche un fatto di contenuti. Nel caso delle prese terrestri poi, la clientela, costituita per lo più da architetti, archeologi, ecc. è assai esigente in fatto di qualità delle immagini, essendo in grado di giudicare le fotografie dal punto di vista estetico ed abituata a un livello standard molto elevato. Le camere metriche terrestri tradizionali impiegano prevalentemente i negativi su lastre di vetro che sono solamente in bianco e nero, la cui l'emulsione è spesso vecchia. Oltre a ciò bisogna lamentare anche il fatto che le camere tradizionali sono molto pesanti e poco manovrabili, necessitano sempre dell'appoggio su cavalletto, mentre sarebbe più comodo spesso effettuare le riprese a mano libera (per esempio riprese da mare di tratti di costa, riprese in una strada intensamente trafficata).

Nel caso del sistema Rollei si è pensato di prendere due ottimi apparecchi fotografici amatoriali (fig. 2) e di renderli metrici con l'applicazione di un reseau o reticolo calibrato (fig. 3); la conoscenza dell'orientamento interno è resa possibile con l'applicazione di stop alla

messa a fuoco dell'obiettivo e con la calibrazione della camera. Si può ricostruire in questa maniera la stella di raggi proiettivi, ancorché i valori della distorsione radiali parecchio superiori a quelli delle camere metriche impongano una ricostruzione solamente analitica e non analogica (vedi fig. 4, curva di distorsione). E' per questo motivo che le fotocamere di tale tipo vengono definite semimetriche: la ricostruzione delle stelle proiettive non è per questo meno rigorosa o precisa. Vengono così a rendersi disponibili tutti i numerosissimi e sofisticatissimi accessori propri del sistema fotografico amatoriale di elevato standard.

Queste fotocamere sono dotate dei rinomati obiettivi Zeiss: Distagon (40 e 50 mm), Planar (120 mm), Sonnar (150 mm), Sonnar (250 mm), e Tele-Tessar (350 mm).

In più, ogni obiettivo dispone di un certo numero di stop, (fino a sei) per la messa a fuoco a diverse distanze, per ognuna della quali viene fornita la calibrazione.

Ove si tiene conto del grande potere risolutivo, il contenuto informativo di una lastra Rollei, è equivalente a quello di un fotogramma di camere metriche di formato maggiore: infatti gli obiettivi delle Rollei sono stati progettati per ottimizzare il potere risolutivo senza preoccupazioni per la distorsione, mentre la bassa distorsione degli obiettivi metrici è ottenuta al prezzo di un basso potere risolutivo (Manual of Remote Sensing, vol. 1, pag. 281 / 8/)

Naturalmente la restituzione delle prese in un restitutore analitico non presenta difficoltà di sorta nonostante i valori della distorsione radiale.

Il reseau.

La ricostruzione delle stelle proiettive richiede oltre che la conoscenza dell'orientamento interno, anche la planeità dei punti immagine, cioè della lastra negativa.

Tale planeità può essere assicurata:

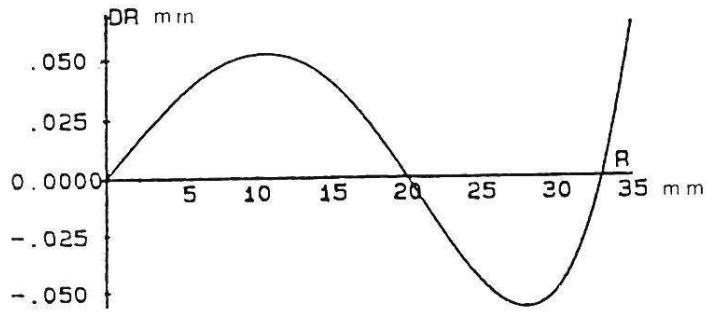


Fig.4 - Curva tipo di distorsione radiale del Distagon 40 mm

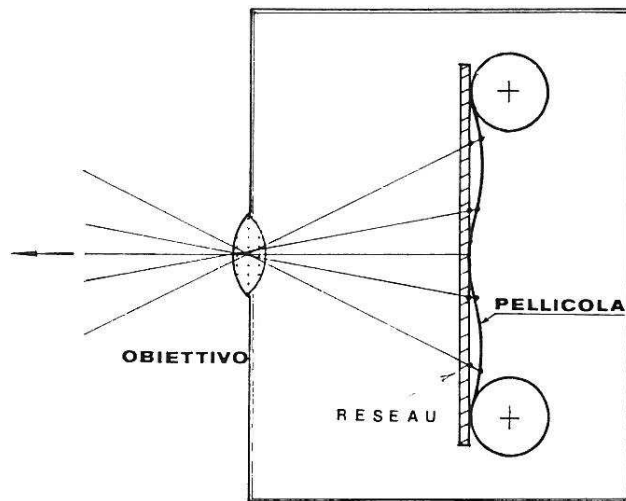


Fig.5 - Compensazione dei difetti di planità con il reseau

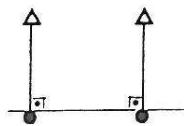


Fig.6 - Schema di presa "normale"

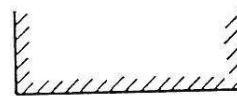


Fig.7 - Presa non stereoscopica (sistema Rolleiflex)

- da meccanismi di spianamento delle pellicole a rullo ed aspirazione sul fondo piano della camera;
- da lastre negative di vetro piane;
- da una lastra di vetro piana collocata davanti alla pellicola a rullo che viene schiacciata contro questa all'atto della presa.

Le condizioni per la buona riuscita di questa operazione sono:

- che il campo della foto non sia troppo grande,
- che si possa comunque provvedere durante l'orientamento interno alla compensazione degli spostamenti dei punti immagine causati sia dalla residua mancanza di pianeità che dagli inevitabili stiramenti.

Tali stiramenti sono non uniformi su tutto il campo della lastra perchè le pellicole amatoriali non sono fabbricate su base di poliestere e assumono quindi valori sempre piuttosto elevati dell'ordine della decina di micron. Segnando sul vetro davanti alla pellicola un reticolato calibrato di croci, si può procedere alla compensazione delle deformazioni da stiramento e mancata pianeità, confrontando la posizione teorica dei punti del reticolo con quella effettiva ed eseguendo delle trasformazioni affini di tutte le coordinate lastra (fig.5). Con camere metriche che hanno solamente cinque reperi, questa compensazione non può avvenire correttamente essendo il numero dei reperi il minimo indispensabile, sovente mal collocati nel campo del fotogramma.

Il reseau Rollei è costituito da un grigliato di 121 croci, disposte su 11 file e 11 colonne. Esse consentono di tener conto oltre che dei difetti di pianeità e stiramento della pellicola anche delle deformazioni intervenute con l'ingrandimento fotografico della copia carta utilizzata nella restituzione.

La presa

La condizione di presa ideale nel caso di levate tradizionali stereoscopiche è la cosiddetta "presa nor-

male" in cui gli assi delle camere sono orizzontali, paralleli fra di loro e perpendicolari alla base (il segmento che unisce i punti di presa, fig.6). Per rendere la restituzione compatibile con i restitutori analogici, non possono essere tollerate che deviazioni da questa condizione, di entità molto modesta per le esigenze della fotogrammetria dei vicini (5° - 10°). Addirittura sono stati progettati restitutori per la terrestre ancora più vincolanti dei normali in quanto accettano solamente prese normali. Con i restitutori analitici, questi limiti sono stati resi molto più elastici; resta comunque il vincolo costituito dalla stereoscopia: non sono ammesse che prese vicine a quelle normali.

Il sistema Rolleimetric, rinunciando alla stereoscopia come strumento di esplorazione del modello, consente l'effettuazione di prese comunque disposte nello spazio: l'unica condizione da rispettare è che l'oggetto compaia in almeno tre fotogrammi (fig.7). Sono possibili restituzioni anche di due soli fotogrammi, tuttavia il sistema non esplica a pieno la sua potenzialità. Finalmente la grande libertà di disposizione delle prese, resa possibile non solamente dalla rinuncia alla stereoscopia, ma anche dalla restituzione completamente analitica, permette all'operatore di concentrare l'attenzione sul soggetto da riprendere e non sulla fase successiva di restituzione e sugli strumenti che in essa saranno utilizzati; le prese assomigliano alle fotografie di un servizio fotografico comune. Non occorrono più impalcature per la presa di un edificio, la camera non va più montata su treppiede o su teodolite. Tutto questo si traduce in un formidabile aumento della produttività nel caso di riprese nei centri storici, in cui le limitazioni imposte dall'ambiente sono molto spesso insormontabili ove si voglia seguire l'impostazione tradizionale. L'operatore fotografico non deve essere necessariamente un fotogrammetra.

REGIONE EMILIA ROMAGNA
AMM.NE PROVINCIALE DI REGGIO EMILIA
AMM.NE COMUNALE DI REGGIO EMILIA
I.T.S. PER GEOMETRI « A. SECCHI »
CAMERA DI COMMERCIO
ENTE COOPERATIVO SCUOLA EDILE

ASSOCIAZIONE PICCOLI INDUSTRIALI
ASSOCIAZIONE NAZIONALE COSTRUTTORI
EDILI
FEDERCOOP
UNIONE COOPERATIVE
COLLEGIO DEI GEOMETRI



BIENNIO POST DIPLOMA PER GEOMETRI
REGGIO EMILIA

TECNICO DEL RILIEVO

*Rilievo fotogrammetrico della facciata principale
di PALAZZO ANCINI, Via Farini - Reggio Emilia*

Relatore:

Ing. Marco Poli

Allievi:

Geom. Boni Mauro

Geom. Rizzi Alessandro

FASE DI ELABORAZIONE DATI - RESTITUZIONE

La restituzione è digitale e monoscopica e viene effettuata con un tavolo digitalizzatore ad alta risoluzione (0,025 mm). E' necessario dunque il riconoscimento a priori dei punti corrispondenti. In un sistema tradizionale tale operazione andrebbe effettuata con la segnalazione preventiva oppure con la puntinatura eseguita in stereoscopia. Nel caso del sistema Rollei metric il riconoscimento viene effettuato identificando i particolari corrispondenti in foto diverse. E' chiaro che così operando si perde una notevole quantità di punti nel modello; dipende dalla natura dell'oggetto del rilievo la possibilità di procedere ad una restituzione completa. Nel caso della fotogrammetria architettonica, i punti corrispondenti sono facilmente identificabili; restano cioè comunque sempre molti punti da restituire. Siccome poi il sistema, calcola a minimi quadrati le coordinate dei punti fornendone i residui di osservazione, dalla entità di questi si può giudicare la correttezza della identificazione dei punti. Le coordinate lastra dei punti da restituire sono digitalizzate da copie carta ingrandite dei fotogrammi, fissate sul tavolo digitalizzatore. Tutte le deformazioni prodotte dall'ingrandimento sono corrette nell'orientamento interno per mezzo del reticolo calibrato che deve essere a sua volta digitalizzato. I programmi sono implementati in comuni personal computers - sistema MS-DOS.

Le fasi della restituzione

In primo luogo vengono effettuati gli orientamenti, quello interno, e quelli esterni, (relativo e assoluto); infine si passa alla restituzione vera e propria. E' della massima importanza la cura nella digitalizzazione dei punti durante l'esecuzione

degli orientamenti, poiché dalla loro precisione è condizionata successivamente tutta la accuratezza della restituzione.

Orientamento interno

La ricostruzione della stella dei raggi proiettivi viene ottenuta digitalizzando il reseau dei fotogrammi e fornendo al calcolatore i dati della calibrazione della camera (coordinate lastra del punto principale di autocollimazione, distanza principale e tre parametri del polinomio che stima la distorsione radiale in funzione della distanza dal centro).

E' possibile :

- utilizzare la stessa fotocamera con diverse distanze principali;
- utilizzare fotocamere diverse;
- utilizzare anche lastre di altre fotocamere non Rollei.

In questo caso però la deformazione della copia carta viene poco controllata per la scarsità delle marche del reticolo.

L'Orientamento Relativo

Occorre fornire al sistema informazioni sui valori approssimati dei parametri incogniti, il che avviene molto agevolmente, con la tecnica dei menù guidati. Si digitalizza uno schizzo riproducente la posizione dei punti di presa: dalle prove effettuate, la convergenza è assicurata con una larga tolleranza dei valori iniziali.

E' possibile restituire contemporaneamente fino a venti fotogrammi. Qualora essi non entrino tutti insieme nel riquadro disponibile, come è molto probabile, possono essere trattati in successione, alternandoli sulla tavoletta durante la digitalizzazione. La digitalizzazione può avvenire in un ordine qualunque. Vengono digitalizzati punti comuni nelle foto corrispondenti, senza distinzione fra i punti di passaggio, necessari solamente per l'orientamento relativo e i punti di appoggio di posizione nota necessari per l'orientamento assoluto.

La formazione del modello viene effettuata in un primo momento in base a una sola coppia di fotogrammi.

Si sceglie per la formazione del modello la coppia di fotogrammi meglio disposta.

La migliore disposizione di questa coppia fondamentale è quella per cui gli assi di presa si intersecano ad angolo retto.

Il sistema calcola le coordinate modello avvelendosi delle osservazioni comuni a questa coppia fondamentale di fotogrammi.

La scelta della coppia è molto importante.

Vanno equilibrate due opposte esigenze:

1) la scala fotografica dovrebbe essere la massima possibile per ottenere la massima precisione;

2) le foto dovrebbero comprendere le zone dei restanti fotogrammi, cioè avere il massimo dei punti comuni: quindi le due foto scelte hanno per forza di cose scala minore rispetto alle altre.

Il calcolo dei parametri incogniti avviene per iterazioni successive fino ad un massimo di 15 e finisce quando tutti i nuovi incrementi calcolati sono inferiori a una quantità prefissata, e quando non esistono più residui superiori a tre volte la media dei residui.

- Una volta formato il modello, il che consiste nel calcolo dei cinque parametri di orientamento, (le rotazioni k' , θ' , k'' , θ'' , $(w'-w'')$), il programma calcola i parametri di orientamento delle rimanenti prese, sulla base delle coordinate modello già calcolate e procedendo contemporaneamente al perfezionamento di queste. Sono necessari almeno sette punti in comune con la coppia fondamentale. E' consigliabile abbondare nella quantità dei punti di passaggio. Anche questi orientamenti sono risolti per iterazioni fino ad un massimo di 15.

Orientamento assoluto

Il modello formato viene orientato sul sistema assoluto di riferimento

in base alla posizione dei punti di appoggio.

Il calcolo procede per iterazioni e termina quando ciascun valore delle variazioni dei parametri incogniti non supera un valore limite. I sette parametri della trasformazione (le rotazioni θ , Ω e K , la scala, le traslazioni $X, Y, e Z$) sono mostrate ad ogni iterazione. Questi valori possono essere usati come controllo della congruenza del modello rispetto ai valori iniziali assegnati con la digitalizzazione dello schizzo dei punti di presa.

Vengono quindi forniti anche i residui di orientamento sui punti di appoggio e i residui standardizzati cioè divisi per la media dei residui. Questi valori forniscono gli elementi di giudizio della qualità dell'orientamento. La quantità e la collocazione dei punti di appoggio nel modello o meglio "nel blocco" non differiscono da quelli necessari per la fotogrammetria classica. E' bene cioè che essi siano collocati ai margini e al centro della zona da restituire. Il loro numero deve essere adeguatamente sovrabbondante. In ogni foto occorrono almeno sette punti di passaggio.

Per restituire dei fotogrammi a scala maggiore (particolari o fotogrammi intermedi) non è necessario che per questi siano stati appositamente misurati dei punti di appoggio; la coppia si orienterà sul modello generale.

La restituzione

La restituzione avviene dopo che è stata ottenuta una precisione soddisfacente per l'orientamento del modello. Se si vuole avere un controllo dei punti restituiti tali punti debbono essere digitalizzati su almeno tre fotogrammi.

Durante la fase di restituzione tutte le misure sono messe in evidenza. In ogni momento è possibile intervenire su di esse per avere una documentazione e procedere ad eventuali correzioni e integrazioni.

Per ottimizzare i tempi e le preci-

sioni dei punti restituiti possono essere scelti fino a 9 modi diversi di restituzione a seconda dell'oggetto da restituire. Dopo una certa esperienza si riesce a scegliere il modo di restituzione più efficiente in termini di precisione e produttività.

Se il punto da restituire viene digitalizzato in almeno due fotogrammi, il programma fornisce il residuo della determinazione.

Merita di essere menzionato un modo particolare di restituzione: il LINPLA.

Quando l'oggetto è contenuto in un piano, quando questo è un piano coordinato, basta assegnare la coordinata caratteristica, altrimenti se il piano è disposto comunque nello spazio, bisogna digitalizzare almeno tre punti di esso. Si procede quindi alla restituzione su un solo fotogramma. Il programma calcola le coordinate del punto come intersezione del raggio proiettivo con il piano stabilito. E' possibile in questo modo restituire una linea continua, purché contenuta in un piano. Ovviamente la restituzione in questo caso non dà luogo a residui.

La precisione di un punto restituito dipende dalla precisione dell'orientamento interno, dalla precisione dell'orientamento esterno e dalla precisione con cui il punto viene digitalizzato.

$$\sigma_{x,y,z}^2 = \sigma_i^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2$$

A loro volta σ_i e σ_e

dipendono da σ_d

cioè dalla precisione di digitalizzazione.

Il tavolo ha una risoluzione nominale di 0.025 mm. Tuttavia anche se il cursore appare curato e munito di una lente con forte ingrandimento, è improbabile che la precisione di

puntamento possa scendere realisticamente sotto 0.1mm.

In un fotogramma ingrandito 3 volte, ciò corrisponde a 0.033mm.

Dall'esperienza effettuata, esposta di seguito, si ha conferma della attendibilità di questi risultati.

Comunque una più attenta valutazione della precisione di tutto il sistema merita uno studio a parte che esula dallo scopo di questa nota.

I risultati sono archiviati sotto forma di file ASCII per la formazione di un Data Base.

Per il plottaggio può essere scelto uno qualunque dei piani coordinati.

Il plottaggio avviene in linea su check plotter, e fuori linea su tavoli automatici quando si vuole avere la copia definitiva del disegno.

Infine il sistema dispone sia di funzioni di editing e di testo che di un programma CAD (Computer Aided Design) per rieditare, correggere ed integrare la minuta di restituzione.

In sintesi le operazioni di orientamento e restituzione avvengono nella seguente successione di programmi:

- **START** : inizializzazione e fasi preliminari di preparazione
- **SKIZZE** : digitalizzazione dello schizzo
- **DIGORI** : misure dei punti finalizzate all'orientamento dei fasci proiettivi
- **BEFIL** : editing dei files dati e risultati: parametri della camera, coordinate punti di appoggio, punti di presa, punti restituiti, misure sul terreno, ecc.
- **NAWE** : calcolo e compensazione in blocco dei parametri dell'orientamento dei fasci proiettivi
- **AUSWERT** : restituzione numerica
- **GRANA** : editing grafico
- **BUENDEL** : compensazione per fasci proiettivi.

Il programma **BUENDEL** (per fasci proiettivi).

In questo programma di calcolo a differenza del NAWE vengono consi-

derate come incognite anche tutti i parametri dell'orientamento interno. Dovrebbe essere utilizzato:

- = per ottenere migliori precisioni,
- = per avere risultati più raffinati,
- = per verificare la bontà dell'orientamento interno dichiarato della camera
- = per rendere possibile l'utilizzo della macchine fotografiche non metriche.

L'uso corretto delle molteplici possibilità di impiego offerte dal programma richiede tuttavia una buona conoscenza della fotogrammetria e delle tecniche di compensazione; solamente con una adeguata esperienza si può essere in grado di giudicare correttamente i raffinati ma anche delicati risultati della compensazione. Infatti la compensazione è molto sensibile agli errori grossolani ed agli effetti sistematici di errore, che vanno adeguatamente eliminati o conosciuti in anticipo. Il rimettere in giuoco i parametri dell'orientamento interno può condurre a risultati contraddittori se non si hanno misure in quantità e qualità adeguate. Anche i valori approssimati dei parametri incogniti debbono essere molto prossimi ai valori finali per assicurare la convergenza del procedimento. Vengono utilizzate le equazioni di collinearità.

SCANNER ROLLEI RS

La precisione di captazione delle coordinate lastra per mezzo del digitalizzatore rappresenta un limite oggettivo alla precisione complessiva del sistema, un collo di bottiglia che blocca l'utilizzo del sistema come sistema fotogrammetrico di precisione. E' stato realizzato uno scanner che con una ccd (fotocamera digitale) effettua la misura delle coordinate lastra con grande precisione (fig.8); la lastra viene trasformata in informazione digitale e memorizzata con discretizzazione in pixel della dimensione di 5 micron di lato, ciascuno con il suo valore

della funzione del grigio. Il fotogramma viene esplorato ed archiviato suddiviso in campi corrispondenti alla finestra compresa fra quattro croci attigue del reticolo. Il massimo formato lastra accettabile è 230 x 230 mm. La risoluzione massima dell'immagine è 50.000 x 50.000 pixel. La trattazione di questo strumento e delle possibili applicazioni merita un discorso a parte che esula dallo scopo di questa nota.

UN ESEMPIO DI RILIEVO ARCHITETTONICO

Sarei tentato di definire emblematico l'esempio di rilievo architettonico che viene presentato qui di seguito. Ritengo opportuno chiarire il motivo per cui ritengo esemplare tale rilievo. Nel 1972, appena laureato, mi era capitato di essere impegnato nei rilievi strutturali degli edifici del Centro Storico di Ancona, dopo i ben noti eventi sismici. A quell'epoca era stata data vita a un imponente lavoro di rilievo e catalogazione del patrimonio edilizio: era stato distinto un tipo di rilievo a carattere statico-strutturale da un rilievo a carattere architettonico, distributivo. In un mio intervento alla Mostra-Convegno di Fotogrammetria architettonica nel maggio 78 a Bari lamentavo la scarsità dei risultati prodotti, dal punto di vista della metodologia del rilievo dei Centri Storici, imputandola principalmente alla mancanza di una campagna di riprese fotogrammetriche: queste avrebbero costituito la base di un archivio edilizio e uno strumento prezioso per strutturalisti architetti e storici. Un rilievo fotogrammetrico avrebbe soddisfatto contemporaneamente le esigenze ingegneristiche di restauro ed architettoniche di conservazione. Tuttavia e mia convinzione, maturata dopo diverse esperienze di rilievi fotogrammetrici architettonici, che solamente con un sistema di rilievo fotogrammetrico come il Rolleimetric, la campagna sarebbe stata possibile con tempi e

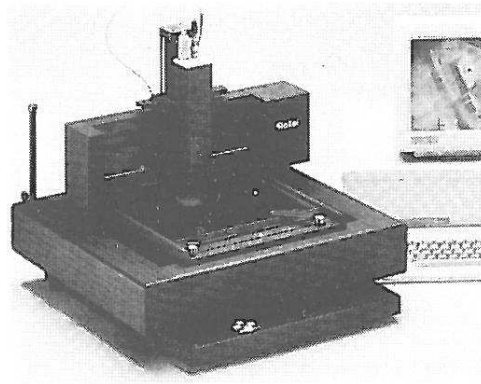


Fig.8 - Scanner RS Rollei

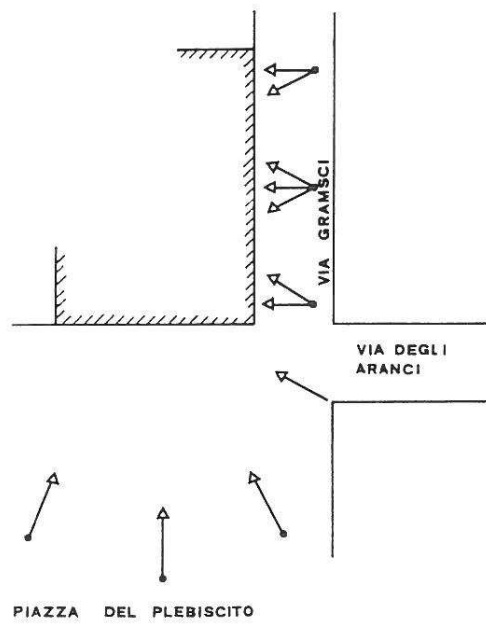


Fig.9 - Pianta delle prese



Fig.10 - Fotogramma in via Gramsci

costi sopportabili dalla comunità. Infatti ritengo che solamente con un sistema così flessibile e produttivo come questo, il rilievo sarebbe stato possibile anche in presenza delle limitazioni e dei vincoli in cui il rilevatore fotogrammetrico è costretto ad operare nei centri storici (spazi angusti, disagi prodotti dal traffico, angolazioni "impossibili" richieste per le riprese). E tutto ciò non solamente per alcuni edifici di particolare valore architettonico ma per la totalità del patrimonio edilizio, ottenendo addirittura un notevole risparmio di tempo e un decisivo miglioramento qualitativo rispetto a quanto è stato fatto.

Il rilievo qui riportato è esemplare da questo punto di vista: perché riproduce le condizioni medie in cui si deve operare in un centro storico per il rilievo di un edificio non troppo bello, né troppo importante, ma un edificio del tutto comune. Di questo edificio, sito allo spigolo di una stretta via in salita, via Gramsci e una piazza centrale di Ancona, piazza del Plebiscito, sono state rilevate per via fotogrammetrica le due facciate.

Le operazioni di rilievo

Il rilievo è consistito nell'effettuazione delle prese e nella determinazione dei punti di appoggio. Complessivamente le operazioni di rilievo sono durate all'incirca due ore. Il rilievo tradizionale diretto avrebbe impegnato un maggior numero di operatori per un tempo assai più lungo e con risultati difficilmente controllabili.

Prese fotogrammetriche

Sono stati scattati 21 fotogrammi secondo la seguente successione:
- tre prese in Piazza del Plebiscito
- una presa d'angolo su Via degli Aranci
- una presa alta a quota + 8m sul livello stradale
- tre prese su via Gramsci
Dalla piantina di fig. 9 e più ancora dalla tabella seguente ci si può

rendere conto dei valori degli angoli di rotazione delle prese, che assumono valori molto elevati. Talune prese sono state effettuate in posizione molto obliqua e molto inclinate verso l'alto.

Nella fig.10 è mostrato un fotogramma Determinazione dei punti di appoggio. Da due stazioni di teodolite sono stati determinati 15 punti di appoggio distribuiti lungo le due facciate, opportunamente collocati nella zona da restituire.

E' stato adottato un sistema di riferimento assoluto con origine nella stazione teodolitica di sinistra e asse x passante per la seconda stazione (praticamente parallelo al piano della facciata); la sporgenza rispetto al piano di facciata dei punti è fornita dalla coordinata y su Piazza del Plebiscito e dalla coordinata x su Via Gramsci. E' stata inoltre assegnata una quota arbitraria di 4 m al punto di terra della prima stazione in modo tale che tutti i punti restituiti avessero quota non negativa. E' stata impiegata una fotocamera Rollei 6006 (6cm x6cm formato del negativo), munita di obiettivo grandangolare Distagon 40 mm., con pellicola a colori Ilford 400 ASA.

La restituzione

La restituzione è stata effettuata con il sistema Rollei metric MR2.
- Precisione della determinazione.
Il valore massimo della distanza di presa è stato intorno ai 15 m. La scala minima dei fotogrammi è stata $1/(15:0.04) = 1/375$ (0.04 m essendo la focale dell'obiettivo). Le foto sono state poi ingrandite alla scala a $1/125$ fino al formato 20x20 cm portando la scala a $1/125$. Ipotizzando come realistico un valore di precisione della digitalizzazione intorno a 0.1mm, tale valore corrisponde in scala reale a $0.1 \times 125 = 12.5$ mm. Agli errori di digitalizzazione vanno aggiunti gli altri errori conseguenti all'orientamento interno e all'orientamento esterno. Nella tabella seguente sono riportati i valori delle

medie degli errori, e gli s.q.m. degli errori.

Per studiare la distribuzione degli errori sulle facciate, ciascuna di esse è suddivisa in 36 riquadri, formati da 6 righe e 6 colonne: in ognuno di essi è stato calcolato l'errore medio e la frequenza. Sono state calcolate le medie per riga e le medie per colonna con le loro varianze. E' stato possibile così

calcolare l'indice di Pearson r relativo alla correlazione degli errori rispetto alla coordinata orizzontale e rispetto alla quota.

Su 421 punti restituiti della facciata su piazza si è ottenuto un errore medio di 23mm e della facciata di via Gramsci su 591 punti un pressoché identico errore medio di 22mm. Gli errori nella facciata su via Gramsci hanno una maggiore dispersione attorno al valore medio ($\sigma = 9.6$ contro 5.6). La distribuzione degli errori è indipendente rispetto alla loro ascissa orizzontale, mentre è evidente una certa debole dipendenza dalla quota (altezza sul piano del marciapiede) per la facciata sulla piazza:

$$r = \frac{\sum_{h=1}^2 \frac{2}{h} \cdot \frac{2}{h}}{\sum_{h=1}^2 \frac{2}{h} \cdot \sum_{h=1}^2 \frac{2}{h}} = 0.39$$

facciata	N	$ \mu $	σ	$\frac{2}{h}$ x	$\frac{2}{h}$ h
su piazza	421	23	5.6	0.2	0.39
sulla via	591	22	9.6	0.1	0.20

(I valori sono espressi in mm).

I punti restituiti hanno una incertezza di determinazione fra i 2 - 3 cm: la precisione è sufficiente in un caso come questo sia per la rappresentazione architettonica che ai fini di acquisizione delle informazioni geometriche necessarie al restauro statico. Del resto la difettosa definizione dei punti oggetto dei pensili ai cornicioni smussati, agli intonaci

cadenti, rendono assolutamente illusoria qualunque precisione nominalmente più spinta che però non corrisponderebbe alla realtà dei fatti: del resto anche i punti di appoggio hanno una precisione equivalente. Se i punti di appoggio sono costituiti da particolari della facciata, ogni precisione che vada al di là del centimetro è puramente illusoria. Nel caso di un rilievo a tappeto ben difficilmente si potrebbe ricorrere a segnalizzazione estesa.

I valori dei parametri di rotazione delle prese sono mostrati in tabella. Si può notare che con questi valori, direi esasperati, la restituzione, con qualunque altro sistema fotogrammetrico, basato sulla stereoscopia, sarebbe stata assai problematica: queste sono tuttavia a mio parere le condizioni normali di lavoro nei centri storici. Con ogni altro sistema si sarebbe dovuto procedere ad effettuare le prese con l'aiuto di carrelli elevatori, con l'interruzione del traffico; la consapevolezza di rendere compatibili le prese con la restituzione convenzionale avrebbe reso il lavoro estremamente più difficile e impegnativo. L'operatore non avrebbe potuto essere che un fotogrammetra esperto.

Angoli di rotazione delle prese su via Gramsci

foto	k	ω	θ
1	7.238	26.942	366.786
2	3.786	24.376	7.134
3	1.946	26.364	27.354
4	1.456	-13.209	31.035
5	-1.444	-30.613	46.441
6	-0.145	41.589	49.304

Come è normale per tutte le restituzioni, la minuta di restituzione, è stata rieditata, corretta ed integrata con un programma di CAD; nella

fig. 11, particolari della minuta di restituzione.
Nelle figure 13 e 14 è mostrata la restituzione.

CONCLUSIONI

Al momento attuale, sono stati effettuati solamente i primi tests di presa e restituzione per cui appare prematuro esprimere un giudizio definitivo sul sistema. Tuttavia sono lecite già fin da ora alcune considerazioni di carattere generale.

Rispetto ad un sistema fotogrammetrico tradizionale, il sistema Rolleimetric presenta alcuni vantaggi e qualche limitazione talche a me sembra più appropriato parlare di settori diversi di applicazione e di caratteristiche complementari ed integrative piuttosto che concorrenziali.

I limiti del sistema sono:

- restituzione monoscopica
- prese non restituibili con restitutori analogici
- precisione inferiore rispetto ai sistemi tradizionali
- mancanza della restituzione in continuo (salvo quando l'oggetto è disposto in un piano).
- I vantaggi possono essere sintetizzati in :
 - rigorosità ed eleganza della soluzione numerica
 - restituzione completamente digitale
 - archiviazione automatica sotto forma digitale
 - alta produttività
 - estrema flessibilità operativa
 - possibilità di autotaratura col Ruendel
 - copertura di settori in cui la fotogrammetria tradizionale presenta dei notevoli limiti operativi.
 - grande facilità d'uso anche da parte di operatori poco esperti.
- I limiti sono conseguenti, a mio modo di vedere, alla rinuncia della stereoscopia: con la stereoscopia è possibile esplorare il modello con continuità, il che consente non solo l'identificazione dei punti omologhi,

ma anche un incremento notevole della precisione di restituzione in conseguenza della elevata sensibilità di percezione. Abbandonando la stereoscopia si devono necessariamente ridurre le pretese in fatto di precisione.

La valutazione del bilancio benefici-rinunce è in dipendenza del tipo di rilievo da eseguire; nel caso per esempio della fotogrammetria architettonica, la facile identificabilità dei punti omologhi, e la estrema flessibilità operative fanno del sistema Rolleimetric uno strumento estremamente utile e vantaggioso di rilievo.

RINGRAZIAMENTI

La fotocamera Rollei 6006 e il sistema di restituzione Rolleimetric MR2 sono stati gentilmente messi a disposizione dalla ditta Geotop, via Brezze Bianche, Ancona che si ringrazia.

BIBLIOGRAFIA

- 1/Astori, B.; Solaini, L.; **Fotogrammetria** Clup, Milano, 1978
- 2/Baldini Giusti L.; Facchinetti Bottai, F.; Ferri, W.; **La catalogazione dei Centri Storici: esperienze fotogrammetriche a Firenze nel 1977** - Bollettino Sifet n.2, 1978.
- 3/Fangi, G.; **Esperienze di misure e studio di dissesti in edifici in muratura soggetti a frana, mediante l'impiego di tecniche fotogrammetriche** Atti della Mostra-Convegno Nazionale di Fotogrammetria Architettonica, Bari, Maggio 1978.
- 4/Fangi, G.; **Il Rilievo fotogrammetrico della Facciata di Santa Maria della Piazza in Ancona: Conferenza sulla Fotogrammetria Terrestre**, Sifet-Marche, Ancona febbraio 1982.
- 5/Fangi, G.; **Rilievo fotogrammetrico di edifici e manufatti in vista del loro**

restauro; Lezioni di Ingegneria Sismica, Foligno Giugno 1980, Dipart. per l'assetto del Territorio, Perugia 1983.

6/ROLLEIMETRIC Handbook, Braunschweig, 1986

7/MANUAL OF REMOTE SENSING American Society of Photogrammetry, 1 ed., 1975.

8/Luhmann, T.; Wester-Ebbingaus, W. (1986); PHOTOGRAMMETRIC DATA ACQUISITION USING THE DIGITAL RESAEU-SCANNING SYSTEM ROLLEIMETRIC RS1 Presented Paper ISPRS Commissione I, Stuttgart.

9/Karara, H.m.; Handbook of non-topographic Photogrammetry American Society of Photogrammetry- Fall Church USA 1979.

10/Jeyapalan K.: A layman's Analytical Plotter: The SPD System - Photogrammetric Engineering and Remote Sensing - Volume XLIX - Novembre 1983

11/Selvini, A.: Lo stereocord G2: uno strumento per la fotointerpretazione metrica - Bollettino Sifet n 4, 1977

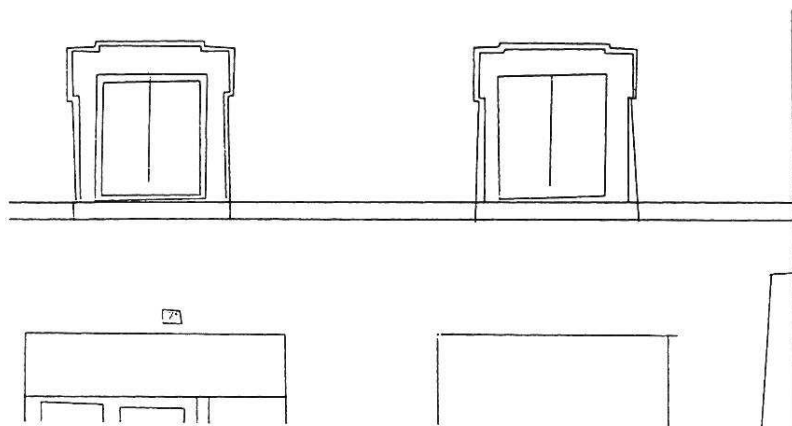
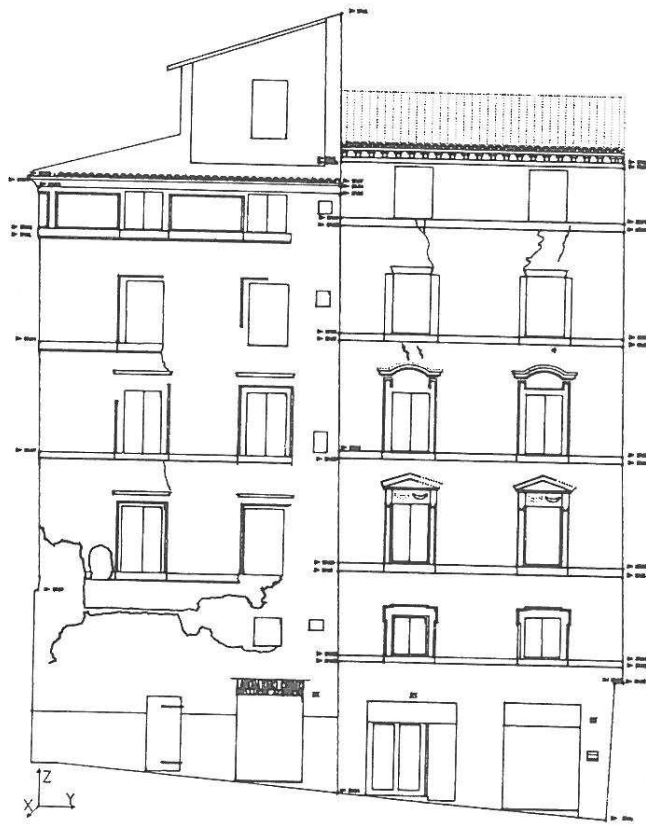


Fig.11 - Particolare di minuta di restituzione



Via Gramsci



ESPERIENZE FOTOGRAMMETRICHE CON L'APPARATO ROLLEI

F. Guzzetti ()*, *C. Monti (*)*

1 - L'apparato Rollei

La strumentazione nella sua configurazione originale, consta di un apparato di presa (camera), di un apparato di acquisizione numerica dei dati (digimetro), di un Personal Computer, di una stampante e di un plotter.

Il tutto gestito da un programma di elaborazione chiamato MR2.

Due possibilità di hanno per la presa: la camera Rollei 3003 con formato (24×36) mmq e la camera Rollei 6006 con formato (60×60) mmq.

Entrambe le camere sono dotate di più obbiettivi intercambiabili e di reticolo calibrato posto anteriormente alla pellicola.

Inutile soffermarsi sulle caratteristiche pratiche di queste camere, ben note, ma piuttosto conviene esaminare a fondo il comportamento di una camera con un obiettivo impiegata in casi ben definiti.

Puntualmente l'esperienza è stata condotta con la Rollei 6006 con obiettivo grandangolare da 40 mm, ritenuta per il formato e per la focale la più idonea ad essere confrontata con altre camere fotogrammetriche.

Della camera impiegata sono note la curva di distorsione radiale simmetrica, le coordinate del punto principale e le distanze focali per sei posizioni di messa a fuoco dell'obiettivo. È inoltre conosciuta la geometria del reticolo.

Le caratteristiche dell'orientamento interno di questa camera pseudometrica sono di un ordine di dieci volte più grandi delle normali camere fotogrammetriche terrestri.

Il trasferimento dei punti immagine in coordinate fotogramma avviene tramite una tavoletta digitalizzatrice Rollei GRT 122 con superficie utile (40×60) cmq con risoluzione di 0.025 mm. La collimazione di punti avviene mediante un cursore con reticolo a lente semisferica d'ingrandimento. Il cursore ha cinque tasti codificati per la trasmissione di dati e per la gestione di un menu che viene letto in un angolo del digimetro.

L'elaborazione dei dati acquisiti è fatta tramite il programma MR 2 gestito da un PC IBM compatibile con sistema MS DOS 2.11 dotato di microprocessore matematico, memoria RAM di 640 k Bytes e memoria di massa di due unità disco, ciascuna da 360 k Bytes.

Nella versione da noi utilizzata si hanno come memorie di massa una unità disco da 360 kB e un disco fisso da 20 MB.

(*) Istituto di Topografia, Fotogrammetria e Geofisica (ITM) del Politecnico di Milano.

Il programma MR 2 è fornito in due versioni denominate 1.30 e 1.35 di cui la prima, ormai superata, è però funzionante, mentre la seconda, più veloce e completa, presenta talvolta problemi di lettura dei dati provenienti dal digimetro.

L'MR 2 è articolato in 9 fasi di cui nella tabella 1 è riprodotta la sequenza (Tabella 1).

Le prime tre fasi sono di gestione dei valori approssimati del progetto di presa (punti di presa e sistema di riferimento) e di acquisizione delle misure sui fotogrammi. Questi sono generalmente ingrandimenti su carta dei negativi, occorrono al minimo in numero di tre e possono al massimo essere venti.

Sulle fotografie vengono misurati i punti del reticolo, i punti di legame, i punti di appoggio.

I punti del reticolo, 11×11 nella versione usata, possono essere tutti collimati su ciascuna foto oppure solamente collimati quelli che avvilluppano la parte da restituire.

Lo scopo di queste misure è quello di tener conto delle deformazioni subite dalle pellicole e dalle stampe nel tempo.

Tab. 1

MR2 Version 1.30 Copyright by Rollei Phototechnic, West-Germany		
F 1	Initilise	START
F 2	Digitise the sketch	SKIZZE
F 3	Measurement for orientation	DIGORI
F 4	File editing	BEFIL
F 5	Multiimageorientation	NAWE
F 6	Evaluating	AUSWERT
F 7	Graph editing	GRANA
F 9	Bundle adjustment	BUENDEL
F10	Exit programme	

La quarta fase è di gestione dei files che intervengono nella quinta fase, quella di orientamento. Questo avviene in due distinti momenti: dapprima viene creato il modello fra due fotogrammi e a questo vengono concatenati via via gli altri, secondo un ordine logico prestabilito (orientamento relativo); successivamente questo insieme di modelli viene mediamente posizionato sui punti d'appoggio (orientamento assoluto).

In questa operazione il programma prevede che l'orientamento assoluto avvenga su un massimo di otto differenti punti e comunque su un massimo di venti osservazioni, delle quali una deve essere necessariamente una distanza.

Dato che il sistema ha la possibilità di concatenare fra loro fino a 20 fotogrammi occorre che questi punti siano ben distribuiti, altrimenti l'orientamento assoluto non solo non corrisponde alla realtà, anche se numericamente è accettabile, ma addirittura causa il naturale propagarsi degli errori lungo il blocco, i valori numerici trovati non sono generalmente sufficienti, quali valori approssimati, per la successiva compensazione per bundles.

Compiuto l'orientamento del complesso di modelli vengono calcolati fotogramma per fotogramma i parametri di presa, di orientamento e i residui sulle osservazioni.

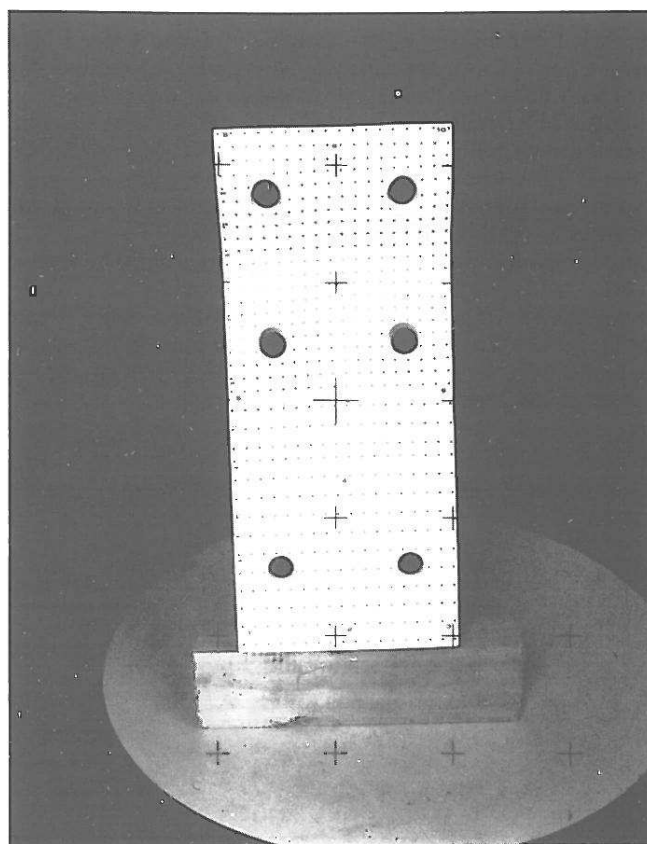


Fig. 2.1 - Testa della trave segnalizzata con reticolo.

Le fasi sei e sette servono per la gestione grafica, mentre l'ottava serve per la compensazione dei dati già acquisiti mediante fasci proiettivi. Questa compensazione fornisce anche i parametri dell'orientamento interno della camera e la curva di distorsione radiale media simmetrica, mentre nell'orientamento relativo e assoluto queste caratteristiche sono richieste come input.

Il programma bundles gestisce un massimo di 245 incognite e cioè tre per ogni punto, cinque per ogni camera utilizzata e sei per ogni punto di presa.

Utilizzando una sola camera ovvero una sola posizione di messa a fuoco e tre fotografie, ad esempio, si possono compensare 74 punti.

L'ultima fase, la nona, è il ritorno al sistema MS DOS ovvero è la fine del programma.

Stampante e plotter occorre siano IBM compatibili e, mentre la prima può essere qualsiasi, il secondo è bene che sia di discreta qualità per l'impiego grafico.

Va ancora detto che l'MR 2 come output del programma bundles consente il plottaggio delle ellissi di errore e delle ellissi di confidenza dei punti compensati nei tre piani ortogonali del sistema di riferimento.

2 - La presa dei fotogrammi

L'analisi dell'apparato Rollei è stata condotta secondo due aspetti: uno prettamente numerico per definire l'incertezza metrica del sistema, l'altro grafico qualitativo.

Al primo è stato dato un particolare peso, in quanto oggettivamente valutabile; al secondo si è riservata una accurata sperimentazione, soggetta però a giudizi di tipo qualitativo e a considerazioni opinabili.

Per lo studio metrico si è rilevata la superficie deformata della testa di una trave a I d'acciaio, sottoposta a snervamento.

La superficie è stata discretizzata mediante un reticolo di densità e dimensioni correlate alla scala fotogrammi progettata.

Nella fig. 2.1 è visibile il reticolo in questione.

Si è deciso di procedere alla sperimentazione in questo modo:

- presa di 3+3 fotogrammi con la Rollei secondo lo schema di figura 2.2a;
- presa di 3+3 fotogrammi con la TMK 6 Zeiss secondo lo schema di figura 2.2b;
- presa di 3+3 fotogrammi con la P31 f45 Wild secondo il medesimo schema di figura 2.2b.

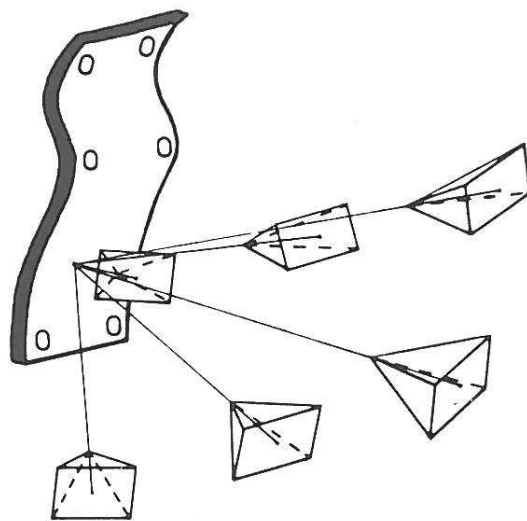


Fig. 2.2a - Schema prese Rollei.

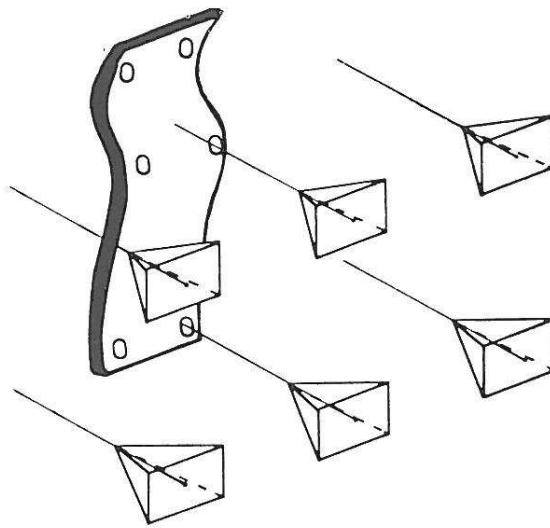


Fig. 2.2b · Schema prese TMK6, Wild P31

Le prese Rollei sono avvenute a circa 0.80 m dall'oggetto con conseguente scala fotogrammi 1:20; le prese Zeiss a 0.50 metri con lente addizionale e scala fotogrammi 1:9; le prese Wild da 1.10 m e scala fotogramma 1:25. La camera Rollei impiegata come detto, è stata la 6006 con obbiettivo Distagon HFT f 40 e apertura relativa da 1/4 a 1/32.

Sono state utilizzate nel primo caso pellicole Kodak BN 25 Asa; nel secondo lastre Agfa Pan 100 e nel terzo pellicole Ilford BN 125 Asa e lastre Agfa Pan 100.

Ancora con la Rollei sono state fatte due prese convergenti e una centrale a due livelli diversi, mentre con Zeiss e Wild prese normali, sempre a due livelli diversi (figure 2.2).

La qualità Rollei e Zeiss è risultata buona e adatta alla restituzione: si è limitata l'indagine a queste prese, perché i fotogrammi Wild sono risultati a scala eccessivamente ridotta causa la vincolante distanza di messa a fuoco. Appare inoltre più significativo il confronto fra i fotogrammi Zeiss e Rollei, in quanto i primi stanno in rapporto di scala 2:1 con i secondi e possono essere considerati quali termine di riferimento.

Per lo studio grafico qualitativo si sono fatte una serie di prese Rollei di una parte del quadriportico di Santa Maria Nuova in Abbiategrasso.

Questo complesso era stato rilevato con P31 f45 Wild e restituito con Planicomp alla scala 1:50. L'appoggio utilizzato, presegnalizzato, è lo stesso in entrambi i casi.

Il controllo sulla metrica dell'apparato Rollei è avvenuto distintamente sui fotogrammi, sull'acquisizione e sul trattamento dei dati.

Le coordinate fotogramma e reticolo sono state misurate su quattro stampe ingrandite tre volte, le tre del primo livello (figura 2.2a) e la centrale più alta con la tavoletta digitalizzatrice.

Complessivamente 72 punti immagine oltre alle crocette del reticolo.

Gli stessi punti sui negativi originali sono stati misurati sul PK1 Zeiss impiegando la medesima curva di distorsione.

Si ha perciò immediatamente la disponibilità delle coordinate fotogramma e perciò idea delle differenze fra i due sistemi di assunzione dei dati.

Data la profonda differenza qualitativa fra i due strumenti, la tavoletta e il monocomparatore, si può prendere il secondo come riferimento. Nella tabella 2 sono i risultati dove con M sono indicati i valori delle medie delle differenze fra le coordinate lastra provenienti dal sistema Rollei e dal monocomparatore, con σ le varianze e con Max i valori massimi di tali differenze.

Tab. 2

n. punti	$M(x)$ (mm)	$\sigma(x)$ (mm)	$M(y)$ (mm)	$\sigma(y)$ (mm)	Max(x) (mm)	Max(y) (mm)
72	0.018	± 0.031	-0.031	± 0.027	0.072	0.073

Siccome la stima dei punti sul PK1 è effettuata con una incertezza di 2-3 millesimi di millimetro si vede dall'analisi delle varianze della popolazione che quella di determinazione sulla tavoletta ascende a circa dieci volte tanto.

Le misure fotogramma Rollei sono state compensate col programma bundles del sistema, dapprima per le tre foto del primo livello e quindi aggiungendo la quarta.

I valori medi degli s.q.m. delle coordinate ottenute sono contenuti nella tabella 3, dove la coordinata y identifica la profondità.

Tab. 3

n. fotog.	n. punti	$\sigma(x)$ (cm)	$\sigma(y)$ (cm)	$\sigma(z)$ (cm)
3	72	0.035	0.048	0.042
4	72	0.032	0.049	0.042

Il passaggio da tre a quattro fotogrammi non migliora i risultati: è presumibile che ciò sia dovuto al fatto che la soglia di incertezza di misura è già conseguita con le misure su tre foto e l'aggiunta di altre è praticamente indifferente. Conferma di ciò è la pratica coincidenza del valore quadratico medio (v.q.m.) dei residui dopo la compensazione con la incertezza di determinazione ottenuta con la tavoletta (0.021 mm in x e in y).

La prassi seguita è stata ripetuta utilizzando i dati provenienti dal PK1 elaborati con il programma CALGE dell'ITM. La tabella 4 illustra quanto ottenuto.

Tab. 4

n. fotog.	n. punti	$\sigma(x)$ (cm)	$\sigma(y)$ (cm)	$\sigma(z)$ (cm)
3	72	0.010	0.017	0.009
4	72	0.007	0.014	0.007

Due considerazioni innanzi tutto. Riduzione in un rapporto 1/3-1/4 degli s.q.m.; sensibile riduzione di tali valori passando da tre a quattro fotogrammi. In questo caso la soglia di incertezza delle misure non è raggiunta e sta a significare che il monocomparatore ha la possibilità di determinazione delle coordinate lastra ancora superiori. I residui su queste sono di 0.005 mm in x e 0.006 mm in y.

Da questi risultati si possono trarre alcune importanti considerazioni. Il sistema Rollei da complessivamente delle buone precisioni se si pensa che la misura avviene tramite il cursore con reticolo, che ha notevoli parallassi appena si collima non ortogonalmente alla tavola, e su stampe fotografiche. L'MR 2 utilizzando i bundles, oltre a dare un risultato rigoroso, fornisce i parametri dell'orientamento interno della camera e della distorsione.

Questi vengono determinati molto bene se i punti oggetto sono ben distribuiti sul blocco di fotogrammi; viceversa punti mal distribuiti vanno a determinare in maniera approssimata i parametri suddetti.

L'esame delle precisioni ha visto come seconda fase la restituzione al PK 1 dei fotogrammi Zeiss.

Il binomio camera fotogrammetrica-monocomparatore del primo ordine costituiscono il termine di raffronto fra il binomio camera pseudometrica e tavoletta digitalizzatrice.

Inoltre, per una più completa analisi dell'acquisizione dell'immagine sono state poste a confronto le immagini Rollei e quelle TMK 6 restituite entrambe con il PK 1.

L'elaborazione dei dati TMK 6 e PK 1 ed il CALGE sugli stessi punti già detti, dà luogo a quanto illustrato in tabella 5:

Tab. 5

n. fotog.	n. punti	$\sigma(x)$ (cm)	$\sigma(y)$ (cm)	$\sigma(z)$ (cm)
3	72	0.006	0.015	0.006
4	72	0.004	0.013	0.006

Confrontando la tabella 5 con la tabella 4 si vede che mediamente si ha una diminuzione delle incertezze dell'ordine del 30% per le coordinate x e z, mentre si ha una modesta riduzione per la profondità y. Questo fatto apparentemente dimostra che la camera fotogrammetrica consente precisioni superiori a quelle pseudometriche; in verità è una affermazione forse più di principio che sostanziale in quanto le due scale dei fotogrammi sono una doppia dell'altra e questo fatto gioca sicuramente un ruolo non precisamente quantificabile. Una sostanziale differenza per la valutazione dell'incertezza sulla profondità è probabilmente dovuta alla migliore geometria delle prese convergenti rispetto a quelle normali. Una considerazione generale è che l'aggiunta di fotogrammi, se misurati con monocomparatore, migliora le incertezze per le pseudometriche mentre

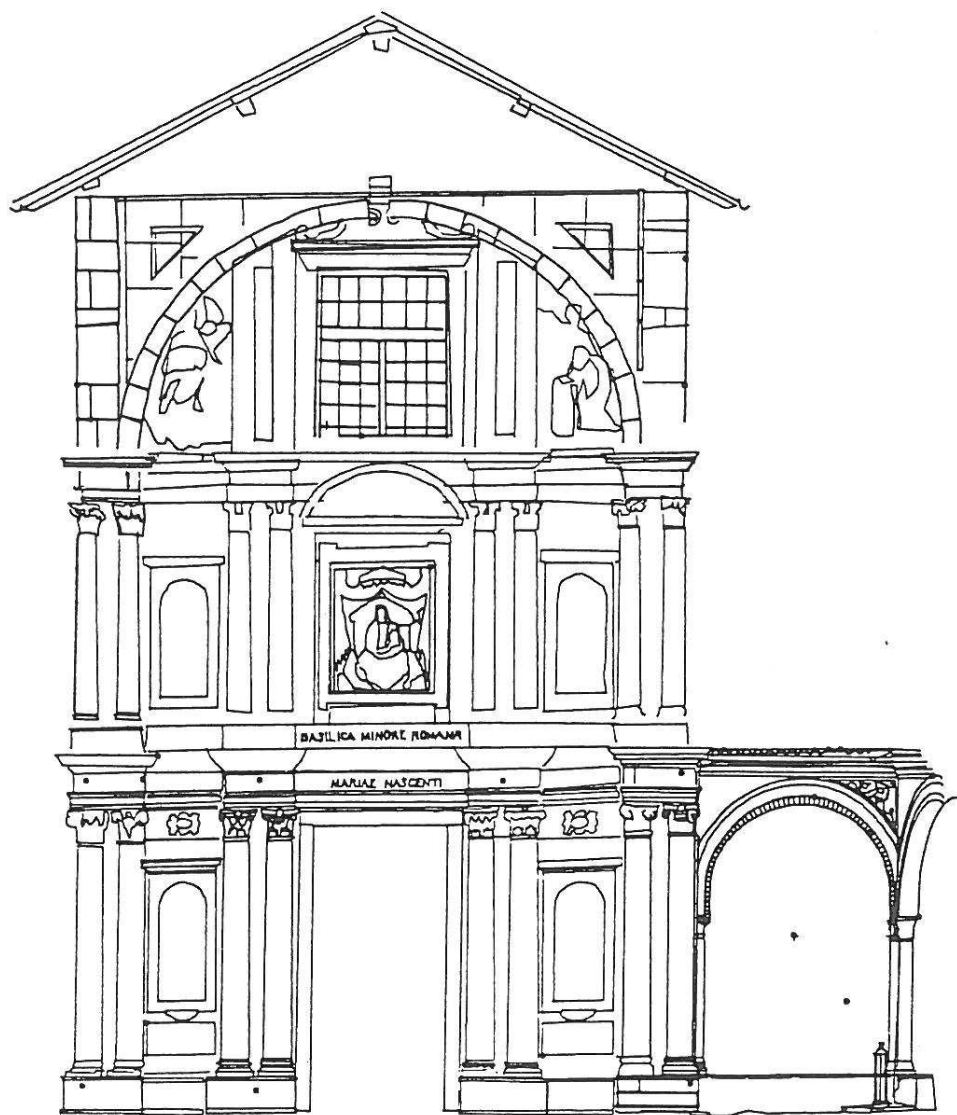


Fig. 3.1 - Restituzione con apparato Rollei.

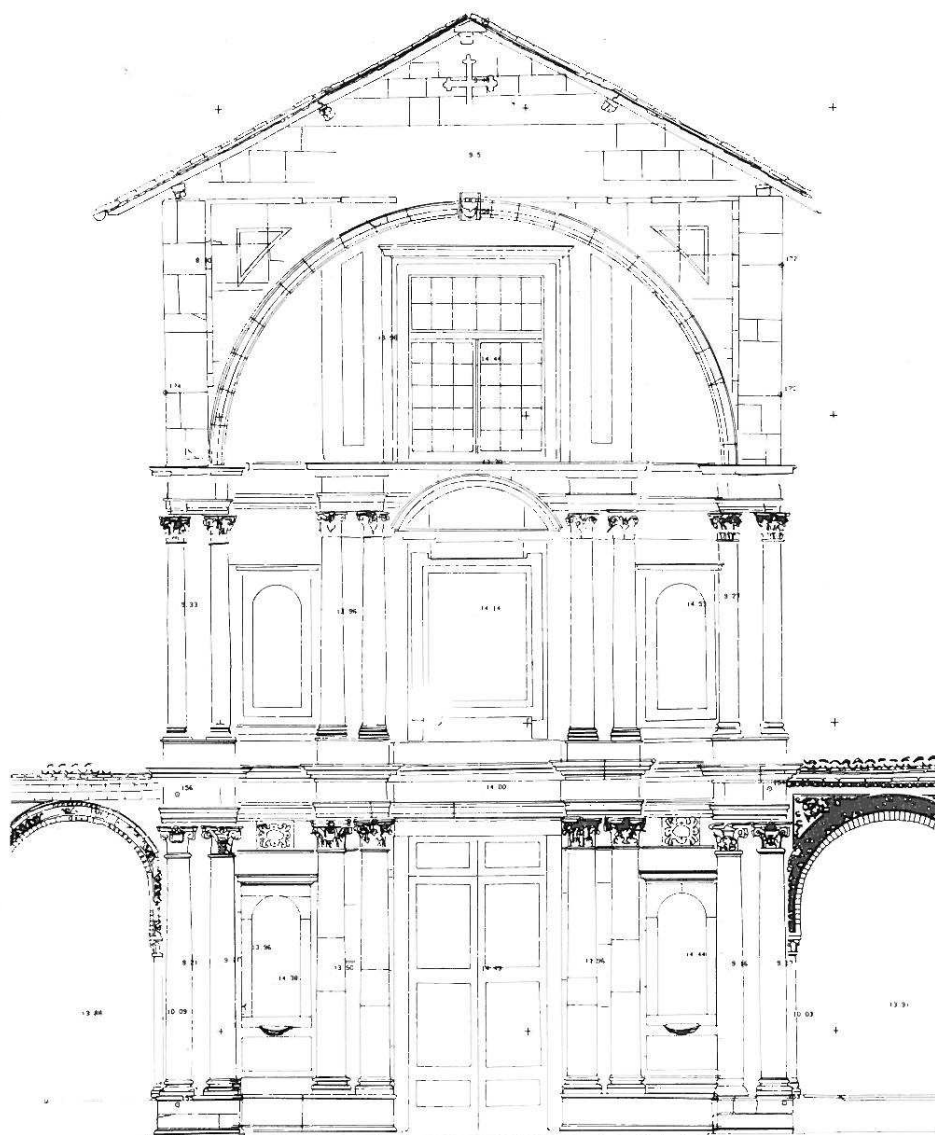


Fig. 3.2 - Restituzione con Planicom C 100.

lascia indifferenti le metriche logicamente più stabili.

Confrontando ora la tabella 5 con la tabella 3, ovvero i due sistemi citati, si vede che il rapporto sistema Rollei-sistema analitico del primo ordine è di 5-7 volte come incertezza.

Le valutazioni fino ad ora fatte hanno come base comune i punti immagine e i punti d'appoggio. Questi ultimi, in numero di dieci, sono stati determinati con una precisione che è di un ordine inferiore, considerata la scala dei fotogrammi, rispetto alle possibilità di misura col PK 1.

Questo fatto fa sì che i residui sui punti d'appoggio siano alti, di un ordine tre-quattro rispetto a quelli dei punti immagine.

Questi residui ne influenzano i valori medi e quindi, alzando il valore del σ^2 , gli s.q.m. delle coordinate che compaiono nelle tabelle 4 e 5.

Fissando tre soli punti nelle loro tre coordinate (2 gradi di iperstaticità) la media dei residui scende sotto i 2 millesimi di millimetro, valore che rispecchia le effettive possibilità del PK 1, conservandosi inalterati i rapporti evidenziati nelle tabelle 4 e 5.

Data la relativa brevità delle prove in corso non si può stabilire con certezza i parametri di deformazione del film. Prove ripetute nell'arco di due mesi su fotogrammi Rollei, eseguite al PK 1, hanno evidenziato valori limitati di deformazioni. Lo shrinkage secondo le due direzioni assiali x ed y è risultato mediamente contenuto entro 2×10^{-3} del formato per la direzione di avvolgimento x e la variazione relativa massima nel tempo (prove intervallate di una settimana nell'arco di due mesi) entro 2×10^{-5} .

Da un lato risulta quindi forte la variazione di scala dovuta allo stiramento, mentre risulta piuttosto contenuta la variazione temporale. Questo seppure la pellicola sia stata appositamente cambiata di ambiente.

Il comportamento anisotropo del film ha raggiunto un massimo di 0.007 mm sui punti ai bordi del reticolo con apparente andamento casuale dei vettori.

Le prove di restituzione grafica utilizzano il menù fornito dall'MR 2. Questo, digitalizzabile sulla tavoletta, prevede alcune funzioni per l'acquisizione dati e il tracciamento grafico. Di normale utilizzo sono il poligono aperto o chiuso, la linea sul piano e il punto isolato. Di incerta esecuzione è la linea nello spazio. Utile si dimostra la distanza fra due punti. La qualità della restituzione è condizionata da più fattori, il principale dei quali è l'osservazione fotogramma per fotogramma senza la visione stereoscopica e la marca mobile.

Il contorno del disegno è ottenuto discretizzando e collegando punti: il controllo sull'esito del tracciamento è affidato alla σ delle coordinate dei singoli punti (minimo tre foto). Non si può nascondere che mentre è relativamente agevole restituire oggetti dalle geometrie semplici, relativamente complesso è restituire il continuo curvo. Se da un lato il dato metrico è ottenuto con sufficiente approssimazione in una moltitudine di casi, l'aspetto semantico è spesso abbastanza deludente.

Il confronto da noi eseguito riguarda il protiro della già citata Santa Maria Nuova, che presenta le normali complessità architettoniche.

Nelle Fig. 3.1 e 3.2 sono visibili le due restituzioni e l'osservatore può trarre le sue conclusioni.

Va detto che comunque, si pongono a confronto due metodologie diverse, la prima con lunga esperienza, la seconda nuova. Si ha perciò la convinzione da un lato di un sicuro miglioramento della qualità con l'esperienza d'uso del sistema e con più adeguato plotter, dall'altro che più di tanto, come pura restituzione non si potrà avere.

I tempi di restituzione numerica sono per un verso più lunghi per la necessità di

misurare il reticolo su tutti i fotogrammi stampati rispetto a quanto avviene con un analitico tradizionale, dall'altro più brevi per la possibilità colloquiale del programma MR 2. Tutto questo quando l'MR 2 è gestito da un PC di caratteristiche avanzate. I tempi di restituzione grafica sembrano decisamente più lunghi, a parità di rappresentato, di quanto avviene con un normale analitico. Interessante la possibilità dell'MR 2 di gestire più prese a scala diversa contemporaneamente.

4 - Considerazioni critiche

A conclusione di quanto sopra esposto, si possono trarre alcune considerazioni di massima, che solo un più lunga pratica e alcune evoluzioni del sistema potranno modificare sostanzialmente.

La presa con la camera Rollei diventa, se confrontata con le prese fotogrammetriche tradizionali, un'operazione semplice.

I vincoli larghissimi all'orientamento della stazione di presa, l'automatismo della camera e la sua maneggevolezza la rendono gestibile da qualsiasi principiante. Rimane importante un buon progetto di presa, perché queste nella loro geometria, condizionano la restituzione.

Il materiale sensibile, rullino 6x6, offre ampia scelta a buon mercato.

Camere di questo tipo appaiono ideali per l'acquisizione di immagini metriche a basso costo d'esercizio per diversi fini (restituzione, catalogazione, rilievi speditivi ed altro).

Il supporto topografico, impressionato col reticolo, consente anche a distanza di tempo di tener conto delle deformazioni e questo consente la conservazione del materiale in normali ambienti.

La tavoletta è uno strumento di immagazzinamento dei dati, che può lasciare perplessi coloro che sono abituati a lavorare con strumenti fotogrammetrici. È sicuro che alla base della scelta Rollei sta una filosofia d'impiego che si rivolge a operatori non specializzati e sprovveduti nel campo della fotogrammetria. Chiunque però può personalmente constatare quanto sia più facile, preciso e meno stancante digitalizzare sui negativi attraverso un monocomparatore che non sulle stampe con un cursore a reticolo.

Accettata però la soluzione Rollei occorre dire che la tavoletta dà effettivamente la risoluzione dichiarata dalla casa: il baco sta nel cursore con la sua lente semisferica che introduce parallassi intollerabili quando non si osservi perfettamente normale; inoltre il leggero ingrandimento non è spesso sufficiente.

Il programma MR 2 è il cuore del sistema.

Questo programma appare molto ben fatto. È facile, colloquiale, completo. È stato da noi sperimentato nella prima versione 1.30 e nella successiva 1.35. La seconda è molto più veloce della prima, ma ha dato problemi nella elaborazione dei dati provenienti dalla tavoletta, che va perciò ancora messa a punto con la versione 1.35. Appare abbastanza opinabile la scelta Rollei di gestire l'MR 2 attraverso un PC non in grado di utilizzare rapidamente la potenzialità del programma. Se è sufficientemente rapido nelle fasi di gestione dei dati e di compensazione, a parte la matrice di elaborazione dei punti reticolo, è altrettanto vero che la compensazione per bundles, al massimo della capacità, richiede parecchie ore. Questo fatto è spiacevole perché, in presenza di errori di misura, sempre in agguato, l'operatore aspetta ore prima di avere cognizione dell'errore.

Appare a priori limitativo il fatto che l'orientamento assoluto avvenga su soli otto

punti, visto che il sistema accetta venti fotogrammi. Accettata questa considerazione è essenziale che l'utilizzatore venga informato sul fatto che gli otto punti (o l'equivalente di venti osservabili) siano ben posizionati e distribuiti all'interno della zona da restituire.

Tassativo risulta il fatto che l'apparato consente la restituzione a partire da un minimo necessario di tre collimazioni dello stesso punto su tre fotogrammi. Si può superare questa condizione utilizzando un solo fotogramma definendo, col menù di plottaggio, tre punti omologhi, ricavati però su tre fotogrammi che definiscono il piano per essi. Ciò è possibile tutte le volte che si hanno superfici piane. In tal caso la restituzione diventa agevole e può fornire il dettaglio.

La restituzione da due soli fotogrammi è fortemente sconsigliabile perché corrisponde, in termini geometrici, alla intersezione semplice in avanti, dove, dal punto di vista geometrico teorico la soluzione è rigorosa, ma dal punto di vista fotogrammetrico la soluzione è comunque ottenuta come intersezione di due rette sul piano e dalla media delle posizioni in quota dovute alla parallasse.

Questo fatto porta ad avere un risultato numerico che può e non può corrispondere alla realtà, senza possibilità di riscontro proprio perché non si ha né la marca mobile della visione stereoscopica, né la σ generata dall'esuberanza di osservazioni.

Il plottaggio grafico è gestito dall'MR 2 con una serie di opzioni di facile utilizzo. È evidente che a parità di elaborazione la qualità grafica dipende dal tipo di plotter. Quello del sistema è insufficiente per una accettabile restituzione.

Altro appunto è la rigidità dell'MR 2 nella gestione del file scrittura dati, squadratura disegni, caratteri simbolici.

Grosso inconveniente si rivela il fatto che la stampa fotografica è instabile anche con piccole variazioni di temperatura e umidità.

Questo comporta, nelle riprese del lavoro, di rimisurare la maglia reticolo se si vuole continuare una restituzione coerente.

Grosso pregio del sistema è di memorizzare ogni elemento grafico restituito sotto forma numerica, ovvero come insieme di punti nelle tre coordinate spaziali. Ciò consente di restituire dall'originale in memoria qualsiasi scala e sui tre piani coordinati.

5 - Conclusioni

Il sistema Rollei è certamente una realtà interessante e denuncia una nuova filosofia che vede l'applicazione della fotogrammetria analitica a campi di intervento che erano di difficile accesso.

Ciò è dovuto alla semplicità del sistema, affrontabile da qualsiasi operatore.

Dei pro e dei contro è stato già detto.

La valutazione conclusiva di quanto sperimentato può essere così sintetizzata.

La strumentazione è adatta in molti casi a risolvere problemi dove occorre determinare la geometria elementare di "oggetti" di facile e di difficile accesso.

Quando si seguono delle regole di buona norma nelle prese, nell'appoggio e anche nella restituzione, si può avere una precisione che soddisfa molte applicazioni pratiche.

Va chiarito che il metodo non sostituisce la fotogrammetria classica di precisione, ma si colloca ed ha un suo spazio particolare.

La restituzione grafica in originale è il più delle volte giudicabile insufficiente secondo gli standard grafici cui la fotogrammetria ci ha abituati.

Con un processo in parte mistificatorio e in parte no, si può rimediare alla grafica con un sistema CAD che integri e normalizzi le discrepanze dovute a una restituzione

non in continuo. (Su questo problema di principio dell'uso o meno di un CAD grafico per l'elaborazione dei disegni architettonici si può discutere a lungo, ma non si ritiene qui opportuno farlo).

Infine, un aspetto non previsto, ma interessante e importante come ausilio alla fotogrammetria analitica classica, è la possibilità di trovare le coordinate di un grosso numero di punti a partire da qualsiasi tipo di fotogrammi, da utilizzare come coordinate approssimate d'ingresso nei programmi di compensazione rigorosa.

Ad esempio nella restituzione numerica della piastra citata, i circa 600 punti compensati col programma CALGE per lo studio della forma e della precisione sui punti, hanno visto la determinazione delle coordinate d'ingresso col sistema Rollei a partire dal sistema dei 10 punti d'appoggio. Senza tale contributo si sarebbero dovuti stimare singolarmente con buona approssimazione le tre coordinate di tutti i 600 punti.

Si ringrazia la Ditta **GEOTOP** di Ancona per la fornitura dell'apparato oggetto della presente relazione e Roberto Prini per la collaborazione prestata in ogni fase dello studio.

Gruppo di Lavoro:
geom. Gabriele Mancini
geom. Alessandro Rizzi
geom. Andrea Sebastianelli

Coordinamento: ing. Marco Poli

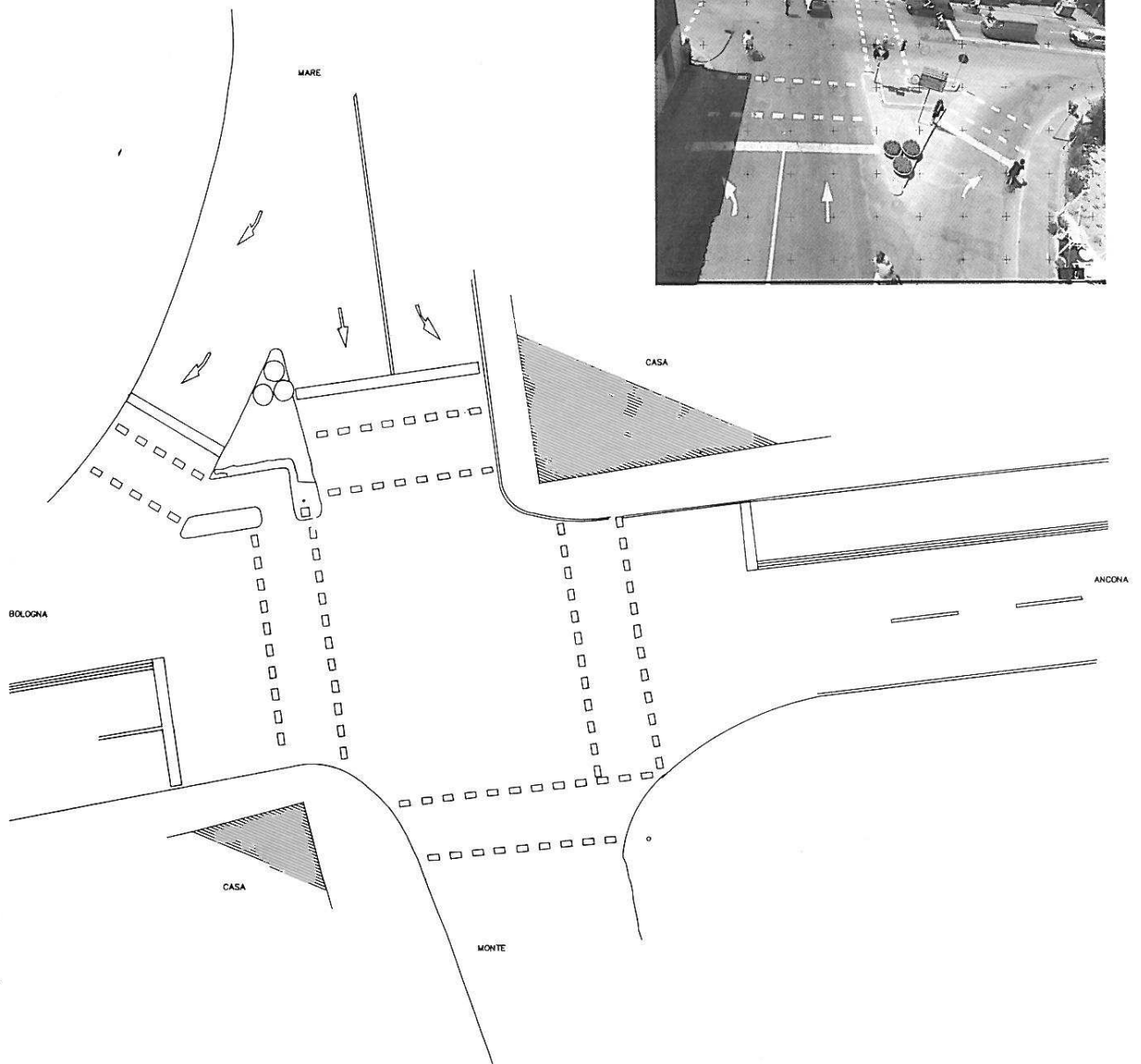
Corso di Fotogrammetria

Docenti:
ing. Giuseppe Montagna
ing. Piero Gasparini



Rilievo di un incrocio nella città di Rimini

Committente:
Comando dei Vigili Urbani di Rimini
Sezione Infortunistica



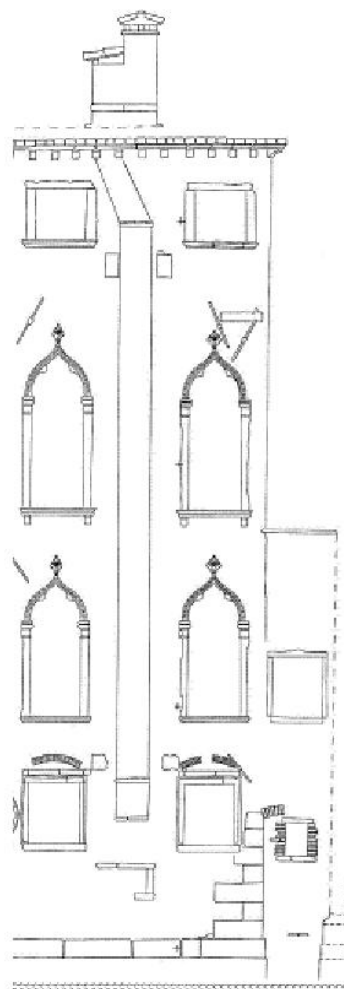
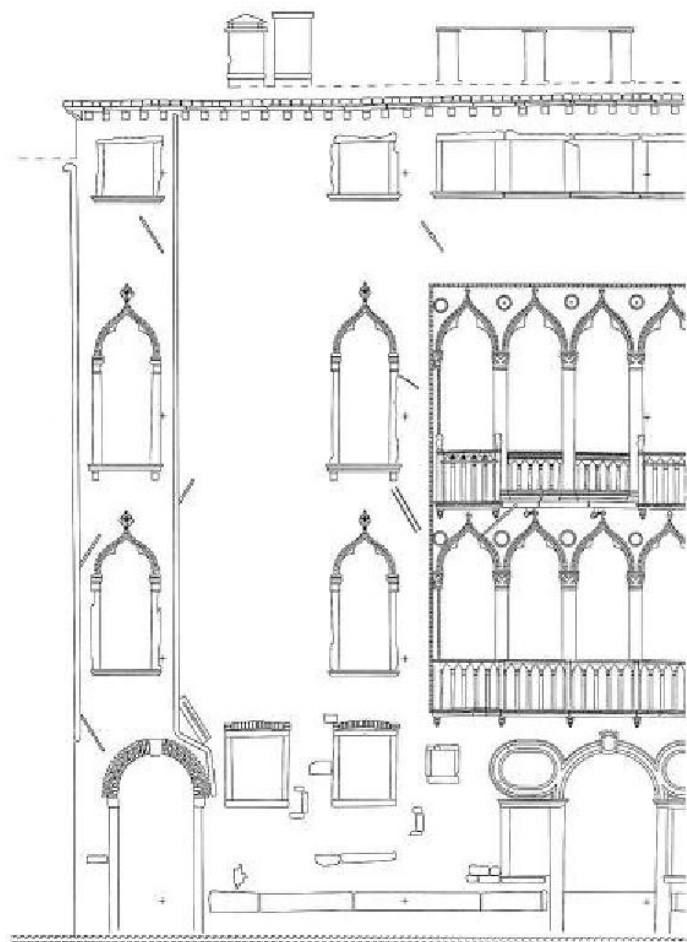
Basilica di San Nicola Cortile di Carpi (MO)
Prospetto principale

Committente: Comune di Carpi

ALFEX

Viale Piave, 37a Reggio Emilia





Villa Cicogna

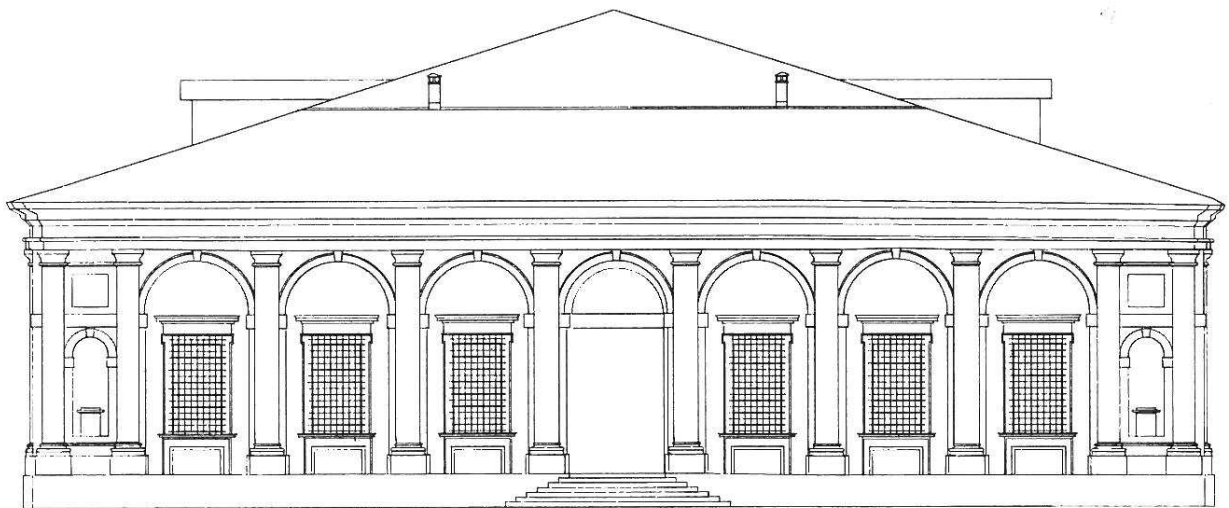
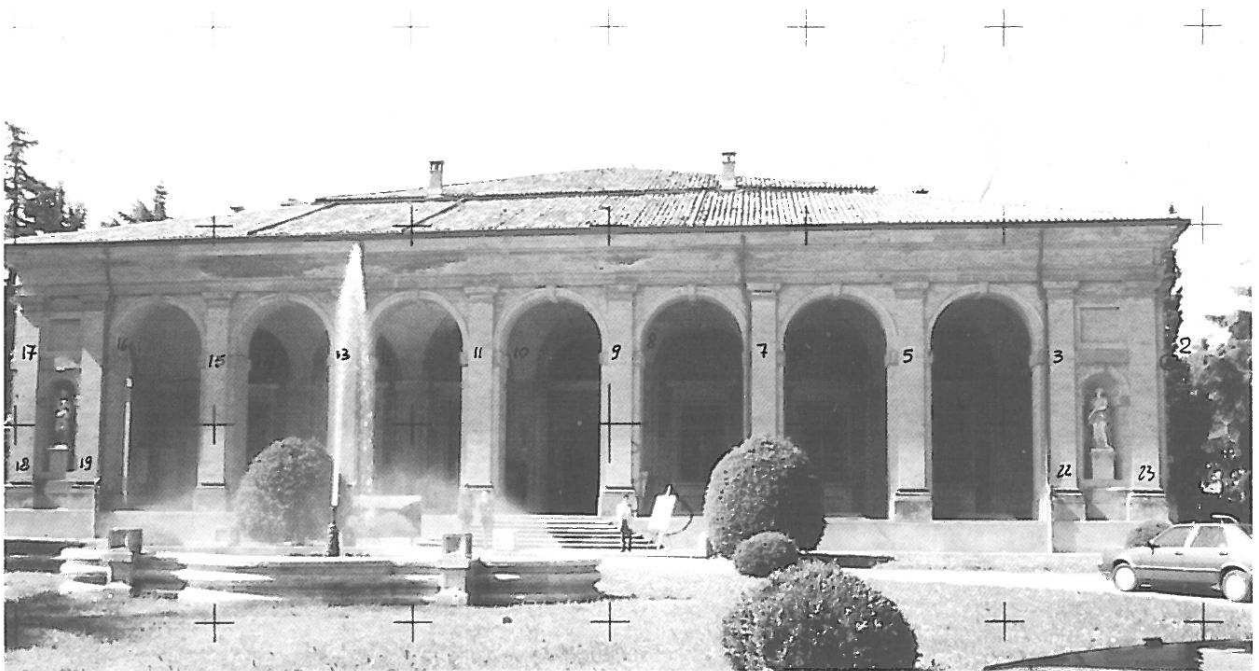
Studio Edilprogram
arch. Riccardo Spadoni - Ravenna

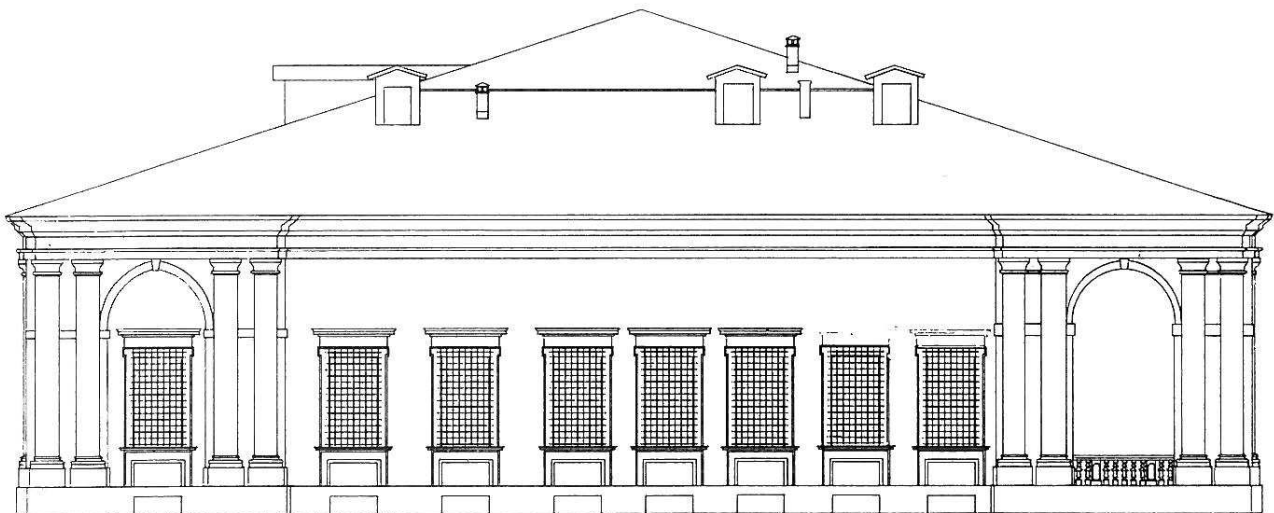
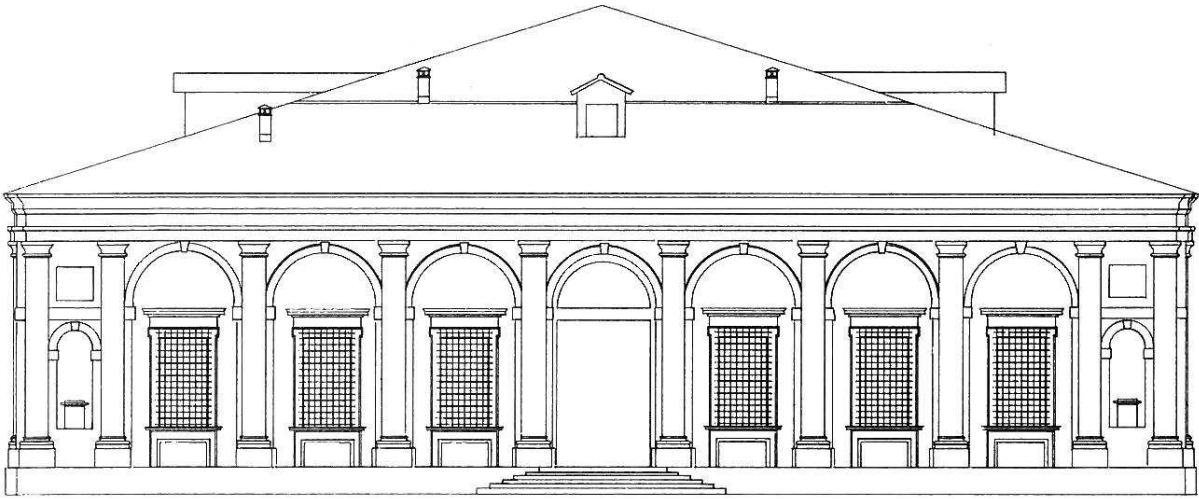
Prospetto Principale

Prospetto Posteriore

Prospetto Laterale

Prospetto Laterale



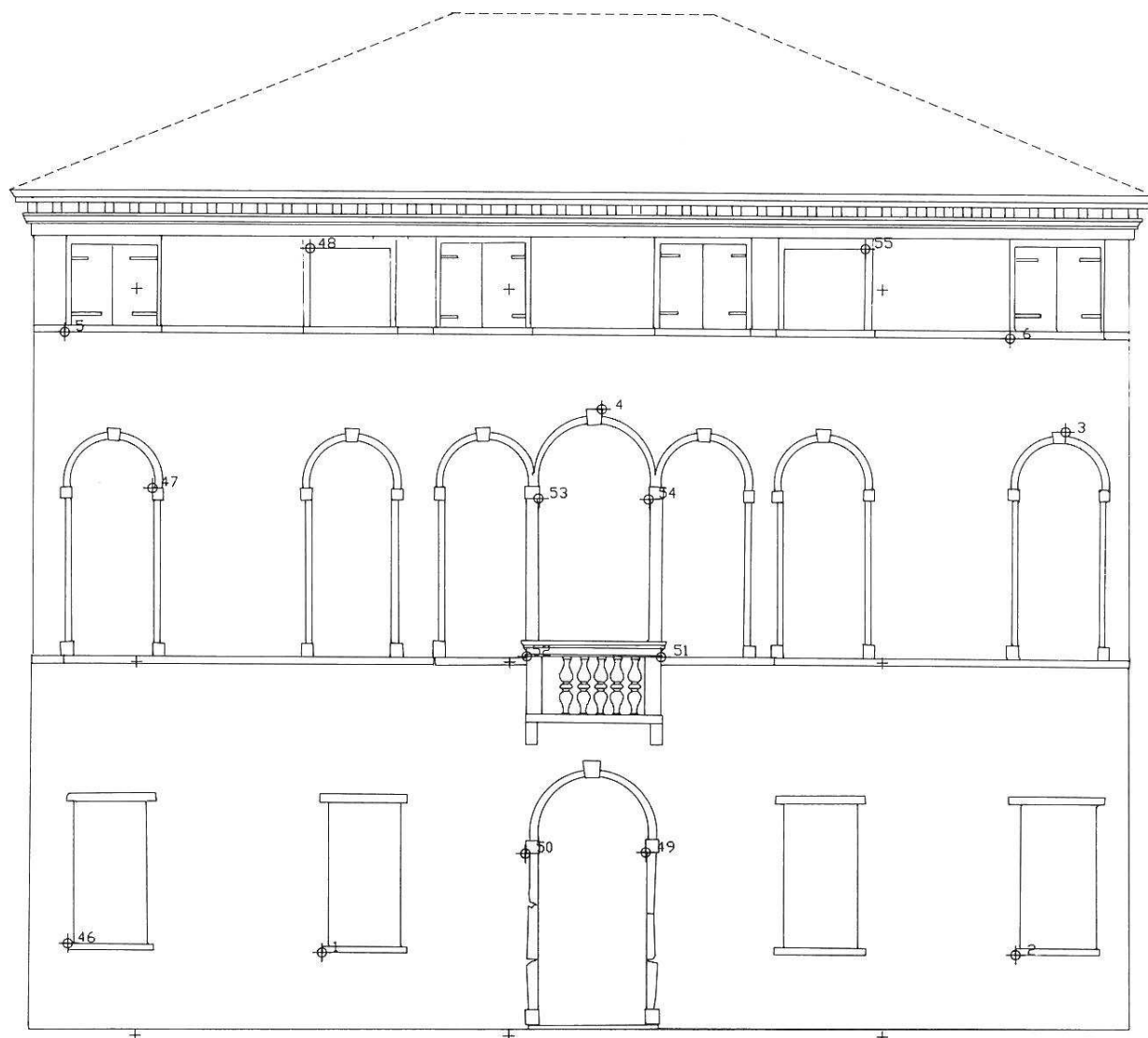


Villa Foscolo Mirano (VE)

Nell'ambito del corso di rilievo e catalogazione FSE 1988, condotto dall'EnAIP di Noale, è stata eseguita la catalogazione di 32 Ville venete del Comune di Mirano. Tutte le Ville sono state riprese con la POLLE 6006 Metro per creare una banca di immagini metriche come supporto alla catalogazione tradizionale. Su tre Ville si è eseguito il rilievo long metrico tradizionale e il rilievo strumentale (topografico e Polle MR2).



VILLE
VENETE
DI MIRANO (VE)

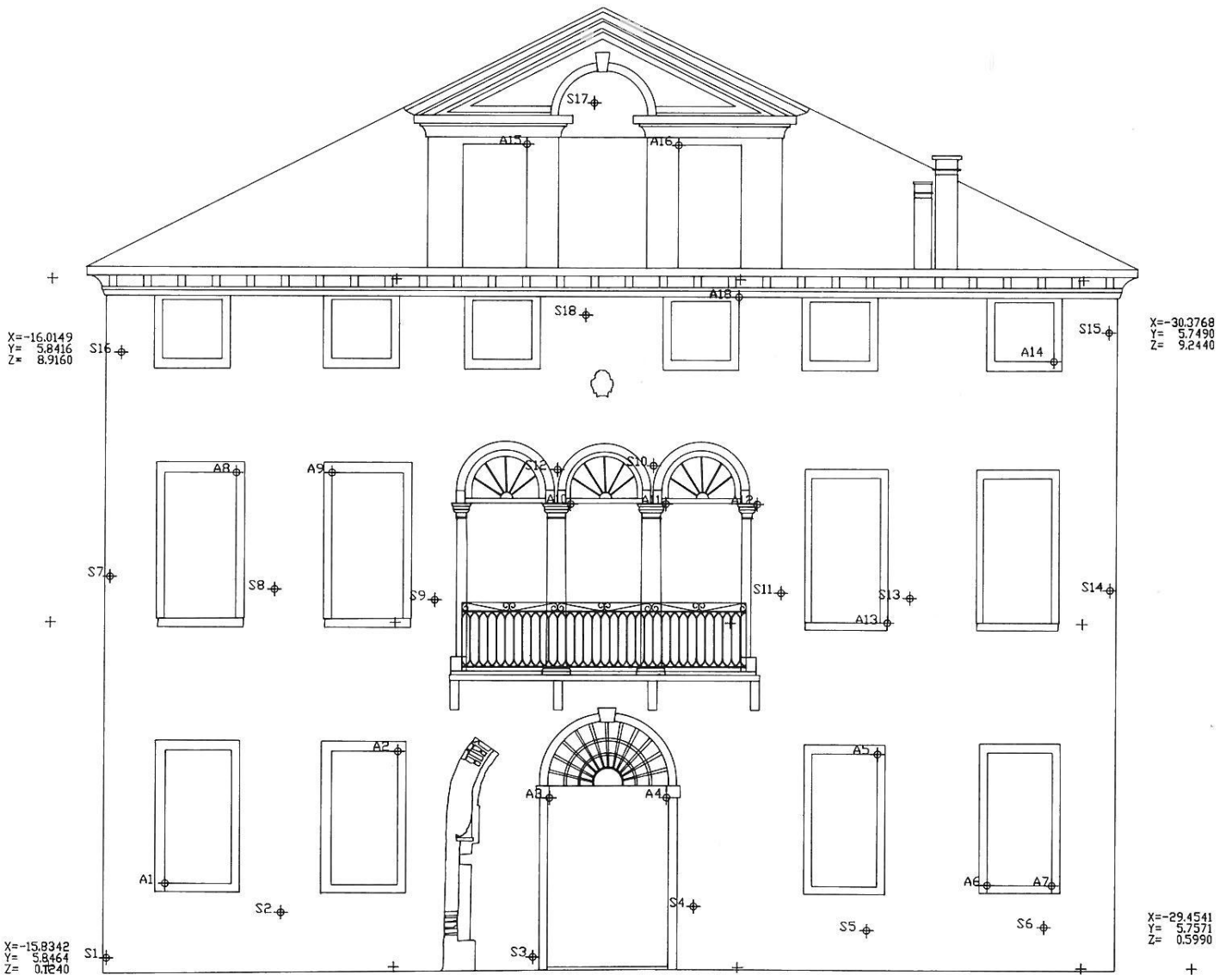


Villa Pomai-Rota Campocroce (Mirano)

En.A.I.P. Noale



VILLE
VENETE
DI MIRANO (VE)



Abbazia S. Antimo
lato Sud dell'ex Monastero

Soprintendenza ai Beni Ambientali ed Architettonici di Siena e Grosseto

Rilievo descrittivo dello stato attuale e stratigrafico

PANMETRIC s.r.l.

Rilievi metrici e fotogrammetrici - indagini non distruttive
Diagnosi di edifici e monumenti

Schema delle prese fotografamiche

Scala 1:200



COORDINATE DELLE PRESE FOTO

Stazione	X	Y	Z
A	24.337	5.012	1.750
B	27.720	8.702	1.445
C	9.051	8.389	1.655
D	9.656	8.389	1.558
E	15.516	8.616	1.579
F	28.031	6.353	1.702
G	7.185	7.046	1.443
H	25.525	9.720	1.565
I	12.611	6.351	1.548
J	18.168	6.200	1.585
K	9.931	8.210	1.641
L	9.702	8.622	1.540
M	9.788	9.101	1.621

COORDINATE DEI PUNTI APP

Punto	X	Y	Z
1	1.826	11.880	0.574
2	4.802	11.880	0.574
3	17.716	12.000	0.554
4	18.388	12.021	0.563
5	1.020	12.000	2.003
6	4.015	12.021	2.003
7	18.888	12.044	2.003
8	19.560	12.064	2.003
9	18.872	12.084	2.003
10	18.194	12.064	1.993
11	23.676	12.044	1.993

Caratterizzazione dei materiali

Superficie non levata

Cose giuste di pavimento interno

Intonaco

Zona di intonaco degradato con incrostazioni affioranti

Elementi lignei

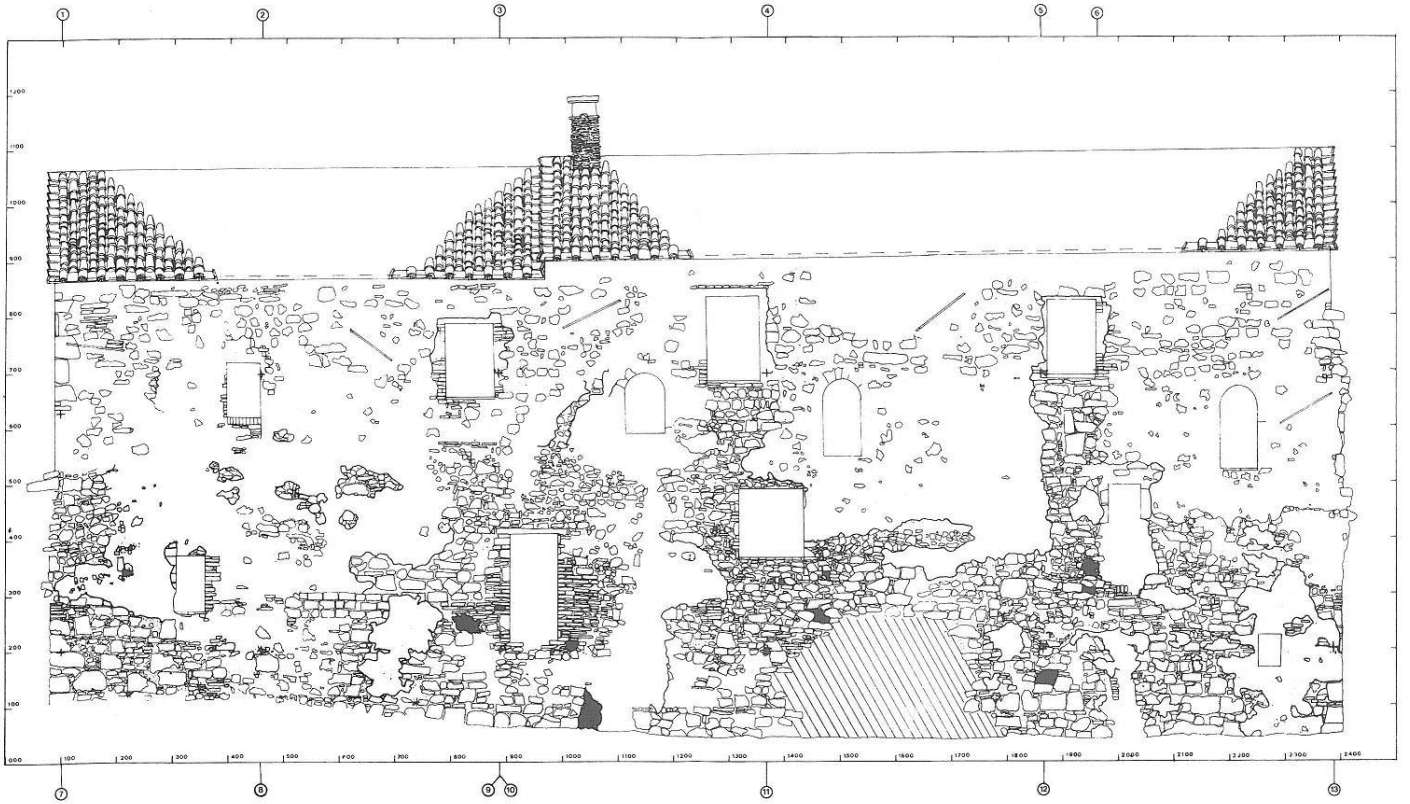
Materiali in muratura

Materiali in muratura scarsi di fango

Materiali molto compatte da muratura e quarzite di colore scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro



Numero di posizione dei punti appoggiati sull'asse X del sistema di riferimento

Punto appoggio sulla facciata

Numero delle unità stratigrafiche (S)

Caratterizzazione delle S

Caratterizzazione delle S

Superficie intonacata

Superficie intonacata scarsa della S n° 1

Intonaco degradato con muratura affiorante

Muratura con tracce di intonaco

Elementi lignei

Materiali molto compatte da muratura e quarzite di colore scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

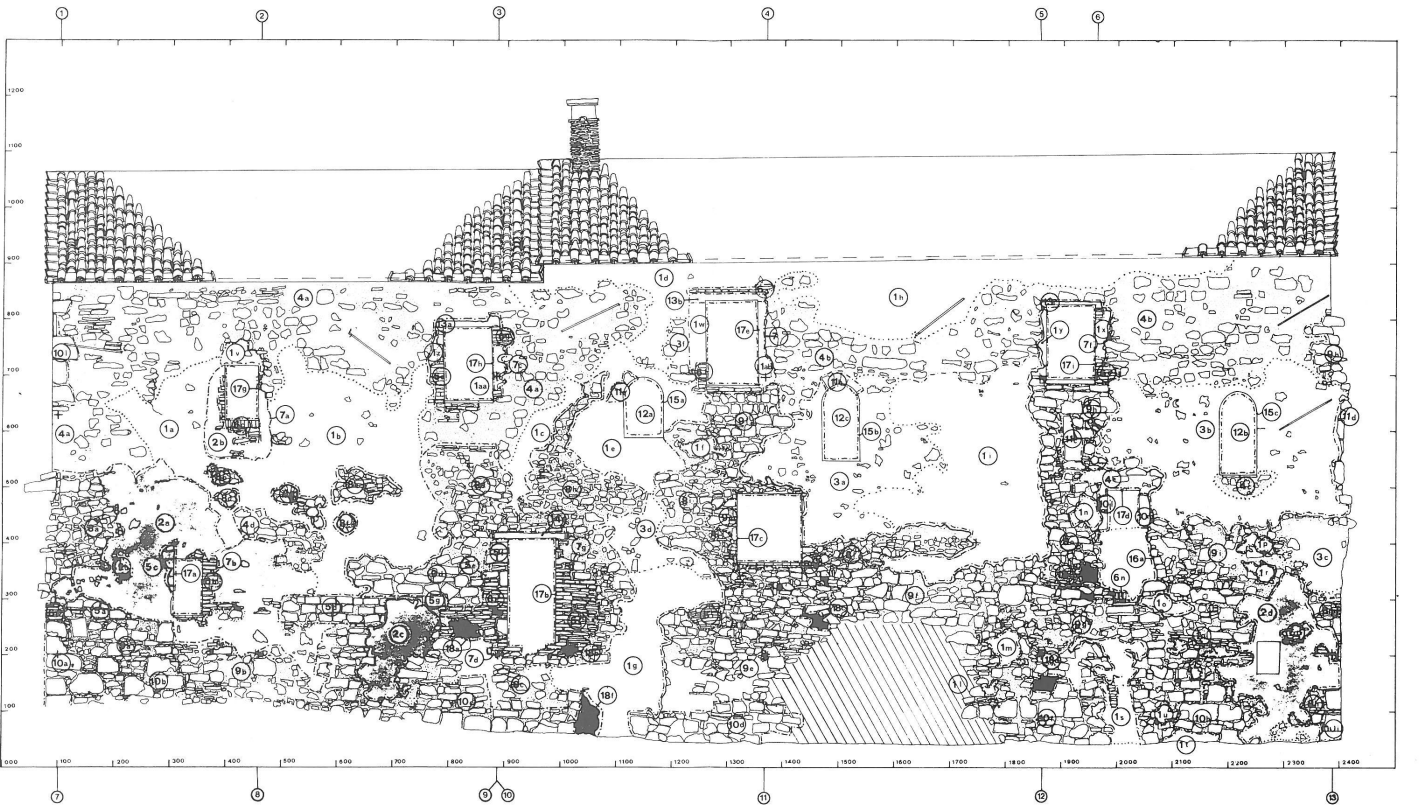
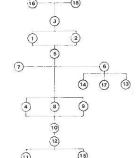
Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

RAPPORTI FRA LE UNITA STRATIGRAFICHE

Supporto A	Intonaco	Muratura	Elementi lignei	Materiali molto compatte da muratura e quarzite di colore scuro	Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro
A rampa B		X			A è più recente di B
A sopra B	X				A è più recente di B
A si lega a B			X		A e B sono coevi
A si addossa a B				X	A è più recente di B
Supporto B	Muratura	Muratura	Elementi lignei	Materiali molto compatte da muratura e quarzite di colore scuro	Materiali molto compatte da muratura scarsi e quarzite con tracce di fango scuro

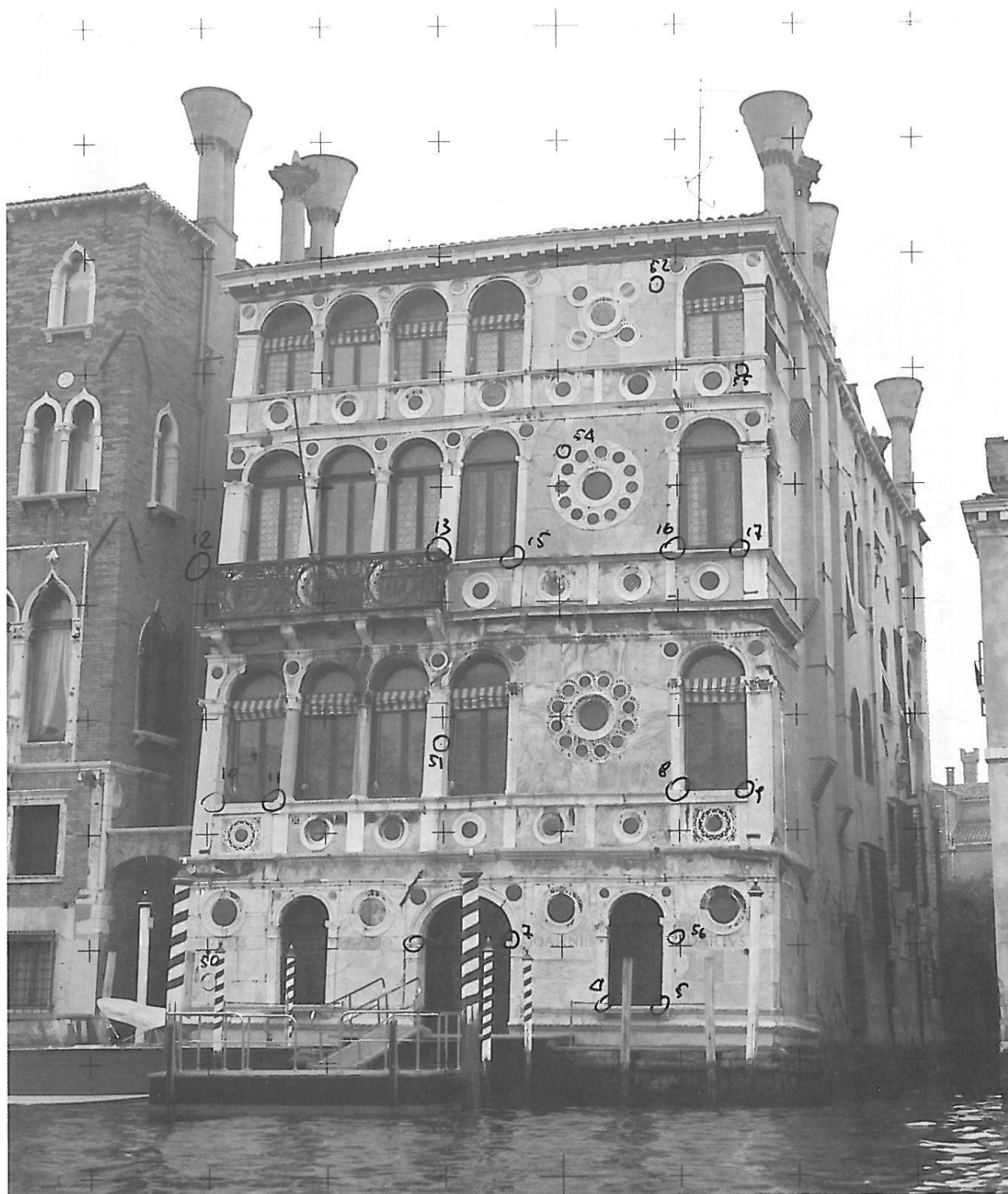
CRONOLOGIA DELLE UNITA STRATIGRAFICHE

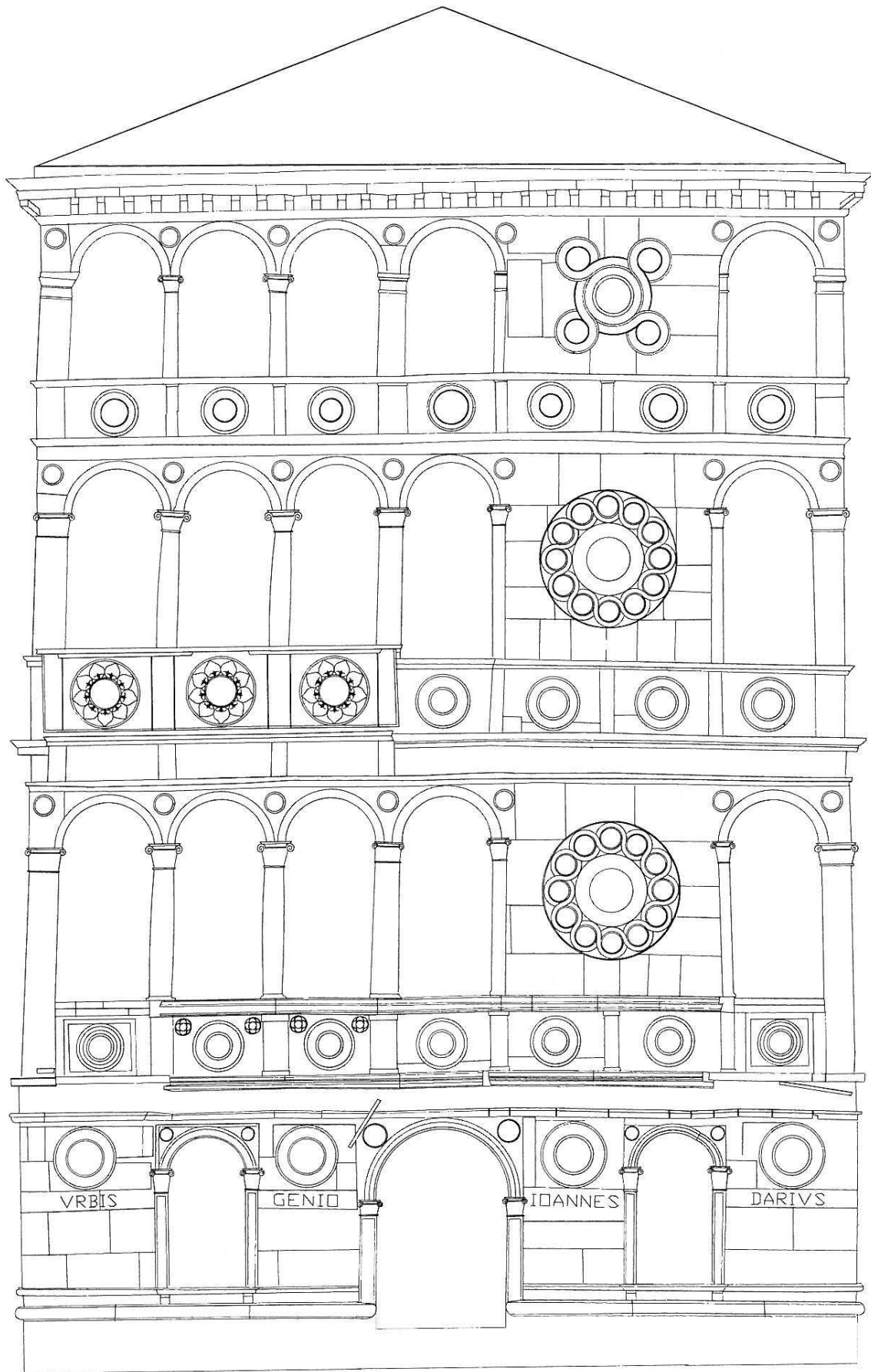


Palazzo Ca' Dario

Studio Edilprogram

Arch. Riccardo Spadoni - Ravenna



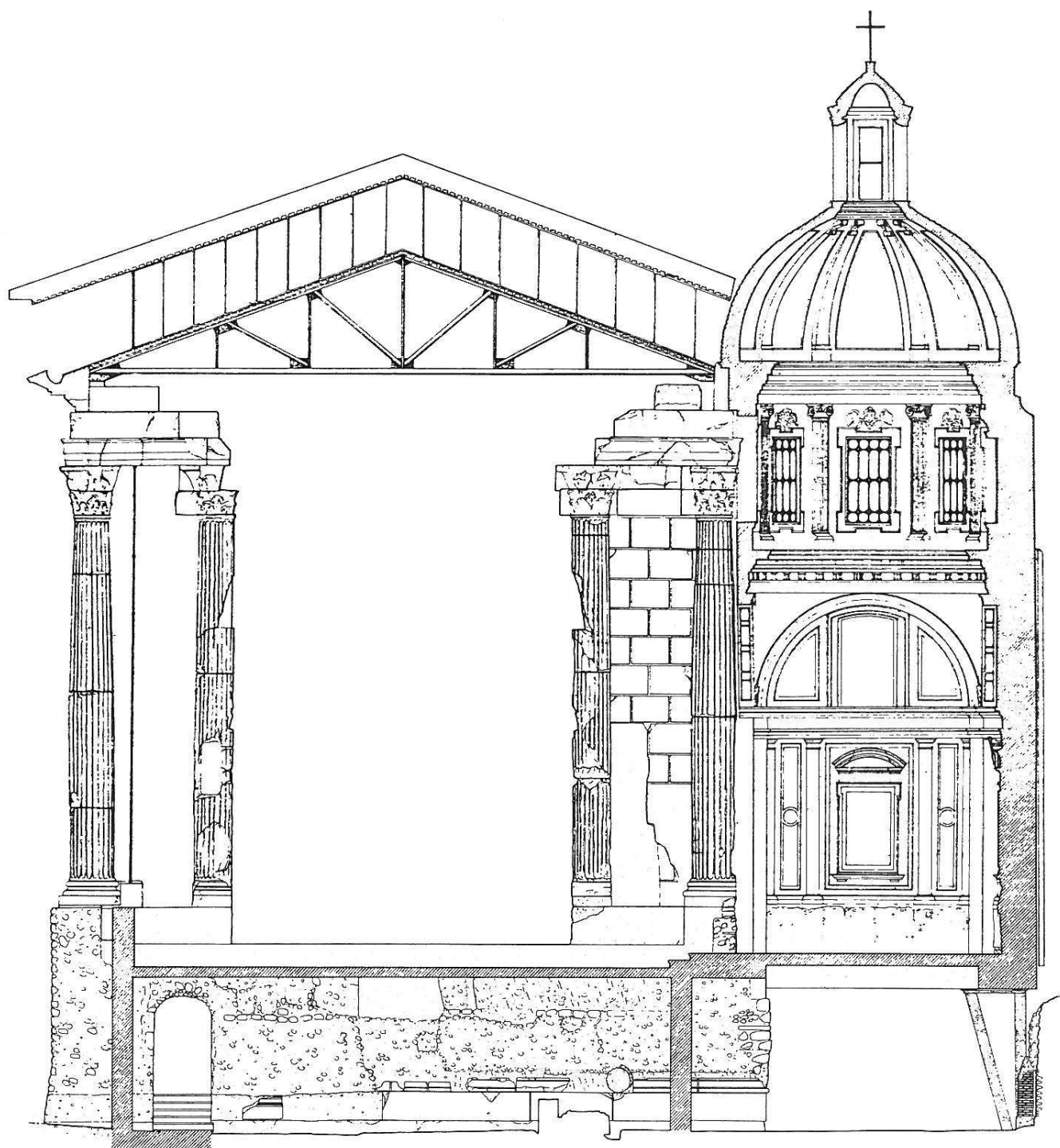


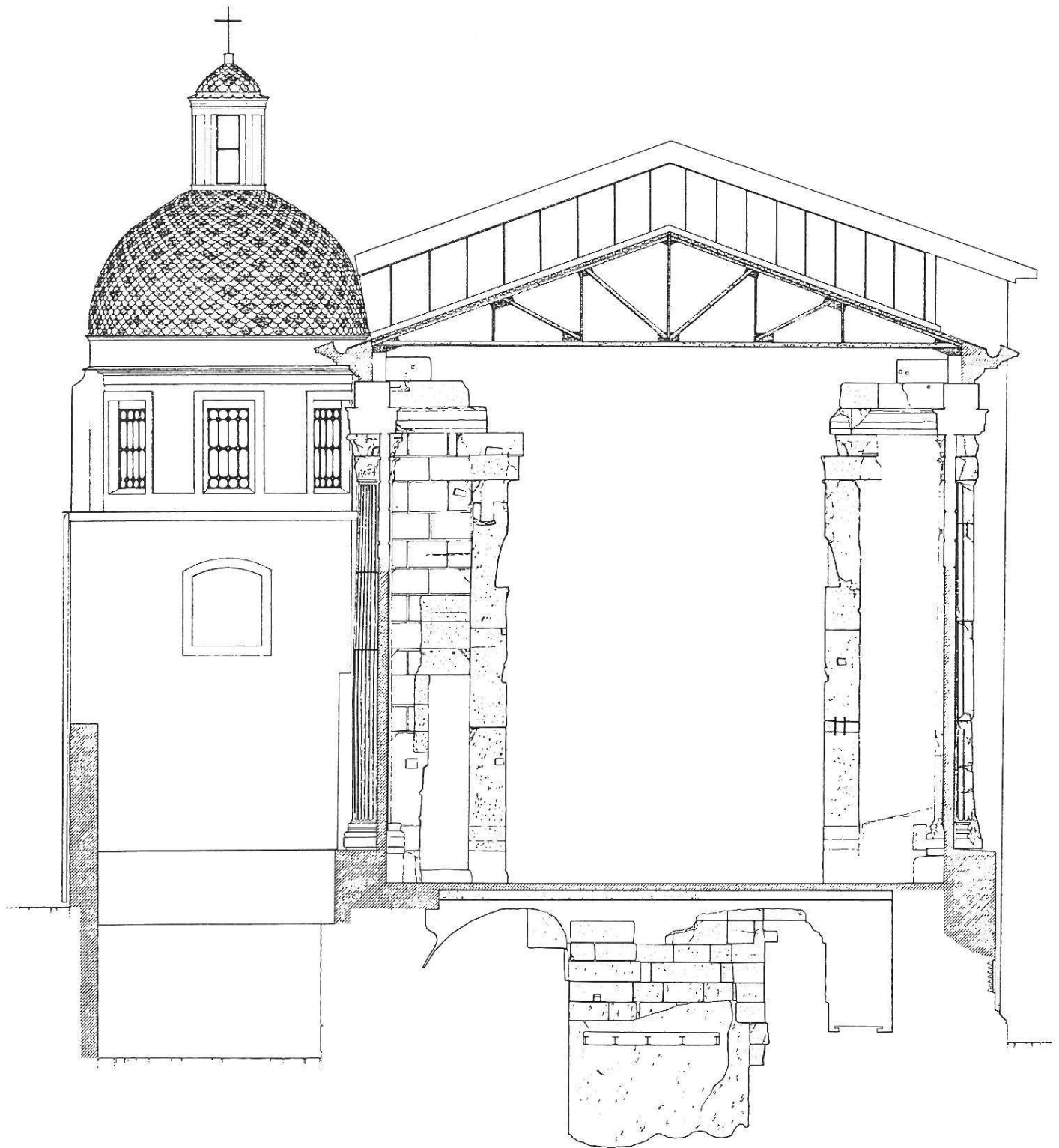
Tempio di Augusto Pozzuoli
Sezioni - Prospetto

Soprintendenza di collegamento agli interventi post-sismici
nelle regioni Campania - Basilicata

c calcolo
d documentazione
g grafica srl

Via del Vignola, 50 00196 Roma

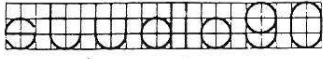




Rilievo fotogrammetrico di edificio posto in Parma, Borgo del Parmigianino 13

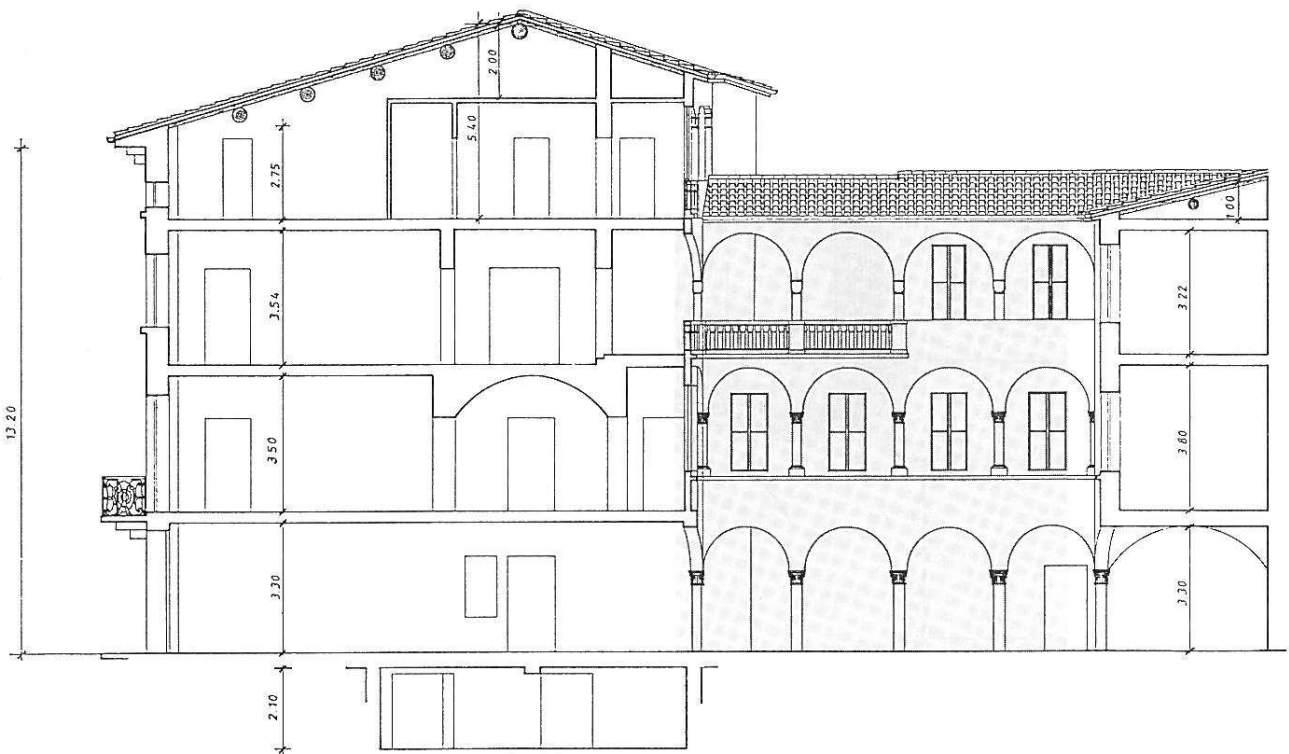
Committente: Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

Sezione trasversale sulla corte interna



s.a.s. Corcagnano (PR)

SOCIETÀ DI INGEGNERIA

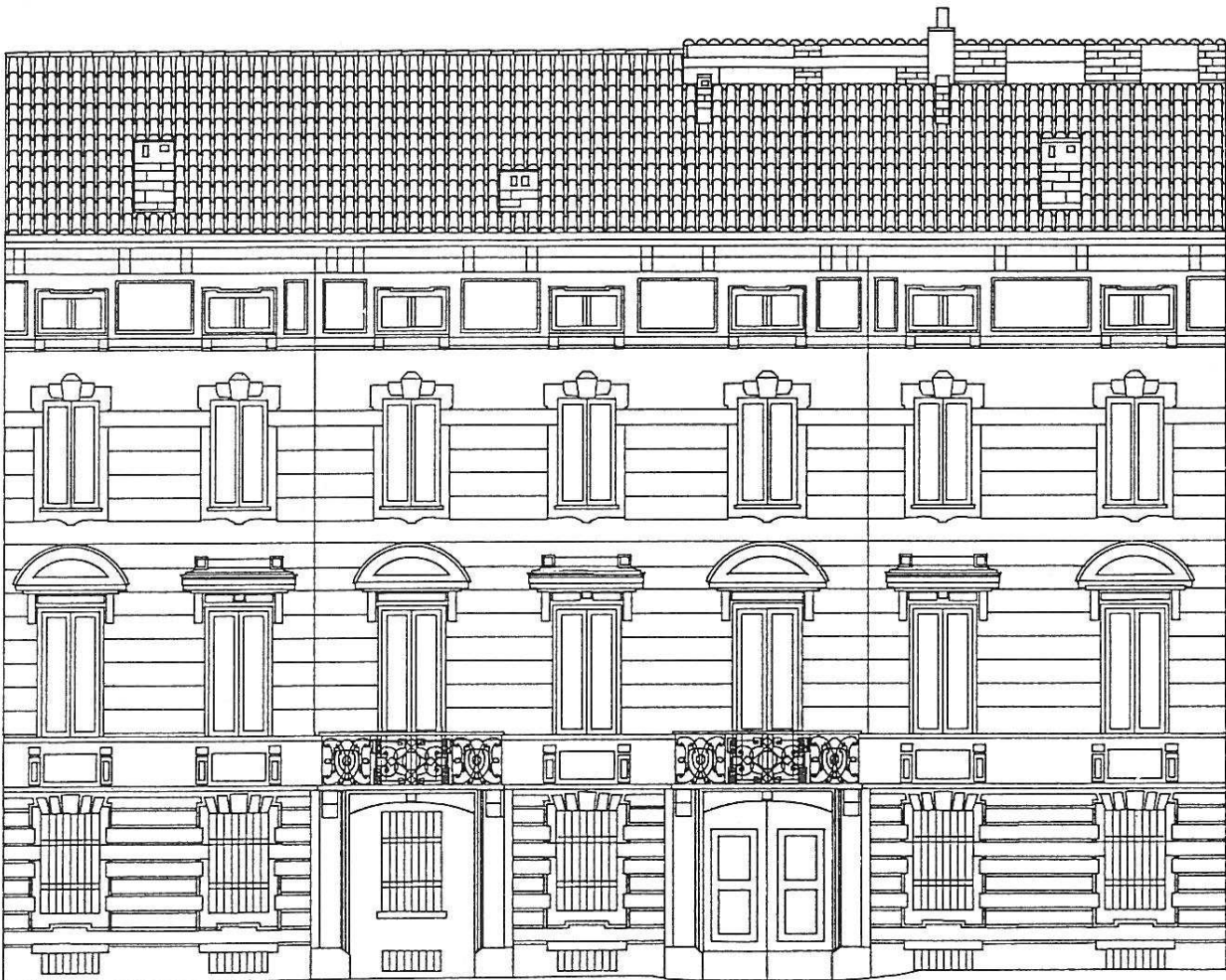




Prospetto su Borgo del Parmigiano

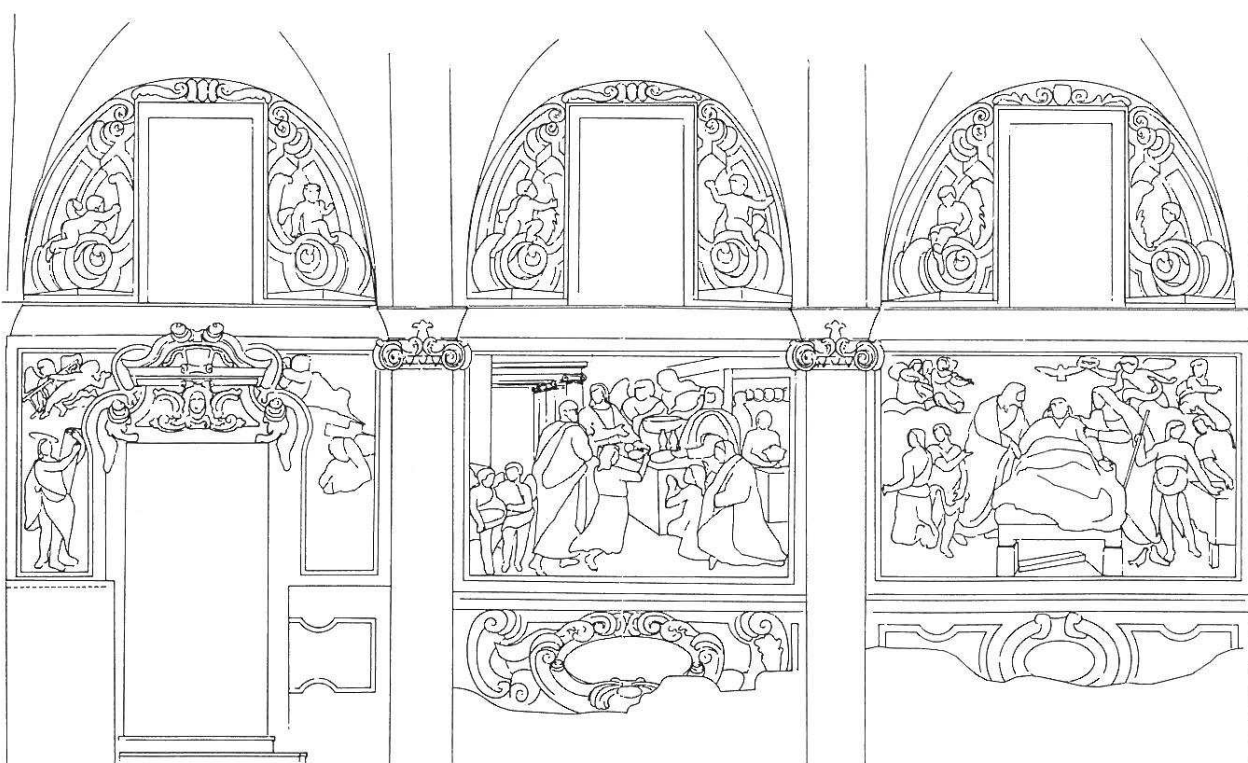
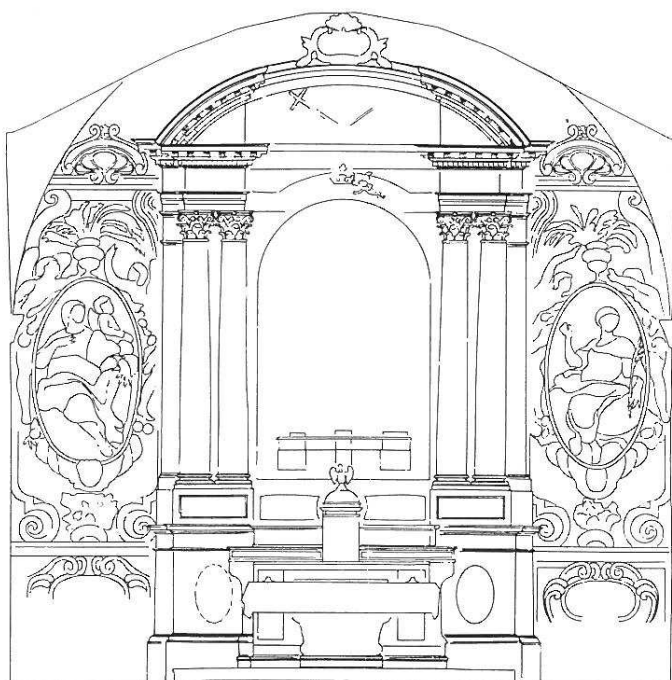


ES1



Chiesa di S. Croce Parma
Cappella Centrale

geom. Carlo Prampolini
Rilievi topografici e fotogrammetrici - Reggio Emilia





I nostri clienti che utilizzano il sistema Rolleimetric MR2

- 1) **POLITECNICO DI MILANO**
ISTITUTO DI TOPOGRAFIA
P.zza Leonardo Da Vinci 32 - 20133 MILANO
- 2) **ISTITUTO UNIVERSITARIO DI ARCHITETTURA**
DIPARTIMENTO DI STORIA DELL'ARCHITETTURA
LABORATORIO DI FOTOGRAMMETRIA
Calle S. Polo 2468/a - 30125 VENEZIA
- 3) **UNIVERSITÀ DI PISA**
ISTITUTO GEODESIA, TOPOGRAFIA E FOTOGRAMMETRIA
Via Buonarroti 1 - 56100 PISA
- 4) **UNIVERSITÀ DI SIENA**
Facoltà di Lettere Dip.to Archeologia
Via Piccolomini 3 - 53100 SIENA
- 5) **SCUOLA EDILE**
BIENNIO POST DIPLOMA PER GEOMETRI
C.so Garibaldi 7 - 42100 REGGIO EMILIA
- 6) **ISTITUTO TECNICO PER GEOMETRI "PACIOLO"**
Via Manzoni 6 - 43036 FIDENZA (PR)
- 7) **ISTITUTO TECNICO PER GEOMETRI "BERNINI"**
C.so del Popolo 274 - 45100 ROVIGO
- 8) **ISTITUTO TECNICO PER GEOMETRI**
Via G. Matteotti 47 - 63013 GROTTAMMARE (AP)
- 9) **ISTITUTO TECNICO PER GEOMETRI**
67039 SULMONA (AQ)
- 10) **ISTITUTO TECNICO PER GEOMETRI "L.B. ALBERTI"**
Via del Seminario - 67051 AVEZZANO (AQ)
- 11) **ISTITUTO TECNICO PER GEOMETRI "E. STELLA"**
Via Trabaci - 75100 MATERA
- 12) **ISTITUTO TECNICO PER GEOMETRI "PAXIA"**
Via della Provincia 1 - 94100 ENNA
- 13) **E.N.A.I.P.**
Via G.B. Rossi 20 - 30130 NOALE (VE)
- 14) **CENTRO REGIONALE CATALOGAZIONE E RESTAURO**
Villa Manin di Passariano - 33033 CODROIPO (UD)
- 15) **PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO**
SERVIZIO BENI CULTURALI
Via Roma 50 - 38100 TRENTO
- 16) **COMUNE DI BENEVENTO**
Settore di Pianificazione Urbana e Territoriale
C.so Garibaldi - 82100 BENEVENTO
- 17) **MINISTERO DEI BENI CULTURALI E AMBIENTALI**
Soprintendenza di collegamento agli interventi post sismici
nelle regioni Campania e Basilicata
Museo di Capodimonte - NAPOLI
- 18) **PANMETRIC SRL**
Via dei Termini 3 - 53100 SIENA
- 19) **ICIE**
Via Nomentana 133 - 00161 ROMA
- 20) **AEROMAP DATA**
V.le Augusto 132 - 80100 NAPOLI
- 21) **PHASES**
Via Reggio Campi Il tronco 191 - 89126 REGGIO CALABRIA
- 22) **S.CO.T.A.S. srl**
Via Valdemone 44 - 90144 PALERMO
- 23) **SYSTEM E MANAGEMENT**
Progetto SIRIS - Guastalla
P.zza Solferino 7 - 10100 TORINO
- 24) **TECNE**
Via Marconi 16 - 40149 SASSUOLO (MO)
- 25) **GEOTECNO Studio Fotografico**
Via Torricelli 25 - 48018 FAENZA (RA)
- 26) **STUDIO 90**
Via Langhirano 472 - 43010 CORCAGNANO (PR)
- 27) **Geom. Giuseppe VALENTI**
Via Montanini 40 - 53100 SIENA
- 28) **EIKON SERVICE**
V.le B. Croce 79/a - 63100 ASCOLI PICENO
- 29) **PLANITOP di Chiodi Luca & C.**
Via Paladini 6 - 60035 JESI (AN)
- 30) **Geom. Antonio CASALANGUIDA**
Via Villotta 33 - 66021 CASALBORDINO (CH)
- 31) **C.N.D.**
Via Conca d'Oro 300/c - 00193 ROMA
- 32) **Arch. Marco PELLETTI**
Via Ezio 12 - 00100 ROMA
- 33) **C.D.G.**
V.le del Vignola 50 - 00196 ROMA
- 34) **STUDIO D'I.A.**
Via Roma 21 - 81024 MADDALONI (CE)
- 35) **GEORILIEVI di G. Imbriaco**
Via Vico delle Colonne 2 - 84100 SALERNO
- 36) **RIL. DIS. TOP. di Geom. Nicola BRUNO**
Via de Ruggeri 5 - 75100 MATERA
- 37) **S.I.L.P.A. dell'Ing. Pantano**
S.S. 107 - Km. 0,500 - Passovecchio
88074 CROTONE (CZ)
- 38) **TEKNE dell'Ing. Multinu**
Via Vittorio Emanuele 52 - 07016 PATTADA (SS)
- 39) **Arch. ANDRÉ MORAND**
soc. PHOTOGRAM
175 Rue Blomet - 75015 PARIGI
- 40) **STM dell'Arch. MITCHELL**
Via Vallarsa 42 - 00141 ROMA

