

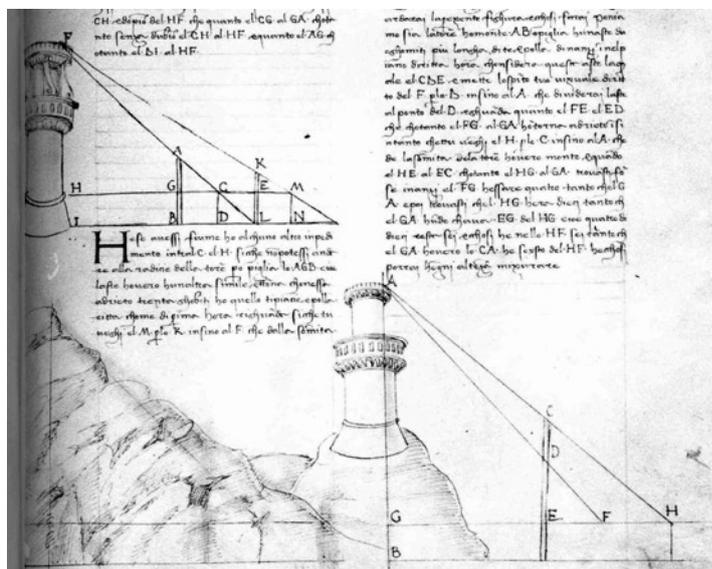
TECNICHE DI MISURA ANTICHE E MODERNE:  
ALCUNI ESEMPI DI RILIEVI DI CASTELLI E FORTIFICAZIONI

*La problematica*

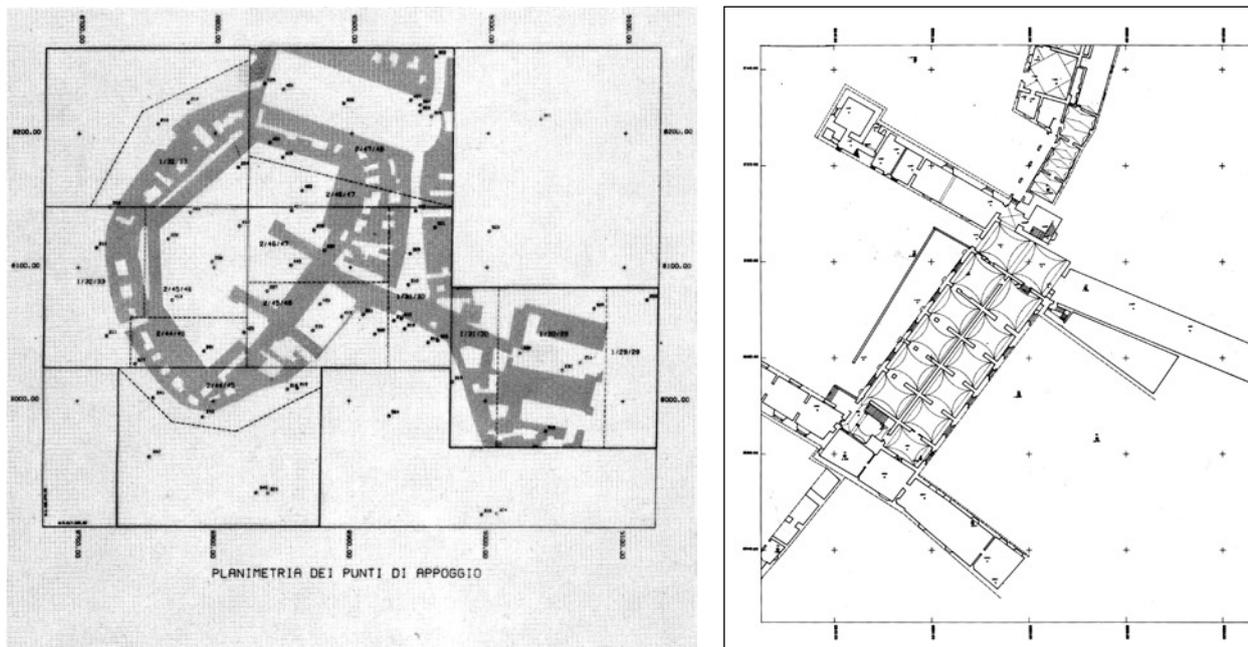
Il problema del rilievo e della sua rappresentazione nel restauro e nella conservazione degli edifici può assumere diverse valenze se visto innanzitutto come mezzo di indagine, come supporto all'organizzazione di diversi tipologie di informazioni, come conoscenza di un organismo architettonico. La conoscenza, anche con il contributo di altre discipline, può spaziare dalla semplice documentazione geometrica degli oggetti considerati, ad una puntuale descrizione qualitativa dei materiali e della loro consistenza fisico-chimica, al loro stato di degrado e di conservazione, all'analisi del contesto e delle condizioni ambientali in cui l'opera è collocata.

Le operazioni di rilevamento di un complesso architettonico e la loro successiva restituzione grafica non sono certo conquiste moderne, e possiamo ritrovare la necessità di documentare un'opera e il suo contesto, attraverso schizzi, piante, prospetti, sezioni ed elementi particolari via via sempre più dettagliati fin dalle più antiche civiltà<sup>1</sup>.

Parlando di rilevamento di castelli, fortezze e sistemi fortificati, nella tradizione antica il primo riferimento non può che risalire al Rinascimento, periodo più fecondo non solo per la produzione di disegni, ma anche per la definizione di sistemi di misurazione. A questo proposito un punto di riferimento notevole per tutti gli studiosi e tecnici di architettura civile e militare è senza dubbio Francesco di Giorgio Martini, che offre nei suoi scritti - *Trattati di Architettura Ingegneria e Arte Militare* - e nella sua attività contributi chiarificatori in vari settori. In particolare nei *Trattati* sottolinea da una parte l'importanza della localizzazione di



1. Francesco di Giorgio Martini - *Modi di misurare l'altezza di una torre o di un monte* f. 29: Tav. 53



2. Castello Sforzesco di Vigevano - Nell'immagine a sinistra planimetria generale dei vertici d'appoggio per le prese aeree, con le coordinate geografiche di inquadramento sul perimetro e la suddivisone in sei tavolette dell'area del castello e in quella destra restituzione grafica del rilievo alla scala 1:200 di una tavoletta

queste opere e dall'altra per quanto riguarda la loro documentazione grafica cerca di chiarire gli elementi fondamentali attraverso i quali si esplica la rappresentazione architettonica<sup>2</sup>.

Il mezzo più immediato e più prezioso di documentazione di questi complessi monumentali è senza dubbio rappresentato dagli strumenti cartografici, che a seconda delle necessità possono assicurare informazioni metriche più approfondite non solo nelle descrizioni planimetriche ed altimetriche delle realtà rappresentate, ma anche nella definizione della corretta volumetria dei differenti spazi giustapposti.

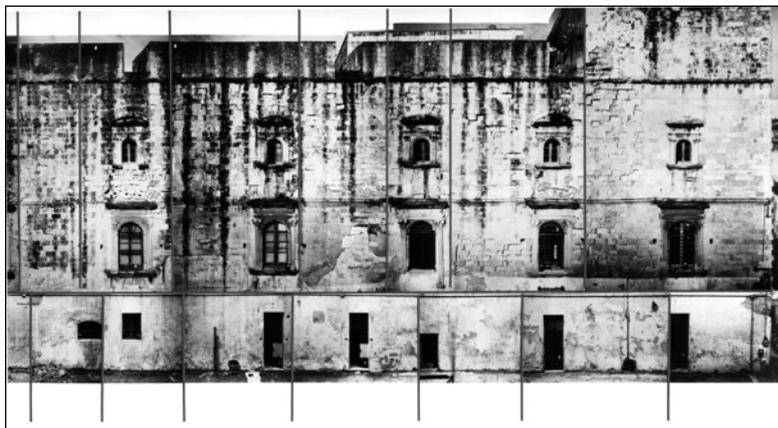
Un ruolo completamente nuovo ed originale viene oggi assolto dalla cartografia numerica e dai rilievi tridimensionali che, mediante la rappresentazione dei differenti punti attraverso le corrispondenti tre coordinate spaziali, aprono nuove possibilità alla documentazione dei monumenti e alla gestione delle informazioni.

La produzione cartografica e il rilievo dell'architettura si sono sviluppati nel tempo secondo linee e percorsi molto diversi, dando luogo a sistemi di rappresentazione i cui prodotti finiti "le carte" non sono né somiglianti né spesso confrontabili. In entrambi i casi si tratta di operazioni il cui scopo emergente è quello di misurare lo spazio per poi darne una rappresentazione grafica. Questo fatto indurrebbe a pensare che esista una disciplina unitaria nella quale siano predisposti strumenti e metodi omogenei per misurare sia le grandi superfici della terra che i manufatti architettonici che su essa vi insistono. In realtà non è così: vi è un preciso limite che separa e diversifica gli ambiti operativi, la struttura metodologica e l'organizzazione disciplinare della cartografia da quelli del rilievo architettonico. La cartografia "classica" si occupa delle superfici molto estese che variano dalle grandi

<sup>1</sup> M. DOCCI, D. MAESTRI, *Storia del rilevamento architettonico e urbano*, Bari 1993.

<sup>2</sup> "È da sapere che la pratica di geometria e del misurare si divide in parti tre, cioè altimetria, planimetria, stereometria. Altimetria è quando misureremo l'altitudine e longitudine d'una cosa;<sup>3</sup> [Qui F. di G. confonde i termini scambiando di luogo *altimetria* e *planimetria* oppure intende per *altimetria* le dimensioni in sezione (in proiezione su un piano verticale)] planimetria

è quando la lunghezza d'alcuna cosa misureremo; stereometria è quando misureremo la lunghezza e la larghezza e la profondità. Secondo el primo modo investighiamo le dimensioni delle linee. Nel secondo modo le dimensioni superficiali. Nel terzo modo investighiamo le dimensioni corporali..." in F. DI GIORGIO MARTINI, *Trattati di architettura ingegneria e arte militare*, C. MALTESE (a cura di), Milano 1967, tomo I, p.117.



3. Castello di Carlo V a Lecce - Mosaico di fotografie raddrizzate di una parte di un fronte del castello

mappe geodetiche sino alle carte alle scale 1:1000 e 1:500 di città e aree non edificate. Il rilievo architettonico si estende dalla scala 1:200 entro cui si possono rappresentare porzioni di città o complessi monumentali, fino alle scale di grande dettaglio per i particolari architettonici. In modo molto schematico si può affermare che la tradizione cartografica, sollecitata da scopi di conoscenza rigorosa del territorio, si è consolidata in norme e codici di esecuzione e di rappresentazione sempre più definiti, sempre più ancorati ai fondamenti scientifici della misura e del disegno, mentre il rilievo architettonico è rimasto a lungo un mezzo individuale di interpretazione critica o di elaborazione progettuale.

L'esempio di Francesco di Giorgio Martini e della maggior parte degli architetti del XV e XVI secolo è una testimonianza dell'esaltazione della potenzialità espressiva dei rilievi e dei disegni che ne derivano, piuttosto che delle tecniche esecutive e dei problemi specifici del misurare, pur essendo quest'ultimi oggetto di dissertazioni in molti trattati del periodo<sup>3</sup>.

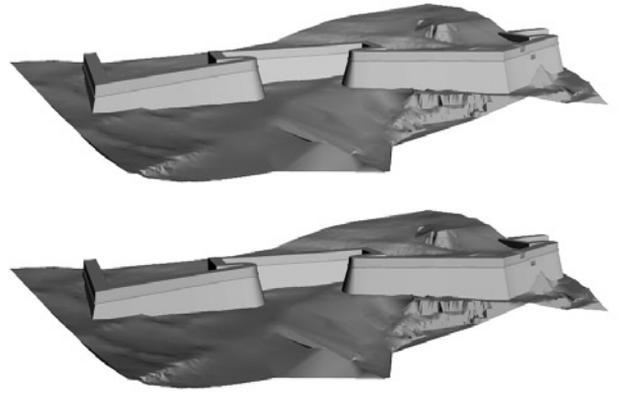
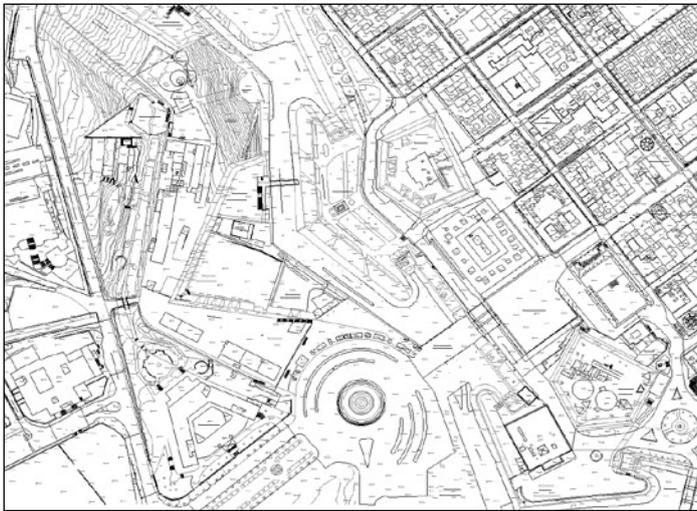
Condurre il rilievo architettonico al rigore della cartografia significa riappropriarsi di una logica del misurare, che si basa su strumenti e procedure che permettono di definire di volta in volta il campo di affidabilità del sistema sensorio utilizzato e di collaudarne i risultati. Sotto questo profilo il rilievo architettonico diventa un apparato informativo di dati metrici organizzati sotto forma di modelli grafici o di modelli numerici. L'insieme coordinato di informazioni metriche darà luogo ai risultati successivi più aperti e articolati sia si tratti di disegni, di calcoli di grandezze derivate, di confronti cartografici a diverse scale, di analisi interpretative, di comparazioni qualitative o quantitative e così via.

Le nuove frontiere della ricerca nel settore del rilievo e della rappresentazione dei monumenti si avvalgono di una nuova metodologia di acquisizione dei dati dimensionali, morfologici, strutturali e colorimetrici tramite il laser scanner tridimensionale. Il laser scanner consiste in uno strumento concettualmente molto semplice: un fascio laser "scansiona" l'oggetto reale riproducendolo in forma numerica come insieme di punti nello spazio tridimensionale, disposti secondo una maglia regolare di passo noto. Tale maglia di punti, detta "nuvola di punti", è un insieme di coordinate tridimensionali in un sistema di riferimento correlato con lo strumento. I sistemi di scansione lavorano in modo automatico e sono in grado di acquisire centinaia di punti al secondo ed in base al sensore utilizzato è teoricamente possibile realizzare copie "virtuali" di oggetti di qualsiasi dimensione.

E' chiaro quindi come la velocità di acquisizione e la quantità di dati collezionabili in breve tempo siano due tra gli elementi principali che caratterizzano questa tecnologia e ne esprimono le grandi potenzialità portando ad una nuova cultura in questo campo. Si

<sup>3</sup> A questo proposito oltre alle opere di Leon Battista Alberti, Filippo Brunelleschi, Francesco di Giorgio Martini si possono citare i manoscritti di Mariano di Jacopo detto il Taccola - *De machinis libri X* del 1449 e il *De ingeneis* del 1415-30 e 1433 - le ancora le opere di Antonio da Sangallo il Vecchio, Giovanni Monsi-

gnori detto Fra Giocondo, Giuliano da Sangallo, Baldassarre Peruzzi, Sebastiano Serlio, Jacopo Barozzi da Vignola, Andrea Palladio ed altri fino agli apporti dati con i suoi studi sui metodi e gli strumenti di misura da Leonardo da Vinci nel *Codice Atlantico*.



4. Valletta (Malta) Particolare della cartografia numerica alla scala 1:500 ed elaborazione tridimensionale di un tratto del sistema fortificato con l'andamento del terreno

sottolinea in particolare un aspetto, mentre la selezione dei punti da rilevare, necessaria per giungere alla costruzione del modello, era prima preliminare all'acquisizione delle misure, oggi può essere rimandata in un secondo momento. A maggior ragione queste informazioni metriche diventano un "serbatoio" a cui attingere a seconda delle necessità.

La tridimensionalità, quindi può garantire diverse opportunità sia a livello di rappresentazione: si possono per esempio elaborare immagini di sintesi; sia a livello di progetto di conservazione si possono trattare e/o simulare fenomeni di dissesto, ecc.; sia a livello di progettazione del sistema informativo come contenitore di informazioni di natura diversa da quella geometrica. In quest'ottica, ancor più, il rilievo viene configurato come un insieme di tecniche differenziate e organicamente collegate.

#### *Le applicazioni*

In questa luce i rilievi presentati come esempi riguardanti castelli e sistemi fortificati, costituiscono il nucleo portante di un sistema informativo costruito con l'interrelazione di misure fotogrammetriche aeree e terrestri, misure topografiche, misure dirette e traduzioni grafiche e numeriche a supporto di ogni successiva elaborazione.

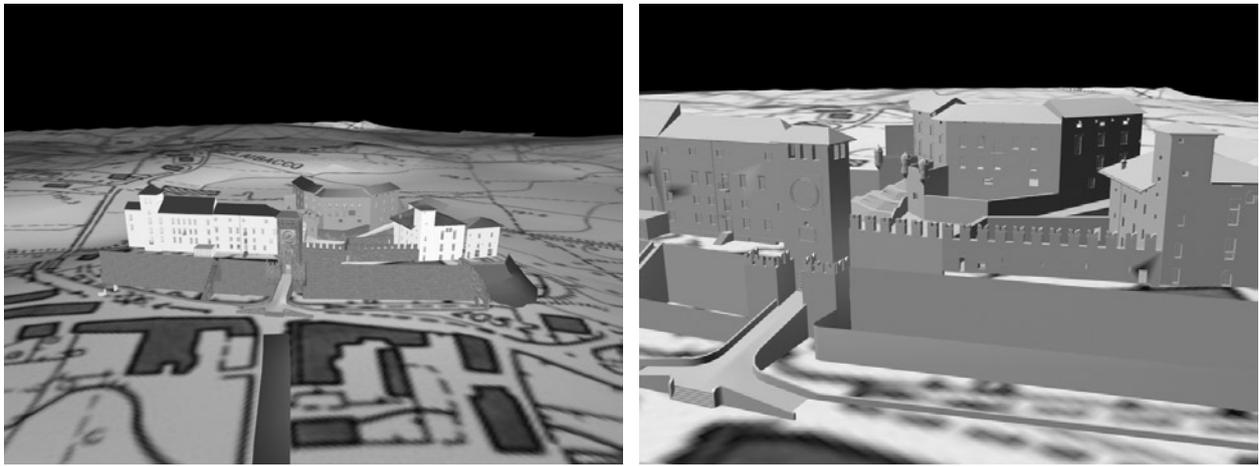
Il primo esempio riguarda i rilievi del Castello di Carlo V a Lecce e del Castello Sforzesco di Vigevano. L'esecuzione di questi due rilievi è stata condotta con metodologie simili e con pratiche procedurali già sperimentate in altre occasioni, ma ognuno di loro ha presentato aspetti problematici e temi di ricerca del tutto nuovi. Sulla base dell'esperienza sviluppata per il Castello di Lecce<sup>4</sup> che ha permesso di organizzare una serie di informazioni reciprocamente correlate all'interno di un insieme coordinato di dati mensuri, il rilievo di quello di Vigevano<sup>5</sup> ha aperto la sperimentazione sulla cartografia a grandissima scala per i rilievi architettonici. In questa esperienza sono state evidenziate in particolar modo le problematiche legate ai segni grafici, ai segni convenzionali, alla simbologia, ecc. e verificati i caratteri di omogeneità e di eterogeneità dei dati nell'impiego di tecniche integrate di rilevamento dei complessi architettonici (rilievi topografici, rilievi fotogrammetrici, rad-drizzamenti, restituzioni al tratto, ecc.).

Il rilevamento del sistema fortificato maltese ha permesso di sperimentare tutte le componenti evidenziate nei precedenti esempi ottimizzando tecniche e metodi in funzione della molteplicità delle analisi e degli interventi previsti nel più ampio progetto di recupero e

<sup>4</sup> Per i dati dettagliati relativi al rilievo del Castello di Carlo V si veda B. P. TORSELLO (a cura di), *Il Castello di Carlo V - Progetto di recupero e ristrutturazione e restauro. Prima fase di studio Lecce: 4 febbraio/4 maggio 1980.*

<sup>5</sup> Per i dati dettagliati relativi al rilievo del Castello

Sforzesco di Vigevano si veda *Il rilievo del Castello Sforzesco di Vigevano*, 1983 a cura del Laboratorio di Fotogrammetria del Dipartimento di Storia dell'Architettura I.U.A.V. di Venezia e dell'Istituto di Topografia, Fotogrammetria e Geofisica della Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Milano.



5. Castello di Colloredo - Colloredo di Monte Albano (UD) Elaborazioni tridimensionali da rilievi già esistenti integrati con documentazione storica e fotografica

manutenzione del sistema stesso<sup>6</sup>. Un aspetto particolare ha riguardato la possibilità di passare dalla cartografia numerica alla scala 1:500 alla formazione di modelli tridimensionali del sistema per una migliore comprensione del rapporto tra questa architettura e lo spazio circostante, per scopi didattici, di conoscenza e di comparazione con altri schemi e modelli dell'architettura militare.

Sempre sul tema della tridimensionalità e del suo uso molteplice non solo come immagine ad effetto si veda l'esempio del Castello di Colloredo<sup>7</sup>: qui sulla base di rilievi già esistenti e della documentazione fotografica sono stati ricostruiti dei modelli tridimensionali in funzione della valorizzazione dell'area e del suo contesto e per la salvaguardia del castello. Un ultimo sguardo alle possibilità date dalle nuove tecnologie laser scanner lo possiamo avere da questo esempio di rilievo delle fortificazioni di Livorno integrato con altre tecniche di rilievo batimetrico ad alta risoluzione su bassi fondali<sup>8</sup>.

Molti problemi sono ancora aperti soprattutto sulle possibilità di gestione dei dati e dell'uso che di questi se ne può fare. Un sistema di conoscenze metriche e tematiche, che possa contribuire alla messa a punto di base dati localizzati da utilizzare per la pianificazione e lo sviluppo di tutti i necessari interventi.

<sup>6</sup> Si veda in particolare L. BARATIN (a cura di) "Il rilievo del sistema fortificato" in L. BARATIN, L. BOIARDI, C. DE LORENZI (a cura di), *Malta: La fabbrica delle mura*, Bologna 2004.

<sup>7</sup> Le elaborazioni sono state fatte all'interno di un corso ENAIP di "Tecnico per elaborazione 3D di dati da rilievo architettonico", Trieste 1990.

<sup>8</sup> A questo proposito si veda l'articolo prodotto dalla OPTECH, CODEVINTEC, SWATHPLUS, *Batimetria interferometrica, Laser scanner e Side Scan Sonar integrati*, Milano 2005.



6. Livorno La fortezza vecchia - Vista tridimensionale del rilievo ottenuto con laser scanner Optech Iiris-3D