

## **La Cappella e la Paggeria del Parco medico di Pratolino: un caso studio per il workshop del Corso di perfezionamento in Geomatica per la Conservazione dei Beni Culturali dell'Università di Firenze**

Alessandro Conti, Lidia Fiorini, Alessia Nobile, Grazia Tucci

Laboratorio di Geomatica, DiCR Sezione di Restauro,  
Università di Firenze, Via Micheli, 8 Firenze tel./fax 055-2756587

### **Riassunto**

Il gruppo di ricerca in Geomatica del DiCR - Dipartimento di Costruzioni e Restauro dell'Università degli Studi di Firenze - ha organizzato un "Corso di Perfezionamento in Geomatica per la Conservazione dei Beni Culturali" che si è tenuto da gennaio ad aprile 2010.

Il corso si è articolato nei seguenti moduli: Misura ed architettura, Sistemi a scansione 3D, Laser Scanning e modellazione 3D, Digital Close Range Photogrammetry, Termografia, e Rilievo metrico a scala urbana e cartografia digitale. Oltre alle lezioni frontali, sono state svolte esercitazioni sull'acquisizione, valutazione ed elaborazione dei dati.

Il corso si è concluso con un workshop che si è tenuto, nell'ambito di un accordo di collaborazione tra il DiCR e la Provincia di Firenze, nel complesso di villa Demidoff a Pratolino. In particolare sono stati rilevati gli esterni della Paggeria e la Cappella del Buontalenti. Il rilievo è stato progettato in modo da ottimizzare l'impiego delle diverse tecniche di acquisizione e di rielaborazione di dati tridimensionali esposte nel corso delle lezioni.

### **Abstract**

Geomatics research group of DiCR – Department of Construction and Restoration of University of Florence, held a Postgraduate Course in "Geomatics for Cultural Heritage Conservation" that ran from January to April 2010.

Course contents was: Measure and Architecture, 3D Scanning Systems, Laser Scanning and 3D Modelling, Digital Close Range Photogrammetry, Termography and Metric Survey at Urban Scale and Digital Cartography. In addition to lectures, there was laboratories on data acquisition, evaluation and processing.

Final workshop took place in Villa Demidoff at Pratolino, with regard of cooperation agreement between DiCR and Florence Provincial Council. Survey concerned the Paggeria exterior and façade and the Chapel by Buontalenti. Survey project was briefed to make as effective as possible the use of all different acquisition and 3D data processing techniques studied during lectures.

### **Introduzione**

Il presente lavoro mostra i risultati del workshop finale del primo Corso di Perfezionamento in Geomatica per la Conservazione dei Beni Culturali organizzato dal Dipartimento di Costruzioni e Restauro dell'Università degli Studi di Firenze e diretto dalla prof. Grazia Tucci (tutor arch. Alessia Nobile). Il Corso si è tenuto a Firenze dal gennaio all'aprile 2010. Obiettivo del corso è stato quello di fornire conoscenze teoriche e pratiche, abilità e competenze necessarie ad affrontare il tema della misura 3D intesa come scelta critica e quindi come risultato di un processo interpretativo dell'oggetto da modellare, base imprescindibile per ogni intervento sul costruito. Di fornire altresì l'opportunità a laureati e professionisti, operanti all'interno di strutture pubbliche e private, di approfondire la conoscenza delle metodologie e delle tecnologie sviluppate nell'ambito della ricerca

scientifico. Il corso ha affrontato i problemi connessi alla progettazione del rilievo, alle relative verifiche *in itinere* ed al collaudo dei risultati ottenuti, con particolare attenzione sia alla modellazione grafica, bidimensionale e tridimensionale, quale esito delle operazioni di rilevamento, sia ai metadati che rendono ripercorribili le stesse operazioni. Sono state illustrate le tecniche di rilievo tridimensionale proprie della geomatica (topografia, fotogrammetria, scansioni 3D) precisando le possibilità applicative della più avanzata strumentazione oggi disponibile per l'acquisizione dei dati metrici in collaborazione con ditte del settore (Geoin s.r.l., Microgeo s.r.l., Leica Geosystems s.p.a.). Il corso si è articolato in tre moduli: modulo di Fotogrammetria Digitale, modulo di Scansione 3D, modulo di Termografia e si è concluso con un workshop che si è svolto, nella fase di rilievo, presso Villa Demidoff a Pratolino (Firenze). ed in particolare nel rilievo di due architetture, la Cappella e la Paggeria. La realizzazione del workshop è stata possibile nell'ambito di un accordo di collaborazione tra il DiCR e la Provincia di Firenze e grazie al supporto dell'arch. Marco Pagliai, direttore del Parco.

### **Il Parco di Pratolino**

Il Granduca Francesco I de' Medici acquistò nel settembre 1568 alcuni terreni agricoli e boschi dalla natura aspra e montuosa a Nord di Firenze, per trasformarli in luogo di riposo e di piacere, in accordo con il proprio carattere ombroso ed amante della solitudine. I lavori iniziarono nel maggio seguente e continuarono per circa quindici anni, durante i quali videro la luce la villa, il parco ed una serie di fabbriche destinate ad ospitare gli automi, le invenzioni e tutte le meraviglie che hanno reso celebre l'intero complesso, caratterizzato da giochi d'acqua, statue, grotte e fontane. Questo fu il risultato della felice intesa tra lo stesso Principe e l'architetto, inventore e scenografo Bernardo Buontalenti e che vide anche il contributo dei più importanti artisti fiorentini del tardo Cinquecento. Nei secoli successivi il parco si è molto trasformato e la villa medicea, ormai pericolante, fu demolita nel 1824. Della Pratolino di Francesco I poco sopravvive ancora oggi, a parte il colossale Appennino del Giambologna ed alcune fabbriche, soprattutto quelle minori destinate alla gestione del Parco medesimo. Tuttavia i documenti d'archivio, le immagini pittoriche e soprattutto le descrizioni dei contemporanei e dei viaggiatori del Grand Tour ci consentono di ridare forma alle sue meraviglie. Nel 1969 il complesso, già degradato, fu messo all'asta finendo in stato di abbandono, fino a quando nel 1981 la Provincia di Firenze lo ha acquisito, dando inizio ad un'opera di restauro e di valorizzazione che perdura tutt'oggi.

Nel disegno originario del Parco, la Paggeria era parte di un complesso per il personale e le attività a servizio della villa medicea. L'attuale giardino ne costituiva il cortile, su cui si affacciava anche l'edificio del Guardaroba andato poi distrutto. Dopo che Paolo Demidoff acquistò nel 1872 il parco, la vecchia Paggeria fu ristrutturata e promossa a villa per i nuovi proprietari in un allestimento che, negli esterni fonde in modo disinvolto elementi originali ed imitazioni "all'antica".



Figura 1 – La Cappella (a sinistra) e la Paggeria (a destra).

La Cappella, uno dei pochi manufatti originari conservati, fu costruita nel corso del 1580, secondo un modello in legno disegnato da Buontalenti. L'edificio, a cui si accede da una scalinata, si trova su una collinetta realizzata con terra di riporto ed ammantata da una folta vegetazione. E' un edificio a pianta centrale costituito da un vano esagonale, coperto da una cupola e circondato da un loggiato anulare sorretto originariamente da diciotto colonne in pietra serena. Un settore tergaie del porticato, nel corso del XVII secolo, è stato trasformato in sacrestia inglobando nella muratura quattro colonne. La cupola, di profilo brunelleschiano, ha un manto in lastre di piombo ed è conclusa da una lanterna. All'interno permangono alcuni elementi di arredo, tra cui gli stalli in legno, l'altare -con una grande pala di Giovan Battista Marmi, copia dell'Assunta Passerini di Andrea del Sarto- oltre ad alcune *grisailles* e lapidi commemorative.

### **Il rilievo:finalità e obbiettivi.**

In accordo con le esigenze didattiche, che costituivano la principale finalità del lavoro, le operazioni sono state svolte, anche al di là delle normali necessità operative in rilievi di simile entità, in modo da consentire il confronto tra diverse tecniche e di fornire a tutti gli allievi la possibilità di utilizzare, all'interno dei tempi prefissati, tutta la strumentazione disponibile, sia in fase di acquisizione che in fase di restituzione.

Obbiettivi del workshop sono stati:

- la realizzazione di una rete d'inquadramento georeferenziata per l'inserimento dei rilievi delle due fabbriche;
- il rilievo 3D con integrazione di dati topografici e *range maps* dell'esterno e dell'interno della Cappella;
- il rilievo multi sensore dei prospetti della Paggeria con integrazione di fotopiani e scansioni;
- la redazione di rappresentazioni tradizionali bidimensionali in proiezioni ortogonali, in scala 1:50 - 1:100 per le architetture ed 1:200 per le planimetrie d'insieme;
- la valutazione delle procedure che consentono lo sviluppo di un modello 3D.

Entrambi i rilievi sono stati estesi alla descrizione del contesto ambientale delle due architetture, con particolare riferimento alla morfologia del terreno circostante i due fabbricati. Davanti alla Paggeria si trova un giardino che inquadra in un disegno geometrico elementi naturali e d'arredo oltre a parti originali del Gigante dell'Appennino rimosse nel corso dei restauri ordinati dai Demidoff. La Cappella si trova invece su un terreno con un forte dislivello ed una folta vegetazione di latifoglie che ha sostituito l'originario bosco di abeti che incorniciava la cupola. I due manufatti nella diversità della loro geometria, delle caratteristiche materiche e cromatiche e del loro contesto hanno così offerto una molteplicità di situazioni e problemi diversi, risultando particolarmente idonei per lo svolgimento del workshop.

### **Il rilievo: organizzazione, strumentazione e software.**

La fase di acquisizione è durata due giorni nei quali gli otto partecipanti, suddivisi in squadre supervisionate da due tutor, si sono alternati agli strumenti. L'elaborazione dei dati è stata fatta in quattro giornate in aula ed in parte individualmente.

La strumentazione utilizzata è la seguente: stazione totale TCR705 (Leica Geosystems), scanner laser a differenza di fase HDS 6000 (Leica Geosystems), GPS SR530 (Leica Geosystems), fotocamera reflex Nikon D700 con obiettivo Nikkor 24 mm f/1.4.

Per l'elaborazione del rilievo gps è stato utilizzato LGO (Leica Geosystems), per quello topografico Geos, per l'elaborazione delle range maps Cyclone (Leica Geosystems), per la redazione dei fotopiani Archis (Siscam), per la vettorializzazione Microstation (Bentley Systems) e Autocad (Autodesk) e per il l'editing grafico Photoshop (Adobe Systems)..

### **Il rilievo della Cappella.**

E' stata effettuata una rete di inquadramento in un sistema di riferimento locale, realizzando una poligonale chiusa di cinque vertici, oltre ad uno sbraccio all'interno della cappella per collegare gli

spazi esterni con quelli interni. Dai punti di stazione sono stati misurati 47 target per l'allineamento e la referenziazione delle scansioni. Queste ultime sono state effettuate da 25 stazioni, di cui 21 esterne e 4 interne al fabbricato. La posizione ed il numero delle scansioni sono stati modulati in funzione della morfologia del terreno, della geometria del fabbricato e della visibilità limitata a causa dalla folta vegetazione. Da alcune stazioni sono state quindi effettuate più scansioni a diversa risoluzione, per un totale di 36 scansioni, di cui 12 ad alta risoluzione e 24 a media risoluzione, per avere un'adeguata copertura del fabbricato e della collina circostante. La superficie dell'area, in proiezione, è di circa mq 5400 e sono stati rilevati 321.778.445 punti, l'errore medio assoluto di allineamento è risultato di mm 5.

L'allineamento delle scansioni è stato effettuato, nella maggior parte dei casi, con i target rilevati per via topografica, mentre per due scansioni sono stati utilizzati punti naturali. Successivamente è stato effettuato l'*editing* dei dati (pulitura, eliminazione di artefatti e suddivisione in *layers*) e l'estrazione di dati per definire i piani di sezione, gli *snapshots* ed i punti utili per la predisposizione delle rappresentazioni bidimensionali prefissate. Le tracce poco visibili a causa di zone d'ombra delle scansioni o di insufficiente densità dei dati sono state integrate manualmente sulla base della documentazione fotografica e del rilievo diretto.

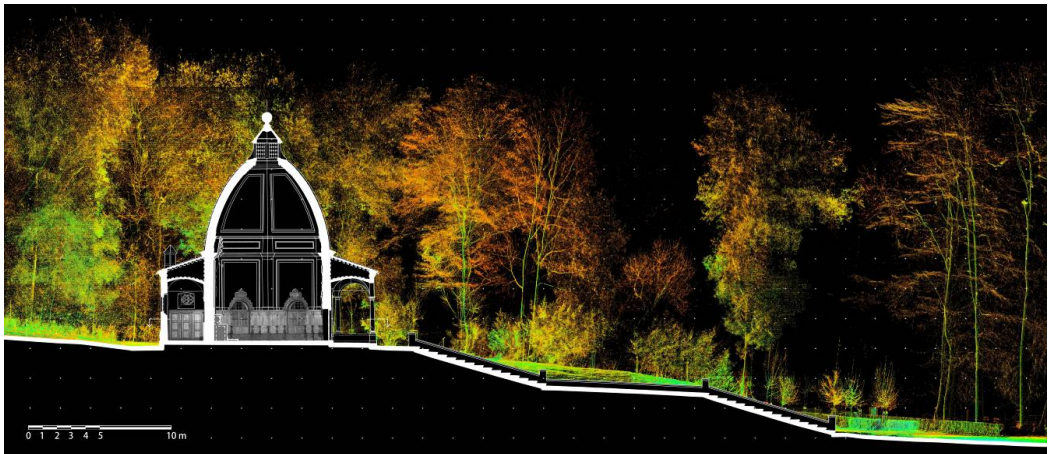


Figura 2 – Sezione longitudinale della Cappella. Originale in scala 1:100.

### **Il rilievo delle facciate e del giardino antistante la Paggeria.**

Oggetto del rilievo è stato sia lo spazio delimitato dal giardino rettangolare antistante l'edificio sia le facciate che lo racchiudono su due lati.

In questo caso il rilievo topografico è stato finalizzato al rilievo dei punti d'appoggio necessari per la realizzazione di fotopiani, ovvero 4 mire e 28 punti naturali che sono stati rilevati da due stazioni. Sulla base della risoluzione prescelta, il progetto di presa ha indicato l'utilizzo di 5 fotogrammi dalla cui rototraslazione sono stati effettuati i fotopiani per gli elaborati finali. Sono state inoltre effettuate 6 scansioni a media risoluzione da altrettante stazioni. Le scansioni sono state usate per il rilievo del terreno e l'estrazione di ulteriori punti d'appoggio. Questi sono risultati indispensabili per il raddrizzamento della porzione di prospetto all'estremità destra della facciata più lunga, dove, a causa di un arretramento del fronte, lo scostamento dal piano medio risultava comportare un errore inaccettabile.

La referenziazione delle scansioni è stata effettuata rispetto a punti naturali, l'ottimizzazione dell'allineamento delle sei scansioni (tramite algoritmo tipo ICP) ha prodotto un errore medio assoluto di mm 3. Sono stati rilevati 40.779.575 punti, la superficie del giardino è di circa mq 1700, mentre quella delle facciate è di circa mq 580. Poiché la geometria di alcuni elementi, come la

scalinata di accesso, non poteva essere ricostruita con fotopiani, gli elaborati finali sono il risultato dell'integrazione ed elaborazione di questi con *snapshots* ricavati dalle *range maps*.

### Rete d'inquadratura georeferenziata

I rilievi topografici dei due manufatti sono stati eseguiti in sistemi di riferimento distinti, sia per la mancanza di intervisibilità tra i vertici di stazione, sia per la distanza tra le due porzioni del parco.

E' stato pertanto eseguito un rilievo di posizionamento satellitare con GPS. La tecnica di misura usata è RTK (*Real Time Kinematic*), con un'accuratezza di posizionamento dell'ordine di 2-3 cm. Al fine di rototraslare i due rilievi in un unico sistema di riferimento, sono stati acquisiti i vertici di stazione, ove possibile, ed alcuni punti significativi non schermati dalla folta vegetazione. Sono stati, inoltre, rilevati tutti i punti naturali di collegamento (circa 80) tra la Cappella e la Paggeria. Le correzioni differenziali, ricevute in tempo reale dalla rete di stazioni permanenti della Toscana, hanno permesso di georeferire il rilievo complessivo al sistema cartografico secondo la proiezione Universale Trasversa di Mercatore (UTM).



Figura 3 – Le facciate ed il giardino antistante la Paggeria. Originale in scala 1:100.

### Conclusioni

Le caratteristiche delle due fabbriche hanno offerto agli iscritti l'opportunità di confrontarsi nella breve durata del workshop con difficoltà tipiche del rilievo architettonico effettuato con le tecniche della geomatica.

Il workshop ha fornito l'occasione di svolgere una completa campagna di rilievo, sperimentando in autonomia quanto appreso in aula in merito alla progettazione stessa del rilievo, alla fase di acquisizione ed alla elaborazione dei dati. D'altra parte, l'impiego di diverse tecnologie per l'acquisizione delle medesime informazioni metriche ha prodotto una ridondanza di dati che ha

consentito di confrontarne e verificarne la qualità, individuando gli errori grossolani ed apprendendo da quelli di metodo.

Provenendo da esperienze di rilievo tradizionale, in cui l'interpretazione e la selezione delle informazioni significative deve essere eseguita a priori, gli iscritti hanno manifestato particolare interesse nei confronti di un approccio "capovolto": il momento di sintesi del rilievo avviene sui dati tridimensionali acquisiti. Un altro motivo di attenzione è stato quello relativo alla gestione ed alla archiviazione dei dati e metadati che, per quantità e qualità, impongono l'adozione di criteri sistematici di catalogazione anche in rilievi di dimensioni modeste.

Questa esperienza formativa ha consentito ai partecipanti al corso (Alessandro Conti, Lidia Fiorini, Sara Marrani, Elisa Orlando, Linda Pettinelli, Maddalena Santinelli, Giuseppe Traviglia, Laura Velatta), laureati già attivi nella professione, di approfondire la consapevolezza critica riguardo le problematiche della misura tridimensionale, acquisendo le competenze operative per l'impiego di metodi, strumenti e tecniche ormai consolidate nella ricerca scientifica e che tuttavia, nella pratica professionale, non sono ancora sistematicamente diffuse nella loro interezza e complessità.

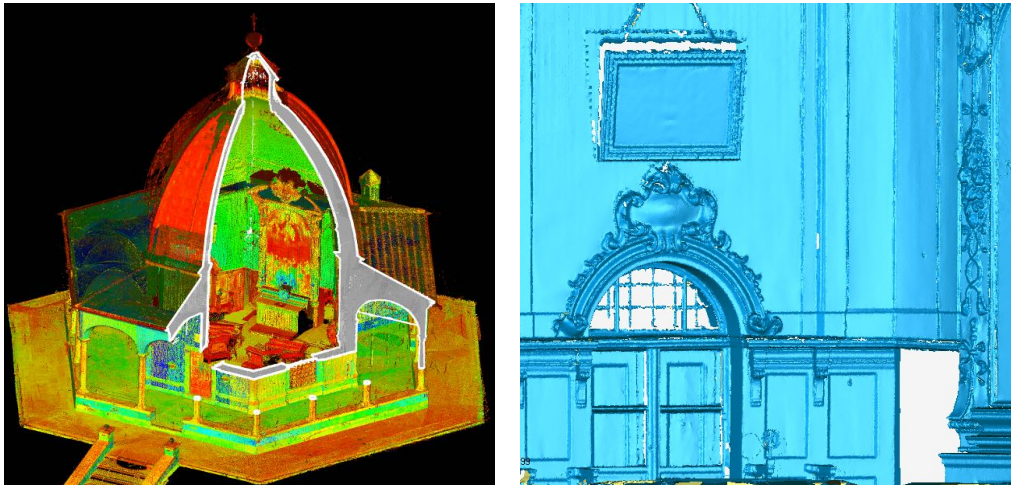


Figura 4 – La Cappella: spaccato assometrico e particolare del modello poligonale.

### Riferimenti bibliografici

*Riguardo al Parco di Pratolino*: la letteratura storico-critica su Pratolino è molto estesa pertanto si rimanda al seguente testo che, oltre a risultare una approfondita sintesi dell'argomento offre spunti innovativi e contiene un'ampia bibliografia ragionata

Brunon H. (2001), *Pratolino: art des jardins et imaginaire de la nature dans l'Italie de la seconde moitié du xviiè siècle*, thèse de doctorat de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

[http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/34/93/46/PDF/Brunon\\_Pratolino.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/34/93/46/PDF/Brunon_Pratolino.pdf).

*Riguardo alle metodologie utilizzate*: Trattandosi di una esperienza didattica si rimanda al sito del Corso <http://www.geomaticaeconservazione.it/corsoperfezionamento2009/index.php> in cui sono disponibili tutti i contenuti, le dispense utilizzate e la bibliografia proposta ([http://www.geomaticaeconservazione.it/corsoperfezionamento2009/bibliografia\\_perfezionamento.pdf](http://www.geomaticaeconservazione.it/corsoperfezionamento2009/bibliografia_perfezionamento.pdf)).