



**METODI DI RILIEVO ARCHITETTONICO E MATERICO SUL PATRIMONIO IN DISUSO DI  
ROMA: IL CASO STUDIO DELLA CHIESA DI S. CHIARA A VILLA YORK NELLA VALLE  
DEI CASALI**

TEMA: investigación

SUBTEMA: la Expresión Gráfica en las distintas disciplinas del diseño

**CALISI, Daniele; MOLINARI, Matteo**

Dipartimento di Architettura – Università degli Studi Roma Tre

daniele.calisi@uniroma3.it

**PALABRAS CLAVES:**

Recupero, Fotomodellazione, texturizzazione

**ABSTRACT:**

The theme of recovery in the city of Rome, becomes each year increasingly important in the policy of managing the territory of the city. The decision to redevelop historic buildings and consequently to set up a type of architectural restoration strongly influenced by current laws has imposed the use of increasingly precise material and architectural survey techniques. The case study, the church of S. Chiara inside the Valle dei Casali presents a very simple square plan architectural apparatus. The survey of this artefact was made by experimenting with the use of several techniques for the digital rendering of texturized and architectural material relief.

**RESUMEN:**

Il tema del recupero nella città di Roma, diventa ogni anno sempre più importante nella politica della gestione del territorio della città. Le scelte degli ultimi anni si orientano sempre di più verso un sistema di recupero degli edifici in disuso nella città, senza andare a espandere il footprint della città sul suolo. La conseguenza diretta di queste scelte è la necessità di trovare un modo per approcciarsi al patrimonio storico di rilevanza architettonica/culturale. La volontà di riqualificare gli edifici, porta a dover intervenire su stabili, protetti dal punto di vista artistico architettonico, e quindi a doversi relazionare con delle ferree regole nel restauro degli edifici. In questo campo risulta fondamentale il rilievo architettonico e il modo in cui negli anni si sta evolvendo per produrre una restituzione sempre più fedele dell'edificio. Quest'ultima è importante nell'ambito del recupero di un edificio storico, non solo nelle sue geometrie ma anche nella capacità di trasmettere le caratteristiche materiche e cromatiche. Ad oggi gli oggetti più utilizzati nel rilievo strumentale sono la restituzione tramite nuvola di punti del laser scanner o da fotomodellazione. Il laser scanner, anche nei modelli più performanti, è un'ottima risorsa per il rilievo geometrico dell'edificio, ma per la restituzione grafica delle texture presenta alcune lacune. Le fotografie, restituiscono la texture dell'oggetto tramite giochi prospettici, in molti casi non risultando veritiera.

La fotomodellazione si presta invece in modo diametralmente opposto. La precisione del rilievo è proporzionale alla quantità di impurità presenti sulla superficie; in quando è basata sull'accoppiamento nello spazio di punti omologhi, in questo caso caratterizzati dalla stessa gamma cromatica. Data la qualità dell'obbiettivo utilizzato e la possibilità di integrare su un unico modello fotografie fatte da più supporti, permette di avere una mappatura del degrado a trecentosessanta gradi dell'artefatto architettonico. Il caso studio, la chiesa di Santa Chiara a Villa York presente all'interno della Valle dei Casali, è posizionata in un punto pianeggiante dell'area, circondata da un grande pianoro di erba incolta e da una zona boschiva sul lato Nord. La struttura, ad oggi, si trova in un avanzato stato di degrado, in particolare nelle capriate interne e sui prospetti esterni. La chiesa presenta un apparato architettonico molto semplice, è a pianta quadrata, con un campanile arabeggiante posizionato sul prospetto lungo e una copertura a doppia falda. La semplicità geometrica, ma l'alta percentuale di degrado materico ha portato alla scelta di utilizzare la tecnica fotogrammetrica per la restituzione digitale dell'edificio.

L'utilizzo di più tecniche fotografiche per la ripresa digitale dell'edificio, macchina fotografica e drone, ha permesso di mappare interamente la superficie della chiesa, sia internamente che esternamente. L'integrazione di queste due tecniche di ripresa, ha permesso non solo di ricostruire la geometria delle capriate lignee presenti all'interno, ma anche di realizzare un'iniziale mappatura del degrado sulla superficie dell'edificio.



## 1.- INTRODUZIONE (M.M.)

La città di Roma è una delle realtà più complesse nel panorama non solo italiano ma anche europeo. Le stratificazioni storiche di diverse epoche, la morfologia del territorio e un'espansione urbanistica con direzioni contraddittorie hanno portato a una realtà con un valore unico nel suo genere ma con conseguenti problematiche.

I temi, dell'edificazione e dell'espansione della città sono stati argomento fondamentale nei piani regolatori da fine ottocento fino all'inizio del XXI secolo. Negli ultimi anni questa tendenza al costruire “programmato” si sta attenuando e sta avendo sempre più rilievo nel dibattito e legislazione cittadina la salvaguardia del territorio dell'agro romano e del delicato ecosistema cittadino. Sono centinaia all'interno del Grande Raccordo Anulare della città gli edifici in disuso, abbandonati e in stato di degrado. Molti di questi edifici sono posizionati all'interno del tessuto storico, con peculiarità architettoniche, culturali e artistiche specifiche.

La necessità di riqualificare il patrimonio esistente e il conseguente interfacciarsi con architetture di pregio porta alla necessità di ricercare una metodologia di rilievo sempre più fedele alla realtà. La scienza del rilievo architettonico ha un ruolo fondamentale in questo ambito, negli ultimi anni le tecniche strumentali si sono evolute esponenzialmente permettendo tramite tecniche *low cost* la ricostruzione tridimensionale di un manufatto.

La fotomodellazione, tramite macchina fotografica e software dedicati SFM, permette la resituzione di un modello in scala 1:1 in tempi molto brevi e eliminando quasi del tutto l'errore umano presente nelle tecniche di rilievo tradizionale. Quest'ultima è importante nell'ambito del recupero di un edificio storico, non solo nelle sue geometrie ma anche nella capacità di trasmettere le caratteristiche materiche e cromatiche.

Il caso studio, la Chiesa di Santa Chiara di Villa York nella Valle dei Casali, si inserisce all'interno di una ricerca più ampia riguardante la metodologia di intervento all'interno del patrimonio costruito della città di Roma.

La scelta di focalizzarsi sullo studio della chiesa, è stata determinata dal luogo stesso in cui sorge il manufatto, un'area dalle grandi potenzialità non solo architettoniche e culturali ma anche perchè la Valle dei Casali si inserisce all'interno dell'ecosistema delle aree verdi di Roma (Fig.1). La Valle dei casali, è

un'area naturale protetta e prende il nome dalle numerose costruzioni a destinazione agricola presenti in passato.

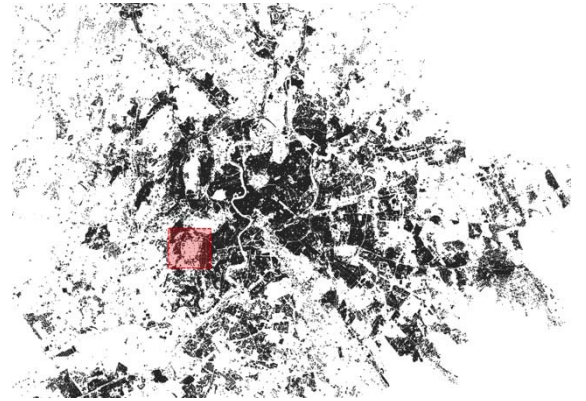


Fig. 1 – Identificazione dell'area di studio, La Valle dei Casali, su planimetria elaborata in ambito GIS dei pieni e vuoti della città di Roma.

L'area, si può idealmente dividere in due zone distinte, Alto e Basso bacino. Una divisione dettata principalmente dalla morfologia del territorio che delinea il parco come una conca con all'estremità due altipiani e nella parte più bassa un'area confinata dall'andamento del Fiume Tevere.

All'interno dell'Alto Bacino si possono ritrovare elementi architettonici di pregio e di interesse storico tra i quali sono compresi: il Complesso del Buon Pastore, Forte Bravetta, Villa York e l'elemento oggetto di studio la chiesa di Santa Chiara (Fig.2).



Fig. 2 – Planimetria con identificazione delle aree di interesse storico-architettonico. In viola Forte Bravetta, in arancione Chiesa di Santa Chiara, in verde Complesso del Buon Pastore e in azzurro Villa York.

L'edificio oggetto dello studio è una chiesa sconsacrata, originariamente cappella di Santa Maria, costruita sulle basi dell'originale cappella medievale di Sant'Agata. Le origini dell'attuale conformazione a navata centrale con campanile in stile barocco risalgono al 1647 quando il marchese Zenobio Baldinotti,



acquistò il terreno dove sorge la chiesa e vi realizzò quella che inizialmente era la cappella votiva della sua villa. Successivamente entrò a far parte del complesso della tenuta di Villa York.

## 2.- IL RILIEVO STRUMENTALE (M.M.)

La chiesa di Santa Chiara, dopo essere stata sconsacrata e aver perso la vocazione per cui era stata realizzata, è stata abbandonata e priva di manutenzione è caduta in uno stato di degrado geometrico e materico.

La scelta di intervenire, rimettendo in funzione l'edificio, non come luogo sacro ma con una vocazione che ricade nel settore terziario, ha richiesto un rilievo architettonico e materico dettagliato in modo da ripristinare l'aspetto iniziale e avere una base di lavoro per il progetto di trasformazione.

La necessità di dover restituire non solo la planimetria dell'oggetto, ma anche il sistema di copertura, le forme del campanile e definire con precisione il degrado della copertura e degli enti architettonici, ha portato alla scelta di interfacciare due diverse tipologie di rilievo, quello diretto per trilaterazione e il rilievo strumentale tramite fotomodellazione (con l'utilizzo di drone e macchina fotografica).

La misurazione diretta ha l'utilità di poter essere utilizzata come strumento di verifica per le dimensioni ricavate dal modello tridimensionale.

Per la costruzione del fotomodello sono stati utilizzati un drone con apparecchio di ripresa dedicato e una macchina fotografica professionale. L'utilizzo di due elementi è stato fondamentale per non appesantire la *dense cloud*. Il drone è stato impiegato per ottenere un rilievo complessivo dell'edificio, con una quantità di dettagli bassa (Fig. 3). La macchina fotografica è stata utilizzata per le riprese di dettaglio degli elementi architettonici specifici come le modanature del portone di ingresso o il sistema di capriate interne. Lavorare con due strumenti differenti per realizzare uno stesso modello tridimensionale ha provocato dei problemi nell'integrazione tra i due prodotti fotografici.

Nell'operazione iniziale di rilievo della chiesa l'errore nell'aver effettuato le due campagne di rilievo lo stesso giorno ma in orari differenti ha causato delle problematiche in fase di produzione del modello. Nel processo di fotomodellazione le condizioni atmosferiche, l'intensità e la posizione della sorgente luminosa e di conseguenza la presenza o meno di ombre influenzano la resa del rilievo. Nel

caso preso in esame, questi fattori hanno influenzato la resa finale del modello.

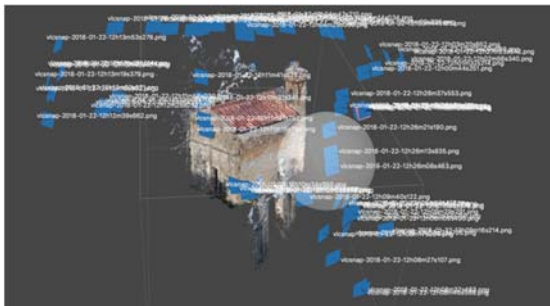


Fig. 3 – Immagine estrapolata dal software di modellazione. Prima chunk di lavoro realizzata utilizzando le fotografie da drone.

La metodologia di lavoro consiste nel realizzare due *chunk* diverse all'interno del software, ognuna contenente le due tipologie di fotografie. Una volta realizzata una nuvola di punti densa per ciascun gruppo si può realizzare un allineamento per punti omologhi. Date le diverse intensità nelle texture contenute nelle nuvole di punti l'allineamento provocava dei casi di traslazione, tra i prospetti e la copertura producendo un modello non adatto al lavoro. Per ovviare al problema è stata realizzata una seconda campagna di rilievo con macchina fotografiche nello stesso lasso di tempo e con le stesse condizioni atmosferiche in cui è stato realizzato il volo con il drone, Questa operazione ha portato alla realizzazione di un fotomodello completo e coerente (Fig.4).



Fig. 4 – Dense cloud finale composta dalle due campagne di rilievo prima della pulizia degli oggetti superflui (alberi, cielo...).

L'utilizzo della fotomodellazione, nel processo conoscitivo di un'architettura non esclude l'utilizzo di tecniche tradizionali di rilievo per una ragione fondamentale, il modello prodotto non è in scala 1:1 ma deve essere scalato secondo una misura nota, ottenuta



tramite un rilievo metrico. Una volta che il modello viene scalato all'interno dell'ambiente di lavoro, si ottiene una ricostruzione in scala reale tramite il quale è possibile compiere diverse operazioni. Si possono o esportare gli ortofotopiani per realizzare una mappatura del degrado e dei materiali o esportare la nuvola di punti in formati compatibili con altri programmi. Negli ultimi anni infatti è di uso comune parlare di H-BIM (*Heritage Building Information Modeling*). La lavorazione su piattaforme specifiche del modello di rilievo di un edificio storico e la relativa ricostruzione e messa in pulito in scala reale in collaborazione con più personalità su uno stesso file.

### 3.- DAL RILIEVO FOTOGRAFICO ALLA MAPPATURA DEL DEGRADO (D.C.)

Il rilievo è uno strumento indagatore, analisi e conoscenza del manufatto architettonico. Il suo scopo è quello di restituire l'immagine dell'opera, rappresentata in modi differenti a seconda dello scopo ultimo.

Il rilevamento architettonico non è solo uno strumento per la misurazione di un edificio o di un contesto urbano, con la relativa rappresentazione grafica, ma un'operazione molto complessa che fa interagire diverse discipline, e che utilizza strumenti e mezzi adeguati e molteplici. Le peculiarità di ogni singolo edificio sono individuali, e conseguentemente il metodo da applicare è sempre differente. A seconda dei molteplici periodi storici ci si trova a dover affrontare lo studio di tecniche costruttive, materiali e metodologie del tutto dissimili.

Il rilievo permette di individuare, analizzare, schedare l'origine di un edificio e le vicende ad esso correlate e subite nel corso della storia. Ci consente, inoltre, di analizzare le diverse componenti costruttive al suo interno, e capirne l'evoluzione, di catalogare le trasformazioni subite, individuare gli elementi caratteristici e le superfetazioni, e di conseguenza capire anche la morfologia strutturale originale, e, in base alle trasformazioni subite, rilevare le lesioni strutturali. Questa complessità evidenzia che rilevare è un processo che in sé nasconde sia una componente oggettiva, che porta a voler conoscere e mostrare un dato edificio nelle sue forme attuali, e da una componente soggettiva, che dipende ovviamente da cosa si vuole rappresentare di quel dato edificio e cosa, invece, tralasciare.

La discretizzazione fatta dal rilevatore dipende da differenti fattori, primo fra tutti il fine

ultimo del Rilievo. Bisogna sapere se l'atto indagativo è funzionale ad un rilievo per il restauro, per la lettura storico-critica, per l'archeologia, o anche per l'estimo...

Rilievare è sempre un atto critico: il passaggio, dalla percezione soggettiva della realtà alla sua rappresentazione oggettiva, è fondamentale per tutte le operazioni di rilievo.

Attraverso una trasformazione concettuale, il rilevatore attua un'operazione di discretizzazione dell'oggetto reale e continuo e per farlo subentra, necessariamente, la soggettività dell'esecutore che, grazie alla personale sensibilità ed esperienza, applica delle scelte, seleziona criticamente cosa, del manufatto, si deve rappresentare (Fig.5).

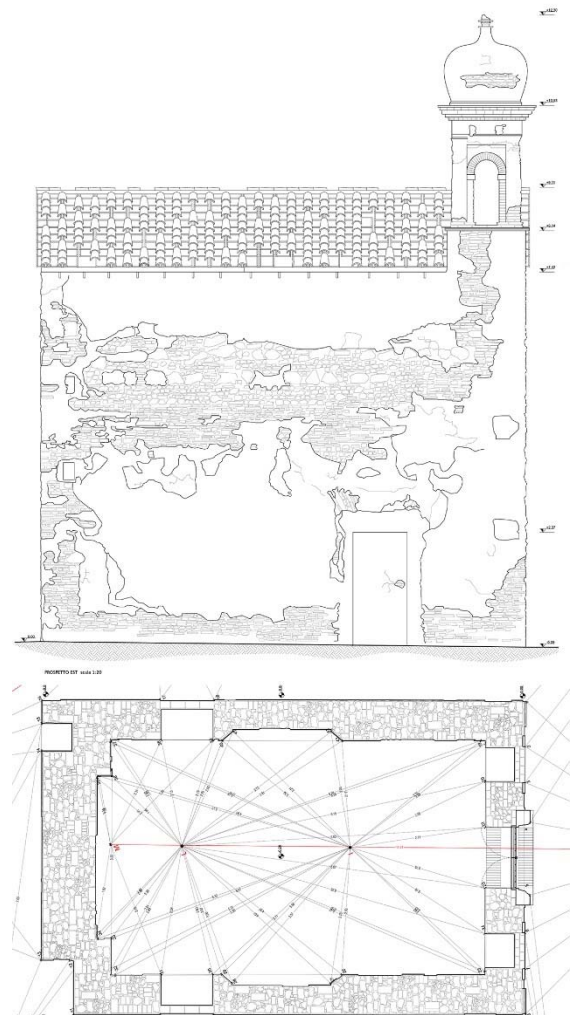


Fig. 5 – Estratto della campagna di rilevamento diretto e rilievo materico. L'operazione di rilievo presuppone necessariamente un'operazione di discretizzazione dell'oggetto reale e continuo. Il rilevatore, grazie alla personale sensibilità ed esperienza, applica delle scelte, seleziona criticamente cosa, del manufatto, si deve rappresentare.



La discretizzazione non è solamente sul decidere quali punti caratteristici rilevare, ma anche su cosa effettivamente deve essere rilevato. Ovviamente le scale di rappresentazione giocano il loro ruolo e condizionano nella scelta dei punti caratteristici da rilevare. La complessità di un organismo richiede una complessità di disegni di egual misura. La conoscenza geometrica, spaziale e proporzionale di un'opera architettonica si pone, per l'architetto, come condizione imprescindibile, prima ancora dell'esigenza di una qualsiasi ricerca di tipo bibliografico o storico-archivistico.

Negli ultimi anni, tuttavia, uno strumento indispensabile per la conoscenza minuziosa di un edificio si è rivelato il rilievo strumentale attraverso le tecniche di presa fotografica o con laser scanner. Quest'ultima metodologia è applicabile solo a fronte di un investimento consistente di denaro, mentre la prima risulta ugualmente valida, nonostante l'uso di strumentazioni più economiche e avendo conoscenze delle tecniche fotografiche.

La possibilità di accedere ad un modello tridimensionale ad alta qualità di dettaglio mesh e mappa texture, è infatti un vantaggio non indifferente per l'analisi e lo studio posteriore del manufatto. In particolare modo per l'analisi materica e del degrado, le nuove tecnologie si sono sostituite all'occhio umano, alle obsolete fotografie o alla fotogrammetria. Precedentemente la conoscenza dell'impalcato materico avveniva innanzitutto attraverso schemi ed eidotipi ripresi dal vero, che già attuavano il processo di discretizzazione del rilevatore. Anche le fotografie avevano la loro funzione documentaria, e in certi casi di base per i ricalchi. Tuttavia le aberrazioni determinate, in primis, dalla posizione del punto di vista, dagli scorciamenti, e in secondo luogo anche dalle aberrazioni ottiche, non garantivano una perfetta aderenza delle analisi preliminari con i rilievi in scala e in proiezioni ortogonali. A tal scopo la fotogrammetria ha permesso la sovrapposizione perfetta tra la restituzione fotografica e quella in proiezioni ortogonali, tuttavia a seguito di ore di lavoro e con non poche difficoltà.

I software SFM (Structure For Motion) permettono invece un workflow di lavoro molto più dinamico e veloce, riuscendo a mettere a sistema centinaia di fotografie ad alta risoluzione che permettono la creazione di texture per la mappatura adeguata dell'intero modello 3D ricreato digitalmente.

I vantaggi sono molteplici. Innanzitutto lavorando sulla georeferenziazione del 3D, è possibile avere l'architettura digitalizzata perfettamente scalata, con la possibilità di poter recuperare misure non accessibili nel rilievo diretto, o eventualmente verificare l'esattezza in caso di incongruenze dimensionali.

È possibile scegliere dei punti caratteristici sulle fotografie e il software provvederà a riconoscerne e posizionare i markers nel modello 3D. Essi hanno il compito di determinare dei piani di proiezione, in genere coincidenti con i piani murari.

Questo permette la facile esportazione di ortofotopiani: prospetti in proiezioni ortogonali, privi di scorciamenti e oggetti improbabili tipici della restituzione fotografica da fotogramma singolo.

Le ortofoto sono oggi indispensabili per qualsiasi rilievo finalizzato al restauro, perché garantiscono una visione puntuale delle superfici materiche e del loro stato di degrado. L'operazione di perimetrazione e catalogazione delle aree simili può essere fatta direttamente sulle ortofoto, anche attraverso strumenti CAD.

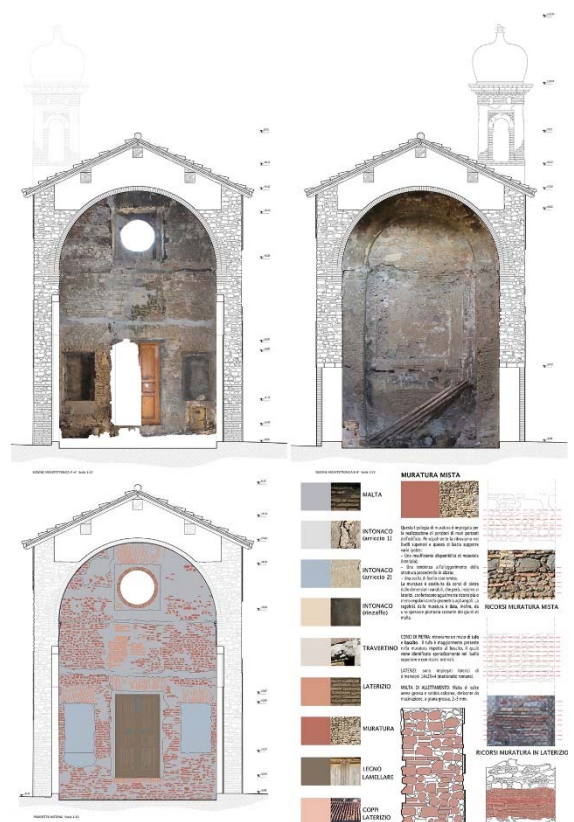


Fig. 6 – L'analisi eseguita sulla chiesa di S. Chiara non ha potuto prescindere dal rilievo materico eseguito attraverso le ortofoto di interni ed esterni, da cui è facilmente possibile individuare materiali e successivamente i degradi ad essi connessi.



Grazie a dei rilievi materici così ottenuti è facile poter eseguire una mappatura dettagliata dei materiali superficiali. L'analisi preliminare coincide con i risultati sottesi con il rilievo strumentale, potendo facilmente perimetrare aree matericamente simili, riconoscendo intonaci, murature in mattoni pieni, miste o di riempimento, gli apparati lapidei, le intelaiaturee lignee, nonché l'apparato decorativo, diviso in stucchi, affreschi o pavimentazioni di pregio. Questo processo è indispensabile per la buona riuscita di un progetto di restauro, collegando la piena conoscenza del manufatto architettonico in tutte le sue componenti materiche, al processo di riconoscimento dei degradi a cui tali materiali sono stati sottoposti nel corso del tempo. Tutto ciò per permettere al restauratore di operare tutte le scelte necessarie e indispensabili per garantire il recupero dell'opera architettonica e riconsegnarla alla società restaurata a regola d'arte.

L'uso delle ortofoto nel campo del restauro ha una indubbia utilità, tuttavia bisogna anche ricordare che le decisioni sulla rappresentazione influenzano fortemente la qualità non solo dei disegni, ma anche la loro facile comunicazione al cliente, alla ditta, alle soprintendenze. L'ortofoto può essere integrata al rilievo architettonico, come strumento più completo di ausilio. Se infatti le discretizzazioni necessariamente eseguita dal progettista per, ad esempio, la visualizzazione dell'apparato murario superficiale sui prospetti introduce una semplificazione rappresentativa, le ortofoto non sono soggette a questo processo: l'ortofoto restituisce esattamente tutto quello che è stato oggetto della campagna fotografica e di creazione del modello tridimensionale. Il software non esegue una scelta di informazioni da mostrare, tuttavia, sempre su richiesta dell'uomo, può abbassare la risoluzione dell'immagine con conseguente perdita di dettaglio e anche di dati. Il processo di semplificazione, pertanto, è di perdita di qualità dei dati e non di quantità: le informazioni sono le stesse ma con qualità sempre peggiore. È pertanto opportuno mantenere la qualità delle ortofoto elevata, e su di esse attuare il processo di selezione critica che porta, ad esempio, ai disegni di analisi materica.

#### 4.- CONCLUSIONI (D.C.)

Le nuove tecnologie stanno sempre più sostituendo le vecchie strumentazioni e il processo di campagna di rilevamento è diventato un processo completo e

scientificamente strutturato. Il modello tridimensionale digitale che deriva da quello fotogrammetrico è, oggi, strumento essenziale per il progetto di recupero delle architetture storiche, ancora di più, se versano in condizioni di degrado avanzate. Esso infatti permette un'analisi delle condizioni superficiali del manufatto più dettagliata e che garantisce una più completa mappatura materica e del degrado, e in seguito dello stesso progetto di recupero.

#### 5.- RICONOSCIMENTI

La campagna di rilievo e fotomodellazione è stata svolta grazie all'aiuto prezioso di Camilla Moles, Elisa Moraschi e Sofia Teresa Rodriguez.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA

ALMAGRO A. Et al. (1999) Verso la Carta del Rilievo Architettonico – Testo di base per la definizione dei Temi, in occasione del Seminario Internazionale di Studio "Gli strumenti di conoscenza per il progetto di restauro" Valmontone

CALISI, D., CIANCI, M.G.,(2014) Storia e contemporaneità nella ricostruzione della Chiesa di Santa Maria di Loreto, In: XXXVI Convegno Internazionale dei Docenti della Rappresentazione, UID 2014

CALISI D., MOLINARI M. (2017) Il rilievo urbano in ambiti archeologici. La fotomodellazione applicata all'analisi dimensionale e materica delle costruzioni alle pendici del Monte Testaccio, Atti del convegno EGraFIA 2017, General Pico, La Pampa, Argentina,

CUNDARI C. (2015). Il rilievo architettonico. Ragioni, fondamenti, applicazioni, Ermes, Potenza

DE LUCA L. (2011). La fotomodellazione architettonica. Rilievo, modellazione, rappresentazione di edifici a partire da fotografie, Flaccovio Dario, Palermo

RENDINA C. (2000). Le Chiese di Roma, Newton & Compton Editori, Milano

SGRENZAROLI M. e VASSENA G. P. M. (2007) Tecniche di rilevamento tridimensionale tramite laser scanner, Volume 1 - Introduzione generale, Starrylink, Selecta