

'ANA ΓKH

speciale

GEO RES 2017

NOVEMBRE 2017

Editoriale

Marco Dezzi Bardeschi - *Necessità del rilievo per la conoscenza e il progetto,* **4**

Introduzione

Grazia Tucci - *GeoRes 2017: nuove sinergie tra Geomatica e Restauro,* **6**

Bianca Gioia Marino - *La complessità della rappresentazione come potenzialità della conservazione,* **11**

Alvaro Rodriguez, Federica Ottoni, Antonia Spanò - *La documentazione di complessi monumentali,* **13**

Donatella Fiorani, Caterina Balletti - *Repliche digitali e fisiche – realtà aumentata restauro virtuale. Due prospettive d'indagine,* **16**

Gabriele Bitelli, Andrea Ugolini - *Formazione e Comunicazione,* **18**

Workshop GeoRes

Erica Isabella Parisi - *Formazione e digitalizzazione: l'esperienza del Workshop GeoRes per giovani ricercatori,* **20**

Rilievo e restauro

Stefano Francesco Musso - *Rilevare/Restaurare: una diade inscindibile,* **24**

Aldo Aveta, Bianca Gioia Marino, Raffaele Amore - *Materia e realtà storica: catturare la trasformazione.: un approccio trans-disciplinare per la conservazione,* **30**

Franco Prampolini, Annunziata Maria Oteri, Stefania Caporale, Sara Mazzeo, Francesca Muscherà - *Restauro "materiale" e rilievo digitale, riflessioni a margine di una esperienza didattica,* **37**

Federico Fallavolita, Andrea Ugolini - *Rocche e castelli allo stato di rudere, metodologie e tecniche di rilievo nell'era digitale,* **43**

Leopoldo Repola, Massimiliano Marazzi, Sven Stefano Tilia - *Rappresentazione come strumento metodologica per la comprensione e la valorizzazione del sito di Yazilikaya,* **49**

Francesco Fassi, Christian Campanella - *La fotogrammetria digitale automatica: applicazione e limiti, il lungo processo dell'elaborazione fotografica per il patrimonio costruito,* **55**

Documentazione di complessi monumentali

Valerio Tesi, Grazia Tucci, Valentina Bonora, Lidia Fiorini, Alessandro Conti - *Il modello digitale di una "macchina idraulica" del '500: la Grotta degli Animali della villa medicea di Castello,* **63**

Federica Ottoni, Andrea Zerbi, Francesco Freddi - *Dalla realtà al modello, e ritorno. Riflessioni sul rilievo e astrazione per la conservazione del patrimonio culturale,* **70**

Fabio Radicioni, Pietro Matracchi - *Il Tempio della consolazione a Todi. Conoscenza e diagnosi strutturale,* **76**

Fabio Mariano, Mauro Saracco, Leonardo Petetta - *Un monumento di archeologia militare del XX secolo: l'idroscalo "Ivo Monti" di San Nicola Varano,* **82**

Renata Prescia, Andrea Scianna - *Il patrimonio architettonico arabo-normanno: stato delle conoscenze e proposte innovative,* **88**

Referenziazione dei dati tematici nel visibile e nel non visibile

Michele Coppola, Susanna Bracci, Emma Cantisani, Donata Magrini - **93**

L'Egitto fuori dell'Egitto. La tomba di Seti I (KV17) al Museo Egizio di Firenze. Metodi integrati per la storia e la diagnosi,

Raffaella Brumana, Paola Condoleo, Alberto Grimoldi, Angelo G. Landi -

Le volte a padiglione: forme analoghe, diverse apparecchiature varianti in un unico edificio tra XVII e XVIII secolo, **99**

Antonella Versaci, Alessio Cardaci -

Architettura contemporanea e conservazione nell'esperienza del Museo MAXXI di Roma, **105**

Claudia Aveta, Marida Salvatori, Gian Paolo Vitelli -

Le "nuvole di punti complesse" per la conoscenza del patrimonio architettonico. Alcune esperienze, **111**

Dall'analisi dei dati alla gestione del rischio

Erica Lenticchia, Eva Coisson -

La fragilità delle fortezze. Nuovi strumenti per proteggere il patrimonio dell'architettura fortificata italiana dai terremoti, **117**

Luigi Fregonese, Alessandro Campera, Barbara Scala, Andrea Adami - *Sisma 2012: il processo di messa in sicurezza come strategia per la conservazione programmata del patrimonio ecclesiastico della diocesi di Mantova,* **123**

Giuseppina Vacca, Donatella Rita Fiorino, Valentina Pintus -

Un WEBIGS per la conoscenza e tutela delle tecniche murarie tradizionali in Sardegna, **129**

Filiberto Chiabrando, Monica Naretto, Antonia Spanò, Cesare Tocci -

Strati dei palinsesti e modellazione spaziale multi-scala: analisi integrate per la conservazione di sistemi culturali, **135**

HBIM per la conservazione del patrimonio costruito

Massimiliano Lo Turco, Manuela Mattone, Fulvio Rinaudo -

Dal rilievo metrico All'HBIM per l'analisi dello stato di conservazione della fabbrica, **141**

Donatella Fiorani, Marta Acierno -

CPM: un'ontologia per il restauro, **147**

Daniela Oreni, Raffaella Brumana, Stefano Della Torre, Fabrizio Banfi -

Disegno e modellazione parametrica per la conservazione di un edificio monumentale danneggiato da un evento sismico.

Dal rilievo al cantiere, **153**

Vincenzo Donato, Carlo Biagini -

SCAN-TO-BIM per il recupero di opere di ingegneria storiche, **159**

Formazione e comunicazione

Enrica Petrucci, Daniele Rossi -

Un sistema di comunicazione integrato per il complesso della Santissima Annunziata di Ascoli Piceno, **165**

Caterina Balletti, Sara Di Resta, Paolo Faccio, Francesco Guerra -

Villa Stein-De-Monzie By Le Corbusier (1926-1928): strategie di conservazione tra ricerca e didattica, **171**

Francesca Giusti -

Alessandro Antonelli e la presidenza barocca: il progetto per il parlamento nazionale di Torino, **177**

NECESSITÀ DEL RILIEVO PER LA CONOSCENZA ED IL PROGETTO

MARCO DEZZI BARDESCHI

Tutti sappiamo fin troppo bene, per esperienza diretta, quanto sia necessaria ed insostituibile l'osservazione diretta ed in particolare il rilievo geometrico e materico di una fabbrica come essenziale riferimento di base per la sua conoscenza, finalizzato alla redazione di un progetto consapevole e responsabile di cura e valorizzazione del patrimonio costruito. Per questo abbiamo deciso di dedicare un intero numero speciale della rivista alla geomatica prendendo come utile riferimento una selezione significativa dei contributi presentati al recente convegno promosso da Grazia Tucci a Firenze su "Geomatica e restauro" (22-24 maggio 2017)

Questo numero monografico, partendo proprio dal **rilievo strumentale**, intende avviare una serie di approfondimenti analitici della rivista sull'aggiornamento in atto delle conoscenze oggi sempre più di ieri necessarie ad un operatore per affrontare un progetto d'intervento sul costruito esistente, tenendo conto che – come appunto ben ci conferma il vigente Codice dei Beni culturali (2004) – il suo obiettivo confermato è quello di garantire l'effettiva **"conservazione dell'integrità materiale"** del Patrimonio, unita al suo mantenimento in buona efficienza d'uso funzionale, ad evitarne sia il colpevole sottoutilizzo e l'abbandono (con la sua conseguente irreversibile progressiva ruderizzazione), che un distratto stravolgimento dovuto ad un improprio e non rispettoso utilizzo.

La mia generazione, fin dal suo esordio, di fronte al crescente e disinvolto saccheggio delle risorse costruite messo in atto su grande scala a partire dagli anni della ricostruzione postbellica (in prevalenza con esclusivo carattere di sfruttamento quantitativo) ha fatto della necessaria **conoscenza anatomica della fabbrica** e dello studio profondo delle sue specifiche caratteristiche e patologie di degrado (materiale e strutturale), il concreto banco-prova della verifica qualitativa di ogni pur buona intenzione progettuale. In particolare, a livello personale, fin dalla tesi di laurea in Architettura



Firenze, Cappella Rucellai in San Pancrazio, assonometria anatomica delle strutture (Dezzi Bardeschi 1962, tesi di laurea)

tura (sul restauro del complesso monastico albertiano di san Pancrazio a Firenze, trasfigurato dall'Ottocento con la sua trasformazione in struttura d'accoglienza militare) condotta sotto la guida di un rigoroso Maestro della crociata per la conservazione materiale come Piero Sanpaolesi. Ricordo il caparbio impegno e il furore giovanile con cui cercavamo di strappare a quelle storiche muraglie appannate, fattesi mute per le offese subite dall'indifferenza di chi le aveva vissute senza amarle, il loro occultato segreto. Credo di aver scoperto proprio in quel continuo interrogarsi mettendo a confronto le generose fonti d'archivio disponibili del conven-

to soppresso con quelle ormai silenziose pareti la gioia di praticare l'**anamnesi**, una parola che, fino a quel momento, sembrava solo una inattuale e curiosa sopravvivenza di un antiquato linguaggio medico (per quel cattivante termine greco dobbiamo ringraziare il medico che lo conì a indicare l'attività clinica di ascolto ed esame obiettivo del paziente e del suo contesto familiare).

La nostra appassionata attività di storici/conservatori, pur concentrandosi tutta, così come era solito fare ogni buon medico tradizionale, sul dettaglio visibile e sul "palpaggio" del corpo fisico del paziente, tentava di risalire alle cause dei processi di degrado in atto, sondando l'invisibile della fabbrica, quello celato alla vista, ma che si poteva già cominciare a penetrare grazie all'apporto dei primi nuovi strumenti sperimentali applicati in altri settori d'indagine medica già allora messi a disposizione del cantiere dall'avanzamento delle nuove tecniche e dalle nuove tecnologie, per individuare le patologie di degrado e dedurre le più adeguate scelte di progetto (termografie, videoispezioni, microsonde, georadar, martinetti piatti, ecc.).

Del resto ritengo superfluo ricordare qui che proprio con tale convinto obiettivo prioritario è nata (nel 1993) e felicemente cresciuta la nostra rivista 'ANANKE che ha messo sempre al centro della propria attenzione il destino dell'eredità materiale complessiva ricevuta in consegna dalla storia. Ed una positiva conferma dell'attenzione dedicata *ab initio* alle nuove tecniche di rilievo è offerta, lo ricordiamo con piacere, da uno dei primi contributi sul **rilievo informatizzato** applicato ad un complesso monumentale come Santa Maria Maggiore di Bergamo, curato proprio da Grazia Tucci e pubblicato nello stesso numero di esordio di 'ANANKE (1, marzo 1993). Da allora è già trascorso un quarto esatto di secolo ed ancor più significativo è stato l'avanzamento delle tecniche e dei modi informatizzati di rilievo diretto.

In questi ultimi anni, la progressiva radicale sostituzione, con il **computer** ed altre nuove strumentazioni interattive, dei tradizionali strumenti di lavoro (squadra, riga a T, compasso, curvilinee, goniometro, regolo calcolatore) da tanti secoli utilmente presenti sul tavolo di lavoro del tecnico impegnato

nel **rilievo manuale** e nella sua restituzione grafica su carta, ha certamente portato con sé una considerevole positiva velocizzazione e approssimazione rappresentativa dei dati oggettivi di conoscenza. E tuttavia il crescente contributo della strumentazione elettronica automatica finisce anche per abituare male l'esecutore, la cui mano, sempre meno esercitata dalla mente, rischia di perdere la propria normale e efficace capacità di sintesi e l'intuitivo rapporto profondo con l'oggetto analizzato. Relegati definitivamente in soffitta i vecchi cari tecnografi preistorici e con essi tutte le altre "macchine semplici" d'ausilio storico del generoso rilevatore e del buon progettista manuale, oggi sul tavolo di lavoro svuotato e sempre più immateriale del tecnico trionfano solo il computer ed il telefonino. Ed il rilievo ed il progetto rischiano di perdere tutta la loro storica fisicità materica (dallo schizzo concettuale manoscritto all'autografo stampato).

Oggi il più prodigioso antidoto naturale contro questa perdita del centro della persona da parte delle stesse pur preziose nuove protesi tecnologiche che le vengono in aiuto, per evitare che non si anchilosi la mano autografa del generoso rilevatore e che parimenti non sia omologata verso il basso la libera creatività del progettista, è ancora decisamente affidato, a mio parere, proprio alla insostituibile e sintetica capacità rappresentativa della mano che fin dal primo schizzo concettuale segnala caratteristiche e problemi rilevati nell'esame del costruito e che ne fissi le patologie e le conseguenti relative soluzioni ottimali di progetto.

Ricordiamoci dunque, nell'avanzamento dell'"universo di precisione" del cantiere di conoscenza di non farci espropriare del nostro primo grande e flessibile strumento naturale che abbiamo a disposizione, questa nostra docile mano, direttamente collegata in tempo reale con la nostra stessa testa. Ringraziando dello straordinario aiuto offertoci dai nuovi strumenti sensibili e dai nuovi media, teniamole entrambe, mano e testa, quotidianamente in buon allenamento, come quelle di un virtuoso pianista. Per non perdere mai, a qualunque età e in qualunque condizione, la gioia inesauribile della conoscenza profonda e dell'anamnesi necessaria alla stessa credibilità del progetto.

GEORES 2017: NUOVE SINERGIE TRA GEOMATICA E RESTAURO

GRAZIA TUCCI



Si è svolta a Firenze, dal 22 al 24 maggio, la **1^a Conferenza Internazionale su Geomatica e Restauro**, organizzata dall'Associazione Universitaria di Topografia e Cartografia (AUTEK), dalla Società Italiana per il Restauro dell'Architettura (SIRA), dall'Istituto Geografico Militare (IGM) e dal DICEA dell'Università degli Studi di Firenze. Era scopo della Conferenza GeoRes2017 mettere in comunicazione i settori scientifico disciplinari Geomatica e Restauro. L'evento ha riunito quasi 200 partecipanti, provenienti da 12 Paesi e da diversi settori disciplinari, fornendo l'occasione di scambiare e condividere, in un ambiente internazionale, approcci innovativi ed esperienze pregresse alla ricerca di un linguaggio comune e obiettivi condivisi. Si è compiuto così il primo passo verso una proficua cooperazione tra i due settori di cui si auspica il proseguimento.

L'iniziativa è stata supportata dall'International Society of Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) e dal CIPA Heritage Documentation, con il patrocinio della Commissione Nazionale Italiana per l'UNESCO, del Ministero

dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, dell'International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) – Italia, della Città Metropolitana di Firenze, del Comune di Firenze e della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia (SIFET) (1).

L'intera Conferenza si è svolta all'interno della suggestiva location storica della Caserma Redi, ex Convento del Maglio; due sessioni parallele si sono tenute presso la sede storica dell'Istituto Geografico Militare in via C. Battisti; il programma è stato articolato in 8 sessioni tecniche (con 58 presentazioni orali), suddivise in 3 giornate: *Risk and Resilience* (moderatori S.F. Musso e D. Sguerso); *The use of digital images in visible and not-visible ranges* (moderatori E. Rosina e T. Luhuman); *Thematic data documenting pathologies, materials, decay, data georeferencing* (moderatori G.B. Marino e M. Santana Quintero); *HBIM for management and maintenance. Relationship between recording and design processing* (moderatori S. Della Torre e R. Brumana); *Documentation of Monumental Complexes/1* (moderatori A. Gruen e F. Ottoni); *Digital and physical replicas – augmented reality, virtual restoration* (moderatori D. Fiorani e C. Balletti); *Education and Communication* (suddivisa in due parti, moderate rispettivamente da A. Ugolini e V. Bonora e da G. Bitelli e V. Bonora); *Documentation of Monumental Complexes/2* (moderatori A. Rodriguez Miranda e F. Chiabrando).

Ogni sessione, come evidente, è stata moderata da due chairs, uno proveniente dal settore geomatico e uno da quello del restauro, in ragione di un rapporto di equilibrio fra i due. Una sessione aggiuntiva è stata dedicata a 14 *short presentations*, presieduta da D. Visintini e due sessioni poster (22 in totale). Nella prima giornata inoltre una sessione speciale è stata riservata alla presentazione dei risultati del "*Preliminary young researches workshop*" (19 - 21 maggio) sottolineando l'importanza basilare di

una multidisciplinarietà nel momento formativo. L'equivocità di linguaggio e la mancanza di protocolli condivisi, sottolinea una carenza formativa che si manifesta a partire dall'esiguo – o inesistente – spazio riservato a questi argomenti nei piani di studio dei futuri architetti e ingegneri, fino alle evidenti necessità di aggiornamento di un mondo di professionisti costretti a rincorrere l'evoluzione tecnologica di strumenti – e forse per questo a fatica in grado di utilizzarli. Un resoconto più puntuale del lavoro svolto durante il workshop viene fornito, in questo numero, dalla dott.ssa Erica Isabella Parisi.

Nella sala Federico Bocchetti è stata allestita una mostra sugli studi in corso sulla Fortezza da Basso di Firenze, esempio significativo di una proficua sinergia istituzionale (in particolare tra Università degli Studi di Firenze, IGM, CNR e Comune di Firenze) che ha coinvolto plurime competenze ai fini di uno studio per il recupero e la valorizzazione del complesso monumentale (2).

Gli atti della Conferenza (con 93 articoli) sono stati pubblicati online il 20 maggio 2017 su *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLII-5/W1, 2017 (3) dell'ISPRS. Alla luce del felice esito della conferenza ci si è proposti di selezionare in questo numero speciale quei contributi indicativi delle ricadute della geomatica sul restauro rilevandone anche le criticità tutt'ora persistenti, al fine di fornire la documentazione iniziale di un dialogo in divenire.

Questo numero tuttavia, pur rispecchiando l'articolazione del convegno in tematiche e parole-chiave, non ne rispetta la sequenza ma le accorpa in rapporto agli argomenti presi in esame dai contributi prescelti.

Tre le relazioni invitate: M. Santana Quintero (4) che ha tracciato una panoramica delle corrette metodologie di acquisizione e gestione dei dati 3D, proprie della geomatica; C. Mileto e F. Vegas (5) che hanno descritto le applicazioni dei modelli 3D al restauro e alla conservazione del patrimonio culturale; E. Santoro (6) si è infine soffermato sull'importanza delle informazioni geospaziali

in situazioni di emergenza e per la protezione preventiva del patrimonio.

Chi scrive ha introdotto l'intera conferenza cercando di delineare il filo conduttore delle varie tematiche attraverso una serie di domande aperte per fornire qualche spunto di riflessione.

Un elemento che sicuramente accomuna "geomatici" e "restauratori" è l'interesse verso il "mondo reale" che, allo stesso tempo, viene sempre più frequentemente filtrato da uno schermo, archiviato in memorie di massa, condiviso nel "cloud": in definitiva una ri-produzione della realtà in ambienti virtuali.

"Digitalizzazione" è una delle parole chiave della conferenza. Se ci guardiamo intorno ci rendiamo conto che è in atto un processo di digitalizzazione pervasivo a tutte le scale. È un continuo incalzare di programmi con finalità diverse e non sempre esplicitamente dichiarate. È piuttosto recente (7) un accordo tra Galleria degli Uffizi e l'Università dell'Indiana (per un importo di 600.000 dollari) riguardante la digitalizzazione 3D del patrimonio lapideo archeologico greco e romano del museo degli Uffizi, di Palazzo Pitti e del Giardino di Boboli (8). Un progetto senz'altro ambizioso su cui è prematuro pronunciarsi, ma che pone vari interrogativi circa la struttura, il tipo di organizzazione, la qualità e proprietà dei dati acquisiti, nonché sulla reale possibilità di condivisione e sul loro utilizzo. Il sistema innovativo di cui si parla è sostanzialmente la fotogrammetria. Tre gli obiettivi proposti: l'accesso degli studiosi di tutto il mondo ai modelli 3D; la catalogazione e tutela nell'evenienza di disastri e perdite per cause diverse; la simulazione dell'aspetto cromatico originario.

Sono in corso altri progetti di archivi digitali, come il Cyark (9), a cura dell'omonima organizzazione no profit istituita a Oakland nel 2003 con la mission di assicurare la disponibilità di modelli 3D dei siti del nostro patrimonio per trasmetterli ai posteri grazie all'impiego delle nuove tecnologie, e il cui compito iniziale è quello di digitalizzare 500 siti. La stessa idea impronta i sotto-progetti che

aggregano tematiche differenti, di cui si apprende dalla consultazione del sito web. Particolare attenzione viene rivolta al tema della formazione: il Cyark Technology Center si propone di trasferire ai giovani e a gruppi locali con programmi dedicati (di architettura, archeologia, geomatica) l'opportuno know-how.

Tra le altre esperienze il progetto Mosul, realizzato grazie alla collaborazione del *The Economist* con il gruppo no profit Rekrei, che ha preso avvio dopo la distruzione di elementi significativi del patrimonio della città nel Nord dell'Iraq da parte di militanti islamici. Matthew Vincent e Chance Coughenour, due dottorandi di archeologia, hanno proposto la conservazione digitale del patrimonio scomparso tramite crowdsourcing di dati digitali per renderne condivisibile, su varie piattaforme, la ricostruzione, attraverso tecniche di fotogrammetria digitale (RecoVr Mosul) (10). Migliaia di immagini sono state caricate da abitanti locali, turisti e persino soldati americani presenti nella zona di guerra, creando così un museo digitale "collaborativo" che ne serbasse la memoria.

In Nepal dopo il terremoto, pur senza conseguire lo stesso successo, si è aggiunto un altro tassello: le immagini in questo caso sono state acquisite con drone da parte del Centro nazionale per l'aeronautica e lo spazio di Berlino, utilizzando una camera MACS, mentre il modello 3D è stato realizzato dalla società Drones Imaging. Ne è scaturita comunque la consapevolezza di come il sistema per creare una memoria digitale di quanto scomparso sia applicabile su vasta scala.

Diversi gruppi di ricerca e documentazione, in accordo con la DGAM, stanno lavorando a Palmira per registrare lo stato quo ante e fornire ad esperti e studiosi un'accurata documentazione prima di ogni lavoro di pulizia, con la schedatura dei blocchi danneggiati e generando un modello 3D che sia di ausilio alla definizione degli interventi di restauro.

Tutte queste operazioni fanno sorgere nuovi interrogativi circa la possibilità che, sfuggendo ad un controllo critico, si sostituisca nell'immaginario collettivo un simulacro alla

realtà del patrimonio monumentale. Sono almeno due gli aspetti che richiedono attente valutazioni: un aspetto culturale – il binomio virtuale/reale con le sue intrinseche insidie – e uno tecnico, legato alla certificazione dei dati che si vanno raccogliendo.

"Digitalizzazione" quindi: un imperativo di oggi o una nuova prospettiva? La digitalizzazione implica un processo di campionamento: più piccola l'unità minima, più alta la risoluzione;... ne deriva che a risoluzioni sempre più elevate, corrispondono sempre più esigue differenze tra mondo reale e mondo digitale. Di conseguenza alcune analisi possono essere condotte direttamente sul modello 3D piuttosto che sugli oggetti reali. Ma quando ciò è davvero possibile? Come si può valutare l'adequatezza del modello digitale agli obiettivi che si intendono raggiungere? Se si considera unicamente il processo di campionamento dovremmo valutare parametri come l'efficacia visiva, la completezza dei dati, la loro facilità di trasporto e gestione nonché il costo ma, per i nostri obiettivi scientifici il modello 3D deve, innanzitutto, essere metricamente attendibile.

Questo è essenzialmente il contributo offerto dalla geomatica con i suoi consolidati metodi di misura e trattamento dei dati. Così è possibile parlare di accuratezza e di informazioni georiferite. In definitiva se desideriamo che tali modelli forniscano un contributo al processo decisionale degli specialisti in restauro, dobbiamo assicurare l'elevata qualità del processo di digitalizzazione. Come è possibile allora, valutare la qualità di un modello 3D? Come "geomatici" e "restauratori" non abbiamo bisogno di un "generico" modello digitale 3D ma di un modello digitale 3D con validità metrica. Assistiamo ad una proliferazione incontrollata di modelli tridimensionali: come possiamo distinguere quelli metricamente validi da quelli che non lo sono?

I formati di archiviazione non consentono di memorizzare informazioni sulla qualità. I metadati potrebbero costituire una soluzione: dovrebbero essere riconosciuti

ti come parte integrante del modello e mai trascurati. In definitiva c'è ancora una impellente necessità di formazione, sia per i più giovani "nativi digitali", sia per coloro che provengono "dall'era analogica". E prima ancora abbiamo bisogno di trovare un linguaggio comune, indispensabile nei confronti interdisciplinari, per definire necessità reciproche e ricercare soluzioni soddisfacenti in grado di superare gli steccati di confine. D'altra parte, secondo gli esperti di marketing, siamo nella norma: stiamo per assistere ad una fuga senza precedenti dall'identità tradizionale dei settori scientifico disciplinari e dovranno venire ridefiniti, indirizzi, compiti e modi di partecipazione a quelle attività di digitalizzazione già in corso in tutto il mondo.

Le Tecnologie Geospaziali sono diventate un volano della trasformazione. "Posizionamento" è oggi uno slogan di uso comune. È nata la "Scienza del Dove" che consente, attraverso analisi e tecnologie avanzate, di estrarre, analizzare e valorizzare l'enorme quantità di dati geografici che le nuove tecnologie e i processi di trasformazione digitale generano. Oggi possiamo e dobbiamo produrre e gestire informazioni basate su una corretta localizzazione e di conseguenza compiere scelte che ne tengano conto. Ma non è altrettanto diffusa una "cultura del posizionamento"; si stima che entro la fine di quest'anno circoleranno 5,72 miliardi di smartphone con avanzate capacità di localizzazione, ma quanti saranno gli utenti capaci di valutare la qualità e l'accuratezza di tale posizionamento? È davvero sufficiente rilevare il posizionamento degli oggetti attraverso i nostri cellulari?

Se pure in rapidissima evoluzione, la fase di acquisizione dei dati digitali segue percorsi oramai consolidati mentre una specifica riflessione va dedicata al rigore metodologico nel passaggio dai dati alle informazioni, alla rappresentazione e alla conoscenza. E, per uniformarsi alle direttive europee nelle linee di finanziamento sul tema, dovremmo occuparci "dell'uso e del riuso" dell'enorme quantità dei dati acquisiti in questi anni e quindi dei modelli "interpretativi", cui le altre discipline coinvolte nella

tutela e valorizzazione del patrimonio fanno riferimento. Si dovranno vagliare le potenzialità del contributo della Geomatica negli ambiti della tutela, della messa in valore e della fruizione dei Beni Culturali, ambiti fino a poco anzi interconnessi che il "Codice Urbani" (D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42) ha separato. È quindi legittimo, come esperti nelle discipline della Geomatica, discutere sull'afferenza dell'attività di documentazione all'una o all'altra delle due sfere, richiamando come l'ICOMOS già nel Bruxelles Symposium (1966) ne rimarcasse l'importanza in riferimento al dibattito del secondo dopoguerra e alle direttive del Convegno di Venezia (1964). Il ruolo e i compiti di noi "geomatici" rientravano allora de plano nel quadro delle attività di tutela. La cesura sancita dal "Codice" ha fatto sì che anche la documentazione dovesse allinearsi a criteri e strategie di "valorizzazione" (11) tendenti a favorire una fruibilità che sconfinava nel "consumo" del patrimonio culturale (in sintonia con la Legge Ronchey del '93). In questa ottica il rilievo è stato sempre più rivolto alla "comunicazione" (12) (Ippoliti-Meschini, 2011) mentre sarebbe opportuno riportare il dibattito sul suo ruolo nella tutela e nell'intervento sul patrimonio. La sessione sulla modellazione reality-based e sull'HBIM aveva proprio queste finalità.

Focalizzando un altro argomento della conferenza è necessario comprendere che oggetti reali e riproduzioni digitali non sono in competizione tra loro, né che queste ultime possano surrogarli. Ad esempio, le tecniche di stampa 3D permettono oggi costi abbordabili, accuratezze convincenti e quindi la diffusione di copie di modelli digitalizzati. Ciò esige di ridiscutere la nozione di "replica". Dopo le distruzioni dell'ISIS, i modelli digitali tridimensionali sono stati proposti come risposta politica alla minaccia di distruzione. Ma pensiamo davvero di essere in grado di ricostruire (o stampare in 3D) ciò che è stato distrutto come potremmo fare in un computer attraverso il comando "annulla", consentendo un'inversione temporale?

D'altra parte, poter disporre di una "copia virtuale", me-

tricamente attendibile, consente di compiere su di essa tutte le verifiche per la ricollocazione di frammenti ed il reintegro di mancanze, sulla scorta della documentazione disponibile e di un'esatta conoscenza delle geometrie dell'opera in tutti i dettagli al fine di ristabilirne l'integrità formale. Il "restauro virtuale" permette di proporre infinite soluzioni individuando in tal modo quella più confacente, senza manomettere il manufatto autentico; come avvertiva Riegl (13), l'integrazione delle parti mutile, sempre derivante da interpretazione soggettiva, è lecita solo se condotta su una copia (quindi sul modello) e non già sull'originale, quale ci è pervenuto, che non possiamo alterare in alcun modo, menomandone l'autenticità.

Sono ancora tante le suggestioni evocate dai contributi a questa conferenza e, i brevi interventi successivi, a cura di alcuni dei moderatori delle sessioni, ne forniscono una panoramica introduttiva.

A volte siamo più affascinati dalla tecnologia in sé stessa che dai contenuti che la stessa tecnologia potrebbe veicolare in modo più efficace. Modelli tridimensionali, strumenti di visualizzazione, alta definizione, ... non devono distoglierci dai contenuti anche se l'"effetto wow" a volte costituisce un ausilio per "esperire" e avvicinarsi al patrimonio culturale.

Il convegno, durato tre giorni, è cominciato guardandosi dai lati opposti di una linea di confine: con Geores2017 si è tentato di fare un passo da entrambe le parti verso il suo attraversamento. Probabilmente i restauratori continueranno ad annoiarsi alla vista di tabelle che esibiscono dimensioni di campionamento e scarti sempre più piccoli mentre i geomatici, di fronte ad un progetto di restauro, continueranno a chiedersi come i dati sono stati ottenuti e processati. Di fatto la quantità di relazioni presentate ha chiaramente mostrato come la necessità di collaborazione non sia più limitata a casi sporadici ma sempre più una esigenza sentita da entrambe le parti. Se la digitalizzazione richiede un processo di campionamento e di misura, la conoscenza richiede qualcosa di più: che cosa e come selezionare le informazioni deve essere pianificato

in precedenza con attenzione e in modo coordinato. Alla luce delle nuove tecnologie, né geomatici né restauratori possono procedere separatamente. Dobbiamo proseguire insieme, dobbiamo imparare insieme!

Parafrasando un articolo a firma di Tomaso Montanari ("La Repubblica", 6 giugno 2016), concludo rivolgendosi ai geomatici una esortazione per venire incontro alle esigenze dei restauratori: possiamo reinventare delle professionalità nella direzione della valorizzazione ma non dobbiamo rinunciare ad un ruolo attivo nella tutela per produrre una inversione di tendenza e "chissà se un giorno anziché preoccuparsi di app per Iphone commissionati da esperti di marketing per i nostri musei non ci si trovi davvero di fronte a strutture capaci di produrre insieme difesa del territorio, ricerca, conoscenza e piacere diffuso, in grado di farci percorrere il nostro patrimonio non come clienti o consumatori, ma come pellegrini della conoscenza gratuita. Non come numeri da esibire a fini propagandistici, ma come persone alla ricerca di quel pieno sviluppo della persona umana (articolo 3 della Costituzione) che è il vero scopo di ciò che chiamiamo Patrimonio Culturale".

La tecnologia e i metodi della geomatica usati sapientemente anche per la valorizzazione possono essere il nostro contributo per il rilancio della tutela! (14)



FORMAZIONE E DIGITALIZZAZIONE: L'ESPERIENZA DEL WORKSHOP GEORES PER GIOVANI RICERCATORI

ERICA ISABELLA PARISI

Abstract: *The role of education is essential in a context where devices and technologies for digitization of cultural heritage is becoming more and more “democratic”. The uncontrolled production of digital models in an uncritical way and without any metric correctness is a risk directly proportional to the diffusion of such methods. The education of specific figures able to face with the evolving technologies to produce quality models, as geomatics, but also able to communicate with the end users of the data, is fundamental. In this paper the experience of the Preliminary Young Researcher Workshop organized within the GeoRes2017 Conference is presented.*

Introduzione

L'impatto delle nuove tecnologie sui tradizionali procedimenti di documentazione dei beni culturali e lo sviluppo di nuovi meccanismi di comunicazione, hanno contribuito alla diffusione di approcci diversificati. Il rilievo digitale del patrimonio culturale è un ambito in cui convergono, infatti, formazioni multidisciplinari e, nonostante gli sforzi della comunità accademica e delle Direttive Europee, caratterizzato dall'assenza di linee guida unitarie. Un aspetto fondamentale è rappresentato dalla ricerca di un equilibrio tra l'approccio di coloro i quali acquisiscono i dati e gli utilizzatori finali dei modelli prodotti. Per i geomatici, ad esempio, è preponderante l'interesse relativo

al processo tecnico, di pianificazione preliminare del progetto di rilievo, per un'acquisizione rigorosa del dato e la produzione di risultati di qualità metrica controllata. I destinatari dei dati acquisiti e dei relativi modelli prodotti, i restauratori, pongono invece maggiore attenzione alle informazioni critiche e tematiche ricavabili dagli elaborati finali ed al loro utilizzo a supporto dei progetti di conservazione.

L'intento principale della prima Conferenza Internazionale su Geomatica e Restauro GeoRes2017– *Conservation of Cultural Heritage in the Digital Era*, tenutasi a Firenze dal 22 al 24 maggio presso il Chiostro del Maglio (1), è stato quello di mettere in comunicazione il settore della Geomatica con le esigenze del settore del Restauro.

Il ruolo della formazione

I concetti di digitalizzazione e conservazione digitale suscitano ampio interesse a livello europeo e rappresentano una delle sfide del Mercato Unico Digitale (Digital Single Market). La Commissione Europea, infatti, promuove e finanzia progetti volti alla diffusione di pratiche comuni e di condivisione dei dati inerenti il Digital Heritage (ad es. 3D-COFORM, CARARE, 3D-ICONS, etc.) (2-4), monitora ed indirizza gli sforzi degli Stati Membri verso l'utilizzo di una piattaforma comune di archiviazione e fruizione: Europea (5). Inoltre, la diffusione di nuove regolamen-



tazioni europee (EUPPD) (6) che prevedono un utilizzo estensivo di modelli digitali e la produzione di accuratizzate certificate, richiede fortemente il contributo della geomatica (7). Il progetto GAMHer “Geomatics data Acquisition and Management for landscape and built Heritage in a European perspective” (8), finanziato nell’ambito del PRIN2015, coinvolge diverse realtà accademiche, tra cui l’Università di Firenze, impegnate nell’affrontare la crescente richiesta di metodologie innovative per acquisire, processare, validare e condividere informazioni digitali. In particolare, uno degli obiettivi del progetto, è rappresentato dalla condivisione di linee guida per la formazione di personale non specializzato nel settore geomatico, alla ricerca di un equilibrio tra l’automatismo dei processi ed il soddisfacimento dei requisiti di correttezza metrica per la restituzione di modelli geometrici digitali.

Nel panorama attuale si assiste ad una “democratizzazione” (9) dei metodi di acquisizione di modelli numerici, resi accessibili a chiunque abbia un dispositivo, come un drone, una fotocamera o uno smartphone, e ad una sempre maggiore automazione dei processi di elaborazione (ad es. tramite applicazioni per mobile, workflow semplificati e così via). La produzione incontrollata di modelli digitali in maniera acritica, caratterizzati da scarsa qualità e controllo sull’accuratezza metrica, rappresenta un rischio direttamente proporzionale alla diffusione di tali procedure. Il ruolo della formazione diviene imprescindibile in un contesto di ricerca di nuovi e duraturi equilibri tra geomatica e restauro e per la creazione di figure professionali competenti in grado di far fronte alle nuove necessità del mercato.

Alle Istituzioni spetta il delicato compito di creare nuovi percorsi formativi adatti al contesto attuale e alle esigenze del mercato, tutt’ora assenti o in corso di definizione. In questo senso il Master di II livello in “Produzione e Trattamento di dati tridimensionali da terra e da drone”, coordinato dalla Prof. Grazia Tucci del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICEA) dell’Università degli Studi di Firenze, alla seconda edizione, rappresenta

un passo in questa direzione (10). Scopo del Master, la formazione di figure professionali in grado di sfruttare e gestire le rapide evoluzioni tecnologiche che interessano il settore dei rilievi tridimensionali ed in grado di proporsi in un mercato in rapida evoluzione, valorizzando le potenzialità multidisciplinari di formazioni pregresse conseguite in ambiti differenti. Il Master, infatti, è rivolto a laureati di II livello, in discipline sia tecnico-scientifiche (es. ingegneri, architetti, geologi, agronomi,) che umanistiche (es. archeologi, restauratori), con l’intento di integrare le competenze specifiche con quelle di pianificazione e gestione di progetti di digitalizzazione dell’ambiente e del costruito.

La formazione di figure professionali con competenze trasversali e trans-disciplinari rappresenta anche lo scopo principale del Preliminary Young Researcher Workshop, organizzato nei tre giorni precedenti la Conferenza GeoRes2017 (11), dal 19 al 21 maggio a Firenze. Lo scopo principale del Workshop è stato creare un punto di contatto ed interscambio tra la pratica del rilievo architettonico e quella del restauro. I 19 partecipanti, tra studenti, dottorandi e giovani ricercatori, provenienti da Istituzioni, settori e Paesi differenti, hanno avuto la possibilità di interagire, scambiare idee ed esperienze, lavorare in gruppo e mettere in pratica le conoscenze acquisite. Si è cercato,





infatti, di ricreare la stessa interazione che dovrebbe sussistere tra le discipline del restauro e della geomatica, due momenti complementari nel processo di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio, fornendo strumenti adatti ad una formazione multidisciplinare e ad un approccio collaborativo tra i giovani professionisti.

Il Workshop

L'organizzazione del Workshop ha previsto sia lezioni teoriche che applicazioni pratiche. In particolare, la Palazzina della Livia, in Piazza San Marco a Firenze, è stata scelta come caso studio sia per le esperienze di acquisizione in situ sia per i processi di elaborazione dei dati acquisiti. L'intento quello di fornire ai partecipanti gli strumenti per rispondere adeguatamente ad alcune delle più comuni esigenze del restauro, in modo da produrre delle elaborazioni (raster e vettoriali), utili per la fase di progettazione. In particolare, tali aspetti sono stati suddivisi in: I) rilievo geometrico, necessario per lo studio delle problematiche strutturali di un edificio, utilizzando sezioni della nuvola di punti per ricavare informazioni dettagliate; II) produzione di ortofoto tramite fotogrammetria, uno strumento utile per analizzare



lo stato di conservazione dei materiali, sfruttando la qualità descrittiva delle immagini e la correttezza delle informazioni metriche; III) restauro funzionale e riutilizzo dell'edificio, tramite estrazione di una pianta dettagliata

dalla nuvola di punti, utilizzabile per progetti di riqualificazione e di accessibilità all'edificio; IV) comunicazione e divulgazione dei risultati ottenuti a seguito dell'intervento, per valorizzare l'importanza storica dell'edificio ed attrarre il pubblico,

tramite l'utilizzo di realtà virtuale/aumentata, tour virtuali, riproduzioni 3D, etc. Un inquadramento storico preliminare dell'edificio è stato fornito da 4 professori ospiti (M. D'Ambrosio, G. Cruciani Fabozzi, A. Gambuti e M. Santana Quintero), in modo che gli studenti potessero correttamente contestualizzare l'oggetto dello studio con un approccio che dovrebbe sempre precedere la parte pratica. Le basi teoriche delle metodologie di rilievo (topografia, laser scanner, fotogrammetria, panorami sferici) sono state introdotte dai 4 tutor del Workshop (A. Adami, F. Fassi, R. Pierdicca e A. Conti), in collaborazione con l'Istituto Geografico Militare per l'inquadramento topografico. Una panoramica sui metodi di condivisione e comunicazione dei risultati ottenuti ha concluso il ciclo di lezioni teoriche, seguite da dimostrazioni pratiche, presso la Palazzina della Livia, e dall'utilizzo degli strumenti per l'acquisizione dei dati. In particolare, gli studenti divisi in 3 gruppi, hanno avuto modo di: I) pianificare un progetto fotogrammetrico e relativa acquisizione delle immagini; II) ricevere nozioni strumentali sull'utilizzo di un laser scanner e sull'importanza di una corretta pianificazione preliminare; III) acquisire panorami sferici per tour virtuali della Palazzina.



RILEVARE/RESTAURARE: UNA DIADE INSCINDIBILE

STEFANO FRANCESCO MUSSO

Abstract: *Ever since, architectural survey and restoration are deeply interwoven. They have in common the same objects of interest, the existing buildings and sites, being them ancient or recent, part of the recognized Heritage or not. Further, they have in common the same attitude towards their material status and consistency. They also share a similar search for precision and efficacy in order to better and deeply know the artefacts they work on and to design and manage their future. Nevertheless, sometimes, the experts of the two fields seem to go on following almost independent paths, pursuing different and partly conflicting aims, with high risks that, at the end, their common real objects of study and intervention disappear, forgotten and thus lost. We all thus need new forms of real collaboration among the experts in survey and in restoration in order to enhance the efficacy of their common efforts and works.*

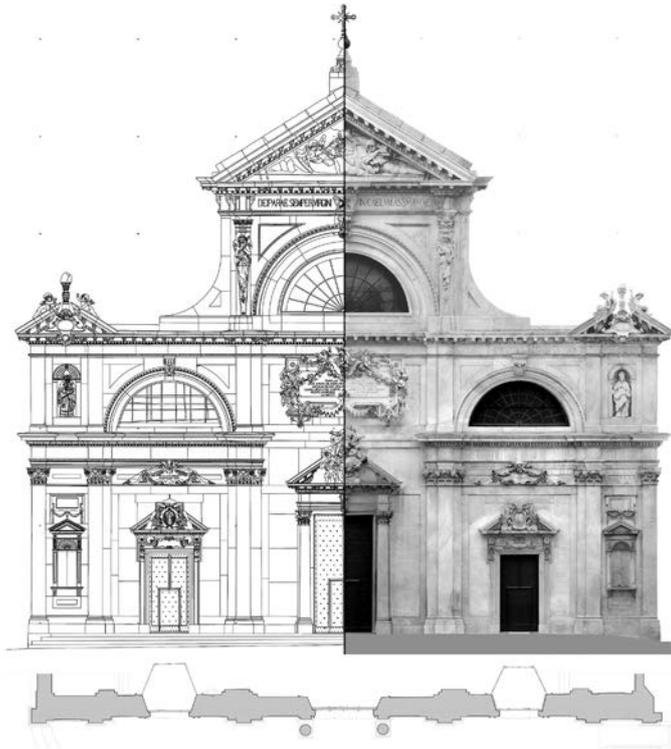
Nei due termini compaiono i ricorrenti suffissi, “re” o “ri” che segnano da più di due secoli l’elaborazione teorico-ideale, tecnica e operativa intorno alla questione del rapporto con l’architettura esistente. Essi sembrano indicare il desiderio, la possibilità, la necessità, la volontà o l’utilità del ritorno, della reversibilità, della rinascita o del percorso inverso rispetto a quello storicamente o pragmaticamente avvenuto e ormai consumato. Avviene analogamente per la rappresentazione (o ripresentazione) per cui, almeno in apparenza, agisce il desiderio o la necessità di rendere presente ciò che non è qui e ora, per le più diverse finalità. Il restauro, a sua volta, sembra essere stato e ancora per alcuni è il tentativo di fare rivivere qualcosa che non è più, qui e ora, in tutta la sua complessità (fisica, materiale, formale...). I suffissi “re” o “ri”, quindi, sembrerebbero alludere a un’intenzione, o proporrebbero e prometterebbero qualcosa che è al contempo affascinante (per le potenzialità che le azioni cui rimandano potrebbero determinare, o rendere agibili) e, al contempo, assai preoccupante (per le conseguenze che l’assenza stessa dell’oggetto-sito cui l’atto è riferito può determinare). Si parte, infatti, con il “ri” o con il “re” e si termina, spesso e forse inconsapevolmente, con il dimenticare proprio l’oggetto, il sito, la realtà fisica cui l’atto era

inizialmente diretto. È forse una trappola inevitabile, come ben seppero coloro che a questi temi si sono dedicati durante i secoli che ci hanno preceduto, certo con linguaggi, tecniche e strumenti diversi dagli attuali, ma forse con maggiore consapevolezza dei rischi che si correvano. Lo testimonia l’affascinante storia dei metodi di rap-(ri-)presentazione e quella non meno intricata del restauro o del recupero che caratterizzano l’attuale dibattito e la corrente pratica professionale di intervento sul patrimonio costruito esistente, antico o recente, Patrimonio o meno che sia.

Relazioni possibili e necessarie

Tornando al “rilevare” e al “restaurare”, occorre capire quali relazioni esistano tra queste due attività apparentemente chiare nei propri fondamenti e scopi e da molti considerate consolidate nei loro statuti teorici e operativi. Sono connessioni molteplici e numerose, forse anche troppe e non sempre del tutto chiare, trasparenti o “piane.” È indubbio che, banalmente, il rilievo “serve” al restauro. Altrettanto evidenti sono alcuni caratteri comuni alle due attività: la centralità dell’oggetto, ossia del dato materiale e della “realtà” da misurare e conoscere per poi operare su di essa, o intorno a essa. Per questo, geometrici e restauratori hanno in comune, tra altre cose,

anche la ricerca della “precisione”, dell’adesione al già-dato è la tensione verso una sempre più efficace capacità di penetrarne la consistenza e lo stato di conservazione. L’evoluzione dei metodi di analisi in questo campo, inoltre, ha portato talvolta a superare le barriere stesse dell’immediatamente visibile e del tangibile che, tradizionalmente, hanno limitato le possibilità di analisi di un oggetto che, peraltro, muta incessantemente durante le fasi stesse dell’analisi e, ancor più, in quelle del progetto, dell’intervento e della successiva gestione. Per questo, le sempre più raffinate e potenti tecnologie del rilevare (dal laser scanner, allo z-scan, dalle “structures-from-motion”, ai voli di droni con camere speciali e sensori vari), di cui altri autori hanno trattato nel convegno con maggiore competenza, per le loro ricadute sulle forme di elaborazione dei dati acquisiti, in ambienti di realtà virtuale, aumentata o “immersiva” e per i più diversi scopi (dalla comunicazione, all’accessibilità differita o sostitutiva e alternativa, alla simulazione progettuale e al monitoraggio...), aprono nuovi scenari di collaborazione e confronto tra il mondo degli esperti di rilievo e quello dei progettisti del restauro. Al contempo, tuttavia, nuove rischiose divaricazioni d’intenti si palesano all’orizzonte. I geo-matici e i rilevatori, infatti, sembrano talvolta intenti, con piena legittimità, a spingere sempre più avanti le potenzialità del proprio lavoro, dei propri strumenti e metodi. Essi superano continuamente nuovi limiti, operativi e concettuali, ma sembrano talvolta quasi indifferenti rispetto alle



Cattedrale di Santa Maria Assunta di Savona - Restituzione al tratto del rilievo eseguito con tecniche di fotogrammetria analitica rigorosa (a sinistra) e di fotogrammetria digitale piana (a destra)

effettive ricadute delle loro fatiche (creazione di procedure, strumenti, software, modelli...) sul destino degli oggetti cui rivolgono questa potenzialmente infinita ricerca di “precisione, flessibilità, velocità, cumulabilità, interoperabilità, ecc.”. I restauratori, a loro volta, appaiono talvolta attardati su frontiere più tradizionali (per non dire “artigianali”). Essi sembrano spesso divisi tra una domanda puramente strumentale di sempre più accurate e ricche restituzioni, di sempre più “precisi” rilievi (spinte talvolta oltre le effettive necessità del progetto e del cantiere d’intervento sui beni coinvolti) e un’atavica indifferenza e insofferenza verso gli esiti di un lavoro che non dominano e che, spesso, non sanno controllare. Eppure, di quegli strumenti, metodi e prodotti sentono di avere sempre maggiore necessità, a supporto (o a impossibile-improbabile giustificazione e legittimazione) del proprio lavoro analitico e progettuale. Una potenzialità di collaborazione e di efficace sinergia può così facilmente trasformarsi in una nuova condanna d’incomunicabilità e di conflitto. Ciò, soprattutto, sul piano della ripartizione delle scarse risorse economiche disponibili nel settore dei Beni Culturali e della loro puntuale e diffusa tutela. Abbiamo, per questo, bisogno di scelte politiche chiare e bilanciate che assegnino in giuste proporzioni le risorse necessarie alle attività di studio, comunicazione e valorizzazione ma anche ai concreti interventi di conservazione/restauro dei beni, auspicabilmente assunti nella loro natura sistemica e non come casi isolati.

Rilievo, misura, conoscenza delle geometrie del costruito

D'altra parte "... la lettura geometrica dell'architettura ha come oggetto tanto le semplici 'figure' che governano la regolarità del disegno, quanto le deformazioni e le trasgressioni che negano quella regolarità, aprendo interrogativi sulle ragioni 'intenzionali' o 'accidentali' che possono averle provocate" (1). In questa capacità di "porre interrogativi" risiede il primo e vero grande potenziale analitico e diagnostico del rilevare. Il rilievo è in sé stesso un potente metodo (e processo) di conoscenza delle fabbriche. Andrea Palladio, non a caso, affermava che "[...] molto più si impara da i buoni esempi in poco tempo col misurarli e co'l vedere sopra una piccola carta gli edifici interi e tutte le parti loro, che in lungo tempo dalle parole, per le quali solo con la mente e con qualche difficoltà può il lettore venire in ferma e certa notizia di quel ch'egli legge e con molta fatica poi praticarlo" (2). Naturalmente, oggi non abbiamo più a disposizione solo una piccola carta, ma l'osservazione mantiene tutta la sua pregnanza.

Il rilievo, inoltre, fornisce il necessario telaio di riferimento per ogni altra analisi o diagnosi sugli edifici e i siti di cui geo-matici e architetti-restauratori si occupano, ciascuno con le proprie competenze e finalità. Per la consuetudine di cui è oggetto, inoltre, il rilievo e le sue possibili restituzioni sono ritenuti l'indispensabile base di ogni pratica del progetto e di ogni approfondimento della conoscenza del costruito e della sua gestione a intervento ultimato. Metodi e strumenti di questo lavoro, che affonda le sue radici nell'antica geometria pratica e che ha avuto un autonomo spazio entro i trattati di architettura dal Rinascimento in poi, sono oggi sottoposti a nuove verifiche e pongono inediti quesiti. Le recenti innovazioni tecnologiche e, in particolare, i processi di digitalizzazione hanno inevitabilmente giocato un ruolo cruciale in questo campo, determinando anche un nuovo e inatteso interesse per le pratiche tradizionali, pur sempre in grado di fornire risultati affidabili se utilizzate in modi rigorosi e collaudabili. D'altro canto, la diffusa consapevolezza che

anche i più moderni strumenti di rilevamento posseggono propri specifici limiti, ha riportato l'attenzione sugli aspetti di metodo del rilevare, sfatando ogni mito sulla pseudo precisione assoluta ottenibile solo con strumenti tecnologicamente avanzati e complessi. Tuttavia, non solo la pratica diffusa e la natura degli oggetti del restauro affidano al rilievo un ruolo centrale nelle fasi diagnostiche e progettuali. Anche una più attenta ricerca sui suoi significati scientifici e sulle sue potenzialità applicative inducono a considerarlo una base indispensabile per lo studio e la gestione del patrimonio architettonico e urbano esistente. Si sostiene, così, che ogni progetto consapevole deve nascere dalla conoscenza del suo oggetto e che, se davvero vuole "conservare", insieme alla materia, i molti valori e significati (intangibili) di cui il manufatto è portatore o veicolo verso il futuro, deve anzitutto saper riconoscere, inventariare e diffondere i dati che ne descrivono la consistenza fisica e materiale (nella sua complessa stratificazione storica) oltre che le condizioni di conservazione e uso. La materia, inoltre, potrebbe andare perduta o sacrificata, per ragioni che spesso esulano dalla possibilità di programmazione e di gestione della tutela. In questo caso, il rilievo (con le sue successive elaborazioni e restituzioni), diviene un fondamentale strumento di conservazione quantomeno della conoscenza dei beni cui è rivolto, oltre che delle possibilità del suo futuro sviluppo. Il rilievo non è neppure estraneo alla necessità di sottoporre ogni intervento sull'esistente (di tutela preventiva, di conservazione, restauro, recupero o riqualificazione...) a un rigoroso controllo economico, per risolvere il singolo caso ma, soprattutto, per guardare a questo campo di attività senza pregiudizi. Secondo un'osservazione parziale e opinabile, ma non certo ignorabile, il recupero si distinguerebbe ad esempio dal restauro anche per un diverso rapporto con le "leggi" del mercato. Un intervento sull'esistente, per essere una vera alternativa alla nuova edificazione e ai suoi problemi, dovrebbe per alcuni studiosi rispettare le regole di ogni attività imprenditoriale. Il restauro, all'opposto, legato a manufatti caratterizzati da

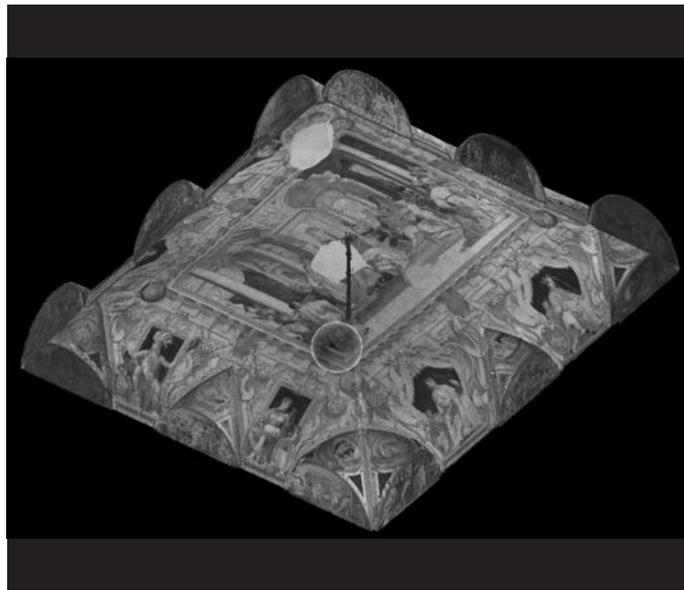
valori di eccezionalità e d'irripetibilità, si porrebbe fuori dal mercato immobiliare avvicinandosi, piuttosto, a quello delle opere d'arte, retto da tutt'altre regole. L'eccezionalità del monumento, portatore di valori complessi e difficilmente monetizzabili, renderebbe dunque accettabile l'assoluta incomparabilità dei suoi costi rispetto ai parametri della nuova costruzione. Anche non condividendo questa interpretazione "economicistica", non si può certo ignorare l'importanza che la capacità di prevedere e controllare il peso economico di un intervento ha per ogni pratica progettuale ed esecutiva. A ciò concorre, in modi non secondari, un rilievo affidabile e adeguato alla scala, al tipo e agli obiettivi dell'intervento stesso, non esistendo "il rilievo" perfetto.

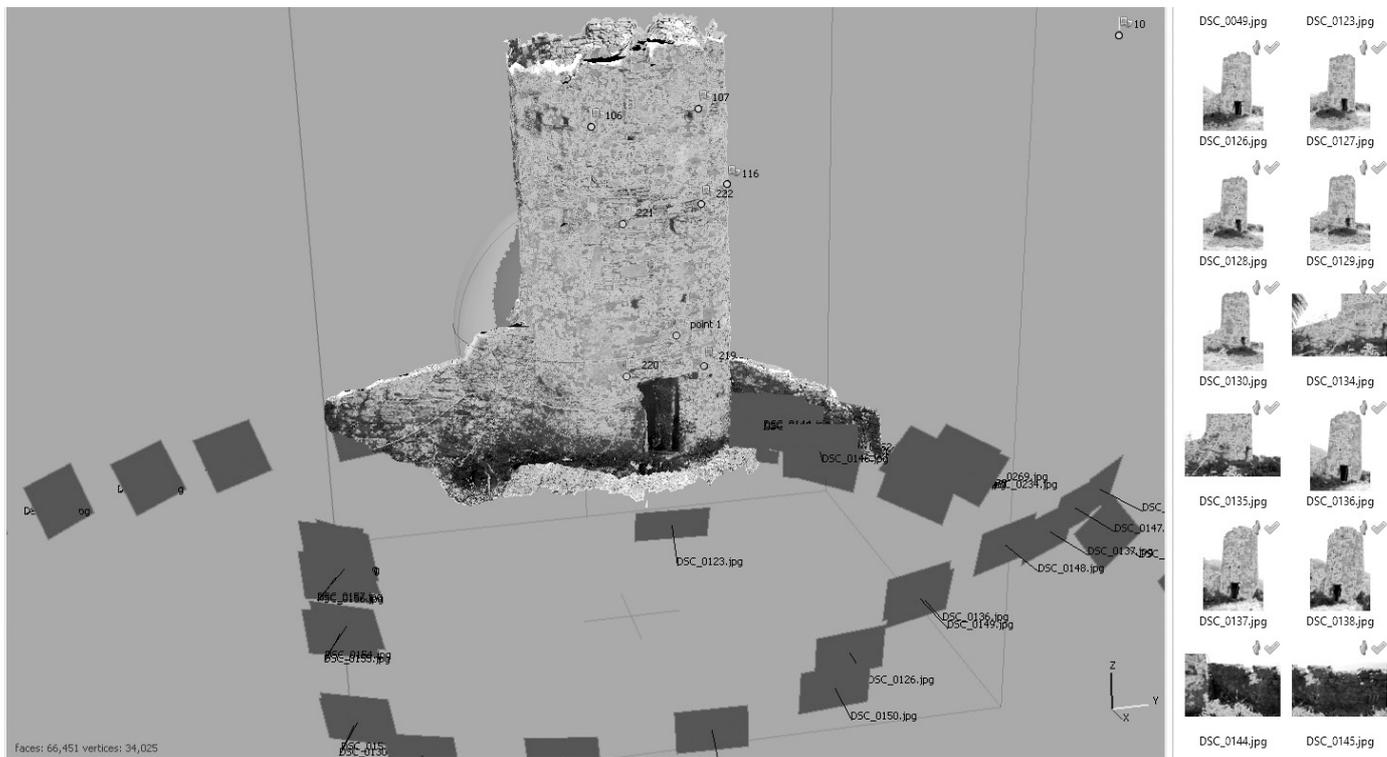
Occorre ricordare, infine, come il rilievo non sia necessariamente confinato nelle sole fasi di studio. L'esperienza dimostra che, negli interventi su costruzioni esistenti, le fasi del processo edilizio non possono mai essere nettamente distinte o separate tra loro e il percorso

dall'analisi al cantiere è tutt'altro che lineare. L'acquisizione di "conoscenze" continua, infatti, durante lo sviluppo del progetto e anche nelle fasi di cantiere obbligando talvolta a tornare indietro e a rivedere le scelte inizialmente compiute. Il rilievo può e deve quindi appartenere anche alle fasi realizzative in cui consente, ad esempio, il controllo sulla qualità delle opere o sulla stabilità del manufatto, accertandone eventuali variazioni geometriche come sintomi di dissesti in atto o ormai cessati. Tutto dipende, anche in questo caso, dal tipo di rilievo, dal suo grado di approfondimento, affinamento e densità mensoria, in stretta relazione con i caratteri del manufatto e con le finalità dell'intervento.

Il rilievo è poi normalmente richiesto da tutti i regolamenti edilizi e dalle norme di piano urbanistico come corredo di ogni richiesta di autorizzazione all'intervento sull'esistente, che sia o no monumentale, puntuale o diffuso. In numerosi testi normativi, questa richiesta è addirittura spinta sino alla specificazione della forma e della veste grafica degli

Palazzo Belimbau, Genova - Proiezione fotografica, dal basso, della volta del salone principale del piano nobile, con gli affreschi di Lazzaro Tavarone (inizio XVII secolo) (a sinistra). La stessa volta affrescata nella restituzione dalla nuvola di punti derivante da rilievo laser-scanner (a destra)





Torre rotonda di Monterosso (SP) - Visualizzazione delle prese fotografiche e della restituzione secondo il metodo della "structure from motion"

elaborati di restituzione del rilievo e dei requisiti tecnici cui esso deve ottemperare. Tali minuziose prescrizioni, tuttavia, non hanno riscontro nella prassi consueta e i rilievi allegati alle richieste d'intervento sono spesso poco più che rappresentazioni qualitative dell'edificio, prive di reali contenuti metrico-informativi e inefficaci per valutare l'effettivo impatto dell'intervento proposto. Sembra quasi che questi elaborati siano inseriti nelle pratiche per rispettare le richieste normative e regolamentari esclusivamente sul piano formale. Non si può tuttavia escludere che la "inaffidabilità" di molti rilievi sia a volte funzionale all'inconfessabile tentativo di non consentire una reale valutazione e un sicuro collaudo delle opere previste. Occorre, allora, che i rilievi rispettino almeno alcuni requisiti di base, affinché siano davvero "fedeli"

allo stato di fatto degli edifici e dei luoghi, rispondendo a chiari criteri di affidabilità, per essere validati dalla comunità scientifica di riferimento. Non occorre tuttavia imporre loro una specifica tecnica di esecuzione. E' forse sufficiente evidenziare quali informazioni l'estensore deve fornire e offrirgli un aiuto per organizzare il lavoro su solide basi scientifiche e tecniche, sottraendolo alla sua esclusiva esperienza personale. Anche su questo fronte la collaborazione tra rilevatori e restauratori è essenziale.

Dalla conoscenza del costruito al restauro

Il rilievo d'altra parte consente di indagare e, forse, di conoscere un manufatto ricostruendone le geometrie complessive e locali, volute o accidentali, regolari o anomale, riconoscendo alcuni dei molti segni e degli infiniti

indizi racchiusi nella sua conformazione e stratificazione storica e materiale. Con il rilievo è possibile costruire il fondamentale telaio di riferimento che, con il rigore dell'informazione metrica, fornisce di per sé una prima straordinaria occasione diagnostica sullo stato dell'edificio e apre la strada a molti altri accertamenti e approfondimenti di diversa natura tematica, disciplinare e tecnica, essenziali per la sua comprensione e per la sua conservazione o il suo restauro, recupero e successiva gestione. Affinché si possano sfruttare appieno le potenzialità del rilievo, tuttavia, è importante che a esso sia richiesta la sola analisi delle geometrie della fabbrica, evitando di ricondurre nel suo alveo ogni altro tipo d'indagine, espandendone compiti e natura oltre limiti effettivamente controllabili. Il rilievo restituirà così, nelle forme desiderate, dalla più astratta e pura (quella numerica) alla più mimetica e realistica (quella grafico-analogica, bi e tridimensionale, statica o dinamica), i confini degli spazi della fabbrica, il profilo dei suoi vuoti e pieni, con le informazioni necessarie a riconoscere e a porre in relazione reciproca gli elementi che ne compongono le strutture resistenti e di confinamento degli spazi. Gli edifici, però, sono strutture fisiche, sono materia trasformata in materiali da costruzione, conformata e messa in opera secondo i più diversi intenti e con le più varie tecniche esecutive. Gli spazi delle architetture hanno così confini non puramente geometrici perché sono costituiti da elementi che non possono essere analizzati con i soli strumenti del rilievo. Vi è, per questo, una ricca serie d'indagini, di carattere "tecnologico", costruttivo e diagnostico (distruttive e non distruttive, puntuali, globali, dirette indirette, attive, passive...) che tendono a dare risposta ad altre fondamentali domande. Si pensi alla necessità di completare i dati metrici con le informazioni sui materiali impiegati nell'edificio, sul loro comportamento nel tempo e sulle tecniche con cui sono stati lavorati e posti in opera, per dare corpo e resistenza entro la fabbrica. Si tratta di approfondimenti tesi a superare, tra l'altro, le convenzioni rappresentative che riducono spesso l'edificio a poche selezionate e parziali proiezioni ortogonali,

discretizzando in modo spesso incontrollabile il continuum costruito per privilegiarne alcuni punti singolari o alcune specifiche "viste" della fabbrica. Un organismo edilizio, quindi, può e deve essere studiato sotto più aspetti e con differenti percorsi di lettura, corrispondenti ai molti aspetti del costruire e ai problemi legati all'esistenza concreta della fabbrica nel tempo, immersa nell'ambiente. L'edificio rappresenta, non a caso, la sintesi di tutti gli aspetti che l'indagine tende spesso a separare come fatti indipendenti e settoriali e questo limite può essere superato anche grazie al rilievo, soprattutto se esso diviene il riferimento comune di data-base relazionali, di sistemi GIS o BIM in grado di localizzare tutte le informazioni ad esso riferibili, gestendone le infinite interrelazioni nel tempo, aggiornandole in continuo e conservandone la stratificazione temporale. Anche in questa prospettiva, il dialogo e la collaborazione tra esperti di rilievo e architetti impegnati nel restauro è essenziale affinché ciascuno non vada per la propria strada, perseguendo esclusivamente e autonomamente ambiziosi obiettivi disciplinari con il rischio, talvolta, di dimenticare la realtà (monumento, edificio, sito...) oggetto del comune interesse e dell'impegno tecnico, professionale e forse anche etico di entrambi. Il rilievo ci consente di indagare e conoscere, direttamente, alcuni aspetti e caratteri delle fabbriche esistenti e, indirettamente, fa da supporto e riferimento a altri studi tematici. Il Restauro deve il più possibile rispettare, tutelare e trasmettere al futuro gli edifici che riteniamo degni di attenzione, con i loro caratteri quanto più possibilmente immutati, o coscientemente modificati non certo per un egotistico desiderio di auto affermazione del progettista, nel transeunte "presente".

1. Cfr. B. PAOLO TORSELLO, 1988. *La materia del restauro*, Marsilio, Venezia, p. 128.

2. Cfr. ANDREA PALLADIO, *Il III Libro dell'Architettura - Proemio al lettore*, p. 5, in ANDREA PALLADIO, *I quattro libri dell'Architettura*, Venezia 1570 (riproduzione in fac-simile a cura di Ulrico Hoepli Editore Libraio, Milano, 1968).

DAL RILIEVO METRICO ALL'HBIM PER L'ANALISI DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLA FABBRICA

MASSIMILIANO LO TURCO, MANUELA MATTONE, FULVIO RINAUDO

Abstract: *The paper proposes a method able to describe, classify and organize information assets concerned with Architectural Heritage, through the use of integrated survey procedures, mainly based on Terrestrial Laser Scanner (TLS). The point clouds have been imported into the Building Information Modelling (BIM) software to start with the modelling phase. The focus of the research is the creation of a parametric object representing the preservation status of materials and building components: 3D modelling of decays in the BIM platform ensures to enrich the related database with graphic, geometric and alphanumeric data that can be effectively used to design and manage future interventions.*

Se, come ormai ampiamente dibattuto e condiviso, l'intervento di restauro si propone come fine la conservazione e la trasmissione ai posteri del costruito al quale è stato riconosciuto un valore culturale, l'elaborazione di un progetto di restauro richiede un'attenta analisi del manufatto architettonico che consenta di guidare il progettista nelle scelte di carattere operativo per le quali occorre, come afferma Francesco Doglioni, «*comporre le precipue esigenze conservative con quelle poste da altri fini legittimi o necessari*» accettando, qualora necessario, «*la sfida del mutamento*» (1).

L'elaborazione di un progetto di restauro necessita l'individuazione di un metodo che faccia propria la logica del processo scientifico, applicato di volta in volta al singolo oggetto di intervento. L'adozione di tale metodo consente di giungere ad un'adeguata conoscenza del manufatto, che si intende preservare e su cui si è chiamati a intervenire, perseguita attraverso un'analisi vasta e approfondita della materia, delle strutture, delle valenze architettoniche ed edilizie del costruito. Essa è da intendersi come "sintesi" di un processo analitico, i cui esiti sono riportati negli elaborati progettuali che sono chiamati a restituire ed esplicitare in modo chiaro e inequivocabile l'insieme delle informazioni acquisite nonché le indicazioni in termini operativi che ne scaturiscono (2).

A partire dall'inizio degli anni ottanta del secolo scorso, sono state elaborate proposte volte alla restituzione delle informazioni utili all'esecuzione dell'intervento di restauro mediante una graficizzazione semantica delle stesse sia relativamente allo stato conservativo, sia alle opere proposte (3). Tale metodo è stato, ed è tuttora, protagonista di un continuo arricchimento nelle modalità di rappresentazione e di restituzione delle informazioni in quanto è andato nel tempo progressivamente adeguandosi e arricchendosi, dimostrandosi capace di cogliere le opportunità che sono offerte dall'innovazione digitale. Ed è proprio in quest'ottica che vengono attualmente condotti studi e sperimentazioni volti a verificare l'idoneità del *Building Information Modeling* (BIM) a trovare impiego anche nel settore del restauro. Si intende infatti valutare la possibilità di procedere alla costruzione di un modello che contenga al suo interno anche informazioni in merito allo stato di conservazione del manufatto, agli interventi di restauro proposti e alle successive operazioni di manutenzione volte a garantire una ottimale preservazione del manufatto nel tempo. Come sottolineato da Stefano Della Torre, occorre evitare «*forme di riduzionismo, per cui strumenti nuovi vengono utilizzati per fare cose vecchie, ovvero non efficacemente inserite nel processo*», e sfruttare le potenzialità che essi offrono consentendo la raccolta e

la condivisione di molteplici dati, nonché l'assimilazione dell'intervento sull'esistente a «un processo di lungo periodo, in cui intervengono molte attività diverse condotte da diversi attori che hanno la necessità di scambiare molte informazioni superando barriere cognitive e asimmetrie» (4).

L'attività sperimentale condotta ha teso a valutare la possibilità di mettere a punto un oggetto parametrico capace di raccogliere e restituire le informazioni relative allo stato di conservazione del manufatto e ai necessari interventi di restauro, assumendo come caso studio il Deposito Locomotive di Torino, manufatto architettonico realizzato agli inizi del Novecento in calcestruzzo armato con sistema Hennebique, attualmente interessato da significativi fenomeni di degrado e in attesa di un'adeguata ridestinazione d'uso. [MM]

Descrizione del caso studio e del rilievo metrico

Il Deposito Locomotive di Torino presenta una struttura modulare composta da elementi modellati a settori circolari e montati in modo da costituire la funzionale forma semicircolare molto utilizzata per il rimessaggio e la manutenzione del materiale ferroviario. Gli scopi del rilievo metrico, come si evince dal paragrafo precedente, sono indirizzati alla costruzione di una base geometrica tridimensionale alla quale verranno successivamente associati gli esiti delle altre ispezioni per documentare lo stato di degrado dell'edificio e le raccomandazioni per il

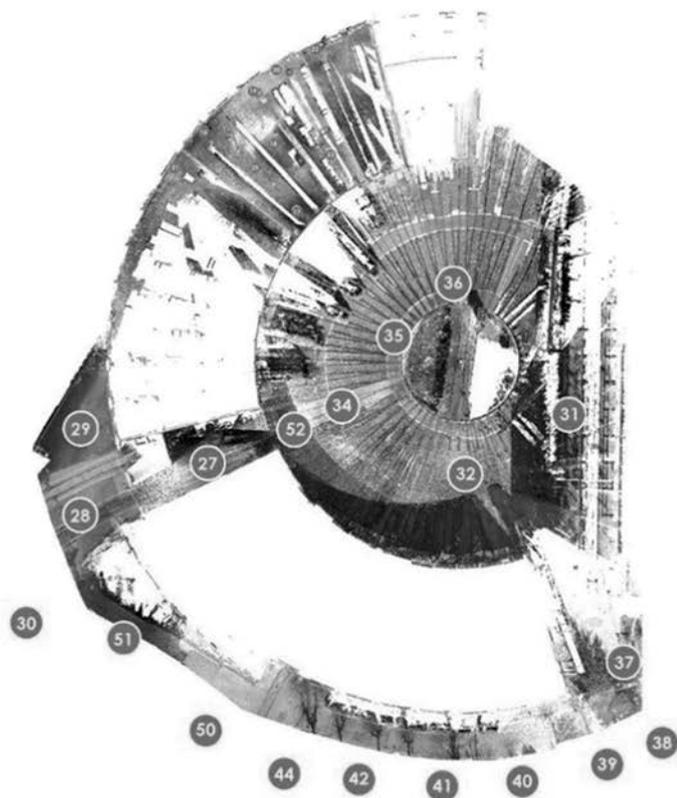
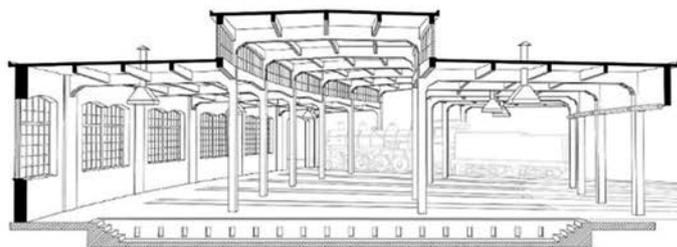
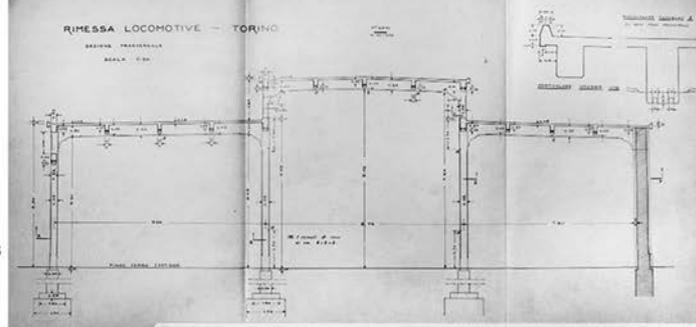
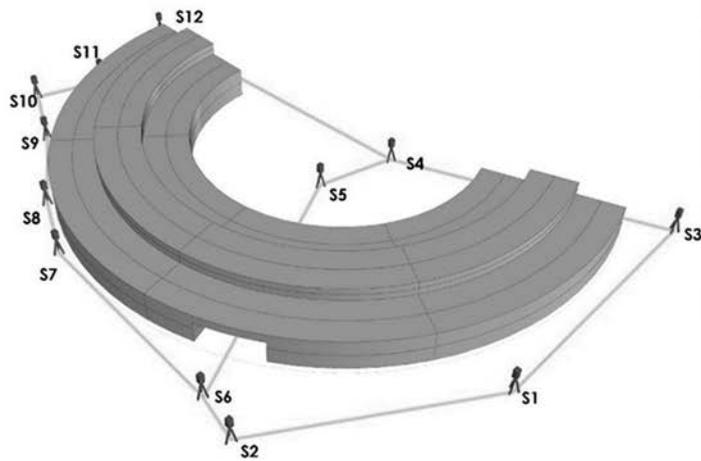
restauro delle singole patologie murarie e/o strutturali. Queste considerazioni iniziali hanno consentito di considerare lo sviluppo del rilievo metrico con l'obiettivo di raggiungere accuratezze metriche non superiori a 5 cm. Sulla base di questo assunto il rilievo metrico si è sviluppato attraverso due fasi distinte. Il rilievo delle superfici esterne e il rilievo degli spazi interni di un modulo che potrà essere replicato all'interno dell'intera struttura verificate le non significative differenze all'interno dell'intero complesso.

La necessità di collegare in un unico sistema di coordinate 3D rilievi di dettaglio esterni e interni alla struttura e la volontà di verificare con punti di controllo la qualità metrica del modello metrico, ha portato alla realizzazione di una rete di inquadramento che circoscrive l'intero complesso. Questa rete ha il duplice scopo di definire un sistema di coordinate locale nonché di contenere la propagazione degli errori accidentali di misura entro i limiti posti al progetto del rilievo.

Per soddisfare al secondo requisito i vertici della rete di inquadramento devono risultare definiti con una precisione pari a circa 1/10 della precisione finale prevista per il rilievo di dettaglio. Le misure sono state eseguite con tecniche topografiche terrestri e la compensazione delle misure così ottenute ha consentito di verificare il raggiungimento di precisioni sulle posizioni planimetriche dei vertici della rete inferiori a 5 mm. Per garantire i medesimi limiti di precisione anche nella

Deposito Locomotive, Torino. Prospetto esterno e interno della fabbrica.





Dal progetto di rilievo metrico all'acquisizione strumentale, opportunamente integrata dalla ricerca d'archivio.

componente altimetrica, le quote dei vertici della rete di inquadramento sono state stimate mediante misure di livellazione geometrica che ha fornito errori di chiusura inferiori a 5 mm.

Il rilievo di dettaglio è stato eseguito con tecnica laser scanner terrestre, adottando l'ormai consolidato approccio di rilievo metrico 3D di strutture geometricamente semplici come quella in esame (5).

Una ricerca di fonti storiche di archivio ha consentito di comprendere l'inesistenza di superfetazioni e interventi significativi che avrebbero richiesto, se presenti, un'attenzione particolare già in fase di rilievo metrico. La struttura si presenta praticamente invariata nelle sue componenti strutturali e impiantistiche di base (binari e scambiatore) che hanno consentito di svolgere le operazioni di acquisizione in modo ordinario.

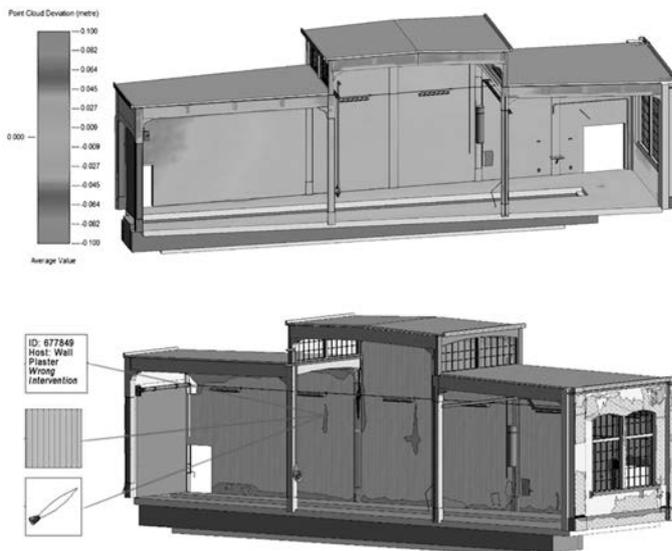
La registrazione delle diverse scansioni è stata eseguita con metodo misto basato sul riconoscimento di forme (ICP) e mediante punti di appoggio preventivamente segnalizzati e rilevati a partire dai vertici della rete di inquadramento. In questo caso gli scarti sui punti di appoggio utilizzati sono risultati inferiori a 1 cm.

Una seconda serie di punti di controllo sono stati poi posizionati in modo da poter controllare a posteriori il rispetto delle accuratezze fissate all'inizio dei lavori. Gli scarti sui punti di controllo (punti rilevati con metodo topografico terrestre e non utilizzati in fase di registrazione delle nuvole di punti) sono risultati inferiori a 4 cm. La nuvola di punti complessiva ottenuta risponde quindi a quanto prefissato come limite massimo di imprecisione del modello. Una prima modellazione delle nuvole di punti ottenute ha consentito di alleggerire le nuvole di punti eliminando tutte quelle parti che denunciano irregolarità prive di interesse per la successiva modellazione al fine della realizzazione del BIM. [FR]

HBIM: lo stato dell'arte e le possibili applicazioni in ambito di restauro

In ambito edilizio si assiste a un'ampia diffusione delle buone pratiche di *Building Information Modeling* (BIM), con particolare enfasi per gli interventi di nuova edificazione che, forte dei recenti dettami normativi e sull'onda degli esempi nord europei e americani, ne vedono una maggiore e più strutturata applicazione anche in ambito di Lavori Pubblici.

Tuttavia, se si volge l'attenzione verso altri ambiti, quali la conservazione, gestione e valorizzazione del patrimonio architettonico esistente, con particolare riferimento ai



In alto, controllo dell'accuratezza metrica tra nuvola di punti e modello virtuale: le parti in verde evidenziano uno scostamento accettabile. In basso, implementazione dell'apparato informativo attraverso componenti adattive che rappresentano -non solo geometricamente- i diversi degradi, a cui sono associati attributi di diversa natura, resi espliciti graficamente mediante etichette.

Beni Culturali, si registrano oggi ancora esigue esperienze di ricerca volte maggiormente a comprenderne le potenzialità piuttosto che proporre soluzioni.

È necessario dunque riflettere criticamente circa i processi di standardizzazione e la strutturazione dei dati associabili a modelli tridimensionali, semanticamente intelligenti, in grado di ricevere attributi geometrico-informativi di diversa natura. La metodologia BIM dunque applicata al costruito storico (da cui l'acronimo H-BIM, *Historic* o *Heritage* BIM) può considerarsi un tema di frontiera. La prima difficoltà riguarda la mancanza di specifici librerie e funzionalità specifiche per la modellazione dell'architettura storica. A tale riguardo, la ricostruzione di forme complesse e non standardizzate sembra essere ancora un'attività particolarmente onerosa.

In letteratura, alcuni interessanti lavori illustrano differenti approcci (6), adottando diversi applicativi per operare la conversione dalla nuvola di punti in oggetti parametrici intelligenti, introducendo il concetto di livello di accuratezza (7), non esclusivamente riferiti agli aspetti geometrico-dimensionali, bensì estesi agli attributi informativi a essi associabili. Va proprio in questa direzione la ricerca di un BIM rigoroso, geometricamente e dimensionalmente

