



### Antonella Di Luggo

Professore Ordinario di Rilievo dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II. Ha pubblicato numerosi testi e saggi nel campo del rilievo e della rappresentazione del patrimonio architettonico e più recentemente sulle tecnologie innovative per il rilievo e la rappresentazione digitale.



### Simona Scandurra

Architetto, svolge attività di ricerca presso il Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, con particolare riferimento ai temi del rilievo con tecnologie innovative range-based ed image-based e della modellazione digitale e parametrica. Borsista presso Stress, distretto ad alta tecnologia sulle costruzioni sostenibili.

## La traduzione dal modello discreto al modello parametrico per la conoscenza del patrimonio architettonico nei sistemi HBIM

### *The knowledge of the architectural heritage in HBIM systems from the discrete model to the parametric model*

L'applicazione di una rappresentazione BIM al patrimonio storico e dunque la parametrizzazione di realtà caratterizzate da infinite possibili variazioni presenta notevoli gradi di complessità, riconducibili alla necessità di predisporre letture sistematiche del costruito storico, nell'ottica di individuare un sistema informativo definito sulla base elementi ontologicamente definiti, a cui associare dati capaci di documentarne le specificità materiche, storiche e costruttive.

In riferimento ad un caso studio, il contributo esamina alcune implicazioni teoriche e procedure operative che investono il passaggio dal modello tridimensionale discreto di nuvole di punti al modello parametrico.

*The application of BIM to architectural heritage and therefore the parameterization of its elements show a certain complexity, because the historical built environment must be subject to systematic readings, in order to detect an information system based on ontologically defined elements, which must be associated with data able to document their material, historical and constructive peculiarities.*

*With reference to a case study, this paper examines some theoretical implications and operational procedures concerning the transition from discrete three-dimensional model of point clouds to a parametric model.*

Parole chiave: BIM, HBIM, ontologia, modellazione, patrimonio architettonico.

Keywords: BIM, HBIM, ontology, modeling, Architectural Heritage.

## INTRODUZIONE AL BIM

Già da molti anni l'introduzione della modellazione per oggetti (BIM) ha determinato modifiche sostanziali nelle modalità di approccio al progetto di architettura, consentendo una reale condivisione del lavoro e costituendosi il modello digitale pienamente sostitutivo del reale.

Come è noto è possibile infatti predisporre informazioni diversificate e ordinate in base ad un sistema logico di conoscenze, queste ultime utili non solo nella fase operativa di prefigurazione dell'idea, ma disponibili nell'intero ciclo di vita del manufatto.

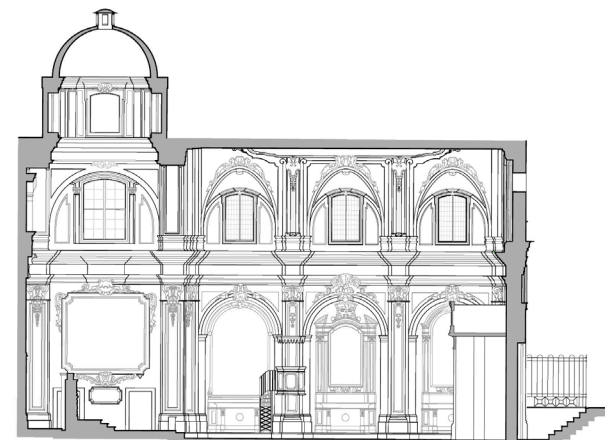
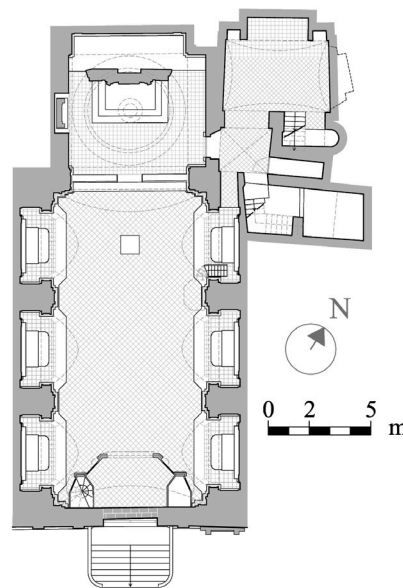
Se è vero che l'atto del rappresentare implicitamente rimanda alla *costruzione* di ciò che viene rappresentato, ciò appare ancora più vero laddove i sistemi BIM sostituiscono ad un sistema di linee indistinte, elementi ontologicamente definiti, non solo nelle loro dimensioni e funzioni, ma anche nelle reciproche relazioni, nei materiali e nelle specificità intrinseche.

Solo apparentemente di natura esclusivamente tecnologica, il problema della modellazione per oggetti ha fortissime implicazioni teoriche, in particolar modo laddove la rappresentazione investe il campo del costruito storico e dunque riguarda l'individuazione di parti ed elementi riconoscibili e classificabili all'interno di specifiche categorie. L'architettura storica, infatti, non solo nelle sue esemplificazioni paradigmatiche, ma anche nelle sue manifestazioni più ricorrenti, non si presta alla standardizzazione dei suoi elementi, né tantomeno a soluzioni combinatorie individuabili a priori, ma piuttosto si manifesta attraverso un racconto fatto di singole parole che ne ricostruiscono la storia nelle sue dimensioni, nelle sue parti, nei suoi materiali, nei suoi usi nel tempo.

Il problema centrale è pertanto quello di ricondurre la complessità ad un sistema, non più di segni, ma di elementi ontologicamente conclusi, la cui definizione è funzione degli obiettivi conoscitivi.

La modellazione per oggetti si basa infatti su un diverso modo di affrontare il progetto di architettura e lo studio dell'esistente, predisponendo modelli multidimensionali condivisibili con altre professionalità, anche sulla base dell'interoperabilità tra software.

<http://disegnarecon.univaq.it>



1-2. Rappresentazione CAD in pianta e sezione longitudinale della chiesa di San Pietro in Vincoli (Napoli). Elaborazione Giulia Di Martini.

## L'HBIM PER LA MODELLAZIONE DEL COSTRUITO STORICO

Diverse sono le scale di applicazione del paradigma BIM, dalla scala dell'architettura a quella del paesaggio, del territorio e oltre. Tra queste, l'Historic Building Information Modeling (HBIM) riguarda in particolare il patrimonio architettonico storico ed è un ambito all'attenzione di studiosi e ricercatori del settore del Rilievo e della Rappresentazione per le complesse implicazioni a carattere teorico ed applicativo ad esso correlate, risultando di fondamentale importanza per lo studio del costruito, ai fini della conoscenza, valorizzazione, conservazione e gestione, nonché per tutti gli interventi di manutenzione, rifunzionalizzazione, riuso e restauro. In particolare, l'HBIM [1] consiste nella applicazione dei sistemi BIM al patrimonio architettonico storico e dunque nella predisposizione di sistemi informativi complessi basati sulla modellazione parametrica di realtà caratterizzate da infinite possibili variazioni. In tal senso, la rappresentazione deve necessariamente

fondarsi su di una lettura sistematica del singolo manufatto, nell'ottica di individuarne, a priori, il sistema formale/strutturale a cui al contempo associare tutti quei dati capaci di documentarne le specificità compositive, costruttive, storiche e materiche. Operazione questa che presenta notevoli difficoltà, dovendo delineare processi che individuino nel costruito la regolarità delle forme, semplificando ciò che è in realtà profondamente complesso e dando un ordine logico al sistema di conoscenza.

Applicare i sistemi BIM al costruito storico significa sfruttare le potenzialità della modellazione parametrica e al contempo la precisione di rilievi *reality-based*. E' fondamentale infatti considerare l'HBIM legato ad una acquisizione di dati attraverso sensori ottici attivi o passivi, dunque basato su dati acquisiti con tecnologie laser scanner o fotomodellazione.

Questi possono essere registrati in nuvole di punti che forniscono un calco perfettamente rispondente al reale, con un numero di informazioni sovrabbondante rispetto alla necessaria semplificazione che ogni rappre-

sentazione richiede e la cui restituzione grafica presenta tempi di elaborazione lunghi e differenti gradi di complessità.

Si comprende quindi come, per ottenere un modello infografico il più possibile completo e sempre implementabile, sia necessario che il lavoro venga coordinato da operatori con una consistente preparazione culturale, che siano al tempo stesso competenti nell'uso di strumentazioni per l'acquisizione di nuvole di punti (laser scanner e/o fotogrammetria digitale), nella elaborazione e nel processamento dei dati acquisiti, nonché nella modellazione BIM [2].

A partire dalle nuvole di punti, il processo può svilupparsi attraverso vari dispositivi con specifici output per l'ottimizzazione dei dati: estrazione dei bordi, riconoscimento delle *features*, estrazione di profili da interpolare con il *lofting* o ancora produzione di *ortofoto* da cui estrarre *textures* e valori dimensionali per la rappresentazione grafica, dando luogo in ogni caso ad entità che restituiscono dati metrici da importare in software di modellazione e da utilizzare come riferimento per la restituzione.

L'obiettivo, nell'ambito dell'HBIM, è quello di ricondurre gli elementi mappati sulla nuvola di punti ad oggetti parametrici, per associarvi dati informativi pluridisciplinari e creare un data base interrogabile, individuando procedure opportune che siano in grado di tradurre la complessità del reale, senza perdere la specificità e l'unicità delle singole esemplificazioni. E' necessario, dunque, assumere una generalizzazione tenendo conto, allo stesso tempo, della singolarità dei casi specifici. In considerazione della presenza di forme complesse spesso irriducibili le une alle altre, non è possibile, per il costruito storico, ricondursi alle librerie esistenti, ma è necessario individuare nuovi insiemi di prototipi di oggetti parametrici e costruire apposite librerie di ontologie, correlate da specifiche relazioni compositive e strutturali, in cui ogni elemento assuma un ruolo nel disegno del tutto e nel rapporto con altri elementi.

E' interessante sottolineare come, attraverso la modellazione parametrica, venga a compiersi un passaggio fondamentale *dalla forma della rappresentazione alla rappresentazione del contenuto*, dovendosi costruire a priori uno schema teorico e analizzare gli oggetti e le relazioni che popolano il dominio al quale il sistema si applica per poterlo specificare nella sua tettonica, all'interno del sistema informatico, per la sua rap-



3. Nuvola dei punti ottenuta col rilievo laser scanner della chiesa di San Pietro in Vincoli (Napoli).

presentazione.

La modellazione tradizionale si fonda, infatti, sul riconoscimento di geometrie e nella sua rappresentazione genera sistemi di segni che denunciano, in base alla loro diversa evidenza, gerarchie di elementi e allusioni di profondità, trovando luogo il *continuum* del reale nella bidimensionalità del piano o nella virtualità dello spazio digitale, affidando a letture ed interpretazioni successive l'individuazione delle parti e la loro articolazione costruttiva. La modellazione parametrica chiede invece *ex ante* il riconoscimento di parti ed elementi ontologicamente definiti a cui associare successivamente specifiche caratteristiche materiche e costruttive, assumendo dunque tutte le connotazioni dell'oggetto reale nello spazio virtuale.

La formulazione del modello è dunque non più per *forma* ma per *contenuto*, non consentendo di prescindere dal riconoscimento ontologico delle singole parti per la sua definizione e ad esse facendo riferimento nel lessico e nella semantica che li collega. L'ontologia si configura dunque quale strumento teorico e specificazione

formale necessario per la individuazione e concettualizzazione delle parti.

A partire dalle nuvole di punti, il costruito viene dunque *rilevato* nel suo calco virtuale e, attraverso la modellazione parametrica, ne viene data una ricostruzione conforme al reale, *augmentata* di informazioni e dati che ad esso si correlano e ne costituiscono il sotteso fondamento storico, compositivo e costruttivo.

Tra i software fondati sul sistema BIM (Revit, Archicad, Allplan), Revit di Autodesk consente di importare e gestire nuvole di punti ed elaborarle in modo da ottenere sezioni, profili, piante e ipografie e, attraverso la modellazione con masse, ottenere un modello grezzo da affinare. Il riconoscimento delle forme non è automatico, come non lo è la costruzione di elementi tridimensionali aderenti ai punti della nuvola, ma è necessario utilizzare altri software, sin dalle prime fasi (ReCap), per semplificare la nuvola, segmentarla in livelli e separarla in piccole porzioni, nell'ottica di rendere più agevole la modellazione delle parti.

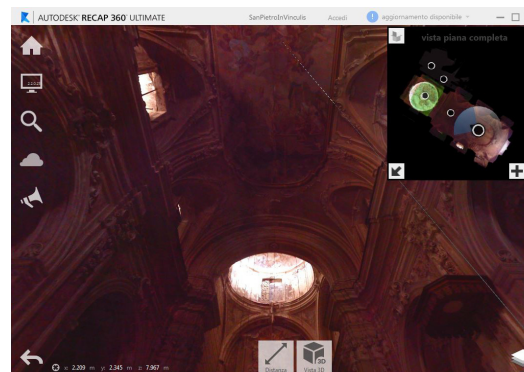
E' ben noto che non esiste la possibilità di un arricchi-

mento semantico automatico dei dati acquisiti, ma alcuni dispositivi possono essere utili per la trascrizione dei punti della nuvola: in particolare *VirtuSurv (Kubit-Faro)* consente di lavorare parallelamente in due spazi digitali tridimensionali, navigando, da un lato, nelle foto panoramiche delle nuvole di punti e costruendo parallelamente, dall'altra, il modello in software di modellazione. Il riconoscimento avviene, pertanto, attraverso l'individuazione dei punti di interesse in visualizzazione panoramica e, contestualmente, gli stessi punti selezionati vengono automaticamente visualizzati nell'editor. Tale processo si mostra particolarmente efficace, essendo le foto panoramiche proiezioni solide ove non si verifica la sovrapposizione di piani come nelle nuvole di punti, consentendo pertanto la possibilità di individuare in modo agevole e intuitivo gli elementi nello spazio tridimensionale, garantendo al tempo stesso la correttezza del procedimento nel contestuale rilievo virtuale. (A.d.L.)

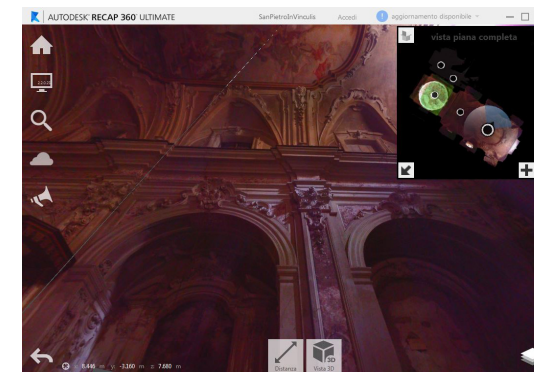
#### CASO STUDIO: LA CHIESA DI SAN PIETRO IN VINCOLI A NAPOLI

Attualmente, presso il Dipartimento di Architettura e il Centro Interdipartimentale di Ricerca Urban Eco dell'Università di Napoli Federico II il gruppo di ricerca [3] che lavora sui temi del rilievo e della rappresentazione dell'architettura con particolare riferimento alle nuove tecnologie, sta portando avanti una sperimentazione che si pone come obiettivo quello di applicare il BIM al costruito storico [4], con particolare riferimento al patrimonio architettonico a carattere religioso presente nella città di Napoli. Ciò fa seguito ad una più ampia ricerca [5] nell'ambito della quale sono state censite e mappate sul territorio napoletano oltre 400 chiese, distinguendole in base alla proprietà e al loro attuale utilizzo. All'interno della più generale ricognizione sul territorio, sono state selezionate oltre trenta chiese di cui è stato effettuato un rilievo architettonico e dello stato di conservazione: tra queste la chiesa di San Pietro in Vincoli sita in via Sedile di Porto che è stata utilizzata quale campione sperimentale per la modellazione parametrica di forme complesse.

La ricerca ha previsto una prima fase di rilievo sul campo attraverso la tecnologia laser scanner utilizzando, nello specifico, le strumentazioni disponibili presso le



4-5. Chiesa di San Pietro in Vincoli, viste di dettaglio in Recap. Nella finestra in alto a destra notiamo i punti di stazione del laser scanner scelti in fase di ripresa.



strutture del Centro [6], ottenendo così un primo modello discreto per punti da cui derivare dati metrici e morfologici. Il rilievo è stato effettuato con un numero limitato di scansioni grazie al posizionamento di target sferici e a scacchiera e alla conformazione della chiesa stessa che presenta un impianto longitudinale definito da un'aula unica che non determina significative zone d'ombra.

A seguito del rilievo si è proceduto con l'inserimento dei dati in *FaroScene*, per il processamento e la registrazione delle scansioni in un'unica nuvola di punti, eseguendo le operazioni di visualizzazione e di eliminazione del *rumore*, la decimazione e il filtraggio dei dati e l'assegnazione di un sistema di riferimento [7]. La nuvola di punti così ottenuta per quanto configuri un calco perfettamente rispondente al reale è al tempo stesso un modello *privo di intelligenza*, che non discretizza il bene rilevato, ma presenta un insieme di coordinate che producono un 3D della realtà del tutto inconsapevole di ciò che rappresenta, per quanto misurabile e fedelmente riprodotto, allo stesso modo di quanto accade in un modello 3D geometrico costituito da segni la cui interpretazione è demandata a colui che ne legge l'articolazione, nel rimando a ciò che viene rappresentato.

Al contrario, in un modello parametrico, ogni elemento

ha una sua precisa identità e contiene già intrinsecamente le specifiche caratteristiche di quella tipologia di elemento in quanto associa ad ogniuno dati diversificati, garantendo al contempo la congruenza tra le parti in un sistema strettamente interconnesso, dove ogni modifica comporta necessariamente la variazione di tutti gli elementi ad esso collegati.

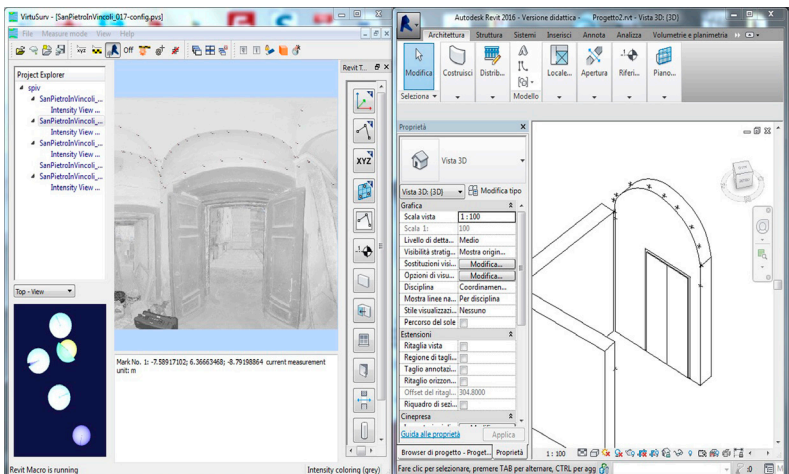
Per la realizzazione del modello parametrico [8] si è previsto di utilizzare la nuvola come base d'appoggio, utilizzando Autodesk Recap per la conversione di formato. In particolare si è potuto utilizzare lo *snap* sui punti per un corretto posizionamento delle viste, oltre che per una verifica costante e immediata degli elementi modellati, anche dal punto di vista dimensionale.

E' stata esclusa la modellazione totalmente *in place*, ossia direttamente all'interno del progetto, in quanto presenta funzioni di gestione limitate, non rendendo inoltre possibile la registrazione di precisi parametri per ognuna delle parti che compongono l'insieme.

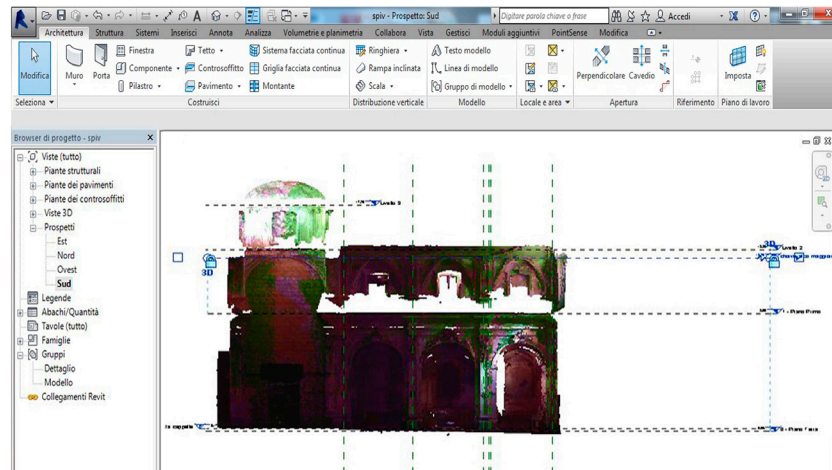
Il progetto è stato georiferito e i livelli -intesi come piani di lavoro- sono stati utilizzati come riferimento nella scomposizione del manufatto ed in particolare per i piani orizzontali e verticali che consentono di ripartire lo spazio nelle diverse viste di default.

Prima di definire tali piani, è risultato conveniente ra-





6. Individuazione dei punti in VirtuSurv direttamente sulla foto panoramica e modellazione automatica in Revit.



7. Costruzione dei piani di lavoro effettuata in Revit utilizzando come base la nuvola di punti. Ciò ci permette di avere al contempo assi di riferimento per la modellazione, piani di lavoro e vista di default.

gionare sullo spazio da rappresentare, leggendone le specificità e l'articolazione, nell'ottica della sua virtuale ricomposizione con gli strumenti messi a disposizione in Revit.

La chiesa presenta un impianto longitudinale a navata unica coperta da una volta a botte lunettata, tre cappelle per lato e termina con un arco trionfale che delimita la zona del presbiterio coperta da una cupola riccamente decorata. Al fine di individuare classi di elementi da modellare è stata quindi predisposta una preliminare analisi del sistema architettonico, rileggendo l'insieme nei macroelementi che definiscono il sistema strutturale (muri perimetrali, sistema di copertura), per poi procedere alla modellazione di elementi di dettaglio.

Per sfruttare al massimo le potenzialità del BIM, sono state raccolte ed associate informazioni inerenti la composizione stratigrafica della muratura, ipotizzata in base al confronto con tipologie analoghe coeve.

E' risultato particolarmente utile, inoltre, assumere un approccio modulare, individuando la riproposizione di uno stesso schema compositivo in corrispondenza delle cappelle laterali, queste ultime internamente definite da volte a botte e segnate lungo l'aula da un gra-

dino di invito e da archi a tutto sesto in corrispondenza dei quali, nella parte alta dell'aula, sono presenti vani di apertura inquadri all'interno delle lunette nella volta di copertura. Tale sistema scandisce regolarmente lo sviluppo longitudinale dell'aula ricomponendosi l'insieme in un unico disegno attraverso i profili della cornice superiore e della zoccolatura che delimita il perimetro della chiesa.

Anche la rappresentazione di elementi puntuali si è mostrata complessa, richiedendo una iniziale semplificazione in figure geometriche, specificando successivamente la rappresentazione nel dettaglio.

Non è stato possibile riferirsi alle famiglie di oggetti esistenti, ma si è reso necessario generarne di nuove, determinandone i parametri in un sistema identificativo della famiglia stessa, a cui associare informazioni sui materiali, sullo stato di fatto, sui rapporti geometrici e su tutto ciò che caratterizza l'elemento.

Nell'ambito del singolo progetto, le famiglie sono infatti rappresentative di specifiche componenti, connotandosi con una precisa identità formale, tecnologica e funzionale e presentando una serie di possibili configurazioni in funzione dei parametri che ne regolano l'identità e consentendone l'associazione solo a prede-

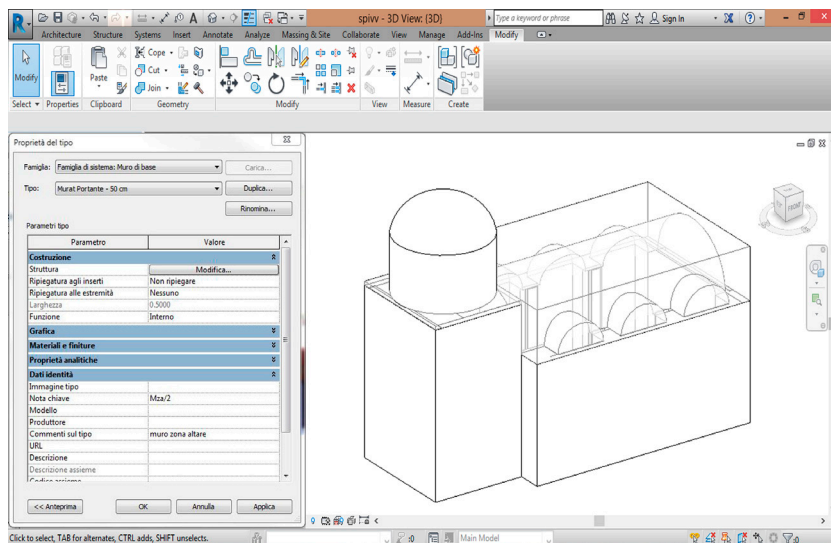
terminati elementi.

La modellazione ha preso avvio dal perimetro del calpestio e dal posizionamento dei muri, scorporandoli dall'apparato decorativo e ripercorrendo virtualmente le fasi di costruzione del manufatto.

Una volta realizzati il calpestio e le pareti principali (pareti di contorno, pareti di separazione tra cappelle e navata centrale e le pareti di separazione tra le cappelle), si è scelto di realizzare apposite famiglie per la creazione delle volte e degli archi in particolare utilizzando la famiglia del modello generico adattivo, realizzando la volta a botte parametrizzando il suo vuoto e settando, in ambiente di progetto, i parametri in base ai dati derivati dal rilievo.

In maniera simile si è scelto di operare anche per la realizzazione dell'arco trionfale e della cupola sulla zona presbiteriale. Più complessa la realizzazione della volta che copre l'aula centrale, per la presenza delle lunette, che hanno richiesto una parametrizzazione decisamente più fitta e laboriosa.

Una volta terminata la modellazione dei macro-elementi, è stata avviata la fase di dettaglio delle superfici murarie, a cominciare dalle lesene presenti tra le cappelle, sempre creando apposite famiglie per ogni clas-



8. Costruzione di un primo modello semplice in Revit. Elaborazione Gabriella Di Dato, Valerio Flavio De Stefano, Simona Scandurra.

se di elemento.

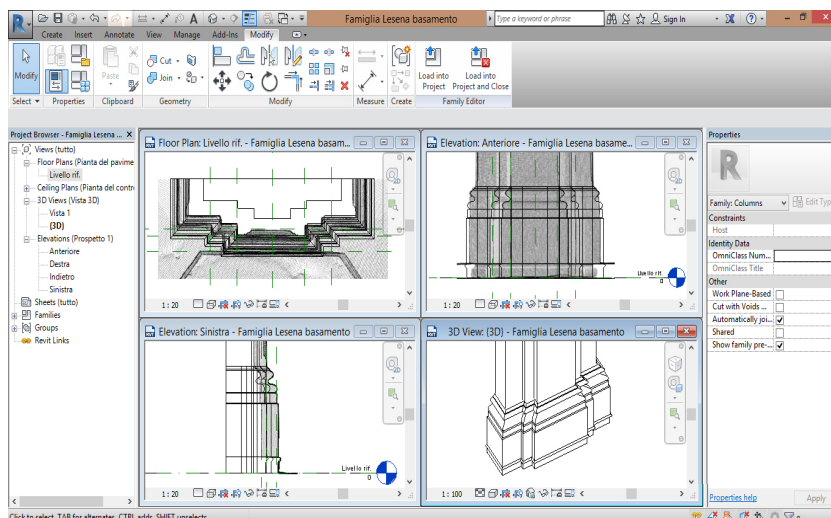
Per le cornici, invece, si è scelto di modellare *in place* una massa ottenuta per estrusione su percorso, dopo aver creato una *famiglia* specifica di tipo profilo metrico per il profilo modanato, tracciando la sezione del profilo attraverso il riferimento ad una ortofoto e associandovi esclusivamente informazioni di tipo geometrico e materico.

Simile soluzione si è scelta per le modanature che definiscono gli archi e per la base dei piedritti che separano le paraste, ritenendo adeguata la creazione della *famiglia* del profilo, soprattutto per la possibilità di specificare i rapporti geometrici tra le varie modanature che costituiscono l'insieme.

Nell'ambito della ricerca è stato sperimentato *PointSense* della Kubit-Faro nella versione *Heritage*, un software che aggiunge una serie di funzionalità per Revit in riferimento all'interazione tra modello e nuvola di punti, producendo proiezioni dei dati acquisiti per la costruzione speditiva di modelli 3D. In particolare *PointSense* si è dimostrato particolarmente utile per le funzionalità del *fitting* che consente l'adattamento automatico del modello alla nuvola di punti, attraverso analisi delle superfici che misurano l'allontanamento dell'uno rispetto all'altra, traducendo in linee e superfici porzioni di nuvole di punti.

Attraverso *Point Sense*, inoltre, si sono potute notevolmente semplificare le procedure di creazione dei profili modanati all'interno della specifica *famiglia*, perché consente di segmentare la nuvola all'interno dell'*editor*, pervenendo ad una maggiore precisione nella realizzazione del profilo.

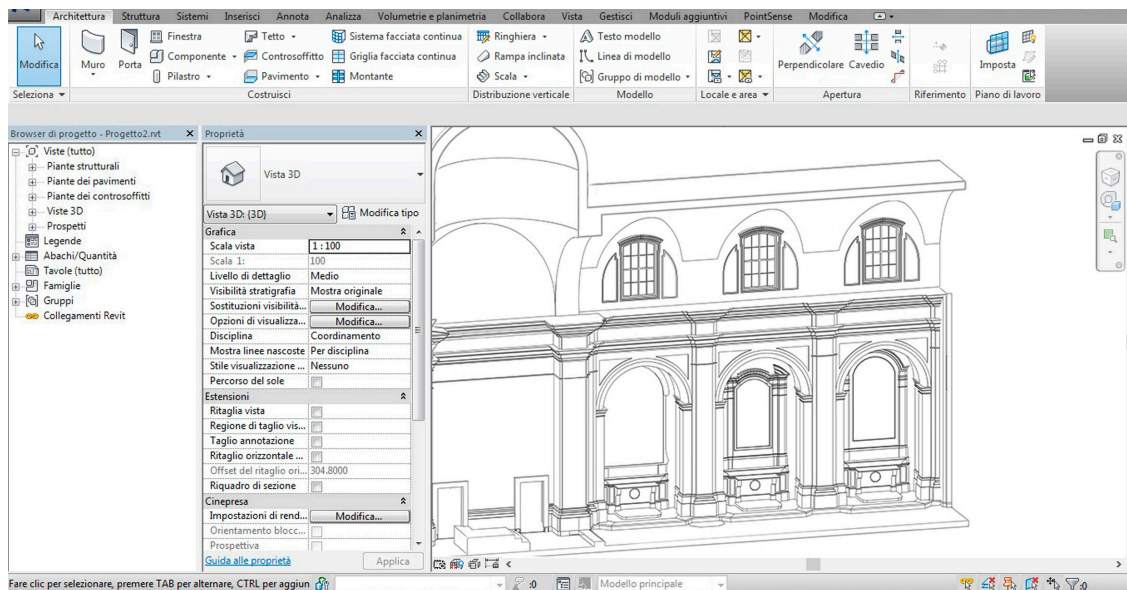
Accanto a ciò, è stato possibile generare ortofoto della nuvola direttamente nel software, così da poter leggere le informazioni in modo speditivo, lavorando pertanto attraverso l'integrazione di tali funzioni con quelle di base presenti in Revit. (S.S.)



9. Modanatura ottenuta per estrusione del profilo precedentemente disegnato in apposita famiglia. Ortofoto della pianta, del prospetto e della sezione utilizzate come guida. Elaborazione di Gabriella Di Dato, Valerio Flavio De Stefano, Simona Scandurra.

## CONCLUSIONI

Diversamente dalla modellazione geometrica che produce una rappresentazione *anonima* basata solo sulle forme nelle quali può essere scomposta l'opera architettonica, il paradigma BIM induce a considerare la specificità di ciò che viene rappresentato, dove l'architettura si propone quale sistema di parti ed elementi



10. Modello infografico ottenuto. Elaborazione di Gabriella Di Dato, Valerio Flavio De Stefano, Simona Scandurra.

organizzati secondo precise relazioni formali, strutturali e funzionali.

Ovviamente tali sistemi necessitano di basi documentarie affidabili capaci di restituire le determinazioni metriche e materiche del manufatto, nonché il suo stato di conservazione.

Appare pertanto opportuno adottare tali sistemi di conoscenza e rappresentazione al costruito storico per le potenzialità informative che in esso risiedono, potendo includere in un unico ambito digitale dati storici e sulle trasformazioni, registrandone progressivamente i diversi interventi di restauro o di semplice manutenzione, garantendo un controllo costante dell'opera nel tempo e allestendo una documentazione aggiornabile nel tempo.

Come sempre, è necessario capire gli obiettivi per i quali viene effettuato il rilievo e di conseguenza la sua rappresentazione. La rappresentazione infatti costituisce sempre l'esito di un programma costruito con consapevolezza e strutturato su di una precisa intenzione ed è influenzato dalla cultura del tempo.

In quanto tale, la rappresentazione ha un consistente risvolto critico in quanto indaga nell'ambito di una conoscenza complessa, fornendone interpretazioni con diverse chiavi di lettura.

Se la rappresentazione si riconduce nella sua formulazione teorica ad una operazione di costruzione di un modello mentale, ciò risulta ancora più evidente nell'applicazione dei sistemi BIM, ove la chiarezza del modello è esito di una precisione analitica ed intellettuale che garantisce la costruzione di un paradigma logico disponibile ad ogni sezione illustrativa.

Ben sappiamo che per la conoscenza del reale è necessario un processo di semplificazione, in quanto solo riconducendo la complessità del reale ad uno schema logico è possibile conoscere e rappresentare. Pertanto è necessario trovare il giusto equilibrio tra la rappresentazione mimetica del reale e la sua semplificazione. La mimesi e la ricchezza descrittiva infatti non sempre garantiscono la trascrizione dei significati del reale, ma, in quanto pedissequa imitazione, ne producono una copia, replicandone le apparenze e generando infor-

mazioni non distinguibili per piani conoscitivi. Va invece perseguito l'obiettivo di una rappresentazione intelligente (nell'etimologia stessa della parola, *intus legere*) capace di leggere la struttura formale dell'architettura, le sue parti e il sistema logico che le correla, consentendo implicitamente all'architettura di prendere coscienza di sé, dandosi un contenuto tramite il quale è possibile la sua rappresentazione.

## NOTE

[1] H-BIM, Historical Bim Information Modeling, si differenzia dal processo bim tradizionale per il fatto che l'opera da modellare e informatizzare è già esistente e va esplorata nelle sue precise connotazioni.

[2] "Se da un lato il BIM aiuta a coordinare le diverse figure del processo edilizio introducendone le competenze nei modelli (distinti in architettonici, strutturali, impiantistici e di manutenzione) così da pianificarne la realizzazione e computarne le quantità per il cantiere, HBIM si concentra invece sul rilievo, sulla definizione dello stato di conservazione dei luoghi e dei materiali, per meglio pianificarne interventi consapevoli. (...) I modelli BIM si basano sull'aggregazione di "componenti parametrici intelligenti" in grado di relazionarsi semanticamente tra loro. I modelli dell'esistente HBIM implicano la produzione esclusiva di tali oggetti intelligenti, non reperibili da cataloghi di produttori o geometrie pure, come nel caso del nuovo." Cfr. S. Garagnani, *HBIM nell'esistente storico - Potenzialità e limiti degli strumenti integrati nel recupero edilizio*, Ingenio, ottobre 2015.

[3] Il gruppo di ricerca che sta lavorando sull'applicazioni HBIM al patrimonio architettonico è composto da: Antonella di Luggo, Massimiliano Campi, Raffaele Catuogno, Domenico Iovane, Valeria Cera, Valerio Flavio De Stefano, Gabriella Di Dato, Simona Scandurra.

[4] R. Catuogno, A. di Luggo, *Dalla nuvola di punti all'HBIM. Rilievo e modellazione per la conoscenza e la gestione del patrimonio architettonico*, Contributo al workshop 3D Modeling & BIM, Applicazioni e possibili futuri sviluppi, Roma 21-22 aprile 2016.

[5] La ricerca è stata finanziata dal MIUR- Bando Start up, Linea 2

- Cultura ad impatto aumentato. Titolo della ricerca: *GBEY Una piattaforma integrata per la conoscenza, la valorizzazione e la fruizione del patrimonio artistico e architettonico negato nella città di Napoli*.

[6] Per i rilievi è stato utilizzato un Laser Scanner Faro Focus 3d x-130.

[7] Le operazioni di rilievo e restituzione dei dati sono state dirette dal Prof. Raffaele Catuogno, Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II che coordina gruppi di lavoro per la sperimentazione di tecnologie di rilievo no-contact (range based e image based) e delle metodologie per il processamento e l'interpretazione dei dati.

[8] Hanno lavorato alla modellazione parametrica della Chiesa di San Pietro in Vincoli: Gabriella Di Dato, Valerio Flavio De Stefano, Simona Scandurra.

## BIBLIOGRAFIA

Alabiso, A., Campi, M., di Luggo, A., (2016). *Il patrimonio architettonico ecclesiastico di Napoli. Forme e spazi ritrovati*, Paparo Edizioni, Napoli ISBN 978-88-99130-24 4.

Brechin, F., Casidy, C., Dirix, E., Dore, C., Mccarthy, S., Murphy, M., (2015). *Structural Simulations and Conservation Analysis -Historic Building Information Model*, in The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (isprsarchives-XL-5-W4-351).

Clini, P., Malinverni, E. S., Nespeca, R., Orietti, E., Quattrini, R., (2015). *From tfs to HBIM. High quality semantically-aware 3D modeling of complex architecture* in The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (isprsarchives-XL-5-W4-367)

Garagnani, S., (2015). *Building Information Modeling semantico e rilievi ad alta risoluzione di siti appartenenti al Patrimonio Culturale*, «DISEGNARECON» Numero Speciale DOCO 2012 – Documentazione e Conservazione del Patrimonio Architettonico ed Urbano ISSN: 1828 - 5961.

Garagnani, S., Cinti Luciani, S., (2011). *Il modello parametrico in architettura: la tecnologia B.I.M. di Autodesk Revit*, in «DISEGNARECON» giugno 2011 - ISSN 1828-5961.

Mingucci, R., Garagnani, S., (2011). *Strumenti digitali per la modellazione d'architettura*, in «DISEGNARECON» giugno 2011 - ISSN 1828-5961

Murphy, M., McGovern, E., Pavia, S., (2011). *Historic Building Information Modelling - Adding Intelligence to laser and image based surveys*, in The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing

and Spatial Information Sciences, ISPRS Volume XXXVIII-5/W16.