

LA MODELLAZIONE DELLA CONOSCENZA NEL RESTAURO: UNO SVILUPPO PER IL BHIMM

Problematiche generali e il caso-studio di San Saba in Roma

Donatella Fiorani¹

¹ *Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, "Sapienza" Università di Roma, donatella.fiorani@uniroma1.it*

Keywords: Ontology, BHIMM, Cultural Heritage

1. Introduzione

Un noto aforisma di Charles Sanders Peirce afferma che “è facile parlare con precisione di un tema generale. Si deve soltanto abbandonare ogni ambizione di certezza. È ugualmente facile essere certi. Si deve soltanto essere sufficientemente vaghi. Non è così difficile essere al tempo stesso abbastanza precisi e piuttosto certi prendendo in considerazione un argomento molto ristretto” (Peirce 4.237, cit. in Sowa 2013, trad. della scrivente).

Potremmo far partire da questo riscontro la scelta di orientare la ricerca sul BIM in relazione all'architettura storica esistente compiuta dall'Unità di “Sapienza”, l'Università di Roma, che ha lavorato nell'ambito del finanziamento Prin 2010-11 (Fiorani, Acierno 2017). L'applicazione del BIM al patrimonio architettonico storico prevede infatti l'impiego di strumenti semantici piuttosto precisi e generalisti, che portano a risultati incerti nella caratterizzazione dell'esistente (in termini sia di fedeltà della rappresentazione geometrica, sia di organizzazione del dato informativo). La definizione semantica precostituita del BIM può offrire di per sé certezze nella sua logica costitutiva interna, ma la sua applicazione concreta ad una realtà esistente costringe a una pesante limitazione dei dati conoscitivi accumulabili in modo tradizionale e, di fatto, ad una certa vaghezza di rappresentazione. Si è scelto, pertanto, di prendere in considerazione un argomento – fabbrica, ‘artefatto’ – relativamente limitato, come appunto è il caso dell'Oratorio di S. Saba a Roma, e su quello cercare di trovare la via che conciliasse precisione e certezza attraverso la definizione di un'appropriata ‘Ontologia’, assicurando nel contempo la possibilità d'istituire relazioni fra i *data-base* di questa e dei sistemi BIM correnti.

2. Ontologia e BIM per gli edifici storici

2.1 Ontologia e BIM: le ragioni di un'integrazione

L'idea di procedere all'integrazione di due strumenti di rappresentazione semantica dell'esistente, l'Ontologia e il BIM, nasce dalla consapevolezza, non scontata nel settore della rappresentazione virtuale dell'esistente, dell'impossibilità di ottenere una coincidenza assoluta fra i due sistemi descrittivi e quello relativo alla realtà materiale e compiuta della fabbrica (Fiorani 2014).

L'Ontologia costituisce, in ambito informatico, “un'esplicita specificazione di una concettualizzazione”, definita attraverso “un insieme di rappresentazioni primitive con cui modellare un dominio di conoscenza del discorso. Le rappresentazioni primitive sono generalmente classi (o insiemi), attributi (o proprietà) e relazioni (o relazioni fra classi). Le definizioni delle rappresentazioni primitive includono informazioni sui loro significati e vincoli nella loro applicazione razionalmente coerente” (Gruber 2009). La semantica così messa

a punto per la rappresentazione concettuale viene modellata sulle caratteristiche specificatamente riconosciute all'oggetto reale.

I sistemi BIM, invece, sono stati ideati per consentire la rappresentazione tridimensionale dell'oggetto – in genere un'architettura – e per georeferenziare su tale rappresentazione altre possibili informazioni non graficizzabili. Tale operazione è consentita attraverso l'impiego di 'famiglie' di elementi che possono essere pre-configurate (comprehensive di tipi e componenti) o appositamente costruite secondo criteri prestabiliti; ogni elemento del modello appare collegato agli altri attraverso la definizione di specifiche proprietà.

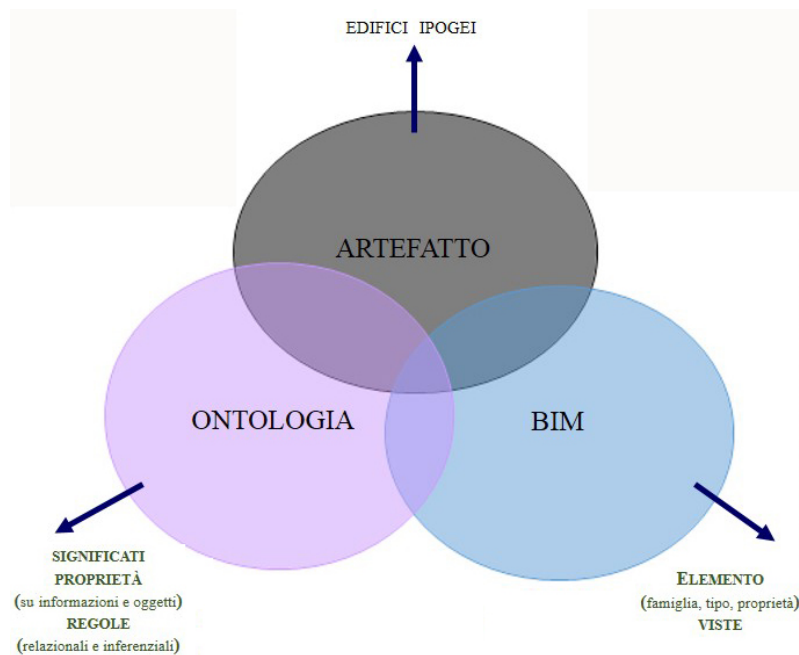


Figura 1. Rapporto fra i domini dell' 'artefatto' e quelli definiti dall'Ontologia e dal BIM

A ben vedere, l'Ontologia costituisce una modalità di rappresentazione empirica, non visuale, dell'esistente, mentre il BIM è un sistema a base grafica caratterizzato da una forte vocazione deduttiva, la cui capacità descrittiva risente sensibilmente della presenza di vincoli prestabiliti.

L'associazione delle due modalità dovrebbe aiutare a raffinare la capacità di rappresentazione dell'esistente, avvicinando maggiormente la capacità descrittiva del modello virtuale alla realtà concreta dell'oggetto considerato. Sulla maggiore affidabilità di questa corrispondenza si può costruire modalità progettuali e gestionali per il restauro e la conservazione dell'architettura più efficaci in quanto maggiormente corrispondenti al vero.

2.2 Ontologie e Beni Culturali

Le Ontologie nascono dalla necessità di organizzare la documentazione relativa a una particolare realtà in forme ordinate, gerarchiche, logicamente legate fra loro e interoperabili. Esse hanno trovato un vasto spettro di applicazioni, dal campo bio-medico a quello finanziario; in ambito culturale, sono state soprattutto sviluppate nel settore della catalogazione e della georeferenziazione dei beni; in architettura, alcune sperimentazioni hanno già interessato il campo della progettazione del nuovo, soprattutto per le strutture complesse (Carrara et al. 2014).

La principale Ontologia specificatamente definita per il patrimonio culturale e riconosciuta ormai come standard ISO (21127:2014) è costituita dal CIDOC, un sistema messo a punto per formalizzare e gestire lo scambio di informazioni fra musei, archivi, biblioteche e altri *data-base* specializzati. Il CIDOC raccoglie, integra e armonizza diverse Ontologie di volta in volta elaborate per descrivere misurazioni e osservazioni

scientifiche (CRMSci), scavi archeologici (CRMarcheo) e informazioni bibliografiche (FRBR) (Oldman & Kurtz 2014). Fra i progetti d'interoperabilità attraverso l'impiego di ontologie condivise sviluppati si ricorda 'Europeana', che raccoglie opere d'arte, libri, brani musicali e video conservati negli archivi di tutta Europa (<http://www.europeana.eu/portal/> [29.12.2016]).

Il Modello concettuale di riferimento Cidoc.CRM, la cui ultima versione risale al Maggio 2015 (http://www.cidoc-crm.org/sites/default/files/cidoc_crm_version_6.2.pdf [29.12.2016]), ha il "compito primario di servire come base di mediazione delle informazioni sul patrimonio culturale e, quindi, di fornire la 'colla' semantica richiesta per trasformare fonti informative oggi eterogenee in una risorsa globale valutabile e coerente" (Nick Croft cit. in Oldman & Kurtz 2014, trad. della scrivente). Il CidocCRM presenta un dispositivo di dichiarazioni, puntualmente circoscritte, relative a diverse classi (99 Entità) e proprietà (168) e prevede la possibilità di attivare 'reasoning' automatizzato a larga scala, ovvero una manipolazione formale dei dati dell'Ontologia attraverso l'impiego di regole logiche in grado di generare nuove informazioni attraverso la capacità inferenziale dei computer.

Piuttosto diversa come finalità e struttura, oltre che più strettamente connessa al settore architettonico, è una secondo tipo di Ontologia, di natura piuttosto 'ingegneristica', elaborata dall'Istituto di Meccanica teorica e applicata dell'Accademia delle Scienze della Repubblica Ceca. Questa formalizzazione, denominata 'MONDIS: System for Monument Damage Description', è nata con l'obiettivo specifico di modellare lo stato di degrado e di danno degli edifici esistenti (<http://www.mondis.cz/en/web/portal/mondis-system> [29.12.2016]).

I fenomeni degenerativi sono qui descritti in articolate tassonomie che riguardano la morfologia di degrado e dei dissesti, le cause e i meccanismi relativi, in riferimento ai componenti costruttivi e materiali della fabbrica (Cacciotti et al. 2013). Appare evidente il carattere semplificato di alcune analisi, in specie riguardo la caratterizzazione dell'oggetto architettonico in sé. La descrizione dei componenti privilegia gli aspetti costruttivi e strutturali, mentre la valutazione di altri contenuti spetterebbe a categorie genericamente definite 'style' o 'history of object', 'other topics'. In questo modo le entità fondamentali che descrivono la spazialità, la stratificazione muraria, l'apporto di documentazioni estrinseche o le fasi costruttive non vengono trattate come classi ma come informazioni 'inerti', imputate dall'esterno, che, come tali, non possono essere sottoposte a 'reasoning' e partecipare alla logica inferenziale del sistema.

Il metodo di lavoro utilizzato per l'elaborazione di 'MONDIS si basa su una preliminare individuazione dei parametri necessari per la documentazione dei danni desunti dalla letteratura e dagli standard internazionali, mentre la definizione delle relazioni fra entità diverse si è servita, a quanto si afferma, del riscontro di non ben precisate metodologie e *workflows* professionali. La verifica della validità dell'Ontologia proposta è stata infine affidata allo svolgimento di workshop e convegni internazionali.

Ne conseguono diverse problematiche, esterne alla qualità della modellazione in sé ma piuttosto legate all'impostazione culturale di fondo, non del tutto consapevole dei contenuti e delle logiche specifiche del restauro. Ciò è ad esempio evidente nelle modalità proposte per l'interpretazione del danno, legate a standardizzazioni astratte, poco sensibili al processo investigativo condotto sull'organismo nella sua completezza (ci si limita a rinviare genericamente ad Ontologie già codificate, con le quali, però, non vengono esplicitati sistemi relazionali) e quindi prevalentemente orientate ad una lettura di natura 'meccanica', troppo semplificata e indifferente alla vasta gamma di significati intrinseci dell'opera. In altri termini, l'erosione di un paramento lapideo derivante da un antico passaggio dei carri su un muro romano potrebbe essere così interpretata come patologia e non come traccia storica significativa, così come il posizionamento dei cunei degli archi presso il fronte sud-est del Colosseo potrebbe essere letta come manifestazione di un incipiente collasso piuttosto che come l'esito di una suggestione romantico-riunistica recepita da Raffaele Stern per il suo restauro.

La possibilità, da parte del sistema, di raccogliere un apparato documentario gerarchicamente ordinato, caratterizzato da una descrizione semantica evoluta e strutturata, ha orientato la costituzione di una nuova

specifica Ontologia che fosse in grado di descrivere in modo esaustivo l'edificio storico e le attività investigative ad esso legate. Tale Ontologia ha il compito di formalizzare la conoscenza dell'artefatto attraverso la definizione di significati, proprietà e regole, precisando la natura dello spazio (relazione fra parti, proporzioni, allineamenti, riferimenti figurativi), della costruzione (componenti tecnologiche e murarie, analisi stratigrafica, comportamento strutturale), della vicenda storico-costruttiva (documentazione esterna, cronologia, fasi di edificazione) dello stato di conservazione materico e ambientale (degrado superficiale e strutturale, diagnostica chimica, biologica, microclimatica, ecc.) e così via. Al tempo stesso, essa deve prevedere la possibilità d'intervenire sulla fabbrica attraverso la realizzazione di trasformazioni imposte da un progetto o tramite una gestione di lunga durata che consenta di prolungarne la conservazione ('Lifecycle'), anche considerando gli attori che partecipano a tali processi.

A differenza di quanto avviene nel CIDOC, l'ontologia elaborata da MONDIS prevede una sezione relativa alla formulazione progettuale ('intervention'), relazionata ad una banca-dati web, e un'uscita 'visibile', georeferenziata in Gis. Essa manifesta quindi una chiara finalità operativa, proponendosi come strumento di sostegno alle scelte conservative di gestori e professionisti (Cacciotti et al. 2015). Coerentemente con una certa logica ingegneristica, non priva di risvolti pericolosi e inefficace dal punto di vista del restauro, tale strumento viene quindi presentato come sistema 'esperto', in grado di risolvere problemi complessi e interrelati tramite l'impiego di algoritmi logico-matematici che, seppur non semplici, risultano comunque semplificati.

L'ontologia del CIDOC e, in parte, del sistema MONDIS hanno rappresentato per la ricerca condotta un utile punto di riferimento a partire soltanto da uno stadio avanzato del lavoro; quest'ultimo, infatti, ha preferito autocostituirsi e progredire in parallelo con la conduzione dell'effettiva investigazione su un caso-studio. Definito il quadro complessivo e i contenuti del nostro sistema, si è quindi ritenuto opportuno assumere classi e declaratorie specifiche elaborate dal CIDOC e congruenti con i nostri propositi e si sono comparate logiche e funzionamento con quanto proposto da MONDIS.

2.3 BIM e preesistenze

Come si è accennato sopra, sistemi BIM consentono di visualizzare la fabbrica e di georeferenziare le informazioni relative alle sue componenti in un modello 3D, utilizzando famiglie preconfigurate (comprehensive di tipi e componenti) o appositamente costruite e legando ogni elemento del sistema attraverso la definizione di proprietà. Non sono stati affrontati specifici approfondimenti sulle applicazioni dirette dei sistemi BIM per il Cultural Heritage, oggetto di verifica di altri gruppi di lavoro che hanno operato nel medesimo programma Prin. Ci si limita qui soltanto a ricordare la difficoltà di rappresentazione analitica del costruito da parte del BIM sia dal punto di vista grafico (Arayici 2008; Oreni et al. 2014) che da quello della selezione delle 'famiglie' (Babbetto 2015), legato direttamente al tipo e alla quantità di informazioni immesse. In particolare, quest'ultimo problema è avvertito in ambito archeologico, dove sono state sperimentate diverse applicazioni. Fra queste ricordiamo, per la vicinanza con le problematiche da noi affrontate, il lavoro svolto sulla 'cripta' ipogea dei SS. Sergio e Bacco in Roma, in cui l'adattamento delle 'famiglie' preimpostate del sistema alle peculiarità costruttive e semantiche dell'esistente, nonché la necessità di elaborare puntuali informazioni di natura storico-costruttiva sono stati risolti introducendo nelle famiglie tradizionali BIM 'parametri condivisi' con l'ICCD e creando nuove famiglie apposite cui affidare le informazioni non altrimenti modellabili (come le fasi storiche). Il tentativo compiuto chiarisce bene le difficoltà di adattare la semantica e la graficizzazione BIM alla specificità del contesto (Scianna et al. 2015).

2.4 Per un'adeguata formalizzazione dell'architettura storica

In conclusione, la presenza di Ontologie raffinate, ma parziali, elaborate per scopi diversi oppure impostate su criteri non pienamente condivisibili per il restauro e la disponibilità di sistemi di rappresentazione grafica parametrica costituiscono entrambi, ad oggi, un terreno di lavoro aperto e con molti spazi di approfondimento. Data la complessità dei problemi da risolvere, la trattazione delle questioni ontologiche e quella della

rappresentazione parametrica seguono normalmente strade diverse, ma contenuti e obiettivi presenti in entrambi i campi s'intrecciano e si condizionano reciprocamente.

La messa a punto di un'Ontologia adeguata e aperta nonché la definizione di una modalità di collegamento di questa con programmi in ambiente BIM, così da consentire la visualizzazione delle informazioni relative all'edificio, hanno costituito l'obiettivo prioritario del lavoro prodotto, che potrebbe pertanto denominarsi nello specifico (O)BHIMM.

La possibilità, da parte del sistema, di raccogliere un apparato documentario gerarchicamente ordinato, caratterizzato da una descrizione semantica evoluta e strutturata, ha orientato la costituzione di una nuova specifica ontologia che fosse in grado di descrivere in modo esaustivo l'edificio storico e le attività investigative ad esso legate. Tale Ontologia ha il compito di formalizzare la conoscenza dell'artefatto attraverso la definizione di significati, proprietà e regole, precisando la natura dello spazio (relazione fra parti, proporzioni, allineamenti, riferimenti figurativi), della costruzione (componenti tecnologiche e murarie, analisi stratigrafica, comportamento strutturale), della vicenda storico-costruttiva (documentazione esterna, cronologia, fasi di edificazione) dello stato di conservazione materico e ambientale (degrado superficiale e strutturale, diagnostica chimica, biologica, microclimatica, ecc.) e così via. Al tempo stesso, essa deve prevedere la possibilità d'intervenire sulla fabbrica attraverso la realizzazione di trasformazioni imposte da un progetto o tramite una gestione di lunga durata che consenta di prolungarne la conservazione (*Lifecycle*), anche considerando gli attori che partecipano a tali processi.

3. L'Ontologia per il Built Heritage Information Modelling: (O)BHIMM

3.1 Il modello ermeneutico

Il modello d'approccio prescelto si è basato su alcune preliminari riflessioni di natura ermeneutica.

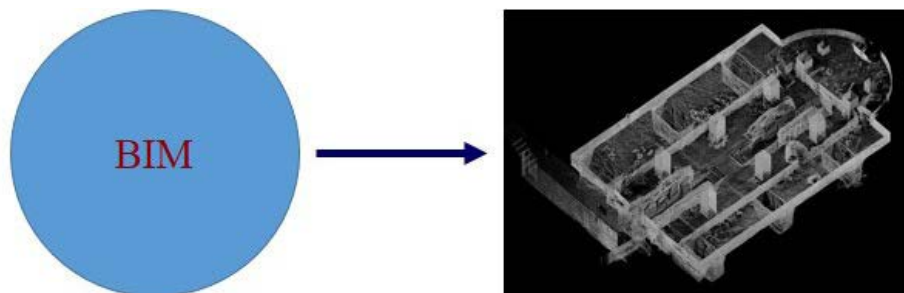


Figura 2. Modello 'Top-down' del BIM. A destra: la nuvola di punti del rilievo laser-scanner dell'Oratorio di S. Saba in Roma realizzato da Chiara Nardinocchi

Il BIM viene tradizionalmente considerato un sistema di rappresentazione parametrica di tipo 'Top-down', in quanto la preimpostazione delle famiglie orienta e condiziona la struttura semantica delle modellazioni in esso consentite. A tale modalità sono stati talvolta contrapposti i sistemi 'Bottom-up' della IFC (*Industry Foundation Classes*), strutturata sulla formulazione additiva e non preordinata di componenti e di classi.

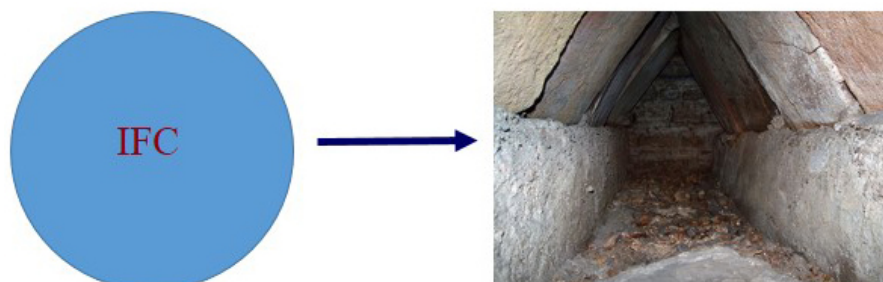


Figura 3. Modello ‘Bottom-up’ dei sistemi IFC. A destra una sepoltura nell’Oratorio di S. Saba

Il modello che si è voluto proporre può definirsi del tipo ‘*ready-at-hand*’ / ‘*present-at-hand*’, traducendo in inglese – e trasmettendo al contesto della formalizzazione – il portato ermeneutico della filosofia di Martin Heidegger. La distinzione operata dal filosofo tedesco fra la modalità esistenziale, che guarda al mondo come *Zuhanden* (‘*ready at hand*’) e l’approccio scientifico, che sperimenta il mondo come *Vorhanden* (‘*present at hand*’) si presta molto bene a chiarire il senso del lavoro svolto: nella vita esistenziale l’oggetto è visto come strumento finalizzato a un’azione, mentre l’obiettivo della ricerca scientifica è nella definizione delle caratteristiche dell’oggetto in sé (Fonseca & Martin 2005), definizione che chiama in campo sia la natura dell’oggetto che la logica dell’interpretazione. Ciò sollecita la necessità di lavorare, nel caso specifico dell’edilizia del passato, nell’effettiva consapevolezza della dimensione storico-interpretativa dell’oggetto (Masolo et al. 2003).

Seguendo questo ragionamento, Il BIM si presenterebbe pertanto come un’ontologia ‘*ready to hand*’, in cui ogni componente risulta strettamente connotato dalla sua funzione, mentre il sistema (O)BHIMM per cui si è lavorato considera ogni componente nella sua specifica dimensione ermeneutica (‘*ready at hand*’/‘*present at hand*’).

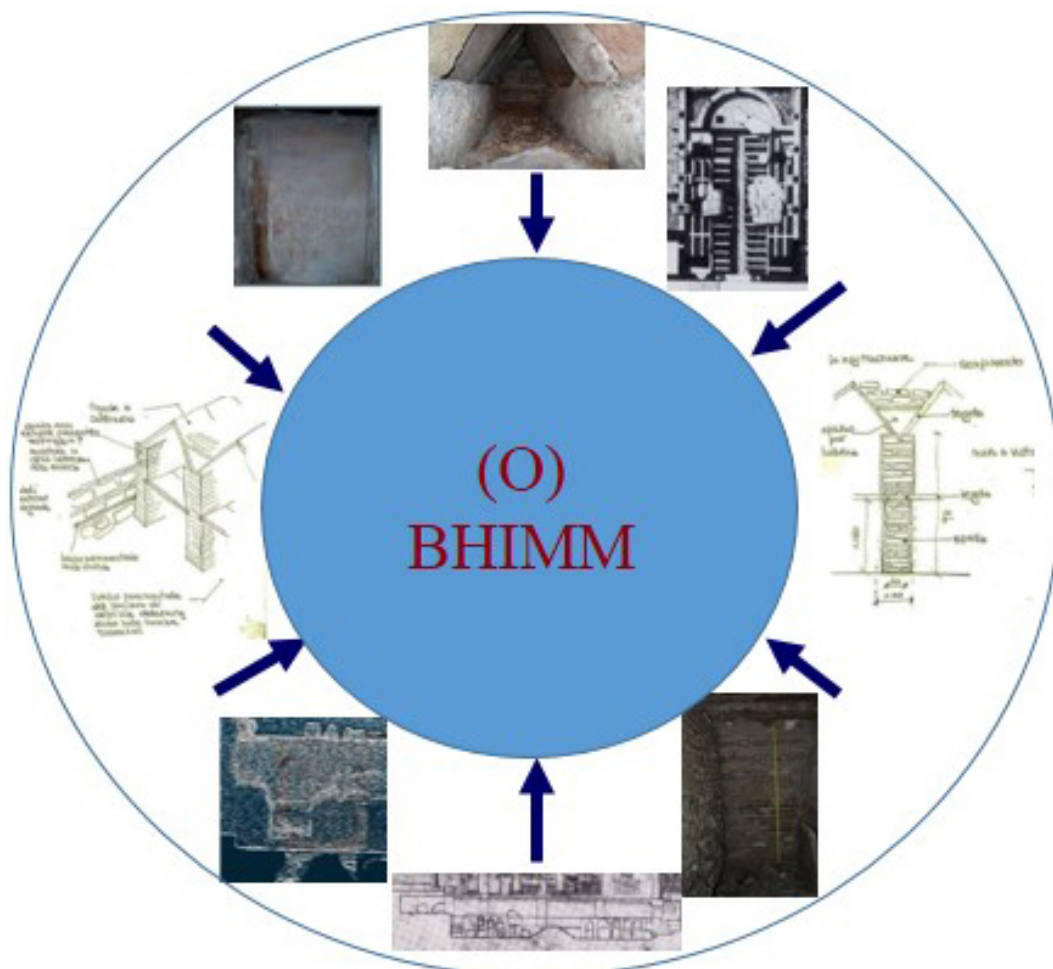


Figura 4. Modello ‘*ready-at-hand*’ / ‘*present-at-hand*’ proposto per l’(O)BHIMM per l’Oratorio di S. Saba. Le raffigurazioni riassumono classi, proprietà e regole rilevati nel corso dello studio della fabbrica.

Nel primo sistema, la tegola è rappresentata come oggetto caratterizzato da forma e dimensioni date, dalla sua costituzione laterizia e dalla sua finalità – proteggere coperture e/o creste murarie – che ne vincolano la posa in opera e la relazione con altre componenti. Finché la tegola risponde alla funzione per la quale è stata concepita, il sistema BIM non pone particolari problemi. Ma nell’oratorio ipogeo di S. Saba la tegola ha un ruolo diverso: essa funge da chiusura dei loculi dei monaci ivi sepolti nel VI-VII secolo e costituisce il supporto di scritte commemorative; le caratteristiche dell’oggetto in sé e le relazioni da questi istituite con le altre entità cambiano quindi completamente e richiedono un’ontologia più complessa, definita da proprietà e regole in grado di descrivere anche identità ‘altre’.



Figura 5. Tegola romana di reimpiego come oggetto ‘*ready at hand*’ sulla copertura della chiesa di S. Susanna in Roma e come oggetto ‘*present at hand*’ nella sigillatura delle tombe nell’Oratorio di S. Saba

Analoghe osservazioni possono esemplificarsi, sempre per S. Saba, per le basi di colonne impiegate, anziché per l’appoggio dei fusti, come materiale da costruzione murario, o per i plinti di colonne che insistono in sommità delle pareti perimetrali, in contatto con il soffitto dell’oratorio sotterraneo.

Il sistema (O)BHIMM finalizzato alla descrizione e alla formalizzazione delle conoscenze per edifici storici si basa pertanto su alcune premesse concettuali:

- 1) L’inserimento dei dati in un *database* non è neutrale (Settis 2002), varia con il contesto di applicazione – anche all’interno di paradigmi simili –, è condizionato dalle prospettive teoretiche assunte (Fonseca & Martin 2005) ed è il prodotto di un doppio giudizio:
 - a) formulazione del sistema di schedatura (appropriata generalizzazione);
 - b) inserimento dei dati relativi all’oggetto all’interno della schedatura predefinita (appropriata specificazione).
- 2) Il processo di raccolta, elaborazione e condivisione di dati stabilisce un’interazione fra l’orizzonte ‘aperto’ dell’utilizzatore e l’orizzonte ‘fisso’ del sistema (*database*). Per questa ragione, tale processo deve svolgersi nella consapevolezza ermeneutica di quella che Hans Georg Gadamer definiva ‘fusione di orizzonti’, grazie alla quale si riconosce nell’oggetto il pensiero storico che ne costituisce la controparte ed è possibile comprendere entrambi.
- 3) Vi è una differenza profonda fra attività creativa (soggetta a paradigmi che rispondono a requisiti autoimposti) e attività conoscitiva (che si relaziona al tema della conoscenza dell’esistente e, quindi,

tocca problematiche ermeneutiche). Tale differenza distingue il progetto di nuove architetture – propositivo e autostrutturante – dal progetto di restauro e dalla previsione di programmi di gestione conservativa – propositivo e strutturato sulla comprensione dell'esistente. Derivando le scelte conservative dai condizionamenti posti dalla fabbrica, la formalizzazione della conoscenza relativa alla preesistenza e al processo investigativo condotto su di essa costituisce una tappa prioritaria e fondamentale del lavoro di modellazione semantica.

L'epistemologia moderna, in specie con Thomas Khun, ha ampiamente evidenziato la centralità del ruolo del giudizio umano nel processo scientifico e la sua generale intraducibilità in algoritmi; in questa consapevolezza dei limiti, permane comunque il valore insostituibile del processo di astrazione della realtà: “la ricerca di una connessione fra l'ontologia e il mondo non è solo una convenzione, è un'indicazione della nostra perpetua ignoranza e un invito alla Natura e mostrarci dove sbagliamo così che possiamo inventare una storia migliore relativamente al suo comportamento” (Fonseca & Martin 2005, t.d.A.). Per questa stessa ragione, ogni sistema di modellazione semantica che si voglia proporre come ‘sistema esperto’ per risolvere problemi progettuali, oltre a travisare il significato profondo del lavoro di formalizzazione della conoscenza, tradisce la ‘Natura’ – in questo caso, l'‘Architettura’ – di cui vuole farsi interprete.

3.2 Il metodo di ricerca

La ricerca condotta ha affrontato la formalizzazione della conoscenza della fabbrica storica rivolgendo particolare attenzione alla comprensione dell'identità storico-costruttiva dell'organismo e delle sue componenti. Tale identità si lega alla formalizzazione globale della preesistenza e partecipa alla valutazione complessiva dei fenomeni, compresi quelli relativi all'insorgenza di patologie e di danni, parametrizzati in riferimento agli *standard* internazionali ma legati al tutto tramite un opportuno sistema di proprietà e regole. Le relazioni fra i diversi fattori considerati sono desunte dalle metodologie e dai *workflows* professionali e sono state preliminarmente sperimentate sul caso di studio prescelto. L'aver subordinato la formalizzazione della conoscenza all'esecuzione materiale dell'investigazione ha consentito di calibrare con maggiore consapevolezza e precisione l'ontologia proposta e costituisce una componente fondamentale della ricerca. La verifica della validità dell'ontologia proposta è stata sinora svolta in riferimento alla possibilità di applicazione a casi diversi e all'uscita in BIM.

I contenuti operativi del lavoro svolto sono riconducibili a tre fondamentali passaggi:

- Elaborazione di un'ontologia adeguata alla rappresentazione dell'esistente attraverso la modellazione dei domini.
- Creazione di un modello BIM relativo all'Oratorio di S. Saba.
- Progettazione di un'interfaccia fra Ontologia e sistema BIM. Ciò ha corrisposto alla creazione di un programma ‘ponte’ fra un programma editore di ontologie tipo ‘Protegé’ e un programma di modellazione BIM tipo ‘Revit’.

La prima fase, relativa alla costruzione dell'Ontologia, è stata particolarmente sviluppata nella definizione di cinque principali domini: ‘*Artefact*’, ‘*Process of investigation*’, ‘*Lifecycle 1*’, ‘*Lifecycle 2*’ e ‘*Actors*’. La modellazione effettuata ha perlopiù interessato i primi tre domini, i meno sviluppati dalle ontologie già esistenti.

Si è ritenuto opportuno identificare un dominio relativo al ciclo di vita passato (‘*Lifecycle 1*’), relazionato alle vicende costitutive, alle trasformazioni architettoniche e alle modifiche, quest'ultime, a loro volta, articolate nelle entità di degrado codificate. Tale ‘*Lifecycle 1*’ è stato fino ad ora distinto da un secondo dominio relativo al ciclo di vita futuro (‘*Lifecycle 2*’), cui si possono connettere diverse famiglie già in BIM e, in generale, le attività e le entità esterne che devono essere prese in considerazione nel progetto e nella programmazione

gestionale. Il dominio 'Lifecycle 2' è stato formalizzato limitatamente ad alcune tematiche specifiche e limitate, sia a ragione dell'estensione del lavoro da compiere sia per acquisire nei giusti tempi le acquisizioni degli altri gruppi di ricerca. Si sono quindi prefigurati alcuni scenari rispetto al quale investigare potenzialità e problematiche del sistema.

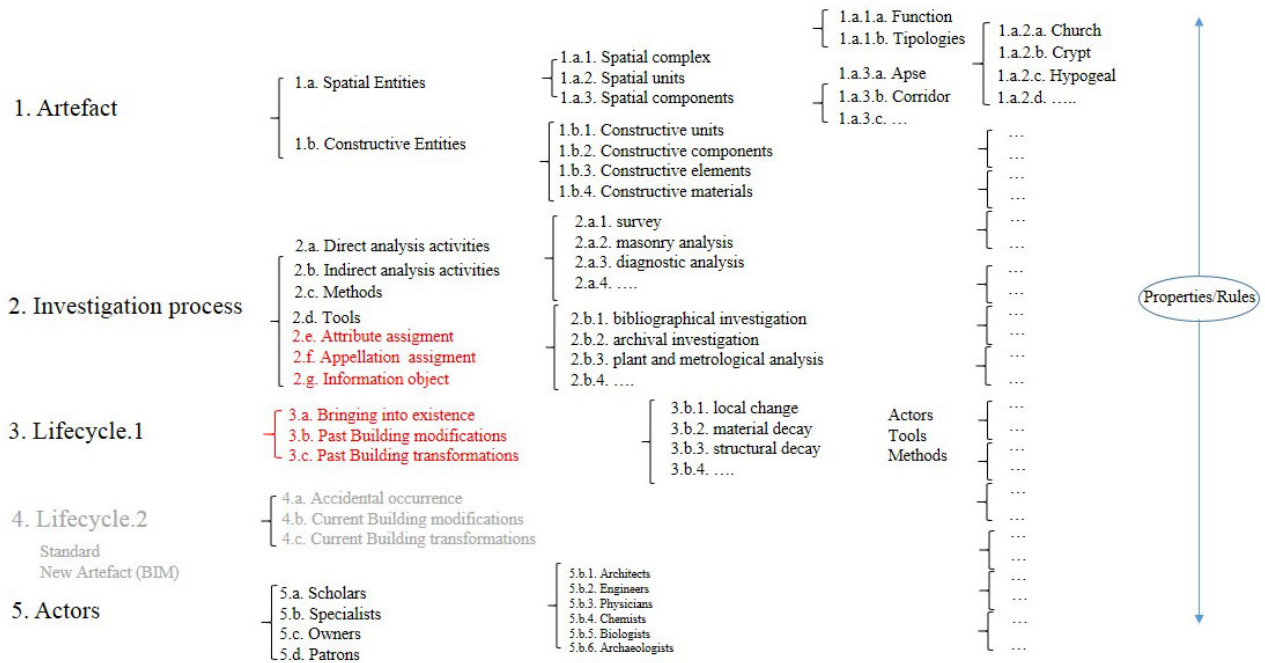


Figura 6. Organizzazione dei domini dell'Ontologia per l'Oratorio di S. Saba: sono indicati in rosso i domini di nuova creazione e in grigio quelli ipotizzati per formalizzare l'intervento di restauro.

L'aver elaborato il primo livello di rappresentazione su base concettuale e non geometrica ha consentito di seguire un processo di formalizzazione della conoscenza proprio a partire dai contenuti della disciplina del restauro, stabilendo, in particolare, un processo logico complessivo basato sulla dialettica fra analisi diverse e sintesi interpretative, del tutto coerente con la natura sistemica delle valutazioni richieste dallo studio dell'edificio, dalla proposta progettuale e dalla gestione conservativa nel tempo.

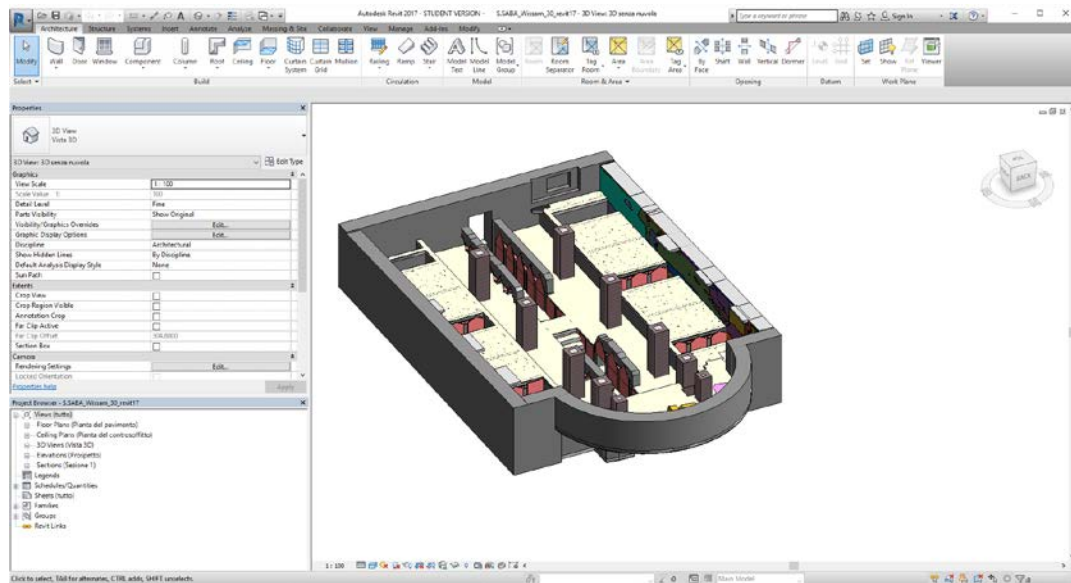


Figura 7. Modello BIM dell'Oratorio di S. Saba in Roma

3.3 I contenuti aperti

Come si è sopra accennato, il lavoro fin qui condotto può e dovrà svilupparsi ulteriormente: fra diverse problematiche rimaste ancora aperte ricordiamo alcune delle principali:

- implementare ulteriormente l'ontologia sinora sviluppata con la definizione di un più ampio spettro di classi e proprietà. Tale implementazione comporterà da una parte un approfondimento del confronto con altre ontologie esistenti e dall'altra l'applicazione del sistema proposto su altri casi di studio, così da verificarlo e raffinarlo ulteriormente;
- implementare ulteriormente l'ontologia sinora sviluppata mediante l'elaborazione di un maggior numero di regole per consentire il potenziamento della capacità inferenziale del sistema;
- recepire dalle implementazioni del sistema BHIMM nuovi input per la formalizzazione del progetto
- rendere più 'amichevole' il sistema di connessione fra ontologia e BHIMM già messo a punto.

4. Conclusioni

L'ontologia proposta si rappresenta pertanto come processo ermeneutico flessibile e aperto a nuovi sviluppi, consapevole della necessità di risolvere il cosiddetto '*Tower of Babel problem*' senza generare un esito da '*Newspeak problem*' (Fonseca & Martin 2005), ovvero di favorire un efficace scambio di informazioni – in grado di non generare confusioni ed equivoci – senza appiattire il ventaglio semantico dei significati in un lessico rudimentale e privo di sfumature.

Si tratta, pertanto, di superare il limite dato dalla semplificazione (strategia tradizionalmente utilizzata in ambito scientifico per favorire l'astrazione e la computazione dei problemi) lavorando, in maniera empirica, sull'esemplificazione, ovvero sull'analisi della realtà.

Per l'oratorio di S. Saba, pertanto, sono stati formalizzati in maniera piuttosto matura gli aspetti relativi alla caratterizzazione dell'artefatto e del processo d'investigazione e del '*Lifecycle*', mentre si sono soltanto configurati due scenari futuri, rispettivamente legati alla definizione di un progetto di restauro – rivolto all'ipotesi di eliminare i pilastri novecenteschi in laterizio e di sostituirli con altro tipo di presidio per

riguadagnare una spazialità più consona alla natura dell'ambiente – e alle problematiche di gestione, soprattutto finalizzate a mantenere l'attuale equilibrio presente nel sistema-ambiente.

In questa sede sono stati approfonditi alcuni aspetti della formalizzazione effettuata, al fine di far meglio comprendere la ricerca. Una particolare attenzione è stata dedicata alla modellazione delle caratteristiche spaziali dell'edificio, illustrando nello specifico l'oratorio di S. Saba e allargando poi l'analisi ad altri siti ipogei, così da chiarire la genesi del processo di formalizzazione dell'ontologia realizzato e da esplicitare le modalità utili alla sua implementazione (contributo di Maurizio Caperna e Silvia Cutarelli). Un ulteriore approfondimento è stato rivolto allo studio del sistema ambiente e delle connesse problematiche di degrado effettuato con l'ausilio dell'Istituto superiore per la Conservazione e il Restauro (contributo di Marta Acierno, Marco Bartolini, Carlo Cacace). Questi due diversi approfondimenti consentono d'illustrare le modalità di raccordo fra investigazioni multidisciplinari e aprono ai nessi fra descrizione dell'esistente e programmazione conservativa. Gli aspetti tecnici della formalizzazione, comprensivi del riferimento alla modellazione BIM condotta e al programma ponte programma ponte costruito per collegare i data-base sono trattati nel presente saggio di Marta Acierno (vedi anche Acierno et al. in press).

Bibliografia

- Acierno, Marta. et al. in press. Architectural Heritage Knowledge Modelling: An Ontology-Based Framework For Conservation Process, "Journal of Architectural Heritage"
- Arayici, Yusuf. 2008. Towards building information modelling for existing structures. "Structural Survey", 26, 3, 210 – 222.
- Babbetto, Roberto. 2015. Il Building Information Modelling (BIM) per il processo di conservazione del patrimonio costruito. "Il Progetto Sostenibile. Ricerca e tecnologie per l'ambiente costruito", XIII, 36-37, 192-197.
- Cacciotti, Riccardo. et al. 2013. Monument damage information system (MONDIS): an ontological approach to cultural heritage documentation. In ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, II, 5/W1 (<http://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/II-5-W1/55/2013/isprsannals-II-5-W1-55-2013.pdf>) [29.12.2016]
- Cacciotti, Riccardo. 2015. Integrated knowledge-based tools for documenting and monitoring damages to built heritage. The international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XL. 5/W7. 57-63.
- Carrara, Gianfranco. et al., 2014. Conoscere collaborare progettare. Teoria tecniche e applicazioni per la collaborazione in architettura. Roma: Gangemi.
- Fiorani, Donatella. 2014. Materiale/Immateriale. Frontiere del restauro. "Materiali e Strutture. Problemi di conservazione", III, 5-6, 9-23.
- Fiorani, Donatella. Acierno, Marta. 2017. Drawing, information and design: tools and perspective for conservation. In Ippolito Alfonso (ed.), Handbook of Research on Emerging Technologies for Architectural and Archaeological Heritage: 355-386. Hershey (Pennsylvania): IGI Global.
- Fonseca, Frederico. Martin, James. 2005. Toward an Alternative Notion of Information System Ontologies: Information Engineering as a Hermeneutic Enterprise. "Journal of the American Society for Information Science and Technology", 56, 1, 46-57.
- Gruber, R. Tom. Ontology, in Liu, Ling. 2009. Özsu M. Tamer (eds), Encyclopedia of Database Systems, Berlin: Springer-Verlag (<<http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>> [29.12.2016])
- Oldman, Dominic. Kurtz, Donna. 2014. The CIDOC Conceptual Reference Model (CIDOC-CRM): PRIMER. http://cidoc-crm.org/docs/CRMPrimer_v1.1.pdf [30.12.2006].
- Oreni, Daniela, et. al. 2014. Survey turned in HBIM: the restoration and the work involved concerning the Basilica di Collemaggio after the earthquake. In "ISPRS Annals of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences", II, 5, 267-273.

- Masolo, Claudio. et al. 2003. La prospettiva dell'ontologia applicata, “Rivista di Estetica”. 22, 170-183 (http://www.filosofia.it/images/download/argomenti/AAVV_Ontologia_applicata.pdf [29.12.2016])
- Peirce, Charles Sanders. Collected Papers of C. S. Peirce, C. Hartshorne, P. Weis, A. Burks (eds.), Cambridge (MA, USA) 1931-1958: Harvard University Press.
- Scianna, Andrea. et al. 2015. Sperimentazione di tecniche BIM sull'archeologia romana: il caso delle strutture rinvenute all'interno della cripta della chiesa dei SS. Sergio e Bacco in Roma, “Archeologia e Calcolatori”. Suppl. 7. 199-212.
- Settis, Salvatore. 2002. L'illusione dei beni digitali, “Bollettino ICR”. n.s., 5, 18-20.
- Sowa, John F. 2013. From Existential Graphs to Conceptual Graphs. “International Journal of Conceptual Structures”, 1, 1, 39-72.