

Ontologie e modelli di dati per l'informazione spaziale dei Beni Architettonici

Francesca Noardo

Politecnico di Torino, c.so Duca degli Abruzzi, 24 10129 Torino
francesca.noardo@polito.it

Riassunto

I Beni Architettonici presentano una gran quantità ed eterogeneità di dati, che è necessario gestire in modo opportuno per ottenere un'informazione efficace. Le esigenze e i requisiti da sempre riconosciuti (uniformità di schedature e catalogazione, condivisione e comunicazione dell'informazione per la conservazione e valorizzazione) si esplicitano ulteriormente nelle tecnologie dell'informazione e del web: gli strumenti teorici e informatici elaborati in questi settori possono essere impiegati efficacemente per gli scopi di rappresentazione e documentazione metrica. L'informazione spaziale, regolata da specifici standard, deve essere gestita in modo opportuno per non perdere la complessità caratteristica dei Beni Architettonici e deve essere integrata con l'informazione tematica che ne arricchisce imprescindibilmente la rappresentazione. Gli standard di settore esistenti vengono utilizzati, integrati, per ottenere una strutturazione dei dati che risponde alle esigenze di interoperabilità sancite dal web e dagli organismi internazionali. Le soluzioni teoriche vengono qui testate su un caso studio.

Abstract

Architectonical Heritage presents a wide quantity and heterogeneity of data, which it is necessary to manage in a suitable way in order to obtain an efficient information. The exigencies and the requirements always stated (unique catalogue methods, sharing and communication of the information for the preservation and the valorisation) are further confirmed by the information and web technologies: logics and informatics tools developed by these sectors can be efficiently employed for representation and metric documentation goals. Spatial information, following specific standards, must be managed in a suitable way in order not to lose the characteristic complexity of Architectonical Heritage and must be integrated with the thematic information which unavoidably enrich the representation. Existing standards are used, integrated, in order to obtain a data structuring which can respond to the exigencies of interoperability stated by the web and by the international organisations. Theoretical solutions are here tested on a case study.

Introduzione

Crescente attenzione è stata dedicata negli ultimi anni allo sviluppo di teorie e tecnologie che permettano l'utilizzo e lo scambio dell'enorme quantità di dati oggi in circolazione (sul web in primis) per ottenere un'informazione efficace, utile agli scopi di documentazione, progetto e sviluppo.

Per gli stessi obiettivi di interoperabilità, condivisione e armonizzazione dei dati si sono sviluppati linguaggi e schemi applicativi per la gestione dei dati spaziali e cartografici. In particolare sono noti il modello UML INSPIRE (<http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2/list/datamodels>), modello di riferimento per l'armonizzazione della cartografia a livello europeo, e il modello CityGML, (<http://www.citygml.org/>) standard internazionale per la rappresentazione semantica degli oggetti urbani redatto da OGC (*Open Geospatial Consortium*), organizzazione internazionale che ha come

principale obiettivo lo sviluppo di strutture per la condivisibilità dei dati spaziali (<http://www.opengeospatial.org/>).

Simili necessità sono affermate in campo di conservazione dei beni architettonici, per cui, a partire dalle prime Carte del restauro, si stabilisce la necessità di inventari e basi di dati di materiale documentativo per la corretta ed efficiente comunicazione e valorizzazione dei Beni. In anni recenti si sono sviluppati diversi standard per la catalogazione e la strutturazione semantica dei dati relativi ai Beni Culturali, da parte di diversi organismi: ICOM, ICOMOS, CIPA, Getty Research Institute, etc. Lo schema più diffuso, che rappresenta l'ontologia "core" per i beni culturali è il CIDOC-CRM (<http://www.cidoc-crm.org/>), elaborato dal CIDOC (*International Committee for Documentation*), dell'ICOM (*International Council of Museums*), che include i concetti base per il trattamento di dati tematici sui Beni Culturali e può essere ampliato per rispondere alle necessità dei singoli campi applicativi. Gli schemi esistenti però spesso prendono in considerazione solo superficialmente l'aspetto spaziale e metrico a grandissima scala dei beni architettonici (singoli elementi architettonici, relazioni reciproche, topologia), che vengono invece trattati dagli standard per la strutturazione dei dati cartografici. La lacuna di questi ultimi rimane però nel non poter specificare un vocabolario e una tassonomia di singoli elementi architettonici e nel tralasciare l'informazione tematica del bene culturale. Questa potrebbe essere colmata con la costruzione di una specifica ADE (*Application Domain Extension*), meccanismo previsto per l'ampliamento del modello CityGML per diversi campi applicativi.

I due modelli (CityGML e CIDOC-CRM) utilizzano linguaggi differenti, uno nato espressamente per la rappresentazione dei dati spaziali, OGC GML (*Geography Markup Language*), ISO 19136:2007 (<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>), e l'altro, RDF-OWL (*Ressource Description Framework – Ontology Web Language*), legato alla condivisione dei dati sul web, interfacciabile con qualsiasi altro dato del Semantic web (http://semanticweb.org/wiki/Main_Page.html), in quanto parte delle tecnologie note come Linked Data (<http://linkeddata.org/>). Entrambi utilizzano una struttura a "triple": soggetto-predicato-oggetto, in quanto entrambi derivano da RDF, è perciò possibile convertire un linguaggio nell'altro attraverso alcuni passaggi e alcune regole di conversione da impostare con modalità più o meno automatiche a seconda dei casi. Alcuni studi si stanno sviluppando in questa direzione (van den Brink et al., 2014). Una seconda possibilità per l'integrazione dei modelli è l'utilizzo del linguaggio geoSPARQL (*Geographic Query Language for RDF Data*), che permette di aggiungere un'estensione per la gestione dei dati spaziali alle strutture RDF, come è stato applicato per l'espansione del CIDOC-CRM nel progetto CRMgeo (Doerr et al., 2013). Infine è possibile sviluppare un'ADE di CityGML che permetta la gestione dei dati relativi ai Beni Culturali, come sviluppato da alcune ricerche (Costamagna, Spanò, 2013).

In questo caso vengono utilizzati dati strutturati secondo CityGML, che viene ampliato per inserire alcune entità presenti nel modello CIDOC-CRM; l'ampliamento potrebbe, in sviluppi futuri, servire da ponte tra i due modelli per ottenere una rappresentazione completa.

Una comune caratteristica di tali modelli è la struttura ad oggetti, che permette di gestire i costrutti di ereditarietà, polimorfismo e incapsulamento importanti per non perdere la complessità della rappresentazione dell'informazione ed evitare duplicazioni ed eccessive semplificazioni. Queste caratteristiche possono essere un limite per la gestione dei dati così strutturati con i comuni *software* di gestione database o GIS, che implementano per la maggior parte strutture relazionali o al massimo ibride (*object-relational*).

Schemi integrati per la modellazione dei dati

Come prima operazione si cerca un punto di contatto fra i due modelli, che dovrà servire da ponte nel momento in cui l'integrazione sarà completa. Si stabilisce la connessione tra l'entità *E18_Physical_Thing* del modello CIDOC-CRM, nella cui definizione rientrano gran parte delle entità trattate da CityGML, e l'entità *_BoundarySurface* presente nel modulo "*Building*" di CityGML, che è superclasse degli oggetti trattati nel caso studio. Schematizzando e semplificando il

modello, la connessione avviene come in figura 1: sono aggiunte le relazioni “*isBridgeToCIDOC*” tra *BoundarySurface*, inclusa nel modello CityGML e l’entità del CIDOC-CRM *E18_Physical_Thing*; inoltre vengono aggiunte l’entità CIDOC *E90_Symbolic_Object*, utile per documentare l’oggetto degli affreschi presenti sull’oggetto studiato e la proprietà CIDOC *P128_carries*, che collega E18 con E90.

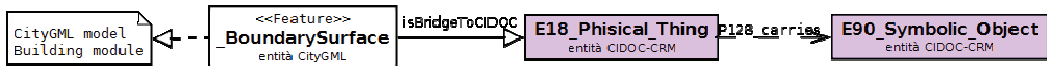


Figura 1 - Collegamento fra il modello di dati CityGML (a sinistra) e alcune entità dello schema CIDOC-CRM (inv viola, a destra).

Il caso studio

I dati gestiti sono relativi alle volte del salone d’onore della palazzina di caccia di Stupinigi (Nichelino –TO-), residenza di caccia di casa Savoia, costruita a partire dal 1729 su progetto dell’architetto barocco Filippo Juvarra. La volta è composta da una volta a vela centrale su cui si innestano quattro volte a catino con lunette per l’ingresso della luce, simmetriche due a due, collegate alla volta centrale da archi a tutto sesto. La geometria è stata rilevata per mezzo di un rilievo fotogrammetrico ed elaborata con tecniche di fotogrammetria – *structure from motion* (figura 2) nell’ambito di un lavoro di rilievo del Salone d’onore realizzato dal Laboratorio di Rilievo del Politecnico di Torino – DAD (Resp. arch. A. Spanò).

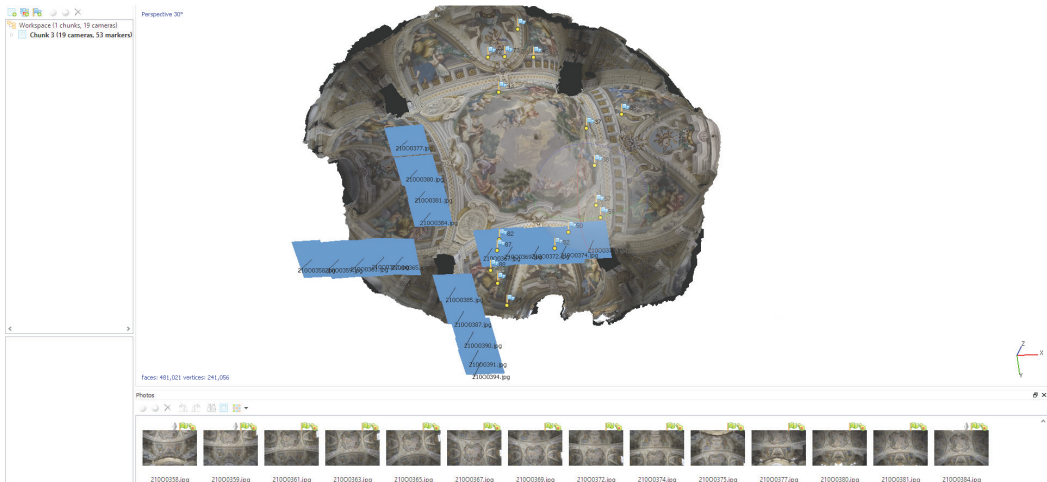


Figura 2 - Modello 3D texturizzato realizzato con software di fotogrammetria – Structure-from-Motion (Agisoft Photoscan).

La *mesh* ottenuta viene editata in appositi software di modellazione 3D (*3D Reshaper*, *Meshlab*...) segmentando le singole parti, da trattare indipendentemente. Il modello così segmentato viene esportato in formato COLLADA (*Collaborative Design Activity*), formato file di interscambio tra applicazioni 3D realizzato in codice XML che permette di importare *mesh*, oggetti 3d, materiali e *textures*, gerarchie di trasformazione, etc. (<https://it.wikipedia.org/wiki/COLLADA>). Il formato COLLADA può essere importato da ArcGIS come *multipatch*, tipo di geometria sviluppata da ESRI per trattare superfici 3D per mezzo di aggregazione di triangoli o poligoni tridimensionali (ESRI, 2008) (figura 3-4). In questo formato può essere editata l’informazione tematica connessa, sotto forma di inserimento di attributi nelle tabelle relazionali di ArcGIS (figura 5). In ArcScene è anche possibile visualizzare la texture del modello (figura 6).

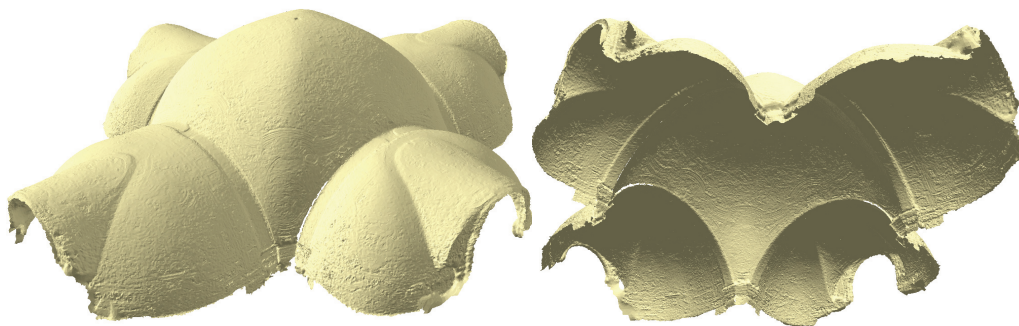


Figura 3 - Visualizzazioni del modello 3D convertito in ESRI Multipatch in ESRI ArcScene.

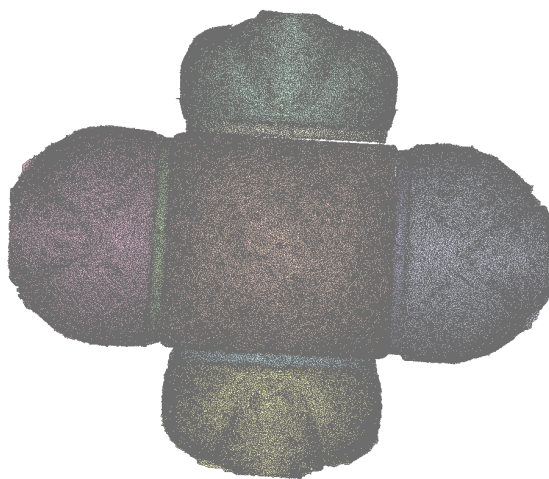


Figura 4 - Multipatch della volta segmentata visualizzato in ESRI ArcMap.

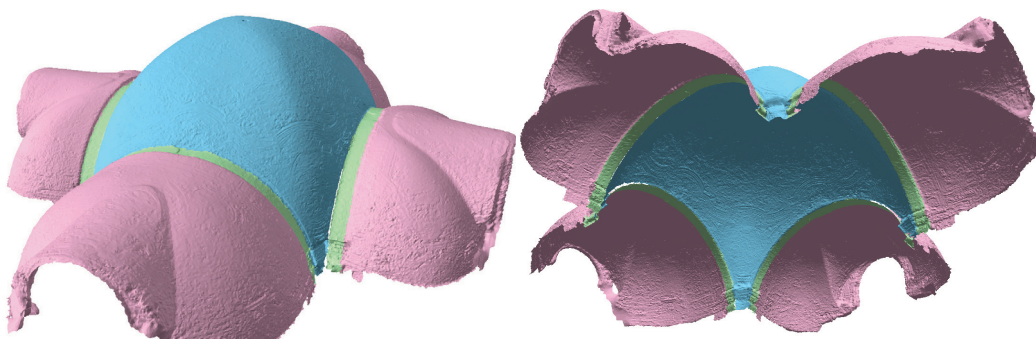


Figura 5 - Modello 3D tematizzato in base ai valori semantici inseriti attraverso l'editazione degli attributi in ESRI ArcGIS: blu – volta centrale; verde – archi di collegamento; rosa – volte laterali. Il modello è visualizzato e può essere interrogato in ESRI ArcScene.

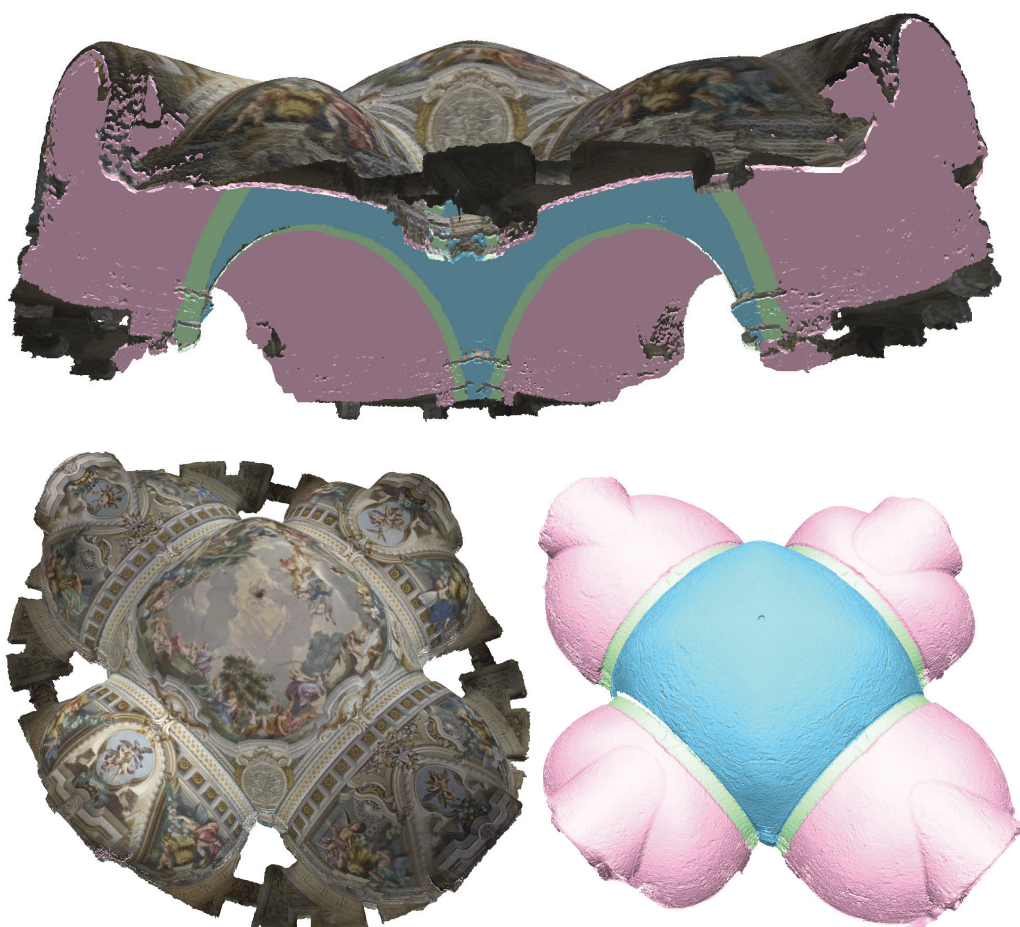


Figura 6 - Visualizzazione del modello 3D semantizzato con l'associazione della texture in ESRI ArcScene.

A il modello è esportabile in formato compatibile con CityGML, attivando l'estensione “*Data Interoperability*” di ArcGIS. Il file GML che ne deriva non possiede l'informazione semantica strutturata correttamente, poiché non è stata definita, ma viene generato un generico file GML, coerente con gli schemi generali di CityGML. Dal momento che invece è necessario definire semanticamente il valore delle superfici gestite, viene editato direttamente il codice XML del file GML (utilizzando il software *Altova XMLSpy*) in modo che la geometria delle volte, in formato *gml: MultiSurface*, venga inclusa in un file strutturato secondo lo schema del modulo Building di CityGML. In questo modo le geometrie vengono definite semanticamente come *CeilingSurface*, e vengono inoltre incluse le informazioni relative all'edificio di cui fanno parte (anno di costruzione, nome, indirizzo...) (figura 7).

Un ultimo passaggio consiste nell'inserimento del collegamento con l'entità *E90_Symbolic_Object* inserita all'interno dello schema di riferimento. Istanza di questa è il soggetto affrescato sulla volta centrale: il trionfo di Diana, che è significativo in quanto simbolo della funzione originaria della Palazzina, e può perciò essere fondamentale per la realizzazione di interrogazioni di dataset simili.

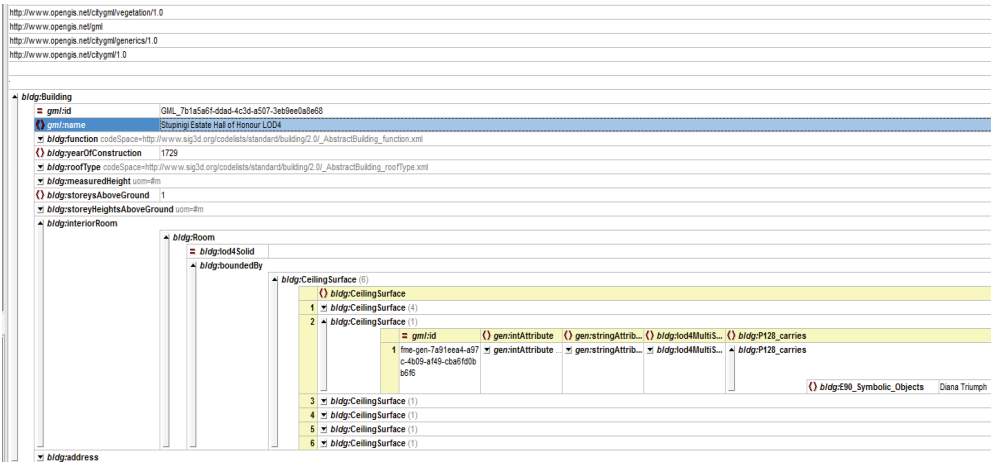


Figura 7 - Visualizzazione del codice XML del dataset strutturato secondo lo schema CityGML e ampliato con l'inserimento relativo a P128_carries E90_Symbolic_Object Diana Triumph.

I dati così strutturati possono essere letti da qualunque visualizzatore di dati GML e software che possa anche effettuare interrogazioni e ricerche sui dati divenuti così interoperabili e interscambiabili, essendo strutturati secondo schemi noti e condivisi (figure 8-10).

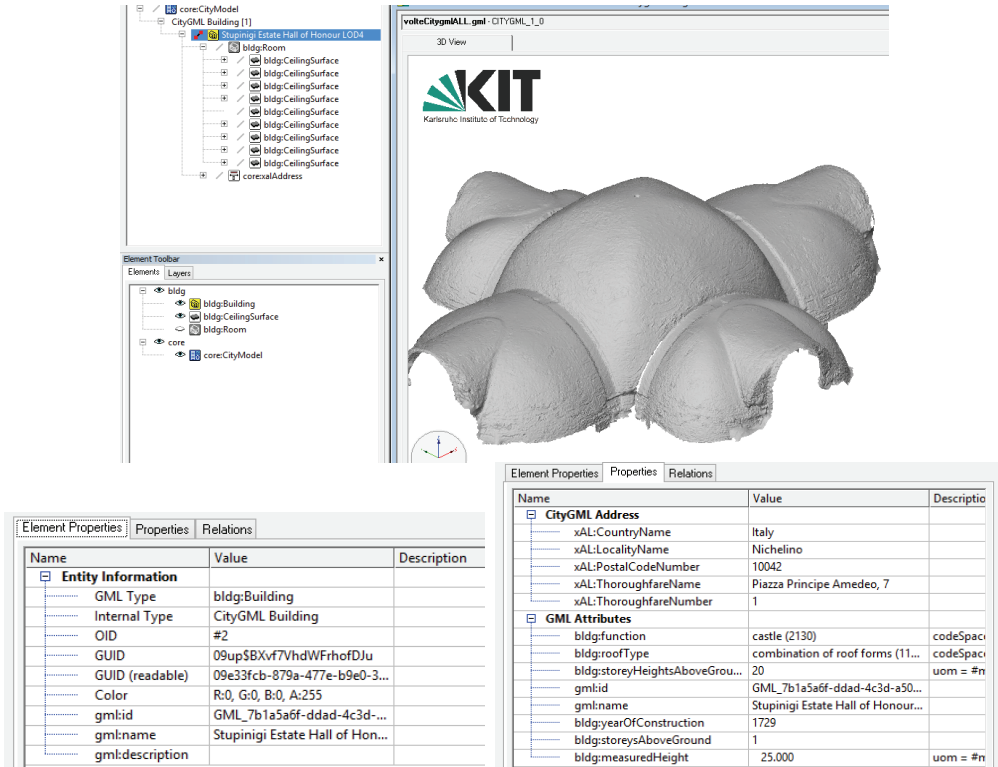


Figura 8 - Visualizzazione dei dati in GML con le informazioni relative all'edificio di cui il soffitto è parte (dati sull'elemento, a sinistra e attributi specifici, a destra).

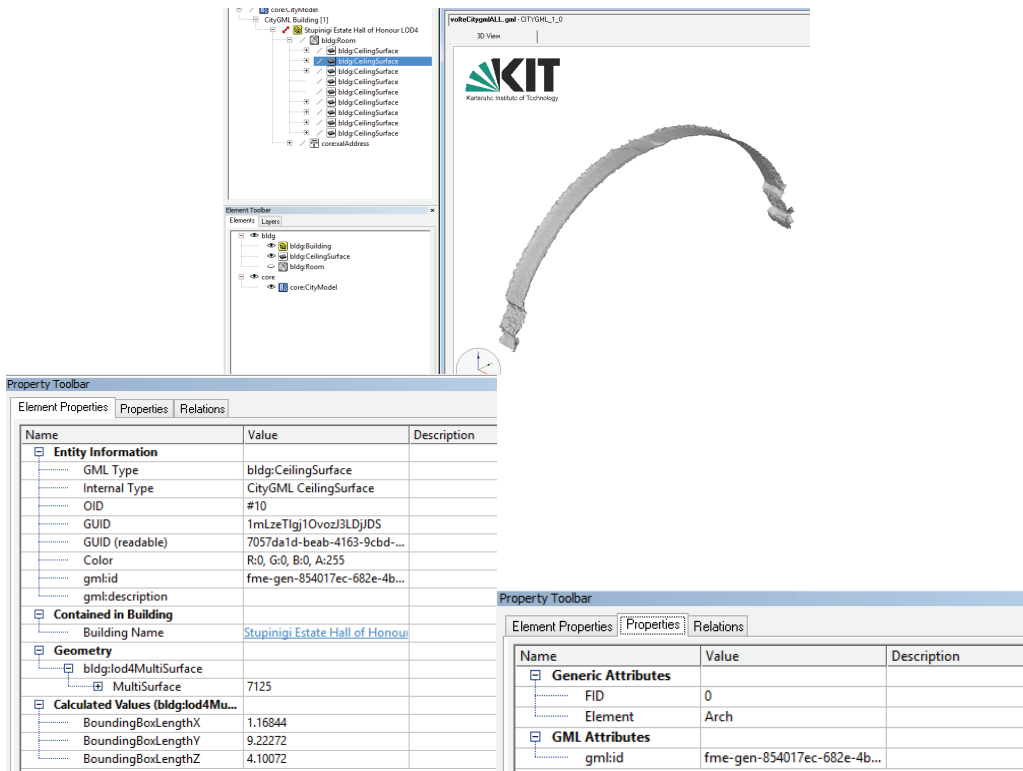


Figura 9 - Visualizzazione dei dati in GML con le informazioni relative all'elemento selezionato (dati sull'elemento, a sinistra e attributi specifici, a destra).

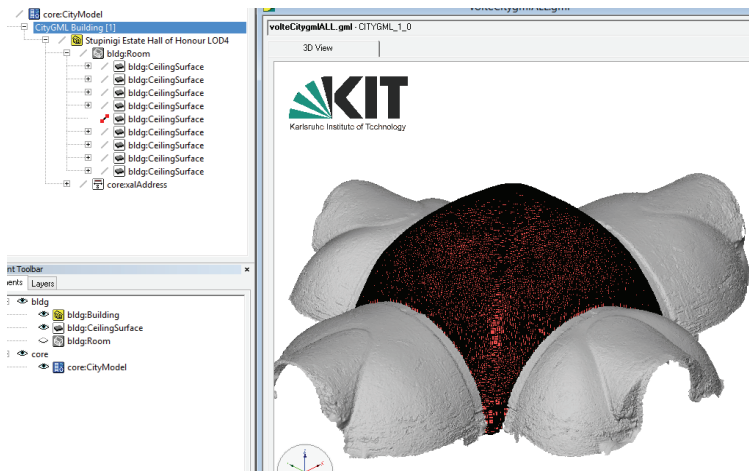


Figura 10 - Visualizzazione dei dati in GML con le informazioni relative all'elemento selezionato. Pagina successiva: (dati sull'elemento selezionato nell'albero gerarchico sulla sinistra, a sinistra, attributi specifici dell'elemento selezionato, in rosso, a destra, qui è possibile leggere il collegamento all'istanza di E90_Symbolic_Object "Diana Triumph").

Property Toolbar		
Element Properties Properties Relations		
Name	Value	Description
Entity Information		
GML Type	bldg:CeilingSurface	
Internal Type	CityGML CeilingSurface	
OID	#28	
GUID	2DLTnvnCj8wBbPOniRDWsa	
GUID (readable)	8d55dc79-c4cb-48e8-b959-631b1b360da4	
Color	R:0, G:0, B:0, A:255	
gmlid	UUID_8d55dc79-c4cb-48e8-b959-631b1b3...	
gml:description		
Contained in Building		
Building Name	Stupinigi Estate Hall of Honour LOD4 (#2)	
Geometry		
bldg:lod4MultiS...		
Calculated Values (bl...		
BoundingBox.e...	10.3653	
BoundingBox.e...	10.0398	
BoundingBox.e...	7.20811	

Property Toolbar		
Element Properties Properties Relations		
Name	Value	Description
Generic Attributes		
FID	4	
Element	Vault	
Diana Triumph		

Conclusioni

Secondo queste procedure l'informazione viene strutturata secondo schemi conosciuti e decodificabili sia dalle macchine, indipendentemente dall'applicazione o dal software specifico, per la generazione di query, ricerche e inferenze automatiche, sia dagli esseri umani, poiché il codice XML è visibile e interpretabile attraverso semplici editor di testo.

L'integrazione tra i modelli deve essere perfezionata: in questo articolo è stato individuato un possibile ponte tra i due modelli, ma il collegamento deve essere sviluppato attraverso una delle strategie disponibili: o l'implementazione di un'apposita ADE, o la traduzione di entrambi i modelli per l'utilizzo delle specifiche geoSPARQL per poter sfruttare i vantaggi dei Linked Data.

Negli sviluppi futuri dovranno essere migliorati gli aspetti di automazione per le diverse fasi del processo: per la segmentazione delle diverse parti architettoniche, per l'editazione degli attributi e per l'esportazione secondo i modelli e gli schemi disponibili, eventualmente integrati o collegati fra loro.

Riferimenti bibliografici

- Costamagna, E., Spanò, A. (2013) CityGML for Architectural Heritage: Model Implementation, Schema Extension and Preliminary Issues on Data Management. *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Developments in Multidimensional Spatial Data Models.*, Chapter: CityGML for Architectural Heritage, Springer, 219-237 DOI: 10.1007/978-3-642-36379-5_14
- Doerr, M., Hiebel, G., Eide, Ø. (2013). CRMgeo: Linking the cidoc crm to geosparql through a spatiotemporal refinement. *Institute of Computer Science, Tech. Rep. GR70013*.
- ESRI (2008), *The Multipatch Geometry Type*, ESRI White Paper, <https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/multipatch-geometry-type.pdf>.
- van den Brink, L., Janssen, P., Quak, W., Stoter, J. E. (2014). Linking spatial data: automated conversion of geo-information models and GML data to RDF. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 9.

<http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2/list/datamodels>

<http://www.citygml.org/>

<http://www.opengeospatial.org/>

<http://www.cidoc-crm.org/>

<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>

http://semanticweb.org/wiki/Main_Page.html

<http://linkeddata.org/>

<https://it.wikipedia.org/wiki/COLLADA>)