

Docfa 4, rappresentazione grafica vettoriale e integrazione 3D

Alberto Fronza, Stefano Dalla Torre, Giorgio Agugiaro

Servizio Catasto, via Gilli 4, 38121 Trento, Tel. +39 0461 491659, Fax +39 0461 491617,
e-mail: alberto.fronza@provincia.tn.it

Geopartner, via Lunelli 75, 38121 Trento, Tel. +39 0461 827987, Fax +39 0461 829322,
e-mail stefano@geopartner.it

3D Optical Metrology, Fondazione Bruno Kessler, via Sommarive 18, 38123 Trento, Tel. +39 0461 314913,
e-mail agugiaro@fbk.eu

Riassunto

Nelle province autonome di Trento e Bolzano è stata recentemente introdotta una nuova versione di Docfa, il software di ausilio ai professionisti per la compilazione dei documenti tecnici di aggiornamento degli immobili urbani. Nell'ambito del nuovo progetto, sviluppato per le province di Trento e Bolzano, al fine di completare il quadro della conoscenza e della rappresentazione degli elementi del territorio, l'amministrazione ha deciso di integrare le informazioni fiscali contenute nei documenti Docfa, con l'informazione relativa alla terza dimensione. Il nuovo software utilizza la nuova tipologia di elaborati grafici in formato vettoriale che integrano anche le informazioni utili alla rappresentazione 3D degli edifici. La funzione storica del Catasto, basata sulla rappresentazione grafica bidimensionale di identificazione dei diritti reali sul territorio, si arricchisce quindi, grazie ad un abile uso di tutto ciò che l'informatica e le nuove tecnologie mettono oggi a disposizione, di una nuova funzione spaziale.

In questo articolo si presentano la nuova interfaccia collegata ad una nuova banca dati integrata con le titolarità giuridiche presenti al Libro Fondiario ed il suo naturale sviluppo grazie all'uso del formato vettoriale, nonché uno studio in cui sono state indagate le possibilità offerte dall'integrazione delle nuove informazioni geometriche e semantiche del Catasto Fabbricati con CityGML. Lo standard CityGML permette la rappresentazione, la conservazione e lo scambio di modelli virtuali 3D di città mediante la definizione di criteri per la rappresentazione coerente di oggetti 3D rispetto alla loro geometria, la topologia, la semantica e l'aspetto. Se opportunamente integrata, quest'ultima generazione di informazioni 3D urbane può essere utilizzata per creare servizi intelligenti basati su informazioni geometriche, morfologiche e strutturali a scala urbana, utilizzabili dagli enti locali per una gestione integrata del territorio che può variare, per esempio, dalle infrastrutture (Becker et al., 2012), agli aspetti energetici (Agugiaro et al., 2012), alle emergenze (Kolbe et al. 2009), o in previsione di appoggiarsi al concetto di Smart City. Questo studio è stato fatto per valutare le criticità nel passaggio automatico di informazioni dal formato Docfa a quello di CityGML, con l'obiettivo di rendere evidenti le potenzialità di integrazione dei nuovi dati catastali a scala urbana.

Abstract

In the autonomous provinces of Trento and Bolzano a new version of Docfa has been recently introduced. This new version is aimed at improving the completion of technical documents for updating urban properties. In order to improve the 3D representation of territorial features (a process considered fundamental by the public administration), some vector-based information layers containing also data for the 3D virtual reconstruction of buildings have been added to the Docfa format, enhancing therefore the classical 2D representation of real properties.

This paper presents the new interface, connected with a new data center (“Catasto Fabbricati/Gebäudekataster”), that also integrates with the “Libro Fondiario/Grundbuch” used in the Trentino-Alto Adige/Südtirol Italian provinces, as well as its natural development thanks to the use of the vector-based format. Finally, the initial results of a case study to integrate the new 3D geometric and semantic information layers from Docfa and Catasto Fabbricati/Gebäudekataster into CityGML are presented. The OGC CityGML standard permits the representation and exchange of 3D virtual city models in that rules defined to correctly identify spatially and semantically each city object depending on its geometry, topology, semantic and appearance. The goal is the case study is to evaluate the required steps and potential problems when transferring information from Docfa to CityGML. In the continuously growing context of “Smart cities”, a standardized source of coherent spatio-semantic urban information is to be seen as the fundamental starting point to create new “smart services”.

Docfa 4: Caratteristiche salienti e novità

Le informazioni contenute nei documenti Docfa 4 comprendono l'insieme di tutte le caratteristiche dell'immobile richieste dal Catasto, inclusa la planimetria dell'immobile. La procedura Docfa viene utilizzata per la dichiarazione di nuova costruzione, di unità afferenti (parti nuove di un fabbricato già presente al Catasto) o per la denuncia di variazione di Unità Immobiliari già presenti in Catasto (es. fusione, frazionamenti, variazione della consistenza, ampliamenti, ristrutturazioni o cambio della destinazione d'uso). Un documento Docfa di nuova costruzione può riguardare la dichiarazione anche di un intero fabbricato composto da diverse Unità Immobiliari, individuato da diverse particelle edificiali aventi diverse intestazioni. Un documento Docfa di variazione può riguardare la modifica di una o più Unità Immobiliari individuate anche da diverse particelle edificiali ma con un'unica intestazione. Ai fini dello studio presentato in questo articolo è di particolare rilevanza la documentazione grafica presente in Docfa 4, che consiste in elaborati grafici in formato vettoriale rappresentanti la planimetria di ogni singola Unità Immobiliare (UI) corrispondente al singolo Subalterno.

In particolare, oltre a diversi altri elementi grafici ed informativi, sono contenuti in ogni planimetria le informazioni necessarie per poter ricostruire tridimensionalmente il fabbricato e i suoi elementi costituenti.

Di seguito vengono presentate le nuove caratteristiche introdotte in Docfa 4, con particolare attenzione a quelle riguardanti la documentazione grafica.

1. Punti di origine e di orientamento del fabbricato.

Questi punti costituiscono il marcatore di orientamento locale del fabbricato, univoco e comune per tutte le Unità Immobiliari.

Ogni poligono di Unità Immobiliare è collegato al marcatore di orientamento del fabbricato per mezzo del marcatore di Subalterno, questa modalità permette di posizionare correttamente e tridimensionalmente tutte le Unità Immobiliari nel fabbricato rispetto alla terna di assi cartesiani avente origine ed orientata usando tali punti.

Si veda a titolo di esempio la Figura 1.

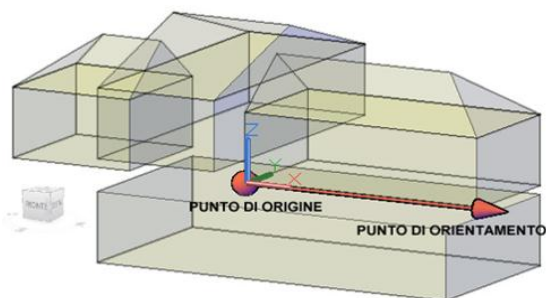


Figura 1. Sistema di orientamento del fabbricato.

2. Poligoni delle porzioni di piano del fabbricato riferiti alla medesima Unità Immobiliare (UI).
Per ogni piano del fabbricato, i poligoni sono disegnati comprendendo porzioni dello stesso Subalterno con quota e altezza costanti.
È necessario creare più poligoni riguardanti la stessa UI posta in uno stesso piano qualora vi siano porzioni anche non attigue aventi diverse quote di pavimento e/o di altezza.
Si veda a titolo di esempio la Figura 2.

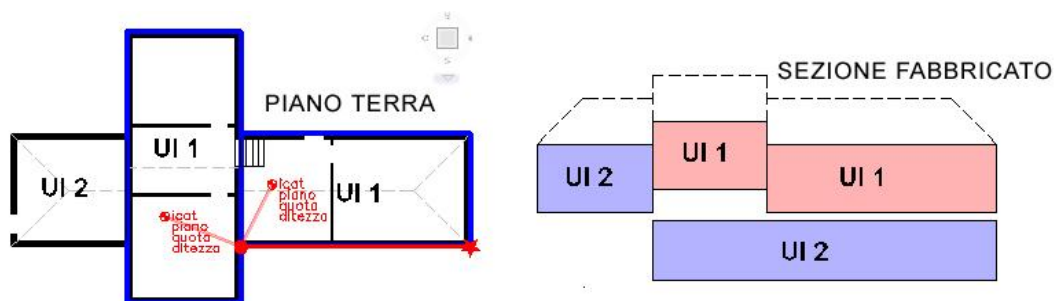


Figura 2. Modalità di costruzione dei poligoni di Unità Immobiliare.

3. Porzione di Unità Immobiliare e relativi marcatori di subalterno.
Ogni poligono UI è corredato di un marcatore di Subalterno contenente le informazioni utilizzate per la ricostruzione tridimensionale del fabbricato.
Il marcatore è costituito da una tupla di valori che rappresentano univocamente l'Identificativo Catastale (riga 1), il Piano di riferimento (riga 2), la Quota di riferimento del poligono rappresentato (riga 3) e l'Altezza media del poligono rappresentato (riga 4).
Si veda a titolo di esempio Figura 3.

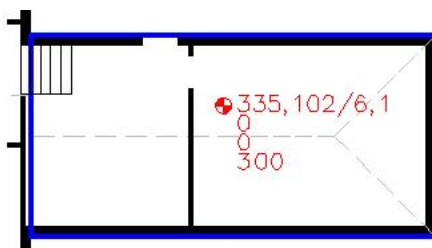


Figura 3. Marcatore di Subalterno.

4. Poligoni tipologia di ambiente (superficie lorda) e poligoni vano (superficie netta).

Per completare la rappresentazione di ogni Unità Immobiliare in Docfa è richiesto di disegnare i poligoni che racchiudono le aree di interesse catastale (in base alle tipologie di ambiente) ai fini del calcolo della superficie lorda (per le categorie da A ad F).

Si veda a titolo di esempio la Figura 4 (a sinistra).

Analogamente, è possibile disegnare un poligono per ogni singolo vano (per le Unità Immobiliari censibili nei gruppi A e B) allo scopo di identificare il numero e la superficie dei vani principali ed accessori diretti, oppure un poligono per ogni singolo locale delle Unità Immobiliari censibili nel gruppo C allo scopo di identificare il numero e la superficie dei locali principali, accessori diretti e accessori indiretti.

Ad ogni vano può essere associato un singolo marcatore contenente l'indicazione di altezza al fine del calcolo automatico dell'altezza media dell'Unità Immobiliare.

Si veda a titolo di esempio la Figura 4 (a destra).

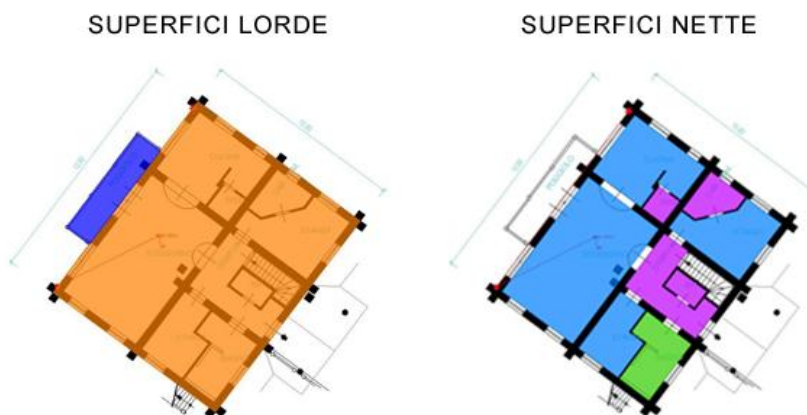


Figura 4. Rappresentazione superfici lorde e nette.

5. Ulteriori elementi aggiuntivi di modellazione.

Qualora una porzione del fabbricato presenti soffitti a forma complessa (quali ad esempio sottotetti o solai a volta) è possibile costruire, per mezzo degli elementi di modellazione, componenti ideali simili topologicamente e metricamente ai loro omologhi reali.

Si veda a titolo di esempio la Figura 5 (a sinistra).

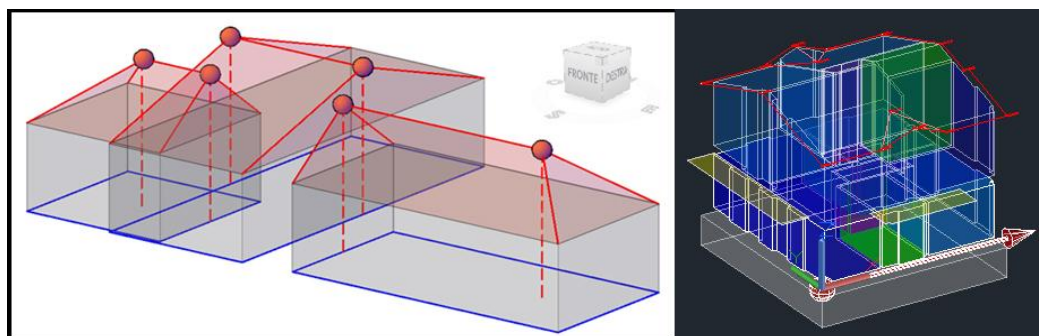


Figura 5. Punti e linee di modellazione.

6. Dati semantici e quantitativi.

Il documento di consegna di Docfa 4 è un file PDF che oltre a presentare la stampa dei moduli inclusi nella dichiarazione contiene un file XML che presenta l'insieme di tutti i campi e dei rispettivi valori necessari a descrivere ogni entità in esso contenuta (estremi catastali, ditte, intestati, unità immobiliari, subalternazione, volumetrie, dotazioni tecnologiche, caratteristiche costruttive, elementi estimali, ecc.).

In base alle informazioni geometriche e semantiche contenute nei documenti Docfa 4 è pertanto possibile ottenere una rappresentazione tridimensionale e consistente del fabbricato e delle sue Unità Immobiliari costituenti, eventualmente suddivise ulteriormente secondo i vani.

Si veda a titolo di esempio la Figura 5 (a destra) che rappresenta un fabbricato a partire dai dati contenuti nei documenti Docfa 4.

Il modello raffigurato è stato ottenuto mediante una procedura di assemblaggio manuale dei vani, rappresentati in Docfa 4, avvenuta in ambiente CAD.

Cenni su CityGML

CityGML è un modello informativo basato su XML che permette la rappresentazione, lo scambio e l'archiviazione di oggetti urbani tridimensionali.

Nasce dalla constatazione che negli ultimi 15 anni molti modelli virtuali di città si sono basati solo sulle caratteristiche geometriche, tralasciando quelle semantiche o topologiche.

Modelli di città puramente geometrici mal si prestano ad applicazioni che esulano dalla semplice visualizzazione, poiché interrogazioni di tipo semantico, o analisi tematiche o spaziali non sono essenzialmente possibili.

Per superare questo limite, CityGML definisce classi e relazioni per tutti gli oggetti di maggior rilevanza nel contesto urbano, con particolare attenzione agli aspetti inerenti la geometria, la topologia, la semantica e le caratteristiche fenotipiche. CityGML non comprende pertanto solo gli edifici, ma anche la rete infrastrutturale, la vegetazione e i corsi d'acqua, ecc.

Sono inoltre incluse regole e gerarchie di aggregazione e generalizzazione, al fine di garantire una rappresentazione a livello di dettagli multipli, in base all'applicazione richiesta (Stadler, Kolbe, 2007). Per maggiori dettagli sulla standard CityGML si invita a comunque fare riferimento alle specifiche pubblicate sul sito dell'OGC (Open Geospatial Consortium) www.ogc.org, o su www.citygml.org.

Per quanto riguarda gli edifici, CityGML prevede 5 livelli progressivi di dettaglio, da una semplice rappresentazione 2D a livello di dettaglio 0 (LoD0, Level of Detail 0), fino alla modellazione 3D via via più dettagliata anche degli interni al livello di dettaglio 4 (LoD4). Si faccia riferimento a Figura 7 (a sinistra) per una più agevole comprensione delle differenze esistenti tra i vari LoD.

A livello di interni, CityGML definisce classi e relazioni gerarchiche che permettono di arrivare ad un livello di dettaglio estremamente elevato, che include non solo porte e finestre, ma anche eventuali installazioni, impianti e oggetti d'arredamento (e pertanto maggiore di quanto ottenibile attualmente dai documenti Docfa 4).

Ciononostante, l'analogia esistente tra i dati Docfa 4 e le possibilità di modellazione spazio-semantiche offerte da CityGML sono evidenti, anche solo da un semplice confronto visivo intuibile dall'osservazione tra l'immagine in Figura 6 (a destra) e quella in Figura 7 (a destra). Va aggiunto che il maggiore livello di dettaglio offerto da CityGML va visto come una garanzia che i modelli generati da Docfa 4 possono essere riutilizzati anche in futuro ed, eventualmente, ulteriormente raffinati senza dover stravolgere il modello concettuale alla base.

Da queste considerazioni è nata l'idea di identificare e testare una procedura automatica di generazione di modelli 3D compatibili con CityGML a partire dai dati Docfa 4.

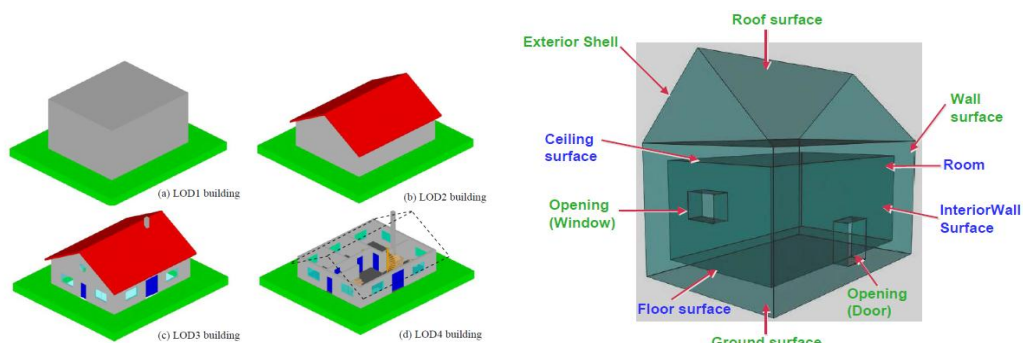


Figura 7. A sinistra: diversi livelli di dettaglio (LoD) dello stesso edificio secondo CityGML. A destra: dettaglio della scomposizione di un edificio in parti componenti secondo CityGML. Fonte delle immagini: Specifiche formato CityGML.

Da Docfa 4 a CityGML.

Nel contesto della generazione di modelli 3D a scala urbana, l'identificazione di una procedura automatica per estrarre i dati in formato Docfa 4 e per creare modelli 3D secondo lo standard CityGML, modellati non solo geometricamente, ma anche opportunamente strutturati ed "arricchiti" di tutte le informazioni semantiche necessarie, assume pertanto una rilevanza non secondaria nell'ambito delle nascenti "Smart cities".

A tal proposito si è scelto come case-study di ricostruire l'interno di un edificio di Trento, per il quale esistono sia i dati in formato Docfa, sia il modello LoD2 (quindi solo l'esterno), generato a partire dalla carta topografica di Trento (scala 1:2000) e dal DSM della Provincia di Trento (Macay Moreira et al. 2012). In Figura 8 è presentato l'edificio oggetto di studio, con alcune informazioni contenute nel fumetto derivanti dall'integrazione con il Catasto Fabbricati ed altre basi di dati fornite liberamente dal Comune di Trento.

Gli edifici sono modellati secondo CityGML e sono stati convertiti in formato KMZ al fine di poter essere visualizzati in Google Earth.



Figura 8. Visualizzazione di un gruppo di edifici di Trento modellati secondo CityGML ed esportati in formato KMZ per essere visualizzati in Google Earth.

Alla luce di quanto descritto precedentemente riguardo alle nuove caratteristiche del formato Docfa 4 e dello standard CityGML, l'estrazione, la conversione dei dati e la definizione della procedura sperimentale al fine della modellazione degli interni è stata effettuata con uno specifico software. I modelli creati ed esportati in formato CityGML sono stati poi importati nel database spaziale PostgreSQL/PostGIS, servendosi degli strumenti offerti da 3D City DB.

La procedura sviluppata è stata articolata nei seguenti passi:

1. In base ai dati presenti in Docfa 4 nel formato XML sono state create tabelle temporanee da utilizzare successivamente per l'assegnazione degli attributi alle entità geometriche.
2. Contestualmente, dagli allegati grafici consistenti in documenti in formato DXF, sono stati estratti i poligoni relativi agli spazi interni. Le informazioni contenute nei nomi dei Layer e i dati inseriti nei marcatori sono state utilizzate per generare proceduralmente le entità geometriche. I poligoni sono stati estrusi usando le informazioni sull'altezza, sono stati posizionati spazialmente in 3D usando la quota e i punti di origine ed orientamento, che hanno permesso di definire un unico sistema (locale) di coordinate. Le informazioni semantiche contenute nei marcatori sono state usate per identificare in modo univoco ogni entità geometrica, al fine di collegarla con i dati semantici estratti nel punto precedente.
3. È stata definita la matrice di rototraslazione per poter geo-riferire il modello nel sistema di coordinate usato per gli edifici in LoD2 (nel caso specifico: Sistema di coordinate UTM WGS84, datum ETRS89).
4. Grazie all'integrazione delle informazioni spazio-semantiche, si sono mappate le corrispondenze tra le classi Docfa 4 e quelle CityGML. In questa fase gli oggetti provenienti dai dati Docfa 4 sono stati integrati gerarchicamente con il modello LoD2 dell'edificio, ereditandone le caratteristiche.
5. Generazione del modello completo in formato CityGML e sua successiva importazione in PostgreSQL/PostGIS.
6. Ai fini della visualizzazione, il modello è stato esportato da PostgreSQL/PostGIS in formato KMZ (o Collada), formati supportati entrambi da Google Earth per la visualizzazione in 3D. Si veda a tal proposito Figura 9: a sinistra è raffigurato il modello comprendente solo i vani interni, a destra il modello completo, con le superfici esterne rappresentate in trasparenza.



Figura 9. A sinistra: visualizzazione del modello 3D dell'interno dell'edificio, ottenuto da dati Docfa 4. A destra, visualizzazione integrata dell'esterno (da dati topografici) e dell'interno dell'edificio (da dati Docfa).

Conclusioni

Nel presente articolo sono state presentate le caratteristiche salienti del nuovo formato Docfa 4 adottato a partire da ottobre 2013 dalle province autonome di Trento e Bolzano.

Il nuovo formato Docfa 4 completa la documentazione con elaborati grafici in formato vettoriale rappresentanti la planimetria catastale di ogni singola Unità Immobiliare e l'elaborato planimetrico

con la subalternazione. In particolare, in ogni planimetria sono contenute le informazioni necessarie per poter ricostruire tridimensionalmente il fabbricato e i suoi elementi costituenti.

Nell'ambito della generazione di modelli 3D di edifici, l'identificazione di una procedura automatica per trasformare i dati Docfa 4 e in modelli 3D, assume pertanto una grande importanza, soprattutto se si pensa alle potenziali applicazioni offerte dalle nascenti "Smart cities".

Le affinità semantico-spaziali esistenti tra i dati Docfa 4 e lo standard internazionale CityGML hanno suggerito di testare la generazione automatica di modelli 3D per creare o arricchire nuovi modelli. La procedura identificata e sviluppata, sebbene limitata in questa fase iniziale solamente ai vani interni di un edificio, ha dato risultati convincenti. Va detto che è per ora mancante la possibilità di geo-riferire automaticamente il modello generato, poiché non sono presenti tali informazioni nei dati Docfa attualmente disponibili.

Va detto tuttavia che il nuovo formato Docfa 4 non preclude a priori tale possibilità, garantendo pertanto di poter aggiungere in futuro le informazioni necessarie ad una corretta georeferenziazione dell'intero modello avvalendosi dei dati presenti nel Catasto Fondiario per garantire dignità cartografica al sistema di orientamento del fabbricato.

In conclusione, se la creazione di modelli urbani corrispondenti al LoD2 può oggi essere realizzata con procedure automatiche (a condizione di disporre di dati di input opportunamente strutturati e corretti) ed è comunque oggetto di ricerca a livello internazionale, la possibilità di arricchire i modelli di città virtuali con dati relativi agli interni degli edifici in modo automatico costituisce un elemento di innovazione significativo, oltre ad offrire innumerevoli opportunità di creare nuovi servizi ed applicazioni integrati a livello locale ed urbano.

Bibliografia

3D City DB, www.3dcitydb.org (ultimo accesso 30 settembre 2013)

Aguiaro, G., Nex, F., Remondino, F., De Filippi, R., Drogheiti, S., Furlanello, C., 2012, Solar radiation estimation on building roofs and web-based solar cadaster, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. I(2), pp. 177-182, XXII ISPRS Congress, Melbourne, Australia.

Becker, T., Nagel, C., Kolbe, T.H. (2011): Integrated 3D modeling of multi-utility networks and their interdependencies for critical infrastructure analysis. In: Kolbe, T.H., König, G., Nagel, C. (Eds.), Advances in 3D Geo-Information Sciences. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 1-20.

CityGML, www.citygml.org (ultimo accesso 30 settembre 2013)

FME, www.safe.com (ultimo accesso 30 settembre 2013)

Kolbe, T. H., Gröger, G., Plümer, L. (2008): CityGML - 3D City Models for Emergency Response, In: Zlatanova, Li (eds.): Geospatial Information Technology for Emergency Response, ISPRS book series, Taylor & Francis.

Macay Moreira, J. M., Nex, F., Aguiaro, G., Remondino, F., Lim, N., 2013. From DSM to 3D building models: a quantitative evaluation ISPRS Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. XL-1/W1, pp. 213-219.

Open Geospatial Consortium, www.opengeospatial.org (ultimo accesso 30 settembre 2013)

Stadler, A., Kolbe, T. H. (2007): Spatio-Semantic Coherence in the Integration of 3D City Models. In: Proceed-ings of 5th International ISPRS Symposium on Spatial Data Quality ISSDQ 2007 in Enschede, The Netherlands, 13-15 June 2007

Ringraziamenti

Parte di questo lavoro è stato realizzato in seno al progetto "3M: 3D Mapping, Monitoring and Modeling" (co-founded Marie-Curie Actions FP7 – PCOFOUND – GA-2008-226070, acronym "Trentino Project", Bando "Incoming Team 2009").

Gli autori desiderano inoltre ringraziare Andreas Donaubaue della Technische Universität München per i consigli e la collaborazione in alcuni aspetti inerenti la modellazione in CityGML in ambiente FME.