

City GML Model: smart cities e catasto 3D

Dino Buffoni (*), Roberto Revolti (*), Valentina Ferrari (**), Raffaele De Amicis (***),
Federico Prandi (***), Stefano Piffer (***)

(*) Servizio Catasto, Provincia Autonoma di Trento, via Gilli 4 – 38121 Trento, Tel 0461-491739, Fax 0461 491607,
dino.buffoni@provincia.tn.it

(**) Informatica Trentina S.p.A., via Gilli 2, via Gilli 2 – 38121 Trento, Tel. 0461 800633, Fax 0461 800436,
valentina.ferrari@infotn.it

(***) Fondazione Graphitech, Via Alla Cascata, 56/C - 38123 Trento – Italy, Tel. 0461 283394, Fax 0461 283398,
raffaele.de.amicis@graphitech.it

Abstract

Il lavoro intende presentare l'esperienza sperimentale di evoluzione del catasto della Provincia Autonoma di Trento da planimetrico a 3D, sfruttando lo standard interoperabile 3D City GML Model. Il modello 3D degli edifici, integrato con le informazioni del catasto fabbricati, le destinazioni d'uso degli edifici e relative rendite, la certificazione energetica, consentono di ottenere una base informativa completa e digitalizzata dell'edificato (rif. libretto del fabbricato informatizzato, L.P. 1/2008). Infine l'integrazione con altre informazioni relative al contesto urbano e territoriale, quali il reticolo stradale e fluviale, la localizzazione dei parcheggi, la modellazione dei marciapiedi (barriere architettoniche), qualificano la piattaforma 3D come infrastruttura abilitante per le smart cities, in grado di generare lo sviluppo di servizi innovativi a favore della cittadinanza, per es. informazioni localizzate e in tempo reale su mobilità e trasporti pubblici, localizzazione dei parcheggi, punti di interesse storico-culturale, localizzazione delle strutture pubbliche.

The paper intends to present an experimental work aiming to evolve the cadastral service of the Autonomous province of Trento from planimetric to 3D, throughout the 3D City GML Model Standard. The 3D Model of the buildings, together with other information, such as the cadastral information, buildings destinations, rents, energy certification, contributes to provide an exhaustive and digital-supported knowledge platform of the buildings (i.e. the building logbook, L.P.1/2008). Moreover the integration of the above knowledge with other information regarding the surrounded territorial and urban context, such as the road and river network, the parking localization, the sidewalks modeling (architectural barriers), allows the 3D Platform to become a smart cities enabling platform, aiming to provide innovative services to citizens, i.e. in terms of real time and geo-localized information about mobility, public transports, parking, cultural-historical interest points, public services and buildings, etc.

Verso le città e territori intelligenti con la Piattaforma i-SCOPE

La città contemporanea presenta numerosi aspetti di complessità, che la rendono un sistema articolato da gestire e da pianificare. In tale contesto la Pubblica Amministrazione ha un ruolo di responsabilità, perché pur confrontandosi con fenomeni complessi (quali l'aumento della densità e progressivo invecchiamento della popolazione, congestione causata da traffico, inquinamento e cementificazione, dequalificazione di alcune aree e gestione dei rifiuti), è chiamata ad erogare servizi pubblici di elevata qualità.

La gestione della complessità implica lo sviluppo di una ricca rete di sistemi tecnologici da cui è possibile raccogliere una grande quantità di dati e informazioni che descrivono il comportamento della città ed elaborare di conseguenza decisioni che permettono un funzionamento più efficiente del sistema urbano, trasformandolo in un ambiente sostenibile a livello economico (minori sprechi e

spese, connessione pubblico-privato, attrazione di capitali e risorse), sociale (promozione di inclusione, partecipazione e trasparenza) e ambientale (massima efficienza nell'utilizzo delle risorse e rispetto dell'ambiente). La disponibilità di informazioni sullo "stato del sistema", la possibilità di accedervi facilmente e la connettività diffusa sono condizioni fondamentali per lo sviluppo di una *smartness* urbana (Fistola, 2013). Tale disponibilità di informazioni deve essere disponibile in particolare per settori vitali quali la mobilità come ad esempio la conoscenza in tempo reale della posizione dei vettori del trasporto pubblico locale, l'informazione sui livelli di congestione da traffico veicolare nei diversi rami della rete su gomma, la consapevolezza sulla disponibilità di parcheggio presso la destinazione. Tutte queste informazioni possono, se organizzate, condizionare la scelta relativa alla modalità, al percorso ed ai tempi dello spostamento urbano.

Per questo la *Smart City* è una città che affronta in modo integrato tutte le problematiche legate ai sistemi che la costituiscono, è orientata ai cittadini ai loro bisogni e gestisce in modo sostenibile le proprie risorse, prendendo decisioni sulla base di informazioni aggiornate, certe e condivise, attraverso l'utilizzo di tecnologie digitali. Il concetto di *Smart City* rappresenta dunque una nuova idea di pianificazione e gestione dell'ambiente urbano e del territorio in ottica più sostenibile al fine di migliorare la qualità di vita dei cittadini. L'ICT è fattore abilitante della *Smart City* in grado di apportare nuova conoscenza ed intelligenza.

In tale situazione i dati geografici, e più in particolare le informazioni catastali, sono di fondamentale importanza ai fini delle *Smart Cities*. Incrociando tali informazioni con altre relative al contesto urbano e al territorio, quali il reticolo stradale e fluviale, la localizzazione dei parcheggi, la modellazione dei marciapiedi (barriere architettoniche), consentono di ottenere una base conoscitiva utile per abilitare tutta una serie di servizi innovativi volti ad ampliare l'informazione dell'utente e a migliorarne la qualità della vita.

La piattaforma i-SCOPE come infrastruttura abilitante per le smart cities

Il progetto *i-SCOPE*, "*Interoperable Smart City services through an Open Platform for urban Ecosystems*", ha l'obiettivo di sviluppare una piattaforma aperta basata su un modello 3D del territorio urbano (*3D City GML Model*) in grado, attraverso la modellazione precisa delle componenti urbane e un insieme integrato e interconnesso di flussi informativi e dati relativi al contesto urbano, di abilitare servizi innovativi e intelligenti per le *Smart Cities*: I servizi innovativi che per il momento *i-SCOPE* fornirà sono legati ai seguenti ambiti:

- ❑ ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici da fonti rinnovabili, attraverso servizi in grado di fornire una precisa valutazione della dispersione energetica e dell'eventuale sfruttamento del potenziale solare a livello di singolo edificio;
- ❑ miglioramento della mobilità e inclusione sociale degli utenti ipovedenti e diversamente abili fornendo informazioni circa percorsi alternativi ottimali, sulla base della localizzazione e profilazione delle esigenze della persona, della localizzazione delle barriere architettoniche presenti sul percorso, in modo da garantirne la mobilità. L'informazione potrà essere fornita attraverso smartphone, supporto sonoro e braille;
- ❑ riduzione dell'inquinamento acustico localizzando le aree affette da inquinamento acustico, anche attraverso Applicazioni mobili funzionanti su smartphone che consentono l'acquisizione di dati direttamente dal cittadino che opererà come un "sensore" nella rete urbana.

La piattaforma *i-SCOPE*, attraverso la modellazione 3D del territorio (secondo lo standard internazionale *3D City GML Model*) e la georeferenziazione d'informazioni di carattere ambientale, sociale e territoriale consente di ottenere **una base conoscitiva del territorio** utile sia ai fini della pianificazione territoriale (es. informazioni catastali geo-localizzate, localizzazione delle rendite, certificazione energetica edifici, etc.), ma anche per l'offerta di servizi innovativi a favore della cittadinanza, quali per esempio informazioni localizzate e in tempo reale su mobilità e trasporti pubblici, localizzazione dei parcheggi, punti di interesse storico-culturale, localizzazione delle strutture pubbliche.

Il 3D per progettare città intelligenti, a misura d'uomo: lo standard interoperabile 3D City GML Model

La piattaforma 3D *i-SCOPE* non offre solo una visualizzazione maggiormente efficace ma, sulla base dello standard internazionale *3D City GML Model*, consente di rappresentare gli oggetti urbani tridimensionali attraverso un modello geometrico e semantico dei dati.

Lo standard *3D City GML Model* è un modello aperto dei dati, basato su linguaggio XML, che consente di codificare la geometria tridimensionale dell'oggetto urbano e di associare ad esso una serie di attributi ed informazioni utili allo scambio degli stessi dati e a supporto di analisi complesse, necessarie a differenti scopi applicativi (quali ad es. sviluppo di diversi scenari di pianificazione urbana, simulazioni di disastri, gestione di servizi, ecc.).

Ciò evidenzia come la piattaforma 3D *i-SCOPE* non sia qualificabile come un semplice 3D geo-browser (quale ad es. Google Earth), in quanto consente di associare attributi ed informazioni ad ogni oggetto tridimensionale rappresentato. Tali informazioni sono contenute in un geo-database, che può essere interrogato attraverso *query* mirate dall'utente per estrarre informazioni specifiche rispetto all'ambito urbano rappresentato, per es. *«Estrarre tutti gli edifici entro un certo perimetro territoriale, o con una certa esposizione, o con specifiche caratteristiche energetiche, o con una certa altezza, etc.»*

Il modello *3D City GML Model* è diventato uno standard dell'Open Geospatial Consortium (OGC). Tale standard supporta cinque diversi livelli di dettaglio (LOD). All'aumentare del livello di dettaglio gli oggetti diventano sempre più particolareggiati sia per quel che riguarda la geometria sia per il tematismo.

I diversi LOD sono:

- LOD0: modello del terreno (DTM);
- LOD1: modello del blocco dell'edificio con o senza copertura;
- LOD2: modello dell'edificio con le texture delle coperture e delle facciate;
- LOD3: modello dell'edificio con il dettaglio dei particolari architettonici;
- LOD4: modello dell'interno degli edifici e navigazione dell'intero modello dell'edificio.

Le principali caratteristiche del modello sono:

- a) un uso di differenti livelli di dettaglio (dal LOD0 al LOD4) nella definizione geometrica e semantica degli oggetti;
- b) la definizione delle classi e relazioni dei più significativi oggetti del territorio urbanizzato e non, con particolare considerazione per le proprietà geometriche, topologiche, semantiche e di visualizzazione;
- c) un accorpamento del modello geometrico e di quello topologico;
- d) la definizione delle gerarchie di generalizzazione delle classi tematiche, dei vincoli, delle proprietà spaziali.

Verso un catasto 3D con il progetto i-SCOPE: il processo di implementazione

La proposta Catasto 3D nasce dalla volontà del Servizio Catasto della Provincia Autonoma di Trento di sperimentare l'evoluzione del catasto da planimetrico a 3D, sfruttando le potenzialità offerte dalla piattaforma *i-SCOPE*.

Per la visualizzazione dei dati provenienti dal Servizio Catasto sulla piattaforma 3D *i-SCOPE*, si è provveduto ad un'analisi dettagliata dei dati disponibili, dai quali è stato estratto un campione di test per il Comune Catastale di Sardagna (Trento), Comune Catastale di Sacco (Rovereto) e Comune di Canazei.

I dati utilizzati per l'implementazione Catasto 3D sono i seguenti:

- ☐ Cartografia catastale numerica e Informazioni Catasto Fabbricati fornite dal Servizio Catasto della PAT;
- ☐ Ortofoto 2006 e Modelli DEM del terreno (DTM/DSM) 2006/2008 forniti dal Servizio Urbanistica della PAT.

Su tali dati è stata compiuta una prima elaborazione di ottimizzazione e di analisi, per estrarre e combinare informazioni provenienti da più fonti.

In particolare, per la generazione del modello tridimensionale sono stati affrontati i seguenti passi:

- dalla mappa catastale in formato vettoriale si sono ottenute le informazioni relative alle particelle edificiali, quale limite sia dell'area edificabile che dell'impronta a terra degli edifici;
- a partire dall'impronta a terra e attraverso il confronto tra dati DEM del terreno (differenza DTM/DSM) è generato il modello tridimensionale degli edifici;

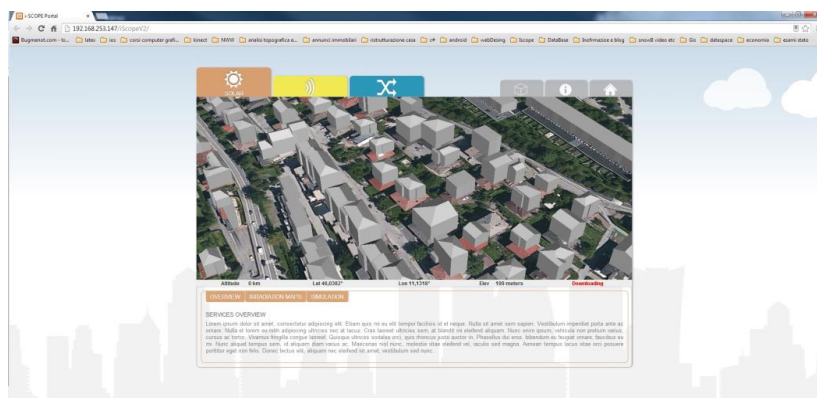


Figura 1. Il modello 3D cityGML visualizzato nel contesto web del portale i-SCOPE.

- combinando le informazioni presenti nelle *features* geometriche della mappa catastale con i dati forniti dal catasto fabbricati (planimetrie, unità immobiliari e subalterni, proprietà) è stato possibile collegare l'edificio 3D con le informazioni del fabbricato;
- considerando infine il "Libretto del fabbricato", si può pensare più estensivamente a collegare all'edificio 3D una serie più ampia di informazioni del fabbricato (per es. informazioni riguardanti la certificazione energetica dell'edificio, loro destinazione d'uso, etc.);

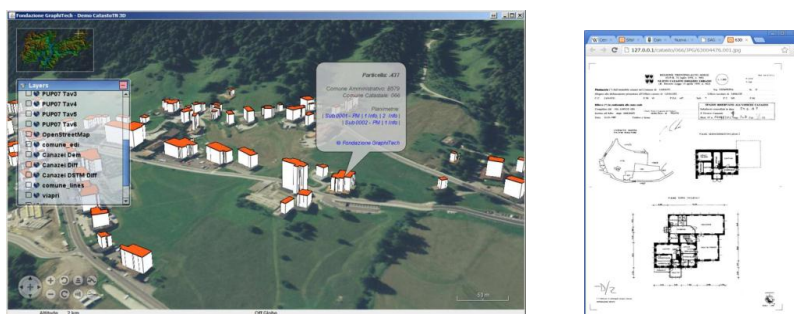


Figura 2. Il modello 3D con associate le informazioni catastali: cliccando sullo specifico subalterno visualizzato nel pop-up grafico nel contesto 3D, si aprirà la corrispondente planimetria.

- dall'analisi dei dati DEM/DSM sono state poi estratte mappe di altezza personalizzate con finalità ultima di geo-analisi statistica, al fine di facilitare l'operatore nell'individuare le differenze tra la situazione catastale e quella rilevata per esempio tramite LIDAR (mappe di differenze);

- una rappresentazione totalmente tridimensionale di un edificio può consentire la visualizzazione delle u.i.u. (unità immobiliari urbane), con il vantaggio di poter eseguire interrogazioni mirate verso uno o più appartamenti all'interno dello stesso edificio;
- infine il confronto tra i diversi strati digitali (mappe catastali, dati LIDAR, ortofoto) può supportare la P.A. in attività di verifica e controllo (anche in 3D!) su forme e posizioni degli immobili ed eventualmente monitorare le compatibilità della situazione rispetto a specifiche normative in atto.

La piattaforma 3D i-SCOPE come infrastruttura abilitante per le smart cities

La piattaforma *i-SCOPE* può dunque rappresentare una infrastruttura abilitante le *Smart Cities*, in quanto oltre a fornire una base informativa completa e digitalizzata dell'edificato offre una serie di servizi innovativi in ottica *Smart Cities* a vantaggio del territorio e dei cittadini.

Oltre all'applicazione Catasto 3D si descrivono nel seguito, a titolo esemplificativo, altri scenari applicativi abilitati dalla piattaforma *i-SCOPE* in ottica *Smart Cities*:

- “La città che produce energia” e applicazioni per un catasto energetico della città;
- “Il cittadino sensore dell'ambiente urbano”: la città intelligente si avvale della partecipazione attiva dei cittadini che fruiscono dei servizi innovativi e allo stesso tempo di trasmettono informazioni rilevanti relative al territorio, alla sicurezza, suggerimenti contestualizzati e geolocalizzati per una migliore gestione della città e del territorio.
- “La mappa che parla della città”: Una città intelligente è una città che sfrutta il potenziale delle tecnologie per valorizzare il proprio patrimonio culturale. La piattaforma *i-SCOPE* offre sulla mappa 3D del territorio la possibilità di navigare, localizzare e visualizzare itinerari tematici, punti di interesse con foto e breve descrizione;
- “Verso una mobilità inclusiva” per la libera mobilità dei cittadini sul territorio. Il servizio offre informazioni fruibili attraverso smartphone e tablet circa la localizzazione delle barriere architettoniche sul territorio e offre servizi di routing per guidare l'utente verso percorsi accessibili.
- “Pianificazione Urbana e Territoriale Integrata”, La Smart City è una città basata su una forte interconnessione e scambio di informazioni fra diversi attori che interagiscono all'interno della città stessa: pubblica amministrazione, multi utilities, società di trasporti, associazioni, cittadini, imprese, università, protezione civile, professionisti, studenti. Attraverso la disponibilità congiunta di informazioni urbane e territoriali provenienti dai diversi contesti *i-SCOPE* è in grado di offrire una base informativa completa e digitalizzata dell'ambito urbano e del territorio utile ai fini della pianificazione integrata.
- “Sicurezza e Protezione Civile”: la conoscenza completa dell'edificato, del modello 3D della città e degli edifici consente di pianificare in modo più efficace interventi per la sicurezza il pronto intervento e la protezione civile.

Un ulteriore fattore che contraddistingue la dinamica delle *Smart-Cities* è la capacità di trasformare l'utente finale del servizio non solo in un consumatore ma anche in un fornitore di servizi. Tramite le nuove tecnologie come smart-phones e banda larga l'utente se munito di adeguati strumenti e di metodologie di validazione può diventare un collettore d'informazioni trasformandosi in un sensore sul territorio.

Il progetto *i-SCOPE* consente di raccogliere, elaborare e visualizzare i dati di pressione sonora raccolti utilizzando un'applicazione mobile per smart-phones che registra i valori attraverso il microfono dello smart-phone stesso (www.noisetube.net). Una volta raccolta i dati con un approccio crowd-source questi vengono elaborati e visualizzati nel contesto del modello urbano 3D.

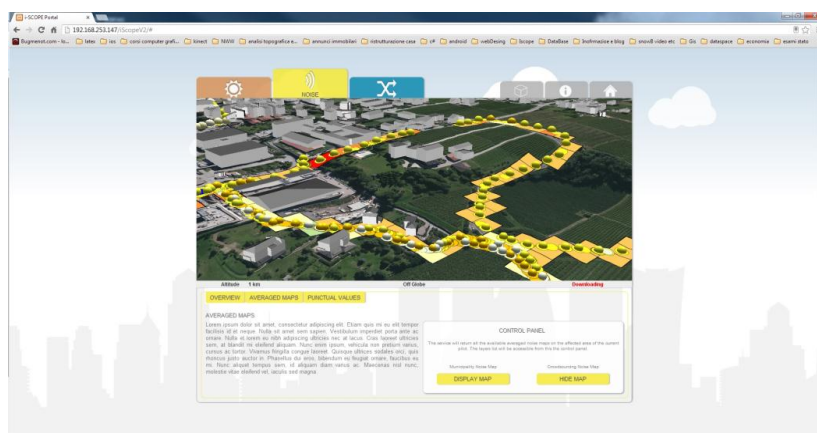


Figura 3. Valori di pressione sonora, puntuali e aggregate raccolte con approccio crowd-source e visualizzato nel modello 3D urbano.

La partecipazione dei cittadini è fondamentale per lo sviluppo di una *Smart City*, questa partecipazione deve però essere supportata da un'adeguata consapevolezza e coinvolgimento dei cittadini stessi. Questo processo deve essere guidato iniziando a coinvolgere dapprima i gruppi di utenti più motivati e coinvolti (es. associazioni volontariato, studenti, ecologisti), per poi estendere l'esperienza ad un insieme più ampio. Ciò consente di avere una base di informazioni consistente sia dal punto di vista numerico sia qualitativo.

Conclusioni

L'articolo presenta i risultati di una collaborazione tra i partner del progetto europeo *i-SCOPE*, Informatica Trentina S.p.A. e Fondazione Graphitech, con il Servizio Catasto della Provincia Autonoma di Trento, nella quale è stata esplorata la possibilità della generazione di un catasto 3D da un modello dati definito utilizzando lo standard *cityGML*.

Durante il progetto la banca dati planimetrica del catasto della Provincia Autonoma di Trento è stata trasformata in un modello urbano tridimensionale basato sullo standard *cityGML*. Il modello e la rispettiva banca dati, incluse le planimetrie raster, sono stati poi resi disponibili e consultabili all'interno di un geo-browser 3D.

La sperimentazione è stata realizzata nel contesto del progetto Europeo *i-SCOPE* che ha come obiettivo l'utilizzo del modello 3D definito in *cityGML* come base per lo sviluppo di servizi per le *Smart Cities*.

Riferimenti bibliografici

- Patti D., de Amicis R., Prandi F., D'Hondt E., Rudolf H., Elisei P., Saghin I.(2013), "i-SCOPE: Smart Cities and Citizens", Real Corp Conference, Roma 20-23 Maggio 2013;
- Ferrari V., Prandi F. (2013), "Quando i cittadini sono partner dell'innovazione "Costruisci con noi la smart city attraverso le crowd App di i-SCOPE!", newsletter LINK n.39, www.infotn.it;
- Prandi F., De Amicis R., Parslow P., Ford M., D'Hondt E. (2013), "Application Domain Extensions definition for crowd source and Volunteer Geographic Information for smart-cities services deployment", INSPIRE Conference, Firenze 27 Giugno 2013;
- Fistola R. (2013), "Smart City – Riflessioni sull'intelligenza urbana", Tema Jurnal Vol 6, N.1, April 2013.