

Il Geoportale del Comune di Genova: progettazione, implementazione e lessons learned

Tobia Di Pisa¹, Federico Rottura², Stefano Bovio¹, Cristina Olivieri², Elena Ausonio²,
Giannecchini Simone¹

¹ GeoSolutions, S.A.S.

tobia.dipisa@geosolutionsgroup.com

stefano.bovio@geosolutionsgroup.com

simone.giannecchini@geosolutionsgroup.com

² Comune di Genova, Direzione Tecnologie Digitalizzazione e SmartCity, Ufficio SIT,

frottura@comune.genova.it

colivieri@comune.genova.it

causonio@comune.genova.it

Abstract. Il geoportale del Comune di Genova è basato su tecnologia interoperabile che consente l'erogazione di flussi informativi seguendo standard e linee guida internazionali e nazionali (OGC, ISO, INSPIRE, AgID) per i servizi geospaziali. È un'infrastruttura ibrida costituita da software open source e proprietario, dove componenti quali GeoServer[1], MapStore[2] e GeoNetwork[3] vengono integrati in maniera trasparente con componenti proprietari quali Oracle Database, per mettere a disposizione degli utenti finali funzionalità avanzate quali GeoDashboard, GeoStory e visualizzazioni 3D.

Parole chiave: GeoPortale, 3D, OGC WMS, OGC WFS, OGC WPS, OGC CSW, Open Source, Lidar, 3D Tiles, Mesh

1 Il Geoportale del Comune di Genova

Il Comune di Genova già dagli anni '80 si è dotato di una struttura che permettesse di affrontare il tema complesso dei dati geografici. A partire da tale data sono stati molti gli sviluppi dell'infrastruttura, culminata con la pubblicazione dell'attuale Geoportale. Nel 2016 con finanziamenti del Programma Operativo Nazionale per le Città Metropolitane (PON METRO 2014-2020) il Comune di Genova ha deciso di potenziare la propria Infrastruttura Dati Spaziale con l'ambizioso obiettivo di condividerla basandola su tecnologie opensource che al tempo stesso permettessero la coerenza con le indicazioni nazionali e gli standard internazionali. La gara posta a bando è stata vinta da GeoSolutions che ha creato una complessa infrastruttura Open Source basata su differenti moduli replicabili in altre entità territoriali e migliorabili mediante la condivisione del codice aperto nella piattaforma GitHub.

La centralità del dato spaziale rimane al centro di molti progetti trasversali nella Pubblica Amministrazione: il dato assume un ruolo di "bene comune", unico, reperibile, accessibile, interoperabile e riusabile (F.A.I.R. - Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Tale scelta, rispettosa delle indicazioni di AgID (Agenzia per l'Italia digitale), è in linea con le necessarie azioni per le politiche d'interoperabilità e migrazione verso il Cloud che il Comune di Genova ha deciso di perseguire.

Ad oggi sono disponibili nel Geoportale circa 300 livelli informativi territoriali (Layers) che permettono di essere visualizzati all'interno delle mappe precostituite, reperibili dal catalogo o fruiti attraverso geoservizi sviluppati secondo standard internazionali (OGC - Open Geospatial Consortium).

2 Un'infrastruttura GIS Ibrida

2.1 Visione d'insieme

Per supportare l'iniziativa del Geoportale, il Comune di Genova ha collaborato con GeoSolutions[10] in quanto azienda strettamente coinvolta nei più importanti progetti Open Source a livello mondiale in campo geospaziale e quindi in grado di fornire il necessario supporto al dispiegamento ed alla customizzazione (ove necessario) dei componenti necessari ma anche alla formazione del personale stesso in modo da renderlo quanto possibile indipendente nella gestione ordinaria dell'infrastruttura. Con questa scelta il Comune di Genova ha optato di investire le risorse economiche verso il mondo Open Source per eventuali customizzazioni, bug fix e revisioni dell'implementazione dell'infrastruttura in ottica riuso come stabilito da AgID.

Il Geoportale del Comune di Genova è raggiungibile all'indirizzo <https://mappe.comune.genova.it/MapStore2/> e facente parte della più ampia infrastruttura geospaziale raggiungibile all'indirizzo <https://smart.comune.genova.it/geoportale>.

In termini di funzionalità si è deciso in fase progettuale di seguire per quanto possibile le indicazioni contenute nei documenti facenti capo alla direttiva INSPIRE (standard OGC e ISO) in modo da garantire la standardizzazione delle banche dati, metadati e geoservizi destinati a un pubblico più ampio possibile. Nel seguito le funzionalità previste:

- Disseminazione di mappe via servizio Web Map Service (WMS), per tale funzionalità si è scelto il software Open Source GeoServer
- Disseminazione dei dati vettoriali via servizio Web Feature Service (WFS), per tale funzionalità si è scelto il software Open Source GeoServer
- Disseminazione di dati raster via servizio Web Coverage Service (WCS), per tale funzionalità si è scelto il software Open Source GeoServer
- Ricerca risorse e disseminazione di metadati tramite servizio Catalogue Service for the Web (CSW), per tale funzionalità si è scelto il software Open Source GeoNetwork

Accanto ai servizi appena introdotti si è sviluppata un'interfaccia semplice e allo stesso tempo robusta comprensiva delle funzionalità di ricerca, visualizzazione e download di dati geospaziali con lo scopo di fornire uno strumento ready-to-use per tutti gli utenti che desiderano usufruire di tali servizi digitali direttamente online: in questo caso la scelta è caduta sul software Open Source MapStore. Nella scelta dei building block dell'infrastruttura si è tenuto conto di alcuni punti cardine. Sono stati presi in considerazione il grado di diffusione e maturità del software Open Source, la semplicità di integrazione con il software COTS preesistente in modo da massimizzare il riuso dell'infrastruttura esistente e minimizzare la necessità di customizzazioni e l'eventuale utilizzo di un supporto commerciale, anche a fini formativi.

2.2 Componenti principali

Nel seguito si introducono i building block per il supporto al Geoportale del Comune di Genova.

GeoServer

Per quanto riguarda i servizi WMS e WFS vengono erogati tramite un cluster di istanze di GeoServer in High Availability in modo da ottenere maggiore robustezza e scalabilità. GeoServer è un server Open Source rilasciato sotto licenza GPL per la gestione e la disseminazione di dati geospaziali secondo specifiche edite dall'Open Geospatial Consortium (OGC) e dall'ISO Technical Committee 211 (ISO TC 211). GeoServer fornisce gli strumenti di base per creare Infrastrutture di Dati Territoriali o Spatial Data Infrastructure (SDI), e le funzionalità per ingerire, gestire e servire dati geospaziali vettoriali (feature) e raster (grid coverage), ma anche per creare e disseminare mappe georeferenziate.

Nell'ambito del progetto, GeoServer è stato configurato dal personale del SIT in collaborazione con GeoSolutions per servire, via WMS, WFS, WCS, WMTS e KML, dati serviti con formati GeoTiff e Shapefile o dal cluster Oracle, costituenti le basi dati dell'Ente. Per ottenere la migliore erogazione possibile del servizio, è risultato utile formare i tecnici comunali sulla configurazione di base del server e dei livelli geografici

in tutta la loro complessità. In fase di design si è posta particolare attenzione sulle eventuali performance del sistema, soprattutto in relazione alle risorse hardware che sarebbero state a disposizione dello stesso Sistema. A tal fine, sono stati utilizzati i servizi di tile caching che si frappongono normalmente fra i servizi WMS classici e i client web orientati ai tile come Google Maps, OpenLayers in modo da intercettare le richieste, fare caching su supporti di massa e quindi alleviare il carico sopportato dal server WMS finale. GeoServer non è quindi costretto a creare continuamente nuovi rendering di dati poiché questi vengono archiviati sottoforma di cache, con lo scopo di garantire una scalabilità dei servizi a parità di risorse hardware.

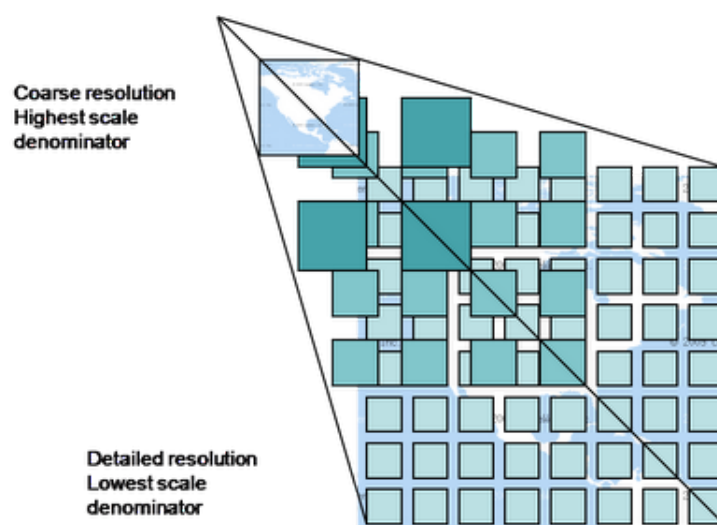


Fig. 1. Esempio di GridSet per il Tile Caching lato client

Nello specifico, per le funzionalità di accelerazione di mappe orientate ai tiles, è stato scelto il prodotto Open Source GeoWebCache (rilasciato con licenza LGPL) il quale si integra con le istanze di GeoServer per le funzionalità di rendering dei dati geospaziali. GeoWebCache supporta vari protocolli per le mappe tilizzate come Tile Map Server (TMS), WMS Cached (WMS-C) e Web Map Tiled Service (WMTS) che risultano standard OGC. La configurazione delle piramidi di tiles per gli innumerevoli layer pubblicati in GeoServer via WMS è stata fatta dai tecnici del Comune di Genova in collaborazione con il personale di GeoSolutions.

MapStore

Il prodotto Open Source utilizzato per la costruzione del Geoportale è MapStore, webgis sviluppato da GeoSolutions per creare, salvare e condividere in modo semplice e intuitivo mappe, GeoStory e GeoDashboard selezionando dati geospaziali resi disponibili tramite protocolli standard come WMS e WFS.

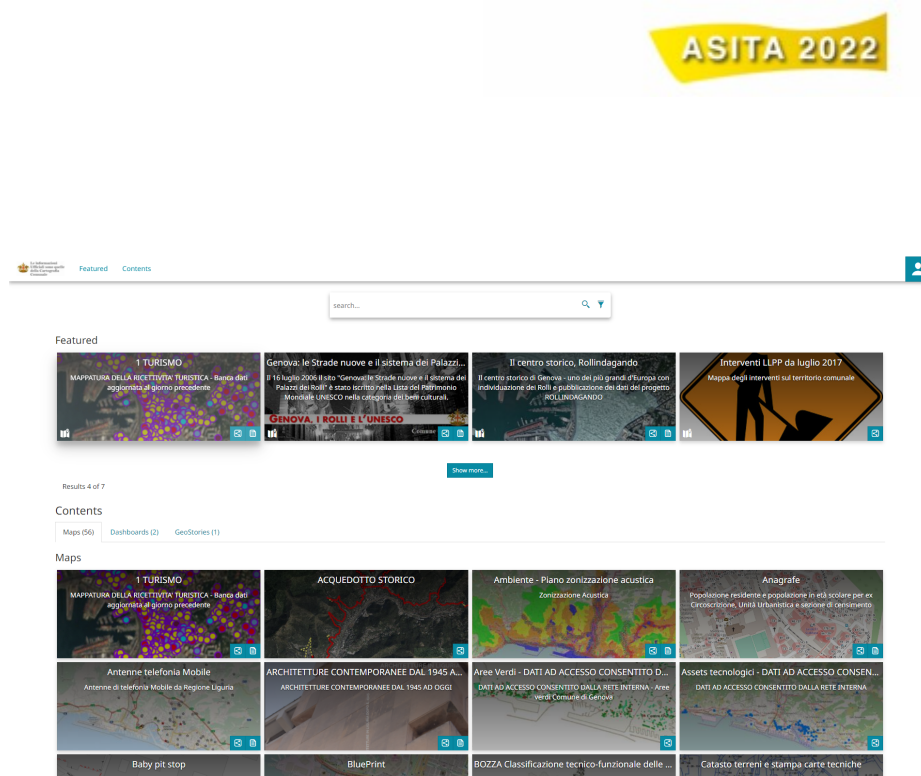


Fig. 2. Homepage di MapStore, Geoportale del Comune di Genova

MapStore si compone di alcuni componenti principali: il motore di stampa basato sulla libreria Open Source MapFish[11], la libreria JavaScript di MapStore stesso che costituisce la parte visibile dell'applicativo, un proxy HTTP/HTTPS per la mitigazione delle limitazioni dovute alle restrizioni dei browser sulle chiamate Cross-Origin Resource Sharing (CORS) (come WMS GetCapabilities o WFS GetFeature) ed infine GeoStore, il backend di gestione della configurazione, degli utenti e dei permessi. MapStore permette attraverso un'unica interfaccia di ricercare, condividere e gestire definizioni di mappe, GeoStory e GeoDashboard, il tutto interagendo con il proxy HTTP/HTTPS e GeoStore il quale costituisce un servizio di repository di risorse geospaziali usato in questo caso per gestire le definizioni delle risorse create dagli utenti.

Il framework MapStore si basa sull'ecosistema di librerie Javascript di ReactJS[12] e, fra le altre, sulla libreria di charts Plotly[13]. In fase di design si è deciso di non legarsi a nessun framework di web mapping in modo univoco ma di introdurre un livello di astrazione che permettesse di utilizzare diversi motori a seconda delle necessità. MapStore usa prevalentemente OpenLayers[14], ossia il motore di default quando MapStore viene usato da dispositivi standard, ma è in grado di usare Leaflet[15] che è invece il motore di default in caso di utilizzo da dispositivi mobili e Cesium[16] per il rendering di dati nativamente tridimensionali.

GeoNetwork

GeoNetwork è un prodotto Open Source rilasciato con licenza GPL; esso è disponibile gratuitamente con il proprio codice sorgente, quindi non richiede nessuna licenza di utilizzo. Viene utilizzato per la gestione e la disseminazione di metadati e risorse ad essi associati secondo standard editi dall'Open Geospatial Consortium (OGC) e dall'ISO Technical Committee 211 (ISO TC 211), con il ruolo di catalogatore delle

Spatial Data Infrastructure (SDI) interoperabili. Esso fornisce le funzionalità di editor metadati, portale di ricerca, registry e repository e supporta l'harvesting dei metadati da altri server così come la federazione via remote search.

GeoNetwork è il prodotto Open Source di riferimento per la gestione dei metadati geospaziali in ottica INSPIRE o RNDT. GeoNetwork è sviluppato basandosi sui migliori framework Java Enterprise. Caratteristiche fondamentali di GeoNetwork sono modularità, estendibilità e configurabilità.

3 Funzionalità avanzate di fruizione dei dati

In questa sezione andremo ad approfondire alcune delle caratteristiche fondamentali del Geoportale del Comune di Genova.

3.1 Hybrid GIS Platform

L'infrastruttura del Comune di Genova è una infrastruttura ibrida, dove componenti open source si fondono con componenti proprietari in modo trasparente. Questo è un modus operandi fondamentale per massimizzare il riuso delle infrastrutture esistenti di basso livello e per ridurre l'impatto dell'introduzione dei componenti Open Source. In particolare, l'integrazione con il database geospaziale in uso al Comune di Genova, ossia Oracle Spatial, è stata fondamentale per una più veloce adozione ed evoluzione della infrastruttura.

3.2 Gestione avanzata dei permessi di accesso

Particolare attenzione è stata posta sulla gestione dei dati sensibili e sulla protezione di questi ultimi dall'accesso pubblico. Gli applicativi MapStore e GeoServer sono stati configurati con vari livelli di autenticazione (tra cui SPID per l'utente finale, ma anche Active Directory per gli utenti interni) e con la possibilità di effettuare un unico login (Single Sign On) quando si navigano i dati.

Un'estensione di MapStore e di GeoServer è stata messa a disposizione per il controllo granulare degli accessi agli strati informativi; essa permette di specificare regole di accesso per utenti, gruppi di utenti ed anche classi di IP (in modo da avere dati ad accesso limitato alla rete interna) che permettano non solo di decidere se uno strato richiede accesso autenticato o meno, ma di permettere anche di specificare quale area geografica di quali dati e/o quali attributi (o addirittura record) possono essere acceduti da specifici utenti o gruppi di utenti; questo permette un livello di gestione dell'accesso al dato in modo granulare.

3.3 GeoDashboard, GeoStory ed altre visualizzazioni avanzate dei dati

Nel corso del Progetto si è posta particolare attenzione sulla fruizione avanzata dei dati geospaziali, oltre quelle che sono le solite funzionalità di mapping dei geoportali. Si è quindi deciso di investire sulla creazione di modalità di fruizione alternative come GeoDashboard e GeoStory.

Tramite le GeoDashboard è possibile costruire in modo semplice delle Dashboards dove collegare visualizzazioni tabellari, grafici e mappe di uno o più strati geospaziali in modo che possano interagire o meno tra di loro come mostrato in figura 3. L'obiettivo è di dare maggiore risalto alla dimensione non spaziale dei dati e di poter creare visualizzazioni che possano mettere in risalto anche le componenti statistiche dei dati. Il tutto senza la necessità di ricorrere all'uso di complessi applicativi di Business Intelligence (BI) che richiedono sforzo significativo di capacity building e gestione rispetto a quelle che spesso sono sia le risorse che i bisogni comunicativi (interni ed esterni) ed operativi della componente geospaziale di un comune, anche di medie e grandi dimensioni come il Comune di Genova. Un tipico esempio di utilizzo è la creazione e la comunicazione di report ed indicatori avanzati in tempo reale alle figure manageriali da parte di chi si occupa di gestire i dati geospaziali; la funzionalità di GeoDashboard permette di coprire una buona parte di questi bisogni in modo semplice e veloce.

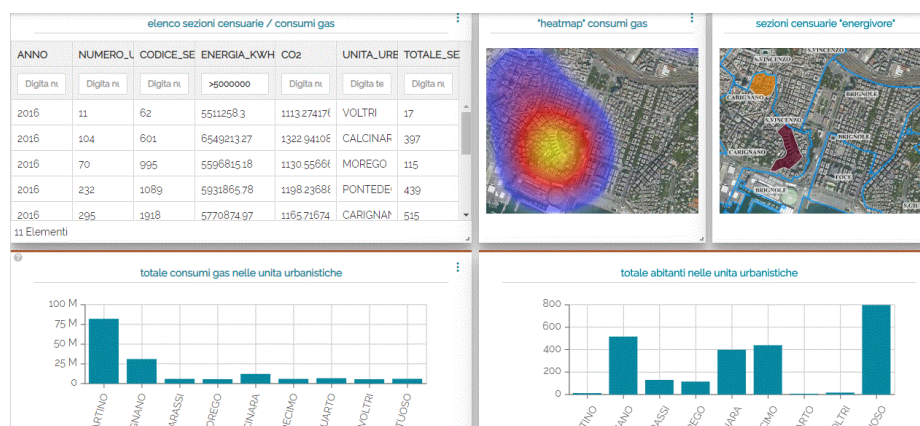


Fig. 3. Esempio di GeoDashboard per la visualizzazione dei dati di accessibilità.

In maniera analoga si è deciso di introdurre uno strumento di storytelling geospaziale, GeoStory appunto, che permette di fondere mappe, dashboard, video, audio, grafici, immagini ed HTML per raccontare delle *storie* in modo comunicativo e innovativo andando oltre la dimensione delle comuni mappe.

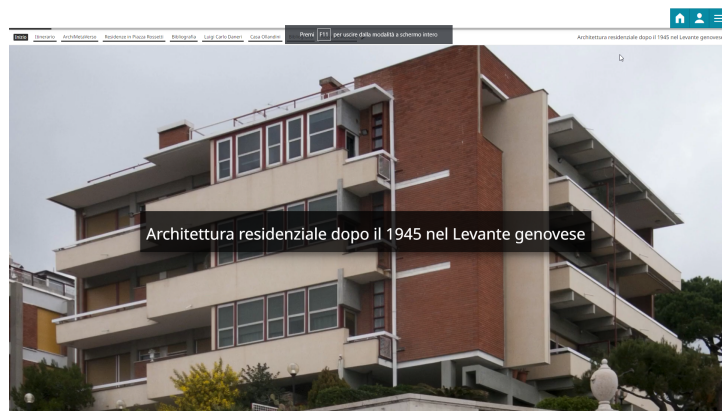


Fig. 4. Esempio di GeoStory per la visualizzazione dei dati dell'architettura contemporanea a Genova.

Entrambi gli strumenti sono stati pensati per poter comunicare in modo più efficace le informazioni rappresentate dai dati geospaziali che altrimenti rimarrebbero “nascoste” agli occhi degli utenti non tecnici o comunque di non chiara fruizione.

3.4 Gestione dei contesti

Una notevole potenzialità nell'utilizzo di MapStore risiede nella possibilità di creare contesti applicativi personalizzati ovunque ci sia la necessità di disporre di visualizzatori differenziati per specifiche destinazioni d'intervento.

MapStore mette a disposizione un avanzato strumento di amministrazione che consente la creazione di contesti applicativi in cui il visualizzatore può essere personalizzato a vari livelli in base agli scopi di utilizzo. Attraverso un wizard l'amministratore ha infatti la possibilità di creare molteplici contesti in cui possono essere personalizzati in base alle finalità sia il nome (URL dedicato per ogni visualizzatore), la mappa di base e i livelli, sia l'insieme dei plugins disponibili e la loro configurazione così come il tema del visualizzatore stesso. Le autorizzazioni sui contesti così creati possono inoltre essere gestite come tutte le altre risorse di MapStore (mappe, GeoStory e GeoDashboard) consentendone un accesso pubblico piuttosto che privato a gruppi di utenti selezionati. Tutto questo si traduce in uno strumento molto potente che garantisce e caratterizza l'estrema versatilità del prodotto nel suo insieme.

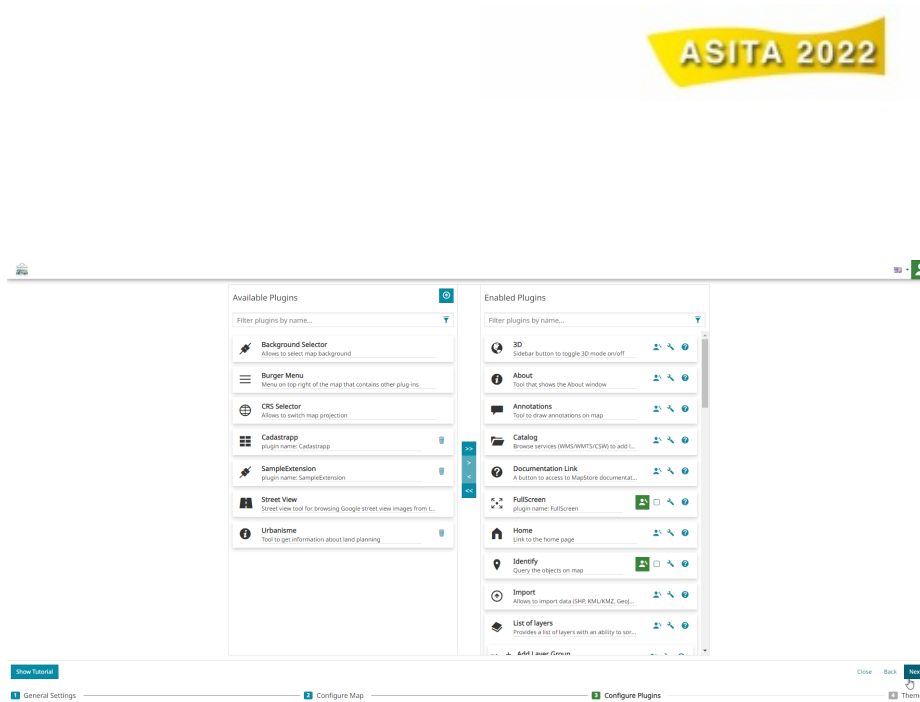


Fig. 5. Esempio di wizard per la configurazione di un contesto applicativo.

3.5 Fruizione da device mobile e simili

Particolare attenzione è stata posta nel supportare la fruizione da dispositivi mobile e dispositivi alternativi (come i totem di supporto al turista) in modo da allargare quanto possibile la base di utenti del Geoportale.



Fig. 6. Visualizzazione mappa del turismo su dispositivo mobile

3.6 Interrogazione avanzate

Il Geoportale permette una serie di funzionalità di interrogazione avanzate dei dati tramite interazione avanzata con i protocolli OGC WMS, WFS e WPS. Tramite il Geoportale l'utente finale ha a disposizione:

- la possibilità di filtrare dinamicamente i layers vettoriali tramite query builder visuale creando sofisticate query spaziali e/o alfanumeriche sugli attributi tramite protocollo OGC WFS, usufruendo dell'autocompletamento implementato tramite protocollo OGC WPS;
- la visualizzazione del risultato della query in un widget tabellare e/o la sincronizzazione della vista su mappa;
- l'esportazione dei dati oggetto della query o la creazione di un nuovo layer virtuale con il risultato della query stessa;
- la creazione dei grafici con il risultato della query effettuata.

Risulta inoltre possibile accedere alla vista di interrogazione veloce dove si possono creare dei semplici filtri interagendo direttamente con le colonne della vista tabellare dei dati geospaziali.

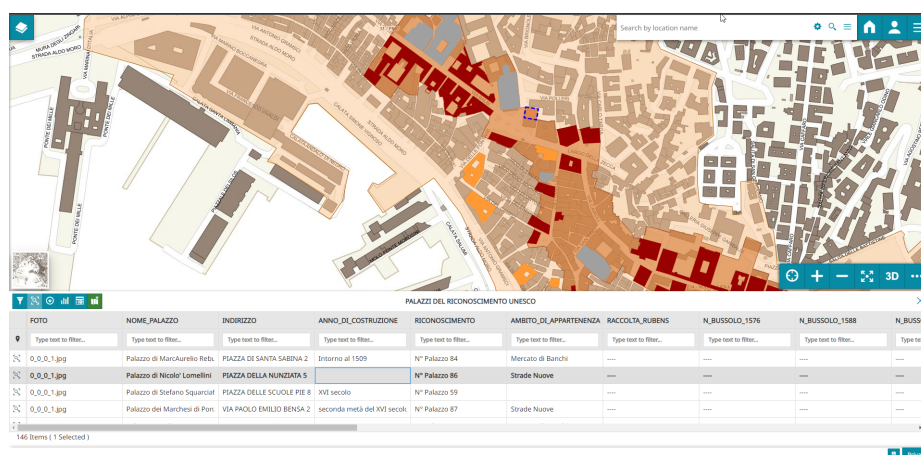


FOTO	NOME PALAZZO	INDIRIZZO	ANNO DI COSTRUZIONE	RICONOSCIMENTO	AMBITO DI APPARTENENZA	RACCOLTA RUBENS	N_RUSSOLO_1576	N_RUSSOLO_1588	N_RUSSO
0,0,0,1.jpg	Palazzo di Marc Aurelio Rebi	PIAZZA DI SANTA SABINA 2	Intorno al 1509	N° Palazzo 84	Mercato di Runchi	---	---	---	---
0,0,0,1.jpg	Palazzo di Nicolò Lomellini	PIAZZA DELLA NUINZIATA 5	XVI secolo	N° Palazzo 86	Strade Nuove	---	---	---	---
0,0,0,1.jpg	Palazzo di Stefano Squarciaf	PIAZZA DELLE SCUOLE PIE 8	XVI secolo	N° Palazzo 59	---	---	---	---	---
0,0,0,1.jpg	Palazzo dei Marchesi di Poni	VIA PAOLO EMILIO BENSA 2	seconda metà del XVI secoli	N° Palazzo 87	Strade Nuove	---	---	---	---

Fig. 7. Visualizzazione tabellare dei dati di un layer del Geoportale a seguito di query

3.7 Gestione dati 3D

Durante il 2022 particolare attenzione è stata posta sulla disseminazione e visualizzazione dei dati 3D. Lo sforzo si è concentrato inizialmente sulla fruizione dei dati in formato 3D Tiles, uno standard in via di discussione in seno all'OGC e che è stato proposto dall'azienda che ha sviluppato il motore di web mapping Cesium. Nello specifico, si è lavorato alla fruizione dei dati tipo Lidar, ma anche modelli 3D e foto aeree in modo che dati da fonti diverse si possano fondere nel Geoportale con i dati

geospaziali a disposizione del Comune di Genova ed estendere così le funzionalità esistenti.

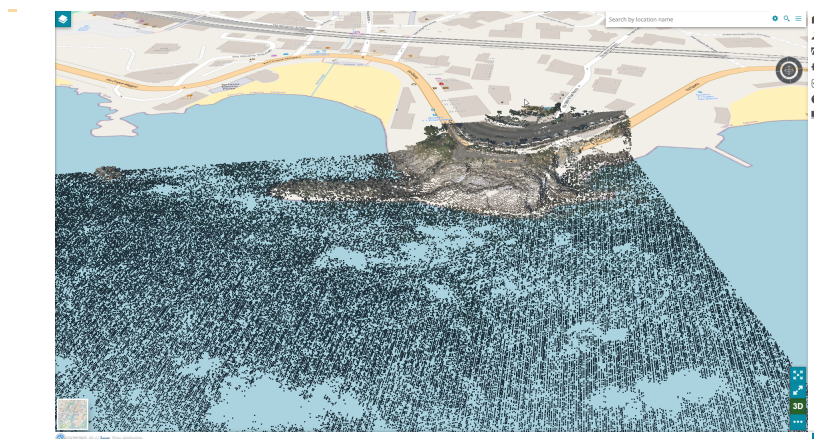


Fig. 8. Esempio di visualizzazione di un sottoinsieme dei dati Lidar del Comune di Genova.

4 Riflessioni finali ed evoluzioni future

Il lavoro descritto in questo articolo non rappresenta il punto di arrivo per il progetto del Geoportale del Comune di Genova, ma una milestone di un percorso più ampio. Tale percorso ha avuto come primo obiettivo raggiunto gli sviluppi informatici dell'infrastruttura spaziale Open Source dell'Ente orientati in particolare alla condivisione del dato, sia a livello internazionale (progetti europei, e.g., GIS4EU, TRANSFORM) che in ottemperanza alle linee guida AgID della PA, in termini di trasparenza, riuso e partecipazione verso il progetto Geoportale.

Negli ultimi anni l'attenzione è stata indirizzata alla creazione della Urban Digital Twin di Genova, attraverso la quale l'Ente ha come prerogativa il coinvolgimento di cittadini, centri di ricerca, università, aziende, liberi professionisti ed eventuali finanziatori al fine di realizzare un ecosistema di stakeholder e un'economia circolare di dati geospaziali. La continua crescita di servizi digitali territoriali pubblici (open-to-all) che consentano l'accesso in tempo reale ai dati anche in forma interoperabile, apre la strada anche a servizi innovativi geospaziali 3D (3Dtiles) secondo protocolli e formati internazionalmente riconosciuti e standard.

In questa prospettiva la collaborazione dell'ufficio SIT con GeoSolutions ha posto le basi per sviluppi informatici innovativi verso il mondo tridimensionale digitale anche attraverso la fruizione di nuove funzionalità 3D interne a MapStore quali la visualizzazione, l'interrogazione, l'integrazione e la misurazione di quella che è stata definita la "città metrica digitale". Nel Comune di Genova è stato avviato un progetto nel quale tutti gli interventi urbanistici (urban planning) in aree della città vengono presentati attraverso il Geoportale in una visualizzazione 3d nelle diverse fasi di lavoro.

Lo stato attuale “as is” e il come verrà “to be” vengono presentati al cittadino con un rendering simulato del progetto e integrati in una città 3d costruita con dati reali misurabili e georiferiti. In questo settore, il Comune di Genova è tra le prime amministrazioni in Italia che sfrutterà le tecnologie Open Source MapStore e GeoServer, consentendo una maggiore crescita del valore economico e qualitativo del dato territoriale e dei progetti urbanistici realizzati con gli stessi dati.

Riferimenti bibliografici

1. GeoServer Homepage, <https://geoserver.org/>, ultimo accesso 2022/05/16.
2. MapStore Homepage, <https://mapstore.geosolutionsgroup.com/mapstore/>, ultimo accesso 2022/05/16.
3. GeoNetwork Homepage, <https://geonetwork-opensource.org/>, ultimo accesso 2022/05/16.
4. de la Beaujardiere, J., OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification (2006)
5. Vretanos, P., OGC® Web Feature Service 2.0 Interface Standard (2014)
6. Baumann, P., OGC Web Coverage Service (WCS) 2.1 Interface Standard — Core (2018)
7. Mueller, M., Pross, B., OGC® WPS 2.0.2 Interface Standard (2018)
8. Getz, G., Cozzi, P., Lilley, S., 3D Tiles Specification 1.0 (2019)
9. Masò, J., Pomakis, K., Julià, N., OpenGIS® Web Map Tile Service Implementation Standard (2010)
10. Homepage GeoSolutions, <https://www.geosolutionsgroup.com/>, ultimo accesso 2022/05/16.
11. MapFish homepage, <http://www.mapfish.org/>, ultimo access 2022/05/17.
12. React Homepage, <https://reactjs.org/>, ultimo access 2022/05/17.
13. Plotly Homepage, <https://plotly.com/javascript/>, ultimo access 2022/05/17.
14. OpenLayers Homepage, <https://openlayers.org/>, ultimo access 2022/05/17.
15. Leaflet Homepage, <https://leafletjs.com/>, ultimo access 2022/05/17.
16. Cesium Homepage, <https://cesium.com/>, ultimo access 2022/05/17.