

Costruito in pietra, custodito sulla carta. Il GIS per lo studio del patrimonio architettonico dei centri minori.

Franco Guzzetti¹[0000-0001-6835-3337], Isabella Carla Rachele Balestreri¹[0000-0002-3047-0834] e
Francesca Biolo¹[0000-0003-4327-8435]

¹ Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente
Costruito, 20133 Milano, Italia

franco.guzzetti@polimi.it, isabella.balestreri@polimi.it, francesca.biolo@polimi.it

Abstract. Il progetto si propone di ricercare, ordinare e archiviare documenti e informazioni utili alla gestione del patrimonio costruito, custoditi negli archivi e depositi dei cosiddetti “centri minori”. Il conseguente obiettivo è dunque di rendere più facilmente accessibili dati e documenti che contribuiscono a ricostruire l'identità dei centri urbani attualmente marginalizzati. Con questi presupposti, le attività si sono incentrate sullo sviluppo di un modello di database, da rendere poi fruibile in modalità open access tramite una piattaforma WebGIS, in grado di conciliare le necessità di schedatura dei documenti, proprie dell'ambiente della ricerca d'archivio, e gli standard del mondo dei sistemi geografici territoriali e dei relativi database.

La proposta di modello sviluppata sinora si è dimostrata efficace nell'organizzare gli ingenti e compositi set di informazioni connessi ai documenti di archivio, riuscendo al contempo a supportare la salvaguardia delle risorse originali. Infatti, una parallela compagna di digitalizzazione ha prodotto copie digitali dei documenti fisici, da connettere tramite link al database stesso. Grazie all'utilizzo del dato geografico, elemento cardine del mondo GIS, la struttura permette inoltre di governare con maggiore facilità le relazioni tra oggetto architettonico, documento e istituto di conservazione; fornendo così gli strumenti per approfondire dinamiche e vicende amministrative e territoriali legate al patrimonio costruito dei nostri territori meno indagati.

Parole chiave: H-GIS, modello dati, DBPC, digitalizzazione, documenti d'archivio, patrimonio costruito, centri minori.

1 Introduzione

Negli ultimi anni gli strumenti e i sistemi GIS (Geographical Information System) hanno visto un grande sviluppo e una decisiva espansione del loro utilizzo, sia all'interno delle tradizionali aree tematiche di questo settore (il supporto alla pianificazione urbana, la gestione del verde [1], l'analisi delle isole di calore, la valutazione energetica degli ambiti costruiti [2, 3], ecc...), ma anche verso l'esterno,

aprendo verso studi e sperimentazioni dal carattere innovativo, come quelli legati al settore del patrimonio costruito del nostro territorio.

Un primo approccio da menzionare è quello che sta sfruttando i sistemi SIT (Sistemi Informativi Territoriali), coadiuvati da rilievi svolti con tecnologie LIDAR, per il monitoraggio dei beni architettonici [4]. Parallelamente a questo ambito si sta anche sviluppando un filone tematico che mira ad approfondire l'utilizzo dei software GIS per la manutenzione e salvaguardia degli elementi d'interesse culturale e architettonico [5], sfruttando la possibilità di poterli mappare sul territorio e gestire in modo organico ed efficiente [6]. Proprio sulle potenzialità derivanti da questo ultimo concetto si basa il grande interesse che gravita oggi attorno alle esperienze che combinano GIS e modelli BIM (Building Information Modelling), o meglio Heritage BIM [7, 8, 9]. I risultati finora raggiunti sono indiscutibilmente interessanti, come anche le innumerevoli opportunità derivanti dalla commistione di sistemi tanto performanti e potenti in termini di gestione e analisi delle informazioni, da una parte connesse al singolo elemento costruito e dall'altra quelle geografiche (spostando il lavoro a scala territoriale). Inoltre, questa combinazione sta dando risultati anche, e specificatamente, nell'ambito della conservazione dei beni architettonici, arrivando allo sviluppo di vere e proprie piattaforme di supporto HBIM – GIS [10, 11].

Quando si parla del patrimonio costruito non si può non prendere in considerazione anche la sua ricchezza documentale. Questa eredità, normalmente accumulata nei decenni o nei secoli, arriva fino a noi come parte integrante del bene e trova anch'essa uno spazio in questo ambito di studio. Sempre più numerose sono le ricerche che indagano le potenzialità dell'utilizzo della cartografia storica in ambiente GIS, testando ad esempio protocolli mirati ad una più oculata qualità della progettazione urbana [12, 13], calibrata sulla base delle informazioni descritte nel materiale stesso. Altre volte la scelta di utilizzare i software dedicati ai sistemi e alle analisi territoriali è dettata dalla volontà di gestire non solo le coordinate geografiche ma anche quelle temporali [14, 15]. Questo approccio, che sfrutta anch'esso la georeferenziazione dei documenti in ambiente GIS [16, 17], permette una sovrapposizione accurata di elaborati planimetrici, aprendo a nuovi metodi di lettura e studio della storia, nonché di interpretazione dell'esistente. Anche le ampie capacità di gestione dati sono state oggetto di interesse nell'ambito della documentazione storica legata all'architettura, fornendo infatti una possibile risposta alle diffuse difficoltà di organizzazione del patrimonio archivistico conservato sul territorio [18]. La sfida però non è quella di creare l'archivio degli archivi ma di sfruttare, tramite i GIS, delle banche dati strutturate dagli esperti di settore per rendere maggiormente intelligente e facilmente divulgabile un livello di conoscenza fondamentale della tradizione della nostra cultura quando si parla di patrimonio costruito.

2 Il progetto: i casi studio e i documenti d'archivio

Il presente lavoro trova posto all'interno del contesto descritto nella sezione precedente, calandosi nel mondo dei sistemi territoriali, mantenendo allo stesso tempo un forte legame tematico con il settore della ricerca storica in ambito architettonico.

Alla base di questo progetto sta l'osservazione del nostro territorio nazionale e del suo patrimonio in termini di tessuto costruito e di informazioni. I comuni italiani, infatti, dai più grandi sino ai centri minori, custodiscono oggi un vasto patrimonio edilizio pubblico, che è il risultato di processi di costruzione, stratificazione e conservazione avvenuti nei secoli e ben radicati nella storia. Nell'arco del tempo i cantieri avviati dalle amministrazioni comunali hanno visto la creazione parallela di procedure burocratiche mirate alla loro gestione. La combinazione di questi due aspetti è il motore che nel tempo ha portato alla produzione di una grande ricchezza di documenti volta a garantire la legittimità dei processi tecnici e creativi. Oggigiorno però questo materiale, assai prezioso per la comprensione della storia del nostro patrimonio, si trova spesso a descrivere costruzioni mutate nel corso del tempo. Inoltre, a causa di vicende legate al corso degli eventi storico-amministrativi, non di rado esso si trova depositato in archivi ben lontani dall'oggetto di studio o custodito in modo disorganico sul territorio presso molteplici istituzioni, oppure più semplicemente di difficile consultazione.

Il progetto di ricerca affronta dunque sia la storia "sculpta nella pietra" che quella "custodita su carta" con l'obiettivo di comprendere e promuovere edifici e depositi documentari che possano descrivere e rendere condivisibili storie legate alla cultura del "buon governo" delle città italiane.

Questo lavoro si colloca all'interno delle linee strategiche del PNRR e coinvolge cinque unità, afferenti ad altrettanti atenei italiani: Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, Università di Genova, Università di Padova e Università di Roma Tor Vergata. Mantenendo l'analisi incentrata sui cosiddetti "centri minori", o meglio "Piccoli Comuni Italiani", ciascun gruppo ha selezionato una cerchia di municipalità su cui concentrare il proprio lavoro di studio e di ricerca d'archivio.



Fig. 1. Il Palazzo Comunale di Clusone, caso studio selezionato per la ricerca.

Si tratta di piccoli comuni come i borghi di fondazione e/o sviluppo bassomedievale del Piemonte centro-meridionale; le città portuali liguri, come Chiavari (GE) e Albenga (SV); i centri dell'organizzazione della Repubblica di Venezia nella terraferma veneta come Chioggia (VE) e Soave (VR); le città di fondazione novecentesca del Lazio meridionale (Sabaudia, Pontinia, ecc..) e ancora i comuni dell'alta Val Seriana bergamasca [19] che vede come capofila il caso studio di Clusone (vedi Fig. 1). All'eterogeneità degli insediamenti (legata alla loro differente genesi, storia e conformazione) si sovrappone poi quella degli elementi oggetto di studio, che spaziano dalle strade e piazza fino ad arrivare a edifici scolastici, ospedali, palazzi comunali (vedi Fig. 2), ecc... Questa condizione fa sì che i documenti raccolti siano spesso estremamente diversi tra loro, per tipologia, tecnica, informazioni contenute, periodo e, non per ultimo, necessità di schedatura, imponendo un approccio rigoroso per quanto riguarda la gestione del materiale e la sua organizzazione.

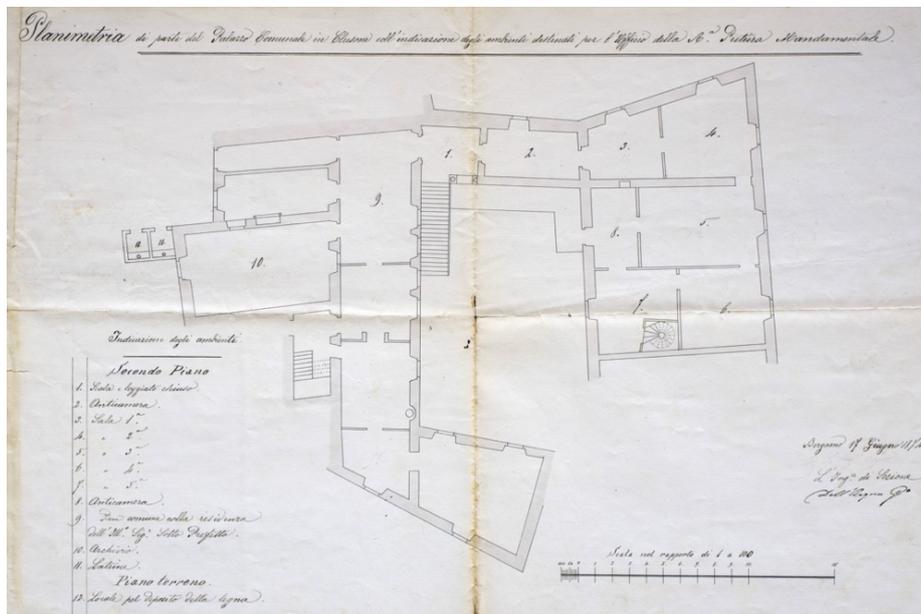


Fig. 2. La “Planimetria di parte del Palazzo Comunale di Clusone coll’indicazione degli ambienti destinati per l’Ufficio della Nostra Pretura Mandamentale”; cartella 375, fascicolo 1, Archivio Storico del Comune di Clusone.

La necessità di organizzare una grande mole di dati e di poter leggere e gestire le informazioni sia in termini di coordinate temporali che di coordinare geografiche ha gettato fin da subito i presupposti per un lavoro interdisciplinare che accosta le peculiarità del GIS al mondo degli studi storici. Il primo risultato è stato lo sviluppo di un modello dati elastico (in modo da gestire la varietà del dataset in nostro possesso), ma allo stesso tempo rigoroso, che permetta la schedatura del materiale rintracciato e che fornisca poi un database (DB) completo e organizzato. Si parla dunque del DB del patrimonio costruito dei piccoli comuni (DBPC) e cioè il nucleo della piattaforma WebGIS che prenderà corpo in una successiva fase del lavoro e che sarà accessibile

tramite il sito web del progetto, www.civircarc.it. Quest'ultima sarà lo strumento cardine per gli obiettivi della ricerca in termini di consultazione e condivisione del patrimonio informativo [20, 21].

3 Fruito in GIS: il database e la sua struttura

Negli ultimi mesi, parallelamente allo svolgimento della ricerca d'archivio, le attività si sono concentrate sullo sviluppo di una struttura dati rispondente alle specifiche necessità del lavoro in essere, perseguendo molteplici obiettivi e caratteristiche.

In primis, lo sviluppo del modello dati è stato portato avanti con l'idea di ottenere uno strumento per la schedatura del materiale raccolto durante la fase di indagine e studio sugli elementi del patrimonio costruito. L'intento è stato quello di giungere ad una proposta sufficientemente elastica da poter assorbire le particolari necessità di ciascun documento schedato e capace di trasmettere non solo dati netti (quelli tipici della schedatura archivistica) ma anche l'esperienza dello studioso. Allo stesso tempo però è stato imprescindibile ricercare in tutte le fasi, e le componenti del database, un certo grado di standardizzazione, per riuscire a sfruttare al meglio in un secondo momento le possibilità analitiche dei sistemi GIS; bisogna infatti tenere a mente che il database sarà presto il nucleo di una piattaforma WebGIS. Al fine di assicurare uno strumento funzionale, che si avvale di filtri e altre opzioni di ricerca e analisi, si è dunque necessariamente perseguito un certo grado di rigore e uniformazione del dataset.

L'identificazione degli elementi è un altro aspetto su cui è stata posta molta attenzione. La struttura del database è stata infatti sviluppata tenendo sempre a mente la necessità di riconoscere e denominare in modo univoco e non ambiguo i documenti schedati, ma anche gli altri elementi ad essi correlati: i beni architettonici oggetto di studio e gli archivi in cui il materiale documentale è custodito. Questo ha previsto una serie di approfondimenti mirati alla scelta di un sistema di nomenclatura efficace, condivisa tra le cinque Unità (in modo da ottenere un database generale del progetto PRIN) ed inoltre compatibile con gli esistenti sistemi di identificazione territoriale (ISTAT). Non si tratta solamente di una questione di ordine e rigore all'interno del sistema ma anche e soprattutto della volontà di mettere in relazione questi tre insiemi di oggetti (documenti, oggetti e archivi), operazione impossibile senza un adeguato metodo di catalogazione e riconoscimento di queste componenti.

L'ultimo degli aspetti principali su cui si è fatto vertere il lavoro sul modello di database è l'attenzione verso i documenti cartacei, spesso fragili e a rischio. Le soluzioni proposte durante le varie fasi hanno infatti sempre reputato centrale il tema della tutela sia nei confronti della conservazione materiale dell'originale, che sul fronte della diffusione delle informazioni contenute nei documenti.

La proposta di database formulata affonda le sue radici sulle considerazioni appena esposte ed è possibile suddividerla in otto sezioni (vedi Fig. 3), ciascuna delle quali esaurisce una particolare tematica della schedatura e digitalizzazione del patrimonio documentale.

Nello specifico la prima sezione si compone di una sola voce e cioè l'ID scheda, un numero di quattro cifre progressivo ed univoco all'interno del database che identifica in modo non ambiguo ciascun record, e dunque ogni documento schedato.

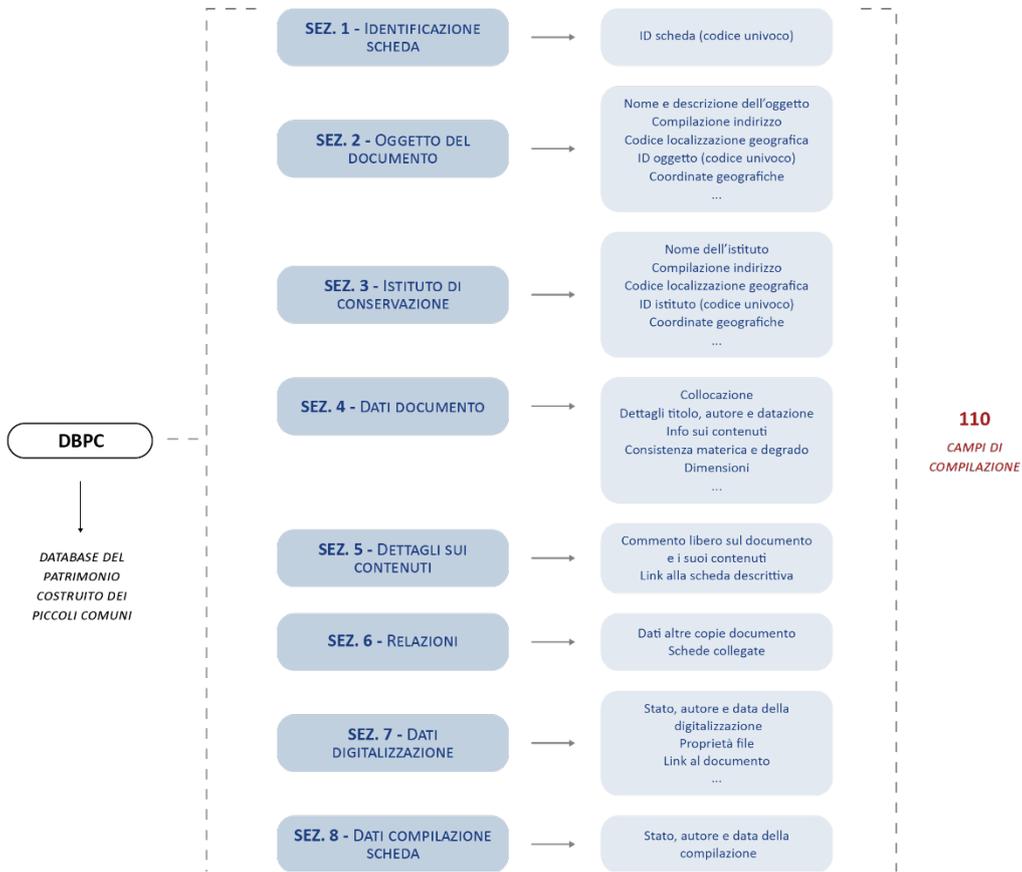


Fig. 3. Struttura del DBPC – Database del patrimonio costruito dei piccoli comuni.

Il secondo set di celle mira a descrivere l’oggetto trattato all’interno della risorsa d’archivio. Alcuni campi sono destinati ad una descrizione più generale e qualitativa dell’elemento (nome, tipologia, stato, ecc...), mentre una seconda serie di colonne permette la scrittura l’ID oggetto. Questo codice si struttura in modo molto differente rispetto all’ID scheda, ed è composto di due parti. La prima non è altro che la combinazione dei codici Regione, Provincia e Comune stabiliti ed utilizzati dall’ISTAT. Ciò vuole dire che questa prima porzione dell’ID oggetto identifica la porzione di territorio in cui si trova il bene studiato. Possiamo riportare l’esempio del comune di Clusone (03), che si trova nella provincia di Bergamo (016), Lombardia (077); e il cui codice di identificazione territoriale è dunque 03016077. Il file di compilazione è stato organizzato in modo tale che, per ottenere questo codice, sia sufficiente selezionare da tre elenchi a discesa differenti gli enti territoriali di proprio interesse. La parte terminale dell’ID oggetto non è altro che un numero progressivo di tre cifre (001, 002, 003, ecc...) che permette invece di riconoscere l’oggetto tra quelli

studiati e facenti parte lo stesso comune. Tornando all'esempio di Clusone, il Palazzo Comunale, se inserito per primo nell'elenco dei beni oggetti di studio, avrebbe ID 03016077001. Infine, un'ultima parte della sezione è dedicata all'inserimento delle coordinate, dato necessario alla creazione dell'elemento puntuale che lo materializzerà in ambiente GIS.

La sezione tre permette di inserire i dati relativi all'istituto in cui si conserva il documento schedato su quella riga. Le voci che la compongono non sono molte e ripropongono in forma ridotta quelle presenti nella sezione precedente. Dopo l'inserimento del nome dell'archivio, il sistema permette l'individuazione dell'ID istituto, che lavoro in modo analogo all'ID oggetto. L'unica differenza sta che all'inizio della serie numerica è stata inserita una lettera A, per differenziare i due sistemi di codifica. Riproponendo il caso di Clusone e ipotizzando di inserire nel sistema del database il suo Archivio Storico Comunale, esso avrebbe ID A03016077002 (002 qualora aggiunto per secondo nell'elenco degli istituti di conservazione per quella municipalità).

La descrizione del documento è affidata allo scaglione successivo. Si tratta del blocco più grande del database, per un totale di settanta (70) celle. Questo numero è deriva dal fatto che posso essere potenzialmente schedati documenti assai differenti, dalla planimetria fino ad un atto notarile, passando per disegni, relazioni, manifesti e quant'altro. La sezione riporta la collocazione del documento, ne descrive la tipologia, indica il nome dell'autore (normalizzato e non, proprio o attribuito), la datazione (secolo, decennio, anno e data precisa), le misure dell'elaborato, il numero di pagine, la scala di rappresentazione, la presenza o meno dell'orientamento a nord, ecc... Solo leggendo questo breve e poco esaustivo elenco ci si rende conto della diversità dei dati da riportare. Nonostante questo, è necessario sottolineare che per quanto possibile sono sempre stati favoriti approcci standardizzati alla compilazione (come per le altre sezioni del documento), come elenchi e opzioni booleane (si/no), fornendo inoltre precise direttive sulle regole di scrittura e compilazione per altri campi. Questo per favorire la stesura di un database normalizzato e quindi più facilmente utilizzabile per successive attività di ricerca, comparative e di analisi.

Il quinto blocco è molto significativo in termini di approccio generale poiché è dedicato allo studioso. La prima cella, infatti, lascia spazio all'inserimento di un commento libero, legato alla interpretazione del documento o a qualche riflessione di carattere particolare che lo caratterizza. Il sistema che si sta cercando di sviluppare con questa ricerca non è un semplice archivio ma uno strumento di supporto alla conoscenza che passa attraverso un attento lavoro di studio, che deve trovare posto in quanto valore aggiunto. Il secondo campo è destinato invece ad un link che permette di visualizzare una scheda descrittiva sintetica del documento, collocata in un folder predisposto per la ricerca in un repository online esterno (vedi Fig. 4).

La sesta sezione esplicita le relazioni del record con altre copie dello stesso documento o con dell'altro materiale inerente allo stesso tema, oggetto o progetto.

Con la sezione successiva si chiede la grande parentesi che raccoglie le informazioni legate al documento. È la porzione di DB destinata a riportare i dati relativi al processo di digitalizzazione del documento e al file stesso. La cella fulcro è quella che contiene il link alla copia digitale, conservate anch'esse (come per la scheda descrittiva della sezione precedente) nel repository online. Questo approccio va nella direzione della salvaguardia del patrimonio informativo fragile, fornendo a futuro fruitore della

piattaforma open access una base completa per la lettura e l'interpretazione dei dati schedati.

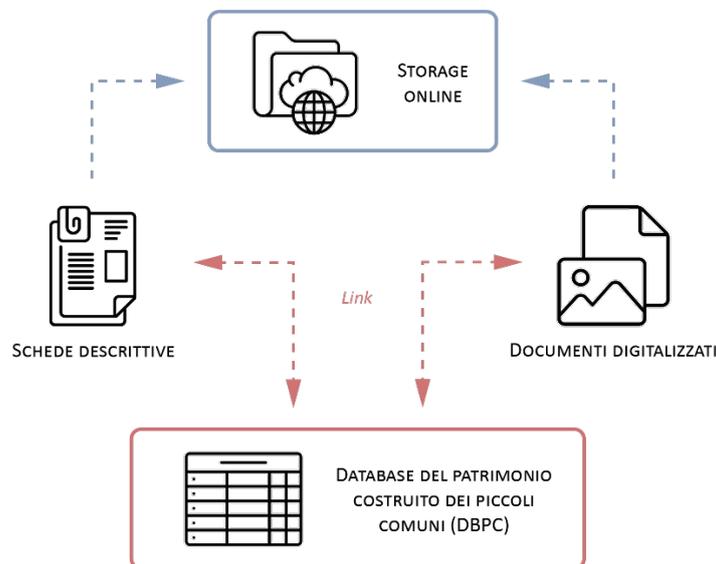


Fig. 4. Schema del sistema di collegamento tra il DBPC e i file esterni.

L'ultima parte del modello contiene i dati riguardanti la compilazione della scheda: data ultima di compilazione, autore e stato della scheda (completa o da completare). Queste poche informazioni assumono il ruolo di una cartina tornasole sull'andamento del lavoro, che permette di tenere traccia della qualità della compilazione.

La figura riportata (vedi Fig. 5) è la trasposizione in ambiente GIS (QGIS) del database. Sfruttando il comando "elementi multiparte", ciascun record del DB genera due punti sulla mappa utilizzando le coordinate presenti nelle sezioni due e tre. I due punti infatti rappresentano rispettivamente l'istituto di conservazione in cui è collocato il documento (in rosso) e l'oggetto di interesse storico-architettonico indagato (in blu).

Questo approccio, e la soluzione proposta in termini di struttura dati, permette innanzitutto facili e veloci associazioni tra i tre elementi poiché con un solo click sulla tabella attributi possiamo visualizzare i dati del documento, eventualmente consultare la sua copia digitale, comprendere dove si trova la copia cartacea e a quale architettura (o altro elemento del tessuto costruito) fa riferimento. Spostando l'osservazione dal singolo record ad un corpus di documenti si possono sviluppare considerazioni più complesse che legano la posizione del patrimonio informativo alle vicende storiche, e non solo, del nostro territorio e dei vari comuni.

Oltre a ciò, sono evidenti le potenzialità che una piattaforma ben organizzata può sviluppare nei confronti della disseminazione della conoscenza, e come strumento di supporto alla valorizzazione e conservazione del costruito. Tutto questo assumerebbe ancora più valore riuscendo a redigere un approccio che contempra (e che gestisca

tramite un processo di convalida dati) la partecipazione delle comunità e degli utenti interessanti alla compilazione di un database “pubblico”, seppur controllato, volto a costruire la storia dei nostri “Piccoli Comuni Italiani”.

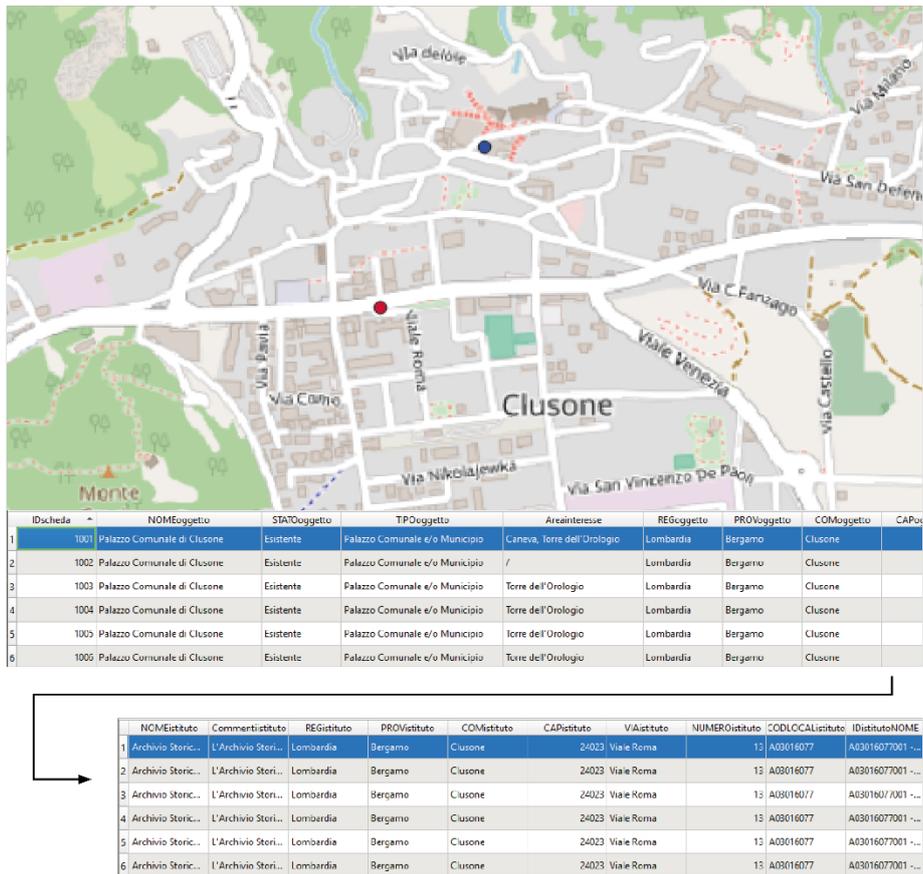


Fig. 5. L’immagine mostra come ad ogni record del DB (dunque ad ogni documento schedato) siano associati due elementi puntuali in GIS che identificano rispettivamente l’oggetto di studio (in questo caso il Palazzo Comunale di Clusone, in blu) e l’Istituto in cui è collocato il documento stesso (nell’esempio si tratta dell’Archivio Storico Comunale, in rosso).

4 Conclusioni

Il progetto in fase di sviluppo ha come obiettivo la messa a sistema del materiale d’archivio raccolto e la relativa schedatura e l’implementazione di una piattaforma WebGIS per la consultazione del database, al fine di incentivare e facilitare la disseminazione della conoscenza sul patrimonio costruito dei centri minori.

Proprio per lo stato odierna della ricerca, e nonostante i già buoni riscontri raccolti, sarà necessario tenere sotto controllo il modello dati e le sue risposte durante tutto il periodo di digitalizzazione delle informazioni, proponendo eventuali modifiche e migliorie. La struttura dati è stata costruita considerando il più ampio spettro plausibile in termini di tipologie di documenti e di dati da schedare. Considerando però le profonde differenze esistente tra i vari casi studio individuati dalle varie Unità del progetto PRIN, potrebbero emergere nuove condizioni e bisogni a cui far fronte, senza però alterare il modello finora articolato. Un altro punto su cui si potrà riflettere, ed apportare eventuali cambiamenti, riguarda le celle destinate alle trascrizioni (di leggende, di iscrizioni e di annotazioni) e al commento libero sul documento (l'interpretazione o qualche lettura particolare da parte dello storico schedatore), rispettivamente collocate nelle sezioni 4 e 5. Trattandosi spesso di testi lunghi, in contrasto con l'attitudine sintetica dei database GIS (che tendono invece a codificare le informazioni), si potrebbe mutare approccio alla gestione del contenuto di queste celle. In tal caso, una possibile soluzione potrebbe prevedere l'inserimento di un link collegato ad una scheda depositata in un apposito repository online esterno, alla stregua di quanto operato per i file dei documenti digitalizzati nella settima sezione del DB.

La struttura del DBPC sta rispondendo bene alle prime schedature, adattandosi alle differenti tipologie documentali finora intercettate dalla ricerca storica e di archivio. I parametri descrittivi scelti per il modello dati si stanno dimostrando in grado di gestire la vasta gamma di necessità espresse dal materiale finora raccolto. Questo risultato è stato raggiunto limitando al massimo la compilazione a "testo libero" e favorendo soluzioni più regimentate e standardizzate, in modo da sfruttare al meglio in un secondo momento le voci di schedatura come filtri di ricerca all'interno dell'apparato WebGIS.

Il progetto qui descritto dimostra le grandi potenzialità esistenti nell'integrazione dei due ambiti di ricerca, quello degli storici e quello dei GIS. Il sistema adottato mette in luce nuovi approcci alla lettura e alla comprensione delle vicende amministrative e territoriali, delineando nuove strade a supporto della conoscenza e conservazione sia del patrimonio costruito in pietra che di quello custodito sulla carta. La combinazione tra i risultati della ricerca storica e gli strumenti tipici del mondo GIS ha permesso infatti la contemporanea gestione delle coordinate geografiche degli oggetti schedati (siano essi documenti, elementi architettonici e istituti di conservazione) e di quelle temporali. La peculiarità dello strumento sta infatti nel supportare sia analisi di tipo estensivo-territoriali che quelle verticali lungo l'asse della storia. La soluzione proposta supporta sia il confronto tra i documenti archiviati nel database e le loro informazioni, ma anche quest'ultimi con le basi geografiche che si possono caricare e georiferire in ambiente GIS. Tale impostazione lascia dunque spazio a studi di carattere storico evolutivo sugli edifici (o altri elementi del patrimonio costruito), a riflessioni sulla disseminazione nel territorio delle informazioni che stimolano a loro volta analisi sui cambiamenti di tipo amministrativo e territoriale nel corso della storia. Con questi presupposti si pensa alla prossima piattaforma WebGIS non soltanto come ad un archivio online in cui consultare i documenti digitalizzati ma anche come ad uno strumento e un'opportunità per tornare a comprendere e a valorizzare i nostri centri più piccoli, ma non per questo meno significativi.

Bibliografia

1. Guzzetti, F., Privitera, A., Re, M., Viskanac, P.: PALMARI GPS INTEGRATI NELLA GESTIONE DEL VERDE DI MILANO. Un sistema di controllo della qualità a supporto della pianificazione. *GEOmedia*, 17(3), pp. 12-18 (2013). <https://mediageo.it/ojs/index.php/GEOmedia/article/view/303>.
2. Guzzetti, F., Biolo, F.: Il Monitoraggio dei Consumi Urbani, il Cambiamento Energetico e le Condizioni Ambientali. *Techne*, vol 26, pp. 237-246 (2023). <https://doi.org/10.36253/techne-14451>.
3. Caputo, P., Costa, G. and Ferrari, S.: A supporting method for defining energy strategies in the building sector at urban scale. *Energy Policy*, 55, pp. 261–270 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.006>.
4. Huesca Tortosa, J.A., Torregrosa Fuentes, D., Cereceda, M.L., Spairani Berrio, Y.: LIDAR and GIS techniques in the survey and monitoring of built heritage: application to the main frontage of the church of Biar. *WIT Transactions on the Built Environment*, 171, pp. 53- 61 (2017). <https://doi.org/10.2495/STR170051>.
5. Seguí, A.E., Portalés, C., Cabrelles, M., Lerma, J.L.: Los sistemas de información geográfica: Concepto, ventajas y posibilidades en el campo de la restauración. *Loggia, Arquitectura & Restauración*, 24–25, pp. 122–131 (2012). <https://doi.org/10.4995/loggia.2012.3008>.
6. Santos, B., Gonçalves, J., Martins, A.M.T., Almeida, P.G.: Safeguarding Portuguese traditional glazed tile cultural heritage with GIS. *IOP Conference Series, Materials Science and Engineering*, 949(1), (2020). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/949/1/012071>.
7. Carezzo, U.: Verso un digital twin urbano: integrazione fra BIM e GIS nel settore edilizi. Tesi di laurea, Politecnico di Milano, Milano (2021).
8. Xu, J., Garramone, M., Wang, Y., & Scaioni, M.: INTEGRATION OF HBIM/GIS TO PRESERVE INFRASTRUCTURE HERITAGE ALONG THE CHINESE EASTERN RAILWAY. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.*, XLVIII-M-2–2023, pp. 1645–1652 (2023). <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-1645-2023>.
9. Pozzoni, L., Barazzetti, L., Cuca, B., Oteri, A. M.: AN INTEGRATED HBIM-GIS DIGITAL ENVIRONMENT FOR HERITAGE PRESERVATION AND ENHANCEMENT IN THE INNER ITALIAN TERRITORY. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.*, XLVIII-2/W4-2024, pp. 357–364 (2024). <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-2-W4-2024-357-2024>.
10. Colucci, E., Iacono, E., Matrone, F., & Ventura, G. M.: THE DEVELOPMENT OF A 2D/3D BIM-GIS WEB PLATFORM FOR PLANNED MAINTENANCE OF BUILT AND CULTURAL HERITAGE: THE MAIN10ANCE PROJECT. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.*, XLVIII-M-2–2023, 433–439 (2023). <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-433-2023>.
11. Matrone, F., Colucci, E., Iacono, E., & Ventura, G. M.: The HBIM-GIS Main10ance Platform to Enhance the Maintenance and Conservation of Historical Built Heritage. *Sensors*, 23(19), (2023). <https://doi.org/10.3390/s23198112>.
12. Jovanović, D., Oreni, D.: The methodology to systematize, present and use historical cartography: potentials and limits to analyse and enhance widespread historical centres in northern Italy. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLVI-M-1-2021, pp. 339–346 (2021). <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-M-1-2021-339-2021>.
13. Cazzani, A., Brumana, R., Zerbi, C.M.: The Georeferenced XIX Century Cartography: An Analysis Tool and a Project Reference for the Preservation and Management of Built and

- Landscape Heritage. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. GEORES 2019- 2nd International Conference of Geomatics and Restoration, 8-10 May 2019, Milan, Italy. Vol. XLII-a/W11, pp. 395–402 (2019). <https://doi.org/10.5194/isprs-archivesxlii-2-w11-395-2019>.
14. Guzzetti, F., Iarossi, M. P., Meregalli, O., Privitera, A., Viskanic, P.: WebGIS temporale delle carte storiche di Milano. In: Atti conferenza nazionale ASITA, pp. 815-822. ASITA, Riva del Garda (2013).
 15. Iarossi, M.P.: Ritratti di città in un interno. Bononia University Press, Bologna (2014).
 16. Brigante, R., Radicioni, F.: Georeferencing of Historical Maps: GIS Technology for Urban Analysis. *Geographia Technica* 9 (1), pp. 10–19 (2014).
 17. Piovan, S.: Historical Maps in GIS. *Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge*, (2019). <https://doi.org/10.22224/gistbok/2019.1.4>.
 18. Bitelli, G., Gatta, G., Guccini, A.M., Zaffagnini, A.: GIS and Geomatics for archive documentation of an architectural project: The case of the big Arc of entrance to the Vittorio Emanuele II Gallery of Milan, by Giuseppe Mengoni (1877). *Journal of Cultural Heritage*, 38, pp. 204–212 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.01.002>.
 19. Balestreri, I.: I palazzi comunali nelle valli alpine lombarde (secoli XV – XVIII). Una prima ricognizione su architettura e resilienza: esiti, problemi e prospettive. In: Tamborrino, R. (a cura di) *Città che si adattano? / Adaptive cities?*, tomo 3, pp. 236-247, AISUInternational, Torino (2024). ISBN 978-88-31277-09-9.
 20. PACOME Homepage, <https://pacome.polito.it/about/>, ultimo accesso 17/09/2024.
 21. SUPSI Homepage, <https://neorenaissance.supsi.ch/cms/>, ultimo accesso 20/09/2024.