ASITA 2022

Tecniche e metodi geomatici nello studio di eventi storici: i 10 giorni di Napoleone a Venezia

Giulia Fiorini[1[0000-0002-1475-1556]] e Caterina Balletti[1[0000-0002-8991-6415]]

[1] Laboratorio di Cartografia e GIS, Università Iuav di Venezia, Santa Croce 191, 30135, Venezia, Italia, giuliafiorini96@gmail.com, balletti@iuav.it

Abstract. La fruizione delle cartografie storiche avviene sempre più spesso tramite l'ausilio delle tecnologie digitali, che possono dare notevole supporto allo studio della storia delle città consentendo l'integrazione delle informazioni trasmesse dai mezzi tradizionali con le potenzialità offerte dai nuovi strumenti di comunicazione. Il lavoro presentato prevede la ricostruzione di parte della città di Venezia nel 1807, anno della visita di Napoleone, e l'inserimento all'interno di questa dei modelli virtuali tridimensionali delle architetture effimere realizzate in Canal Grande per l'occasione. Grazie allo studio e alla georeferenziazione della cartografia storica in ambiente GIS, integrando le informazioni da essa fornite con i dati provenienti da altre fonti iconografiche è stato possibile generare un Historical City Model. Un'ultima riflessione è stata rivolta alla comunicazione, si è infatti deciso di rendere fruibili online i risultati del lavoro servendosi di una piattaforma WebGIS. L'utilizzo simultaneo di metodi e tecniche afferenti alle differenti componenti della geomatica all'interno dell'ambiente digitale ha consentito di operare una ricostruzione fedele della realtà, riportando alla luce scenari urbani passati, non più esistenti, conoscibili solamente tramite dipinti.

Parole chiave: patrimonio culturale, cartografia storica, GIS, HGIS, City Model, modellazione 3D, rappresentazione digitale

1 Introduzione

L'avvento delle Digital Humanities ha portato notevoli agevolazioni per la ricerca storica, consentendo di gestire grandi quantità di dati in formato digitale; dunque, l'elaborazione e l'integrazione tra le informazioni risulta notevolmente agevolata [1-3]. In questo ambito, l'associazione fra tecniche geomatiche e ICT permette, grazie alla generazione di prodotti multimediali, l'accesso del pubblico al patrimonio culturale, favorendone al contempo conservazione e valorizzazione. Il lavoro, basandosi su un approccio multidisciplinare che coinvolge la storia dell'architettura e della città, i GIS e la modellazione 3D, vuole sottolineare l'importanza delle nuove tecnologie come strumenti capaci di comunicare contenuti scientifici utilizzando un linguaggio diretto e facilmente comprensibile [4,5]. Aspetto di particolare rilievo nello studio dello spazio urbano, inteso come contenitore di immagini, memorie, tradizioni e conoscenze, per la cui comprensione non è sufficiente l'analisi della cartografia storica [6], è la possibilità

di confrontarsi con un modello capace di contenere al suo interno le fonti necessarie alla sua generazione e una sintesi delle informazioni in esse contenute. L'utilizzo delle tecnologie informatiche per la digitalizzazione, archiviazione e visualizzazione del patrimonio culturale rappresenta un ampio campo di ricerca [7], la cui attenzione è sempre maggiormente rivolta alla condivisione di materiali ed esiti online, consentendo a chiunque di raggiungere con facilità le informazioni, favorendo ricerca e cultura.

La città si compone dei luoghi e degli eventi che la interessano, studiarne la storia significa analizzare il contesto e l'epoca in cui i vari edifici furono costruiti. Il lavoro presentato, interfacciandosi all'indagine storica secondo questo principio, cerca un modo per trasmetterne i suoi esiti che risulti di facile comprensione al vasto pubblico. A partire dalla georeferenziazione in ambiente GIS del Catasto Napoleonico di Venezia, pubblicato tra il 1810 e il 1811, e considerando la precisione geometrica e i dettagli descrittivi che lo caratterizzano, è stato possibile analizzare ed evidenziare l'evoluzione della città negli ultimi due secoli, distinguendo chiaramente le aree interessate da notevoli trasformazioni e relazionandole al processo di modernizzazione urbana avviato in epoca napoleonica [8,9]. La ricostruzione della città di Venezia è stata basata sull'analisi della cartografia storica [4,10], di fonti scritte e altri documenti d'archivio. Si può dire che la ricostruzione di alcuni beni culturali che hanno subito trasformazioni o sono andati persi è stata operata a partire da altri beni culturali, non bisogna infatti scordare che la cartografia storica è essa stessa parte di questo enorme patrimonio di cui oggi disponiamo. La digitalizzazione dei documenti storici è un'operazione in atto da molto, l'attenzione deve ora essere volta alla lettura critica di queste fonti attraverso strumenti digitali che permettono di compiere sui documenti storici interrogazioni tipiche di quelli moderni [11,12]. Ciò che ha reso possibile l'integrazione tra informazioni fra loro così eterogenee è stato l'utilizzo delle tecniche geomatiche [13], in particolare l'impiego dei GIS per lo studio del patrimonio storico è divenuto oggi obbligatorio [1]. Si vengono così a configurare gli HGIS, ovvero dei "progetti di ricerca interdisciplinare che integrano i più avanzati metodi e strumenti propri delle scienze dell'informazione geografica con le fonti e gli interrogativi della ricerca geostorica e storica, al fine di enfatizzare l'importanza dei contesti e delle relazioni spaziali per la comprensione delle dinamiche storiche" [12]. Gli HGIS devono essere visti come strumenti complementari alla ricerca storica tradizionale [14-16], cui la geomatica può fornire supporto per diverse analisi; l'ambiente GIS infatti, combinando diverse tipologie di dati, si configura come uno strumento funzionale allo studio dell'evoluzione della città e alla riscoperta della sua storia, sia a fini di ricerca che divulgativi. In questo lavoro i modelli 3D giocano un ruolo fondamentale, sono infatti strumenti capaci di raccogliere, organizzare e mostrare dati desunti da fonti storiche eterogenee, consentendo una facile interazione tra utente e modello [17]; la ricostruzione è stata utilizzata come mezzo per riportare alla luce paesaggi urbani e monumenti che sono stati trasformati o persi nel tempo.

La visita di Napoleone a Venezia è un evento storico tanto di fondamentale importanza, quanto di difficile lettura all'interno della storia della città. La storiografia si divide sull'interpretazione data alla figura dell'Imperatore in relazione al processo di omologazione che avvia nella città lagunare: che lo si consideri l'assassino della Serenissima o colui che ha avviato Venezia verso la strada della modernità, certo è che il suo arrivo in città segna un passaggio epocale, in particolare nelle vicende urbanistiche. Nonostante l'importanza rivestita dall'evento oggetto di studio, questo è

sconosciuto a molti. Un fattore che ha sicuramente influenzato lo studio di questo accadimento è la scarsità dei materiali pervenuti al riguardo e la difficoltà di prenderne conoscenza.

2 1807: anno di svolta nella storia della città di Venezia

La percezione della città di Venezia che oggi si ha passeggiando tra le calli è frutto del lavoro di progettazione e trasformazione che ha subito tra Otto e Novecento; l'Ottocento in particolare si identifica come un secolo di grandi trasformazioni.

A partire dal periodo napoleonico prende avvio un processo di "normalizzazione urbana" volto a dotare la città lagunare di tutte le attrezzature pubbliche necessarie a definire una città moderna, ma anche a favorire la mobilità pedonale [18]. Prima degli interventi napoleonici era possibile muoversi attraverso la città solamente a bordo di un'imbarcazione poiché la fitta rete di canali che separava le varie isole e l'insufficiente numero di ponti non consentivano la configurazione di un sistema pedonale unitario.

Fu proprio negli anni del secondo dominio francese, tra il 1806 e il 1814, che prese avvio il processo di creazione di un sistema viario che consentisse di attraversare la città a piedi. La realizzazione di questo progetto fu possibile grazie alle operazioni di interramento di rii e canali e alla costruzione di numerosi ponti, processo che si protrasse ben oltre gli anni francesi, giungendo fino ai giorni nostri [19]. Alla base dell'organizzazione del processo di omologazione della città vi è un'attenta analisi della struttura urbana propria di Venezia, delle sue caratteristiche e necessità, che sfociano in un insieme di azioni aggregative e disgregative del tessuto istituzionale.

Fig. 1. G. Selva, copia della carta di L. Ughi del 1729 riportante le analisi svolte sulla città, 1807

Durante la visita alla città di Venezia, Napoleone incontrò Giannantonio Selva [19], evento determinante per le sorti urbanistiche della città, poiché l'architetto presentò al Sovrano gli esiti delle sue analisi, elemento che fu preso in considerazione divenendo la base per la stesura del decreto n° 261 del 7 Dicembre 1807 [20]. La volontà del

provvedimento, in linea con quanto proposto del "Piano Selva", era quella di organizzare la città secondo una configurazione funzionale e uno sviluppo urbanistico che fossero coerenti con le logiche cittadine esistenti.

3 Ricostruire la storia della città utilizzando la cartografia storica in ambiente digitale

L'utilizzo dei GIS nella storia urbana offre grandi opportunità di analisi e comunicazione della ricerca storica, fornendo soluzioni efficaci per superare alcuni problemi e limiti legati alla natura incompleta e frammentaria delle fonti storiche [6].

Il lavoro di ricostruzione della configurazione urbana di una parte della città di Venezia all'inizio dell'Ottocento è stato possibile grazie allo studio di una raccolta di materiale cartografico e iconografico archivistico. Le carte storiche rappresentano una preziosa fonte di informazioni non riscontrabili altrove, in particolare i confini e le caratteristiche fisiche dei luoghi, alterate dal corso degli eventi [5,21,22]. Il contenuto di tutti questi documenti antichi costituisce una fonte di valore incommensurabile per lo studio della storia delle città, sovente colpita da problemi di usura del supporto analogico o fisico. Per preservare questo sconfinato patrimonio dal deterioramento, le operazioni di individuazione e digitalizzazione dei documenti storici risultano essere fondamentali per la salvaguardia dei documenti stessi, sia per quanto riguarda il contenuto che per quanto riguarda il supporto, consentendo di fruire delle informazioni fornite senza avere un contatto diretto con la fonte stessa [23]. L'acquisizione, l'elaborazione e la fruizione della cartografia storica in ambiente digitale è possibile grazie agli strumenti della geomatica; i sistemi GIS in particolare consentono di esaltare in chiave moderna le carte storiche, evidenziandone l'utilità. Il mantenimento delle proprietà metriche della cartografia in ambiente digitale è l'elemento fondamentale per poter compiere ricerche e applicazioni, proprie dell'ambiente informatico; quindi, non attuabili sui documenti analogici originali [5,22]. La ricerca si è interfacciata allo studio della cartografia storica allo scopo di desumere informazioni territoriali referenziate spazialmente, analizzandola sulla base dei criteri propri della cartografia attuale [24-27]. I supporti più indicati per gestire queste informazioni basate su dati storici, quindi temporali, oltreché spaziali, sia qualitativi che quantitativi, sono gli HGIS, ovvero i sistemi GIS applicati alla storia. Nella definizione della configurazione spaziale di un determinato contesto urbano è di fondamentale importanza basare la ricerca sullo studio della cartografia che lo rappresenta; in questo caso è stato scelto il Catasto Napoleonico della città di Venezia, accessibile tramite un progetto WebGIS realizzato dal laboratorio di Cartografia e GIS dell'Università IUAV di Venezia in collaborazione con l'Archivio di Stato di Venezia. Realizzato a partire dalla primavera del 1807 e pubblicato tra 1810 e 1811, il Catasto Napoleonico di Venezia si compone di 29 fogli, due dei quali mostrano il quadro d'unione, che uniti costituiscono una mappa completa dell'intero centro storico alla scala 1:1000 [10,28]. La fonte catastale è stata utilizzata come base per la ricostruzione planimetrica dell'area poiché, per la particolare struttura che la caratterizza risulta essere incline al trattamento informatico, inoltre la restituzione del territorio fornita è dotata di un insieme di caratteristiche che consentono di effettuare uno studio storico dell'area che comprende diversi fattori oltre quello fisico [14,29,30].

Il ricorso a un HGIS come ambiente di ricerca rende fondamentale la correlazione tra cartografia storica e contemporanea al fine di consentire ulteriori analisi e considerazioni su eventuali modificazioni spaziali nel tempo [31,32]. Le operazioni di georeferenziazione e il modello trasformativo, necessarie poiché le carte storiche molto spesso sono prive di sistemi di riferimento geografici o espresse in sistemi differenti da quelli attuali [33,34], vanno scelti di volta in volta, in relazione alla quantità e qualità delle informazioni che devono essere desunte. Il catasto napoleonico è stato georeferenziato con il programma Esri ArcGIS Pro sulla base della carta tecnica della città. Come sistema vettoriale di riferimento è stato adottato il geodatabase cartografico della città di Venezia, basato sul Datum geodetico Roma40; tali dati cartografici raggiungono, nella zona del centro storico, una precisione di 10 cm, generalmente associata alla scala 1:500. La georeferenziazione di una carta storica in formato raster consiste nell'assegnare delle coordinate cartografiche ad ogni pixel dell'immagine in modo che questa sia sovrapponibile alla cartografia attuale. La sovrapposizione si ottiene mediante processi digitali di trasformazione geometrica e di ricampionamento effettuati sulla base di una serie di punti di omologhi riconosciuti nelle due rappresentazioni; si è quindi andati a cercare nelle carte storiche edifici ed elementi urbani oggi ancora presenti, riconoscibili e individuabili con buona approssimazione nella cartografia attuale di riferimento [3,5]. Con la locuzione trasformazione geometrica si intende il processo mediante il quale la griglia dell'immagine originale viene trasformata in un nuovo reticolo con l'utilizzo di polinomi adeguati. Le trasformazioni geometriche possono essere di due tipi: globali o locali. Nel caso delle prime, una volta definiti i parametri della trasformazione, questi sono validi per qualsiasi punto dell'immagine, si ha quindi una corrispondenza biunivoca tra due insiemi di punti. Le trasformazioni locali, al contrario, mirano alla deformazione di una parte dell'immagine, i parametri hanno validità locale e vengono definiti per ogni punto di essa. L'esito di questo processo è una trasformazione esatta per i punti noti, ovvero i punti di controllo, lasciando il resto dell'immagine pressoché inalterato [24]. Il ricampionamento è quel procedimento che porta all'assegnazione dei valori radiometrici dei pixel relativi alla nuova griglia in funzione dei valori dei pixel originari. Nel processo di georeferenziazione attuato in questo lavoro, per la scelta del modello matematico di trasformazione, si è tenuto in considerazione delle caratteristiche, in termini di accuratezza, della cartografia storica adottata e dell'estensione dell'area in analisi [27,35,36]; si è quindi deciso di adottare un modello di trasformazione presente nel software ArcGIS Pro chiamato "adjust" poiché integra trasformazione globale e locale. L'utilizzo di entrambi i tipi di trasformazione è fondamentale tenendo in considerazione le deformazioni che ha subito il supporto originale e le possibili alterazioni dovute alla fase di digitalizzazione [6,34]. Poiché alcune aree della città hanno subito importanti trasformazioni tra l'inizio del XIX e la fine del XX secolo, per poter georeferenziare correttamente alcuni fogli del catasto napoleonico sulla base della cartografia attuale, si è resa necessaria la georeferenziazione di alcuni fogli del catasto austro-italiano prima, e dei medesimi relativi al catasto austriaco in seguito; in questo modo è stato possibile riconoscere un sufficiente numero di punti omologhi fra le varie cartografie per procedere alla georeferenziazione.

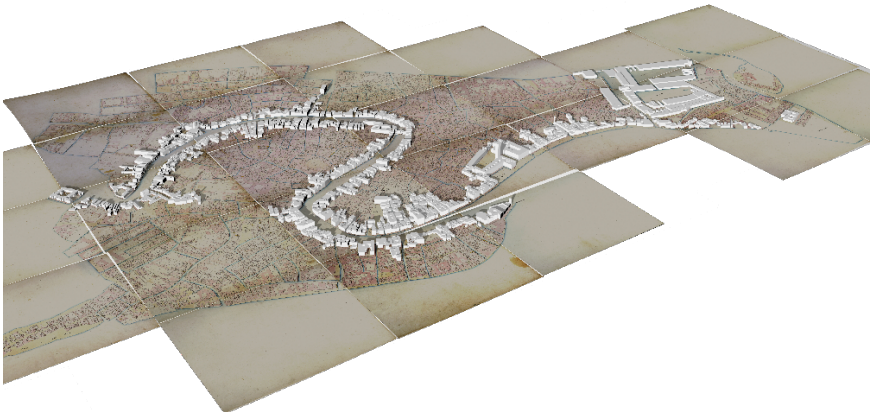


Fig. 2. Vista prospettica sul City Model

Successivamente a questa fase il lavoro è stato indirizzato verso la realizzazione di un City Model, poiché la comunicazione visiva assume un ruolo fondamentale per la circolazione delle informazioni. Sotto la costante spinta evolutiva della tecnologia, i City Models costituiscono un elemento estremamente incisivo e di facile comprensione per la trasmissione di informazioni e conoscenze relative alla città [37], alla sua storia e agli eventi che la interessano o l'hanno coinvolta in passato [38-40]. Nel lavoro qui presentato il City Model è stato utilizzato per mostrare la ricostruzione della città di Venezia nel 1807 e i modelli delle architetture effimere realizzati per l'occasione. Per poter realizzare un Historical City Model a partire dai dati cartografici storici analizzati è stato necessario innanzitutto vettorializzare le informazioni fornite dal catasto napoleonico in ambiente GIS. Successivamente si è passati alla fase di sviluppo del modello 3D, l'altezza dei vari edifici è stata ricavata integrando le informazioni fornite dalla cartografia attuale [5,22], per quanto riguarda gli edifici rimasti inalterati, con quanto desunto dai prospetti del Canal Grande realizzati da A. Quadri e D. Moretti nel 1831 [4,5,22,38,41]. La copia digitale dei vari fogli è stata scalata sulla base della scala grafica in metri riportata su essi; le altezze sono quindi state desunte considerando come quota 0 il livello dell'acqua e confrontate, dove possibile, con i dati forniti dalla cartografia numerica attuale, in modo da avere un controllo sull'affidabilità dei dati ottenuti. Si è così ottenuto un modello 3D a blocchi, equivalente a un LoD1 3D City Model, secondo la suddivisione CityGML [42], dell'area di interesse, ovvero i palazzi affacciati sul Canal Grande e sul Bacino Marciano, l'area marciana e l'arsenale. I modelli degli edifici in prossimità delle architetture effimere realizzate in occasione della visita di Napoleone, l'Apparato Trionfale nella zona di Santa Lucia e la Macchina per la regata in Volta di Canal, sono stati oggetto di ulteriori elaborazioni, raggiungendo un LoD3, sono infatti state applicate delle texture e modellate le coperture e le facciate degli edifici. Per quanto riguarda l'area di Volta di Canal, che si è mantenuta pressoché invariata, si è deciso di applicare ai fronti degli edifici precedentemente modellati le immagini dei prospetti incisi da Moretti, utilizzando questi come texture [43]; in seguito sono state modellate porte, finestre, balconi e scale di accesso. La scelta di operare secondo queste modalità è stata dettata dalla precisa volontà di mostrare una realtà urbana riferita al passato, coniugando l'utilizzo dei materiali storici, prospetti e

cartografia, alle potenzialità offerte oggi dagli strumenti digitali. A differenza dell'area di Volta di Canal, la zona di Santa Lucia ha subito importanti trasformazioni, legate alla realizzazione della stazione ferroviaria alla metà del XIX Secolo. Considerando questo aspetto si è deciso di modellare i fronti degli edifici presenti in quella zona, integrando le informazioni fornite dai prospetti descritti da Quadri, con i dati desunti da altre fonti iconografiche archivistiche. Il City Model si è dimostrato uno strumento estremamente versatile e adattabile alle necessità comunicative del lavoro [44], consentendo di coniugare all'interno di un unico modello parti caratterizzate da un diverso livello di dettaglio, così da facilitare l'osservatore nello studio delle aree di maggior interesse ai fini dell'analisi riportata. Questo strumento ha consentito di mostrare una realtà passata generandone un modello nel quale coniugare strumenti comunicativi afferenti a epoche differenti, così da rendere più facilmente leggibili e fruibili i documenti storici grazie ai moderni supporti digitali.

4 Visualizzare e trasmettere modelli tridimensionali

Una volta ultimata la realizzazione del City Model, l'attenzione è stata posta sulla modellazione delle architetture effimere realizzate in occasione della visita di Napoleone alla città di Venezia. Venne infatti realizzato un ricco apparato trionfale, composto da un Arco a fornice unico e due Colonne rostrate ai lati, in prossimità della chiesa di Santa Lucia per celebrare l'ingresso dell'imperatore in città, e una tribuna, chiamata Macchina, realizzata in Volta di Canal, per la premiazione dei vincitori della regata organizzata per festeggiare il terzo anniversario della sua incoronazione [45].

Fig. 3. G. Borsato, Regata sul Canal Grande in onore di Napoleone I del 2 dicembre 1807, 1809, Museo Mario Praz, Roma

Nella ricostruzione del patrimonio architettonico perduto l'unica fonte disponibile è identificabile nei dati storici, per questo motivo è di fondamentale importanza verificare le informazioni fornite, confrontando i dati desumibili dalle diverse fonti, riportandole, quanto più possibile, a una medesima scala e analizzando con attenzione le discrepanze, così da ottenere un modello affidabile [7,46]. Integrando quindi i dati provenienti dalle fonti figurative e descrittive, a partire dal ridisegno, le architetture effimere sono state modellate a cominciare dall'estrusione degli elementi disegnati in precedenza.

Successivamente si è passati allo studio dei dipinti realizzati da Borsato raffiguranti i due eventi per determinare con precisione la posizione delle architetture in relazione al contesto urbano [41]. Nel caso della tribuna in Volta di Canal, nonostante gli escamotage pittorici adottati, è stato possibile determinare con facilità la posizione

dell'architettura effimera, questa si pone infatti tra palazzo Balbi e Ca' Foscari, in corrispondenza del punto in cui il Rio di Ca' Foscari sfocia in Canal Grande; la macchina si configura dunque come un fronte temporaneo affacciato sul canale, è stato infatti possibile georeferenziare con semplicità questo modello e inserirlo all'interno del City Model.

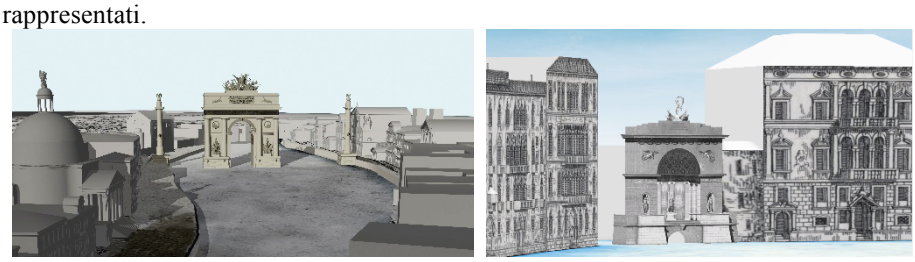
Fig. 4. G. Borsato, L'ingresso di Napoleone I a Venezia il 29 Novembre 1807, 1809, Museo Mario Praz, Roma

Nel caso dell'apparato trionfale non è stato possibile determinarne il posizionamento confrontando il City Model con quanto mostrato dai dipinti di Borsato poiché gli escamotage pittorici adottati in queste rappresentazioni mostrano un contesto urbano che non corrisponde alla realtà. Per individuare con precisione la posizione di queste architetture si è resa necessaria una ricostruzione planimetrica della scena mostrata dai dipinti, operata a partire dalla restituzione di un quadro, scelto come esemplificativo, determinando così con precisione il rapporto tra l'apparato trionfale e la città. Grazie a questo procedimento è stato possibile ricavare delle informazioni riguardo gli escamotage pittorici operati da Borsato, è stata così determinata la traslazione dei fronti urbani affacciati in Canal Grande e il notevole allargamento di questo. Avendo individuato con precisione dei punti di riferimento su elementi riconoscibili della città e il rapporto che si viene a instaurare tra questi e l'Apparato Trionfale, i modelli di arco e colonne sono stati georeferenziati all'interno del City Model. Quest'operazione ha enfatizzato le evidenti discrepanze tra la realtà e quanto mostrato da Borsato, si è quindi deciso di realizzare un modello della città raffigurata dai dipinti, al cui interno è stato possibile inserire i modelli delle architetture effimere. Al fine di verificare se il posizionamento fosse corretto, sfruttando gli algoritmi di Structure from Motion (SfM) applicati alla fotogrammetria, è stato determinato l'orientamento del centro di prospettiva del dipinto, così da osservare il modello dallo stesso. Dopo aver generato un modello fotogrammetrico della zona, il quadro è stato inserito nel progetto e, grazie al riconoscimento di alcuni punti omologhi tra esso e il modello, ne è stato forzato l'orientamento, determinando così le coordinate del centro di prospettiva dell'immagine.

Lo studio svolto ha evidenziato come alcuni strumenti della geomatica arricchiti dall'ICT siano in grado di fornire le applicazioni necessarie ad integrare in un insieme coerente le informazioni derivanti da fonti differenti, fra loro collegate.

Parte della valorizzazione di un bene si consegue costituendo e organizzando strutture, risorse e reti stabili che favoriscano la conoscenza; per questo motivo gli esiti del lavoro sono stati resi fruibili online, caricando il City Model su una piattaforma WebGIS e generando un Virtual Tour del modello realizzato sulla base del dipinto

raffigurante l'ingresso di Napoleone a Venezia. Questo strumento digitale immersivo, generato a partire dall'interconnessione di una serie di immagini sferiche ottenute dal modello digitale, consente di effettuare una vera e propria visita virtuale, esplorando gli ambienti riprodotti nella loro totalità, grazie alla possibilità di muoversi e spostarsi tra le immagini sferiche in diversi punti di osservazione [47]. Questo spazio virtuale, accessibile semplicemente tramite una connessione internet, consente di integrare alle immagini sferiche altri elementi multimediali, riunendo all'interno di questo spazio virtuale le informazioni riguardo le fonti analizzate per generarlo e gli oggetti rappresentati.



(a) (b)

Fig. 5. Vista sull'Apparato Trionfale (a) e sulla Macchina per la regata (b) inserite nel City Model

I WebGIS offrono l'opportunità di far convergere all'interno di un'unica piattaforma informativa dati geografici provenienti da campi di studio diversi, fornendo inoltre una serie di applicazioni e soluzioni ideali per la divulgazione di progetti di conservazione della memoria e dell'identità storica di un luogo. Questi strumenti hanno modificato il modo in cui le informazioni geospaziali vengono trasmesse, condivise e visualizzate; l'estensione al Web dei programmi GIS consente infatti di elaborare e analizzare dati georeferenziati ovunque si disponga di una connessione, raggiungendo così una vasta platea di utenti e operatori specializzati [6], favorendo un approccio multidisciplinare agli studi storici urbani.

5 Conclusioni

A partire dall'analisi delle mappe storiche, la ricerca ha analizzato alcuni aspetti legati alla storia della città, individuando in un evento tanto importante quanto sconosciuto il caso studio. Il tema è stato approfondito sulla base di due aspetti: uno basato sulla scrupolosità del metodo tecnico-scientifico, l'altro incentrato sulla diffusione e promozione delle conoscenze acquisite. Il lavoro non si vuole presentare solamente come un esempio delle potenzialità offerte dalle tecniche geomatiche applicate alla ricostruzione di uno scenario urbano passato, ma anche come un modo per accentuare l'interesse verso un evento storico di cui non è rimasta traccia manifesta all'interno della città. L'esperienza ha evidenziato l'importanza che hanno assunto le tecniche geomatiche e in particolare i GIS sulla conoscenza e divulgazione degli eventi del passato, in particolare se legati alla storia dell'architettura e della città. Il metodo adottato ha consentito di far convergere all'interno di un unico modello conoscenze umanistiche e competenze tecniche. Le fonti sono state indagate con il rigore tipico

della ricerca scientifica, così da ottenere dei prodotti capaci di comunicare la storia dell'evento narrato, non solo nell'ottica di una facile comprensione delle vicende del passato, ma fornendo informazioni metriche e spaziali corrette, desunte sulla base di ricerche effettuate secondo metodi oggettivi.

L'applicazione della tecnologia a un progetto interdisciplinare costituisce un mezzo potente e flessibile per l'analisi di un fenomeno determinante dal punto di vista culturale e sociopolitico. La sperimentazione mostra che le tecniche geomatiche possono ampliare le opportunità di ricerca in un contesto multidisciplinare ampio e moderno, dimostrando che l'ambiente digitale può essere molto prezioso non solo per la conservazione, ma anche per l'analisi del patrimonio cartografico storico in chiave moderna.

Riferimenti bibliografici

1. Rinaudo, F., Agosto, E., Ardissone, P.: GIS and WEB-GIS, commercial and open source platforms: general rules for Cultural Heritage documentation. In: XXI International CIPA Symposium, Proceedings. Atene (2007).
2. Piumatti, P.; Tamborrino, R.: 3D Digital Modelling and Digital History: A Methodology for Studying the Processes of Transformation of Nubian Temples and Landscape at the Lake Nasser Site. In: Proceedings of the 45th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, pp. 381- 392. Tübingen University Press, Atalanta (2017).
3. Balletti C., Guerra F.: Metodi di elaborazione informatica per la ricostruzione cartografica: le trasformazioni territoriali delle Bocche di Porto di Venezia nella cartografia storica. In: Atti del convegno nazionale SIFET Integrazione tra le tecniche innovative del rilievo del territorio e dei beni culturali. Mondello (2005).
4. Balletti C., Galeazzo L., Gottardi C., Guerra F., Vernier P.: New technologies applied to the history of the Venice Lagoon. In: Digital Approaches to Cartographic Heritage, Proceedings of the 11th ICA Conference, pp. 182-190. CartoGeoLab-Laboratory of Cartography & Geographic Analysis, Thessaloniki (2016).
5. Balletti, C., Guerra, F.: Historical Maps for 3D digital City's History. Cartographica 51 (3), 115–126 (2016).
6. Lelo K.: A GIS Approach to Urban History: Rome in the 18th Century. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 3 (4), 1293-1316 (2014).
7. Einaudi, D., Spreafico, A., Chiabrando, F., Della Coletta, C.: From archive documentation to online 3D model visualization of no longer existing structures: the Turin 1911 project. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B2-2020, 837–844 (2020).
8. Baiocchi V., Lelo K., Milone M. V., Mormile M., Tanga E.: Conoscere il passato per governare il presente: un confronto tra cartografia storica e moderna per lo studio del centro di Roma. In: Atti 16ª Conferenza Nazionale ASITA. Vicenza (2012).
9. Gatta G., Arioti E., Bitelli G.: Geomatics science applied to cartographic heritage and archive sources: a new way to explore the XIXth century Gregorian Cadastre of Bologna (Italy), an ante-litteram 3D GIS. J. Cult. Herit. 23, 68-76 (2017).
10. Contò, F., Fanello, G., Pillon, M.: An information system for historical Cadastre of Venice. e-Perimetron 4 (4), 240-246 (2009).
11. Gatta, G., Bitelli, G.: A HGIS for the study of waterways: the case of Bologna as ancient city of waters. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 949 (2020).

12. Grava, M., Berti, C., Gabellieri, N., Gallia, A.: Historical GIS Strumenti digitali per la geografia storica in Italia. Edizioni Università di Trieste, Trieste (2020).
13. Guidi, G., Russo, M.: Diachronic 3D reconstruction for lost cultural heritage. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XXXVIII-5/W16, 371–376 (2011).
14. Balletti, C., Galeazzo, L., Gottardi, C., Massaro, M., Vernier, P.: From historical maps to digital technologies: the visualisation of the Venetian Ghetto's history. e-Perimetron 15 (3), 155-167 (2020).
15. Gregory, I., Healey, R.: Historical GIS: structuring, mapping and analysing geographies of the past. Progress in Human Geography 31 (5), 638– 653 (2007).
16. Gatta, G., Bitelli, G.: A historical GIS for the comparison of past and present views: Bologna, yesterday and today. In: Proceedings 11th ICA Conference on Digital Approaches to Cartographic Heritage, pp. 123-131. Riga, Latvia (2016).
17. Münster, S., Apollonio, F. I., Bell, P., Kuroczynski, P., Di Lenardo, I., Rinaudo, F., Tamborrino, R.: Digital cultural heritage meets digital humanities. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLII-2/W15, 813–820 (2019).
18. Zucconi, G. V.: Les Franc□ais à Venise: ville et architecture à l'époque impériale (1806-1813). In Tedeschi, L., Garric, J-P., Rabreau, D., Ba□tir pour Napoléon. Un architecture franco-italienne, pp. 455-472. Éditions Mardaga, Bruxelles (2021).
19. Romanelli, G.: Venezia Ottocento: l'architettura, l'urbanistica. Albrizzi, Venezia (1988).
20. Panciera, W.: Napoleone nel Veneto: Venezia e il generale Bonaparte, 1796-1797. Cierre Edizioni, Sommacampagna (2004).
21. Gobbi, S., Ciolli, M., La Porta, N., Rocchini, D., Tattoni, C., Zatelli, P.: New Tools for the Classification and Filtering of Historical Maps. ISPRS International Journal of Geo-Information 8(10): 455, (2019).
22. Farella, E.M.; O□zdemir, E.; Remondino, F.: 4D Building Reconstruction with Machine Learning and Historical Maps. Applied Sciences 11(4):1445, (2021).
23. Gatta G.: Analisi Metrica di Cartografia Antica in Ambiente Digitale. Bollettino A.I.C. 141-142, pp. 41-53 (2011).
24. Balletti, C.: Georeference in the analyses of the geometric content of early maps. e-Perimetron 1(1), pp. 32–42 (2006).
25. Boutoura, C., Balletti C.: Revisiting the projective properties of historic nautical maps of the Mediterranean and the Aegean. In: Mapping the 21st Century on Proceedings 20th International Cartographic Conference. Beijing (2001)
26. Boutoura, C., Livieratos, E.: Some fundamentals for the study of the geometry of early maps by comparative methods. e-Perimetron 1(1), 60–70 (2006).
27. Jenny, B., Weber, A., Hurni, L.: Visualising the planimetric accuracy of historical maps with MapAnalyst. Cartographica 42 (1), 89–94 (2007).
28. Pavanello, I., Concina, E., Trincanato, E.R.: I catasti storici di Venezia: 1808-1913. Officina, Roma (1981).
29. Lelo, K.: L'ambito urbano di Piazza Navona: una interpretazione attraverso le fonti cartografiche e documentarie sette-ottocentesche. In: Bernard, J.F. "Piazza Navona, ou Place Navone, la plus belle & la plus grande": du stade de Domitien à la place moderne: histoire d'une évolution urbaine, pp. 557-570. École française de Rome, Roma (2014).
30. Guerra, F., Balletti, C., Monti, C., Livieratos, E., Boutoura, C.: Studi ed elaborazioni informatiche e infografiche sulla veduta prospettica di de' Barbari. In: Romanelli, G., Biadene, S., Tonini, C., A volo d'uccello. Jacopo de' Barbari e le rappresentazioni di città nell'Europa del Rinascimento, catalogo della mostra, pp 92-100. Arsenale Editrice, Venezia (1999).

31. Barzaghi, R., Carrion, D., Migliaccio, F., Minini, G., Zambrano, C.: Strumenti GIS per il supporto agli studi storici: una proposta per l'innovazione dei metodi di ricerca. In: Atti della 16ª Conferenza Nazionale ASITA, pp-167-170. Vicenza (2012).
32. Carrion, D., Migliaccio, F., Minini, G., Zambrano, C.: Rappresentazione cartografica e condivisione di dati storici in ambiente GIS. In: Atti della 17ª Conferenza Nazionale ASITA, pp. 379-384. Riva del Garda (2013).
33. Guerra F.: 2W new technologies for the georeferenced visualisation of historic cartography. In: Proceedings of XIX ISPRS Congress, vol. XXXIII, part B5. Amsterdam (2000).
34. Baiocchi V., Lelo K.: Georeferencing the Historical Maps of Rome between the Seventeenth and Eighteenth centuries. In: proceedings of CIPA XX International Symposium, Vol. 1, p. 114-118. Torino (2005).
35. Brovelli M. A., Minghini M.: Georeferencing old maps: a polynomial-based approach for Como historical cadastre. e-Perimetron 7(3), 97–110 (2012).
36. Travaglini, C.M., Lelo, K.: Historical cartography and the study of urban cultural heritage: The case of Rome in the 18th century. e-Perimetron 8(4), 177–186 (2013).
37. Harrie, L., Kanters, J., Mattisson, K., Nezval, P., Olsson, P.-O., Pantazatou, K., Kong, G., Fan, H.: 3D city models for supporting simulations in city densifications. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVI-4/W4-2021, 73-77 (2021).
38. Morlighem, C.: Automatic reconstruction of 3D city models from historical maps. Master of Science thesis in Geomatics. Delft University of Technology, Delft (2021).
39. Yi Man Li, R.: 5D GIS virtual heritage. Procedia Computer Science 111, 294-300 (2017).
40. Dimitrov, H., Petrova-Antonova, D.: 3D city model as a first step towards digital twin of Sofia city. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B4-2021, 23–30 (2021).
41. Tamborrino, R., Rinaudo, F.: Sharing knowledge, grasping Cultural Heritage: a digital multidisciplinary approach to the historical process of architecture and urban changes. In: Heritage and Technology. Mind, Knowledge, Experience. In: Proceeding of the XIII International Forum 'Le Vie dei Mercanti' Aversa and Capri, pp. 1261-1270. La scuola di Pitagora editrice, Napoli (2015).
42. Kolbe, T.H., Gröger, G., Plümer, L.: CityGML: Interoperable Access to 3D City Models. In: van Oosterom, P., Zlatanova, S., Fendel, E.M., Geo-information for Disaster Management, pp.883-889. Springer, Berlin, Heidelberg (2005).
43. Baldin, C. M., Casella, V., Marchese, P.: 3D city models dettagliati in ambiente ESRI ArcGIS Pro: una prima esperienza. In: Atti ASITA academy 2021, pp. 15-26. (2021).
44. Döllner, J., Baumann, K., Buchholz, H.: Virtual 3D city models as foundation of complex urban information spaces. In: Proceedings of 11th International Conference on Urban Planning and Spatial Development in the Information Society, pp. 107-112. Vienna (2006).
45. Morelli, J.: Descrizione delle feste celebrate in Venezia per la venuta di S. M. I. R. Napoleone il Massimo Imperatore de' Francesi Re d'Italia Protettore della confederazione del Reno data al pubblico dal cavaliere abate Morelli regio bibliotecario. Tipografia Picotti, Venezia (1807).
46. Günay, S.: Geographical information systems as a tool for 3D visualization of lost architectural heritage. ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., IV-2/W6, 69–75 (2019).
47. Maté-González, M.Á., Rodríguez-Hernández, J., 7 Sáez Blázquez, C., Troitiño Torralba, L., Sánchez-Aparicio, L.J., Fernández Hernández, J., Herrero Tejedor, T.R., Fabián García, J.F., Piras, M., Díaz-Sánchez, C., González-Aguilera, D., Ruiz Zapatero, G., Álvarez-Sanchís, J.R.: Challenges and Possibilities of Archaeological Sites Virtual Tours: The Ulaca Oppidum (Central Spain) as a Case Study. Remote Sens 14 (3): 524, (2022).