POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Aria, acqua, terra: un impiego immersivo della cartografia storica / Air, Water, Land: an Immersive Use of Historical Cartography

Original
Aria, acqua, terra: un impiego immersivo della cartografia storica / Air, Water, Land: an Immersive Use of Historical Cartography / De Chiaro, Michele; Devoti, Chiara; Guerreschi, Paola. - In: BOLLETTINO DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA DI CARTOGRAFIA. - ISSN 0044-9733. - ELETTRONICO. - 172 (2021):(2021), pp. 92-103. [10.13137/2282-572X/34105]

Availability:
This version is available at: 11583/2973519 since: 2022-11-30T17:08:25Z

Publisher:
EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Published
DOI:10.13137/2282-572X/34105

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

12 October 2024

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA **2021 (172), 92-103**

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

DOI: 10.13137/2282-572X/34105

Aria, acqua, terra: un impiego immersivo della cartografia storica*

Air, Water, Land: an Immersive Use of Historical Cartography

MICHELE DE CHIARO*, CHIARA DEVOTI**, PAOLA GUERRESCHI***

Politecnico di Torino, Università di Torino; * michele.dechiaro@polito.it; ** chiara.devoti@polito.it, *** paola.guerreschi@unito.it

Riassunto

Laddove la cartografia storica rappresenta un "geogramma" (Raffestin, 2006), ossia un'immagine codificata e fissata nel tempo, secondo le esigenze e le sensibilità del contesto storico che ne ha imposto il tracciamento, questa rimane però anche il rilevamento di un ben preciso palinsesto territoriale. Proprio lo stratificarsi di segni, parte integrante dell'identità territoriale, autorizza a fare ricorso a processi di georeferenziazione, modellazione e visualizzazione 3D delle carte su supporti informatizzati ottenuti con le più moderne tecniche di rilevamento. Una cartografia storica di altissimo livello qualitativo, raffigurante i territori del Regno di Sardegna in primissima Restaurazione, drappeggiata sul modello digitale del terreno (DTM) della Regione Piemonte, ha offerto la base per una applicazione di simulazione di volo immersivo lungo lo storico "Naviglio d'Ivrea".

Parole chiave

Cartografia storica, GIS, 3D, volo immersivo

Abstract

Where historical cartography represents a "geogram" (Raffestin, 2006), that is an encoded and chronologically fixed image, according to the needs and sensibilities of the historical context that imposed its tracing, however, the map also remains as the detection of a very specific territory. Precisely the stratification of signs, as part of the territorial identity, authorizes the use of georeferencing, modeling and 3D visualization of maps on digital devices obtained with the most modern survey techniques. A highest quality historical cartography, depicting the territories of the Kingdom of Sardinia in the very early Restoration, digitally adapted on the terrain model (DTM) of the Piedmont Region, offered base for an immersive flight simulation on the ancient "Naviglio d'Ivrea".

Keywords

Historical map, GIS, 3D, immersive flight

* Il presente testo è frutto dell'esperienza comune dei tre autori all'interno del programma di ricerca legato alle commemorazioni per il quinto centenario della morte di Leonardo (si veda la nota 2 per i dettagli) e la stesura va considerata un lavoro globale. In particolare, tuttavia, il paragrafo 1 di introduzione è di Paola Guerreschi, il paragrafo 2 di Chiara Devoti, il paragrafo 3 di Paola Guerreschi e Michele De Chiaro. Le conclusioni sono condivise tra tutti gli autori.

1. Introduzione

Oggi è possibile divulgare in modo innovativo le conoscenze storico-geografiche a partire dalla cartografica storica analogica, ricca di informazioni relative al territorio, declinato sia dal punto di vista fisico, sia da quello antropico. In particolare, risultano particolarmente idonee le carte prodotte a partire dalla fine del XVIII secolo, caratterizzate solitamente da una notevole qualità tecnica e da un elevato livello di dettaglio, nonché derivanti da una specifica formazione delle figure preposte alla loro realizzazione.

L'informatica, i GIS, le informazioni digitali possono certamente favorire la disseminazione di conoscenza rispetto ai fatti del passato e alle trasformazioni occorse al territorio, quale strumento per la conoscenza delle vocazioni territoriali e delle identità dei luoghi, sicché oggi si può usufruire dell'integrazione tra dati storici e dati spaziali ricorrendo a nuovi strumenti di comunicazione e di narrazione.

Se è palese la complessità di consultazione della cartografia storica "originale", a causa delle difficoltà e accortezze legate al tipo di supporto utilizzato, sottoposto all'usura del tempo e alle deformazioni, che deve essere accuratamente conservato e protetto, specialmente se di valore, dall'altra è altrettanto evidente che con l'avvento delle nuove tecnologie e la disponibilità di moderni strumenti di acquisizione di qualità professionale elevatissima – come gli scanner piani – si ha la possibilità di accedere a ricco materiale documentale digitalizzato da enti pubblici, biblioteche, archivi, ovviando così all'ostacolo dell'accessibilità e favorendo la diffusione a tutto vantaggio la comunità scientifica. Al contempo è indubbio che per svolgere un'attività di ricerca avvalendosi di riproduzioni digitali di cartografia storica, conseguenti a scansione oppure ad acquisizione fotografica di tipo professionale, deve essere garantita l'affidabilità del prodotto dal punto di vista tecnico: l'immagine digitale deve possedere una adeguata risoluzione geometrica e lo strumento di acquisizione non deve aver introdotto deformazioni strumentali o non devono essere state effettuate prese fotografiche oblique, a pena del rischio di non poter ricavare informazioni corrette di natura metrica.

Avendo un accesso più facile alle fonti cartografiche digitali, oggi gli studiosi sono in grado di ampliare le indagini storico-geografiche, integrando certamente le potenzialità caratterizzanti i software GIS, con la georeferenziazione di carte storiche a varia scala – da quella territoriale a quella locale, all'*overlay* di strati informativi – quale supporto per indagini in grado di mettere a sistema informazioni derivanti da fonti documentarie di epoche diverse, nonché di differente natura. Tuttavia, gli aspetti tecnici esposti non possono condurre a risultati utili se non attraverso l'integrazione con altri saperi, secondo una rigorosa applicazione della teoria multidisciplinare.

2. Il Naviglio d'Ivrea da Leonardo alla *Carta degli Stati sardi in Terraferma* (1816-30)

In occasione delle celebrazioni dei cinquecento anni dalla morte di Leonardo, presso tre sale del cosiddetto Appartamento dorato nel corpo aulico del Castello del Valentino, è stata esposta in mostra una ampia collezione di schizzi, disegni, mappe, modelli appartenenti al patrimonio documentario del Politecnico e dell'Università di Torino, nonché elaborazioni cartografiche e filmati relativi ai temi del volo, del moto dell'acqua, della conoscenza del territorio – perlopiù piemontese – collegati a vario titolo alla figura di Leonardo e che propongono il progresso del sapere tecnico e scientifico dal secondo Ottocento[1].

1 Il Dipartimento DIST del Politecnico di Torino e dell'Università degli Studi di Torino ha avviato una programmazione di supporto alla ricerca per mezzo di apposita "call", a cadenza annuale. Nel corso del 2018 un gruppo di lavoro, coordinato da Francesco P. Di Teodoro, e composto da Chiara Devoti, Elena Gianasso, Maurizio Gomez-Serito e Marco Santangelo, cui si è associata Maria Vittoria Cattaneo con il sostegno di una borsa di ricerca ottenuta nel contesto del medesimo finanziamento, in previsione delle celebrazioni del cinquecentenario vinciano, ha cominciato a lavorare sul tema dal titolo *Leonardo e il Piemonte*, in aperta sinergia con i Musei Reali e con altre preminenti istituzioni. Grazie alle risorse messe a disposizione, sono stati affrontati i costi di acquisizione dati, di realizzazione di prototipi e di allestimento per la sezione al Castello del Valentino e per la realizzazione della "macchina" sensoriale della sala dalla omonima intitolazione, ai Musei Reali. La mostra al Castello del Valentino, dal titolo *Leonardo. Tecnica e territorio*, è stata curata da M.V. Cattaneo, C. Devoti, F.P. Di Teodoro, E. Gianasso, M. Gomez-Serito, M. Santangelo (curatori anche del catalogo), con la collaborazione di Enrica Bodrato, Margherita Bongiovanni, Giosuè Bronzino

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Tra gli elementi dal forte impatto territoriale che i codici leonardeschi ricordano, un ruolo di primo piano è giocato dal Naviglio d'Ivrea[2], già erroneamente attribuito a Leonardo come progettazione, mentre in realtà opera di committenza sabauda: i lavori sono avviati nel 1468 per volontà della duchessa Jolanda, moglie di Amedeo IX di Savoia, sulla scorta di apposite Patenti del 26 gennaio 1466 con cui il duca aveva concesso alla consorte di derivare dalla Dora Baltea un canale presso Ivrea, che attraversasse "li Luoghi, e Territorj di Cigliano, Villa Regia, Moncrivello, Borgo d'Alice, Cavaglià, Santhià, Tronzano, et altrove" (AST, Corte, *Paesi*, Ivrea e provincia, *Naviglio di Ivrea*, m. 1) e giungesse fino a Vercelli, dove sarebbe confluito nel torrente Sesia, "con facoltà di far construere sovra di esso molini, et altri edifizj"[3] (Cattaneo, 2019b, p. 112) ed era compiuto entro il 1472. Il grande canale è realizzato sia per finalità irrigue, sia come sorgente per generare forza motrice idraulica per attività produttive e ancora per favorire lo sviluppo del commercio tramite le vie d'acqua. "L'importanza del canale era tale da costituire motivo di interesse per Leonardo da Vinci, che lo studia molto probabilmente per i suoi aspetti tecnici. Nel corso dei secoli successivi, alla sua ristrutturazione e perfezionamento prendono parte, per ovviare ai numerosi problemi di funzionamento, importanti ingegneri e tecnici, che lasciano una ricca documentazione cartografica e grafica relativa sia al Naviglio, sia ai canali, rogge e *bealere* da questo derivati" [4] (Cattaneo, 2019b, p. 108). Argini, bocchette e derivazioni occupano la documentazione storica dei successivi due secoli dalla sua costruzione, testimoniando non solo delle costanti esigenze di manutenzione, ma anche del rilevante ruolo di questa infrastruttura territoriale di primaria importanza, acquistata nella seconda metà del XVII secolo dal marchese di Pianezza dalla corona, che evidentemente non aveva più intenzione di occuparsi della sua costosa gestione. Alle ingenti opere di ricostruzione corrisponde un rinnovato ruolo del Naviglio, che ancora nell'Ottocento non solo è raffigurato nella sua estensione da Ivrea alla Sesia, ma è fonte di numerosi proventi e di interesse nuovamente per la casa regnante: "nel 1820, infatti, Vittorio Emanuele I di Savoia, da poco rimesso in possesso dei beni della Sacra Religione dei Santi Maurizio e Lazzaro dopo la requisizione di età napoleonica, ordina che i redditi derivanti dalla commenda di Staffarda e dall'abbazia di Casanova vengano impiegati, in ottemperanza peraltro di un pregresso breve pontificio del 1816, per l'acquisto del "canale detto Il Naviglio d'Ivrea, offerto al Demanio dal Marchese [Luigi] Solaro del Borgo pel prezzo di Lire 1,900,000"[5]. Nel 1832 Carlo Alberto disporrà di impiegare i benefici economici del corso d'acqua per la costituzione di parte del dovario, ossia della dote di vedovanza, della regina Maria Cristina di Borbone-Napoli, moglie del predecessore Carlo Felice, decidendo tuttavia infine di convertire il sussidio reale in un'adeguata rendita sul debito pubblico" (Devoti, 2019a, p. 334)[6].

Il rapporto, fortissimo, tra il corso d'acqua artificiale e i luoghi che attraversa è reso con evidenza da molti documenti, a cominciare da una bella veduta parziale di Ivrea con la canalizzazione in primo piano[7] e poi anche, ovviamente, dalla cartografia di ampio respiro. Nessuna meraviglia, dunque, di rintracciarne il corso in

e Paola Guerreschi e con il supporto del LARTU – Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali e Urbane del DIST. Catalogo bilingue italiano-inglese, disponibile in formato *open access*: Cattaneo M.V., Devoti C., Di Teodoro F.P., Gianasso E., Gomez-Serito M., Santangelo M., 2019. Per un bilancio dell'esperienza: Devoti[b], 2019, pp. 449-457.

2 Leonardo da Vinci, *Naviglio d'Ivrea*, 1495 ca., in *Codice Atlantico*, f. 563r, già 211v-a. Si rimanda alla scheda di Cattaneo[a], 2019, p. 401 sg.

3 AST, Corte, *Paesi*, Ivrea e provincia, *Naviglio di Ivrea*, m. 1, in Cattaneo[b], 2019, p. 112.

4 Sono attestate opere di riparazione sin dal secolo seguente; poi nei primi decenni del Seicento sono coinvolti negli interventi di riparazione all'imboccatura e all'alveo del Naviglio gli ingegneri ducali Ascanio Vitozzi (1608) e Carlo di Castellamonte (1616-1623), i cui progetti e «osservazioni» non furono tuttavia risolutivi. Cattaneo[c], 2019, p. 108.

5 Archivio Storico Ordine Mauriziano (a seguire AOM), *Regie Provvisioni Magistrali*, vol. 1 (1814-26), cc. 44-46 e *Naviglio d'Ivrea*, m. 1, n. 27, già *Centallo e Cavallermaggiore*, m. 3.

6 AOM, *Registro Sessioni*, vol. 37, 1832, cc. 183, 231, 233 e *Naviglio d'Ivrea*, m. 1, n. 30. Rimando a Devoti[a], 2019, pp. 334-336.

7 Carlo Antonio Vigna Geometra e Misuratore, *Carta tippografica del profillo delle muraglie di recinto della presente Città dalla parte verso il naviglio formata* [...] *per Pattenti Reggie del 21 febbraio 1744*, 21 aprile 1744. Archivio di Stato di Torino (ASTo), Sez. Riunite, *Carte topografiche e disegni*, *Camerale Piemonte*, *Tipi articolo 663*, Ivrea, m. 52. Si rimanda a Cattaneo[b] 2019.

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

quella che a tutti gli effetti è la ricognizione di maggiore completezza e ricchezza per il periodo della prima Restaurazione, ossia la *Carta Topografica degli Stati di Terra-ferma di S.S.R.M. Carlo Alberto Re di Sardegna fatta dal Corpo di Stato Maggiore Generale alla scala di 1/50.000*[8], estesa tra il 1816 e il 1830 per la mappatura completa del territorio degli Stati Sardi non insulari[9]. Alla scala di 1:50.000, in 112 fogli, o tavolette, è il prodotto – nato per essere dato alle stampe in versione semplificata e poi invece rimasto come un *unicum*[10] – della accurata misurazione dello Stato, affidata a una schiera di tecnici militari coordinati da ingegneri e capitani, in un processo di saldatura rispetto al "Corpo degli Ingegneri Toppografici" sardi (istituito nel 1738)[11], che mossero dalla capitale sino alla Savoia e a Nizza, procedendo con la misura e la relativa raffigurazione[12].

L'estrema precisione grafica, la ricchezza del modellato orografico (ottenuto con un'attenta cromia e con il consueto ribaltamento nella proiezione delle ombre)[13], rendono la carta il luogo privilegiato per esercizi che – impiegando tecniche di estrema attualità – mirino a proporre esperienze 'immersive', fino a un vero e proprio sorvolo a pelo d'acqua del corso del Naviglio, impiegando un adeguato numero di tavolette opportunamente ricomposte per la sezione d'interesse e georiferite (Fig. 1). Precedenti esperienze di modellazione della mappa hanno dimostrato la validità del supporto cartografico storico e la possibilità di operare rotazioni del prodotto digitale in grado di offrire scenografiche immagini della realtà geografica e soprattutto dell'azione antropica, dalla realizzazione delle difese urbane, alla costruzione di spazi pubblici, nonché dell'organizzazione agricola, con i segni forti di filari o allee[14]. Non meno efficace ed evocativa la resa del contesto territoriale, particolarmente mutevole lungo il corso d'acqua proprio per il tracciato che, partendo da Ivrea, con il suo legame con la serra morenica, il profilo lontano delle Alpi, fino alla piana agricola, densamente coltivata, conduce lentamente sino a Vercelli, una delle città baluardo della dinastia sabauda, viceversa saldamente incuneata in un profilo territoriale profondamente diverso.

3. Il Naviglio d'Ivrea e l'esperienza immersiva in 3D

3.1. Georeferenziazione e modellazione

L'occasione della mostra dedicata a Leonardo e della presenza di una così ricca cartografia, ha dato le mosse all'applicazione delle moderne tecniche GIS, integrandole con le più affascinanti opportunità di restituzione tridimensionale di paesaggi virtuali, fino a realizzare un vero e proprio volo d'uccello lungo il tracciato del Naviglio d'Ivrea, del quale il Vinciano lascia una breve descrizione "*Navilio d'Invrea fatto dal fiume della Doira*" abbinata a uno schizzo (L. da Vinci, *Codice Atlantico*, f. 563r).

Il corso d'acqua artificiale prende avvio dalla città di Ivrea, dal cui profilo si gode lo *skyline* delle Alpi, e che ancora Leonardo contestualizza territorialmente con la scritta "*Montagni d'Invrea: nella sua parte sil-*

8 Autorizzazione alla pubblicazione n. 7100 al Dip. DIST della Carta degli Stati Sardi, 1816-30 comprendendo le seguenti tavolette Fg. I 10 Bard, Fg. I 11 Biella, Fg. I 12 Borgomanero, Fg. K 10 Courgnè, Fg. K Ivrea, Fg. K Borgo Vercelli, Fg. L 10 San Benigno, Fg. L 11 Chivasso, Fg. L 12 Vercelli.

9 Istituto Geografico Militare (IGM), Firenze, Archivio Cartografico, carte preunitarie.

10 La presenza nella *Carta topografica* di una base litografica di supporto alla successiva acquerellatura suffraga l'ipotesi avanzata da Claude Raffestin di una origine preparatoria della ricognizione conservata, che avrebbe poi dovuto essere tradotta in una versione stampabile. Raffestin, 2006, p. 25.

11 Devoti, Defabiani, 2012, p. 23.

12 Il rilevamento si appoggia alla rete geodetica generale del Piemonte con generazione delle coordinate cartesiane dall'Osservatorio Reale di Torino, con impiego e riduzione di mappe preesistenti, aggiornate per i dati principali modificati, da integrarsi con rilievi settoriali costruiti *ex novo*. L'altimetria «ad occhio esercitato» è integrata da tratteggio a luce obliqua a 45 gradi. Su base litografica, il disegno è acquerellato con notevole sapienza e con il classico ragionamento del ribaltamento delle ombre. Ogni foglio è dotato di scala graduata in trabucchi e miglia di Piemonte, da porsi in relazione con il rilevamento metrico. Per i dettagli si rimanda a Anibaldi Ranco, Borgogno Mondino, Garnero, 2007.

13 Per il legame con le *écoles de guerre* napoleoniche da un lato (con le teorie topografiche di Puissant), l'integrazione con l'Ufficio Topografico sabaudo, e le potenzialità di analisi insite nella carta, si veda Defabiani, Devoti, 2011, pp. 215-224.

14 La mappa è stata impiegata per una ricognizione a volo d'uccello sulla capitale degli Stati sardi, Torino, per leggere il processo di smantellamento del sistema della bastionata alla moderna. Gli esiti in Devoti, Guerreschi, 2018, pp. 297-309.

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 1 – Carta degli Stati sardi in Terraferma, dettaglio sull'area della Serra d'Ivrea

FONTE: Video Naviglio d'Ivrea, DIST, LARTU, 2019. (IGM, Archivio cartografico, carte preunitarie. Autorizzazione n. 7100 in data 19/11/2021. Dai tipi dell'Istituto Geografico Militare).

vagia produce di verso tramontana" (L. da Vinci, *Codice Atlantico*, f. 563r) (Fig. 2); in seguito scorre su un tracciato pianeggiante, seguendo la morfologia del terreno e costeggiando sinuosamente la Serra morenica d'Ivrea, sino a raggiungere la città di Vercelli, per confluire, infine, nel fiume Sesia.

Le tavolette preunitarie relative alla zona di interesse, acquistate in formato digitale ad alta risoluzione dall'archivio Topocartografico dell'Istituto Geografico Militare di Firenze, sono state opportunamente mosaicate e, attraverso una attività di *editing*, uniformate per eliminare le evidenti discromie in gran parte causate dalla differente mutazione dei supporti cartacei nel tempo. Il prodotto cartografico *raster* ottenuto è stato georiferito[15] rispetto alla Carta Tecnica Regionale *raster* in scala 10.000, che, seppure a una scala differente, è stata ritenuta adeguata al riconoscimento di elementi caratteristici del paesaggio presenti nella cartografia storica scelta. Si è trattato di un'operazione molto delicata e dalla sua precisione è derivato il successo della corretta georeferenziazione delle mappe storiche. È stato individuato un consistente numero di punti di controllo (punti omologhi o *Ground Control Point* - GCP), rispetto a ciascuno dei quali, ricorrendo al calcolo ai minimi quadrati, è stato definito lo scarto finale ed è stata valutata l'accuratezza della trasformazione globale. Essendo la cartografia di base caratterizzata da una notevole precisione metrica, si è potuto garantire un elevato grado di fedeltà di riproduzione segnica della realtà: riconoscimenti sulla mappa storica di elementi che sono perdurati nel tempo, come ad esempio spigoli di fabbricati isolati, edifici di culto o incroci di strade, con i corrispondenti punti identificati sulla CTR sono stati operati, mentre non si sono considerati gli elemen-

15 Si è utilizzato software proprietario ArcMap della ESRI e il tool Georeferencing. Su questi temi si veda: il capitolo 1 di Grava, *et. al.*, 2020, pp. 1-17; Dubbini, Giannini, Picone, 2016, pp. 117-152.

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 - Fotogramma estratto dal video con citazione tratta dal Codice Atlantico relativo alle Montagne d'Ivrea

FONTE: Video Naviglio d'Ivrea, DIST, LARTU, 2019. (IGM, Archivio cartografico, carte preunitarie. Autorizzazione n. 7100 in data 19/11/2021. Dai tipi dell'Istituto Geografico Militare).

ti irrigui che possono aver modificato il loro corso nel tempo, diventando un agente modellante del territorio. Le difficoltà maggiori si sono riscontrate nell'individuazione di punti in aree di montagna o collinari ove la presenza di unità volumetriche era minimale o l'urbanizzato si è notevolmente trasformato.

La carta georiferita è stata quindi drappeggiata utilizzando il modello digitale del terreno (DTM) prodotto dalla Regione Piemonte a partire dal volo ICE[16] 2009-2011. Nella carta originale veniva dimostrata la grande capacità dei disegnatori – ingegneri e capitani sotto il controllo degli ufficiali dello Stato Maggiore dell'Esercito – di seguire la tradizione topografica francese nella rappresentazione degli elementi naturalistici e dello spazio antropizzato, laddove la semplice rappresentazione visualizzata bidimensionalmente su un supporto materiale poteva esprimere la tridimensionalità orografica soltanto attraverso l'utilizzo di segni cartografici convenzionali quale l'ombreggiatura[17]. L'operazione compiuta ha avuto innanzitutto la finalità di enfatizzare il carattere di tridimensionalità impresso sulla carta in uno spazio realmente a tre dimensioni, navigabile, definito dall'andamento morfologico della superficie. La gestione integrata di nuove informazioni territoriali, nativamente digitali, con fonti cartografiche storiche informatizzate, infatti, offre la possibilità di esplorare e conoscere diacronicamente i paesaggi dal punto di vista visivo, le stratificazioni localizzate, quale memoria storica del territorio, e lo sviluppo geostorico[18].

Focalizzando l'attenzione sul Naviglio d'Ivrea, canale artificiale che nel corso del tempo non ha modificato

16 Ingegneria Cartografica Europea.

17 Per la scuola francese, ancora Devoti, Defabiani, 2011, pp. 215-224.

18 Per Historical GIS, rendering 3D e divulgazione si veda Grava, *et. al.*, 2020, pp. 187-215

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

in modo significativo il suo tracciato, e che ancora oggi segue il suo andamento sinuoso dispiegato nel territorio dell'attuale eporediese e vercellese, si è quindi predisposto un livello informativo vettoriale, ottenuto mediante digitalizzazione del corso d'acqua[19], raffigurato sulla *Carta Topografica degli Stati di Terraferma* georiferita, mantenendo un elevatissimo grado di fedeltà al tracciato. Il progetto così organizzato è stato implementato successivamente in un differente software della piattaforma ESRI - ArcGis Pro - in cui si è sviluppata la componente di visualizzazione tridimensionale immersiva della carta storica.

3.2. L'esperienza immersiva del volo sul Naviglio

Si è lavorato a lungo sulla pianificazione del percorso da seguire per poter creare un'animazione che potesse simulare con estrema naturalezza la visuale propria di un volatile durante il sorvolo del territorio[20]; a tal fine sono state prese a prestito le procedure standardizzate delle azioni che i piloti possono far eseguire a un aereo: cambi di inclinazione, variazioni di quota, avanzamenti in linea retta, virate sinuose, modificando l'oscillazione lungo la direzione verticale. Ed ecco introdotti anche il volo in picchiata, le cabrate – per aumentare la quota di volo – o le virate lungo l'asse orizzontale in base al raggio di deviata che si vuole realizzare. Si è inoltre predisposta una visualizzazione interattiva lungo il tracciato del Naviglio, definito precedentemente, attraverso una *timeline* di animazione, mentre si è progettata in modo preciso la discretizzazione del tratto del canale in migliaia di tratti minori, in modo da ottenere a posteriori del processo una visualizzazione del tracciato, con un *rendering* continuo e incrementale[21].

Le due operazioni sincronizzate offrono al fruitore un'esperienza immersiva non meramente estetica, nella quale si è data l'opportunità di osservare il territorio in modo transcalare, presentando prospettive inconsuete e permettendo di passare da una visione di dettaglio a una globale. Inoltre, si è offerta la possibilità sorvolare una zona a bassa quota, ma in un breve lasso di tempo, attuando una cabrata, beneficiando così di una visuale estesa, panoramica, in grado di abbracciare un'ampia veduta del paesaggio circostante, spaziando sino alle propaggini alpine.

Librandosi nell'aria, *è* possibile visualizzare lo scorrere sinuoso del canale e lambire la Serra d'Ivrea per poi, elevandosi ancora di quota, abbracciare l'intera orografia della Serra e cogliere la notevole varietà morfologica con la sua ricca rete idrografica, naturale e artificiale: i due grandi specchi d'acqua, i laghi di Candia e di Viverone; il Po, la Dora Baltea e la Dora Riparia; i canali derivati a scopo irriguo.

L'osservazione del territorio, passando dal contesto globale a quello locale, per mezzo di discese in leggera picchiata, permetteva allo spettatore anche di leggere la "terra", esaminando in dettaglio l'uso del suolo ai tempi della prima Restaurazione, in buona continuità di uso rispetto all'epoca della stessa ideazione del Naviglio, e poi destinate a una consistente trasformazione in età contemporanea (Fig. 3).

La lettura del tratto segnico di altissimo livello qualitativo rende infatti possibile apprezzare se non il frazionamento dei possedimenti terrieri, almeno la macrodiffusione dei coltivi secondo la logica propria alla prima redazione del catasto napoleonico, delle masse di coltura, con il tratto distintivo rappresentato dalle ampie distese risicole del territorio vercellese alla base della sua ricchezza produttiva e commerciale. Infine, con un avanzamento del volo in linea retta, la simulazione lasciava scorrere la vista per identificare il tessuto urbanizzato dei centri minori, sino ad arrivare a Vercelli, grande centro culturale, dove il corso del Naviglio termina gettandosi nel fiume Sesia.

5. Conclusioni

Il video realizzato, riprodotto su uno schermo di elevate dimensioni, e mandato in mostra assieme con gli altri materiali legati a vario titolo a Leonardo, ha avuto un riscontro estremamente positivo da parte dei visitatori. Il pubblico si trovava di fronte a un prodotto in grado

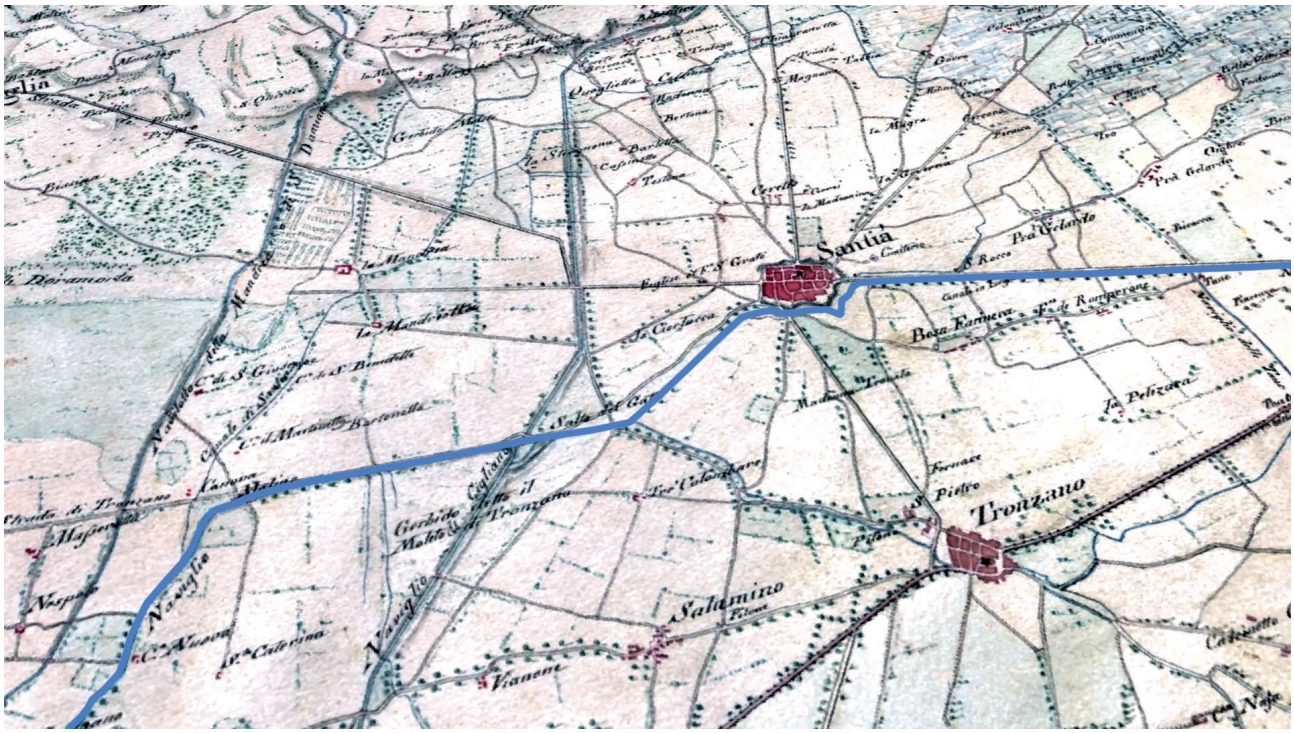
19 Per approfondimenti interdisciplinari sull'idrografia storica si veda il capitolo 5 in Grava, *et. al*., 2020, pp. 125-144.

20 Per le tematiche sull'esperienza visiva cfr. Casetti F., 2000; Di Luggo, Zerlenga, Pascariello, 2016.

21 Per un'esperienza analoga rispetto all'utilizzo di modelli dinamici 3D si veda Balletti, Guerra, 2005.

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 3 – Particolare che mette in evidenza i tratti segnici utilizzati per distinguere i diversi usi del suolo



FONTE: Video Naviglio d'Ivrea, DIST, LARTU, 2019. (IGM, Archivio cartografico, carte preunitarie. Autorizzazione n. 7100 in data 19/11/2021. Dai tipi dell'Istituto Geografico Militare).

di intrecciare la bidimensionalità e la staticità di una carta, con la tridimensionalità del modello digitale del terreno, integrandole con le proprietà della visione cinematografica data dal cambio di prospettiva e di cono visivo. È chiaro che si trattava di movimenti predisposti "a tavolino", definiti a priori, in cui il fruitore poteva seguire il movimento stando a una certa distanza dallo schermo, ma percependo comunque, con la visione periferica, l'ambiente circostante, caratterizzato dalla ricca decorazione barocca dell'Appartamento dorato del Castello del Valentino, in un contrasto suggestivo. Lo spettatore, già interessato dalla lettura dei pannelli lungo le pareti e dalla esposizione della ricca collezione cartografica del DIST o ancora dalla contemplazione delle sezioni di pietre offerte nello spazio centrale della sala, si fermava attirato da queste immagini in movimento, godendo di un'esperienza molto suggestiva, e non puramente estetica. (Fig. 4)

Coloro che non erano preparati consapevolmente alla lettura del territorio su base cartografica riuscivano, infatti, a cogliere qualitativamente il tratto segnico di elevata accuratezza e ad apprezzare una visualizzazione alternativa rispetto a quella consueta. La percezione prevalente risultava quella legata, in particolare, al valore "scenico" e "cinematografico" – a prescindere dalla rilevanza storica, geografica o cartografica della carta – così come erano riconosciuti, con estrema facilità, gli elementi naturali: 'aria' poiché ci si librava in alto con un volo sinuoso sul contesto territoriale, 'acqua' per il percorso del Naviglio d'Ivrea e per la ricca rete irrigua eporediese e vercellese, e infine 'terra' per il riconoscimento dell'uso del suolo all'epoca della Restaurazione. Al contrario gli spettatori con una radicata conoscenza teorica, avvezzi all'analisi critica del documento storico, potevano trovare stimolante la lettura traversale dell'informazione permessa dalla visualizzazione dinamica, in grado di fornire nuovi suggerimenti di approccio da applicare ai propri contesti scientifici.

Nel caso specifico della *Carta Topografica degli Stati di Terraferma* la rappresentazione cartografica 'prende

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

vita' attraverso l'eccellente segno grafico e l'uso di tecniche pittoriche per rendere efficacemente la morfologia del terreno, mentre è indubbio che sia una carta di qualità inferiore, sia una carta moderna – in cui la morfologia sia rappresentata con simbologia specifica attuale – avrebbero portato a un risultato estremamente diverso, meno accattivante dal punto di vista estetico, della sensazione o dell'emozione suscitata. (Fig. 5)

L'approccio immersivo, infatti, si riferisce a un processo di trasformazione di informazioni in rappresentazioni visive, destinate a stimolare processi cognitivi che facilitano la lettura delle informazioni in modo più efficace, richiedendo in partenza un prodotto che presenti delle caratteristiche già per sua natura accattivanti. La modalità di fruizione descritta, infatti, consente di rafforzare il collegamento tra mondo reale e mondo digitale, offrendo l'opportunità di osservare, come in questo caso, un territorio da un punto di vista privilegiato. Non si tratta di un approccio innovativo, ma di un sistema già largamente sperimentato; tuttavia, è possibile ripensarlo in chiave ancora più immersiva, mediante l'uso di dispositivi e software legati alla categoria della realtà estesa, in tutte le sue più disparate forme, dal momento che la rivoluzione digitale offre strumenti ogni volta più innovativi, e con essi scenari inediti, tutti comunque accomunati dalla centralità dell'utente come fattore di maggiore rilevanza.

Rendendo lo spettatore parte attiva di esperienze sempre più coinvolgenti, si definisce, infatti, un obiettivo per la simulazione che può essere raggiunto solo attraverso il costante miglioramento della qualità dei prodotti esistenti, e al contempo ponendo particolare attenzione alla personalizzazione di contenuti ed esperienze, da definir-

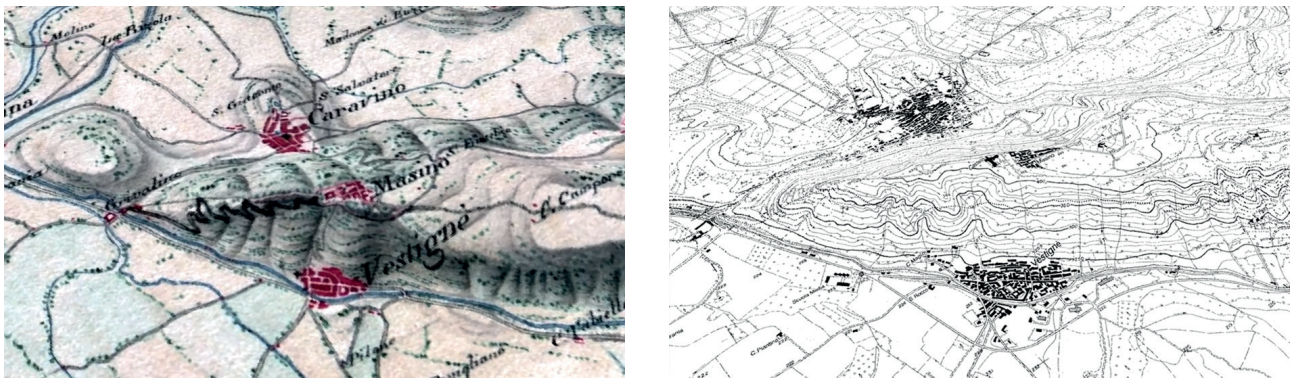
FIGURA 4 – Allestimento della Sala dell'Appartamento dorato con il video del Naviglio d'Ivrea

FONTE: archivio fotografico DIST, 2019

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

si specificamente per il sistema culturale che si voglia valorizzare, ottimizzando inoltre le capacità di racconto, con un'attenzione precipua per l'interattività con le rappresentazioni digitali. L'esperienza messa in campo nel contesto della mostra si è rivelata vincente per la scelta del supporto da 'navigare', ma innanzitutto per il contesto nella quale è stata offerta: una esposizione rigorosamente scientifica, in un ambito architettonico e culturale aulico, laddove appariva difficile immaginare un'esplosione tecnica e una presentazione a grande schermo dai colori vividi e dai suoni coinvolgenti. L'effetto sorpresa ha contribuito, in maniera non irrilevante, nel catturare l'attenzione del pubblico: un altro aspetto non secondario quando si vogliano proporre esperienze 'immersive'.

FIGURA 5 – Dettaglio della morfologia del terreno con l'applicazione di tecniche pittoriche tratto dalla carta Topografica degli Stati sardi (a sinistra) e la CTR (a destra)



FONTE: a sinistra video Naviglio d'Ivrea, DIST, LARTU, 2019. (IGM, Archivio cartografico, carte preunitarie. Autorizzazione n. 7100 in data 19/11/2021. Dai tipi dell'Istituto Geografico Militare); a destra, CTR, Regione Piemonte, 2006.

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Riferimenti bibliografici

Anibaldi Ranco M., Borgogno Mondino E., Garnero G. (2007), *Mosaicatura e georeferenziazione della carta degli Stati Sardi*, in: Atti della XI Conferenza Nazionale ASITA, Milano, pp. 112-116.

Balletti C., Guerra F. (2005), *Metodi di elaborazione informatica per la ricostruzione cartografica: le trasformazioni territoriali delle bocche di porto di Venezia nella cartografa storica*, in Atti del convegno nazionale SIFET. "Integrazione tra le tecniche innovative del rilievo del territorio e dei beni culturali", Palermo.

Casetti F. (2000), *L'occhio dello spettatore*, I.S.U. Università Cattolica, Milano.

Cattaneo M.V., Devoti C., Di Teodoro F.P., Gianasso E., Gomez-Serito M., Santangelo M. (2019, a cura di), *Leonardo. Tecnica e territorio*, Politecnico di Torino, Torino.

Cattaneo M.V., Devoti C., Gianasso E., Gomez Serito M., Santangelo M. (2019), "Leonardo mente politecnica", in: Pagella E., Di Teodoro F.P., Salvi P. (a cura di), *Leonardo da Vinci. Disegnare il futuro*, Milano, Silvana Editoriale, pp. 328-337.

Cattaneo M.V. (2019 a), "Leonardo da Vinci. Naviglio d'Ivrea, 1495 ca., in Codice Atlantico, f. 563r, già 211v-a.", in: Pagella E., Di Teodoro F.P., Salvi P. (a cura di), *Leonardo da Vinci. Disegnare il futuro*, Silvana Editoriale, Milano, p. 401 sg.

Cattaneo M.V. (2019b), "Il Naviglio di Ivrea da Leonardo al XVIII secolo", in: Cattaneo M.V., Devoti C., Di Teodoro F.P., Gianasso E., Gomez-Serito M., Santangelo M. (a cura di), *Leonardo. Tecnica e territorio*, Edizioni del Politecnico, Torino, pp. 112-116.

Cattaneo M.V. (2019c), "Il Naviglio di Ivrea tra progetto e cartografia", in: Cattaneo M.V., Devoti C., Di Teodoro F.P., Gianasso E., Gomez-Serito M., Santangelo M. (a cura di), *Leonardo. Tecnica e territorio*, Edizioni del Politecnico, Torino, p. 108.

Defabiani V., Devoti C. (2011), "L'analisi storico territoriale", in: Peano A. (a cura di), *Fare Paesaggio. Dalla pianificazione di area vasta all'operatività locale*, Alinea, Firenze, pp. 215-224.

Devoti C. (2019a), "Percorsi sull'acqua: sorvolare il Naviglio", in: Cattaneo M.V., Devoti C., Gianasso E., Gomez Serito M., Santangelo M., "Leonardo mente politecnica", in: Pagella E., Di Teodoro F.P., Salvi P. (a cura di), *Leonardo da Vinci. Disegnare il futuro*, Silvana Editoriale, Milano, pp. 334-336.

Devoti C. (2019b), "Leonardo. Tecnica e territorio. Note a margine delle mostre nel cinquecentenario leonardiano", *Studi Piemontesi*, vol. XLVIII, 2019/2, pp. 449-457.

Devoti C., Defabiani V. (2012), "La macrostruttura storica del territorio: invarianti e trasformazioni dalla fine dell'"Ancien Régime" al Secondo Dopoguerra", in: Natoli C. (a cura di), *L'identità di un territorio. Interpretare il paesaggio per un progetto di valorizzazione*, L'Artistica, Savigliano, pp. 19-32.

Devoti C., Guerreschi P. (2018), "Urbanistica, presidio e territorio della capitale (Torino) nel rilevamento del Corpo di Stato Maggiore (1816-30): dal disegno alla visualizzazione in 3D", in: Devoti C. (a cura di), *Gli spazi dei militari e l'urbanistica della città. L'Italia del nord-ovest (1815-1918)*, *Storia dell'urbanistica*, 10/2018, pp. 297-309.

Di Luggo A., Zerlenga O., Pascariello M.I. (2016), "Rappresentazione e comunicazione del paesaggio tra tradizione e innovazione", in: Berrino A., Buccaro A. (a cura di), *Delli Aspetti de Paesi. Vecchi e nuovi Media per l'Immagine del Paesaggio*, FedOA - Federico II University Press, Napoli, pp. 29-33.

Dubbini M., Giannini M., Picone S. (2016), "La cartografia storica della Versilia come strumento di ricostruzione del passato", in: Giannini M., Greco V. (a cura di), *Visualizzare il paesaggio. Nuove forme di narrazione e rappresentazione dello spazio geografico*, Quaderni di Storicamente, n. 8, BraDypUS Editore, Bologna, pp. 117-152.

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Grava M., Berti C., Gabellieri N., Gallia A. (2020), *Historical GIS. Strumenti digitali per la geografia storica in Italia*, Studi monografici dell'Associazione Italiana di Cartografia, 4, EUT, Trieste.

Raffestin C. (2006), "Vivere, percorrere, cartografare le Alpi", in: Massabò Ricci I., Gentile G., Raviola B. A. (a cura di), *Il teatro delle terre. Cartografia sabauda tra Alpi e pianura*, Catalogo della mostra, Torino - Archivio di Stato, L'Artistica, Savigliano, pp. 19-27.

ISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)