

DISTORSIONI GEOMETRICHE DELLA CARTOGRAFIA STORICA: ANALISI DI ALCUNE CARTOGRAFIE REALIZZATE TRA IL 1500 ED IL 1700 RELATIVE AL GOLFO DI TRIESTE

ANALYSIS OF GEOMETRICAL DISTORTION DEGREE FOR SOME ANCIENT MAPS (XVI-XVIII CENTURY) OF THE TRIESTE GULF AREA (NORTHEAST OF ITALY)

Giovanni Mauro*

Riassunto

È ben nota l'importanza dell'apparato iconografico proprio della cartografia storica, il cui limite generalmente lamentato è relativo all'accuratezza geometrica. Nel presente contributo, mediante l'utilizzo di un *software* dedicato, disponibile gratuitamente in rete (Mapanalyst), si punta ad analizzare la precisione geometrica di alcune cartografie storiche (carte realizzate tra l'inizio del 1500 e la fine del 1700) relative al Golfo di Trieste. Utilizzando una serie di punti doppi individuati sulle carte storiche e su una carta moderna di riferimento, sono state create griglie di distorsione e altre modalità di visualizzazione per comprendere la qualità geometrica delle carte antiche.

Abstract

The relevance of the sign in the historical maps is generally recognized, however the geometric accuracy usually represents the main limit for these maps. So it's essential to understand their distortion degree in order to introduce them in a GIS environment to study main geographic processes involving a region. In this paper we analyzed several ancient maps, carried out between 1500 and 1700 for the Trieste Gulf area (Northeast of Italy). We applied software, free downloadable from Internet, named MapAnalyst (developed from Institute of Cartography, ETH Zurich). Using pairs of control points on an old map and on a new reference, we compute distortion grid and other type of visualizations to understand accuracy and distortions of these old maps.

I. Introduzione

Il crescente ruolo della cartografia storica per studi nell'ambito della geografia storica, testimoniato anche da una sempre più ricca bibliografia, risponde ad una crescente esigenza di "indagare sulle dinamiche passate dei territori, non solo per ricostruire le loro vicende storiche, ma anche come aiuto alla comprensione del presente (..)" (Lago, 2003). Quaini (1992), ad esempio, pone in evidenza il fatto che la dimensione temporale è una componente fondamentale del territorio (e quin-

* Dipartimento di Scienze Geografiche e Storiche - Università degli Studi di Trieste - gmauro@units.it

di della geografia) e propone come campo di ricerca della geografia il “complesso spazio-temporale” a scale e fonti integrate. Più recentemente i ricercatori che usano il GIS in un contesto storico (ossia che utilizzano procedure informatizzate come, ad esempio, la digitalizzazione e/o la georeferenziazione delle carte antiche), evidenziano l'importanza del supporto cartografico e del metodo diacronico per individuare i fattori di sviluppo regionale (e.g. Gregory, 2005).

Tuttavia il limite di fondo generalmente lamentato per le carte antiche è la distorsione di ordine geometrico che affligge la cartografia pre-geodetica, ossia quella realizzata almeno fino ai primi tre decenni del XIX secolo, come rileva Rombai (2002). Questo autore evidenzia, tra l'altro, anche il fascino che contraddistingue le carte antiche rispetto alle “seppur geometricamente precise, asettiche carte contemporanee (...)”, fascino generalmente dettato dal potente apparato iconografico che generalmente le caratterizza; talvolta l'insieme dei simboli può parzialmente suggerire al ricercatore la logica costruttiva della carta, costituendo una sorta di “metainformazione” del documento stesso. Seguendo una sorta di processo inverso a quello della costruzione della carta, processo che Harley (2001) denomina la “de-costruzione della carta antica”, si ricercano quelle regole implicite, non codificate, che ne hanno all'epoca influenzato (ed in parte dettato) la loro realizzazione. Sono proprio queste regole a rendere le carte antiche “clienti scivolosi” (Harley, 2001), motivo per cui diventa di primaria importanza un'opportuna contestualizzazione storica relativa al periodo il cui la carta è stata realizzata per cercare di coglierne aspetti politici, economici, sociologici, ecc.

Proprio sulla base di queste considerazioni generali, il presente contributo intende prendere in esame cartografia realizzata tra l'inizio del 1500 e la fine del 1700, ossia cartografia pre-geodetica, relativa al Golfo di Trieste (ossia la costa del Friuli Venezia Giulia situata nella parte più settentrionale ed orientale del mare Adriatico, che va da Punta Tagliamento a Punta Grossa) per esaminarne le qualità geometriche. Mediante l'utilizzo di un programma disponibile gratuitamente su Internet, MapAnalyst, sono state analizzate alcune carte realizzate rispettivamente nel XVI secolo (datate, in particolare, 1553, 1573 e 1595), nel XVII secolo (1692) e alla fine del XVIII secolo (1798). Mediante il posizionamento di alcuni punti di controllo su una carta moderna di riferimento (carta realizzata dal Touring Club Italia), precedentemente georiferita in ambiente GIS, è stato possibile definire scala e rotazione delle carte antiche, nonché valutare il loro errore medio di posizionamento. Inoltre, mediante interpretazione visiva, è stato possibile individuare elementi comuni di criticità nella cartografazione del Golfo di Trieste.

2. L'eredità cartografica: le fonti analizzate¹

Malgrado l'importanza politica e militare di quest'area, posta a confine tra la Serenissima e i possesi asburgici, gli esemplari di cartografia antica sono alquanto rari, sopravvissuti come i “resti scampati da un grande naufragio” (Lago, 1998). Tra le prime in nostro possesso viene considerata la stampa del Friuli (“LA VERA DESCRIZIONE DEL FRIULI”) opera di Giovanni Andrea Vavassori,

¹ Per motivi grafici, per la consultazione delle carte antiche prese in esame si rimanda alla pubblicazione di Lago L., “*Imago Adriae. La Patria del Friuli, l'Istria e la Dalmazia nella cartografia antica*”, edito da La Mongolfiera libri, Trieste, 1998.

detto il Guadagnino, datata 1553. Essa rappresenta una delle carte a stampa più antiche della regione Friuli Venezia Giulia, nonché un modello nuovo rispetto ai precedenti (Lago e Rossit, 1988). Il territorio ivi rappresentato si estende dal Piave fino al Carso Triestino. La carta si presenta particolarmente ricca relativamente all'apparato idrografico e morfologico². Mancano, tuttavia, quasi del tutto indicazioni relative alle sedi rurali mentre appaiono in evidenza abbazie, città, castelli e, in particolare, fortificazioni militari, ossia tutti i punti strategici utili come rifugio per gli abitanti delle campagne, in caso di pericolo (Lago, 1998). La carta è graduata (latitudine e longitudine vengono riportate ai suoi margini); viene inoltre indicata la direzione (i punti cardinali coincidono con i margini inferiore, superiore, destro e sinistro della carta).

La seconda carta storica presa in esame è la raffigurazione del Friuli e dell'Istria ("FORI IV/LII ACCU/RATA DE/SCRIPTIO", Tav. 34A) del *Theatrum Orteliano* (1573), copia, secondo il cartiglio, di una carta proveniente dalla biblioteca dello storico e cartografo ungherese, Giovanni Zsàmbok³. Riproduttore fedele di stampe cartografiche preesistenti, l'Ortelio, in realtà, opera con questa carta una profonda rielaborazione di quella edita nell'anno 1570⁴. Le principali modificazioni riguardano l'inserimento dell'Istria⁵ e una raffigurazione più dettagliata della Laguna di Grado e Marano. L'apparato iconografico appare ricco di informazioni relative alle sedi rurali, identificate da una ricca toponomastica, nonché da un simbolo (riportante iconografia di case accostate) su cui è sovrapposto un cerchio atto ad indicarne la corretta posizione sulla carta. Rete idrografica, morfologia del territorio e indicazione delle aree boscate, anche se talvolta non riportati correttamente sulla carta, rendono facilmente riconoscibili numerosi punti di riferimento nel territorio all'esame. Viene, inoltre, segnalata l'unità di misura utilizzata (miglia italiane), la scala e la direzione di orientamento, mediante il disegno di una bussola che indica il grado di scostamento da nord (circa 40°).

Coetaneo di Abraham Oertel, Gerard Kremer (1512-1594), meglio noto con il nome italiano di Mercatore, elabora carte come rifacimenti di carte precedenti, selezionando solo il meglio della produzione allora disponibile (Lodovisi e Torresani, 2005). Nel presente contributo è stata presa in esame la tavola relativa alla Carsia, Carniola e Histria dell'*Atlas Mercatoriano* ("FORUM IVLI/VM, KARSTIA, CAR/NIOLA, HISTRIA/ ET WINDORUM/ MARCHIA"), ossia l'ottava tavola della sua

² Per quanto concerne la rappresentazione del rilievo, dal XV secolo prevale la tendenza pittorica e paesaggistica: le montagne vengono disegnate mediante tratteggio, chiaroscuro e con una notevole attenzione alla prospettiva. Solo all'inizio del XVIII secolo vennero indicate le prime regole per la rappresentazione geometrica del rilievo secondo la simbologia moderna, mentre le prime carte in cui veniva adottata la tecnica delle isolinee risalgono ai primi dell'Ottocento (Lodovisi e Torresani, 2005).

³ Tuttavia già alcuni autori (tra cui l'Almagià e successivamente il Cuccagna) mettono in dubbio quest'ipotesi, viste le numerose affinità con le carte della storiografia friulana. Numerose sono, infatti, le analogie con il disegno del Friuli e delle regioni contermini di Giovanni Antonio Cortona da Udine, certamente anteriore al 1554. Anche la raffigurazione dell'Istria appare simile al modello proposto da Pietro Coppo con la stampa del 1540 (Lago, 1998).

⁴ Come è noto, l'originale raccolta di carte del *Theatrum Orbis Terrarum* datata 1570 comprendeva 70 carte, aumentate successivamente a 87 (Lodovisi e Torresani, 2005).

⁵ Come nota Lago (1998), tale inserimento appare, in realtà, "poco felice", "esageratamente largo nella parte settentrionale (..), con un errato andamento delle coste (..)".

nota raccolta *"Italiae, Sclavoniae et Graeciae tabul(a)e geographic(a)e"*⁶, datata 1595. L'estensione territoriale considerata è maggiore rispetto alle carte precedenti: dalle foci del Po a sud-ovest fino all'isola di Rab a sud-est, mentre a nord comprende Dobbiaco (a nord-ovest), tutta la valle della Gail a nord fino a Pettau (l'attuale Ptuj, in Slovenia). Anche in questo caso l'iconografia appare molto dettagliata, con la segnalazione di numerosissime sedi rurali (con relativa toponomastica), della principale rete idrografica e della morfologia del territorio. Similmente alle precedenti, pure questa carta è graduata: infatti latitudine e longitudine sono riportate ai margini e i punti cardinali coincidono con i margini inferiore, superiore, destro e sinistro della carta. L'unità di misura prescelta sono le miglie italiane (*"Miliaria communia Italica"*).

Circa un secolo dopo il padre cosmografo Vincenzo Maria Coronelli (1692), frate dei Minori Conventuali, rappresenta la *"Patria del Friuli"*⁷, con notevoli miglioramenti rispetto alle cartografie precedenti per le aree lungo la costa⁸ e dell'idrografia, mentre pare evidente una peggiore raffigurazione dei rilievi. Elevata anche la presenza di toponimi di insediamenti umani generalmente localizzati con segni grafici convenzionali di tipo moderno, ossia un punto nero. Iconografia simbolica viene riservata alle aree abitate più rilevanti per demografia, posizione o importanza religiosa (ad esempio, Trieste, Muggia ed Aquileia), mentre appare diffusa una rappresentazione planimetrica per le aree urbane rilevanti (ad esempio, Udine e Palmanova⁹). In sintesi si tratta, come per le precedenti, di un complesso prodotto di compilazione che, tuttavia, influenzerà il futuro della produzione cartacea locale per tutto il XVIII secolo (Lago, 1998). La carta è graduata sia nel senso della latitudine che della longitudine. In basso a sinistra è riportata anche una scala lineare espressa in miglia italiane.

Della fine del secolo successivo è, infine, l'ultima carta presa in esame, realizzata da Giovanni Antonio Capellaris (delineata con il Majeroni): è la *"CARTA TOPOGRAFICA/ DI TUTTO IL TERRITORIO DEL/ FRIULI/ GORIZIANO ED UDINESE"* edita nel 1798 a Venezia da Lodovico Furlanetto in Merceria. Nato nel 1727 a Gorizia, il Capellaris fu un talentuoso ingegnere e cartografo; operò dal 1750 anche nella nota *"Commissione paritetica per i confini"*. Il suo operato gli valse nel 1768 la nomina a *Cesareo Ingegnere Provinciale delle Contee di Gorizia e Gradisca* (come indicato anche nel cartiglio della carta riportata in basso a destra) da parte dell'imperatrice Maria Teresa per la precisione con cui seppe tracciare i confini tra Carinzia e Friuli. Riflesso delle accurate e severe

⁶ In questo caso tra le fonti di Mercatore si possono citare il Bertelli e l'Ortelio per il Friuli; i modelli del Lazio o del Gastaldi per il bacino piavense; per la Carsia ed il litorale triestino i disegni del Lazius; per l'Istria i materiali gastaldini derivati dalla raffigurazione del Coppo (Lago, 1998). Come suggerisce Lago, "il complesso lavoro di cernita e di sintesi da parte dell'autore" viene evidenziato da una "più corretta riduzione latitudinale del Quarnaro", anche se molti rimangono i limiti oggettivi di questa rappresentazione cartografica.

⁷ Il cartiglio posto nell'angolo inferiore a sinistra riporta esattamente *"Patria del Friuli. Descritta e Dedicata dal P. Cosmografo Coronelli Agli Illustrissimi Signori Deputati della Città d'Udine Metropoli della Provincia"*.

⁸ Mentre il tratto costiero tra della Costiera Triestina ed Istriana è riferibile al modello maginiano (1620), si nota un notevole miglioramento della linea costiera nella parte lagunare (Lago e Rossit, 1988).

⁹ Viene segnalata infatti anche la presenza di Palmanova, la città fortezza costruita dai veneziani nel 1593.

indagini e rilevazioni svolte dalla citata Commissione, la carta in esame, pur essendo una delle ultime carte di compilazione (nel 1848 Von Zach realizza per questo territorio una carta topografica basata sulla tecnica della triangolazione), pone in evidenza un'accuratezza geometrica assimilabile solo alle "vere" carte topografiche. La notevole attenzione alla toponomastica, una rappresentazione accurata dell'idrologia, della morfologia del territorio¹⁰, delle infrastrutture viarie, degli insediamenti rurali e delle aree urbane¹¹ arricchiscono questa cartografia rendendola di fatto uno "strumento prezioso per chi voglia studiare l'insediamento umano e la toponomastica delle terre giuliane" (Lago e Rossit, 1988). Questa carta, oltre ad essere graduata, riporta una bozza di griglia tracciata su latitudine e longitudine, alla stregua delle carte moderne. Come per le precedenti viene riportata la scala lineare espressa in *Miglia Italiane*, ma anche in *Leghe di Germania*.

Come carta moderna di riferimento, realizzata secondo gli attuali criteri topografici ed utile ad individuare il grado di distorsione delle carte antiche, è stata scelta la Carta stradale d'Italia (foglio n.4) del Touring Club Italiano. Si tratta di carte di derivazione dell'IGM, utilizzate generalmente come "carte stradali"¹². La scelta è ricaduta su questa fonte cartografica perché essa copre l'intera area oggetto di studio e permette un'identificazione semplificata ed immediata oltre che del principale sistema di infrastrutture presenti nel territorio, anche di tutti gli insediamenti rurali e urbani. Una rete idrografica dettagliata, una discreta rappresentazione della morfologia del territorio e una scala (1:200.000) più grande, ma comunque sufficientemente coerente con quella delle carte antiche analizzate, sono ulteriori motivi per utilizzare questa cartografia come riferimento.

3. *L'ambiente di lavoro: il software MapAnalyst*

MapAnalyst è un programma sviluppato dall'istituto di Cartografia del Politecnico Universitario ETH di Zurigo; il *software* è disponibile gratuitamente su Internet per l'analisi delle carte storiche. Questo *software* utilizza coppie di punti raccolti sulla carta storica e sulla carta moderna per valutare l'accuratezza geometrica delle carte storiche. Nato come progetto *open-source*, MapAnalyst è un'applicazione Java in grado di funzionare sui sistemi operativi più diffusi. Come recita il sito ufficiale del programma (<http://mapanalyst.cartography.ch/>) esso si pone l'ambizioso obiettivo di essere uno strumento per l'analisi di cartografia antica ("*The Map Historian's Tool for the Analysis of Old Maps*"), utile ad esaminarne in particolare l'accuratezza planimetrica (Bernhard, 2006, Raymond, 2007). L'interfaccia mette a disposizione due finestre: in una viene visualizzata la carta storica, nell'altra la carta moderna. L'utente localizza un numero consistente di punti di controllo su una carta moderna georiferita e sulla carta storica. Essi sono definiti anche come "punti doppi", ossia punti nelle dop-

¹⁰ Nella carta in oggetto rappresentazione "moderna" del rilievo usando la tecnica detta "a millepiede" o "a bruco" (Lago, 1998).

¹¹ Alla stregua delle carte moderne e come già in parte nella carta del Coronelli precedentemente analizzata (data 1692), l'iconografia simbolica viene completamente sostituita dall'utilizzo di segni convenzionali, come, ad esempio, punti per indicare gli insediamenti rurali di minore dimensione, aree per evidenziare le aree urbane e linee per tracciare le principali infrastrutture viarie presenti.

¹² Questa cartografia appartiene, infatti alla collana del TCI denominata "Nuove Grandi Carte d'Italia".

pie coordinate (dei *datum* di partenza e di arrivo¹³), utili per determinare le trasformazioni di *datum*, o meglio per determinarne i parametri (Cefalo e Manzoni, 2003).

Scegliendo l'opportuno algoritmo di trasformazione (ad esempio, la trasformazione affine a quattro o a sei parametri), si può procedere all'analisi dell'accuratezza delle carte storiche mediante diversi "strumenti" (Bernhard et al., 2007). Si possono, ad esempio, creare i "vettori di traslazione" (*displacement vectors*). Essi rappresentano il metodo di visualizzazione più semplice dell'errore insito nella carta antica: si tratta di vettori che collegano il punto rilevato nella carta storica e il suo corrispondente nella carta moderna (la posizione "reale"). Indicano, perciò, la distanza (ossia l'errore¹⁴) e la direzione di traslazione della carta antica rispetto a quella moderna. Una seconda possibilità è la creazione di una "griglia di distorsione" (*distorsion grids*), ossia una griglia che riflette il grado di deformazione e di rotazione a livello locale di una carta. Più tale griglia appare regolare (ossia con angoli retti tra le direttrici Nord-Sud ed Est-Ovest) e minore sarà il grado di distorsione della carta antica. Infine, l'utente può creare isolinee riferibili alla scala e alla rotazione "locale" presente nella carta storica (*isolines of scale and rotation*), estratte dal programma sulla base dei valori di rotazione e di scala, calcolati mediante una trasformazione affine nel piano (paragrafo 4), per ogni *pixel* della carta. L'utente può scegliere il "raggio di influenza" (*radius of influence*), ossia un'area rispetto ad un *pixel* centrale nella quale vengono calcolati valori di rotazione e scala: un raggio di influenza piccolo evidenzia le tendenze locali, uno grande quelle generali. Una scelta accurata del raggio di influenza risulta cruciale per analizzare le deformazioni locali di scala e di rotazione. Le isolinee, ovviamente, connettono i punti aventi la stessa scala o la stessa rotazione, secondo intervalli definiti dall'utente.

4. L'approccio metodologico

Le carte antiche, dopo essere state digitalizzate (mediante scannerizzazione) ad un'elevata risoluzione grafica (minimo 300dpi), sono state esaminate nell'ambiente di MapAnalyst. Il calcolo delle griglie di distorsione, del fattore di scala e di rotazione è stato realizzato sulla base dei "punti doppi" individuati sulle carte antiche e sulla carta moderna di riferimento (che è stata precedentemente georiferita in ambiente GIS nel sistema di riferimento nazionale. *Datum*: Roma40, Fuso Est). I punti di controllo sono stati generalmente individuati in corrispondenza dei principali insediamenti rurali o urbani (esclusa la carta del 1798, il cui il grado di dettaglio ha permesso la ricerca di altri punti di riferimento nel territorio che non fossero solo gli insediamenti). Si è operato per garantire un'uniforme distribuzione dei punti di controllo in tutto il territorio considerato, anche se ciò è risultato più difficile reperirne nelle carte più antiche che in quelle più recenti.

Come algoritmo di calcolo, tra le diverse possibilità offerte dal programma, è stata selezionata la trasformazione affine a sei parametri. Come è noto, si tratta di una trasformazione nel piano che

¹³ Nel caso specifico, la carta storica non è associata ad alcun *datum*, ma solo alla iniziale matrice di scannerizzazione.

¹⁴ Per una migliore visualizzazione dell'errore di traslazione, l'utente può scegliere di visualizzare dei "cerchi", aventi come raggio il vettore di dislocazione. Questo è particolarmente indicato quando esiste una forte variabilità (come nel presente caso) dell'errore di posizione, dato che permette di individuare agevolmente i punti *outliers*.

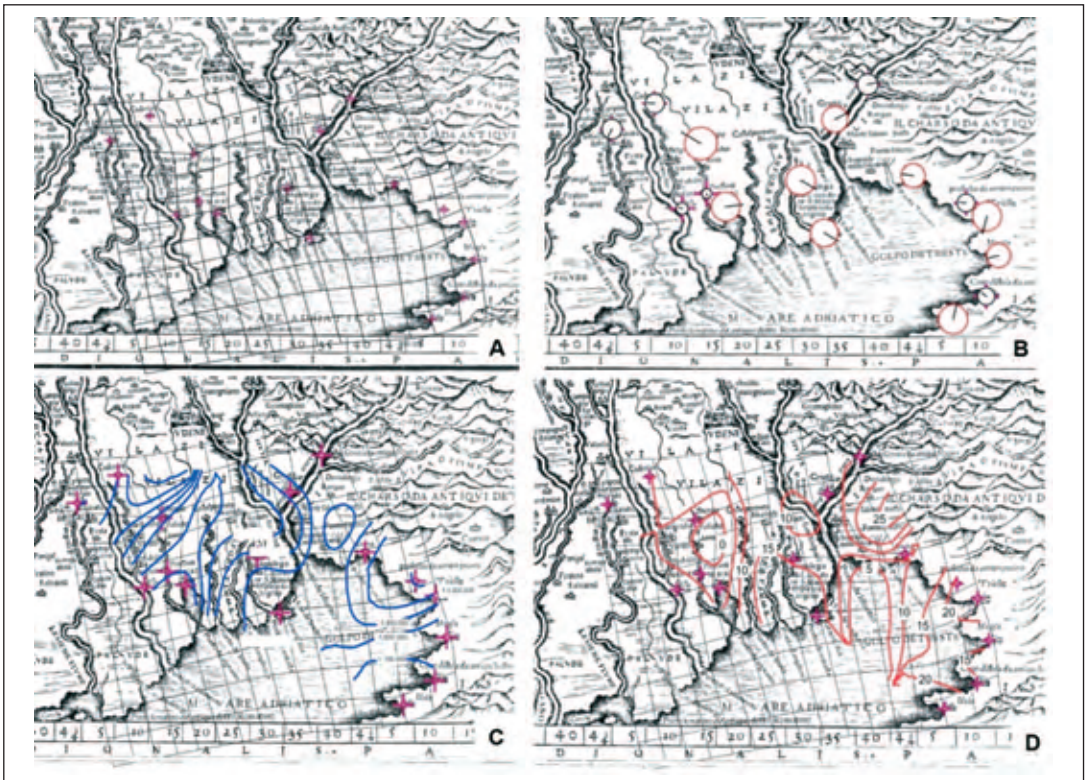


Fig. 1 - Applicazione degli strumenti di MapAnalyst alla carta del 1553 (Vavassori). A) Griglia di distorsione; B) vettori di translazione; C) Isolinee relative al fattore di scala; D) Isolinee relative al fattore di rotazione

comporta la stima di sei parametri (da effettuare mediante il metodo dei minimi quadrati) e consiste in una rototraslazione rigida con scorrimento angolare e variazione anisotropa di scala (Parente e Santamaria, 2000). Essa è in grado di modellare parzialmente le distorsioni locali, introducendo però talvolta effetti distorsivi. Ben si adegua per aree limitate o per scale piccole (come nel caso allo studio), ma risulta fortemente condizionata dalla scelta (soggettiva) dei “punti doppi” fatta dall’operatore in ambito locale (Stoppini e Radicioni, 2005).

Particolare attenzione è stata riposta, inoltre, all’impostazione dei diversi strumenti messi a disposizione da MapAnalyst. In particolare, per la griglia di distorsione, come intervallo tra le direttrici N-S o E-W, si è scelto di adottare il valore dato in automatico dal programma, ossia 5.000m. Questo significa che, ad esempio, per la carta più antica esaminata (1553), la griglia di distorsione è composta da sedici linee direttrici N-S e da dodici linee direttrici E-W (fig. 1.A). Infatti tale carta copre un’area che, se proiettata nel sistema nazionale (Roma40, Fuso Est) si estende, lungo la longitudine, da 330.000m fino a 405.000m E e, lungo la latitudine, da 5.040.000m fino a 5.095.000 N. Il numero delle direttrici si ottiene dividendo questa estensione per l’intervallo prescelto, 5.000m.

Per la creazione delle isolinee relative al fattore di scala e di rotazione, dopo reiterate prove, è stato scelto un raggio di influenza di 20.000m, sembrato essere coerente con i fattori di scala delle carte storiche analizzate. Come intervallo relativo alla scala si è scelto il valore 100.000. Questo si traduce, ad esempio, nel fatto che la carta del 1553 evidenzia come valore minimo delle isolinee pari a 1:700.000, mentre il valore massimo è 1:1.200.000 (fig. I.C). Le isolinee vengono disegnate sulla carta per ogni variazione pari a 1:100.000. Per quanto concerne il fattore di rotazione, l'intervallo prescelto è 5 gradi (gradi di scostamento antiorario rispetto al N). Riferendosi a titolo esemplificativo sempre alla carta del Vavassori (1553), le isolinee del fattore di rotazione variano da 0 gradi (zone cartografate con orientamento a N) fino a 20 gradi; tali isolinee vengono disegnate per ogni variazione di 5 gradi (fig. I.D).

Per quanto concerne, infine, i vettori di traslazione (fig. I.B), si è cercato di evidenziare i punti caratterizzati da maggior criticità. Infatti il programma evidenzia automaticamente i "punti doppi" con elevato errore. Il criterio sulla base del quale i punti vengono classificati come fortemente errati è di natura statistica: quando la distanza tra posizione sulla carta antica e sulla carta moderna è maggiore a tre volte il valore della deviazione standard (calcolata sui restanti valori dei punti doppi inseriti), il colore del cerchio esterno alla circonferenza che ha come raggio il vettore di traslazione (nota 14) è rosso invece che nero. Questo permette di identificare immediatamente i punti (e quindi, in modo indiretto, le aree in cui essi ricadono) per cui la resa cartografica finale nella carta antica è affetta da maggior distorsione.

5. I primi risultati: il confronto tra le carte antiche esaminate

In tabella I vengono riportati alcuni indici sintetici relativi alle elaborazioni effettuate con il programma MapAnalyst sulle carte prese in esame (o meglio, per la loro porzione relativa al Golfo di Trieste). Per ognuna di esse vengono riportati il numero dei "punti doppi" individuati, il fattore di scala ed il fattore di rotazione calcolati sull'asse delle ascisse e delle ordinate, l'errore medio della posizione (calcolato sui vettori di traslazione) ed, infine, la relativa deviazione standard.

Forti difformità del fattore di scala lungo i due assi riguardano in particolare le carte esaminate realizzate nel XVI secolo, che però hanno più carattere di carte di tipo geografico (ossia carte di sintesi), visto che i valori di scala si avvicinano o superano il valore 1:1.000.000. Le carte esaminate dei due secoli successivi si avvicinano per modalità di rappresentazione e per scala a carte di tipo corografico, ossia carte regionali. Si rileva, inoltre, che tutte le carte evidenziano un elevato errore medio, caratterizzato anche da un'elevata variabilità, il che evidenzia una volta di più la difficoltà di realizzare carte di sintesi o regionali di elevata qualità geometrica.

Per quanto concerne l'analisi visiva dei risultati sono state prese in considerazione tutti gli strumenti grafici messi a disposizione dal programma.

Relativamente alla carta del Vavassori (1553, fig. I), come già accennato, si evidenzia l'impossibilità di definire un elevato numero di punti doppi (i centri rurali segnalati sono pochi). Questi punti inoltre "soffrono" di un elevato errore medio, sia lungo la linea costiera (soprattutto lungo la costiera triestina), che nella fascia di entroterra esaminata (fig. I.B).

L'estrema variabilità del fattore di scala (fig. I.C), pur mettendo in evidenza che questa carta è probabilmente il risultato di un'operazione di compilazione ossia di derivazione di altre carte locali

a scala maggiore, non rileva un gradiente crescente o decrescente verso una qualche direzione precisa. La deformazione angolare della direzione (fig. 1.D), invece, aumenta gradatamente da ovest verso est, anche se i valori risultano distribuiti normalmente attorno al valore medio di scarto (tab. 1). Analogamente alla precedente, la carta dell'Ortelio (1573) risulta affetta da forte distor-

Anno	Punti doppi	Scala orizzontale	Scala verticale	Rotazione x	Rotazione y	Errore medio della posizione	Deviazione standard
1553	16	1 : 975.000	1 : 881.000	11°	15°	2.968m	2.099m
1573	20	1 : 937.000	1 : 836.000	31°	30°	4.336m	3.066m
1595	21	1 : 1.514.000	1 : 1.392.000	10°	26°	3.916m	2.769m
1692	20	1 : 375.000	1 : 378.000	27°	22°	3.963m	2.802m
1798	27	1 : 700.000	1 : 707.000	2°	1°	873m	617m

Tab. 1 - Alcuni indici sintetici relativi alle elaborazioni realizzate con MapAnalyst

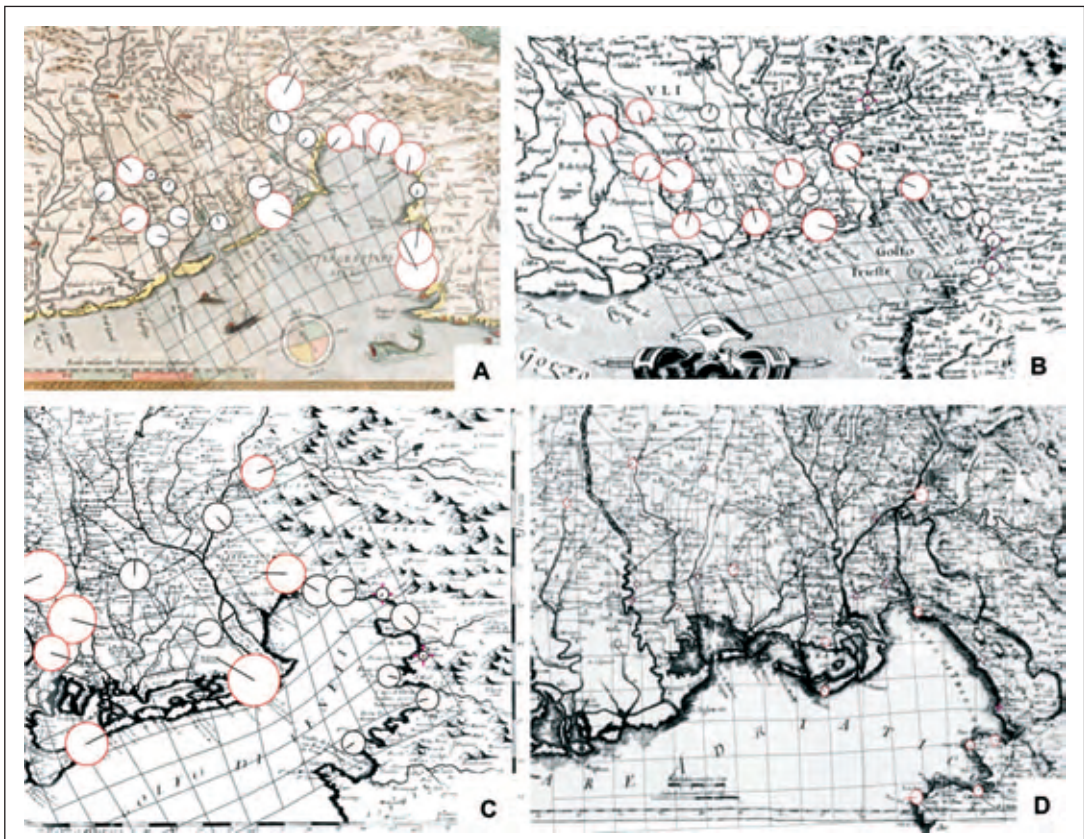


Fig. 2 - Griglia di distorsione con sovrapposti i vettori di traslazione riportati su stralci delle carte analizzate (A: Ortelio, 1573; B: Mercatore, 1595; C: Coronelli, 1692; D: Capellaris, 1798)

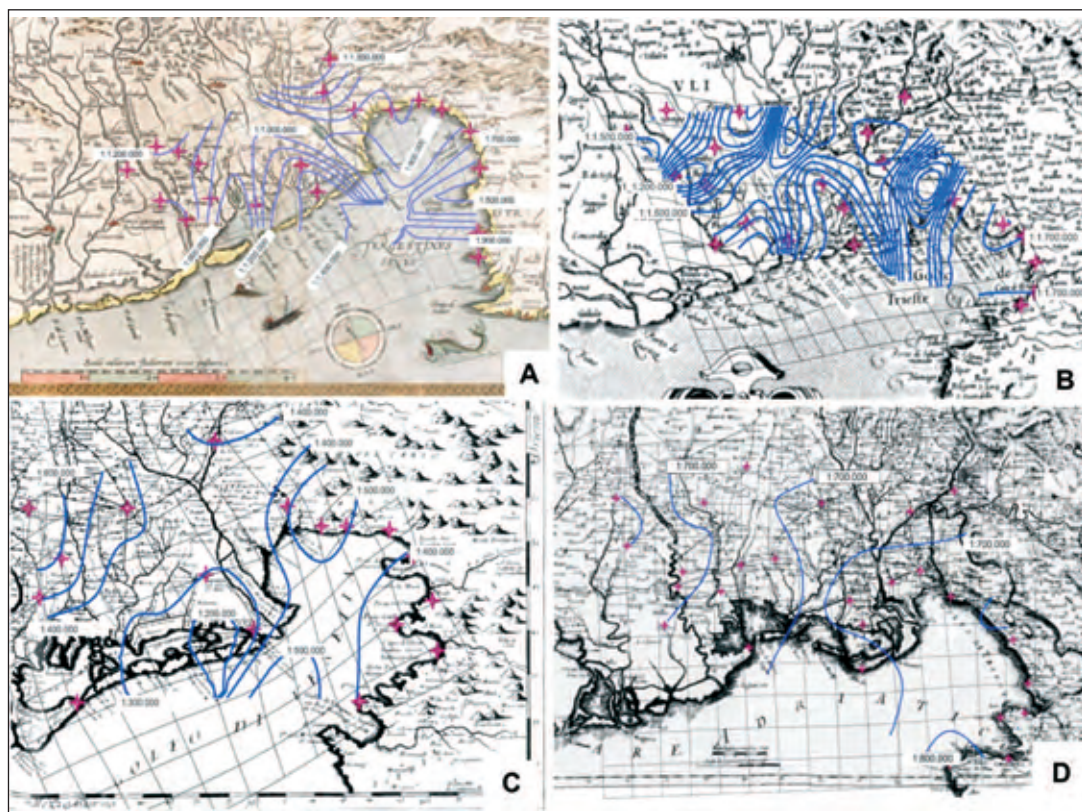


Fig. 3 - Griglia di distorsione con sovrainposte le isolinee relative al fattore di scala, su stralci delle carte analizzate (A: Ortello, 1573; B: Mercatore, 1595; C: Coronelli, 1692; D: Capellaris, 1798)

sione soprattutto nell'area costiera, ma anche nell'entroterra (fig. 2A). In particolare risulta evidente una forte deformazione del fattore di rotazione (fig. 4A), che in corrispondenza del tratto compreso tra Capodistria ed Isola assume valori molto distanti (circa 80°) dal valore medio (circa 30°). Marcate differenze del fattore di scala (fig. 3A) tra entroterra friulano (mediamente valori superiori a 1:1.100.000) e area giuliana (mediamente valori inferiori 1:800.000) sembrano avallare l'ipotesi dell'inserimento della porzione istriana nella cartografia realizzata precedentemente dallo stesso autore (paragrafo 2).

La carta del Mercatore (1592) evidenzia alcune criticità comuni con la precedente, come ad esempio forti deformazioni lungo l'asse del fiume Tagliamento o nell'area di Grado ed Aquileia, ma risulta molto meno affetta da errori nell'area della Costiera Triestina, dunque meglio rappresentata. Anche l'errore medio della posizione diminuisce, malgrado una scala molto più piccola (cui dovrebbe essere associato un errore di graficismo più elevato).

Il fattore di scala, mediamente inferiore alle altre carte esaminate (valore medio circa 1:1.400.000, tab. I), presenta una forte variabilità all'interno della carta stessa, soprattutto per l'a-

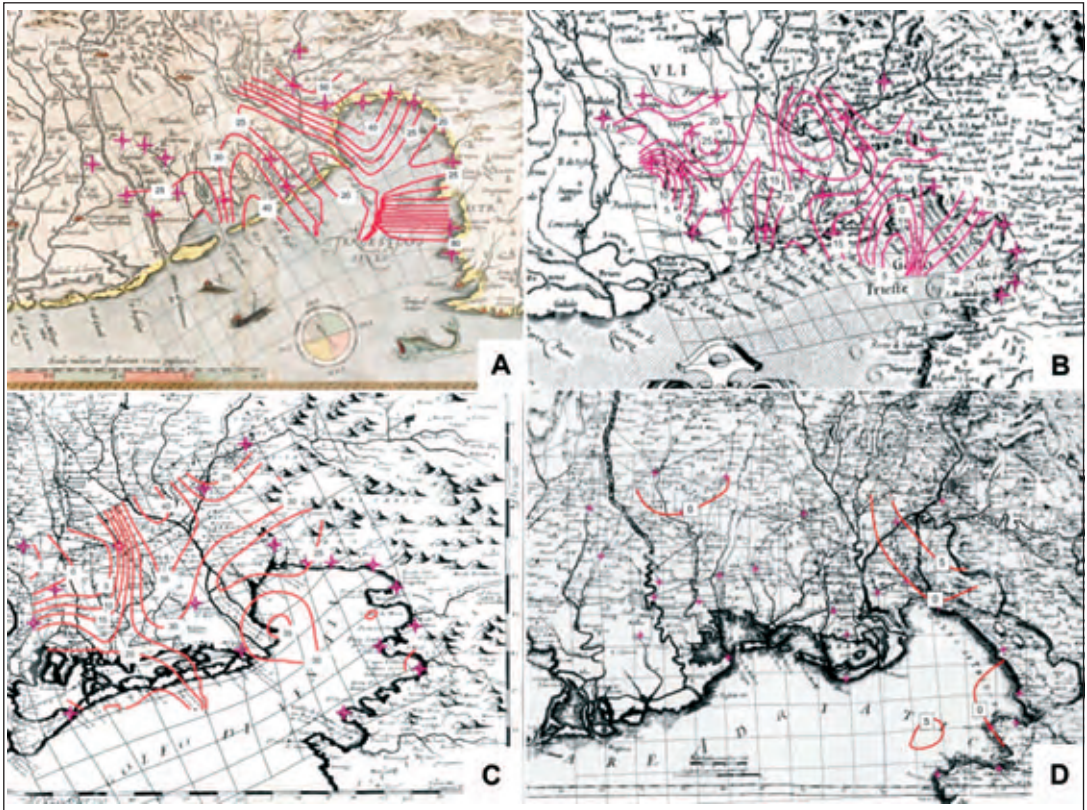


Fig. 4 - Griglia di distorsione con sovrainposte le isolinee relative al fattore di rotazione, su stralci delle carte analizzate (A: Ortelio, 1573; B: Mercatore, 1595; C: Coronelli, 1692; D: Capellaris, 1798)

rea di Monfalcone, ossia nella parte più a settentrione del Golfo (fig. 3B).

Per quanto concerne la carta del Coronelli (1692), la griglia di distorsione si presenta alquanto deformata in particolare nel territorio di Aquileia, posto al centro dell'area di studio. Tale deformazione viene evidenziata anche dai vettori di translazione (fig. 2C). Tuttavia l'errore sembra riguardare più marcatamente il tratto di costa compreso tra Lignano e Monfalcone, che quello della Costiera Triestina e della parte Istriana analizzata. La carta del Coronelli è, tra quelle esaminate, quella con scala maggiore (valore medio circa 1:376.500, tab.1). Tale fattore risulta comunque meno variabile all'interno della carta stessa (anche se rimane critica l'area di Aquileia), rispetto alle cartografie precedenti (fig. 3C), evidenziando perciò la bontà di questo prodotto di compilazione.

Infine, la griglia di distorsione, i vettori di translazione, il fattore di scala e quello di rotazione sembrano confermare la qualità della cartografia realizzata dal Capellaris (1798), tanto da poterla tranquillamente assimilare per accuratezza ad una cartografia moderna.

Qualche criticità si può riscontrare nelle parti marginali della carta stessa: esempi sono l'area di Isola (errore di translazione maggiore rispetto ai valori medi) o l'area collinare retrostante Monfal-

cone (fattore di distorsione attorno a 5°N (fig. 4D). Tuttavia questi errori sembrano avere rilevanza marginale e possono essere in parte imputabili anche alla scelta dei “punti doppi”.

6. Alcune considerazioni conclusive

Il presente studio, pur rappresentando solamente un primo controllo relativo alla distorsione geometrica di alcune carte antiche, conferma il fatto che il programma MapAnalyst offre un'interessante set di opzioni per l'analisi e la visualizzazione delle proprietà planimetriche delle mappe antiche. Questo *software* applicato a carte antiche di piccola scala (che presumibilmente sono prodotti di compilazione, ossia derivati dall'integrazione di più carte) permette di individuare aree rappresentate con metodologie cartografiche diverse (ad esempio, per scala o per rotazione) all'interno di una carta antica. Il ricercatore viene, perciò, “aiutato” nella lettura della “metainformazione” implicita nella carta stessa. Alcuni elementi problematici sono, però emersi come, ad esempio, il processo di individuazione dei punti doppi o problematiche legate all'uso del programma (apparso fortemente rallentato in alcuni processi di analisi). Resta tuttavia innegabile la versatilità e la semplicità degli strumenti messi a disposizione dal programma: griglia di distorsione, vettori di traslazione e isolinee per i fattori di scala e rotazione sono facilmente interpretabili anche dall'utente non esperto.

Per quanto concerne, in particolare, il presente studio si è potuto notare che elementi di criticità investono la cartografazione di tutta l'area costiera del Golfo di Trieste, ma in particolare nel tratto roccioso ed oltre (tra Trieste fino a Grado), soprattutto per le tre carte a scala minore riferibili al XVI secolo. Le analisi relative alla carta del Ortelio (1573) sembrano confermare l'ipotesi dell'inserimento da parte di questo autore della porzione relativa all'Istria nella cartografia realizzata precedentemente (1570) dallo stesso autore. La carta a scala corografica di fine '600, presenta minore accuratezza per la costa bassa sedimentaria compresa tra Grado e Lignano, evidenziando però in genere una buona qualità, data la minore variabilità dei fattori di scala e rotazione. I numerosi progressi realizzati in ambito cartografico soprattutto nel XVIII secolo, si riflettono soprattutto nella carta di fine '700, malgrado un errore medio della posizione piuttosto elevato, evidenza per fattori di scala e rotazione, nonché per griglia distorsione, tutte le caratteristiche proprie di una carta moderna.

A questi primi risultati devono, tuttavia, necessariamente far seguito ulteriori controlli di approfondimento in particolare nelle aree dove la distorsione è risultata maggiore, per individuare possibili spiegazioni e per poter “leggerne” la logica costruttiva.

In conclusione, la carenza di informazioni precise su come le carte antiche siano state redatte rende assai difficile valutare la qualità geometrica delle carte antiche. Tuttavia studiare le modalità di realizzazione risulta fondamentale: infatti, solo dopo aver compreso il peso degli elementi oggettivi (la carta topografica) e le influenze dell'epoca storica in cui la carta è stata realizzata “si è in grado in intendere correttamente le analisi geografiche” (Farinelli, 1992).

Bibliografia

BEINIKE D. (2001), *Verfahren zur Genauigkeitanalyse für Altkarten*, Munich: Universität der Bundeswehr.

- BERNHARD J. (2006), "MapAnalyst – A digital tool for the analysis of the planimetric accuracy of historical maps", *e-perimetron*, Vol. 1, n.3, , pp: 239-245.
- BERNHARD J., WEBER A., HURNI L. (2007), "Visualizing the Planimetric Accuracy of Historical Maps with MapAnalyst", *Cartographica*, 42-1, pp: 89-94.
- CEFALO R., MANZONI G. (2003), *GPS, Principi ed Applicazioni*, Edizioni Goliardiche, Trieste.
- FARINELLI F. (1992), *I segni del mondo, Immagine cartografica e discorso geografico in età moderna*, La Nuova Italia, Firenze.
- HARLEY J.B. (2001), "Deconstructing the Map", *The New Nature of Maps*, Paul Laxton, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- LAGO L., ROSSIT C. (1988), *Theatrum Fori Iulii: la patria del Friuli ed i territori finitimi nella cartografia antica sino a tutto il secolo XVIII*, Edizioni LINT, Trieste.
- LAGO L. (1998), *Imago Adriae. La Patria del Friuli, l'Istria e la Dalmazia nella cartografia antica*. La mongolfiera libri, Trieste.
- LAGO L. (2003), "Perché usare la cartografia storica nel XXI secolo", *Atti del IV Workshop Beni Ambientali e Culturali &GIS*, Firenze.
- LODOVISI A., TORRESANI S. (2005), *Cartografia e informazione geografica. Storia e tecniche*. Patron Editore, Bologna.
- GREGORY IAN N. (2005), *A place in history: a guide to use GIS in historical research*, Centre for data digitisation, Queens University; Belfast.
- PARENTE C., SANTAMARIA R. (2000), *Introduzione alla cartografia numerica (Concetti Fondamentali)*, Giannini, Napoli.
- QUAINI M. (1992), *Tra geografia e storia. Principi d'applicazione della scienza geografica alla storia*, Cacucci, Bari.
- STOPPINI A., RADICIONI F. (2005), "Trasformazioni di Datum e di Coordinate", in: *Corso di Topografia I*, Facoltà di Ingegneria, Università di Perugia.
- RAFGV - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (1999), *Da Punta Sottile alla Foce del Tagliamento, Gli ambienti marini e costieri del Friuli-Venezia Giulia*, Progetto Marea, Azienda Regionale Parchi e Foreste, Trieste.
- RAYMOND D. (2007), "Software Review: Map Analyst 1.2.1" (Bernhard Jenny and Adrian Weber, Institute of Cartography, ETH Zurich 2005/2006), *Cartographica*, 42-1, pp: 95-97.
- ROMBAI L. (2002), *Geografia storica dell'Italia. Ambienti, territori, paesaggi*. Le Monnier, Firenze.
- VALUSSI G. (1971), "L'ambiente geografico generale", *Enciclopedia monografica del Friuli Venezia Giulia*, Istituto per l'Enciclopedia del Friuli-Venezia Giulia, Udine.