

UN APPROCCIO ALLA GEOREFERENZIAZIONE DI UNA CARTA ANTICA

Daniela CARRION (*), Federica CENARLE (**),
Francesco SOMAINI (***) , Giovanna SONA (****)

(*) Politecnico di Milano, DIIAR – sezione Rilevamento

(**) Università degli studi di Milano - Dipartimento di scienze della storia e della documentazione storica

(***) Università degli Studi del Salento - Dipartimento dei Beni delle Arti e della Storia

(****) Politecnico di Milano, Sede di Como, DIIAR

Riassunto

Nell'ambito di un progetto di ricerca interdisciplinare cofinanziato, realizzato tra medievisti ed esperti di discipline geomatiche, le potenzialità di tipo informatico e geometrico dei Sistemi Informativi Geografici sono messe a servizio degli Storici. Viene considerato il contenuto metrico e descrittivo presente in una carta antica a colori della prima metà del XV secolo, realizzata su pergamena da un autore italiano, disponibile in formato digitale. Essa si presenta ovviamente molto deformata rispetto alle carte attuali: non è stata infatti redatta seguendo i principi geometrici e matematici della cartografia moderna, tuttavia è ricca di informazioni che si prestano ad un proficuo utilizzo, sia da parte degli studiosi del territorio per valutare i mutamenti emersi nel corso del tempo in tema di aspetti antropici o naturali, sia dagli Storici per avere un'immagine cartografica rielaborata di alcuni elementi geografici del passato, come le vie di comunicazione o la gerarchia degli insediamenti. Attraverso l'individuazione di alcune località visibili sia sulla carta antica che su quelle moderne si è stimata una trasformazione che permette di georeferenziare la carta antica rispetto al sistema di rappresentazione attuale. In seguito alla trasformazione è possibile studiare il campo di deformazioni risultante per valutare se si possano individuare dei sistematismi che permettano di dare una valenza geometrica, secondo i criteri moderni, alla cartografia antica.

Abstract

In the frame of a research project that sees historians and geomatics scientists working together, the capability of linking a big number of historical data into a database, and of georeferencing them into a GIS is explored. It has been studied the metric and descriptive content of an ancient map of the first half of XV century, drawn by an Italian author on parchment, and available in raster format. The map contains big deformations in comparison with the present maps: it was not drawn following the geometric rules of today's cartography, nevertheless it contains a rich amount of information that can be profitably used by the researchers of the environmental planning, to evaluate natural and human induced changes in the territory, and by the historians that can read on it geographic elements of the past time, as for instance routes or hierarchical relationships among settlements. Through the identification of a number of sites (villages and towns) visible on the ancient map and still present on the up-to-date cartography, an estimate has been computed of the transformation that allows the georeferencing of the ancient map into the current Italian cartographic system. The deformation field that derives is studied, in order to find out systematic behaviours that can lead to a modern geometric understanding of the ancient map.

Inquadramento storico

La mappa e la rielaborazione geomatica che qui presentiamo, costituiscono una sorta di esperimento, maturato nell'ambito di una collaborazione interdisciplinare tra storici e cartografi

numerici. Non si tratta dunque di esporre i risultati di una ricerca compiuta, ma di avanzare un'ipotesi di lavoro che ci pare tuttavia suscettibile di un certo interesse.

L'idea di base è quella di considerare del materiale cartografico antico e di provare a ricostruire, attraverso calcoli matematici rapportati alla geografia attuale, il livello delle distorsioni operate dal cartografo rispetto alla realtà, al fine di misurare il valore delle sue conoscenze geografiche e di individuare se possibile la logica delle sue scelte. Come supporto materiale per questo primo tentativo è stata scelta una mappa dell'Italia peninsulare (delle misure di 140 x 66 cm) rinvenuta a Londra, presso la British Library, nel fondo Cotton Charter XIII.44. È una mappa disegnata a mano su pergamena, eseguita presumibilmente da un cartografo italiano della prima metà del XV secolo¹. Al di là della bellezza e della preziosità artistica del manufatto, vorremmo elencare rapidamente alcuni elementi che ci paiono utili per un inquadramento generale dell'oggetto cartografico preso in esame.

Si tratta innanzitutto di una "carta regionale"². Già praticata sin dalla tarda antichità, la rappresentazione di spazi regionali, soprattutto ad illustrare alcuni testi narrativi, aumentò dagli inizi del XII secolo. Nel *Liber floridus* di Lambert de Saint Omer (1112 circa) si trova ad esempio la prima carta d'Europa, mentre la prima raffigurazione nota della penisola italiana è la carta di Guido da Pisa, di pochi anni più tarda (1118) (alcune considerazioni sulla nascita di queste carte regionali già in Von Den Brincken, 1988). Altre famose carte regionali vennero prodotte nel secolo successivo (si pensi solo alla celeberrima carta dell'Inghilterra di Matthew Paris, disegnata nel 1250 circa); ma il secondo disegno complessivo della Penisola risale solo alla prima metà del Trecento (1330 circa), e si trova inserito da Paolino Minorita all'interno della sua *Satyrica Historia* (Degenhart, Schmitt, 1973; Quaini, 1976).

Siamo ormai nel tardo Medioevo, proprio nel periodo in cui, come già sottolineava Roberto Almagià, la cartografia regionale iniziò ad avere una sempre più vasta diffusione, soprattutto ad opera di artisti provenienti dall'Italia settentrionale (Almagià, 1929).

Tra Tre e Quattrocento le tecniche di rappresentazione andarono però raffinandosi, grazie ad un'acuita sensibilità alla misurazione delle distanze e, non ultimo, all'importante contributo offerto dai portolani nella definizione delle linee di costa: così la nostra mappa di primo Quattrocento presenta una verosimiglianza notevolmente maggiore rispetto al prototipo del Minorita. L'influenza umanistica è abbastanza evidente. Già il frontespizio, in caratteri maggiori laminati d'oro, recita significativamente: *Italie provincie modernus situs*, con un esplicito richiamo alla suddivisione provinciale romana (l'Italia, come noto, venne in realtà formalmente istituita come provincia dell'Impero solo con le riforme amministrative del III secolo d. C., ma sin dall'età augustea l'area peninsulare, senza le isole, era stata unitariamente organizzata come uno specifico spazio politico, suddiviso a sua volta in 11 *regiones*). Inoltre, le didascalie laterali che ricostruiscono l'etimologia dei nomi delle regioni e delle popolazioni della Penisola si riallacciano chiaramente a quella lunga tradizione etnografica, che affondava le sue radici nella classicità. Sono indizi sufficienti, questi, per rivelare la matrice culturale umanistica della mappa in questione (che forse proprio in omaggio alla tradizione non comprende per l'appunto le isole).

Umanistica è del resto anche l'impostazione generale. Per gli umanisti, infatti, l'Italia sussisteva come una specifica unità storico-culturale, che manteneva la sua unità di fondo, al di là delle trasformazioni e delle divisioni politiche intervenute nel corso del tempo. Questo spiega anche la scelta, da parte dell'autore della nostra carta, per una ricostruzione cartografica che rinunciava programmaticamente a dar conto di linee politiche relative ai confini interni della Penisola (in quell'epoca peraltro ancora decisamente mutevoli, soprattutto nel Centro-Nord).

¹ La carta è adesposta e non riporta in realtà alcuna data. Non vi sono pertanto riferimenti specifici che permettano di identificarne l'autore, né vi sono elementi informativi che consentano di datarla con esattezza, o anche solo di stabilire con buona approssimazione dei termini cronologici *a quo e ad quem*. L'attribuzione alla prima metà del secolo XV può essere compiuta solo sulla base di criteri di interpretazione generale, e per esempio sulla considerazione di alcuni elementi estrinseci, come la grafia della scrittura. I bibliotecari della British Library sono giunti ad analoga attribuzione (cfr. British Library, Integrated Catalogue, <http://catalogue.bl.uk:80>).

² Per una definizione, ed un'introduzione teorica, ai concetti di «geografia regionale» e dunque di cartografia regionale, intese come una geografia ed una cartografia dedicate a singoli territori (e non, evidentemente, allo studio della superficie della terra nel suo insieme) si può rimandare a R. MAINARDI, 1994, in particolare alle pp. 21-59.

Accanto all'impostazione umanistica, d'altro canto, l'autore della mappa si pose evidentemente il problema di procedere ad una rappresentazione dell'assetto "moderno" della "provincia" d'Italia: la selezione delle località riprodotte e le distinzioni, tentate attraverso segni grafici, del ruolo (economico e politico, laico o ecclesiastico) da esse rivestito nella società del tempo rimandano immediatamente alla quotidianità, a dimostrare come anche in questo caso - come già ebbe a dire Riccardo Fubini a proposito di Flavio Biondo - l'interesse per l'antichità non fosse tanto richiamo ad una tradizione, quanto piuttosto elemento di confronto "reale", e quindi confrontabile con l'esperienza moderna e vissuta (Fubini, 2003). Anche l'uso dei nomi volgari dei laghi, dei fiumi maggiori e delle località - i soli oggetti rappresentati, con un certo tentativo di precisarne la collocazione, all'interno della carta - sembrerebbe riecheggiare (o forse anticipare) proprio lo stesso Biondo, in particolare là dove, ad introduzione della terza delle *Historiarum ab inclinatione Romanorum imperii decades*, l'umanista romagnolo rivendicava «con forza la liceità, come obbligo di chiarezza, di usare termini e denominazioni moderni» (Fubini, 2003).

Infine, non meno interessante è il testo che circonda il disegno della Penisola. Molto rovinato, e in qualche punto per nulla leggibile in riproduzione (occorre leggerlo in originale con la lampada di Wood), esso rivela come l'autore non si limitasse a rifarsi ad una tradizione etimologica di lunghissima durata, ma tendesse - non diversamente da Biondo - ad inserire notazioni riferite alla propria contemporaneità³. «Sunt insuper in hac provincia particulares provinciae...»: il nostro autore elenca quindi una serie di provincie di cui, oltre a dare l'etimologia del nome, aggiunge anche notazioni sulla odierna o passata «metropolis» e sulle variazioni subite nel tempo. Anche in questo caso, la tradizione classica è presa come termine di confronto per la situazione contemporanea, a sottolineare mutamenti e permanenze.

Insomma, anche per il fatto di essere presumibilmente databile ad anni in cui venne definendosi in Italia un assetto territoriale meno frantumato per effetto della progressiva affermazione dei cosiddetti "Stati regionali", la lettura geografica proposta da questa mappa risulta interessante, in quanto, pur senza riferimento esplicito alle cangianti divisioni politiche coeve, viene proposto un compattamento provinciale della Penisola intorno ad un ristretto numero di città di rango «hodie» metropolitano. Nel complesso, e in attesa di ulteriori e più approfondite analisi, questo prodotto cartografico sembra risentire visibilmente della rottura operata dagli umanisti rispetto alle concezioni geografico-etnografiche del passato, e di quella rilettura "moderna" della tradizione che il Biondo iniziava a teorizzare già negli anni Trenta del XV secolo.

Ciò premesso, quale può essere l'utilità, per lo storico, dell'esperimento che stiamo tentando? Il calcolo delle distorsioni operate dal cartografo potrebbe essere prezioso strumento per rivelare i punti focali di osservazione dell'artista, per cogliere il grado di precisione nella ricostruzione delle sequenze spaziali, per avanzare ipotesi sull'eventuale utilizzo di una bussola o di altra strumentazione tecnica, e, forse, anche per individuare alcune connessioni di questa carta con possibili fonti letterarie.

Georeferenziazione della carta

La carta antica è stata georeferenzata con il software commerciale ArcView[®], in questa fase della ricerca si è deciso di concentrarsi su una porzione del Nord Italia. Sono stati individuati sulla carta antica 62 punti corrispondenti a località presenti anche sulla cartografia attuale: tali punti sono stati utilizzati per mettere in corrispondenza le coordinate immagine della scansione corrispondente alla carta antica, con le coordinate geografiche attuali. La posizione dei punti sulle carte, e la conseguente assegnazione di coordinate, è ovviamente affetta da un grado piuttosto elevato di incertezza, essendo le località rappresentate sulla carta antica da disegni di edifici di misura variabile, ed avendo sulle odierne carte estensioni anche di qualche km (per esempio Milano); questa scarsa precisione di posizionamento però è certamente sufficiente per gli scopi di questo

³ Sembra per il momento da scartare l'ipotesi suggestiva che la mappa in questione potesse costituire in realtà una sorta di rappresentazione cartografica dell'Italia biondiana (cfr. BIONDO, 1531). Parzialmente difforme risulta diversa infatti la serie delle località prese in esame nelle due opere.

lavoro. L'intento di questa operazione, come detto precedentemente, è quello di analizzare il campo di deformazioni risultante per trarne informazioni utili per gli studi storici. A tal scopo, è stata applicata una trasformazione affine (a 4 parametri) a tutti i 62 punti e i vettori corrispondenti agli scarti a valle della trasformazione sono riportati in Figura 1.

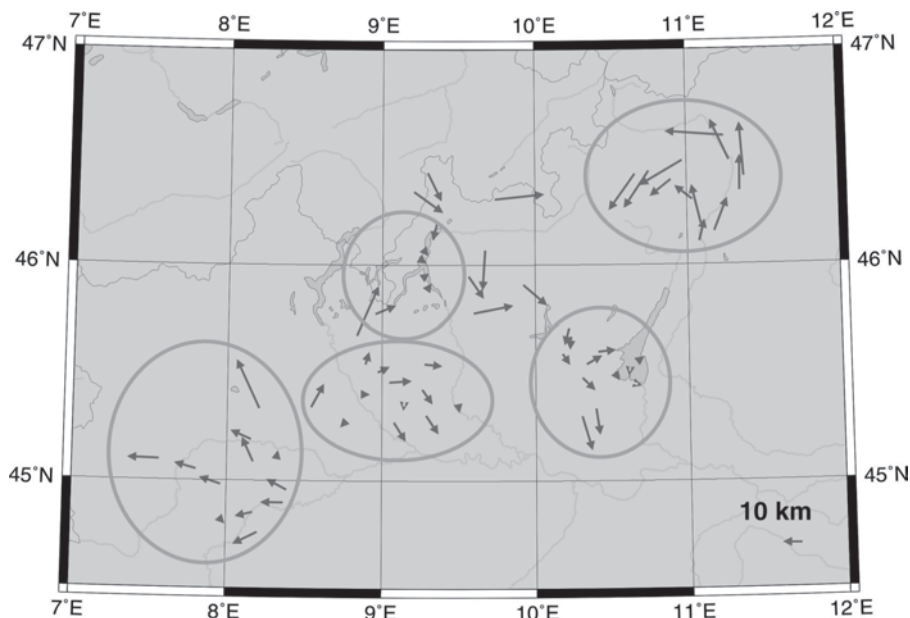


Figura 1 – Scarti a valle della trasformazione affine

E' interessante notare, già da questa prima elaborazione, come i vettori non abbiano un andamento di tipo casuale, ma abbiano un comportamento abbastanza omogeneo all'interno di 5 zone facilmente individuabili, indicate in figura. Questi differenti andamenti possono portare a formulare delle ipotesi di carattere storico, come verrà spiegato nel paragrafo seguente.

La trasformazione affine è una trasformazione rigida che non permette di tener conto di anisotropie all'interno del campo di deformazioni della carta, tuttavia permette di mettere in evidenza tali comportamenti. Per minimizzare i residui della trasformazione è possibile applicare trasformazioni di tipo locale, con algoritmi tipo *rubber sheeting*. Questi algoritmi, al contrario di quelli globali, agiscono localmente, applicando parametri diversi a diverse porzioni dell'immagine. Come è noto le trasformazioni locali permettono di ridurre molto o annullare i residui sui punti forniti all'algoritmo, in quanto inseguono gli andamenti locali delle deformazioni. (Balletti, 2006). I criteri per la suddivisione dell'immagine in elementi finiti possono essere vari; il software ArcView[®], utilizzato per questo lavoro, utilizza il metodo della triangolazione per l'algoritmo chiamato "adjust".

Per valutare l'accuratezza metrica delle due trasformazioni considerate (globale e locale) i 62 punti doppi a disposizione sono stati suddivisi in due sottoinsiemi: uno di 46 punti utilizzati per la stima della trasformazione (Ground Control Points o GCP) e uno di 16 punti (Check Points o CP), utilizzato per verificarne l'accuratezza. Nella tabella seguente sono riportati e i valori di RMS calcolati sui CP dopo aver applicato alla carta tre diversi tipi di trasformazioni: la trasformazione affine, la trasformazione "adjust" e le spline.

	RMS Lungo X [m]	RMS Lungo Y [m]	RMS Distanza [m]
Trasf. Affine	12570	11719	17185
Algoritmo "Adjust"	8264	8438	11811
Spline	9577	8873	13056

Tabella 1 – RMS dei residui calcolati sui CP a valle di tre diverse trasformazioni applicate alla carta antica.

Come si può vedere, e come ci si aspettava, l'accuratezza delle trasformazioni di tipo locale è superiore a quella della trasformazione di tipo globale. Tuttavia si osserva che, verificando tale accuratezza su un set di dati (i CP) diverso da quello usato per la stima, l'ordine di grandezza rimane invariato, ovvero i valori di RMS ottenuti con trasformazioni globali o locali non differiscono significativamente. In ogni caso un'accuratezza intorno alla decina di Km è sorprendente per una carta così antica generata senza alcun criterio di proiezione e a piccola scala. Dalla figura seguente si può inoltre notare come l'andamento generale dei vettori corrispondenti agli scarti sui CP dopo la trasformazione locale "adjust" (in rosso) non sia drasticamente diverso da quello ottenuto con la trasformazione affine globale (in nero).

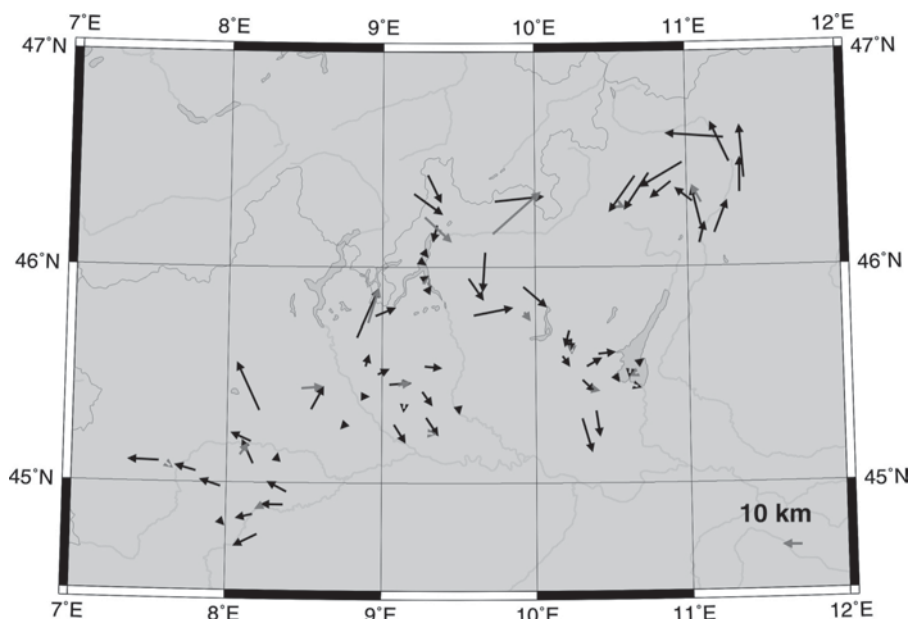


Figura 2 – Scarti a valle della trasformazione affine (in nero) e scarti residui sui soli CP a valle della trasformazione locale "adjust" (in rosso).

Certamente le trasformazioni locali, per essere affidabili, richiederebbero l'utilizzo di un numero molto maggiore di punti noti. Le deformazioni subite dalla carta in seguito all'applicazione di algoritmi di questo tipo al confine fra le zone in cui viene suddivisa la carta, trattate come omogenee, possono però essere molto forti (questo, come effetto collaterale, può inoltre rendere difficoltosa la lettura dei toponimi sulla carta trasformata.).

La carta georeferenziata può essere utilizzata per creare un database di carte storiche e valutare l'evoluzione del territorio nel tempo, attraverso la georeferenziazione di località di interesse storico non più presenti nella cartografia attuale. A questo scopo la carta ottenuta con la più semplice trasformazione affine permette di raggiungere una sovrapposizione già accettabile con la cartografia attuale che ne preserva l'interpretabilità.

Si intende procedere nel lavoro valutando la possibilità di applicare algoritmi in grado di individuare i cluster dei residui dopo la trasformazione rigida in modo oggettivo, così da poter applicare un secondo passo di trasformazione di tipo locale, sfruttando metodi di interpolazione statistici come ad esempio la collocazione.

Analisi storica preliminare del campo di deformazioni

Si può immaginare come la presenza di aree omogenee all'interno del campo di deformazioni della carta sia il risultato della diversa conoscenza che l'autore probabilmente aveva delle diverse aree rappresentate. Le deformazioni più grandi si presentano nella zona alpina, mentre la precisione è maggiore per l'area della pianura padana centrale e per la zona dei laghi. Questo potrebbe far pensare ad una conoscenza più accurata della zona della Lombardia centro-orientale, cosa che dagli elementi informativi estrinseci non si può desumere con certezza. E' interessante anche valutare

l'andamento dei vettori della zona piemontese (Monferrato-Langhe). Sono tutti di dimensioni significative, ma generalmente orientati in modo piuttosto omogeneo (verso Ovest e Nord-Ovest). Forse si potrebbe pensare ad una conoscenza piuttosto buona della geografia della zona, ma non di tipo diretto: è come se l'autore avesse trasposto sulla sua carta notizie abbastanza precise, ma senza avere una sicura conoscenza dell'area, per la qualcosa potrebbe aver compiuto un errore di calcolo (trascinando eccessivamente verso Ovest le località piemontesi con cui aveva a che fare). Si potrebbe anche ipotizzare che l'autore non avesse a disposizione una bussola, o che la usasse in modo approssimativo (ciò potrebbe forse far propendere per una datazione in qualche modo più risalente rispetto a quella che era stata tendenzialmente ipotizzata, portandoci più verso l'inizio che non verso la metà del XV secolo, cosa che evidentemente renderebbe lo studio di questa mappa ancor più interessante). Se inoltre si ipotizza che le valli siano state percorse a partire da località di pianura, di posizione conosciuta con maggior precisione, si potrebbe forse spiegare il progressivo aumento dei residui verso nord (in Alto Adige) o ovest (in Piemonte) con la difficoltà di determinazione precisa delle distanze, e una loro eventuale sovrastima.

Conclusioni e sviluppi futuri

Dal confronto delle deformazioni ricavate dopo l'applicazione di tre diversi algoritmi su un numero non elevato di punti, si ritiene che, nonostante una trasformazione rigida non permetta di sovrapporre in maniera ottimale la carta antica a quella moderna, fornendo scarti superiori rispetto a quelli ottenibili con algoritmi tipo *rubber sheeting*, possa in alcuni casi essere uno strumento utile per ottenere una carta georeferenziata di lettura agevole, non avendo subito deformazioni di rilievo. L'analisi dei residui della trasformazione permette di fare ipotesi sulla genesi della carta, sul suo autore e su metodi e strumenti di rilievo utilizzati.

Il lavoro di ricerca proseguirà in queste direzioni, sperimentando l'applicazione di una trasformazione di tipo locale che segua principi di tipo statistico, come ad esempio la collocazione.

Bibliografia

- Almagià R. (1929), *Monumenta Italiae cartographica. Riproduzioni di carte generali e regionali d'Italia dal secolo 14. al 17.*, Firenze, Istituto Geografico Militare.
- Balletti C. (2006), *Digital elaborations for cartographic reconstruction: the territorial transformations of Venice Harbours in historical maps*, e-Perimtron, autumn, 1, 4, 274-286.
- Biondo F. (1531), *Italia Illustrata*, in ID., *Blondi Flavii Forliviensis de Roma triumphante libri decem, priscorum scriptorum lectoribus utilissimi, ad totiusque romanae antiquitati cognitionem pernecessarii; Romae illustratae libri III; Italia illustrata; Historiarum ab inclinato Romanorum Imperio decades III; omnia multo quam ante castigatiora*, Basel, Froben, pp. 293-423.
- Degenhart B., Schmitt A. (1973), *Marino Sanudo und Paolino Veneto. Zwei Literaten des 14. Jahrhunderts in ihrer Wirkung auf Buchillustrierung und Kartographie in Venedig, Avignon und Neapel*, in «Römisches Jahrbuch für Kunstgeschichte», XIV, pp. 1-135.
- Fubini R. (2003), *La geografia storica dell'«Italia illustrata» di Biondo Flavio e le tradizioni dell'etnografia*, in ID., *Storiografia dell'Umanesimo in Italia da Leonardo Bruni ad Annio da Viterbo*, Roma, p. 55.
- Mainardi R. (2003), *Geografia regionale*, Roma, Carocci, (1^a ed. 1994).
- Quaini M., *L'Italia dei cartografi*, in AA. VV., *Storia d'Italia*, a cura di R. Romano.
- Vivanti C. (1976), *Atlante*, vol. VI, a cura di L. GAMBI e G. BOLLATI, Torino, Einaudi.
- Von Den Brincken A.D. (1988), *Kartographische Quellen Welt-, See- und Regionalkarten*, Turnhout, Brepols.