

TECNICHE GIS AL SERVIZIO DELL'INTERPRETAZIONE STORICA: IL CASO DELL'ALLUVIONE DI ROMA NEL 1870

Francesco PALAZZO (*), Ketì LELO (**)

(*) SERCo SPA, via Sciadonna 24/26, 00044 Frascati tel. 0694180682, *email: palazzof@hotmail.com*

(**) Centro di ateneo per lo Studio di Roma (CROMA), Università degli studi di Roma Tre,
Via Ostiense 139, 00154 Roma tel. 06/57374016, *fax. 06 57374030, e-mail: lelo@uniroma3.it*

Riassunto

Nella notte di Santo Stefano del 1870 iniziò l'ultima grande alluvione di Roma. Esistono informazioni e testimonianze qualitative dell'evento che, unitamente alla ricostruzione dello stato fisico del territorio all'epoca (topografia ed uso del suolo derivati da carte coeve) possono permettere una ricostruzione dell'andamento della piena.

L'analisi della serie temporale dei dati idrometrici a Ripetta, unitamente alla conoscenza del profilo libero del pelo dell'acqua in occasione del momento di massima piena e durante altri eventi, ha permesso l'elaborazione di semplici modelli bidimensionali dell'altezza dell'acqua lungo il corso del fiume in vari momenti della piena.

Tali modelli, convertiti in 3-D attraverso un GIS ed esaminati unitamente ai dati sulla morfologia di Roma alla fine dell'Ottocento, hanno consentito di ottenere informazioni preliminari relative all'andamento spazio-temporale della piena in fase crescente e in futuro potranno rendere possibile l'estrapolazione di informazioni sul "danno" in funzione della tipologia del fabbricato, dell'altezza dell'acqua e del tempo di persistenza.... Una analisi di tali informazioni può inoltre consentire una interpretazione storica "obiettiva" a quasi 150 anni di distanza delle scelte politiche o sociali che portarono a fine 1800 alla costruzione dei muraglioni progettati dal Canevari.

Abstract

26 December 1870: the last large flooding of Roma just begun. Several historic reports, maps and data exist that, used in conjunction with topography and land-use information derived from maps of the same epoch, may enable a reconstruction of the development of the flood.

The analysis of a time-series of water level measurements acquired at Ripetta has enabled the derivation of simple 2-D models of the river water surface at different moments of the flood.

Such models, integrated in 3-D within a GIS and used in synergy with topographic information, allow the computation of preliminary information concerning with duration of the flood, height and persistence of waters. Hence the derived information may enable rough damage estimations, based on type of building, height and time of persistence of the waters. The analysis of such information may enable an "objective" storic interpretation, at a 150 years distance, of the political or social decisions leading to the edification of the containing structures ("i muraglioni") designed by Canevari at the end of the 19th Century.

I dati sulla piena

Narrano le divertite cronache cittadine che il 26 Dicembre 1870 il pubblico in uscita dallo spettacolo serale del teatro Apollo fu costretto a bagnarsi i piedi per attraversare "la piazza dalla

parte di ponte S. Angelo (...) mentre un altro tratto di via di Tor di Nona, presso l'Orso era già allagato..." E' questa la prima testimonianza di una lunga serie di descrizioni pubblicate sulle riviste romane la cui lettura consente una ricostruzione sommaria dell'andamento temporale della piena all'interno dell'abitato. Nel centro storico ci sono poi numerose lapidi commemorative che consentono l'identificazione della massima altezza raggiunta dalle acque in seguito all'evento. Esistono inoltre informazioni quantitative inerenti sia l'altezza del pelo libero dell'acqua sia le precipitazioni su Roma, misurate rispettivamente all'idrometro di Ripetta e dal pluviometro del Collegio Romano. Infine, immediatamente dopo la fine della piena furono iniziati studi idrologici e rilievi della massima estensione della piena che appaiono per grandi linee concordanti (anche se con notevoli differenze interpretative inerenti la meccanica e i volumi di acqua). Tali analisi, protrattesi anche per anni, furono motivate dalla decisione di effettuare uno studio sistematico del tratto "urbano" del Tevere volto alla definizione di un possibile intervento atto a garantire il contenimento delle espansioni indesiderate.

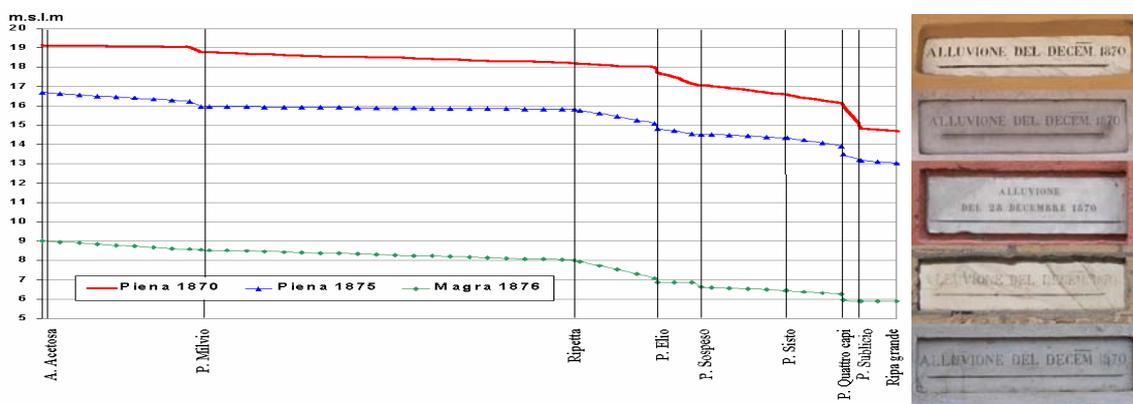


Figura 1 Sinistra: Profili temporali relativi all'andamento del profilo idrometrico del Tevere in differenti occasioni: piene del 1870 e del 1875 e magra del 1876. Destra: alcune lapidi commemorative della massima altezza della piena del 1870.

I dati sulla Roma di fine 1800

Nell'ambito del progetto di ricerca "Atlante Storico-ambientale della Città di Roma", avviato dal CROMA (Centro di ateneo per lo studio di Roma – Università degli studi Roma Tre) nel 1997 sono stati reperiti ed informatizzati numerosi materiali relativi alla "forma fisica" della città di Roma dell'Ottocento (Lelo, 2000; 2002). A seguito di rigorose procedure di georiferimento, informatizzazione e validazione della cartografia storica (Baiocchi Lelo, 2001), (Baiocchi, Lelo 2002) è ora possibile disporre di un ricco repertorio, tuttora in fase di accrescimento, di informazioni cartografiche e relative banche-dati, in cui l'informazione geografica costituisce l'elemento accomunante. Le fonti topografiche disponibili sulla città, a differenti scale, a cavallo tra seconda metà dell'Ottocento e primi del 1900 (e.g IGM 1876-1890; Lanciani 1893-1901; IGM 1907-1914) permettono una ricostruzione di massima della topografia, mentre le informazioni contenute in una serie cartografica elaborata dall'Ufficio della Direzione Generale del Censo, comprendente il primo Catasto geometrico-particellare dello Stato Pontificio, in particolare nelle mappe in scala 1:1.000 del Catasto Urbano Pio-Gregoriano (1818-1824) e relativi registri catastali (Brogliardi, Catastini, Aggiornamenti e Volture), e i successivi aggiornamenti in scala 1:4.000 del 1826 e 1866 rispettivamente, possono consentire di derivare dettagliate informazioni circa usi del suolo e consistenza edilizia nell'epoca considerata.

Problematiche legate all'impiego dei dati storici

Lavorare con dati storici comporta problematiche legate alle tecniche con le quali il dato è stato rilevato, alle modalità con cui l'informazione è stata tramandata o rappresentata, allo stato di conservazione (ed alle deformazioni fisiche) del supporto che ospita il dato, alla difficoltà di

validare l'informazione, alla scarsa compatibilità e confrontabilità tra le scale di rappresentazione delle differenti informazioni, o semplicemente alle differenti date a cui i dati da confrontare sono stati rilevati (Palazzo 1998).

In particolare, nel caso dell'applicazione considerata, consistenti semplificazioni e conseguenti inaccuratezze sono state imposte dalla scarsa quantità e differente scala dei dati di base disponibili. Ad esempio, una prima semplificazione si riferisce alla morfologia del letto del Tevere che non è stata modellata, in quanto non sono noti rilievi immediatamente precedenti la piena. In secondo luogo le variazioni del profilo idraulico del Tevere sono state considerate uniformemente variabili tra profilo di magra e profilo di piena: tale generalizzazione non è chiaramente verificabile né dimostrabile e non tiene in ogni caso conto delle diverse condizioni dell'alveo alle due date di misura utilizzate per ancorare il modello (piena del 1870 e magra del 1875). Infine allo stato attuale la ricostruzione della topografia della città si basa largamente su informazioni in scala 1:25000, fatto questo che non consente una modellizzazione topografica di dettaglio.



Figura 2: Sinistra: Foglio 150 della Carta d'Italia "Roma" IV SO, scala 1:25000, levata del 1873, aggiornata ad Aprile 1894 dall'Istituto Geografico Militare (IGM): la scala non consente l'estrazione di informazioni di dettaglio, inoltre nel centro abitato sono rinvenibili pochi punti quotati. Si noti il valore 16 m in corrispondenza di piazza della Chiesa Nuova. Centro: Pianta topografica di Roma e del suburbio, scala 1:5000 realizzata tra il 1904 ed il 1906 dall'IGM. Nonostante la scala di maggior dettaglio, alcune zone dell'abitato presentano pochi punti quotati: è il caso dell'area di piazza della Chiesa Nuova, in corrispondenza della quale si trova un solo punto quotato a 16.4m. Destra: Forma Urbis Romae, scala 1:2000, basata su rilievi effettuati dal Lanciani tra il 1893 ed il 1901. Nel caso dell'area di piazza della Chiesa Nuova, diversi punti quotati sono rinvenibili, il più prossimo come posizione a quelli presenti nella cartografia IGM ha valore 15.14 m.

Modellare la piena

Le letture di altezza dell'acqua effettuate a Ripetta ogni 6 ore sono state modellate, in modo da estrapolarne l'andamento orario. In seguito, il corso urbano del fiume è stato suddiviso in vari segmenti in corrispondenza dei ponti e, ipotizzando variazioni lineari del profilo delle acque tra magra e piena, per ogni valore di altezza a Ripetta è stata ricostruita la relativa altezza delle acque lungo il corso del fiume.

Sulla base di tale modello è stato calcolato il tempo necessario al pelo libero dell'acqua per giungere a lambire e a sovrastare le arcate del ponte Elio (tratto di fiume per il quale è stato ipotizzato un comportamento "anomalo"): tale tempo è stato stimato attorno alle 36 ore dall'inizio del rigonfiamento delle acque.

L'effetto di "diga" creato dal ponte sul normale scorrimento delle acque nel settore di monte, da tale momento in poi si ipotizza abbia prodotto una riduzione della pendenza del pelo libero dell'acqua, che ha imposto l'adozione di un modello non lineare per il tratto a monte del ponte.

In realtà la presenza di tronchi e di materiali asportati dal fiume ha sicuramente ridotto ovunque la sezione fluviale –specialmente in corrispondenza dei ponti- ma le informazioni disponibili non permettono l'inclusione di tali effetti nel modello.

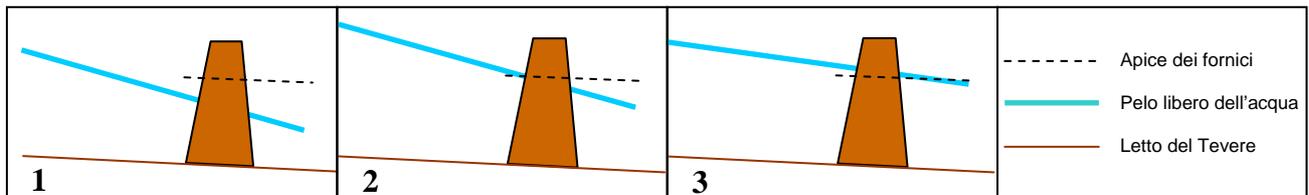


Figura 3 l'ipotesi per il ponte Elio: 1) Condizioni iniziali; 2) Condizioni limite (<36 ore): il pelo dell'acqua raggiunge l'apice dei fornici; la pendenza del pelo dell'acqua continua a variare linearmente); 3) Il ponte esercita una azione livellante, favorendo l'accumulo d'acqua (e la diminuzione della pendenza del pelo libero) nel settore di monte

Il flusso delle acque non incanalate è stato scomposto in una componente perpendicolare al corso del fiume ed una parallela alla direzione di massima del fiume, calcolata sulla base della forma del corso d'acqua (naturale tendenza alla rettificazione all'aumento della velocità della corrente). Tale semplificazione consente una ricostruzione di massima della circolazione attesa delle acque al di fuori del fiume, ma prescinde da un'identificazione precisa di effetti "locali".

L'analisi attraverso un GIS

L'inserimento dei dati relativi alla altezza delle acque calcolati attraverso i modelli bidimensionali in un GIS ha consentito una interpolazione e la ricostruzione 3-D dell'inviluppo potenziale orario della superficie delle acque. Il modello digitale del terreno della città di Roma a fine 1800, ottenuto dall'interpolazione dei dati topografici disponibili (in particolare è stata utilizzata la cartografia IGM 1:25000, completata con i punti quotati del Lanciani, in quelle aree in cui i valori altimetrici tra le diverse cartografie non differivano eccessivamente) è stato quindi confrontato con i modelli orari di altezza delle acque, risultando in carte orarie dell'estensione delle acque. Tali carte forniscono informazione anche sull'andamento della piena nei settori esterni alle Mura aureliane, in zone al di fuori dell'abitato storico, dunque non rilevate dalla cartografia storica dell'evento.

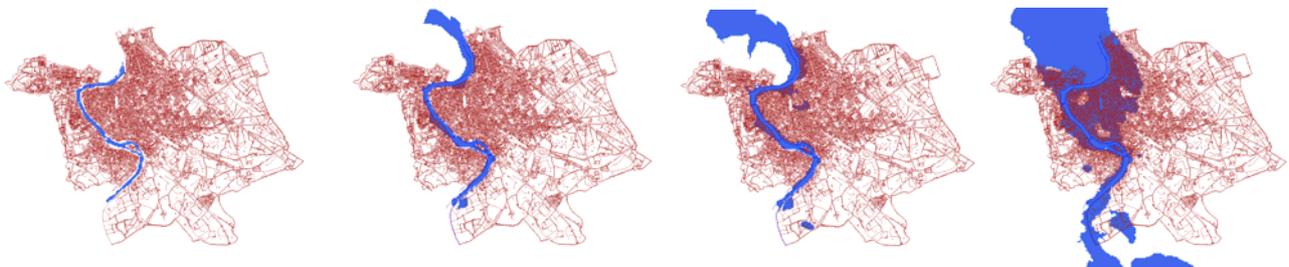


Figura 4 Estensione delle acque calcolata con il GIS durante vari momenti della piena: da sinistra verso destra: 25 Dicembre h 12.00 (prima dell'inizio della piena); 26 Dicembre h 18.00 (inizio della piena); 27 Dicembre h 18.00; 28 Dicembre h 22.00 (picco della piena).

Non è stato ritenuto necessario modellare il flusso dinamico di propagazione dal fiume verso l'abitato in quanto, come asserito dalle testimonianze dell'epoca, in mancanza di collettori laterali le acque del Tevere potevano risalire lungo le condotte fognarie affiorando in superficie anche a distanza dal fiume. Un'analisi più dettagliata avrebbe necessitato sezioni fluviali di dettaglio e planimetrie accurate e quotate del sistema fognario.

L'aggregazione dei valori di altezza dell'acqua e delle aree occupate dalle acque ha consentito il calcolo dell'altezza massima e media dell'acqua durante la fase montante della piena nelle varie zone dell'abitato.

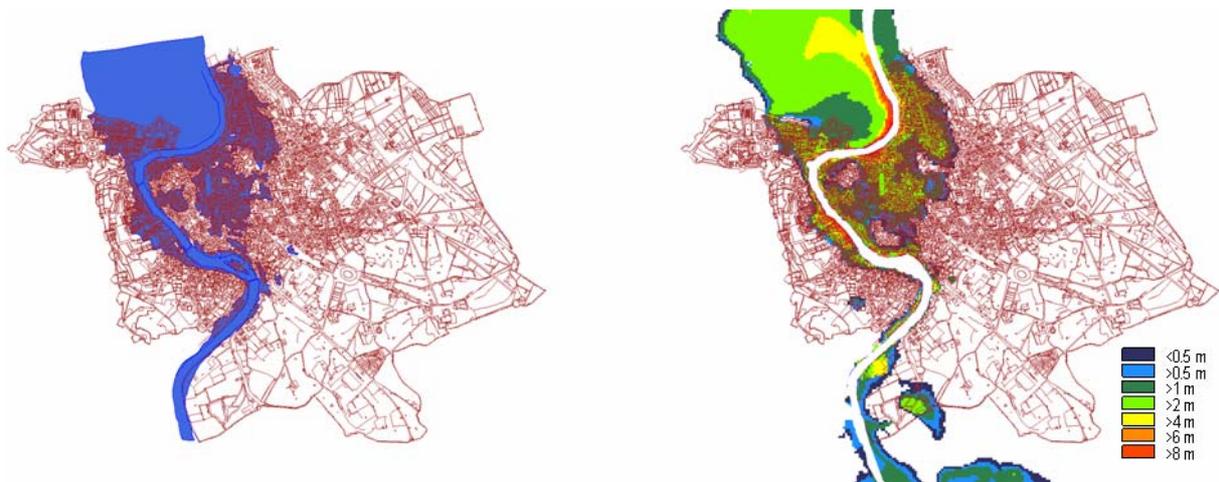


Figura 5 Sinistra: carta della massima estensione della piena realizzata dal Canevari. Destra: Altezza delle acque calcolata attraverso il GIS durante la massima piena.

La carta storica realizzata dal Canevari per illustrare la distribuzione della piena è stata quindi confrontata con il modello di massima piena realizzato con il GIS. Un'analisi statistica delle discrepanze tra le due carte mostra che il 23% delle aree inondate (limitatamente al tratto urbano ed alla zona di Castello, le uniche aree rilevate dal Canevari) appare essere stato diversamente classificato rispetto alla carta del Canevari. L'analisi quantitativa della distribuzione delle aree altimetriche classificate in modo discordante rispetto alla cartografia storica mostra che più del 70% delle differenze sono concentrate nelle classi al di sotto del metro e mezzo di altezza, con un massimo (30%) sotto al mezzo metro. Si ritiene che le discrepanze fino ad 1 metro di altezza possano essere giustificabili sulla base dei limiti di precisione verticale e di risoluzione orizzontale del modello digitale del terreno. Le discordanze superiori al metro potrebbero invece essere imputabili ad errori altimetrici del DEM. Inoltre, potrebbero anche essere presenti inesattezze nella cartografia storica.

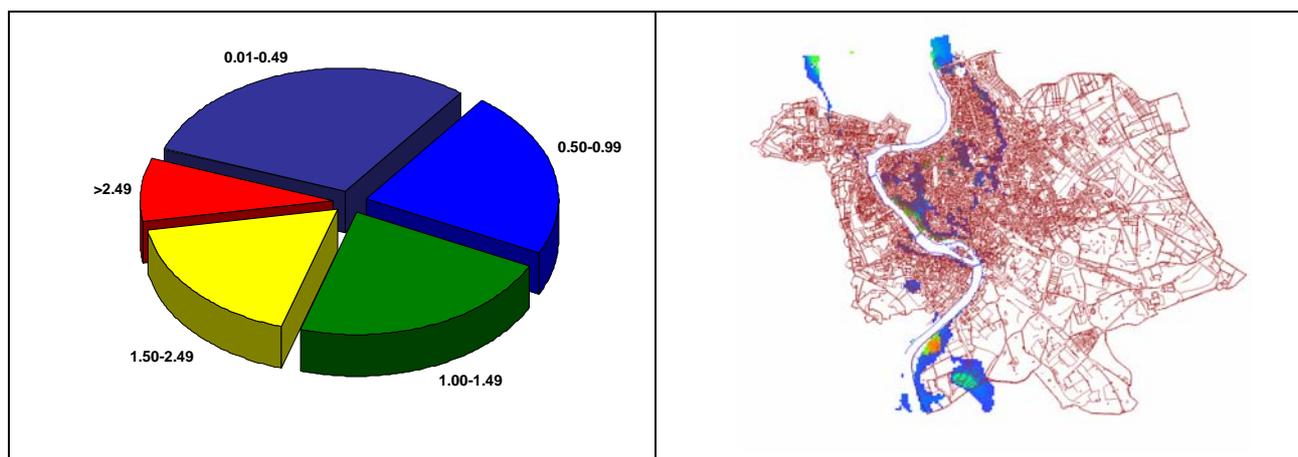


Figura 6 Sinistra: analisi quantitativa della distribuzione altimetrica delle aree inondate non concordanti tra cartografia storica e modello GIS. Destra: analisi geografica della distribuzione delle differenze tra modello GIS e cartografia storica.

E' stata quindi condotta un'analisi della distribuzione geografica delle discrepanze, al fine di localizzarle e comprendere le possibili cause di errore. Alcune aree di estensione totale pari al 48% della superficie diversamente classificate sono quindi state esaminate con maggiore attenzione. Secondo la cartografia storica a Nord di Roma, nel settore al di fuori delle mura aureliane, in corrispondenza dell'attuale via Leone IV e del lungotevere flaminio non sarebbe stata presente

acqua. Per il settore a Nord del rione Borgo, la discrepanza potrebbe essere effettivamente legata ad una inaccuratezza del DEM, mentre nel settore di Ripetta si tratta quasi certamente di una inaccuratezza della rappresentazione storica dell'alluvione. Ciò è confermato dall'uniforme distribuzione altimetrica riportata dalla cartografia di fine secolo tra porto fluviale e piazza del Popolo (quest'ultima zona riportata come allagata anche dalla cartografia storica), che non giustifica soluzione di continuità nell'estensione delle acque tra Tevere e zona all'interno delle mura.

Nel settore di Testaccio, in corrispondenza del lungotevere e tra Testaccio e la Piramide di Caio Cestio si trovano altre due aree non allagate secondo la cartografia storica. La discrepanza può essere spiegata in tre possibili modi, egualmente plausibili e probabilmente concomitanti. In primo luogo si potrebbe ipotizzare l'assenza di sbocchi di fognature: l'acqua rinvenibile nella zona di Piramide non appare infatti in diretta comunicazione superficiale con il Tevere; come secondo fattore giova sottolineare che il modello digitale del terreno di tale area potrebbe essere impreciso (basandosi su celle di 25 m di risoluzione); infine appare anche verosimile una inaccuratezza della cartografia storica, come dimostra la cronaca contemporanea del Pesci, che scrive: "a Porta San Paolo, alla Bocca della Verità e al tempio di Vesta, le acque continuano a salire".

Prospettive di ricerca

Un notevole contributo alla ricostruzione preliminare della piena presentata in questo articolo è atteso dall'integrazione finale della cartografia IGM in scala 1:5000, che consentirà una analisi spaziale di maggior dettaglio, incrementando la risoluzione del DEM e fornendo migliori informazioni circa distribuzione e tempi di persistenza delle acque. Ci si ripropone inoltre di modellare anche la fase calante della piena, eventualmente considerando fattori quali permeabilità dei suoli o tasso di evaporazione. Una volta che il modello sia stato così finalizzato, sarà quindi possibile ricalcolare i tempi di persistenza delle acque (in fase montante e calante) e condurre un'analisi "sociale" del danno diretto arrecato, considerando tipologia del fabbricato, altezza e persistenza delle acque, densità di popolazione, valore catastale... Tale informazione, se paragonata col danno permanente indotto all'abitato dalla costruzione dei muraglioni potrà aiutare a comprendere la fondatezza delle accuse di interventismo immotivato (e di scelte politiche mascherate da decisioni "sociali") mosse già all'epoca contro la costruzione dei muraglioni.

Principali riferimenti bibliografici

- Baiocchi V., Lelo K. (2002) "Confronto di cartografie storiche con cartografie attuali per l'area del centro storico di Roma", *Atti della 6ª Conferenza nazionale ASITA*.
- Baiocchi V., Lelo K. (2001) "Georeferenziazione di cartografie storiche in ambiente GIS e loro verifica mediante rilievi GPS", *Atti della 5ª Conferenza nazionale ASITA*.
- Canevari R. (1875), *Studi per la sistemazione del Tevere nel tronco entro Roma*.
- Frosini P. (1977) *Il Tevere. Le inondazioni di Roma e i provvedimenti presi dal Governo Italiano per evitarle*. Ed. Accademia Nazionale dei Lincei.
- Funciello A. (1995) *La Geologia di Roma* Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- Lelo K. (2002) "Storia urbana e sistemi informativi geografici", *I territori di Roma. Storie, popolazioni, geografie*, a cura di R. Morelli, E. Sonnino, C. M. Travaglini.
- Lelo K. (2000) "Il GIS dell'Atlante storico-ambientale di Roma", *Roma ricerca e formazione* 6-9
- Palazzo F. (1998) "Per un atlante storico ambientale della città di Roma", *Roma Moderna e Contemporanea*, Vol 1/2, pp.219-228
- Pesci U. (1970) *Come siamo entrati in Roma*, Palazzi, Milano