

Il cielo e l'uomo: problemi e metodi di astronomia culturale

Atti del VII Convegno Nazionale
della Società Italiana di Archeoastronomia
*Roma, Museo Nazionale Romano,
Terme di Diocleziano*
28 - 29 settembre 2007

A cura di
Elio Antonello

Società Italiana di Archeoastronomia
2010

Indice

Presentazione	iii
---------------------	-----

Parte prima. Orientamenti astronomici, geometrie e metodi

Osservazioni sulla basilica sotterranea di Porta Maggiore in Roma	3
---	---

Parte prima: *I. Sciortino*

Parte seconda: *L. Labianca*

L'orientamento astrale del Tempio del Kothon di Mozia	15
---	----

L. Nigro

Archeoastronomia: metodi e strumenti	25
--	----

P. Moscati

The orientation of the Rujm el-Hiri Southeast Gate.....	35
---	----

A. Polcaro, V.F. Polcaro

La geometria pitagorica della tomba a tholos del tesoro di Atreo di Micene.....	39
---	----

M. Ranieri

Ipotesi sulla fondazione e sulla forma dell'insediamento di Drupad Kila (U.P.- India)	45
--	----

A. Dallaporta, L. Marcato

I rapporti tra architettura e corpi celesti nell'antica Mesopotamia.....	55
--	----

L. Verderame

Contenuti geometrici, metrici e calendariali delle strutture architettoniche preispanche mesoamericane	63
---	----

M. Ranieri

Criteri di orientazione astronomica nelle strutture fortificate dell'Irlanda altomedioevale	81
--	----

A. Gaspani

Archeoastronomia Ligustica: bilancio di venti anni di ricerche.....	97
---	----

M. Codebò, H. de Santis

Penetrazione della luce del Sole al tramonto del solstizio d'inverno ed al tramonto equinoziale in una struttura a <i>tholos</i> del promontorio del Caprione (Lerici, La Spezia)	109
---	-----

S. Berti, E. Calzolari, S. Marchi

Parte seconda. Astronomia e civiltà umana

Tempo della creazione e ciclo precessionale nella Bibbia	119
--	-----

E.A. Bianchi, M. Codebò, G. Veneziano

Le feste romane dei solstizi: <i>Fors Fortuna</i> e <i>Saturnalia</i>	133
---	-----

L. Magini

Glimpses into the Inca astronomy from a Jesuit document of the early 17 th century	137
<i>L. Laurencich, G. Magli</i>	
Quel cane di Sirio: una stella su Roma antica. Antropologia astronomica nella poesia e nella trattatistica latina.....	147
<i>D. Ienna</i>	
XP, SATOR e le radici ebraiche del cristianesimo. La simbologia olistica e l'astronomia culturale.....	163
<i>T. Brescia</i>	
I luoghi dell'astronomia in città: Roma e Praga, due capitali sullo stesso meridiano.....	173
<i>N. Lanciano</i>	
Il Salone dei Mesi di Schifanoia: dal rilievo alla lettura critica	181
<i>M. Incerti</i>	
Note sulla datazione della SN 1054 dalle fonti orientali.....	187
<i>G. Lupato</i>	

Parte terza. Storia dell'astronomia

Ipotesi e considerazioni circa la geografia sottostante i due orologi catottrici del XVII secolo realizzati a Roma dal Maignan	193
<i>M. Berardo, N. Lanciano</i>	
La precisione di Galileo sulle distanze dei satelliti Medicei	207
<i>F. Castaldi</i>	
La forma della Terra nei Principia di Newton.....	219
<i>V. Banfi</i>	

Parte quarta. Cultura e società

Il Far West dei Greci: tutto vero? Tutto vero!.....	231
<i>S. Frau</i>	

Ipotesi e considerazioni circa la geografia sottostante i due orologi catottrici del XVII secolo realizzati a Roma dal Maignan

Mariangela Berardo¹, Nicoletta Lanciano²

¹Corso di laurea specialistica in Fisica, Univ. di Roma “La Sapienza”

²Università di Roma “La Sapienza”

I due oggetti del nostro studio sono i due orologi catottrici realizzati da Padre Emmanuel Maignan a Roma nel Convento della Santissima Trinità dei Monti nel 1637 e a Palazzo Spada nel 1644. Scopo del presente lavoro è mettere in evidenza che entrambi, pur essendo due orologi solari ricchissimi di informazioni e molto precisi per diversi aspetti, presentano alcuni “errori” e “imprecisioni” rispetto alla geografia che viene indicata sui loro quadranti.

L'autore

L'autore di questi due monumentali orologi solari è padre Emmanuel Maignan, dell'Ordine dei Minimi di San Francesco di Paola. Emmanuel Maignan nacque a Toulouse, in Francia, nel luglio del 1601. Studioso di matematica, ottica, astronomia, filosofia e teologia, venne chiamato a Roma, per la prima volta nel 1636, per insegnare nel convento di Trinità dei Monti, di cui fu eletto corettore e dove rimase fino al 1650. In questo periodo il Maignan si guadagnò una grandissima reputazione tra i sapienti del suo tempo, confermata dalla corrispondenza epistolare che portò avanti con Torricelli, Fermat, Mersenne.

Le opere

L'orologio del Convento della Santissima Trinità dei Monti (1637). L'orologio del Convento della Santissima Trinità dei Monti si trova nel corridoio del primo piano che affaccia sul chiostro interno del complesso. È un *orologio catottrico*, ovvero che sfrutta le leggi della riflessione per “trascinare” il raggio di Sole all'interno del locale nel quale è realizzato il quadrante, costituito dalla parete settentrionale, di fronte alla finestra, e dal soffitto curvo del corridoio. Il foro attraverso il quale entra il raggio luminoso è un'apertura semicircolare ricavata alla base dell'imposta di legno di una delle finestre rivolte a Sud-Est del corridoio: in corrispondenza di questa, sul davanzale della finestra, in posizione orizzontale, a circa 1 m da terra, è alloggiato l'elemento riflettente, uno specchietto di circa 9 cm di diametro. Il corridoio che ospita la meridiana, detto anche *corridoio dell'Astrolabio*, è approssimativamente lungo 20 m, largo 3 m, ha un'altezza di 3 m e la declinazione della parete che ospita lo specchio è $d = -15^\circ$. La finestra del foro gnomonico si trova circa a metà del corridoio. All'interno del locale si vede il dischetto di luce riflessa percorrere una traiettoria che va pressappoco da occidente a oriente, ovvero lo si vede muoversi sulla parete settentrionale da sinistra verso destra, se siamo con le spalle rivolte alla finestra da cui entra la luce del Sole (Figura 1).

L'orologio di Palazzo Spada (1644). L'orologio di Palazzo Spada è progettato e realizzato in maniera analoga al precedente di Trinità dei Monti per quanto riguarda tutti gli aspetti geometrici, prospettici ed astronomici. La differenza più evidente tra le due opere sta nel fatto che la meridiana di Palazzo Spada non fu costruita per finalità



Fig. 1. Il corridoio dell’Astrolabio del Convento di Trinità dei Monti.

foro e su cui è alloggiato lo specchio ha declinazione $d = -50^\circ$, è quindi rivolta quasi esattamente a Sud-Est (Figura 2).

Il quadrante

Quanto segue è riferito ad entrambi gli impianti gnomonici. *“Volto a mezzogiorno, s’apre con breve spiraglio: un angusto forame che lascia appena filtrare la luce del dì. Il sole stesso, irrompendo dal cielo s’arresta sul limitare né può all’interno diffondere il suo splendore. Se però sul margine estremo si applica un vetro, i raggi che questo riceve si lanciano contro il soffitto; ed essendo il vetro rotondo, la luce che ne promana è quella di un disco raggianti. Così sotto il fornice un globo rifulge come nel cielo. Divide la volta una fitta rete di linee che segnano l’ore, e quella che il globo illumina calcola il tempo del giorno. Quindi è bandita l’ombra ferrigna del ferreo gnomone: non più di ferro ma d’oro corrono i tempi nel mondo.”*¹ Con questa poetica iscrizione, che si trova su una parete della meridiana di Palazzo Spada, è lo stesso Maignan che ci dice come funziona il suo orologio solare “interno”.

Una volta capito come funziona la “lancetta”, vediamo ora come si presenta il quadrante. Dalle stesse parole dell’autore leggiamo che *una fitta rete di linee è disegnata sulla volta e, tra tutte, la linea che è illuminata dalla macchia luminosa è quella che indica l’ora*. La rete di cui si parla è davvero tanto fitta (Figura 3): l’orologio infatti indica l’ora in ben quattro sistemi orari diversi (civile, italico, babilonico e temporario), fornisce l’altezza, l’azimut e la declinazione del Sole. Inoltre, ed è questo l’argomento oggetto di

essenzialmente astronomiche, ma per arricchire in modo sontuoso e colto la dimora di un ricco mecenate, il cardinale Bernardino Spada. È infatti molto più ricca di fregi, affreschi, decorazioni e iscrizioni della precedente. La meridiana adorna la galleria del primo piano del Palazzo che è lunga circa 21 m e larga quasi quattro. La volta semicilindrica su cui sono tracciate le linee orarie che formano l’orologio è alta circa 7 m. La parete in cui è praticato il



Fig. 2. Il corridoio della meridiana catottrica di Palazzo Spada.

¹ Traduzione dal latino, M. Catamo, 2005.

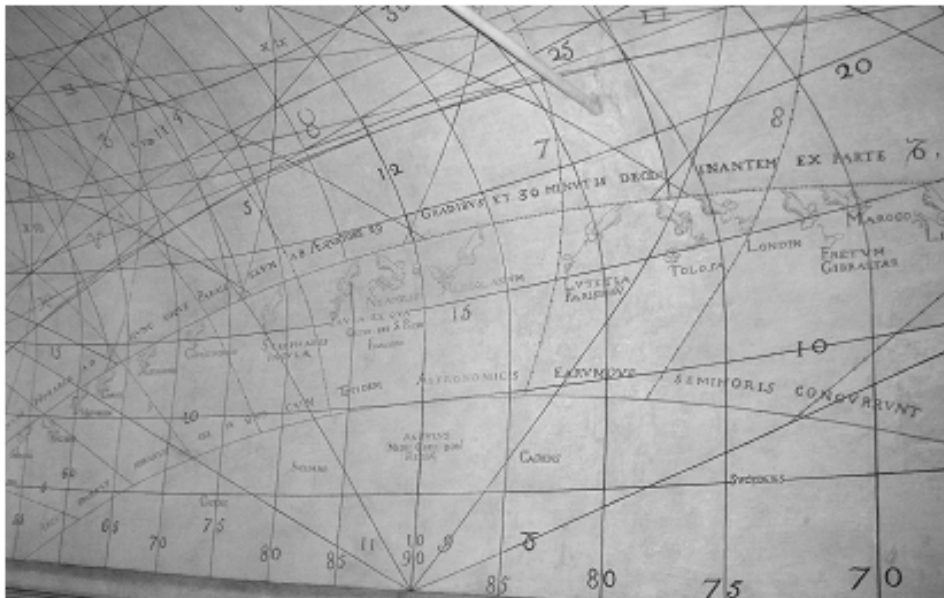


Fig. 3. Il tracciato delle linee della meridiana del Convento di Trinità dei Monti, intorno al meridiano locale indicato dalle ore 12.

questo lavoro, **sul quadrante sono riportati i nomi di diverse città del mondo.** Questo particolare fa dell'orologio che stiamo studiando, non solo uno strumento di misura dell'ora locale (della città di Roma), ma anche un indicatore dell'ora nelle altre città che compaiono sul quadro.

L'elenco delle località ordinate per longitudine sul quadrante dell'orologio del Convento di Trinità dei Monti

Descrizione. Sul quadrante dell'orologio catottrico del Convento di Trinità dei Monti sono riportati i nomi di alcune importanti città, o, più in generale, di località e paesi appartenenti, in gran parte ma non solo, al bacino del Mediterraneo. Questo elenco, riportato nel basso del quadrante, corre da sinistra verso destra, lungo una linea marrone-oro disegnata a "catenella" su cui finiscono, o da cui si dipartono, tutte le linee orarie dei diversi sistemi. Guardando il quadrante verso nord troviamo la linea oraria delle ore 12, che corrisponde al mezzogiorno di Roma, e a sinistra e a destra di questa, vediamo indicati i nomi delle località che si trovano rispettivamente più ad Est e più ad Ovest di Roma. Questo corrisponde al fatto che la macchia di Sole si muove nel corridoio da sinistra verso destra (da Occidente verso Oriente) quindi, investirà prima i riferimenti che indicano le città più a Est e poi quelle più ad Ovest rispetto a Roma.

I nomi delle città e dei luoghi che compaiono sul quadrante sono riportati nella Tabella 1 assieme al nome con il quale sono attualmente conosciuti (da 1 a 13 quelli a sinistra, da 14 a 27 quelli a destra della linea del mezzogiorno di Roma, ossia del meridiano locale). Non tutti i nomi si riferiscono a città, ovvero a luoghi identificabili attraverso una coppia di coordinate geografiche, latitudine e longitudine (nel caso di nostro interesse dalla coordinata di longitudine), ma sono indicati anche nomi di intere regioni, es. Marocco, Ibernica (Irlanda). Questo è un aspetto che, insieme ad altri che verranno esaminati, rende complicata la lettura dell'orologio.

I "problemi" e gli "errori" delle longitudini sul quadrante

Quello che ci siamo proposte di fare in questo lavoro è di verificare che effettivamente l'orologio "funzionasse", ovvero di verificare che leggendo l'orologio solare si potesse

Tab. 1. Nomi di città e luoghi sul quadrante dell'orologio.

1	Ormus	<u>Strettodi Hormuz</u>	14	Mediolanum	Milano (Italia)
2	Ecbatana	Hamadan (Iraq)	15	Lutetia Parisoru	Parigi (Francia)
3	Ninive	Mosul (Iraq)	16	Tolosa	Toulouse (Francia)
4	Babilonia	Babilonia (Iraq)	17	Londin	Londra (Gran Bretagna)
5	Sperchia	<u>Persia</u> (Iran)	18	Fretum Gibraltar	Stretto di Gibilterra
6	Malabar	Malabar (India)	19	Marocco	<u>Marocco</u>
7	Hierusalem	Gerusalemme (Israele)	20	Lisbona	Lisbona (Portogallo)
8	Cyprus	<u>Cipro</u>	21	Hibernia	<u>Irlanda</u>
9	Alexandria	Alessandria d'Egitto (Egitto)	22	Insulae Fortunatae	<u>Isole Canarie</u>
10	Costantinopolis	Costantinopoli, Istanbul (Turchia)	23	Islandia	<u>Islanda</u>
11	Strophades Insulae	Isole Strofadi (Grecia)	24	Insulae Capitis Virdis	Isole di Capo Verde
12	Paula	Paola (Italia)	25	Asores Insulae	Isole Azzorre
13	Neapolis	Napoli (Italia)	26	Finnonia	Finlandia
--	-----	Roma (Italia)	27	Terra Borealis	-----

ricavare correttamente non solo l'ora locale di Roma, ma anche l'ora delle altre località indicate. Questo in linea di principio è vero se si tiene in considerazione la corrispondenza tra differenze di tempo e differenze di longitudine. Se l'orologio segna le ore 11 civili di Roma si ha che in una qualsiasi località che si trovi 15° ad Est di Roma si sta verificando il momento del mezzogiorno locale. Questo significa che una tale città dovrebbe essere indicata in corrispondenza della linea oraria delle 11. Allo stesso modo, per una città che si trovi ad una distanza di $7,5^\circ$ ad Est di Roma, si dovrebbe verificare il momento del passaggio del Sole al meridiano quando nella città di Roma la macchia di luce si trova esattamente a metà tra la linea delle ore 11 e quella delle 12. Ma il quadro dell'Astrolabio è disegnato in modo che nessuna delle città indicate si trova esattamente in corrispondenza di una linea oraria di cui possiamo seguire il tracciato, quindi, quando affermiamo che l'orologio indica il mezzogiorno, per esempio, della località di Malabar, che è segnata tra le linee orarie delle 9 e delle 10, intendiamo che in quel momento la macchia di luce sta attraversando una linea ideale circa parallela (tenendo conto della curvatura della superficie del quadrante) alle due linee orarie delle 9 e delle 10 tra cui si trova (Figura 4).

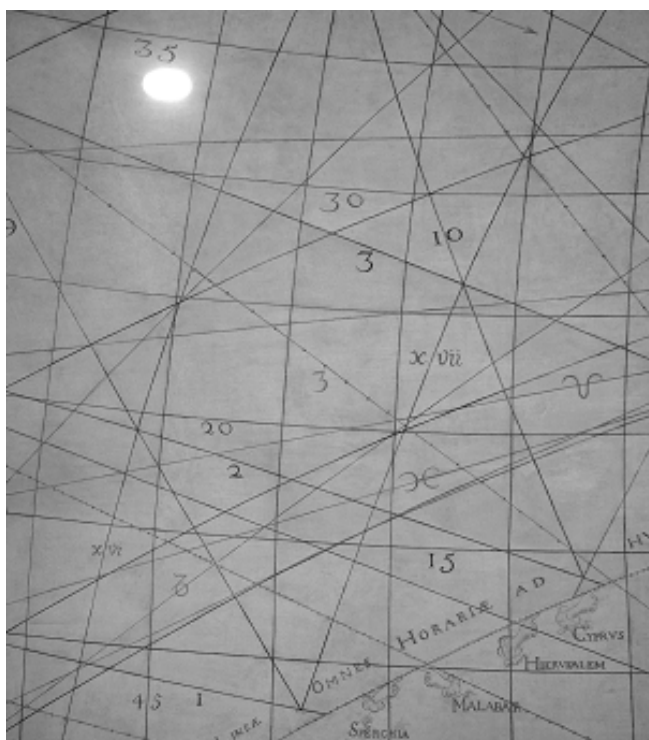


Fig. 4. Il passaggio della macchia solare sul meridiano di Malabar, tra le 9 e le 10 ore di Roma.

Questo ci permette di dire abbastanza facilmente, che la località di Malabar si trova all'incirca² a 37° ad Est di Roma, essendo:

² Questo è solo un esempio indicativo: dalla foto stessa si nota che Malabar si trova un po' prima delle ore $9^{\text{h}30^{\text{m}}}$.

$$|\Delta t| \leftrightarrow |\Delta \lambda|$$

ovvero: $|9^{\text{h}}30^{\text{m}} - 12^{\text{h}}| = 2^{\text{h}}30^{\text{m}} \longrightarrow 37^{\circ}30'$



Fig. 5. Posizionamento delle località.

Inoltre la posizione sul quadrante di una determinata località non è individuabile con totale precisione perché è segnalata attraverso il disegno di una manina che punta l'indice in uno spazio che non è del tutto identificabile con un punto (Figura 5). Un altro problema riscontrato è stato

quello di riuscire e riconoscere, nei nomi riportati sul quadrante, i nomi attuali delle località, ed ancora di poter ricondurre i nomi di regioni estese a coordinate puntuali (ad esempio Marocco). Tutte le località per le quali si sono presentati questi problemi sono state trascritte nell'elenco che segue con un segno di sottolineatura. Per altri nomi dell'elenco invece è stato lasciato uno spazio bianco ad indicare l'assenza di una corrispondenza certa con una località nota. Un esempio di questo tipo di problema è la località di Malabar. Questo nome appartiene attualmente ad una regione costiera dell'India Occidentale, che si trova ad oltre 70° E di longitudine³, ovvero circa 57° più ad Est di Roma. Tale valore non è in alcun modo in accordo con le informazioni che otteniamo dal quadrante, infatti come detto prima, la località detta "Malabar" cui si riferisce il Maignan, trovandosi tra la linea oraria delle 9 e quella delle 10, deve essere localizzata al massimo da 30° a 45° più ad Est rispetto a Roma. Per ora, non siamo stati in grado di ritrovare, in una tale area, nessuna città alla quale riferire questo nome.

Una volta individuati i nomi delle località, dove possibile, si è proceduto nel cercare i dati di longitudine (e latitudine) ad esse corrispondenti attualmente, ottenendo l'elenco riportato nella Tabella 2⁴.

E' evidente che per stilare questo elenco sono stati usati dei valori in longitudine medi e solo indicativi poiché, anche per un luogo ben preciso, l'estensione attuale può andare da qualche primo a qualche decina di primi di arco. Per quei nomi che invece si riferiscono a regioni estese si è scelto di individuare delle località di riferimento, dove possibile, che siano in maggior accordo con le informazioni che ci vengono dal quadrante. È questo il caso di "Marocco". Questo nome si trova sul quadrante subito dopo "Fretum Gibraltar" e seguito da "Lisbona", per questo motivo è ragionevole pensare che la località alla quale ci si riferisce sia proprio Rabat, che effettivamente ha una longitudine Ovest maggiore rispetto a quella dello Stretto di Gibilterra e minore rispetto a Lisbona. Lo stesso tipo di ragionamento si può fare per la località denominata "Ibernia", questa indica quasi certamente una città dell'attuale Irlanda, ma quale? Tale città dovrebbe trovarsi in una regione che va da $9^{\circ} 06' W$ (longitudine di Lisbona) a $10^{\circ}30' W$ (massimo valore di longitudine delle terre d'Irlanda). Questi valori di longitudine, corrispondono ad una zona

³ Questo valore è da riferirsi al meridiano di Greenwich.

⁴ Tutte le longitudini sono, secondo l'odierna convenzione, riferite al meridiano di Greenwich.

della costa irlandese molto frastagliata dove non è possibile riconoscere nessuna località maggiore.

Tab. 2. Longitudini dei luoghi.

1	Stretto di Hormuz	55°30' E
2	Hamadan (Iraq)	48°30' E
3	Mosul (Iraq)	43°09' E
4	Babilonia (Iraq)	44°24' E
5	<u>Persia</u> (Iran)	-----
6	<u>Malabar</u>	-----
7	Gerusalemme (Israele)	35°14' E
8	<u>Cipro</u> (Nicosia)	34°45' E → 32°15' E 33°21' E
9	Alessandria d'Egitto (Egitto)	29°55' E
10	Costantinopoli, Istanbul (Turchia)	28°58' E
11	Isole Strofades (Grecia)	21°00' E
12	Paola (Italia)	16°01' E
13	Napoli (Italia)	14°15' E
14	Milano (Italia)	9°10' E
15	Parigi (Francia)	2°20' E
16	Tolosa (Francia)	1°26' E
17	Londra (Gran Bretagna)	0°07' W
18	Stretto di Gibilterra (Spagna)	5°22' W
19	<u>Marocco</u> (Rabat)	1° W → 13° W 6°51' W
20	Lisbona (Portogallo)	9°06' W
21	<u>Irlanda</u>	5°30' W → 10°30' W
22	<u>Isole Canarie</u> (Tenerife)	14° W → 18° W 16°30' W
23	<u>Islanda</u>	14° W → 24° W
24	<u>Isola di Capo Verde</u>	22° W → 25° W
25	<u>Isole Azzorre</u>	24° W → 28° W
26	Finnonia	-----
27	Terra Borealis	-----

Il termine “Finnonia” potrebbe indicare la Finlandia, o in generale i paesi scandinavi, ma viene collocata più ad occidente di tutto il continente (Europa). Potrebbe forse indicare la Groenlandia? Sottolineiamo inoltre che i nomi usati dal Maignan sono a volte nomi vicini a denominazioni francesi dell'epoca. Queste osservazioni, fatte riferendoci ai valori di longitudine delle località in esame, ci portano già a dire che la “geografia” descritta sul quadrante non è del tutto esatta.

Le osservazioni del passaggio del Sole al meridiano

In una fase successiva del lavoro abbiamo osservato la macchia di luce sulle linee orarie del quadrante di Trinità dei Monti al passare delle ore. Sono state realizzate tre Tabelle, per tre diversi giorni di osservazione, in cui sono stati riportati la longitudine effettiva di ogni località, la relativa distanza angolare da Roma, la distanza da Roma espressa in unità di tempo, la distanza in tempo da Roma osservata sull'orologio e la differenza tra questa e la distanza che ci saremmo aspettati prendendo come riferimento i valori delle longitudini note attualmente e riportate nella prima colonna. I dati ottenuti da queste tre osservazioni seppure non identici sono comunque consistenti tra loro. Bisogna infatti tener conto delle condizioni di lettura dall'orologio di cui si è già accennato (passaggio della macchia

solare su una linea oraria ideale corrispondente alla località) e del fatto che, anche quando si facciano delle osservazioni del passaggio dell'immagine riflessa del raggio di Sole su una linea oraria ben precisa, questo evento dura circa 6 minuti. Infatti, presa in considerazione una linea oraria, dal momento in cui la macchia solare ellittica tocca la linea dalla sinistra della stessa al momento in cui la macchia supera la linea oraria, quindi la tange da destra, si contano circa 6 minuti. Quindi ogni dato è affetto da un errore di lettura di almeno ± 3 min. Inoltre lo specchietto che riflette il raggio di Sole non è bloccato nella sua posizione: ciononostante il passaggio del Sole sulle linee orarie rispetto alle ore segnate dall'orologio, e tenuto conto della differenza di longitudine per Roma e dell'Equazione del tempo, porta ad una notevole precisione. Inoltre possiamo affermare, in generale, che i valori che otteniamo dall'osservazione dell'orologio, sono tanto più differenti da quelli che ci aspetteremmo a partire dalle longitudini dei luoghi, quanto più le città sono distanti da Roma. Questo potrebbe indicare una conoscenza, da parte dell'autore, più accurata ed esatta dei valori di longitudine di città più vicine, quelle italiane e del bacino del Mediterraneo, rispetto ad una minore conoscenza dei paesi e delle regioni più lontane. L'uso dei termini "lontano" e "vicino" può rendere molto vaga questa trattazione, ma si vuole semplicemente intendere che molto **probabilmente la Geografia che conosceva il Maignan era una geografia assai diversa da quella che ci permette di tracciare i confini delle coste, delle terre e delle città attualmente**. Si è cercato quindi di individuare quali fossero le conoscenze dell'epoca alle quali il Maignan possa aver attinto per la costruzione della sua meridiana.

L'elenco delle località in longitudine sul quadrante dell'orologio di Palazzo Spada

Quanto già detto riguardo ai "problemi" e gli "errori" sulle longitudini vale anche per tutte le città che compaiono nel quadrante dell'orologio di Palazzo Spada. Una differenza importante però, sta nel fatto che il numero delle località indicate in questo quadrante è molto maggiore rispetto al primo e che qui l'elenco si arricchisce di località molto più ad Oriente arrivando fino a Giava e al Borneo. Dal momento che la parete ha una declinazione maggiore, mancano invece tutti i luoghi più occidentali. Si riportano nella Tabella 3 i nomi delle località come sono indicate sul quadrante di Palazzo Spada, il nome che gli corrisponde attualmente e le loro longitudini.

Le fonti del Maignan: la "Geographia" di Tolomeo

Nel 1648 viene stampato a Roma "*Perspectiva horaria sive de horographia gnomonica tum theoretica, tum practica ...*", opera dello stesso Emmanuel Maignan, la cui edizione si dice che sia stata promossa e finanziata dal cardinale Bernardino Spada, in cui l'autore descrive in dettaglio, tra le altre, le tecniche di costruzione della meridiana catottrica; una copia del libro si trova nella biblioteca del Dipartimento di Matematica dell'Università "La Sapienza" di Roma. Nel trattato si leggono anche indicazioni su come "disegnare" i cerchi di latitudine e i meridiani di longitudine sull'orologio catottrico, esattamente nella *Proposizione LXXII* e nella *Proposizione LXXIII*. Come si legge direttamente dal Maignan, **i valori di longitudine (e latitudine) di cui egli si serve sono quelli riportati nell'opera di Claudius Ptolemaeus, Geographia, Libro II**. Il manuale di Tolomeo però, nella forma a noi nota, è giunto solo attraverso le trascrizioni medioevali, ed è composto da otto libri. I libri dal II al VII, che costituiscono la parte principale dell'opera, contengono lunghi elenchi di località: attraverso le coordinate geografiche, viene fissata la posizione di tutti i paesi costituenti l'ecumene (dal greco: mondo abitato). Alla lista dei

nomi, circa 8.000 complessivamente, non è aggiunto quasi nessun particolare, ma solo quanto è necessario per la determinazione della loro posizione. Il libro II è proprio quello che viene citato alla pagina 425 del testo del Maignan.

Tab. 3. I nomi delle località sul quadrante di Palazzo Spada.

<i>Località</i>	<i>longitudine*</i>	<i>Località</i>	<i>longitudine*</i>
1 Borneo - <i>Borneo</i>	115° E	34 Transylvania - <i>Transilvania</i>	-----
2 Iava Maior - <i>Giava</i>	110° E	35 Cracovia - <i>Cracovia</i>	19°55' E
3 Camboia - <i>Cambogia</i>	106° → 102° E	36 AlbaRegalis - <i>Székesfehérvár</i>	18,5° E
4 Cauch in China - <i>Cocincina</i>	108° → 104° E	37 Malta - <i>Malta</i>	14°25' E
5 Stretto De Sunda - <i>Stretti di Sonda</i>	106° E	38 Neapolis - <i>Napoli</i>	14°15' E
6 Malacca - <i>Malacca</i>	102° E	39 Venetiae - <i>Venezia</i>	12°35' E
7 Sumatra - <i>Sumatra</i>	106° → 95° E	40 Florentia - <i>Firenze</i>	11°20' E
8 Pegu - <i>Pegu</i>	97° E	41 Bononia - <i>Bologna</i>	11°26' E
9 Bengala - <i>Bengala</i>	91° → 88° E	42 Mantua - <i>Mantova</i>	10°47' E
10 Ostia Gangis - <i>Foci del Gange</i>	90°30' E	43 Mutina - <i>Modena</i>	10°54' E
11 Insula de Ovro	-----	44 Parma - <i>Parma</i>	10°05' E
12 Indostan - <i>Indostan</i>	88° → 72° E	45 Genua - <i>Genova</i>	9°04' E
13 Zeilan - <i>Ceylon</i>	82° → 80° E	46 Mediolanum - <i>Milano</i>	9°10' E
14 Malipur - <i>Malipur</i>	92° → 88° E	47 Taurinum - <i>Torino</i>	7°30' E
15 Goa - <i>Goa</i>	73°50' E	48 Avenio - <i>Avignone</i>	4°50' E
16 Maldivae Insulae - <i>Maldivae</i>	73°00' E	49 Bruxellae - <i>Bruxelles</i>	4°20' E
17 Ormus - <i>Hormuz</i>	55°30' E	50 Barsalona - <i>Barcellona</i>	2°10' E
18 Ecbatana - <i>Hamadam</i>	48°30' E	51 Lutetia Parisorum - <i>Parigi</i>	2°20' E
19 Susae - <i>Susa</i>	46°00' E	52 Tolosa - <i>Tolosa</i>	1°25' E
20 Ninive - <i>Ninive (Mosul)</i>	43°09' E	53 Cantuaria - <i>Canterbury</i>	1°05' E
21 Babilonia - <i>Babilonia</i>	44°24' E	54 Londinum - <i>Londra</i>	0°07' W
22 Seleucia - <i>Seleucia</i>	34°00' E	55 Madritum - <i>Madrid</i>	3°40' W
23 Aleppo - <i>Aleppo</i>	37°00' E	56 Fretum Gibaltar - <i>Stretto di Gibilterra</i>	5°22' W
24 Hierusalem - <i>Gerusalemme</i>	35°14' E	57 Maroco - <i>Marocco</i>	1°W → 13° W
25 Cairo - <i>Il Cairo</i>	31°15' E	58 Lisbona - <i>Lisbona</i>	9°06' W
26 Ptolemais - <i>Ptolemaida</i>	30°50' E	59 Dublin - <i>Dublino</i>	6°15' W
27 Alexandria - <i>Alessandria d'Egitto</i>	29°55' E	60 Compostella - <i>Santiago de Compostela</i>	8°33' W
28 Troia - <i>Troia</i>	26°50' E	61 Atlas mons - <i>Atlante</i>	10°E → 10° W
29 Costantinopolis - <i>Istanbul</i>	28°58' E	62 Gualata Regio - <i>Sagua el Hamra</i>	10° → 18° W
30 Chersonesus - <i>Chersoneso</i>	-----	63 Chili Regio - <i>Cile</i>	-----
31 Candia - <i>Herakleion</i>	25°08' E		
32 Macedonia - <i>Macedonia</i>	22° E		
33 Naupactus - <i>Lepanto</i>	21°50' E		

* Tutte le longitudini sono da leggere con riferimento al meridiano di Greenwich, come vuole la convenzione attuale.

Bisogna però tener presente che, sebbene l'esposizione dei dati di Tolomeo sia caratterizzata da un notevole rigore scientifico, molte osservazioni non corrispondono: egli infatti disponeva di osservazioni gnomoniche e di latitudine solo per 400 luoghi, mentre non aveva quasi nessun dato esatto di longitudine. Il cospicuo numero di coordinate geografiche risultava dalla traduzione in gradi di dati di itinerari, con tutti gli errori che potevano derivare dalla necessaria operazione di riportare a stadi le misure di distanza calcolate in giornate di viaggio o di navigazione. Per di più, e questo probabilmente è l'errore più evidente, **Tolomeo**, seguendo Marino di Tiro, **accoglie per buono il valore che Posidonio faceva corrispondere ad un grado equatoriale, e che era pari a 500 stadi, rifiutando invece il valore, più corretto, determinato da**

Eratostene, di 700 stadi. Tale scelta, che porta ad una misura della circonferenza massima della Terra di 180.000 stadi, è una stima molto più lontana dalla realtà di quella di 250.000 stadi ottenuta da Eratostene e fu diffusa durante tutto il Medioevo e nel Rinascimento con pesanti conseguenze. Forse proprio da questo tipo di errore è stata inficiata la costruzione delle nostre meridiane.

Tab. 4. Valori di longitudine e di latitudine delle località.

<i>Località</i>	<i>Longit.</i>	<i>Latitud.</i>
Zaba città, Camboia	168°20'	04°45'
Tacola mercato, oggi Malaca, presa con forza dai portoghesi terra grandissima e fortissima	160°15'	04°15'
Trilingo, et in questa si dice che sono i galli con la barba, e i cornui e i pappagalli bianchi. Qui è il Regno di Pegù	154°00'	18°00'
Gange, porto	109°45'	20°00'
7 foci	da 110°20'	19°50'
	a 113°20'	20°15'
Armuza città, Hormus	94°30'	23°30'
Ecbatana	88°00'	37°45'
Seleucia città	79°20'	35°40'
Babilonia	79°00'	35°00'
Aleppo (Ierapoli)	71°15'	36°15'
Gerusalem	66°00'	31°40'
Il sito dell'Isola di Cipro	67° → 64°10'	
Seleucia di Pisidia	62°00'	38°30'
La città principale di tutto l'Egitto chiamata Alessandria	60°30'	31°00'
Troia d'Alessandro	55°26'	40°40'
Ptolomaide	49°05'	37°26'
Zante (Isole Strofadi)	47°30'	36°30'
Napoli	40°00'	40°36'
Roma	36°40'	41°40'
Florentia	33°56'	43°00'
Bononia	33°30'	43°40'
Modena	33°00'	43°30'
Mantova	32°45'	43°40'
Parma	32°00'	43°30'
Mediolano	30°40'	44°15'
Lutetia de' Parisij	23°30'	48°15'
Londinio	20°00'	54°00'
Barcinon	17°15'	
Fretum Gibraltar	7°30'	

Dalla “Geografia” di Tolomeo in un testo del 1589

Per riconoscere se le discrepanze dei dati di longitudine delle località nei quadranti del Maignan, sono effettivamente derivanti dai dati di Tolomeo, abbiamo associato a ogni località i valori di longitudine e latitudine che gli attribuisce Tolomeo, in una traduzione italiana della “Geografia”, opera di Giovanni Antonio Magini, pubblicata nel 1598, una copia della quale è nella Biblioteca Universitaria Alessandrina. Dall'introduzione al Libro II, si può leggere con quale criterio viene stilato l'elenco di tutte le circa 8000 località. Riportiamo nella Tabella 4 i valori di longitudine (e latitudine) corrispondenti alle località dei nostri orologi catottrici. Sono stati considerati indistintamente, senza ulteriori

specificazioni di appartenenza all'uno o all'altro quadrante, i nomi che compaiono sui due orologi. Tali valori sono, come vuole Tolomeo, da riferirsi al meridiano delle Canarie.

Dal confronto di questo elenco con quello delle località sul quadrante si nota subito che non sono questi i dati ai quali il Maignan fa riferimento infatti, per esempio, per quelle città che sul quadrante di Trinità dei Monti risultano invertite (per esempio, Ninive e Babilonia o Genova e Milano) non si trova una corrispondente inversione di coordinate

Tab. 5. Valori di longitudine.

Località	dall'incunabolo di Ulm, 1482	dal Magini, 1598
Herculis promontorium	7° 30'	7°30'
Barcinon	17° 15'	17° 15'
Londinium	20°	20°
Tolosa	20° 10'	-----
Lutetia de' Parisij	-----	23° 30'
Albaugusta	26°	-----
Genua	30°	-----
Mediolanum	(30° 1/2 1/3) 30° 50'	30° 40'
Placentia	31° 20'	-----
Parma	-----	32°
Mantua	(32° 1/2 1/4) 30° 45'	32° 45'
Parma	32° 15'	32°
Bononia	33° 20'	33° 30'
Florentia	(33° 1/2 1/3 1/12) 33° 55'	33° 56'
Urbs Roma	36° 40'	36° 40'
Strophades	47° 20'	-----
Ptolomaide	49° 05'	-----
Sperchia ostia	51°	-----
Sperchia	51° 20'	-----
Troas	(55° 1/3 1/12) 55° 25'	55° 26'
Alexandria	60° 30'	60° 30'
Seluecia pisydie	62°	62°
Hyerosoliama	66° (66°1/ 4 - 66°1/2 - 66°1/3)	66°
Aleppo (Ierapoli)	-----	71° 15'
Selueucia civica	79°	79° 20'
Babilon	79°	79° 20'
Ecbatana	-----	88°
Armuza civica	94° 30'	94° 30'
Gangis fluij ostiu	144° 30'	110° - 113°
Pegu	-----	154°
Malaca	-----	160° 15'
Camboia	-----	168° 20'

nella traduzione di Tolomeo. Inoltre, gli unici dati di longitudine che sappiamo certi dal Maignan sono quelli relativi alle città di Tolosa (20°30'), Parigi (24°30'), Roma (36°30') e Napoli (39°30')⁵ e nessuno di questi coincide con i valori riportati nel codice del Magini preso in considerazione.

Da una parte, si potrebbe arrivare alla conclusione che l'errore come quello di inversione di due località sia un errore attribuibile solo al Maignan, dall'altra bisogna tener presente che niente ci assicura che sia questa la "Geografia" alla quale il Maignan fa riferimento, poiché si sa che nel tempo **i dati di Tolomeo sono stati corrotti dalla**

⁵ Confrontare la Proposizione LXXIII del testo "Perspectiva horaria sive de horographia gnomonica ..." (Tavole C, D e F).

tradizione manoscritta e che praticamente ciascun codice presenta numeri diversi. A conferma di questa affermazione si riportano nella Tabella 5 i dati di longitudine, riferiti alle stesse località, ma ottenuti consultando un'edizione diversa della "Geografia". Questa seconda opera è una versione latina dal testo tolemaico scritto in greco, di Jacopo Angelo da Scarperia, un incunabolo stampato ad Ulm nel 1482 (quindi precedente al testo del Magini), di cui una copia si trova presso la Biblioteca Casanatense a Roma.

Tolomeo ha ben presente la relazione tra differenza di longitudine e differenza di tempo, ma proprio nella determinazione di quest'ultima sta la grande difficoltà. Nel Libro I della "Geografia" viene descritto il metodo per la misura della longitudine basato sulle osservazioni simultanee di uno stesso evento astronomico. In particolare, Tolomeo fa riferimento all'eclissi di Luna osservata ad Arbela (nei pressi dell'attuale Mosul) e a Cartagine (attuale Tunisi). L'osservazione consisteva nel rilevare, con la maggior precisione possibile, a che distanza di tempo dal mezzogiorno locale avveniva il fenomeno del contatto della Luna con l'ombra portata della Terra, per l'uno e per l'altro luogo, così da ricavare la differenza dei tempi locali e da questa si calcolava la differenza di longitudine, come si legge direttamente dall'opera consultata. Eppure un errore nell'osservazione ad Arbela fece concludere a Tolomeo che tra i due luoghi esistesse una distanza di 3 ore invece che di 2. Gli errori non erano quindi così semplici da evitare, anzi, nonostante questi, l'opera di Tolomeo rimane senza dubbio la sintesi delle conoscenze geografiche del mondo antico. Ma mentre la sua opera astronomica continuò a godere di un grande favore la sua Geografia venne dimenticata dalla civiltà occidentale per tutto il Medioevo e riscoperta solo nel secolo XV grazie ad un rinnovato interesse per le opere degli autori dell'antichità. Inoltre alla fine del Medioevo, quando tornano a fiorire i contatti e i commerci con l'India e l'estremo Oriente, condotti sia via terra che via mare, e arriva l'epoca delle imprese dei navigatori, delle grandi scoperte geografiche, della "conquista" di nuovi mondi, quando si raggiunse la consapevolezza di essere approdati su nuove terre, fu chiaro che la "vecchia Geografia" di Tolomeo non bastava più, ma bisognava, se non abbandonarla del tutto, almeno arricchirla con dati nuovi e più precisi. La ricerca di un metodo per la determinazione delle longitudini, in questa epoca, anche se non ottiene una soluzione definitiva, porta ad un avanzamento delle conoscenze nel campo della geografia.

Ormai nel 1600 non c'è più solo Tolomeo come riferimento: i dati sulle coordinate geografiche sono stati rivisti e corretti. Eppure il Maignan scrive di riferirsi ancora alla "Geografia" di Tolomeo forse perché, anche se i suoi dati vengono via via sostituiti, la sua autorità nel campo della geografia e cartografia rimane indiscussa.

Confronto tra i valori di differenze di tempo ottenute prendendo in considerazione diversi valori delle longitudini

Per concludere riportiamo, in uno schema riassuntivo, i valori di differenze di tempo ottenute prendendo in considerazione, per le longitudini delle località, ipotesi diverse. Per ogni località mettiamo a confronto diversi Δt :

Δt_{reale} , sono ottenuti considerando le longitudini geografiche attuali delle località;

$\Delta t_{\text{orologio}}$, sono ricavati direttamente dall'osservazione dell'orologio del Maignan;

$\Delta t_{\text{Tolomeo}}$, calcolati con i dati di longitudine della "Geografia" di Tolomeo (Magini);

$\Delta t_{\text{Eratostene}}$, calcolati ipotizzando che le differenze di tempo che ci fornisce l'osservazione diretta della meridiana siano da far risalire a differenze di longitudine che il Maignan ha

ricavato da un testo (non sappiamo quale) che riportava dati di longitudine ancora molto vicini a quelli della “Geografia” tolemaica. Ricavati questi dati dall’osservazione dell’orologio, li abbiamo ricalcolati correggendoli per quello che, come abbiamo detto, è stato l’errore più grande di Tolomeo, cioè la sottostima del raggio terrestre; li abbiamo perciò ricalcolati ritrovando valori di longitudine legati alle misure del raggio terrestre fatte da Eratostene.

Tab. 6. Differenze di tempo

	Δt_{reale}	$\Delta t_{\text{orologio}}$	$\Delta t_{\text{Tolomeo}}$	$\Delta t_{\text{Eratostene}}$
BABILONIA	2h 07m 36s	3h 03m 00s	2h 49m 20s	2h 11m 45s
GERUSALEMME	1h 30m 56s	2h 10m 00s	2h 00m 00s	1h 33m 40s
ALESSANDRIA	1h 09m 40s	1h 37m 00s	1h 57m 20s	1h 09m 50s
COSTANTINOPOLI	1h 05m 52s	1h 15m 00s	-- -- --	54m 00s
ISOLE STROFADI	34m 00s	42m 00s	43m 20s	30m 15s
NAPOLI	7m 00s	13m 00s	13m 20s	9m 21s
MILANO	13m 00s	20m 00s	24m 00s	14m 24s
PARIGI	41m 20s	48m 00s	52m 00s	34m 34s
TOLOSA*	44m 16s	55m 00s	-- --	39m 36s
TOLOSA	44m 16s	(1h 05m 00s)	-- --	(46m 45s)
LONDRA	50m 28s	1h 05m 00s	1h06m 40s	46m 48s
FRETUM GIBRALTAR	1h 11m 28s	1h 20m 00s	1h56m 40s	57m 36s

* Per quanto riguarda la città di Tolosa, l’errore è singolare e non sembra dovuto, come per tutte le altre città, ad una “errata” fonte cartografica, ma piuttosto ad un errore vero e proprio del Maignan. Egli infatti nella *Proposizione LXXIII* afferma che il meridiano di Roma e quello di Tolosa distano 16° . Questo significa che, sul quadrante, la città di Tolosa dovrebbe essere indicata subito dopo la linea oraria delle 13 di modo che si possa osservare il passaggio della macchia di luce sopra questa città circa 4 minuti (1°) dopo l’avvenuto passaggio del Sole appunto sulla linea oraria delle 13. Quello che accade, invece, è che la località di Tolosa è indicata prima della linea delle ore 13 e la precede proprio di 4 minuti circa. Questo fa pensare che l’autore abbia sì calcolato giustamente la distanza angolare, ma abbia poi erroneamente tracciato il riferimento per Tolosa al di qua piuttosto che al di là della linea.

Conclusioni

I dati analizzati relativi alle longitudini di diverse località del mondo, presenti sulle meridiane catottriche del Maignan, ci permettono di fare una considerazione: i valori delle differenze di tempo che ricaviamo dall’osservazione diretta sull’orologio del Maignan sono molto più vicini ai valori ricavati dai dati di Tolomeo (nella traduzione del Magini), che a quelli ottenuti considerando per le longitudini i valori noti attualmente. Per la maggior parte delle località prese in considerazione l’errore sembra proprio quello, di tipo tolemaico, di sottostima delle dimensioni della Terra; infatti, quando si correggono queste longitudini, utilizzando per la Terra le misure di Eratostene, si ottengono valori molto più in accordo con quelli delle longitudini reali. Tutto ciò spiegherebbe anche perché i dati sono più corretti per località più vicine a Roma e meno per le località più distanti.

In questa trattazione ci siamo soffermati sulla possibilità che i dati di longitudine usati dal Maignan siano quelli derivanti dalla tradizione tolemaica. Il lavoro potrebbe proseguire con lo studio della cartografia più recente, rispetto all’epoca in cui ha operato il Maignan, per esempio consultando le carte dell’Ortelio e di Mercatore, che segnano un decisivo superamento della geografia tolemaica, per cercare in queste, come è stato fatto con il testo di Tolomeo del Magini, una eventuale corrispondenza significativa con i dati che ricaviamo dalla lettura delle meridiane del Maignan.

Riassumiamo sinteticamente gli errori riscontrati sui due quadranti, e le difficoltà di lettura in relazione alle longitudini delle località: a) errori dovuti alla confusione tra

coppie di città quali Ninive e Babilonia; b) errori dovuti alla cartografia usata; c) difficoltà nell'identificazione di alcune località; d) difficoltà nell'identificazione della longitudine per regioni estese; e) errori dovuti a possibili spostamenti dello specchio riflettente la luce del Sole che non è bloccato nella sua sede di appoggio.

Ignoriamo inoltre attualmente l'apporto dei successivi interventi di restauro e di degrado subiti in particolare dalla meridiana di Trinità dei Monti. I restauri del 2006, ad esempio, hanno qui riportato alla luce la pittura della balaustra dipinta come decorazione lungo tutta la parte inferiore del corridoio dell'Astrolabio. Sui due orologi sono inoltre riportate anche alcune località ordinate secondo le latitudini per le quali resta da estendere il lavoro qui presentato per le longitudini.

Bibliografia

- AAVV, 2001, *Storia dell'Astronomia di Cambridge*, a cura di M. Hoskin, Rizzoli
- Atlante e Repertorio Geografico del Lessico Universale Italiano*, Treccani
- Berardo M., tesina per la laurea triennale in Fisica, Univ. di Roma "La Sapienza", AA 2006-2007, *Il problema delle longitudini sui quadranti degli orologi catottrici del Maignan*, relatrice esterna N. Lanciano
- Bragaglia N., Tesi di laurea in Matematica, Univ. di Roma "La Sapienza", AA 2002-2003, *Su due orologi solari a riflessione del 1600*, relatrice N. Lanciano
- <http://www.casanatense.it/HTML/archivio-eventi/meridiani/index.htm>, in particolare: Fioravanti, R., *Opere a stampa, carte geografiche, incisioni e strumenti scientifici della Biblioteca Casanatense di Roma*
- Catamo, M., *La meridiana di Palazzo Spada a Roma*, in *Gnomonica Italiana* n°8 - giugno 2005
- Claudii Ptolemaei, 1990, *COSMOGRAPHIA: Tavole della Geografia di Tolomeo*, Presentazione di Lelio Pagani, Torriana (Fo). Stella polare
- Codazzi, A., 1952, *Storia delle carte geografiche da Anassimandro alla rinascita di Tolomeo nel secolo XV*, Edizioni universitarie Malfasi, Milano
- Fantoni, G., *Orologi solari: le grandi meridiane a riflessione*, in *OROLOGI* n°18 - anno 1989
- Giannone, P., 2004, *Elementi di astronomia*, Pitagora ed.
- Milanesi, M., 1978, *Tolomeo sostituito: studi di storia delle conoscenze geografiche del XVI secolo*, Einaudi ed.
- Lanciano, N., 2002, *Strumenti per i giardini del cielo*, Edizioni Junior
- Prontera, F., 1983, *Geografia e geografi nel mondo antico*, Laterza
- Sobel, D., 1997, *Longitudine*, Rizzoli