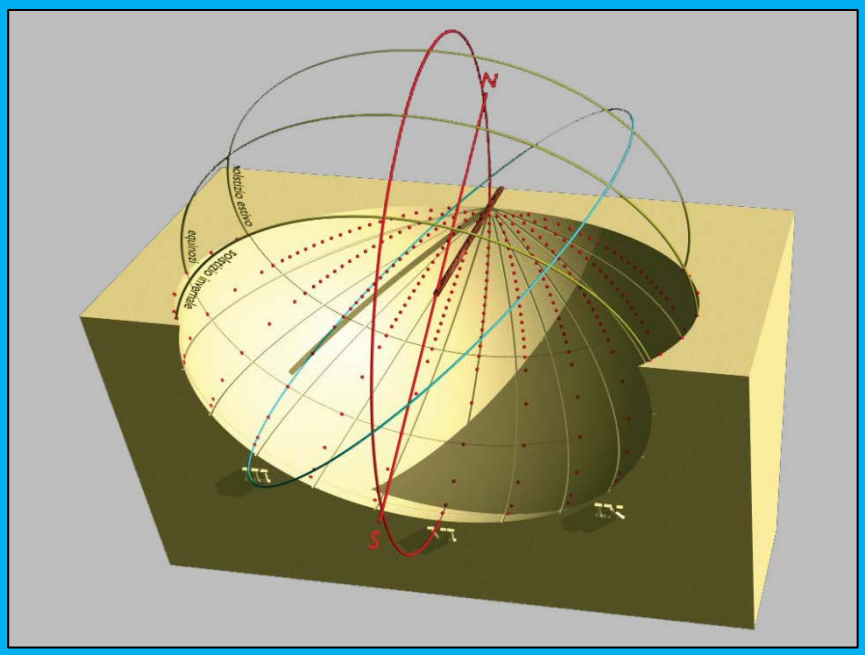
OROLOGI SOLARI



Albéri Auber Paolo L'orologio orizzontale di Euporus - La latitudine "intended" – ***Anselmi Riccardo*** La meridiana lunare di Villafranca di Verona – ***Arnaldi Mario*** Sul nome delle ore - Per un lessico gnomonico più corretto - prima parte – ***De Donà Giuseppe*** Il marcatore di amplitudine negli orologi solari analemmatici – ***Gunella Alessandro*** Un libro sull'Analemma (Contributo breve) – ***Mesturini Giorgio*** I bozzetti di Mario Tebenghi visibili a Brusasco (TO) (Contributo breve) – ***Redazione di Orologi Solari*** 25 numeri di Orologi Solari – ***Savian Fabio*** Era una notte buia e tempestosa - Ore temporali vere e ore temporali ad angolo verticale – ***Sawyer Fred*** Orologi solari ibridi di Peaucellier: progetti gnomonici che non avete mai visto prima

n.25 - agosto 2021

rivista di gnomonica… e dintorni

www.orologisolari.eu

CGI – Coordinamento Gnomonico Italiano
groups.google.com/forum/#!forum/gnomonicaitaliana

Comitato di redazione
redazione@orologisolari.eu

Casalegno Gianpiero
Caviglia Francesco
Ghia Luigi Massimo
Nicelli Alberto
Stocco Elsa

La redazione declina ogni responsabilità per i danni di qualunque tipo che dovessero essere provocati da eventuali applicazioni dei metodi, delle teorie e dei dati numerici presenti negli articoli pubblicati. Gli autori dichiarano, sotto la loro responsabilità, che le immagini pubblicate nei loro articoli hanno tutte ricevuto il permesso alla loro pubblicazione.
Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta o trasmessa in nessun modo, elettronico o meccanico, incluse fotocopie, senza l'autorizzazione scritta della redazione.

9 **L'orologio orizzontale di Euporus**
La latitudine "intended"
Albéri Auber Paolo

23 **La meridiana lunare di Villafranca di Verona**
Anselmi Riccardo

31 **Sul nome delle ore - Per un lessico gnomonico più corretto - prima parte**
Arnaldi Mario

39 **Il marcatore di amplitudine negli orologi solari analemmatici**
De Donà Giuseppe

44 **25 numeri di Orologi Solari**
Redazione di Orologi Solari

47 **Era una notte buia e tempestosa – Ore temporali vere e ore temporali ad angolo verticale**
Savian Fabio

59 **Orologi solari ibridi di Peaucellier: progetti gnomonici che non avete mai visto prima**
Sawyer Fred

RUBRICHE:

75 **Contributi brevi**
Un libro sull'Analemma
Gunella Alessandro
I bozzetti di Mario Tebenghi visibili a Brusasco (TO)
Mesturini Giorgio

78 **Rassegna riviste di gnomonica**

89 **Notizie gnomoniche**

92 **Pubblicazioni**

95 **Quiz**

In copertina: Ore temporali vere e ad angolo verticale, dall'articolo di Fabio Savian

In quarta di copertina: Un quadrante ibrido di Peaucellier dall'articolo di Fred Sawyer

Editoriale

Cari lettori, la nostra rivista è arrivata al 25° numero, un record per le riviste gnomoniche italiane!
Un articolo della Redazione tira le fila di questa avventura, presentando ai lettori e agli autori, i veri protagonisti, qualche considerazione sul contenuto della rivista (quantità e genere degli articoli, rubriche) e qualche cifra (scaricamenti on-line e acquisto di copie cartacee). L'elenco aggiornato dei contenuti di tutti i 25 numeri, in formato Excel, è disponibile tra i Bonus e consente una veloce ricerca di titoli e argomenti che possono essere di interesse.

Gli articoli di questo numero sono preceduti da un breve ricordo dei due amici che ci hanno lasciato: Mario Catamo ed Enrico Del Favero.

Ma vediamo in breve quali sono gli argomenti che vi attendono.

L'orologio orizzontale di Euporus ritrovato nel 1878 nel Circo di Aquileia è stato oggetto nel tempo di approfonditi studi e si è prestato a differenti interpretazioni da parte di numerosi studiosi: Paolo Albèri Auber torna a parlarci del monumento auspicando di essere di supporto ad una sua più completa e corretta interpretazione.

Riccardo Anselmi discute in dettaglio il tracciato e lo scopo di una delle cinque meridiane presenti in località Fornaci a Villafranca di Verona: all'esame la meridiana si rivela essere un quadrante da usarsi con la luce lunare e, unico al mondo, atto ad indicare le ore mancanti al tramonto della Luna.

I due articoli di Mario Arnaldi '*Sul nome delle ore*' e di Fabio Savian '*Era una notte buia e tempestosa*' avviano un ambizioso progetto, condiviso dai due autori, per l'approfondimento e la definizione degli orologi antichi e relativi sistemi orari, andando a coinvolgere a tutto campo l'uso di termini, più o meno precisi, diffuso nel nostro frasario gnomonico.
L'intento è quello di riappropriarsi di una terminologia corretta e possibilmente di costruire un vademecum per la gnomonica italiana, che possa ambire anche ad un riconoscimento internazionale. Questo tornerebbe utile in particolare a Sundial Atlas, ma più in generale all'intera comunità degli gnomonisti.

Allegati scaricabili nelle cartelle alla sezione "Bonus" del sito di Orologi Solari (www.orologisolari.eu)

1. *L'analemma*
   Il libro sull'analemma di Alessandro Gunella
2. *Le meridiane di Tebenghi*
   Immagini della esposizione, il filmato dell'intervista al figlio del maestro ed il percorso completo delle opere di Tebenghi.
3. *Indici Articoli e Bonus*
   La cartella contiene l'indice aggiornato degli articoli pubblicati e dei bonus allegati fino al numero attuale.
4. *Modello Articolo*
   La cartella contiene il modello Word aggiornato da utilizzarsi per preparare un articolo per la rivista.
5. *Orologi solari ibridi di Peaucellier*
   Traduzione in italiano della presentazione in Power Point esposta da Sawyer in occasione della recente conferenza on-line della BSS.

Giuseppe De Donà ci presenta la bella meridiana analemmatica realizzata nella nuova piazza al Follo di Valdobbiadene, città natale del matematico e gnomonista Don Giovanni Follador; spiega le scelte operate nel posizionare i marcatori di levata e tramonto del Sole e ne evidenzia le conseguenze in termini di precisione.

Un articolo di Fred Sawyer, ritenuto di particolare interesse e già pubblicato sul Vol. 28 di Compendium a Giugno 2021, viene proposto al nostro pubblico nella traduzione italiana. In esso l'autore indaga le varie strategie che permettono di progettare un quadrante orizzontale azimutale con le linee orarie e diurne rettilinee, o quasi. La presentazione (in Power Point) esposta da Sawyer alla recente conferenza on-line della BSS è allegata ai Bonus anch'essa tradotta in lingua italiana.

Alessandro Gunella ci presenta il suo libro sull'Analemma, che trovate in regalo tra i Bonus: una lunga raccolta dei suoi studi sulle svariate applicazioni dell'Analemma nella gnomonica, dove ci racconta di "varianti" e soluzioni di casi particolari, a volte ingegnose e sorprendenti, affrontate da diversi autori del passato in particolare fra la fine del 400 e la fine del 600.

Giorgio Mesturini ha raccolto per primo e condivide con noi l'invito del figlio di Mario Tebenghi, Danilo, a visitare l'esposizione dell'interessante e composito materiale, da lui selezionato e organizzato in una sorta di piccolo museo, dedicato alla lunga attività gnomonica del padre Mario.

Seguono le usuali rubriche. Buona lettura a tutti!

La Redazione

ABSTRACT

The horizontal sundial of Euporus - The "intended" latitude

Paolo Albèri Auber

A horizontal sundial, studied by many researchers, was found in the Circus of Aquileia. Some conclusions, completely wrong according to the author, were published and mislead even qualified personnel of the museum environments. The present technical criticism can hopefully be supportive of a correct interpretation of the monument.

The lunar sundial in Villafranca of Verona

Riccardo Anselmi

The layout and purpose of one of the five sundials in Villafranca of Verona (Sundial Atlas IT5596) is analyzed in detail. Upon examination, the sundial reveals to be a dial to be used with moonlight and that, unique in the world, indicates the hours missing to the sunset of the Moon.

About the name of hours For a more correct gnomonic lexicon - first part

Mario Arnaldi

Today many gnomonic terms are used, unconsciously or not, incorrectly. The habit of a certain phrase book has become so common – even among the gnomonists themselves – and sediments so tenaciously in the collective language that the reappropriation of a correct terminology could recall the epic clash of Don Quixote with the windmills. In this article the author proposes his meditations.

The amplitude Marker in analemmatic sundials

Giuseppe De Donà

The author describes the choice he made in positioning the Markers of sunrise and sunset in the analemmatic sundial made at Follo of Valdobbiadene. He recalls the authors who have already dealt with this subject and compares the differences in terms of direction and time resulting from the choice of a Solstice Marker compared to other possible solutions.

25 numbers of 'Orologi Solari'

Editorial board

A brief report is made about the content (quantity and type of articles, columns) and about the readers use (online downloads and purchase of paper copies) of the first 25 issues of the magazine 'Orologi Solari'.

It was a dark and stormy night The true temporal hours and vertical hours

Fabio Savian

The time system of temporal hours corresponds to a more complex definition than in the common interpretation, enclosing an original conception of division of the diurnal arc based on the vertical angle described by Ptolemy. The evolution in identical intervals, as understood today, is the result of a process influenced by astronomy that led to the construction of sundials with true temporal hours, although the vertical angle was used in gnomonics until the beginning of the modern era.

RÉSUMÉ

Le cadran horizontale d'Euporus - La latitude "voulue"

Paolo Albèri Auber

Dans le Cirque d'Aquileia on a trouvé un cadran solaire horizontal objet d'études approfondies de nombreux chercheurs. Certaines conclusions, tout à fait erronées selon l'auteur, ont été publiées et ont induit en erreur même le personnel qualifié des musées. La présente critique technique peut être, espérons-le, de soutien à une interprétation correcte du monument.

Le cadran solaire lunaire de Villafranca de Verona

Riccardo Anselmi

On analyse dans le détail le tracé et le but d'un des cinq cadran solaire qui se trovent à Villafranca de Verona (Sundial Atlas IT5596). A l'examen, il se révèle être un cadran à utiliser avec la lumiére lunaire et qui, unique au monde, indique les heures manquantes au coucher de la Lune.

Sur le nom des heures Pour un lexique gnomonique plus correct - première partie

Mario Arnaldi

Aujourd'hui, beaucoup de termes de la gnomonique sont utilisés, inconsciemment ou non, de manière incorrecte. L'habitude à un certain phrasé est devenu tellement commun – même parmi les gnomonistes eux-mêmes – qu'il s'est sédimenté de facon si tenace dans le langage collectif que la réappropriation d'une terminologie correcte pourrait rappeler l'affrontement épique de Don Quichotte avec les moulins à vent. Dans cet article, l'auteur propose ses méditations.

Le Marqueur d'amplitude dans les cadrans solaires analemmatiques

Giuseppe De Donà

L'auteur décrit le choix opéré pour positionner le Marqueur de levée et de coucher du Soleil dans le cadran analemmatique réalisé au Follo de Valdobbiadene. Il rappelle les auteurs qui se sont déjà occupés du sujet et compare les différences en termes de direction et de temps résultant du choix d'un Marqueur Solstitial par rapport à d'autres possibles.

25 numéros de 'Orologi Solari'

Comité éditorial

On fait brièvement le point sur le contenu (quantité et genre des articles, rubriques) et sur l'utilisation par les lecteurs (téléchargements en ligne et achat de copies papier) des 25 premiers numéros du magazine 'Orologi Solari'.

C'était une nuit sombre et orageuse Les heures temporelles vrais et les heures vertical

Fabio Savian

Le système horaire des heures temporelles correspond à une définition plus complexe que l'interprétation commune, renfermant une conception originelle de division de l'arc diurne basée sur l'angle vertical décrit par Ptolémée. L'évolution dans des intervalles diurnes identiques, comme on l'entend aujourd'hui, est le résultat d'un processus influencé par l'astronomie qui a conduit à la construction de cadrans solaires à heures temporelles vraies, bien que la gnomonique ait utilisé l'angle vertical jusqu'aux portes de l'ère moderne.

Peaucellier Hybrid Sundials:
gnomonic projects you've never seen before
Fred Sawyer
The author investigates the various strategies to design an azimuthal horizontal sundial with hour and diurnal rectilinear lines: it follows the approach by Charles-Nicolas Peaucellier in the 19th century, and then he expands the solution to sundials with "almost" straight lines.

Cadrans solaires hybrides de Peaucellier:
projets gnomoniques que vous n'avez jamais vu avant
Fred Sawyer
L'auteur étudie les différentes stratégies qui permettent de concevoir un cadran horizontal azimutal avec les lignes horaires et diurne rectiligne: il suit ainsi l'approche adoptée par Charles-Nicolas Peaucellier au XIX siècle, et puis en développe la solution aux cadrans avec des lignes "presque" rectilignes.

In ricordo di Enrico Del Favero (1935 – 2021)

"Non esiste notte tanto lunga che impedisca al Sole di risorgere"

Ci ha lasciato inaspettatamente l'11 luglio l'amico Enrico Del Favero. Lascia la moglie Carla, i due figli Giuseppe e Laura, e tre nipoti.

Tante le testimonianze di amicizia e stima che sono arrivate in lista e che ne ricordano il garbo, la cultura, la disponibilità e la lunga militanza nella storia recente della gnomonica italiana.

Professionalmente l'ing. De Favero si è occupato di tecnica ed economia delle fonti di energia, ma lunga e proficua è stata anche la sua attività come appassionato di gnomonica: ha progettato e realizzato alcune decine di quadranti solari anche di tipo innovativo; una figura di riferimento per i molti appassionati che lo hanno avvicinato.

Lo vediamo ritratto con la moglie Carla, sempre al suo fianco in tutti i Seminari di Gnomonica svolti nelle varie regioni italiane, in una foto scattata al XXI° Seminario tenuto a Valdobbiadene nel 2017.

Nel 1999 ha dato alla stampa per l'Editore De Vecchi il libro *"MERIDIANE tecniche di lettura, progettazione, costruzione"*, una interessante e chiara pubblicazione per chi si avvicina alla gnomonica, ma dove anche "l'esperto" può trovare utili suggerimenti e confronti.

Figura storica degli gnomonisti milanesi è stato – dopo Francesco Azzarita – dal 2002 al 2009 un importante riferimento come Responsabile nazionale della Sezione Quadranti Solari dell'U.A.I.

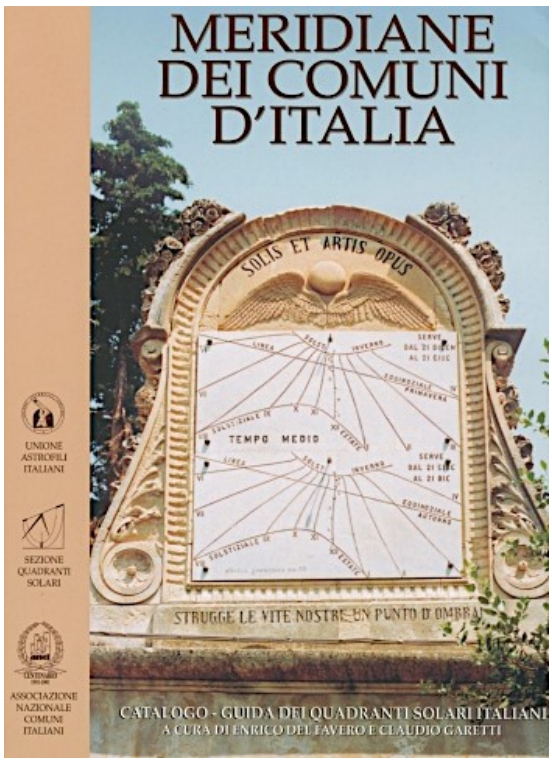
Già dal 1999 rivestiva il ruolo di segretario generale della Sezione in collaborazione con lo stesso Azzarita.

XIV° Seminario di Gnomonica – 2009 – San Felice Circeo (LT)

Enrico Del Favero, a destra, passa il testimone come Responsabile della Sezione Quadranti Solari dell' U.A.I a Giuseppe De Donà. Al centro Francesco Azzarita, fondatore, nel 1979, della stessa Sezione e suo Responsabile fino al 2002.

Grazie alla collaborazione di molti appassionati, con il coordinamento della Sezione Quadranti Solari dell'Unione Astrofili Italiani, e di coloro che si sono assunti il compito della supervisione di una o più province e/o regioni, a partire dal 1995 è partito il progetto di Censimento Nazionale dei Quadranti Solari Italiani.

Enrico, con l'ing. Claudio Garetti, si è occupato del coordinamento della raccolta ed elaborazione dati del censimento informatizzato e ha curato un primo poderoso catalogo-guida sulle "MERIDIANE DEI COMUNI D'ITALIA", con il patrocinio appunto della Sezione Quadranti Solari dell'Unione Astrofili Italiani e dell'ANCI, Associazione Nazionale dei Comuni d'Italia, pubblicato nel 2000.



A partire dall'anno 1999, la Sezione Quadranti Solari aveva lanciato anche diversi progetti gnomonici settoriali, gruppi di lavoro dedicati a specifici temi di carattere gnomonico, coordinati da un Responsabile eletto: Enrico è stato per anni Responsabile della redazione di "Novae", il notiziario elettronico con finalità divulgative sulle attività, iniziative e notizie di interesse per il mondo della gnomonica.

Con lui se ne va un altro autorevole punto di riferimento del nostro Gruppo.

La Redazione

In ricordo di Mario Catamo (1929 – 2021)

Mario, l'amico che ha condiviso per lungo tempo con noi la nostra passione, è venuto a mancare il 4 maggio 2021.

La figlia Rosalba mi ha scritto:

"Mario nacque a Nociglia, in Salento, nel 1929. Suo padre era un operaio delle Ferrovie del Sud Est.

La famiglia era numerosa e Mario, il maggiore dei figli maschi, mostrò subito qualità di alunno eccellente. Si iscrisse al liceo classico continuando le scuole con ottimo profitto, nonostante infuriasse la guerra.

Curioso della vita politica e di ciò che accadeva nel mondo intorno a lui, si iscrisse e militò nel partito comunista e appena finì la guerra partecipò a un progetto internazionale della gioventù comunista, impegnata nella costruzione della ferrovia Shamaz-Sarajevo. Fu uno dei periodi – racconta Rosalba – più esaltanti della sua giovinezza, un vissuto intenso, una pagina di storia personale intrecciata con quella collettiva, in cui si completò la sua coscienza politica e sociale.

Nel 1947 questa esperienza finì a causa delle divergenze tra i partiti comunisti europei e Mario rientrò in Italia, dove proseguì brillantemente gli studi interrotti. Dopo la maturità classica si iscrisse alla facoltà di Chimica, ma per ragioni familiari dovette lasciare questa disciplina (che restò sempre un amore della sua vita) per iscriversi alla facoltà di Giurisprudenza a Palermo. Dopo aver conseguito la laurea vinse un concorso per entrare alla Rai e si trasferì a Torino nel 1956.

Nel 1960 ebbe l'opportunità di trasferirsi a Roma avviando una prestigiosa carriera amministrativa all'interno della Rai. Questa posizione non gli impedì di coltivare anche altre passioni, mosso da un entusiasmo scientifico che da sempre lo caratterizzava: si interessò di geologia, archeologia, chimica, matematica, astronomia, e infine – negli anni intellettualmente proficui della pensione – di Gnomonica assieme a Cesare Lucarini, con cui portò a termine diversi progetti storico-artistici rilevanti nel territorio romano e laziale, fino a quando i primi segnali della sua malattia degenerativa non gli tolsero le forze cognitive."

Con Mario ho passato venti anni entusiasmanti. Lo conobbi nell'ottobre del 1997, al seminario di Porto San Giorgio, quando io neofita alle prime esperienze gnomoniche fui amichevolmente *costretto* dall'Ammiraglio Fantoni a presentare in sua vece una relazione riguardante la mia prima meridiana realizzata sotto la sua autorevole guida. Una meridiana verticale *estrema*, come diceva l'ammiraglio, a declinazione azimutale 107° Est con lo gnomone che punta in alto invece che in basso e con le ore in senso orario, apparentemente anomala rispetto alle normali meridiane verticali.

Dopo aver letto la relazione chiesi a Mario, che avevo appena conosciuto, quale fosse in fondo l'effettiva novità della relazione del Fantoni. Lui mi sorrise affettuosamente, come era suo solito fare, e mi disse che io avevo appena presentato *un contributo dell'Ammiraglio Fantoni*, come per dire che bastava questo per avere la dovuta considerazione dell'assemblea. La sua risposta mi fece sentire il *rispetto dell'autorevolezza* che aleggiava nel seminario nei confronti del *maestro della gnomonica italiana*, del quale io mi ritrovavo privilegiato a ricevere in sua vece. Fui anche colpito dalla serietà professionale degli appassionati di gnomonica, ammirandone quell'entusiasmo che li vivacizza nonostante il passare del tempo.

Da allora con Mario ho condiviso ininterrottamente per più di vent'anni il piacere dello studio della gnomonica, realizzando con lui originali meridiane, iniziative culturali, brevetti e restauri.

Ricordo il nostro primo lavoro insieme: era una scuola media e l'unica facciata disponibile per realizzare una meridiana era quella di entrata, illuminata dal sole per meno di un paio di ore, per fortuna proprio nel momento dell'inizio delle lezioni. Costruimmo una *meridiana-campanella* che segnava con precisione soltanto le 8:15 del mattino, l'ora dell'entrata a scuola degli studenti: questo fu il nostro personalissimo *segnale orario* solare. Per questo scopo fu necessario realizzare due lemniscate delle 8:15, una per quando è in vigore l'ora solare, l'altra per quella legale.

A Mario attraeva la chimica, *un amore della sua vita che non lo ha mai abbandonato*, come ci ha scritto Rosalba, una materia che ha rafforzato la nostra empatia. Veniva spesso – e sempre volentieri – a trovarmi all'Università, specialmente durante le ore di laboratorio didattico di chimica analitica qualitativa, dove dimostrava di sapere anche di più degli stessi studenti, ricordando alcune tecniche analitiche apprese al liceo o nei sui primi studi universitari.

Mi ricordo del suo entusiasmo, della sua felicità nel volto quando lavoravamo a costruire la meridiana nell'Istituto di Chimica Farmaceutica. Per mancanza di un potente compressore ad aria, dovemmo ricorrere ad una bombola di azoto ad alta pressione per poter incidere con il carborundum la vetrata dell'istituto: scherzosamente ci piaceva dire agli amici che quella era *una meridiana all'azoto*. La meridiana è dotata di un originale *gnomone ottico trifocale* di nostra invenzione per poter leggere il mezzogiorno TMEC con grande precisione.

Tra le molte esperienze comuni nel campo della gnomonica qui menzionerò solo le principali:

- lo studio e il restauro della più bella meridiana al mondo, quella di Santa Maria degli Angeli a Roma
- il piacevole restauro della meridiana della piazzetta di Capri
- la difficile e laboriosa ricostruzione della meridiana a camera oscura nella chiesa di San Lorenzo di Formello
- l'invenzione degli orologi solari a diffrazione, realizzati con l'università *La Sapienza*.

Non ci ha unito solamente la gnomonica e la chimica. Come me, Mario era un grande appassionato di marmi antichi, ma lui era molto più competente di me e mi insegnò molto in questo campo, con la generosità intellettuale che sempre lo distingueva: un raro signore di altruismo.

Quante ore piacevoli abbiamo passato al fresco delle chiese romane in estate a riconoscere e classificare i marmi antichi!

Ricordo con piacere un particolare: la gara che facevamo ogni tanto per gioco, come dei bambini, nelle chiese a cercare un marmo raro, la *fruticolosa* – un tripudio di colori i cui conglomerati ricordano i frutti canditi – la cui provenienza era allora ignota (oggi è accertato essere francese). Mario la trovò per primo nel museo capitolino, nel basamento di una statua romana.

Questo era Mario: quando si prendeva un impegno anche se effimero cercava sempre di portarlo a buon fine e con successo. Tra i suoi tanti meriti, questo è il valore che più mi rimane impresso nel cuore e che manterrò in vita con ardore.

Esprimiamo le condoglianze e i nostri sentimenti di vicinanza e di solidarietà alla famiglia.

Addio Mario.

Cesare Lucarini

Mario Catamo, a destra per chi guarda, accanto a Cesare Lucarini

L'orologio orizzontale di Euporus La latitudine "intended"

Nel Circo di Aquileia venne ritrovata (nel 1878) una meridiana orizzontale, tracciata su un "Plinthium sive Lacunar", oggetto di successivi approfonditi studi da parte di numerosi studiosi. Alcune conclusioni, del tutto errate secondo l'autore, vennero pubblicate e trassero in inganno anche personale qualificato degli ambienti museali. La presente critica tecnica può essere auspicabilmente di supporto ad una corretta interpretazione del monumento.

di Paolo Albéri Auber (info@ingauber-meridiane.it)

Premessa

Lo gnomonista che fa ricerca preferisce di gran lunga ottenere risultati originali, si tratti di cose importanti o, sia pure, marginali: ciò non è difficile in quanto la materia è molto complessa e lo spazio per approfondimenti lo si trova senza difficoltà... anzi... non occorre andarlo a cercare... le occasioni si presentano... da sole.

Sicchè, essendo il campo della ricerca gnomonica così vasto, è del tutto normale che si eviti di criticare gli studi di altri e ciò per due buoni motivi:

1. criticando pubblicamente un altro studioso si finisce per farsi un nemico, il che non è piacevole;
2. esiste sempre la possibilità che lo gnomonista stesso possa commettere qualche errore lui stesso, sicchè si preferisce evitare di mettere in evidenza gli errori di altri... una specie di polizza pagata volentieri onde evitare di essere criticati in (futuri) casi simili.

In modo analogo la faccenda è anche altrettanto evidente nel contesto delle *decorazioni para-gnomoniche* [1] come tendo a chiamarle normalmente io... senonchè una *decorazione para-gnomonica*, almeno in linea teorica, si farebbe presto a cancellarla da una parete... anche se ciò non avviene quasi mai...

Nel caso di un articolo invece, la rivista che lo ha pubblicato ha circolato per mezzo mondo e, anche volendolo fare, è praticamente impossibile rimediare a possibili errori.

Le deduzioni proposte nei due articoli che qui vengono analizzati, non ipotesi più o meno attendibili ma presentate come verità, hanno provocato negli ultimi 3 decenni il diffondersi di convincimenti che sono da rifiutare.

In uno di questi studi si pretenderebbe, peraltro, di "*istituire un particolare nesso tra archeologia ed astronomia*": un nesso che va certamente ricercato, laddove ciò è possibile, ma senza che si cada negli errori e/o forzature che qui, al contrario, sono evidenti e che verranno da noi segnalati.

Essendo coinvolto in questa ricerca, ritengo doveroso, malgrado le perplessità qui sopra citate, fare presente quindi un percorso correttivo su un foglio tecnico come Orologi Solari. Ho evitato peraltro di segnalare esplicitamente gli studiosi qui coinvolti che ho chiamato Autore1 e Autore2.

Il Plintio-Lacunare del Circo di Aquileia (2° sec DC)

Aquileia era una importantissima città romana dell'Italia nord-orientale: nel Circo è stata scavata una meridiana orizzontale, tracciata su un "Plinthium sive Lacunar". Il rinvenimento dell'interessante monumento ora conservato al Museo Archeologico Nazionale di Aquileia (vedi Fig. 1) ebbe luogo nel 1878: vedasi [GREGORUTTI 1879]

[1] Questa espressione, a mio avviso, va riservata non alle meridiane con qualche errore di calcolo (...*errare humanum*...) bensì a quelle costruite con la consapevolezza di non saper calcolare un Orologio Solare ricopiando invece (è una prassi tipica) un orologio su parete di diverso orientamento.

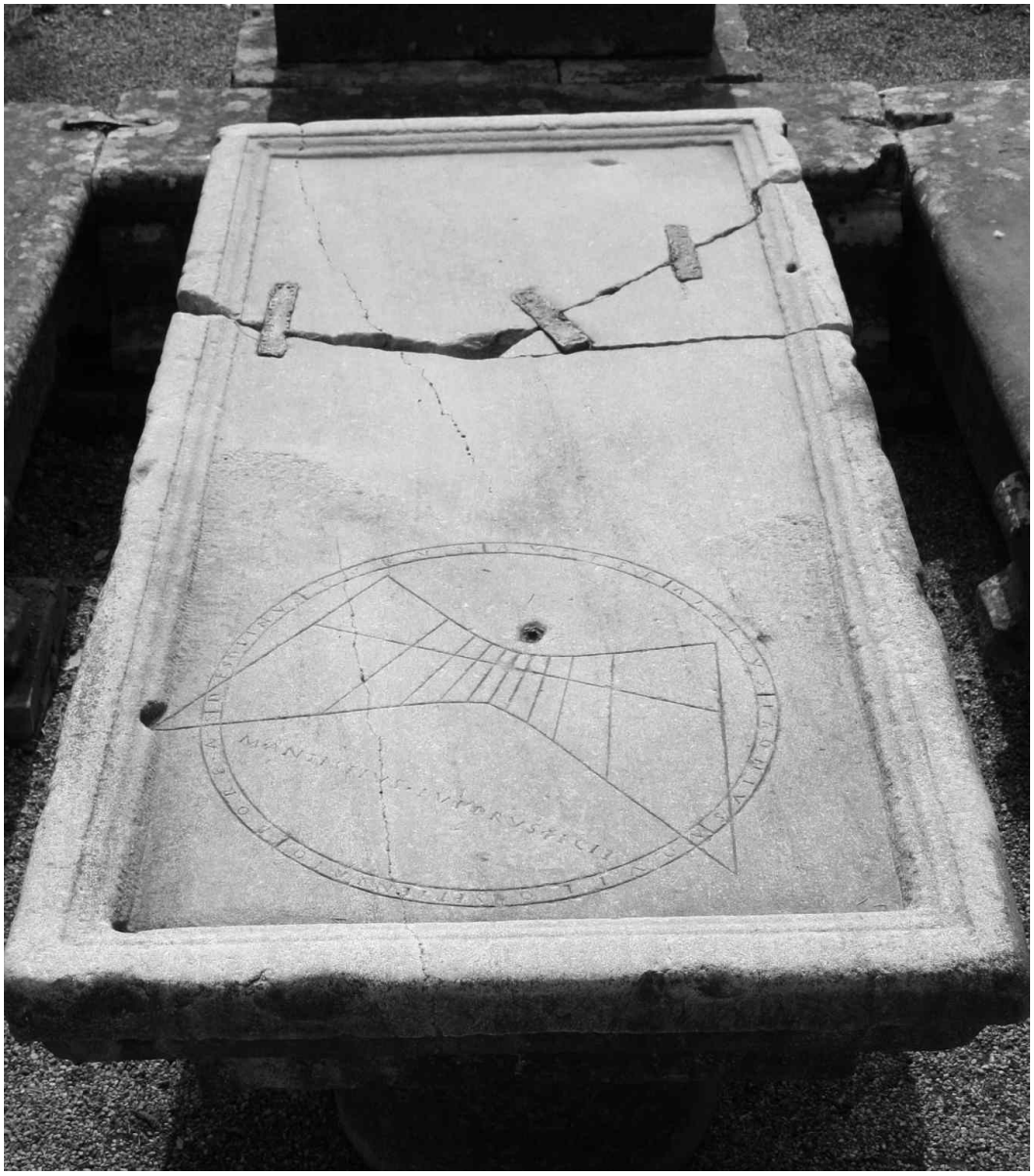


Figura 1 – Il Plintio-Lacunare di Euporus con Orologio Solare orizzontale , qui fotografato quando era all'aperto, viene conservato ora in locale protetto al Museo Archeologico Nazionale di Aquileia.

[GREGORUTTI 1879-80]. Il monumento venne poi studiato in diverse occasioni: vedasi [KENNER 1880], [LEGNAZZI 1887], [GRABLOWITZ 1887] ,[MAIONICA 1893 BUORA 2000]. Queste testimonianze sono tutte preziose[2], specie quella di Grablovitz che era un tecnico affidabilissimo, tutte pubblicate in ambito storico-archeologico. Il sito del ritrovamento (la fossa residuale) doveva essere necessariamente riconoscibile, almeno fino al 1893 dopo 15 anni dal ritrovamento, se il Majonica fa intervenire il pubblico topografo ing. Guido Levi per certificarlo.

In epoca moderna il monumento venne studiato, sempre in ambito archeologico, in due occasioni ma con un intento di approccio tecnico-gnomonico-astronomico: vedasi la nota pubblicazione *Aquileia Nostra* ([AUTORE1 1991] e [AUTORE2 1993]). Questi due studi sono oggetto di analisi in questo contributo; una analisi strettamente necessaria in quanto in essi sono presenti grossolani errori-discrasie. E' legittimo ritenere, per vari motivi, che ambedue questi studi fossero incoraggiati dalla dott. Bertacchi, già direttrice del museo. Chi scrive si è occupato in diverse occasioni del Plintio-Lacunare, un Orologio Solare orizzontale, ritrovato nel Circo di Aquileia (2° sec. dC). Vedasi: [AUBER 2000] [ALBERI AUBER 2005] [ALBERI AUBER 2005 AT] [ALBERI AUBER 2006] [ALBERI AUBER 2016] [ALBERI AUBER RIDOLFO 2017] [ALBERI AUBER 2017] [ALBERI AUBER 2020] [3] [4].

[2] A parte le gaffes gnomoniche di Kenner

[3] Si è trattato di una ricerca lunga e complessa. Essa si può riassumere brevemente nelle seguenti fasi: (1) il calcolo (ricalcolo) della latitudine "intended" e altro [AUBER 2000] (2) il riconoscimento della tipologia vitruviana "Plintio-Lacunare" e altro [ALBERI AUBER 2005] (3)

Il ruolo della dott. Luisa Bertacchi

Nel 1991, l'anno in cui uscì il primo dei due articoli sul Plintio-Lacunare del Circo di Aquileia qui sotto esame, la dott. Bertacchi era già in pensione[5] ma era sempre attiva[6]. Nel 2003 la incontrai e in quella occasione, lo debbo ammettere, ero a conoscenza dei due articoli citati ma avevo consapevolmente evitato di citare i gravi errori di tecnica gnomonica-astronomica presenti nei due articoli. Infatti ero convinto che la lettura del mio studio avrebbe semplicemente portato chi si fosse formato delle convinzioni sulla base di questi articoli a ravvedersi.

Il suo ruolo in questa vicenda è centrale: ciò nonostante sulla dott. Bertacchi pesa solo la responsabilità di aver riposto la sua fiducia nei due studiosi citati ritenendoli due tecnici affidabili e all'altezza dei problemi che il Plintio-Lacunare presenta. In [BERTACCHI 2003] viene espressamente affermato[7]: "*...un recente studio fatto dall'ing. ... ha dimostrato la validità della meridiana per la fascia Pesaro-Ancona e San Gemignano di Lucca : pertanto questa meridiana deve essere stata portata da fuori e dev'essere stata collocata disangolata con la centuriazione*".

Questa affermazione, basata sui due contributi che sono oggetto della presente analisi, è inattendibile, come qui si dimostrerà: essa ha portato per 18 anni la coscienza di archeologi, studiosi, funzionari a crederci con conseguenze anche sulla scheda divulgativa del monumento al Museo[8].

Lo studio su Aquileia Nostra del 1991.

Nel 1991 comparve l'articolo di Autore1 [AUTORE1 1991]. Segnalo qui la sua conclusione: "*...nel nostro caso ritroviamo la latitudine di Aquileia 45° 46' e questo conferma che l'orologio è stato calcolato proprio per questa città*".

Questa conclusione è del tutto errata. Una semplice formula trigonometrica che fa aggio sul rapporto fra i due segmenti stagionali estremi sulla linea meridiana dell'OS fornisce un dato molto diverso: partendo dal segmento estivo misurato da chi scrive (vedasi [ALBERI AUBER 2005]) 30 mm e dal segmento invernale 74 mm, con l'eclittica dell'epoca 23° 42' si ottiene la latitudine[9] *intended* 43° 56', mentre con il valore di eclittica comunemente usato in antico, 24°, il risultato ottenuto è 43° 32' [10]: due valori molto diversi da quello indicato dall'autore (45° 46', la latitudine di Aquileia).

Ho sempre attribuito a questa discrasia un motivo che mi sembrava ovvio: siccome la formula qui sotto indicata (vedi nota [9]) è pubblicata in [GRABLOVITZ 1887] e Autore1 cita questo studio in bibliografia, non ho mai avuto dubbi in merito e, senza leggere con attenzione l'articolo, mi ero convinto che l'autore fosse stato ingannato nelle misure dalla presenza del vetro di protezione che ricopriva, all'epoca, tutto il Plintio-Lacunare, circostanza di cui egli esplicitamente si lamenta citando appunto il *vetro di protezione*.

---

l'analisi delle scritte anemoscopiche [ALBERI AUBER 2006] (4) La percezione dello scavo (e relative misure) per ricavare la pendenza (raccolta di liquidi) e relative conseguenze gnomoniche - oltre a sintomi di ambiente mitraico [ALBERI AUBER 2016] (5) Il Mitraismo nella gnomonica in area alto-adriatica [ALBERI AUBER 2017] (6) Approfondimento sul Mitraismo in area alto-adriatica (Mithras and the others-Soc.It.Archeoastronomia Roma 2017) [ALBERI AUBER 2020] (7) In [ALBERI AUBER RIDOLFO 2018] il Mitraismo forse presente in un frammento di Orologio Solare ritrovato a Concordia Sagittaria (UD).

[4] A titolo di novità viene qui proposta, sulla base di indizi seri e concordanti, l'ipotesi di un laboratorio di gnomonica, in antico, ad Ancona; vedi dettaglio nel seguito.

[5] La dott. Luisa Bertacchi (Formia 1924, Aquileia 2011) laureata in lettere e specializzata in archeologia, è stata alla guida della musealità aquileiese per 30 anni, dal 1959 al 1989. I suoi contributi allo sviluppo dell'archeologia aquileiese sono numerosi e importanti. Vedasi su internet il suo contributo personale "*Trent'anni di attività ad Aquileia*" (sito web www.openstarts.units.it). Viene ricordata come uno dei più importanti direttori del Museo Archeologico Nazionale di Aquileia.

[6] Ancora nel novembre 2003 chi scrive ebbe modo di incontrare la dott. Bertacchi; in quella occasione si interessò alla mia ricerca e mi fornì anche delle notizie (interessanti) sui movimenti dell'oggetto nel Museo negli anni. Mi sono intrattenuto con lei, nel 2003, in una breve corrispondenza e posseggo quindi un suo manoscritto; all'epoca era *Conservatore onorario del Museo*.

[7] Certamente, nel novembre 2003, io feci avere alla dott. Bertacchi il mio Articolo [AUBER 2000], ma questo sembra non averla fatta retrocedere dalla sua posizione. Peraltro è possibile che [BERTACCHI 2003] fosse già stampato all'epoca.

[8] Ora dismessa e in fase di ri-compilazione da parte della validissima direttrice del Museo dott. Marta Novello.

[9] Nominando ρ = segm.estivo/segm.invernale = es/ew , ε_o l'angolo d'eclittica, la formula è la seguente: $\tan(\varphi) = (1-\rho)/(1+\rho) * 1/\tan(\varepsilon_o)$

[10] In perfetto accordo con il risultato di Grablovitz in [GRABLOVITZ 1887] citato da Autore1 medesimo come fonte.

Se le cose stavano così Autore1[11] non ne aveva colpa, eventualmente solo marginale. Veniamo ora al dunque.

La Latitudine *intended*

Per calcolare la latitudine *intended* a partire dai due segmenti solstiziali si procede normalmente con la formula indicata in nota [9] ma il medesimo risultato si può ottenere per via geometrica con il metodo dei *cerchi capaci*.

Partendo dai segmenti solstiziali 30 mm (estivo) e 74 (invernale) e dall'angolo di eclittica 24° si ottiene graficamente il risultato (che conosciamo già): 43,54° (43° 32') (vedi Fig. 2).

Autore1 presuppone, erroneamente, che in antico si facesse uso di stilo polare come si fa correntemente oggidì e, a partire dalla posizione della traccia dello scavo (da lui chiamata "base dello stilo") dove era inserito l'apparato gnomonico e anemoscopico, ne misura la distanza dai *punti meridiani solstiziali* : "*approssimativamente 5 e 10 cm*", dei valori che, comunque sia, sono dettati dalla natura e non dal progettista, per cui l'esigenza di approssimare questi valori con le misure in vigore all'epoca (*2 e 6 uncie*, rispettivamente 49,2 mm e 147,6 mm) risulta incomprensibile.

La somma dei valori da me misurati (74+30=104) è abbastanza congruente con il secondo valore di Autore1 (100).

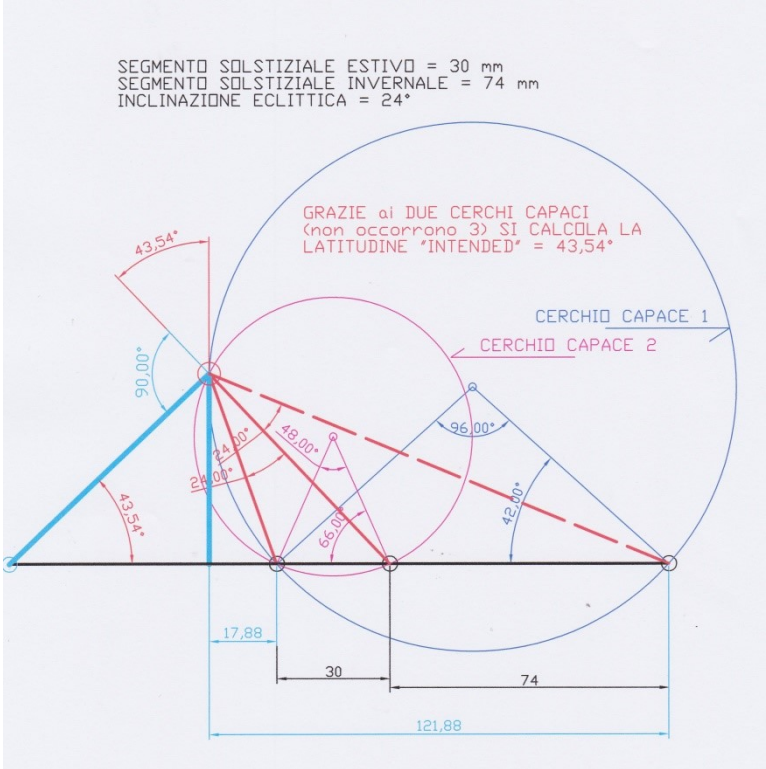


Figura 2 – Partendo semplicemente dai due segmenti solstiziali 30, 74 e dal valore di eclittica usato comunemente in antico, pari a 24° si tracciano due cerchi capaci e si ottiene la latitudine "intended" 43,54° ma anche la posizione del punto proiettante.

Il calcolo sulla base dei valori rilevati dall'autore è ben possibile: il primo cerchio capace sarà quello con l'angolo al centro pari a 96° mentre il secondo avrà un angolo al centro pari a 132°. Completare il calcolo è facile se si considera che la distanza di *2 uncie* dev'essere sottesa dalla periferia del cerchio con un angolo che si ottiene togliendo l'eclittica (24°) dall'angolo retto : 90 - 24 = 66°.

La latitudine che si ottiene è pari a 48,32° (vedasi Fig. 3): un risultato ben diverso dalla latitudine di Aquileia – dovevamo aspettarcelo in quanto l'impronta dello scavo, valutata da Autore1 come base dello stilo polare, è bensì la sede di un apparato ma non certamente quello polare (Fig. 4).

L'apparato gnomonico è stato riprodotto dal disegnatore Del Neri per conto dello studioso Legnazzi (vedasi [LEGNAZZI 1887]) studioso che Autore1 stesso, tra l'altro, cita come fonte!

Quindi, come ben si vede dal disegno (vedasi Fig. 4), l'impronta lasciata sul Plintio-Lacunare NON è la base di uno stilo polare bensì quella di un'asta gnomonica-anemoscopica per cui è il punto *g* all'estremità di uno gnomone a *L* rovesciata che svolge il ruolo di punto proiettante.

Lo stilo polare era del tutto sconosciuto nella gnomonica antica: il ruolo di *indicatore* dell'ora (o della stagione) era l'ombra dell'estremità di un'asta e quindi un punto, qui il punto *g*. Una prassi simile, quella dell'ortostilo, è impiegata tuttora nella gnomonica moderna da secoli a questa parte.

[11] Il contributo, come co-autore, di Autore1 sul tema delle direzioni dei venti nel mondo antico è, al contrario, molto interessante. Vedasi: Osservatorio Astronomico di Milano-Merate – Rendiconti dell'Istituto Lombardo – Accademia di Scienze e Lettere – Classe di Scienze Vol. 104 – 1970

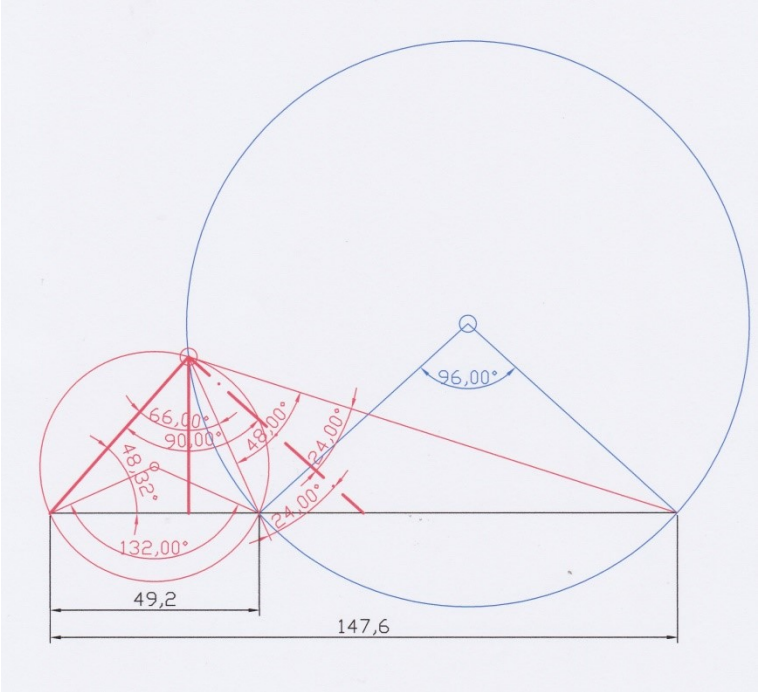


Figura 3 – Il calcolo con cerchi capaci della latitudine *intended* a partire dai dati raccolti da Autore1 il quale ritiene (erroneamente) che la traccia di scavo appartenga alla base di uno stilo polare. Il valore ottenuto è di 48,32° un risultato ben diverso da quello indicato.

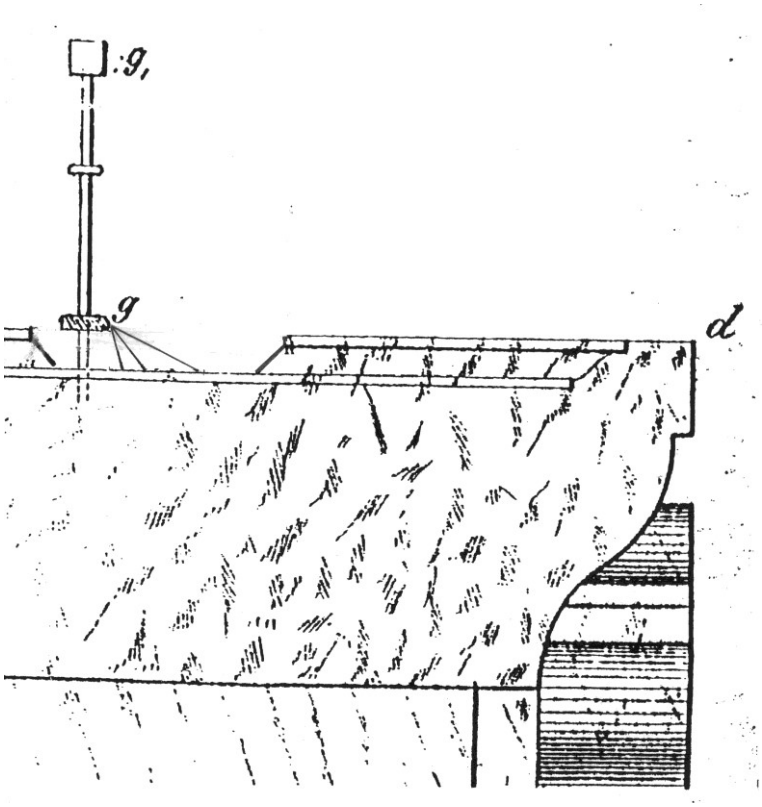


Figura 4 – L'apparato gnomonico-anemoscopico come riportato nello studio del 1887 (Legnazzi); l'impronta lasciata sul Plintio-Lacunare NON è la base di uno stilo polare. Il punto "g" all'estremità di uno gnomone a L rovesciata è il punto proiettante.

Fin qui l'approccio di Autore1 è semplicemente soggetto a questo equivoco riguardo la sede dell'apparato gnomonico-anemoscopico: ora però subentra, nella sua spiegazione, un fattore del tutto incomprensibile.

La figura 2 del suo elaborato dovrebbe dimostrare che la latitudine *intended* è quella di Aquileia, calcolata con tre cerchi capaci, ma il disegno è sicuramente soggetto a un manifesto errore: l'angolo formato dallo stilo polare dovrebbe formare con il raggio equinoziale un angolo di 90° come ogni gnomonista sa bene, mentre nel suo elaborato l'angolo è di molto inferiore (vedasi Fig. 5).

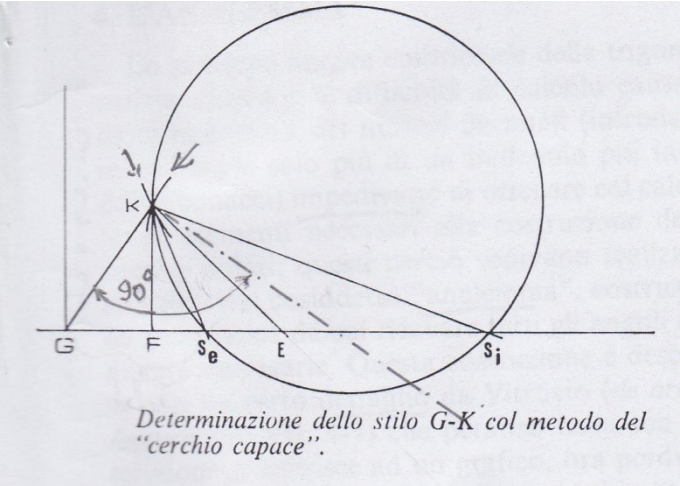


Figura 5 – Nell'elaborato di Autore1 lo stilo polare e il raggio equinoziale definiscono un angolo ben diverso dall'angolo retto, come dovrebbe essere.

Anche le tracce, da me segnalate con due frecce, di due (dei 3) cerchi capaci sono incompatibili con un disegno fatto a partire dai segmenti da lui indicati come fatto da me in Fig. 3: se si immagina di sezionare, in Fig. 3, il cerchio capace relativo alla distanza del punto estivo dalla base dello... stilo polare... la traccia che si otterrebbe avrebbe un orientamento ben diverso dalle due tracce indicate nel disegno di Fig. 5.

E' quanto basta per legittimare il sospetto che i due cerchi capaci, le cui sezioni compaiono in figura, debbano appartenere ai segmenti solstiziali *es* , *ew* ottenuti grazie a un calcolo *a partire dalla latitudine* anziché ottenuti come risultato finale di un percorso che in realtà non viene svolto.

Peraltro i problemi, in questo studio, non finiscono qui.

L'analemma

Pur trattandosi di argomento non specifico del Plintio-Lacunare, ma di interesse generale, viene qui trattato il tema dell'Analemma, il noto strumento geometrico (sofisticatissimo), descritto da Vitruvio e da Tolomeo, tramite il quale si può calcolare altezza e azimut del Sole a partire dai tre noti parametri della gnomonica: latitudine, declinazione e angolo orario.

Qui lo strumento usato in gnomonica per il calcolo di orologi solari viene definito *embrionale* e, giustamente, l'autore lamenta che Vitruvio non completi del tutto la procedura, ma, senza approfondire gli ulteriori enormi sviluppi del tema, anche medievali e rinascimentali, azzarda in fig. 4 un calcolo di altezza Sole "*all'hora quarta (oppure all'ottava) al solstizio d'inverno*" (vedere Fig. 6).

La proposta geometrica qui indicata è del tutto inaccettabile, come facilmente si può verificare in Fig. 7.

Il risultato di altezza Sole all'*hora quarta* del solstizio d'inverno alla latitudine di 46° sarebbe, con la procedura proposta da Autore1, pari a 14,84° mentre la procedura corretta dell'Analemma presenta un risultato molto diverso, pari a 17,49°.

Il calcolo fatto con la trigonometria sferica moderna conferma il risultato dell'Analemma purché... applicato in modo corretto (vedere Fig. 8).

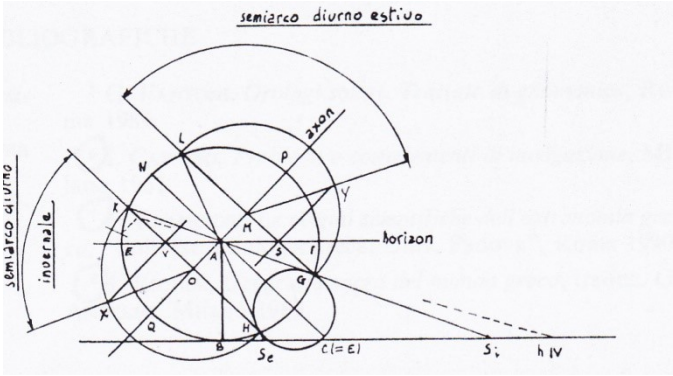


Figura 6 – La proposta di Autore1 per il calcolo di altezza Sole alla latitudine di Aquileia, all'hora quarta del solstizio invernale. Una proposta del tutto scorretta la cui origine non è chiara.

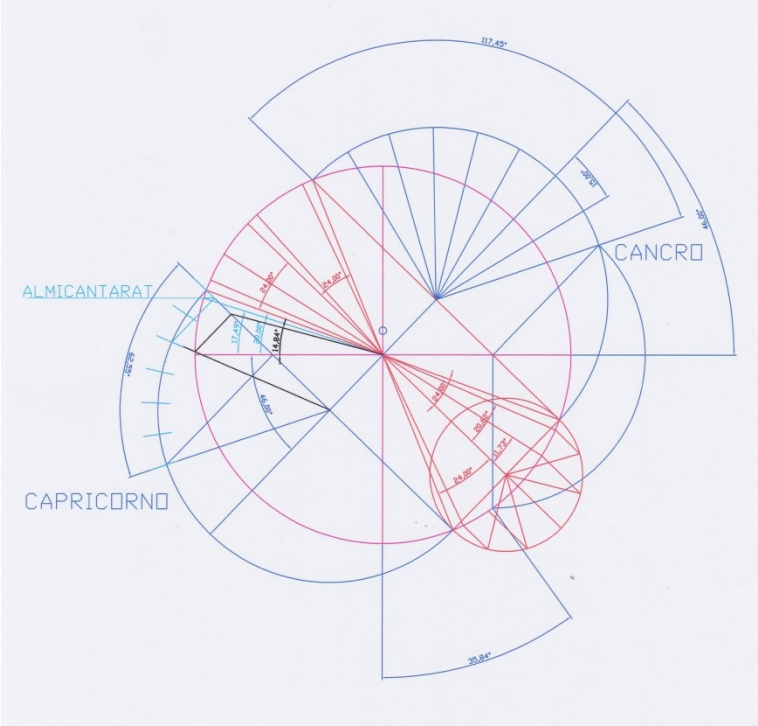
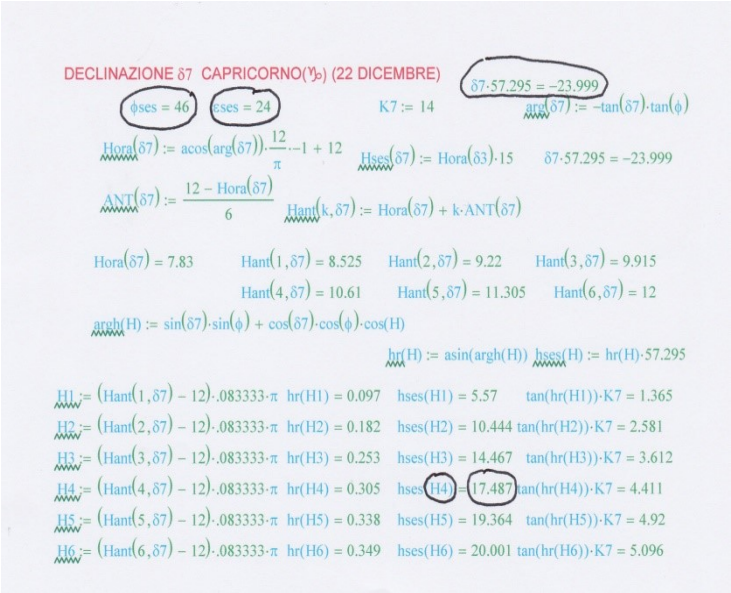


Figura 7 – Il risultato di altezza Sole all'hora quarta del solstizio d'inverno sarebbe qui, con la procedura errata (colore nero), 14,84° mentre la procedura corretta dell'Analemma (colore azzurro) presenta un risultato pari a 17,49°.



DECLINAZIONE δ7 CAPRICORNO(♑) (22 DICEMBRE)

$\phi ses = 46$ $\varepsilon ses = 24$ $K7 := 14$ $\delta 7 \cdot 57.295 = -23.999$

$arg(\delta 7) := -\tan(\delta 7)\cdot\tan(\phi)$

$Hora(\delta 7) := acos(arg(\delta 7))\cdot\frac{12}{\pi}\cdot -1 + 12$ $Hses(\delta 7) := Hora(\delta 3)\cdot 15$ $\delta 7 \cdot 57.295 = -23.999$

$ANT(\delta 7) := \frac{12 - Hora(\delta 7)}{6}$ $Hant(k, \delta 7) := Hora(\delta 7) + k\cdot ANT(\delta 7)$

$Hora(\delta 7) = 7.83$ $Hant(1, \delta 7) = 8.525$ $Hant(2, \delta 7) = 9.22$ $Hant(3, \delta 7) = 9.915$

$Hant(4, \delta 7) = 10.61$ $Hant(5, \delta 7) = 11.305$ $Hant(6, \delta 7) = 12$

$argh(H) := \sin(\delta 7)\cdot\sin(\phi) + \cos(\delta 7)\cdot\cos(\phi)\cdot\cos(H)$

$hr(H) := asin(argh(H))$ $hses(H) := hr(H)\cdot 57.295$

$H1 := (Hant(1, \delta 7) - 12)\cdot .083333\cdot\pi$ $hr(H1) = 0.097$ $hses(H1) = 5.57$ $\tan(hr(H1))\cdot K7 = 1.365$

$H2 := (Hant(2, \delta 7) - 12)\cdot .083333\cdot\pi$ $hr(H2) = 0.182$ $hses(H2) = 10.444$ $\tan(hr(H2))\cdot K7 = 2.581$

$H3 := (Hant(3, \delta 7) - 12)\cdot .083333\cdot\pi$ $hr(H3) = 0.253$ $hses(H3) = 14.467$ $\tan(hr(H3))\cdot K7 = 3.612$

$H4 := (Hant(4, \delta 7) - 12)\cdot .083333\cdot\pi$ $hr(H4) = 0.305$ $hses(H4) = 17.487$ $\tan(hr(H4))\cdot K7 = 4.411$

$H5 := (Hant(5, \delta 7) - 12)\cdot .083333\cdot\pi$ $hr(H5) = 0.338$ $hses(H5) = 19.364$ $\tan(hr(H5))\cdot K7 = 4.92$

$H6 := (Hant(6, \delta 7) - 12)\cdot .083333\cdot\pi$ $hr(H6) = 0.349$ $hses(H6) = 20.001$ $\tan(hr(H6))\cdot K7 = 5.096$

Figura 8 – Il calcolo analitico con la trigonometria sferica propone un risultato esattamente identico a quello, geometrico, dell'Analemma di Vitruvio (1°sec aC) - Tolomeo (2° sec. dC)

Lo studio su Aquileia Nostra del 1993

In calce all'articolo citato la dott. Luisa Bertacchi viene ringraziata, così da far supporre che ella avesse incoraggiato l'autore nel suo studio.

Probabilmente qualche esperto lesse l'articolo constatando le carenze tecniche insite nel testo e ne fece presente la gravità alla dott. Bertacchi che presumibilmente intese rimediare. Autore2[12] , abile realizzatore/calcolatore di Orologi Solari, venne così pregato di rimediare alle carenze del precedente articolo sull'Orologio Solare di Euporus.

Purtroppo l'approccio del nuovo studioso era carente sul tema della variabilità dell'angolo di eclittica nei secoli: qui di seguito si valutano le conseguenze di questa carenza.

Autore2 nel suo articolo [AUTORE2 1993] stabilisce un principio di base secondo il quale "*istituendo un particolare nesso tra archeologia e astronomia la meridiana... è espressione puntuale della latitudine specifica del luogo di origine*" (pag. 194). Purtroppo nel prosieguo dell'articolo egli dà per scontato questo concetto in modo rigoroso escludendo implicitamente che un tracciato possa essere calcolato per una latitudine e poi trasferito in un altro sito a latitudine diversa su un supporto cartaceo o altro.

In seguito, dopo aver affermato (pag. 226 e segg.) che il tracciato "*non trova riscontro sperimentale ad Aquileia, bensì a Pesaro e a San Gemignano di Lucca*" e dopo aver addirittura riferito di un riscontro fisico nei precisi siti citati, è obbligato peraltro, a fine articolo, a *temperare* le sue affermazioni su Pesaro e Lucca sia su una base astronomica sia per il materiale (la pietra)[13].

È infatti evidente che, dopo aver fatto il calcolo (formula in nota [9]) basandosi su una *inclinazione dell'eclittica* (un parametro basilare nel calcolo della latitudine) pari a 23° 26' 36", si è rivolto, onde verificarlo, a un astronomo esperto (azzardo l'ipotesi che potesse trattarsi del prof. Giuliano Romano[14] dell' Università di Padova - purtroppo recentemente scomparso - in quanto unico nell'ambiente degli astronomi a occuparsi di queste cose) e venne così avvisato che 1800 anni fa l'*inclinazione dell'eclittica* era molto diversa e quindi propone finalmente "*una ricostruzione analitica a declinazione solare antica* $\delta = 23° 40'$ *valida nel 2° secolo DC*" e poi afferma che la latitudine di progetto poteva essere di 43° 36' 27' (Falconara Marittima) anziché quella di Pesaro 43° 55' 44" [15]... senonché invece di smentire tutte le sue affermazioni precedenti su Pesaro e Lucca e di limitarsi quindi a prendere in considerazione esclusivamente la nuova latitudine, conclude: "*...autorizza ad una espansione della validità del tracciato di Euporus nella fascia di ampiezza... compresa fra i due paralleli a lat. 43° 55' 44" e 43° 36' 27"* " e rimanda addirittura alla figura n. 16 di pag. 229 laddove vi è ben segnalata questa fascia geografica.

Qui si propone (Fig. 9) il dettaglio della Fig. 16 completata con l'indicazione delle temporalità impiegate per il calcolo e la corretta *validità* delle varie latitudini.

Questa conclusione di Autore2 è ingiustificata e in certo qual modo assurda: essa bensì consentirebbe al compilatore, se fosse corretta, di non rifare tutto l'articolo (con le foto di Pesaro e Lucca) ma induce nel lettore (attento) delle conclusioni inaccettabili.

---

[12] Autore2 è un apprezzato insegnante di materie scientifiche in Istituti Liceali. Ha realizzato inoltre una bellissima meridiana orizzontale nel Parco Sigurtà a Valeggio sul Mincio (VR), www.sundialatlas.net/atlas.php?sun=IT3221 e un'altra, bellissima-monumentale, a Lignano Sabbiadoro (UD), www.sundialatlas.net/atlas.php?sun=IT2921.

[13] La sua affermazione *tecnicistica* in realtà non lo è... anzi essa è infatti molto scorretta in quanto gli asintoti delle iperboli solstiziali sono invece compatibili con una latitudine molto più meridionale (ad es.: Siracusa); vedasi mio studio n. 25 in Curriculum sul sito web www.ingauber-meridiane.it

[14] Che potesse trattarsi proprio del Prof. Romano lo si potrebbe dedurre proprio dal fatto che fu proprio lui, forse deluso da Autore2, a trasmettere l'articolo [LEGNAZZI 1887], praticamente ignorato e difficilmente reperibile, alla dott. Manuela Incerti della Società Italiana di Archeoastronomia, la quale lo fece poi avere a me fornendomi così un basilare punto di partenza per le mie ricerche.

[15] Il nuovo valore dell'eclittica moderna gli fa correggere anche il suo primo calcolo che era 43° 54' 44" senza peraltro segnalare al lettore questa, sia pur lieve, differenza.

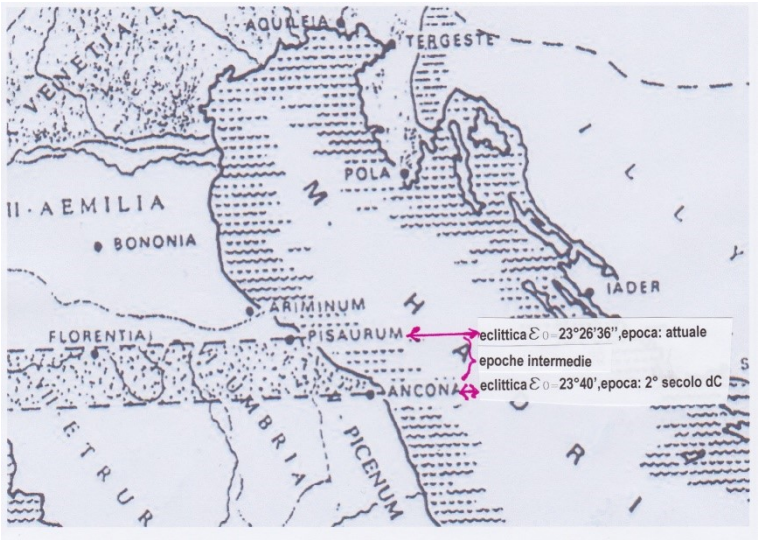


Figura 9 – Un'intera fascia di latitudini viene individuata nell'articolo di Autore2 come *valida* (per la meridiana di Euporus) ed è definita da due precisi limiti temporali: l'epoca attuale e il 2° secolo dC. In realtà invece solo il limite meridionale della fascia è attendibile se parliamo di Euporus in quanto riferibile all'epoca del 2° secolo dC.

Infatti la variazione dell'angolo d'eclittica è un parametro che qui va inteso in senso *temporale* [16], nella sua analisi ma anche nella realtà, e ammette poi *implicitamente* quanto segue:

A. la latitudine di Pesaro, impiegata da Euporus[17], potrebbe essere *valida* per l'epoca moderna (l'anno 1993),

B. quella di 43° 36' 27" (molto più a Sud circa 35 km) valida - questa sì - per l'epoca di costruzione della meridiana mentre

C. le latitudini intermedie sarebbero tutte *valide* per gli anni intermedi.

Si veda il prospetto allegato (Fig. 10) : nella colonna di destra la differenza in termini di latitudine (km) più a Sud a partire da Pesaro, al variare secolare dell'eclittica. In Fig. 11 il calcolo dell'angolo di obliquità dell'eclittica in base a quanto proposto in *Astronomical Algorithms,* Jean Meeus, Willmann-Bell, Inc. USA, 2000 (ma già pubblicato nel 1991).

epoca	eclittica			eclittica	es	ew	ro	1-ro/1	tan e	1/tan	lat r	lat gra decin	lat gradi			lat. M	lat,S	km+aS
2000	23	26	21	23,439	30	73	0,41	0,42	0,43	2,31	1	43,9184	43	0,918	55	55	6	0
2000 (*)	23	26	36	23,443	30	73	0,41	0,42	0,43	2,31	1	43,9129	43	0,913	55	54	46	0,617
1878dC	23	27	19	23,455	30	73	0,41	0,42	0,43	2,3	1	43,8965	43	0,897	54	53	47	2,436
1800dC	23	27	55	23,465	30	73	0,41	0,42	0,43	2,3	1	43,8828	43	0,883	53	52	58	3,947
1600dC	23	29	29	23,491	30	73	0,41	0,42	0,43	2,3	1	43,8473	43	0,847	51	50	50	7,893
1400dC	23	31	2	23,517	30	73	0,41	0,42	0,44	2,3	1	43,8118	43	0,812	49	48	42	11,84
1200dC	23	32	35	23,543	30	73	0,41	0,42	0,44	2,3	1	43,7763	43	0,776	47	46	34	15,79
1000dC	23	34	8	23,568	30	73	0,41	0,42	0,44	2,29	1	43,7422	43	0,742	45	44	31	19,58
800dC	23	35	40	23,594	30	73	0,41	0,42	0,44	2,29	1	43,7068	43	0,707	42	42	24	23,5
600dC	23	37	11	23,619	30	73	0,41	0,42	0,44	2,29	1	43,6727	43	0,673	40	40	21	27,29
400dC	23	38	42	23,645	30	73	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,6374	43	0,637	38	38	14	31,2
200dc(*)	23	40	0	23,667	30	73	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,6075	43	0,607	36	36	26	34,53
200 dC	23	40	12	23,67	30	73	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,6034	43	0,603	36	36	12	34,97
180 dC	23	40	21	23,672	30	73	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,6007	43	0,601	36	36	2	35,27
0	23	41	42	23,672	30	73	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,6007	43	0,601	36	36	2	35,27
184 aC	23	43	3	23,718	30	73	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,5383	43	0,538	32	32	17	42,21
207 aC	23	43	13	23,72	30	73	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,5356	43	0,536	32	32	7	42,52
232 aC	23	43	24	23,723	30	73	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,5315	43	0,531	32	31	53	42,95
3000aC	24	0	0	***24***	30	73	0,41	0,42	0,45	2,25	1	43,1577	43	0,158	9,5	9	27	84,45
					30	73	valori Autore2 1993 (segmenti solstiziali Hora Sexta)											
200 dC	23	40	12	23,7	30	74	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,9441	43	0,944	57	56	38	-2,84
0	23	41	42	23,672	30	74	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,9822	43	0,982	59	58	55	-7,06
	23	42		23,7	30	74	0,41	0,42	0,44	2,28	1	43,9441	43	0,944	57	56	38	-2,84
3000aC	24	0	0	***24***	30	74	0,41	0,42	0,45	2,25	1	43,5389	43	0,539	32	32	20	42,12
(*) Autore2 1993					30	74	valori Alberi-Auber 2004 (segmenti sostiziali Hora Sexta)											
				24	eclittica 24°...VITRUVIO IX,7,4...360 / 15 =24													

Figura 10 – Il prospetto delle latitudini calcolate sulla base dei due segmenti stagionali estremi sulla linea dell'Hora Sexta nelle varie epoche al variare dell'eclittica. Nella colonna di dx la distanza in km (verso Sud) dovuta alla differenza di latitudine rispetto alla latitudine ottenuta dal calcolo di eclittica odierno. In colonna n. 6 il valore *es* ossia il segmento dall'equinozio al solstizio estivo sulla linea oraria dell'Hora Sexta; in colonna n.7 il valore *ew* ossia il segmento dall'equinozio al solstizio invernale sulla linea oraria dell'Hora Sexta

[16] L'inclinazione dell'eclittica varia nei secoli a causa di *oscillazioni* sul *cono di precessione.*

[17] Euporus viene considerato normalmente come l'autore dell'Orologio Solare e dell'anemoscopio mentre, secondo la prof. G. Cresci Marrone UNIVE, che qui ringrazio per i preziosi suggerimenti, nei monumenti antichi la citazione di un personaggio su di un monumento si riferisce, in pratica con certezza, al finanziatore che ha voluto così ricordare il proprio nome. Questa interpretazione mi sembra corretta.

gradi	min	minuti t	second	secondi tra		totale	U;centinaia di secoli 1=10000anni		25/01/2021					
									23,439291					
23	26	0,433	21,45	0,006		23,43929	-0,182	4680,93	-0,236647	segno -				
							-0,182	1,55	1,426E-05	segno-				
							-0,182	1999,25	-0,003348	segno+				
							-0,182	51,38	1,566E-05	segno-				
							-0,182	249,67	-1,38E-05	segno-				
							-0,182	39,05	3,942E-07	segno-				
							-0,182	7,12	-1,31E-08	segno+				
							-0,182	27,87	9,32E-09	segno+				
							-0,182	5,79	-3,52E-10	segno+				
							-0,182	2,45	2,714E-11	segno+				
valore ecl		decima	gradi			min	sec			gradi			min	sec
valore ecl		23,67	23	0,6726	40	40	21,3		23,672574	23	1	40	40	21
gradi	min	minuti t	second	secondi tra		totale	T;centinaia di anni julian centuries 1=100anni							
									23,439291					
23	26	0,433	21,45	0,006		23,43929	-18,2	46,815	-0,236676	segno -				
							-18,2	0,00059	5,429E-05	segno-				
							-18,2	0,00181	-0,003036	segno+				
valore ecl		decima	gradi			min	sec			gradi			min	sec
valore ecl		23,67	23	0,6729	40	40	22,4		23,672877	23	1	40	40	22

Figura 11 – Il calcolo (esempio) dell'obliquità dell'eclitica per l'anno 180 dC applicando indipendentemente i due algoritmi suggeriti in letteratura.

Intende quindi l'autore che la Meridiana potrebbe essere stata costruita, ad esempio, a Pesaro nel 1877 (diciamo un anno prima della sua scoperta !) dopo che la pietra era stata colà portata da Aurisina (una località prossima a Aquileia - la questione del materiale va trattata a parte) e poi riportata ad Aquileia ? Questa assurda ipotesi è apparentemente implicita nella sua affermazione relativa alla "*validità... della... fascia di ampiezza...*" ed un attento lettore la scarta. Tutt'al più resterebbe valida la latitudine 43° 36' ca. (la latitudine di Falconara Marittima) se si vuole associare il tracciato al 2° secolo, un'epoca che gli epigrafisti deducono dalla scritta M. ANTISTIUS EUPORUS (vedasi tabulato).

Per altri motivi anche questa ipotesi andrebbe in realtà rifiutata se si considera l'errore in latitudine che gli antichi erano disposti ad accettare, cosa ben dimostrata dai valori di latitudine *intended* da me misurati e calcolati sulle meridiane sferiche dell'area alto-adriatica[18] (vedi tabulato in [ALBERI AUBER 2005 AT]), ma il discorso qui è un altro: l'autore ammetterebbe addirittura, portando alle estreme conseguenze la sua conclusione, che il Plintio Lacunare possa essere stato dotato di meridiana orizzontale nel 1993, *115 anni dopo la sua scoperta*, cosa che sarebbe ammessa prendendo alla lettera l'espressione "*..espansione della validità...*" senza nessuna esclusione? Ciò è evidentemente assurdo.

Ritengo inoltre importante far presente altre gravi incongruenze presenti nello studio di Autore2:

A. la totale mancanza nell'esposizione di un valore di eclittica, ben diverso da quello reale per una nostra sensibilità moderna - lo ammetto -, quello di 24° esatti[19], correntemente usato in antico e addirittura *istituzionalizzato* da Vitruvio in IX, 7,4 (*Deinde circinationis totius sumenda pars est XV...*)[20]; il quale porterebbe (vedasi tabulato in [ALBERI AUBER 2005 AT]) la meridiana a una posizione geografica 85 Km più a Sud di Pesaro!

B. l'espresso riferimento alla provenienza da Aurisina del materiale di cui è fatto il Plintio-Lacunare (pag. 230 nelle conclusioni), una provenienza che quasi con certezza è stata suggerita da chi era molto esperto in merito: la dott. Luisa Bertacchi. Il che, già di per sé, in base semplicemente al buon senso, porta ad escludere la provenienza del Plintio-Lacunare da chissà dove. Lo stesso Autore2 ammette qui che l'*origine* poteva riguardare solo il tracciato e non tutto il monumento: a questo punto dovrebbe smentire tutte le sue deduzioni (il "*...Foro di Pisaurum...*" ecc.) o rinunciare all'articolo ma non lo fa.

   In Fig. 12 si riconosce l' *Aurisina Granitello* catalogato nella pubblicazione *I marmi del Carso Triestino* (CCIAA TS 1985) cui aveva partecipato la Bertacchi stessa con un suo contributo.

[18] Forzando l'approccio qui esposto occorrerebbe ammettere che, ad esempio, (vedi [ALBERI AUBER 2005 AT]) la meridiana da me individuata come *Aquileia pietra grigia* la cui latitudine di progetto (intended) è 44° 47' debba provenire da Carpi (MO)? Oppure che la meridiana ritrovata a Muggia (TS) , latitudine intended 47° 36' debba provenire da Salisburgo? O ancora che *Aquileia sotto il portico*, latitudine *intended* 39° 54' possa provenire da Praia a Mare in Calabria ?

[19] Si tratta di un valore che realmente è esistito in natura ma… 5000 anni fa!

[20] Gli antichi ottenevano l'angolo di 24° dividendo per tre l'angolo al centro del Pentagono regolare; la costruzione di un pentagono non è banale e la divisione per tre di un angolo altrettanto… vedasi mio contributo in Orologi Solari N. 13 - Apr. 2017

C. il calcolo del tracciato con dei dati geometrici esattissimi (pag 232) per la latitudine di Pesaro, latitudine che, proprio con il ragionamento tecnicistico dell'autore, andrebbe esclusa essendo, come dimostrato, pertinente ad un'epoca moderna e che porterebbe, se interpretato correttamente, riguardo le iperboli stagionali, ad una latitudine addirittura... siciliana.

D. l'abbinamento della Linea Meridiana di Santa Maria degli Angeli a Roma con l'astronomo Ruggero Boscovich, nato ben 11 anni dopo la data della LM (1700).

Figura 12 – La foto mette in luce la granulosità del materiale di cui è fatto tutto il Plintio-Lacunare, una caratteristica del marmo *Aurisina Granitello* catalogato nella pubblicazione citata.

La dott. Bertacchi nel suo libro sulla Pianta Archeologica di Aquileia (Associazione Nazionale per Aquileia - 2003) insiste sulla provenienza del Plintio Lacunare da una località incerta, nonostante lei stessa, esperta di marmi, avesse pubblicato nell'opera già citata un articolo su *L'impiego in età romana ad Aquileia* e avesse, con ogni probabilità, lei stessa suggerito a Autore2 (conclusioni) di segnalare al lettore la questione del materiale di cui era fatto il cimelio: mi sembra assai improbabile che la pietra di Aurisina (11 tonnellate di materiale!) sia stata impiegata per costruire un Orologio Solare a Pesaro...

Avendo qui esposto diverse situazioni tutte legate a una percezione del valore di latitudine geografica molto precisa, tipica della *forma mentis* moderna, va sottolineato che, comunque, in antico tale percezione era molto più vaga: il che spiega in modo esauriente il divario di latitudine di progetto (*intended*) riscontrato sull'Orologio Solare orizzontale di Aquileia del 2° secolo. A conferma di tale vaga percezione della latitudine in antico:

1. le latitudini *intended* calcolate per gli Orologi Solari a semisfera e foro sommitale ritrovati in area alto-adriatica (calcoli - fatti da chi scrive - che, tra l'altro, non dipendono dall'angolo d'eclittica; vedi [ALBERI AUBER 2005 AT]) sono in gran parte molto diverse dalla latitudine del luogo del rinvenimento.
2. i *tabulati* di Vitruvio, Plinio e Tolomeo sono tutti molto espliciti riguardo l'ampiezza delle zone geografiche considerate come collegabili al medesimo *range* di latitudini, esplicitamente collegate a regioni *gnomonicamente* affini. Plinio il V., Naturalis Historia ([PLINIO Il V. 1982] II, 182) infatti, nel libro sulla Cosmologia, illustra diversi argomenti di astronomia e, tra l'altro, spiega che l'ombra di uno stilo verticale (lo stesso) conficcato nel terreno sarà diversamente lunga a mezzogiorno dell'equinozio solo se le diverse località sono distanti l'una dall'altra[21] per almeno 300 / 500 stadi[22] .

Riepilogo delle vicende del Plintio-Lacunare secondo le più recenti ricerche

L'Orologio Solare di cui si è discusso venne calcolato in un laboratorio, forse quello di Ancona[23], la cui esistenza viene riconosciuta, d'accordo con me, anche dalla prof. Christine Hoet VanCauwenberge (Università di Lille, F), tant'è che i segmenti solstiziali sull'Hora Sexta sono congruenti con la latitudine di questa città, ancorché la pendenza delle

[21] Plinio il V. dovrebbe specificare che le località debbono trovarsi sullo stesso meridiano ma non possedendo, forse, il linguaggio adatto tralascia di dirlo.

[22] Si tratta di distanze notevoli: rispettivamente 55 km (300 stadi) e 92 km (500 stadi)

[23] A favore di questa ipotesi: (1) la citazione di Ancona fatta da Plinio accanto a Roma e Regione Veneta, due località importantissime mentre Ancona era una città periferica senza rilevanza (2) la citazione di Ancona con la sua latitudine sul retro di due strumenti "Pros Pan Klima" unica cittadina periferica e senza importanza accanto alle città più importanti del mondo antico (Babilonia, Roma, Africa ecc.) (3) la citazione di Ancona su uno dei dischetti del Box di Antonino Pio (KHM, Vienna) accanto a Roma, l'Epiro e la Tuscia (4) il ritrovamento , nei pressi di Ancona di un importantissimo reperto gnomonico, la sfera di Matelica.

iperboli solstiziali non appartenga a questa latitudine e sia invece compatibile con la latitudine di Siracusa. L'uso della pietra di Aurisina, le cui cave sono vicine ad Aquileia e sono fornitrici di materiale per altri monumenti in loco, confermerebbe, *ad abundantiam*, che il Plintio-Lacunare venne fatto *ad* Aquileia e *per* Aquileia.

A parte le testimonianze inequivocabili degli studiosi Gregorutti, Kenner, Majonica, Levi, Grablovitz (vedasi bibiliografia) vi è una ulteriore prova *intrinseca* del fatto che il Plintio-Lacunare appartenesse sin dalla sua origine ad Aquileia: la circostanza, ovviamente verificabile, che l'angolo formato dalla linea meridiana con il lato maggiore del Plintio-Lacunare coincide con l'angolo *vitruviano* dell'assetto urbano della città di Aquileia (22°30').

Il Plintio-Lacunare, questa la mia ricostruzione, veniva usato per le cerimonie di iniziazione mitraiche prima al coperto, forse nell'adiacente cosiddetto *tempietto di Giove*, poi all'aperto nel Circo e, in periodo cristiano, per le esecuzioni pubbliche; la frattura potrebbe appartenere a quest'ultima destinazione dato che ai condannati veniva amputata una mano, certamente con un deciso e violento colpo d'accetta, prima di farli circolare, a dorso d'asino, in una parodia del *Taurobolium* (la corsa dei tori e relativa cattura), come accadde nel 425 dC (il tutto ben documentato) a Giovanni Primicerio condannato da Ezio, Imperatore d'Oriente figlio di Teodosio.

Il tracciato, pervenuto ad Aquileia dal laboratorio di Ancona, così prosegue la mia ricostruzione, su papiro (ovvero pelle d'animale; per ovvi motivi ne bastava metà tracciato, 40*40cm) venne riportato sul Plintio-Lacunare in occasione del suo trasferimento all'aperto sulla via di corsa del Circo. La motivazione? Forse arricchire (assieme all'anemoscopio) il Plintio-Lacunare di strumenti strettamente collegati alla cosmologia Mitraica ben descritta da Porfirio (3° sec dC; vedasi [ALBERI AUBER 2017]). Per questo percorso vedasi la bibliografia sul Plintio-Lacunare suggerita in piè di pagina n. 3.

Grazie a indizi inequivocabili si può ritenere che la lastra sul "cubo" meridionale fosse girevole onde adeguare l'immagine alla fase corretta della liturgia mitraica(vedasi Fig. 13).

In Fig. 14, fase della iniziazione e del pasto mitraico, i *dadofori*, che normalmente sono compresi nella scena della tauroctonia, qui sono separati e disposti sui fianchi del *cubo* onde mantenere la loro posizione corretta nei confronti del sorgere del Sole (Cautes - fiaccola verso l'alto) e del tramontare (Cautopates - fiaccola verso il basso).

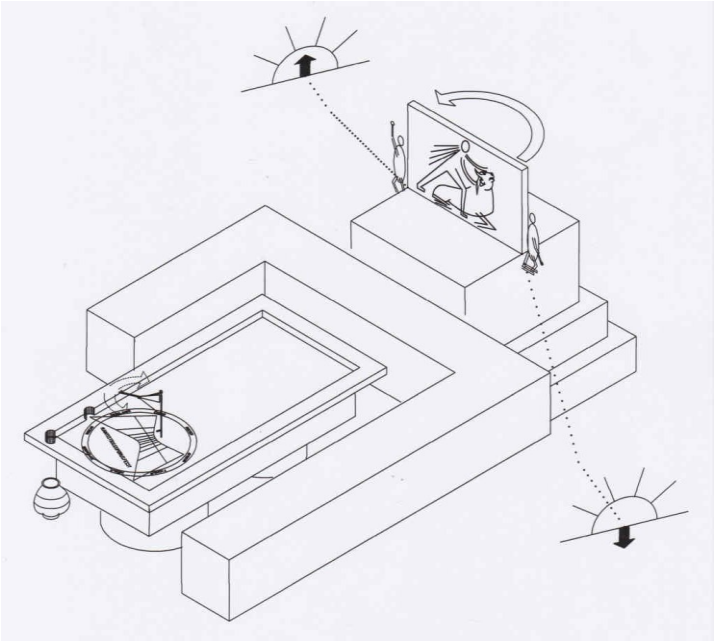


Figura 13 – Nella mia ricostruzione il Plintio-Lacunare nella sua fase, mitraica, all'aperto. Qui anche le parti ora mancanti:
1 - il vaso per la raccolta del sangue iniziatico
2 - lo gnomone e la banderuola segnavento
3 - la lastra girevole con immagine della *Tauroctonia* Mitraica
4 - i due *dadofori* mitraici Cautes e Cautopates non sono rappresentati nella Tauroctonia ma le loro immagini sono indipendenti: e cosi mantengono la loro posizione Est, Ovest.

È possibile, come detto, che lo gnomonista disponesse di un adeguato supporto di dimensioni 40*40 cm: metà tracciato (le ore del mattino) individuato da fori in corrispondenza dei punti ombra. L'altra metà andava tracciata ribaltando il supporto (papiro? pelle d'animale?): una operazione molto semplice senonché... l'artigiano era sicuramente assillato dal problema di adeguare l'orientamento della linea dell'Hora Sexta nella direzione Nord-Sud, cosa che egli necessariamente otteneva sistemando il supporto in modo che la linea dell'Hora Sexta formasse con il lato maggiore del *plintio* l'angolo di 22° 30' (1/16 dell'angolo giro) assegnato dai fondatori della città 4 secoli prima secondo i dettami descritti da Vitruvio (I,VI,1 e segg.).

Per cui, causa questo assillo, solo al momento di ribaltare il supporto per il tracciamento delle ore del pomeriggio si rese conto che il punto-ombra dell'Hora 11° al solstizio invernale andava a invadere il bordo rialzato del *plintio* ma ormai era troppo tardi per rimediare e fece intervenire i lapicidi locali che dovettero abbassare il bordo per quel tanto che bastava per farci stare tutto il tracciato (vedi Fig. 1).

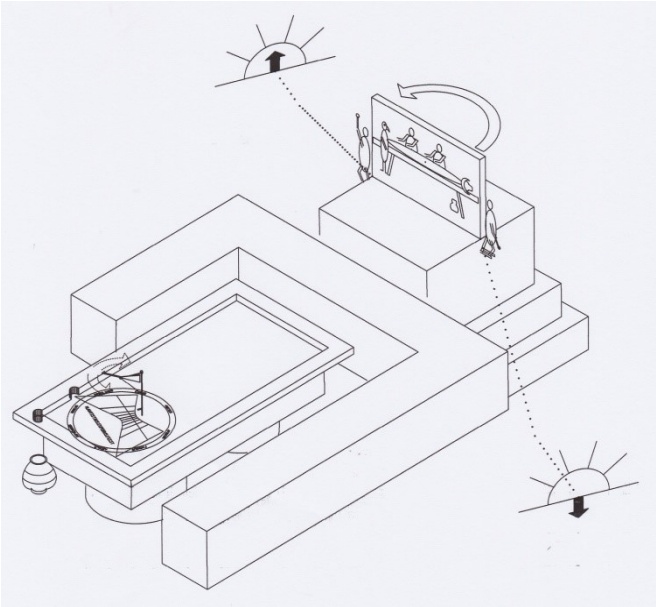


Figura 14 – La lastra girevole sul *cubo* meridionale è qui orientata per la fase della iniziazione e del pasto mitraico.

Che sul *plintio*, proveniente da luogo al coperto, fosse stata praticata, senza avvisare preventivamente il laboratorio di Ancona, una pendenza (circa 2° per facilitare la raccolta del sangue iniziatico) non prese neanche nota, con tutte le conseguenze che ne seguirono per il funzionamento della meridiana nei mesi invernali (vedasi [ALBERI AUBER 2016]).

Conclusioni

La gnomonica è materia complessa[24] e, soprattutto, non viene insegnata in nessuna Università... sicché c'è un solo modo per aggiornarsi: farsi stimolare da periodici incontri collettivi con i colleghi: i Seminari gnomonici, in Italia e all'estero. Non fa meraviglia quindi che Autore1 e Autore2 (nessuno dei due ha mai partecipato ai Seminari Nazionali di Gnomonica) siano incappati in inconvenienti interpretativi su un oggetto così interessante come l'Orologio Solare orizzontale[25] del Plintio-Lacunare di Aquileia (2° secolo dC) ritrovato sulla via di corsa del Circo di Aquileia[26] .

Chi scrive è stato portato a segnalare queste discrasie onde evitare che certi gravi errori interpretativi si protraessero nel tempo: 28 anni sono già veramente troppi!

Una volta messi in chiaro certi errori di impostazione, esclusivamente tecnici, pubblicati decenni fa, e qui analizzati nel dettaglio, si potrebbe concludere come segue. Che la latitudine *intended* dell'Orologio Solare appartenesse a una località molto più meridionale di Aquileia non significa che tutto il monumento, 11 tonnellate di pietra d'Aurisina (TS), provenisse in toto da questa località ma solamente che il tracciato era calcolato per quella località più meridionale dove poteva esserci un laboratorio di gnomonica (Ancona?) e venisse trasferito ad Aquileia su papiro (o simili) per l'allestimento del *Plintio-Lacunare*[27].

Peraltro vanno esaminate a parte le testimonianze precise e inoppugnabili degli studiosi al tempo del ritrovamento: Gregorutti (1878), Kenner (1880), Majonica-Levi (1893), Grablovitz (1887) (Autore2 cita questi articoli in bibliografia ma ne ignora totalmente i contenuti).

In particolare le deduzioni di Grablovitz che riconosce sul Plintio-Lacunare l'orientamento dell'assetto urbano di Aquileia (22° 30' , facilmente verificabile) portano a concludere, considerando in più il materiale proveniente dalla vicina cava di Aurisina, che il monumento venne realizzato *ad* Aquileia e *per* Aquileia.

A proposito del sito del ritrovamento (il Circo di Aquileia) Vitruvio testimonia di un analogo "Plintio-Lacunare" esistente a Roma al Circo Flamimio (laddove si facevano analoghi "ludi taurii", vedasi "Roman Circuses", Humphrey). Sicché questa stretta connessione del Plintio-Lacunare con il Circo, riscontrata ad Aquileia, potrebbe essere considerata come una ulteriore conferma che il nostro monumento venne realizzato *ad* Aquileia e *per* Aquileia.

---

[24] Lo so bene che l'amico e collega Alessandro Gunella fa presente che, tutto sommato, nella gnomonica c'è da risolvere solo equazioni di 2° grado... ma si tratta, da parte sua, certamente di una battuta e penso che anche lui sia d'accordo su questo.

[25] In realtà non è propriamente *orizzontale* come da me fatto presente in [ALBERI AUBER 2016]

[26] La effettiva estrema singolarità del sito del ritrovamento (nel mezzo della via di corsa del Circo) ha portato dei commentatori fuori tema mentre le testimonianze su questa (nonostante improbabile) singolarità sono numerose, concordanti e in qualche modo inequivocabili, per vari motivi.

[27] Lo stesso Autore2, pur avendo sostenuto in tutto l'articolo la provenienza di tutto il monumento da Pesaro/Lucca, invece, nella frase finale, ammette che... "*si può avanzare l'ipotesi che il tracciato geometrico inciso sia stato realizzato su manufatto preesistente seguendo uno schema importato da altre regioni dell'Impero Romano comunque poste a latitudine nord inferiore a quella della città di Aquileia*", negando così esplicitamente ogni validità a tutto il suo testo precedente (Pesaro... Lucca...)

BIBLIOGRAFIA

[AUBER 2000] Paolo Auber, *La meridiana orizzontale di Aquileia – Il Plinto di Euporus*, Gnomonica, Bollettino della Sezione Quadranti Solari UAI, N.7, Sett. 2000

[ALBERI AUBER 2005] Paolo Alberi Auber, *L'Orologio solare orizzontale del Circo di Aquileia (2° sec.DC). Il Plintio di Euporus*, Prima Parte, Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, Tomo CLXIII (2004-2005), Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, pagg. 231- 298

[ALBERI AUBER 2005 AT] Paolo Alberi Auber, *Orologi Solari Romani a Semisfera e Foro Sommitale*, Archeografo Triestino, Società di Minerva, Trieste, 2005

[ALBERI AUBER 2006] Paolo Alberi Auber, *L'Orologio solare orizzontale del Circo di Aquileia (2° sec.DC). Il Plintio di Euporus*, Seconda Parte, Atti dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, Tomo CLXIV (2005-2006), Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, pagg. 71-96

[ALBERI AUBER 2016] Paolo Albéri Auber, *M. Antistius Euporus,* Orologi Solari N. 11, Agosto 2016, www.orologisolari.eu

[ALBERI AUBER RIDOLFO 2017] Paolo Alberi Auber, Renis Ridolfo, *Orologio solare sferico a foro sommitale (a tetto) al Museo N. Concordiese di Portogruaro,* memoria presentata al XXI Seminario Nazionale di Gnomonica, Valdobbiadene (TV), marzo 2017

[ALBERI AUBER 2017] Paolo Albéri Auber, *Mitraismo e Gnomonica Antica,* Orologi Solari N. 15, dicembre 2017, www.orologisolari.eu

[ALBERI AUBER 2020] Paolo Albéri Auber, *Gnomonics and Mithraism in the Northern Adria,* Atti del XVII Convegno Società Italiana di Archeoastronomia, *Ex Oriente: Mithra and the others, Astronomical Contents in the cult of Eastern Origin in ancient Itlay and Western Mediterranean*, Roma 2017

[BERTACCHI 2003] Luisa Bertacchi, *Nuova Pianta Archeologica di Aquileia,* Associazione Nazionale per Aquileia, Edizioni del Confine, Aquileia (UD) 2003

[GRABLOWITZ 1887] Giulio Grablowitz, *Sull'orologio solare scolpito nel monumento scoperto il 20 Novembre 1878 sul Fondo Cassis alle Marignane d'Aquileia,* Archeografo Triestino, 1887

[GREGORUTTI 1879] Carlo Gregorutti, *Iscrizione scoperta in Aquileia* in *Lettera a G. Henzen*, Bollettino Deutsches Archäologisches Institut Rom, 1879, pagg. 28-30

[GREGORUTTI 1879-80] Carlo Gregorutti, *Iscrizioni inedite aquileiesi, istriane e triestine*, Archeografo Triestino, 1879-80, pagg. 334-335

[KENNER 1880] Friedrich Kenner, *Römische Sonnenuhren aus Aquileia,* Mittheilungen der K.u.K. Central Commission zur Erforschung und Erhaltung von Baudenkmalen, 6, 1880, pag. 8-20

[LEGNAZZI 1887] E. N. Legnazzi, *Del catasto romano e di alcuni strumenti antichi di geodesia: orazione inaugurale. La groma di Aquileia,* Verona 1887, pp. 268-270

[MAIONICA 1893 BUORA 2000] Enrico Maionica – a c. di Maurizio Buora, trad. Francesca Tesei, *Introduzione e commento alla Fundkarte von Aquileia di H. Maionica,* Quaderni Aquileiesi /5 – Editreg, Trieste, 2000

[AUTORE1 1991] Autore1, *L'Orologio di Euporus,* Aquileia Nostra, 1991

[AUTORE2 1993] Autore2, *Aquileia e il tempo. La meridiana solare orizzontale di M. Antistius Euporus,* Aquileia Nostra, 1993

La meridiana lunare di Villafranca di Verona

Si discute in dettaglio il tracciato e lo scopo di una delle cinque meridiane presenti in località Fornaci a Villafranca di Verona (Sundial Atlas IT5596). All'esame la meridiana si rivela essere un quadrante da usarsi con la luce lunare e che, unico al mondo, indica le ore mancanti al tramonto della Luna.

di Riccardo Anselmi (riccardo@anselmi.vda.it)

A Villafranca di Verona, in località le Fornaci, esiste un complesso di meridiane che risalgono al XVIII secolo. Una lunga parete che si affaccia su Corte Spellini mette in bella mostra cinque segnatempo e una cornice al cui interno restano le tracce di un reticolo che evidentemente conteneva delle preziose informazioni sugli orologi solari e sul loro uso; i dati in essa riportati sono attualmente mancanti perché cancellati dagli agenti atmosferici e considerati perduti. Si spera che gli anonimi autori di questi orologi abbiano lasciato un documento cartaceo, finito in qualche collezione privata o negli scaffali di qualche biblioteca, e che prima o poi salti fuori come per incanto a chiarire i misteri che circondano il sito gnomonico.

Quattro orologi solari sono di tipo tradizionale con la sola eccezione di quello definito "Stagionale" [Rif. 1] che presenta alcuni segni da decifrare, ma che è essenzialmente un orologio di tipo italico con ore da campanile. Come era costume in passato, gli orologi solari sono stati incisi oltreché dipinti, accorgimento più che propizio alla loro conservazione. Non si sa se ci fosse o meno la numerazione delle ore. Da alcuni anni sono stati sapientemente ritoccati come si può notare nella belle fotografie di Pietro Spellini, visibili nel filmato di [Rif. 2] e disponibili sul Sundial Atlas [Rif. 3] alle schede IT5596 e IT14609 (anche le schede IT5597, IT5598, IT5599, IT5600, si riferiscoo a questi orologi). A parte lo stupore che suscita la visione dell'intero gruppo di meridiane, il segnatempo più intrigante resta il quinto: quello lunare a cui è dedicato questo articolo.

A prima vista questo orologio (Figg. 1 e 2) potrebbe ingannare, essendo somigliante a un orologio solare italico tradizionale, dato che ha la linea meridiana che incontra l'ora italica 18 e la linea equinoziale nello stesso punto, e l'ora 12 che incrocia l'orizzonte nello stesso punto in cui arriva l'equinoziale.

Fig. 1 – L'orologio lunare di Villafranca di Verona (Sundial Atlas IT5596).

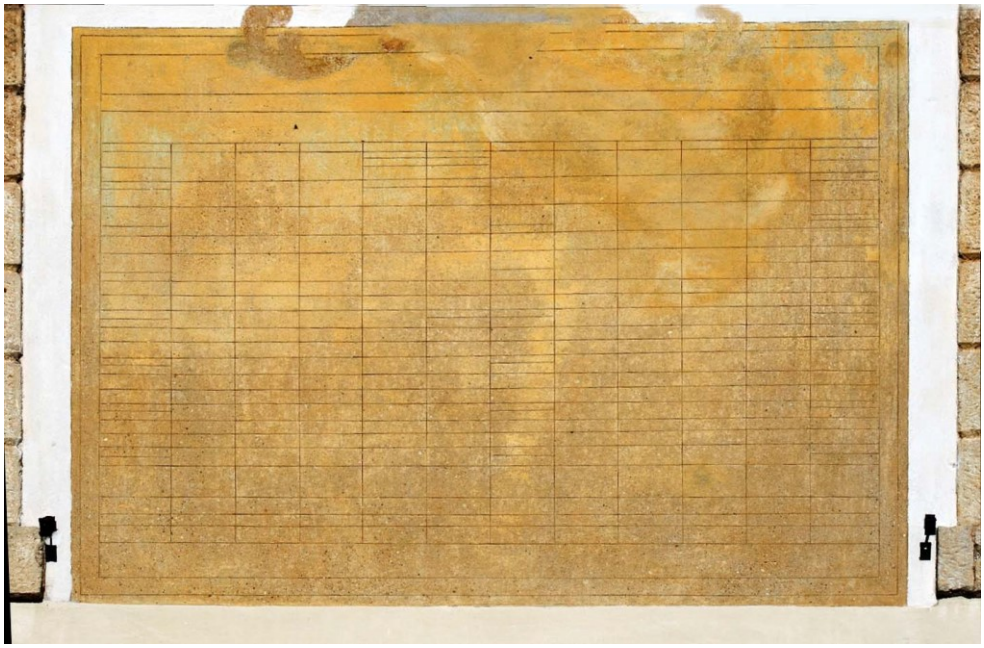


Fig. 2 – La tabella delle informazioni che accompagna le meridiane, oggi illeggibile.

Si tratta invece, senza alcun dubbio, di un orologio lunare, a mia conoscenza unico al mondo, di cui verrà esposta la genesi. Il fatto che sia lunare è confermato da alcune inconfondibili caratteristiche: le linee orarie non terminano sulle linee dei solstizi dato che la declinazione della Luna può superare frequentemente ± 23,45°, toccando ± 28,6° anche se tale eventualità avviene solo ogni 18,61 anni, creando il fenomeno della Luna nel pozzo nella fascia compresa tra ± 28,6° di latitudine; inoltre le linee orarie sono più ravvicinate tra di loro se confrontate con l'orologio solare a ore italiche facente parte della stessa rassegna gnomonica.

Le ore italiche, le ore babiloniche e le ore astronomiche dipendono dall'angolo orario, che vale 1/24 dell'angolo giro ossia 15°. È noto che per la Luna la suddivisione in ore usata con il Sole non funziona, dato che il nostro satellite naturale ritarda la sua posizione, ogni giorno, di circa 50 minuti [1]. Sono stato creati orologi lunari che tengono conto dell'età della Luna per far loro indicare l'ora solare, ma fornendo risultati deludenti, nel senso che sono molto complicati, imprecisi e poco pratici, tanto che se ne conoscono solo pochi esemplari. Ritengo che l'orologio oggetto di questo articolo non avesse tanto lo scopo di trasformare l'ora italica lunare in ora italica solare, operazione non immediata e forse non giudicata prioritaria dagli stessi autori, quanto piuttosto quello di rappresentare un virtuosismo, un oggetto creato per generare ammirazione e mistero sia nei confronti degli autori che sono tuttora sconosciuti sia nei riguardi dell'orologio stesso che è uno degli oggetti gnomonici più affascinanti esistenti.

Per tracciare il grafico dell'orologio lunare si parte da quello solare italico ma suddividendo i 360° dell'angolo giro in 24,83 parti (ossia 24 + 50/60) ottenendo 14,50° per ora. Con questo valore dell'angolo percorso ogni ora dal nostro satellite naturale nei confronti di un punto fisso sulla Terra si ottiene una suddivisione delle ore leggermente più fitta in cui le nuove rette orarie, più ravvicinate, indicano ore di 60 minuti soltanto se usate con la Luna. L'orologio indica perciò le ore (solari, cioè i ventiquattresimi di giorno) che mancano al tramonto della Luna.

La Fig. 3, ottenuta con la simulazione al computer, riproduce fedelmente l'orologio lunare di Fig. 1. Per ottenere questo tracciato, dove la 24° ora pseudo-italica non si identifica con la linea del tramonto ma cade 25 minuti prima, si è dovuto ruotare opportunamente la rosa delle ore. Se si pone la 24ª ora esattamente al tramonto, si ottiene invece lo schema della Fig. 4. Si noti che nello schema di Fig. 3 la 12° ora parte dal punto in cui l'orizzonte interseca l'equinoziale, proprio come nella Fig. 1. Nella Fig. 3 si sono aggiunte alcune linee orarie (22, 23 e 24) che non ci sono in Fig. 1, e si sono tracciate in rosso la linea diagonale e la linea verticale presenti sul quadrante della Fig. 1. È da notare che la linea verticale non corrisponde alla direzione Sud (come invece è per la linea verticale della Fig 4). In Fig. 3 sono stati anche aggiunti i "lunistizi" estremi che delimitano l'escursione della Luna in declinazione.

1 - Per la complessità del moto della Luna, questo ritardo varia in realtà nel tempo da circa 35 minuti a circa 65 minuti [Rif. 4 e 5].

L'autore o gli autori del quadrante che, come ritiene Spellini, possono essere due noti personaggi del '700 da lui individuati, avevano una tale dimestichezza con la gnomonica, ma anche con l'astronomia, da rendere possibile questo prodigioso segnatempo lunare senza temere che tale opera potesse essere, in futuro, attribuita ad altri.

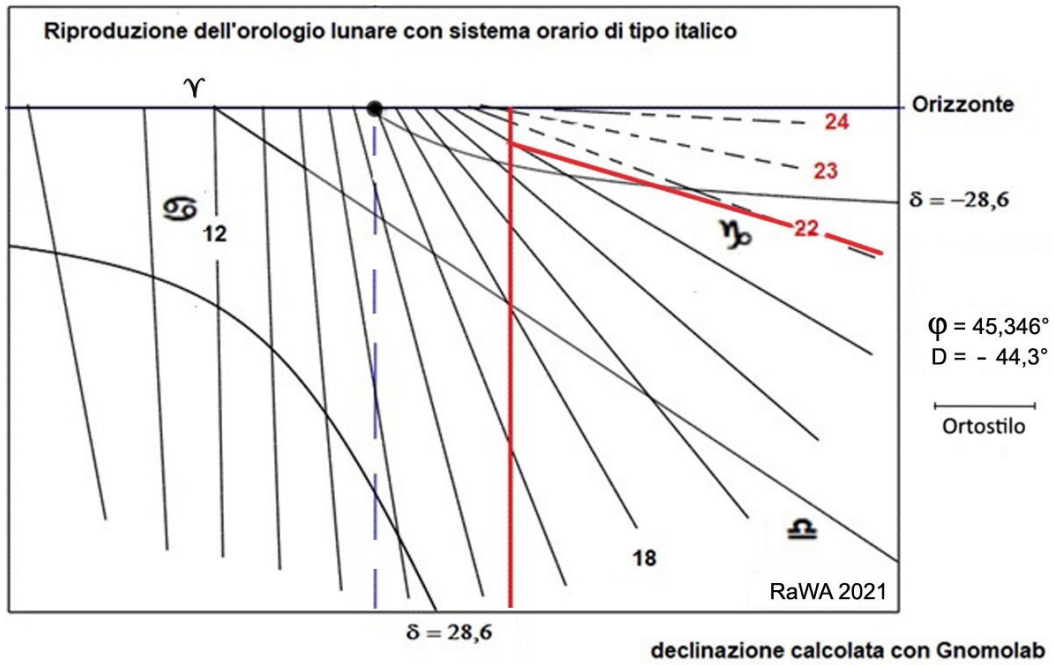


Fig. 3 − Ricostruzione dell'orologio lunare a ore pseudo-italiche di Villafrannca.

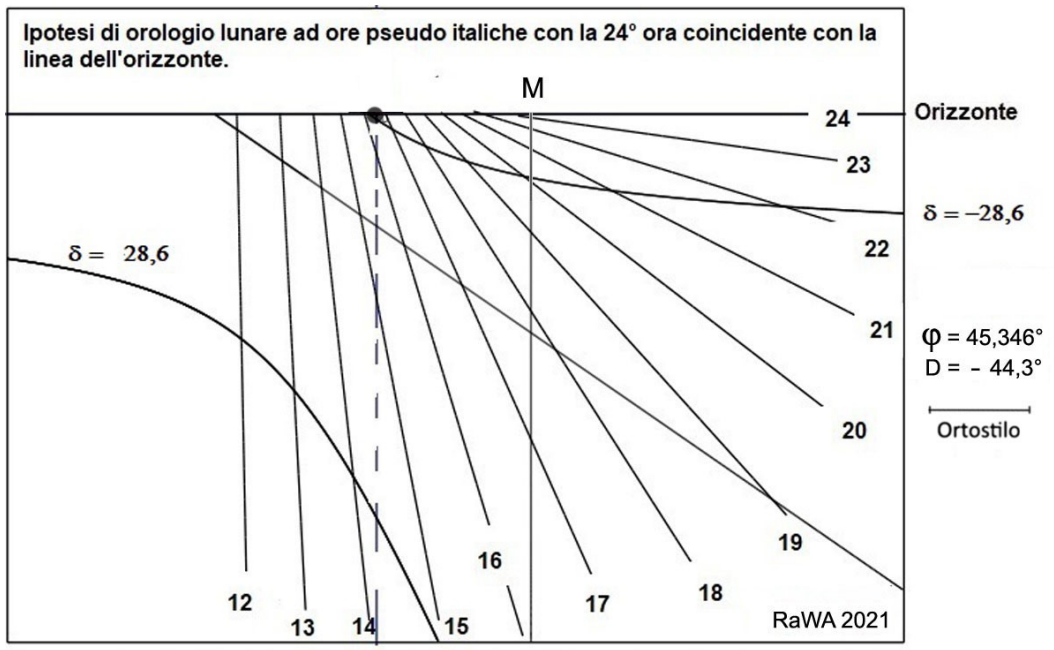


Fig. 4 − Orologio lunare a ore pseudo-italiche con l'ora 24 coincidente con il tramonto.

Usare un orologio di notte con la Luna è un'operazione che assume una certa validità quando l'ombra creata dalla Luna è rilevabile in modo chiaro, e ciò avviene in un periodo compreso tra il primo e l'ultimo quarto. Supponiamo che la Luna passi al meridiano quando è al primo quarto; che informazione ci dà? A seconda della sua declinazione fornisce il tempo che manca al suo tramonto, dato di scarso o di nessun valore pratico mentre il sistema italico riferito al Sole era di importanza vitale perché la conoscenza dell'ora del crepuscolo serviva a organizzare il lavoro nei campi e la vita quotidiana in quel frattempo.

Se un orologio lunare avesse avuto una certa importanza, anche se minore di quello solare, perché quello esistente è unico? Perché l'autore non ne ha tracciato altri? La mia ipotesi assumerebbe maggior credibilità se si sapesse rispondere a questi quesiti. Ma allora a cosa serviva il quadro riservato alle istruzioni?

Intanto si può affermare che quasi certamente era d'ausilio all'orologio lunare, ubicato subito alla sua destra, ma forse anche a quello stagionale e, in modo minore, anche agli altri tre; gli orologi italico, babilonico e a ore ultramontane sono leggibili direttamente e quindi richiedevano poche istruzioni. Se fosse possibile la conversione dalle ore lunari a quelle italiche non se ne trarrebbe molto vantaggio; se invece si potesse convertire le ore lunari in ore babiloniche si saprebbe, nel momento della lettura dell'ora lunare, quanto manca al sorgere del Sole. Questa informazione avrebbe potuto rivestire una certa utilità. Se infatti così fosse, saremmo di fronte al caso in cui un orologio a ore babiloniche assume importanza nella vita pratica; l'ora babilonica che di giorno ci dice da quanto è sorto il Sole, di notte ci dice invece quanto manca al suo sorgere. Dato che la 24ª ora babilonica coincide con l'alba, la 23ª ora babilonica ci dice che manca un'ora al sorgere del Sole, ecc.

Un passaggio dall'ora della meridiana lunare, che è di tipo italico a quello babilonico richiede senza alcun dubbio la conoscenza e l'uso dell'età della Luna. Questa operazione, se fosse stata prevista, non sarebbe stata certamente semplice né comoda da eseguire, perché bisognava spostarsi dal quadrante lunare a quello delle istruzioni per consultarlo. Resto sempre dell'idea che il quadrante lunare sia una dimostrazione di maestria degli autori nei confronti della gnomonica piuttosto che un orologio di qualche utilità, oppure rappresentasse uno status symbol per la ricca famiglia che lo aveva commissionato. Ancora oggi sentire parlare di una meridiana che funziona con la Luna suscita curiosità, meraviglia e incredulità. Sicuramente in passato una tale notizia destava grande interesse perché tutti, più di oggi, sapevano cosa erano gli orologi solari, data la loro diffusione e il loro universale utilizzo come segnatempo. Avere un orologio lunare rappresentava sicuramente qualcosa di unico, e il suo possesso avrebbe potuto realmente assumere quello di status symbol.

Si rileva pure che la "linea meridiana" del quadrante lunare è stata spostata verso sinistra, così come è accaduto al ventaglio delle ore che ruotando ha modificato la sua posizione. La linea meridiana attraversata dal Sole non può essere diversa da quella che attraversa la Luna; né il Sole né la Luna decidono la posizione del meridiano locale. Pertanto, attribuire a questa linea verticale la funzione di linea meridiana, come invece accade per gli altri quadranti del complesso, è un'affermazione opinabile. Un'altra peculiarità è rappresentata dalla posizione dell'ora 24a che, come si evince soltanto dalla Fig. 3, è posizionata prima della linea dell'orizzonte, e non dopo come invece avviene negli orologi solari italici a campana.

Da quanto è emerso da questa dissertazione, si desume che l'ora pseudo-italica letta su questo quadrante lunare non indica esattamente quanto manca al tramonto della Luna, perché questo evento non coincide con l'ora 24ª, ma con l'ora 24ª + 25 minuti: qualcosa di simile (anche se al contrario) a quello che si fa con le ore da campanile. Sorge però spontanea una domanda: ha senso parlare di ore lunari da campanile?

In passato, per tracciare le linee delle ore italiche, si ricorreva talvolta a un orologio solare a ore astronomiche dotato di linea equinoziale e di linea dell'orizzonte (Fig. 5). Le ore erano suddivise in intervalli di mezz'ora, corrispondenti a 7,5° del cerchio equatoriale, strumento usato dai "cadranier" per tracciare rapidamente un orologio solare in modo pratico. Si univano poi determinati punti dell'equinoziale con determinati punti dell'orizzonte rispettando la regola che segue:

- la retta dell'ora 24ª coincideva con quella dell'orizzonte per definizione;
- la retta delle ore 23ª si otteneva unendo il punto dell'equinoziale corrispondente all'angolo orario 75°, con il punto in cui la retta oraria astronomica, corrispondente all'angolo orario -7,5°, intersecava l'orizzonte;
- la retta delle ore 22ª era individuata unendo il punto dell'equinoziale relativa all'angolo orario 60°, con quello dove la retta astronomica con angolo orario -15° intersecava l'orizzonte;
- le rimanenti rette italiche venivano generate procedendo analogamente.

Per capire questa logica si deve fare riferimento alla linea meridiana che divide l'arco diurno in due parti uguali. L'arco diurno compreso tra il punto della linea dell'orizzonte identificato dall'angolo orario -7,5° e quello sull'altro lato della linea meridiana contrassegnato dall'angolo orario 7,5° vale 15° ossia un'ora. Se nel punto a 7,5° tramontasse il Sole, quello a -7,5° rappresenterebbe un istante un'ora prima del tramonto: insomma, per questo punto passa la retta oraria italica dell'ora 23ª.

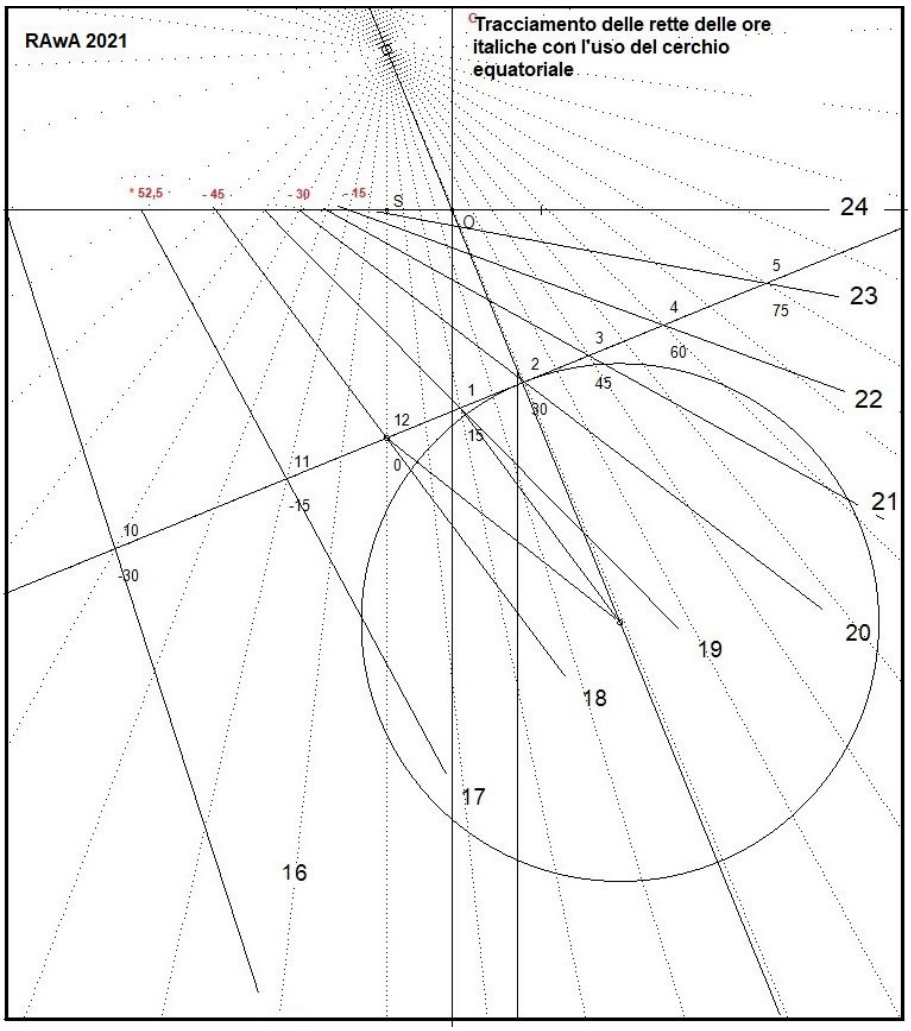


Fig. 5 − Ricostruzione teorica del metodo usato in passato con il cerchio equatoriale, qui rappresentato ribaltato.

Nel progettare l'orologio lunare, gli autori di questi orologi hanno però dovuto considerare il ritardo giornaliero della Luna nei confronti del Sole. La Luna è più lenta e ogni giorno si ripresenta con circa 50 minuti di ritardo. Nella Fig. 6 è schematizzato il metodo che potrebbe essere stato usato per disegnare l'orologio lunare.

Gli autori hanno tracciato un orologio a ore astronomiche con il cerchio equatoriale suddiviso in angoli di 14,50°, hanno prolungato le rette orarie in modo che incontrassero la retta dell'orizzonte e quella dell'equinoziale, determinando, in modo provvisorio, i punti di intersezione. Hanno ruotato il cerchio equatoriale intorno al proprio asse sino a fare passare l'ora astronomica 6 per il punto γ, azione che ha fatto slittare tutti i punti prima individuatati richiedendo una nuova e definitiva registrazione. Sono state, quindi, tracciate le rette pseudo-italiche lunari nel rispetto della regola che abbiamo appena spiegato. È quasi certo che questo sia stato il loro modo di procedere, dato che con questo metodo non è possibile tracciare le ore 24, 23 e 22, mancanti sull'orologio lunare.

Che altro dire? Sebbene siano stati analizzati diversi aspetti tecnici del quadrante lunare alcune domande restano senza risposta, come il nome degli autori, la motivazione che li ha indotti a congegnare la loro creazione, la natura della linea verticale che divide a metà il quadrante tanto da sembrare la linea meridiana, ma che invece non lo è, il tratto obliquo tracciato in rosso, in figura 3, e la vera ragione della mancanza delle ore 23 e 24 probabilmente dovuta al fatto che in quel settore del quadrante la Luna non può mai arrivare a segnalare la propria presenza, mentre il tratto in rosso sembrerebbe sostituire inspiegabilmente la 22ª ora.

Sicuramente hanno centrato nel segno lasciando questo sito gnomonico a ricordo imperituro della loro bravura della quale si parlerà anche in futuro, per lo meno nel modo della gnomonica.

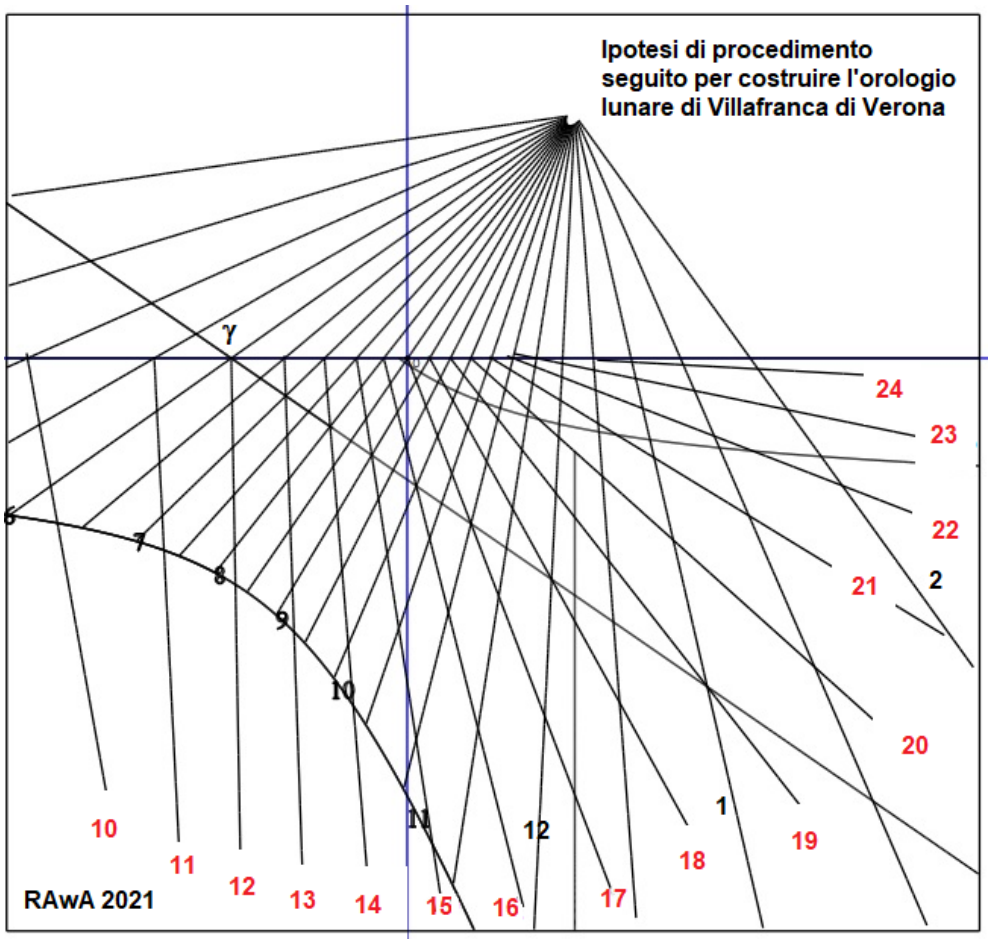


Fig. 6 – Ipotesi di applicazione del metodo che usa il cerchio equatoriale applicato all'orologio lunare.

Volendo convertire le ore pseudo-italiche lunari in ore italiche, e quindi riferite al Sole, si può procedere quasi nello stesso modo in cui si opera con un normale orologio solare a ore astronomiche usato con la Luna. In questo caso si può trasformare l'ora indicata dal nostro satellite in ora solare mediante le correzioni contenute in una tabella simile a quella presente nel noto orologio solare del Queen's College di Cambridge (UK), visibile alla scheda UK442 del Sundial Atlas. Per ogni valore della età della Luna la tabella mostra la correzione da apporre alla lettura per ottenere l'ora "vera". Si deve, pertanto, conoscere l'età della luna, ossia i giorni trascorsi dal novilunio, e aggiungere al valore della lettura notturna quello riportato nella casella corrispondente all'età della stessa; non si tratta quindi di un orologio specificamente lunare. L'orologio di Verona è invece esclusivamente lunare, nel senso che è stato calcolato per essere usato soltanto con la Luna anche se non è in grado di fornire direttamente alcun tipo di ora riconducibile al Sole; è però in grado di mostrare il tempo residuo della Luna prima che tramonti.

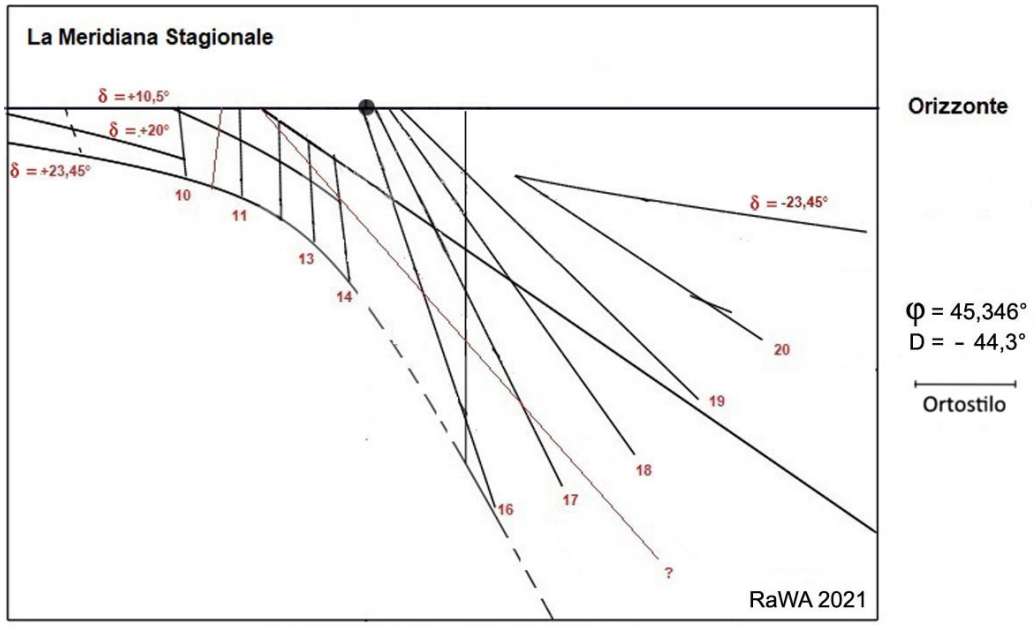
Età della Luna (g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tempo da aggiungere	0 h 48 m	1 h 36 m	2 h 24 m	3 h 12 m	4 h 0 m	4 h 48 m	5 h 36 m	6 h 24 m	7 h 12 m	8 h 0 m	8 h 48 m	9 h 36 m	10 h 24 m	11 h 12 m	12 h 0 m
Età della Luna (g)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tempo da aggiungere	12 h 48 m	13 h 36 m	14 h 24 m	15 h 12 m	16 h 0 m	16 h 48 m	17 h 36 m	18 h 24 m	19 h 12 m	20 h 0 m	20 h 48 m	21 h 36 m	22 h 24 m	23 h 12 m	24 h 0 m

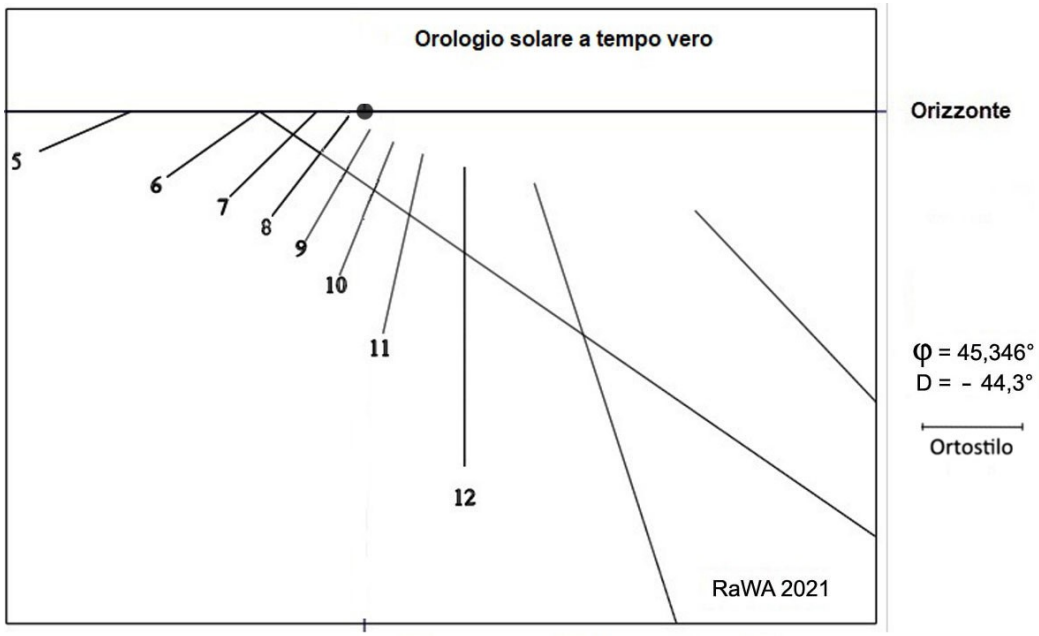
Tabella tradizionale da usare con orologi solari illuminati dalla Luna.

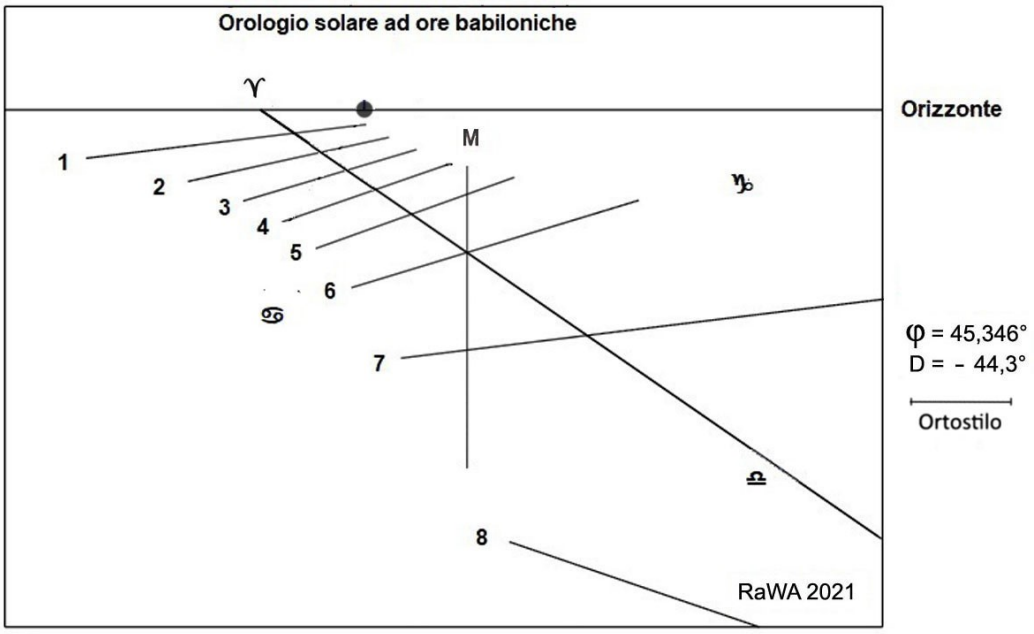
Anche qui è possibile convertire questa informazione in ora italica, applicando la seguente formula: età della Luna (espressa in ore e minuti secondo la tabella vista in precdenza) meno tempo residuo (in ore) indicato dal quadrante, uguale ora italica. Se, per esempio, l'età della Luna è uguale a 10 giorni, il che implica un anticipo di 8 ore, sottraendo 7 ore, ossia il tempo residuo indicato quando la Luna valica la linea dell'ora 17, si ottiene 1, a conferma che il Sole è tramontato da un'ora.

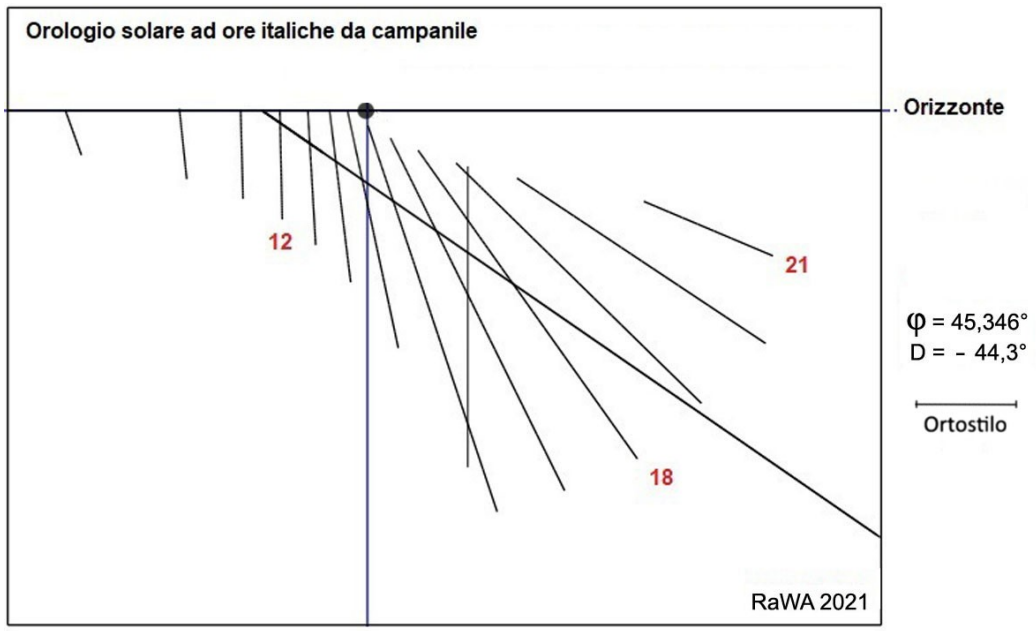
Le figure che seguono rappresentano gli altri quattro orologi solari, che costituiscono, con quello lunare e con il quadro delle istruzioni, il gruppo gnomonico tracciato sulla parete esposta a sud-est di Corte Spellini a Villafranca di Verona.

Ringrazio l'ing.Pietro Spellini per avermi fornito alcune informazioni e le bellissime foto.









Bibliografia

[Rif. 1] - Paolo Francesco Forlati, "*Segnatempo 'Veronensis'* ", Grafiche Fiorini, Verona, 1987.

[Rif. 2] - Pietro Spellini, intervento nella conferenza "L'Ombra e il Tempo", alla Festa delle Meridiane di Aiello del Friuli, maggio 2017, www.youtube.com/watch?v=3BHQwrnO0bE

[Rif. 3] - Sundialatlas, Atlante degli Orologi Solari, sundialatlas.net

[Rif. 4] - Pietro Poy, "*Un nuovo metodo di lettura dell'orologio lunare*", Orologi Solari, n. 6, Dicembre 2014.

[Rif. 5] - Giuseppe De Donà, "*Imprevedibile Luna*", Astronomia rivista dell'UAI, n. 2 Aprile-Giugno 2021.

Sul nome delle ore
Per un lessico gnomonico più corretto
- prima parte -

Oggi molti termini della gnomonica sono usati, inconsapevolmente o no, in modo errato. L'abitudine ormai inveterata ha fatto sì che col tempo questo frasario divenisse talmente comune — perfino fra gli stessi gnomonisti — da sedimentare in modo così tenace nel linguaggio collettivo che il riappropriarsi di una terminologia corretta potrebbe ricordare l'epico scontro di Don Chisciotte con i mulini a vento. In quest'articolo l'autore propone le sue meditazioni sull'argomento.

di Mario Arnaldi (marnaldi@libero.it)

Per favorire una più facile divulgazione della gnomonica abbiamo ormai da molto tempo accettato passivamente vocaboli impropri, pur sapendoli tali; chiamare ogni strumento gnomonico "meridiana", per esempio, ne è una prova più che evidente e da parte mia sarebbe un'inutile pedanteria spiegarne in questa sede il perché[1]. Abbiamo accettato di chiamare *alba* la "levata del Sole", pur sapendo che l'alba è un periodo preciso che precede l'aurora di almeno un'ora (i marinai lo sanno bene: l'alba a malapena illumina se stessa), e che l'aurora altro non è che la parte finale del crepuscolo mattutino[2]. Abbiamo sostituito la parola "orologio" con l'ormai dominante *quadrante*; un francesismo questo — *cadran solaire* — che non comprendo, visto che la parola "quadrante" definisce da sempre la quarta parte di qualcosa e, specialmente in astronomia, ha sempre indicato un particolare strumento ricavato nella quarta parte di un cerchio[3]. A tal proposito trovo interessante il titolo che Pier Nicolensis (alias Pier Giuseppe Lovotti) [rif. 21] ha dato al capitolo a pagina 115 del suo volume sugli orologi solari della Lunigiana: "*C'era una volta – Requiem per gli gnomoni senza quadro*", e a mio parere "*quadro*" — definizione, questa, già usata senza alternative da Girolamo Fantoni nella sua ponderosa opera sugli orologi solari [rif. 12 (*passim*)] — è un termine che identifica correttamente, senza creare confusioni, la superficie — piana o curva che sia, verticale od orizzontale — su cui è tracciato l'orologio solare. La stessa cosa credo che sia accaduta — ma forse solo a noi italiani — con le ore che chiamiamo *temporarie*: sembra anch'essa una contaminazione francese (*heures temporaires*) o spagnola (*horas temporarias*), ma questo sarà un argomento che affronteremo più sotto.

Riuscire a formulare un dizionario univoco della gnomonica è da tanto tempo il punto fermo di molti gnomonisti. Io stesso più d'una volta mi sono fatto baluardo in difesa di una più corretta terminologia, tornandone immancabilmente sconfitto.

Molti termini che distinguono un sistema orario dall'altro sono legati ad avvenimenti storici o a consuetudini locali e non definiscono esattamente la regola del sistema orario che si vorrebbe esporre; sono in pratica fondati su un

---

[1] Ricordo che tanti anni fa, gli gnomonisti anglofoni non riuscivano a comprendere questo nostro modo di chiamare indistintamente un orologio solare e una vera meridiana con un solo nome. Quest'abitudine, per loro tutta italiana, li confondeva (quasi quanto mi confuse il termine "analemma" da loro usato per identificare una lemniscata).

[2] Se ci dichiariamo orgogliosamente figli di Galileo, non possiamo ignorare che lo stesso nel suo *Sidereus Nuncius*, pubblicato nel 1610, usava tali espressioni correttamente nel descrivere quel «certo tenue chiaror periferico» che «sembra delineare l'orbita della parte tenebrosa» della Luna. Nelle sue osservazioni al 'cannocchiale' Galileo si accorse che la parte non illuminata dalla luce solare riluceva comunque di «un tal incerto chiarore» che egli definì con il termine «albeggiare»; e nel farlo non confuse questa definizione con la luce mattutina terrestre, perché quella da lui osservata era di colore «più chiaro e biancheggiante» rispetto a quella «specie di aurora» di luce ramata che si osserva sul nostro satellite durante le sue eclissi, affatto simile a quella crepuscolare, del mattino o della sera, sulla Terra.

[3] Il quadrante più semplice è quello di Tolomeo (talvolta chiamato anche 'plinto') che misura giusto l'altezza del Sole sull'orizzonte, ma esistono numerosi tipi di quadranti, in gnomonica il tipo più noto è il *quadrante orario*, che gli Islamici svilupparono in moltissimi modi, ma i più comuni in Occidente furono il *quadrans vetus* e il *quadrans novus* anche noto come 'quadrante di Profacio'. Nel Settecento anche la mostra degli orologi meccanici incominciò a essere chiamata con questo nome.

principio culturale che ha sicuramente la sua valenza e la chiarezza necessaria in una cerchia locale o ristretta, ma in un ambito più allargato no. In alcuni casi il *principio culturale* è più efficiente di altri quando vogliamo identificare senza troppi *distinguo* il tipo di manufatto e non le sue specifiche caratteristiche gnomoniche. Quando diciamo «orologio del pastore», per esempio, non stiamo usando un termine storicamente e gnomonicamente corretto, anche se a noi gnomonisti questa definizione restituisce immediatamente l'immagine dell'oggetto di cui stiamo parlando, perché anticamente quell'orologio si chiamava semplicemente *cilindro* o *orologio cilindrico*. Se ci rivolgiamo a un pubblico inesperto, invece, quel nome non descrive per nulla l'oggetto che abbiamo in mente (che orologi hanno i pastori?), ma se diciamo «orologio cilindrico», diamo a chi ci ascolta almeno l'idea della sua forma. Tuttavia non basta: l'attributo *cilindrico* può interessare una vasta gamma di orologi solari di quella forma, fissi e mobili, e che si sviluppano su corpi convessi o concavi; per offrire un'immagine più completa e restringere il ventaglio delle possibilità occorre precisare che è portatile. La designazione *orologio solare cilindrico portatile*, non è molto agile, lo so bene, ma oltre a essere corretta permette a chiunque di comprendere sia la forma sia l'uso di quello strumento che noi gnomonisti definiamo con più economia di termini *orologio del pastore* [4].

È, invece, più corretto basarsi sul *principio orario* (vd. l'articolo di Fabio Savian in questo stesso numero di OS) piuttosto che su quello *culturale* se dobbiamo parlare o scrivere del computo orario mostrato da un determinato orologio solare o meccanico, perché questo, oltre a essere univoco, esprime esattamente la tipologia delle ore usate in un orologio solare a prescindere dalla sua forma, ed è rafforzato dalla testimonianza dei testi dell'epoca in cui le ore in questione erano nate o usate. Mi spiego meglio. Sebbene sia provato che nei secoli XV e XVI il sistema orario *ab occasu solis* — cioè dal tramonto — fosse comune a molte nazioni europee e che, forse, non ebbe neppure origine nel nostro Paese [rif. 2 e 3], ore *italiane* e *italiche* sono, invece, termini molto in voga ancora oggi. Chiamiamo *temporarie* le ore che misuravano i giorni degli antichi Greci e dei Romani, *canoniche* quelle dei monaci medievali, *babiloniche* quelle contate dalla levata del Sole, *italiche* quelle contate dal tramonto del Sole e *astronomiche* o *francesi* quelle moderne. Se questa terminologia semplifica il dialogo in un contesto puramente divulgativo o confidenziale, si presta invece a giudizi meno flessibili in ambienti più accademici o fra esperti della materia.

Neppure in passato, però, le cose sono state sempre chiare: anche allora c'erano confusioni lessicali. Per risalire a un frasario storicamente accertato negli ambienti della gnomonica e ritrovare termini univoci ho dovuto, perciò, consultare molti vecchi e antichi volumi e diversi orologi solari d'epoca. Qui dunque non sciorinerò regole di *bon ton* gnomonico — che fra l'altro non esiste — ma proverò a evidenziare la necessità di trovare un lessico comune e rigoroso della nostra materia, sia dal punto di vista storico sia da quello scientifico e filologico. Un linguaggio che ci permetta di avere delle varianti da poter utilizzare secondo le situazioni, ma che a queste non consenta di abituarci. Per ri-trovare un dizionario corretto e coerente cercherò di esporre i fatti così come sono e il più chiaramente possibile. Iniziamo dalle definizioni fondamentali.

Il giorno e la sua misura

Come le fondamenta del più bello e nobile palazzo non possiedono orpelli inutili quali, stucchi, fregi, ori, decori pittorici, così anche tutto quello che conosciamo delle ore si fonda su due gruppi fondamentali che sia i Greci sia i Romani conoscevano già molto bene: le ore *uguali* e le *diseguali*[5] — dette anche *vulgares* (cioè comuni, consuete) [rif. 38, II, 99.3]. Le ore uguali erano dette anche *equinoziali* ed erano l'unità di misura per computi temporali e astronomici; con le *diseguali*, invece, si misuravano il giorno e la notte.
Presso i Romani il giorno si considerava di due tipi: *civile* e *naturale*[6]. Il giorno *civile* contemplava un unico ciclo di 24 ore *uguali*, comprendente notte e dì. I Greci chiamarono questo periodo *nychthemeron* (notte-giorno) e io, per evitare fraintendimenti, userò sempre questo termine per indicare il giorno nella sua interezza.

---

[4] A dire il vero, il più antico orologio solare di quel tipo fu ritrovato nella tomba di un medico di 2000 anni fa e forse, almeno per primogenitura dovrebbe essere chiamato "*orologio del medico*" [rif. 1].

[5] È quasi inutile ricordare al lettore che le ore *uguali* si chiamavano così perché avevano sempre la medesima durata tutto l'anno, mentre quelle ineguali, seppure uguali fra loro durante il medesimo arco di tempo giornaliero avevano durate diverse fra il giorno e la notte. Lunghezze, che variavano, inoltre, da un giorno all'altro.

[6] Nel Medio Evo al giorno *civile* greco-romano si sostituirà la qualifica di *naturale* mentre il giorno *naturale* romano sarà detto *artificiale* [rif. 4, pp. 48-49].

Si computava in modi differenti secondo gli usi delle varie popolazioni di allora: i Latini iniziavano a contare le ore dalla mezzanotte (*a media nocte*), i Babilonesi dalla levata del Sole (*ab ortu Solis*), gli Umbri dal mezzogiorno (*a meridie*) e gli Ateniesi dal tramonto (*ab occasu*). Il primo a parlarci di questo deve essere stato Marco Terenzio Varrone (116 a.C. – 27 a.C.) nel suo *Rerum humanarum*, perché quasi tutti citano solo lui senza ricordarne altri prima; in seguito ne scrissero anche Plinio il Vecchio (ca. 23/24 d.C. – 79 d.C.) [rif. 38, II, 188], Aulo Gellio (115 d.C – 165 d.C.) [rif. 39, III, 2.5], Censorino (metà III s.) [rif. 41, XXVIII, 3], Macrobio (ca. 385 – ca. 430) [rif. 40, I, 3.2] e poi molti altri trattatisti medievali e rinascimentali.

Le ore contate dal tramonto, dalla mezzanotte, dalla levata e dal mezzogiorno, dunque, sono tutte *uguali* ed *equinoziali* perché i loro piani orari tagliano l'equatore celeste negli stessi ventiquattro punti, ma solo quelli delle ore *a meridie* e *a media nocte* passano anche per l'asse polare, gli altri sono tangenti di cono. Occorre allora distinguere i due principi e in questo ci viene in aiuto un'indiretta ma illuminante definizione trovata da Gustav Bilfinger (1840 – 1914) nel 1892 [rif. 8, pp. 185-195]; in altre parole, Bilfinger suddivise i sistemi orari a ore uguali in due gruppi, secondo che il loro *principio orario* — cioè il punto d'inizio del computo — si collocasse in un momento fisso o mobile della giornata. Nel gruppo con principio orario *fisso* si annoverano dunque quelli il cui computo inizia con il Sole al meridiano (*a meridie* e *a media nocte*), e in quello con inizio *mobile* i sistemi *ab occasu* e *ab ortu*, che iniziano a contare le ore dal tramonto o dalla levata del Sole.

Il giorno *naturale*, invece, era formato da due parti distinte, la notte e il dì, e ognuna di queste, sia che fossero lunghe sia che fossero brevi, si suddivideva in 12 porzioni uguali, sebbene diverse in durata fra il giorno e la notte. Il computo iniziava alla levata del Sole e terminava con il suo tramonto, per poi ricominciare con il ciclo notturno che cominciava con il tramonto e terminava col Sole all'orizzonte orientale; questo sistema orario dunque era a *doppio inizio mobile*: la levata, dava principio al computo diurno e il tramonto, a quello notturno. Erano ore di uso comune e scandivano la vita di tutti i giorni. Incomincerò allora a proporvi le mie considerazioni partendo proprio da questo sistema orario.

Le ore ineguali

Le ore disuguali sono di origine molto antica e, per semplicità di esposizione, le potremmo dividere in due o, forse, tre tipi: *antiche*, *medievali* e *planetarie* o, come si preferisce chiamarle oggi, *eclittiche*. Tutte presiedevano al computo orario del giorno *naturale*. Fra le *antiche*, oltre alle *temporali* greco-romane prima ricordate, includerei quelle governate (più o meno consapevolmente) dall'angolo verticale (spesso con le *temporali* confuse) nonché le egizie e le babilonesi, che non erano propriamente *temporali* perché misurate con metodi imprecisi. Le *medievali* (imprecise anch'esse) erano di tanti tipi fra le quali mi sento di escludere quelle *canoniche* (vedremo più avanti il perché).

L'epoca antica

Le ore ineguali nacquero in Egitto già nel secolo XV a.C. [rif. 18], ma per tanti altri, almeno fino all' VIII a.C., rimasero prive di una struttura gnomonica precisa; tutto si basava su un'approssimazione aritmetica, una sorta di progressione regolare della lunghezza delle ombre [rif. 29 e rif. 4].
Gli orologi solari dell'antico Egitto — almeno quelli giunti fino a noi — erano tutti portatili. Il più antico, oggi conservato nel Museo Egizio di Berlino (inv. N. 19744), è uno strumento assai noto per la sua forma di L coricata (Fig. 1) e risale al periodo di Thutmosis III (1501 – 1450 a.C.) e a quel medesimo secolo pare risalire anche il più antico orologio solare verticale, oggi custodito nei Reali Musei d'Arte e Storia di Bruxelles [rif. 8] (Fig. 2).

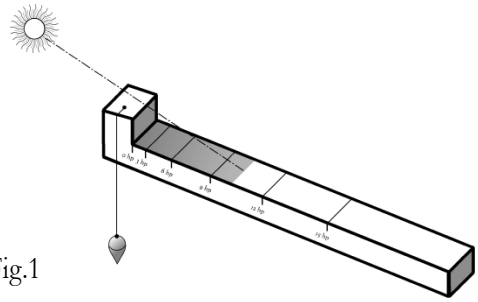


Fig.1

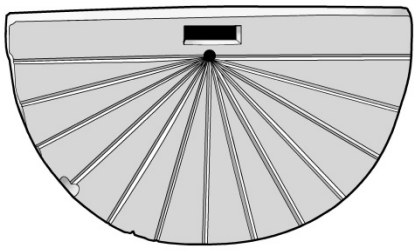


Fig.2

I due orologi solari dell'antico Egitto nella riproduzione grafica dall'autore.

Quest'ultimo modello era anche molto piccolo e semplice: su una superficie piana le linee orarie si aprivano a raggiera dal piede dello gnomone, suddividendo in 12 porzioni uguali lo spazio semicircolare entro cui erano inscritte e fu usato almeno fino al secolo I a.C. [rif. 4, pp. 158-159]; più tardi tornò in auge in epoca tardo-romana (incidere un semicerchio su una lastra piana con linee rette radiali doveva essere certamente più economico che scavare un *Hemicyclium* o un *Hemysphaerium* con aggiunta di decorazioni scultorie). Ricomparve probabilmente nelle isole britanniche fra i secoli VI e VIII in ambito monastico e continuò a essere il modello fondamentale per buona parte del Medio Evo europeo.

Ovviamente una simile costruzione non era paragonabile al tracciato ottenuto con la gnomonica geometrica greco-romana, ma si fondava su un antico sistema di coordinate celesti che Claudio Tolomeo (sec. II) descrisse nel suo libro sull'Analemma [rif. 10 e rif. 33] [7]. Tolomeo non spiegò l'uso di queste coordinate per la costruzione di orologi solari (lo lasciò solo intendere), ma chi ne ha studiato il testo, incominciando da Federico Commandino nel 1563, le ha in tal senso investigate. Ai giorni nostri ricordiamo Neugebauer [rif. 20, vol. 2, pp. 848-856], Sinisgalli e Vastola [rif. 33], Fred Sawyer [rif. 27], Gianni Ferrari [rif. 13, pp.409-421] e Fabio Savian [rif. 26] [8].

Dubito, però, che gli orologi solari a raggiera fossero calcolati dai loro costruttori e anche non credo che costoro fossero coscienti del sistema che Tolomeo secoli dopo ci avrebbe tramandato. Ritengo, piuttosto, che gli orologi fossero tracciati semplicemente duplicando un primo prototipo nato da un'attenta osservazione delle ombre. Il tracciato era molto semplice, non implicava né la conoscenza di geometrie sofisticate né la completa padronanza di una concezione sferica del cosmo.

Gli astronomi assiri e babilonesi impararono la suddivisione del giorno sicuramente dagli Egizi, così anche a Babilonia le ore ineguali — chiamate *Bēr qaqqar* [rif. 23] o *simānu* dai Sumeri [rif. 28, p.5]) — non erano misurate seguendo i precisi criteri che oggi riconosciamo alle vere ore temporali. Purtroppo sappiamo pochissimo sulla forma degli orologi solari mesopotamici, perché non sembra esserne sopravvissuto neppure uno. Quel poco che finora conosciamo ci è pervenuto grazie a due tavolette d'argilla — non datate, ma forse di epoca ellenistica — che descrivono qualcosa di molto simile agli orologi solari verticali egizi [rif. 29, p.5] [9] ma sappiamo che in Mesopotamia si preferiva dividere il *nychthemeron* sempre in porzioni di uguale durata (12 anziché 24). L'unità di misura ufficiale era *l'Uš*, considerato sia come *grado*, nelle misure angolari, sia come particella di tempo, pari a quattro minuti moderni; il suo multiplo era il *Bēru*, ovvero il *Kaspu*, cioè la somma di 30 *Uš*, equivalente alla durata di due ore moderne[10].

I Greci, secondo quanto scrisse Erodoto (sec. V a.C.) nelle sue *Storie* (II, 109,3) appresero dai Babilonesi la divisione del giorno in dodici parti. Anche se non abbiamo la certezza di cosa intendesse lo storico greco con "giorno" (intendeva il *nychthemeron* o solo il periodo di presenza del Sole sopra l'orizzonte?) è verosimile che si riferisse proprio alle ore ineguali ma, come abbiamo visto più sopra, a Babilonia non si conosceva il metodo matematico-geometrico per tracciare un corretto orologio solare per quel tipo di ore: credo allora che ai Greci fu trasmessa solo la nozione della suddivisione del giorno in 12 + 12 e il relativo metodo aritmetico da loro adottato.

I Babilonesi, comunque, godettero sempre di grande fama d'astronomi e Vitruvio (I secolo a.C.) mise proprio Beroso il Caldeo (sacerdote, astrologo e astronomo, vissuto fra il IV e il III secolo a.C.) al primo posto fra gli inventori degli orologi solari da lui elencati [rif. 36]. Vitruvio lo reputò autore dell'*Hemyciclium excavatum ex quadrato ad enclimaque succisum* cioè una semisfera scavata in un blocco di pietra quadrangolare, tagliata poi secondo la latitudine prescelta. Probabilmente fu quello il periodo in cui s'incominciarono a produrre orologi solari scavati in forma sferica, a immagine riflessa del cosmo.

---

[7] Tolomeo scrisse nel primo secolo della nostra Era e, sebbene narrasse di cose a lui molto lontane, scrisse con la conoscenza di un astronomo qualificato, che aveva assimilato abbondantemente l'esperienza ellenistica. Non disse esplicitamente nulla sulla costruzione degli orologi solari e il mio sospetto è che le sue nozioni sulla Sfera fossero il frutto d'intuizioni antiche rielaborate poi in epoca ellenistica.

[8] Tutti hanno esaminato le possibilità dell'*ectemoro* o le combinazioni fra i vari angoli generati da quelle coordinate, ma nessuno, a parte Savian, ha preso in esame l'angolo *verticale*.

[9] Gli orologi solari inseriti in altre forme tridimensionali e curve saranno una caratteristica del periodo ellenistico greco e romano (dal 323 fino al 31 a.C.); sia in Egitto sia in Mesopotamia, infatti, la proiezione dell'ombra dello gnomone avveniva sempre su una superficie piana.

[10] I babilonesi usavano anche il 'doppio Kaspu' e, nella misura delle lunghezze dei giorni, un'altra particolare unità di misura, pari a 24 minuti, ricavata dividendo per 60 l'intera durata del *nychtemeron* [rif. 32, p. 71]

I Greci furono i primi a sviluppare una rigorosa e salda struttura geometrica per rappresentare correttamente sia le ore *uguali* sia quelle *ineguali* su una superficie piana o curva, ma questo avvenne solo nel IV secolo a.C., cioè all'epoca cui risalgono i loro primi orologi solari equatoriali[11].

I Romani conobbero le ore un secolo più tardi [rif.40, XXIII.8] e diedero loro determinate etichette secondo la loro durata: in rapporto alla stagione, distinguevano le ore ineguali con nomi diversi: le corte ore dell'inverno erano dette *horae brumales* o *hibernae*, agli equinozi *aequinoctiales*, distinguendo con questo nome anche le ore uguali dalle ineguali, mentre quelle lunghe dell'estate erano definite *aestivae* o *solstitiales*.

Il Medio Evo

Nel primo Medio Evo le cose non cambiarono molto, perché il sistema orario continuò a essere quello dei secoli precedenti e nel linguaggio comune le ore furono sempre considerate senza una definizione precisa, d'altro canto l'intera ecumene cristiana conosceva ancora due soli generi di ore: le *uguali* e le *ineguali*; nessun'altra cosa era richiesta[12].

Aggettivi differenti per distinguere le ore *ineguali* dalle altre incominciarono a essere utilizzati solo dopo: attorno al secolo XII o XIII furono dette *artificiali* (perché suddividevano il giorno *artificiale* [quello che i Romani chiamavano *naturale*]) e *temporali* (perché secondo le stagioni variavano la loro durata). Più tardi *planetarie* (perché si credeva che fossero dominate dall'influsso dei pianeti) e, ancora più avanti, *giudaiche* (perché citate nei Vangeli), eccetera. Ai giorni nostri, però, il vocabolo più utilizzato è quello di 'ore *temporarie*', perché?

Diciamo subito che gli attributi *temporale* e *temporario* sono entrambi di origine latina e che nei dizionari s'identificano come sinonimi, eppure fra i due aggettivi una sottile e precisa differenza doveva esserci se fra i secoli XII e il XV tutti i traduttori di opere islamiche e gli autori di opere matematiche e astronomiche preferirono definire *temporali* piuttosto che *temporarie* le ore antiche ineguali. Quando nacque, allora, l'uso del termine *temporarie* e perché lo usiamo così tanto oggi?

La nascita delle "ore temporarie"

Nel secolo XII furono tradotte in latino le opere di Alfragano (al-Farghānī, sec. IX)[13] e di Albategno (al-Battani, fl. secc. IX-X)[14]. In questi testi, molto diffusi in Europa fino al secolo XVI, il termine *temporarie* per indicare le ore antiche ineguali non è mai presente: al suo posto leggiamo sempre *temporali*.[15]

Il primo testo in volgare, dove la denominazione di *ore temporali* appare ogni volta che si citano le *ore antiche* è racchiuso nella ponderosa opera in cinque libri, intitolata *Libros del saber de astronomìa*, che fu fatta compilare in castigliano fra gli anni 1276 e 1279 da Alfonso X re di Castiglia, detto 'il Saggio'.[16] In quei libri che condensavano le conoscenze astronomiche e gnomoniche nella Spagna andalusa di allora, le ore sono sempre chiamate "*temporales*", cioè *temporali*, e "*temporali*" sono definite anche nell'unica copia dei *Libros* di Alfonso (ms Vaticano Lat. 8174), tradotta nella prima metà del Trecento in volgare fiorentino.[17]

Dante Alighieri [rif. 11] usò il medesimo termine nel trattato III e IV del suo *Convivio*, scritto fra gli anni 1304 – 1307, ma non poteva conoscere i *Libros* di Alfonso perché quel manoscritto giunse dalla Spagna a Firenze solo dopo il suo

---

[11] Strano a credersi ma le ore uguali furono le prime a essere misurate su un corretto tracciato gnomonico. I più antichi orologi solari greci non furono gli *Hemicyclium* o gli *Hemysphaerium* che siamo ormai abituati a vedere fra i reperti dell'archeologia gnomonica, bensì dei semplicissimi equatoriali incisi su lastre piane di marmo con linee rette aperte a raggera equidistanti 15° l'una dall'altra [rif. 30, p. 63 e rif. 31].

[12] Sui sistemi orari medievali vedi ampia trattazione in [rif. 4].

[13] Tradotta in latino da Giovanni di Siviglia e da Gerardo da Cremona.

[14] Tradotta da Platone di Tivoli.

[15] Evidentemente il termine arabo per definire le ore antiche ineguali non poteva tradursi in latino se non e solo con l'aggettivo "*temporali*".

[16] Spesso ci si riferisce ai *Libros* come se Alfonso X ne fosse l'autore, ma bisogna ricordare che il re ne fu solo l'illuminato committente. L'opera fu commisionata a un gruppo di astronomi arabi ed ebrei. I libri dedicati agli orologi solari furono scritti da Rabbi Isaac ha-Hazzan ben Sid di Toledo, noto come Rabisag, che assieme a Yehudá ben Moshé e Samuel ha-Levi formavano il "gruppo di Toledo".

[17] Il manoscritto appartenne a tal Gueruccio, figlio di Cione Federighi di Firenze. Nella metà del Trecento Gueruccio si trovava a Siviglia e prima di tornare a Firenze, sua città, si fece copiare il libro di Alfonso X tradotto dal castigliano al fiorentino.

esilio, però, aveva letto il *Liber de aggregationibus* di Alfragano — è lui stesso a citarlo più volte nel *Convivio*[18] — e in quel libro, di cui esiste una copia manoscritta a lui coeva nella Biblioteca Medicea Laurenziana, il termine sempre usato è *ore temporali*.[19] Nel volgare fiorentino, dunque, si usava già dire "ore temporali", e questo non per conoscenza dell'opera alfonsina ma per diretta volgarizzazione dal latino.

La stessa definizione la incontriamo poi nel *Kalendarium* del Regiomontano, pubblicato a Venezia alla fine del Quattrocento, in volgare veneto [rif. 24]. È dunque chiaro che nella lingua italiana, non latina, dei secoli XIV e XV '*ore temporali*' era l'unico vocabolo utilizzato come sinonimo di quelle ineguali.

La variante '*temporarie*' non compare né nella letteratura latina classica né nelle opere medievali, che siano esse scritte in volgare o vergate in latino; non ve n'è traccia neppure in quelle rinascimentali e scarse presenze nei testi successivi. In sole due cinquecentine, pubblicate in Italia ed entrambe in lingua latina, incontriamo — comunque con estrema parsimonia — l'aggettivo *temporarie* per indicare le antiche ore ineguali: la prima è il commento alla *Sphera* di Giovanni Sacrobosco, scritto da Cristoforo Clavio (le ore ineguali sono definite *temporarie* una sola volta e in un'unica pagina) [rif. 9, p. 405] e la seconda (due sole volte in tutto il testo) nel commento all'*Astronomicon* di Manilio, composto da Giovanni Scaligero [rif. 28].

Nella maggior parte dei testi astronomici e gnomonici dei secoli XVI e XVII, quando ormai si conosceva bene il tracciamento corretto di un orologio solare per ore antiche, si preferì definirle *ineguali* o *planetarie*. Continuarono tuttavia a inserire l'aggettivo "*temporali*" fra gli altri sinonimi: il tedesco Johannes Stöffler nel 1513 [rif. 34][20], l'abate Francesco Maurolico nel 1575 [rif. 16, pp. 27-28], Cristoforo Clavio in numerosi passaggi del suo commentario sulla *Sphera* del Sacrobosco [rif. 9, *passim*] e nel 1586 anche il veronese Giovanni Padovani [rif. 22, p. 8][21]. Nel 1618, nell'*Epitome* sull'astronomia copernicana e in altri suoi testi [rif. 14], Giovanni Keplero chiamò le ore ineguali *temporali* e agli inizi del Settecento tornò a citarle così anche Carlo Cesare Scaletti nella sua *Epitome gnomonica*.

Il termine "*ore temporarie*" ebbe dunque un utilizzo abbastanza raro, che andò lentamente a scomparire verso il secolo XVIII. Mi sembra troppo poco per concedergli la supremazia sulle altre forme lessicali e mi stupisce l'uso ormai abituale che questa definizione ha preso in Italia dalla fine del 1900.

Il primo a reintrodurre il termine abbandonato di *temporarie* per indicare le ore antiche sembra essere stato Girolamo Fantoni nel 1988 [rif. 12], perché nel 1987-88 Vittorio Zanetti [rif. 37] le definì semplicemente "*ineguali*". Il fatto, però, che il Fantoni abbia intitolato sia il capitolo sia il sotto capitolo, relativi alle ore ineguali, definendole "*temporarie*" per poi usare sempre l'aggettivo "*temporali*" nel corpo del testo, sembra far capire che non ci fosse ancora una reale convinzione da parte dell'ammiraglio verso quel termine [rif. 12 (pp. 246-247)]. La sua autorevolezza, però, non fu sufficiente a reintrodurre immediatamente quel termine nella letteratura gnomonica: il traduttore dell'edizione italiana del volume scritto da René R. J. Rohr nel 1982 e pubblicato in Italia un anno dopo al trattato del Fantoni, infatti, fedele al testo originale in tedesco, mantenne il nome "*temporali*" (da *temporal stunden*) [rif. 25]. Così fu anche per Pierluigi Lasagna, che nel 1989 [rif. 15], usò solo due sinonimi, ore *temporali* e ore *diseguali*, e ancora nel 1991 Gabriele Vanin con il nome di "*temporali*" [rif. 35]. L'aggettivo "*temporarie*" ha ripreso vigore — talvolta senza porre alcuna alternativa — solo nei testi successivi ed è ancora oggi usato normalmente in molti scritti di gnomonica.

Per le numerose ragioni storico-filologiche elencate più sopra io ho sempre preferito utilizzare il termine "*ineguale*" o "*temporale*" [22].

Giunti a questo punto, occorre fare una pausa per chiarire un importante *distinguo*. Le opere arabe, latine e volgari che abbiamo citato sopra, sebbene siano tutte medievali, fanno sempre riferimento alle ore misurate da orologi solari regolarmente costruiti per mostrare le ore temporali, mentre sulle chiese di quel tempo si tracciava tutt'altro grafico,

---

[18] *Convivio*, II, V, 16 e II, XIII, 11

[19] "*Iam igitur manifestum est quod horae aequales sunt quae numero diversificantur secundum quantitatem longitudinis diei et brevitatis eius sed tempora ipsarum aequantur et horae temporales sunt quarum tempora diversificantur sed non diversificatur earum numerus.*"; Alfragano (1910), Il Libro dell'aggregazione delle stelle secondo il Codice Mediceo-Laurenziano Pl. 29, Cod.9, contemporaneo a Dante, introduzione e note di Romeo Campani, Casa Tipografico-Editrice S. Lapi, pp. 106-107; Ms. Mediceo Laurenziana Plut. 29.09 cc. 9v-10r; anche nelle traduzioni latine e spagnole medievali (XII e XIII sec.) dell'opera astronomica di Al-Battani (lat. Albategno) le ore ineguali sono dette *temporali* [rif. 17].

[20] Lo stesso termine sarà usato nelle edizioni successive: nel 1524 e nel 1535.

[21] Nel suo *Opus de compositione et usu multiformium horologiorum solarium pro diversis mundi regionibus*, pubblicato nel 1570, però, usa sempre il termine '*ineguali*'.

[22] Gli anglofoni le chiamano ancora oggi correttamente *seasonal hours* o *temporal hours* e i tedeschi *temporal stunden*.

secondo il modello che abbiamo già visto nell'antico Egitto e poi nella tarda romanità. Non esiste una sola chiesa in Europa che mostri sulle sue pareti un orologio solare a vere ore temporali. Gli orologi solari medievali europei, così come quelli dell'antico Egitto, non potevano mostrare le ore temporali vere e, sebbene credute tali da chi ne usufruiva, segnavano una divisione oraria completamente diversa. Le durate delle ore erano differenti non solo fra la notte e il giorno ma anche nello stesso arco temporale e, finché non s'incominciarono a produrre strumenti più precisi di un semplice orologio solare a linee radiali equispaziate, questa differenza non era percepita oppure considerata irrilevante anche dalle persone più erudite[23]. Già solo per questo motivo le ore mostrate da un orologio solare medievale oggi andrebbero distinte con molta attenzione da quelle indicate su un corretto orologio solare a ore temporali.

Non è facile, ma per non generare più confusione di quanto non ne crei l'argomento, già così sfuggente, a mio avviso occorrerebbe coniare un termine preciso per poterle definire senza incertezze. Se a buona ragione non possono essere chiamate 'temporali', quale dovrebbe essere allora il termine più appropriato e disambiguo da usare in questo caso?

Oggi, soprattutto in Francia, gli orologi solari medievali sono chiamati *tout court* orologi solari canonici (*cadrans canoniaux* in Francia, orologi solari *a ore canoniche* in Italia) a prescindere dal fatto che essi veramente mostrino le Ore della preghiera o quelle dell'arco diurno. Come ho avuto modo di ricordare più di una volta, questa è una definizione il più delle volte errata, ma tornerò su quest'argomento nella seconda parte di quest'articolo.

Considerate le numerose varianti, assegnare un nome univoco a tutti i tipi di ore ineguali esistenti è estremamente difficile. A mio parere la ricerca spasmodica di un termine nuovo non ha senso quando si ragiona in termini generali, perché la storia ci ha già consegnato un nome generalizzato che soddisfa a pieno la corretta nomenclatura, e questo è proprio '*ore ineguali*'. Se vogliamo distinguere un modello dall'altro possiamo usare il principio gnomonico che li caratterizza: l'*angolo orario* per le vere ore *temporali* e l'*angolo verticale* per le ore mostrate da un orologio solare a linee radiali equispaziate. Per queste ultime, purtroppo, non esiste ancora un nome che metta tutti d'accordo e per ora l'unico modo per definirle è, a mio avviso, solo quello di abbinarle al *principio culturale*. Credo che definire '*temporali medievali*', o ancor meglio solo '*medievali*', le ore mostrate da un orologio solare di quel tipo sia sufficientemente corretto per almeno tre ragioni: la prima è che le collochiamo in un periodo abbastanza lungo da stabilire una tradizione (il Medio Evo durò ben mille anni) e la seconda è che nel medio Evo esisteva una grande varietà di suddivisioni orarie, alcune così popolari da divenire esse stesse un sistema orario a tutti gli effetti, e la terza è che così le definiamo senza troppe ambiguità rispetto alle ore *temporali vere*, che invece erano misurate su tracciati corretti o con strumenti più precisi, come i quadranti e gli astrolabi.

Bibliografia

[1] ARNALDI, MARIO; SCHALDACH, KARLHEINZ (1997), "*A Roman cylinder dial: witness to a forgotten tradition*", in «JHA» xxviii, 107-117.

[2] ARNALDI, MARIO (2006), "*Le ore italiane. Origine e declino di uno dei più importanti sistemi orari del passato (prima parte)*", in «Gnomonica Italiana» n.11, luglio, pp. 10-18.

[3] ARNALDI, MARIO (2007), "*Le ore italiane. Origine e declino di uno dei più importanti sistemi orari del passato (seconda parte)*", in «Gnomonica Italiana» n.12, Maggio, pp. 2-10.

[4] ARNALDI, MARIO (2011), *Tempus & Regula - Orologi solari medievali italiani: le origini, la storia*, vol. 1.

[5] ARNALDI, MARIO (2015), *Tempus & Regula - Orologi solari medievali italiani: la Sardegna*, vol. 2.

[6] BILFINGER, GUSTAV (1888), "*Die Babylonische Doppelstunde. Eine chronologische Untersuchung*", in «Programm des Eberhard-Ludwigs-Gymnasiums in Stuttgart zum Schlusse des Schuljahrs 1887–88, Stuttgart.

[7] BILFINGER, GUSTAV (1892), *Mittelalterlichen Horen un die Modern Stunden*, Stuttgart.

[23] Quando si parla di orologi solari antichi, bisogna aver presente che socialmente le persone non erano interessate alla cronometria (questo è un concetto relativamente moderno) quanto a una scansione temporale adeguata ai propri bisogni. Nella maggior parte dei casi, infatti, occorre essere capaci di abbandonare il concetto moderno di "misura" del tempo e senza indugi accogliere quello di "percezione" del tempo. Questo è anche uno dei motivi per cui troviamo, fin dall'antichità greco-romana, orologi solari emisferici con le linee tracciate secondo il principio dell'*angolo verticale*.

[8] CAPART, JEAN (1938), „*Horologes Égyptiennes*, in «Bulletin des Musées Royaux d'Art et Histoire», Troisième série, Dixième année, n. 3, Bruxelles, pp. 49-54.

[9] Clavio, Cristophoro (1585), .

[10] Commandino, Federico (1562), *Claudii Ptolemaei liber de analemmate*, Romae.

[11] Dante Alighieri, *Convivio*, Garzanti, 1990.

[12] FANTONI, GIROLAMO (1988), *Orologi Solari. Trattato completo di gnomonica*, Technimedia, Roma.

[13] FERRARI, GIANNI (2015), *Le meridiane dell'antico Islam*, Youcanprint.

[14] Keplero, Giovanni (1858), *Opera omnia*, Francoforte.

[15] LASAGNA, PIERLUIGI. (1989), *Ombre Cronometriche*, (I Quaderni di Planetario), Tecnimage, Aosta.

[16] Maurolycus, Franciscus (1575), *Opuscula mathematica.*

[17] NALLINO, CARLO ALFONSO (1899-1907), *Al-Battānī sive Albatenii Opus Astronomicum. Ad fidem codicis escurialensis arabice editum*, Roma, Milano.

[18] NEUGEBAUER, OTTO (1955), *Astronomical Cuneiform Texts.*

[19] NEUGEBAUER, OTTO & PARKER, A. RICHARD (1960), *Egyptian astronomical texts,* vol. I, Briun University Press, Providence, Rhode Island, by Lund Humphries, London.

[20] NEUGEBAUER, OTTO (1975), *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, voll. 2, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.

[21] NICOLENSIS, PIER (2012), *Orologi Solari della Lunigiana storica*, collana «Genti e Paesi» XII, Accademia lunigianense di Scienze "G. Cappellini", La Spezia.

[22] Paduani, Joannis (1586), *De temporum computatione et divisione.* località

[23] PINGREE, DAVID & REINER, ERICA (1974-77), *A Neo-Babylonian Report on Seasonal Hours*, in «Archiv fuer Orientforschung», 25, pp. 50-55.

[24] Regiomontanus (1476), *Kalendarium*, Venetiis.

[25] ROHR, RENE R. J. (1989), *Meridiane*, (tit. orig. *Die Sonnenuhr*) Ulisse Edizioni, Torino.

[26] SAVIAN, FABIO (2009), "*Le ore antiche, il percorso travagliato del primo sistema orario*", in «Gnomonica Italiana», anno VI, n. 17, pp. 39-48.

[27] SAWYER, W. FRED (1998), "*Ptolemaic Coordinate Sundials*", in «The Compendium», vol. 5, n. 3.

[28] Scaligero, Giuseppe (1590), .

[29] SCHALDACH, KARLHEINZ (2006), *Die antiken Sonnenuhren Griechenlands. Festland und Peloponnes*, Verlag Harri Deutsch.

[30] SCHALDACH, KARLHEINZ (2017), *Measuring the Hours: Sundials, Water Clocks and Portable Sundials*, in «Time and Cosmos in Greco-Roman Antiquity», Alexander Jones ed., Institute for the Study of the Ancient World at New York University, Princeton University Press, Princeton and Oxford, pp.63-93.

[31] SCHALDACH, KARLHEINZ (2021), *Die antiken Sonnenuhren Griechenland*, voll. 2, (Band 1: *Die Funde in historischer Sicht*; Band 2: *Kataloge – Analysen – Texte*), Berlin: Edition Topoi.

[32] SCHIAPARELLI, GIOVANNI (1925), *Scritti sulla storia della Astronomia antica*, Zanichelli.

[33] SINISGALLI, ROCCO & VASTOLA, SALVATORE (1992), *L'Analemma di Tolomeo*, Cadmo, Firenze.

[34] Stöffler, Johannes (1513), *Elucidatio fabricae ususque astrolabii*, Oppenheim.

[35] VANIN, GABRIELE (1991), *Le meridiane bellunesi*, Comunità montana feltrina, Centro per la Documentazione della Cultura Popolare, (quaderno n. 9), Libreria Pilotto editrice, Feltre.

[36] VITRUVIO, *Varie edizioni.*

[37] ZANETTI, VITTORIO (1987-88), *Le Meridiane. Come funzionano; come possono servire per spunti didattici nelle scuole*, Università degli studi di Trento. Dipartimento di fisica.

[38] C. Plinio Secondo, *Naturalis Historiae.*

[39] Aulo Gellio, *Noctes Acticae.*

[40] Anbrogio Teodosio Macrobio, *Saturnalia.*

[41] Censorino, *De die natali.*

Il marcatore di amplitudine negli orologi solari analemmatici

L'autore descrive la scelta operata nel posizionare il marcatore di levata e tramonto del Sole nella meridiana analemmatica realizzata al Follo di Valdobbiadene. Richiama gli autori che si sono già occupati del tema e confronta le differenze in termini di direzione e di tempo conseguenti alla scelta di un Marcatore Solstiziale rispetto ad altre possibili.

di Giuseppe De Donà (bepidedona@gmail.com)

L'astronomo tedesco Johann Heinrich Lambert pubblicò nel 1770 un testo di matematica applicata [1] dove, in un capitolo [2], descrisse un metodo geometrico (ora noto come i "Cerchi di Lambert") per individuare su una meridiana analemmatica gli istanti della levata e del tramonto del Sole.

Prendendo spunto da quel lavoro, nel 2002 lo gnomonista canadese Roger Bailey ideò un modo semplice (ma meno preciso), per trovare la posizione del Sole sull'orizzonte al sorgere e al tramonto posizionandosi sulla piastra gnomonica in corrispondenza della data del giorno di osservazione [3].

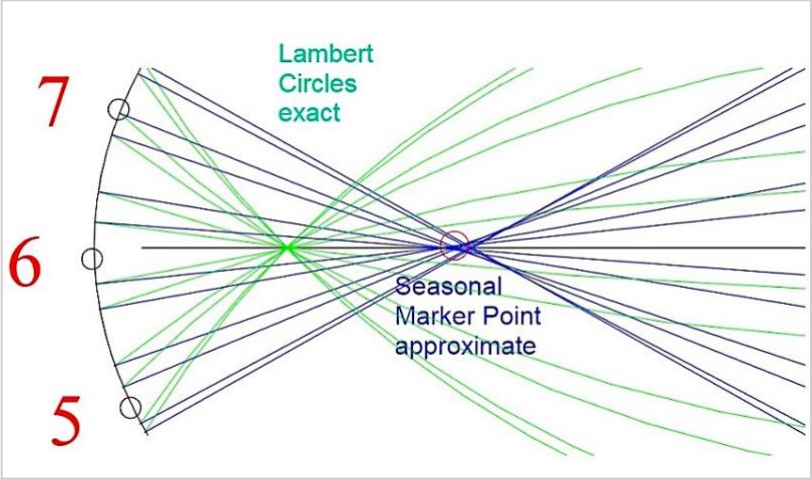


Figura 1 – Il Cerchi di Lambert e i Seasonal Markers pubblicati da Bailey su [4]

L'autore si accorse che i segmenti che uniscono la posizione dello gnomone rispetto agli istanti di levata e tramonto sull'ellisse, individuati muovendosi sulla base graduata durante l'anno, intersecano l'asse maggiore in punti fra loro molto vicini. Fra tutti, Bailey ne scelse due, uno a levante e uno a ponente, destinati ad indicare all'osservatore la direzione e l'ora di levata e tramonto del Sole (Figura 1).

Li chiamò "*Seasonal Markers*" e suggerì di scegliere quelli individuati dalla declinazione solare ±20.2°, per minimizzare l'errore.

Nel 2014 su [5] il compianto Gianni Ferrari fece "*il sunto di entrambi i lavori per farli conoscere agli gnomonisti italiani, per spiegare le argomentazioni di Lambert, per giustificare l'uso degli "indicatori" e indicare come sia possibile trovare la posizione di questi punti*".

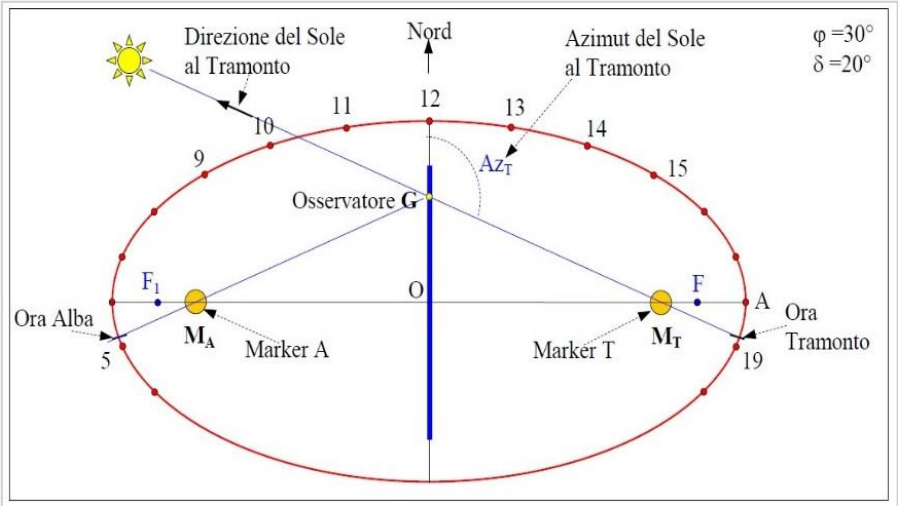


Figura 2 – Spiegazione di Gianni Ferrari sull'utilizzo dei Seasonal Markers [5].

In Figura 2 egli mostra come utilizzare i *Seasonal Markers* di Bailey e indica una formula empirica per calcolare la distanza X_M (di M_A e M_T dal centro O):

$$x_M = a \cdot \cos^2 \varphi \cdot \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \varphi}{7.3}} \qquad (1)$$

dove *a* è il semiasse maggiore dell'ellisse e φ la latitudine del luogo d'osservazione. La (1) è ritenuta "*valida per valori della latitudine compresi fra 30° e 55°... circa*".

L'amplitudine

In astronomia e nautica, l'amplitudine A_m è l'arco di orizzonte compreso tra i punti cardinali Est (E) -*amplitudine ortiva*- o Ovest (W) -*amplitudine occasa*- e il punto dove l'astro sorge o tramonta. Inoltre, se il Sole è a nord dell'equatore celeste (declinazione positiva) l'amplitudine è definita settentrionale (N) mentre se è a sud è definita meridionale (S). Con riferimento al centro del Sole posto sull'orizzonte astronomico, il suo valore è dato dalla relazione:

$$senA_m = \frac{sen\delta}{\cos\varphi} \qquad (2)\ [6]$$

dove δ è la declinazione del Sole e φ la latitudine del luogo di osservazione. Quindi, per esempio, nella Piazza del Follo di Valdobbiadene (lat. 45.9°N, long. 12.04°E), il 18 agosto l'Azimut del Sole (δ +13°~) al sorgere e tramonto è rispettivamente di 71.2° e 288.8° misurati da Nord e i relativi valori di amplitudine sono E18.8°N e W18.8°N. Il 29 ottobre il Sole (δ -13°~) sorge e tramonta con Az. 108.8° e 251.2° (da N) e l'amplitudine è E18.8°S e W18.8°S.

Evidentemente la direzione di levata e tramonto di cui parlano Lambert, Bailey e Ferrari coincide con l'amplitudine.

La meridiana analemmatica del Follo a Valdobbiadene (TV)

Nel 2018 Gian Antonio Geronazzo, organizzatore del Seminario di Gnomonica di Valdobbiadene del 2017, mi chiese di progettare una meridiana per la Piazza del Follo di Valdobbiadene in quanto l'amministrazione comunale voleva intitolarla a Giovanni Follador (1785-1863), illustre matematico e gnomonista, nativo di quel luogo. Dopo un sopralluogo con l'architetto Giovanna Carla Maddalosso, ci accordammo per un orologio analemmatico con asse maggiore di 5 m. Il 24 maggio 2021 l'orologio è stato inaugurato (Figura 3 -IT 19000-). In esso, sull'asse maggiore dell'ellisse, sono inserite due formelle con funzione simile, ma non uguale, ai *Seasonal Marker* di Roger Bailey.

Figura 3 – A sinistra la meridiana analemmatica (IT 19000) di Piazza del Follo a Valdobbiadene. A destra, il Sindaco di Valdobbiadene Luciano Fregonese assieme a Giuseppe De Donà il giorno dell'inaugurazione.

Dopo l'incarico chiesi a Fabio Savian quale novità avessi potuto introdurre su questo orologio ed egli mi parlò del lavoro di Bailey. Lessi gli articoli [4][5] e ritenni l'aggiunta un elemento che arricchiva l'analemmatica. Ero però dubbioso sul fatto che i marcatori dello gnomonista canadese dessero un'informazione generica e valutai una variante che contenesse qualche riferimento astronomico preciso come, per esempio, l'amplitudine massima che coincide con la declinazione ± 23.44° dei solstizi.

Posizione del marcatore per una declinazione qualsiasi

In Figura 4, si consideri il triangolo ODM in cui l'angolo A_m definisce l'amplitudine.

$$OD = OM \cdot \tan Am$$

Se φ è la latitudine del luogo e δ è la declinazione del Sole, OD della lastra gnomonica è anche:

$$OD = a \cdot \cos\varphi \cdot \tan\delta$$

da cui:

$$OM = \frac{a \cdot \cos\varphi \cdot \tan\delta}{\tan A_m}$$

Combinando questa formula con la (2), con semplici passaggi [7] si ottiene:

$$OM = a \cdot \frac{\cos\varphi}{\cos\delta} \cdot \sqrt{\cos^2\varphi - sen^2\delta} \qquad (3)$$

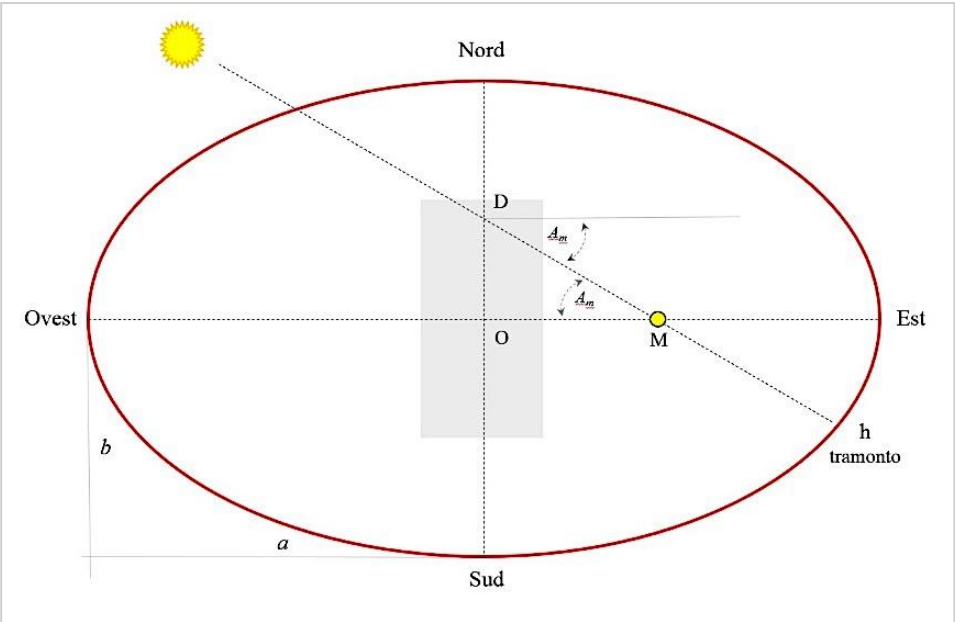


Figura 4 – Il Marker calcolato con l'amplitudine.

Usando la (3) con δ = 20.2° si ottiene un valore di OM pari a 111.9 cm, lo stesso ottenuto con la (1). Alle altre declinazioni del Sole OM va da 108.3 cm al solstizio (δ = 23.44°) e sale fino a 121 cm~ all'equinozio con δ prossima a 0°. Con il marcatore M messo a 108.3 cm (Marcatore Solstiziale), ho verificato l'errore in termini di angolo e di tempo per una stagione (le altre sono analoghe) e l'ho paragonato con quello di Bailey calcolato per lo stesso periodo. Per entrambi ho confrontato ogni giorno (da solstizio estivo a equinozio) l'ora locale della levata teorica del Sole e del suo Azimut con quella ricavata dall'angolo di amplitudine derivante dai marcatori fissi alle δ = 20.2° e δ = 23.44°.
Nel grafico di figura 5 sono indicati gli errori in minuti calcolati con entrambi i metodi.

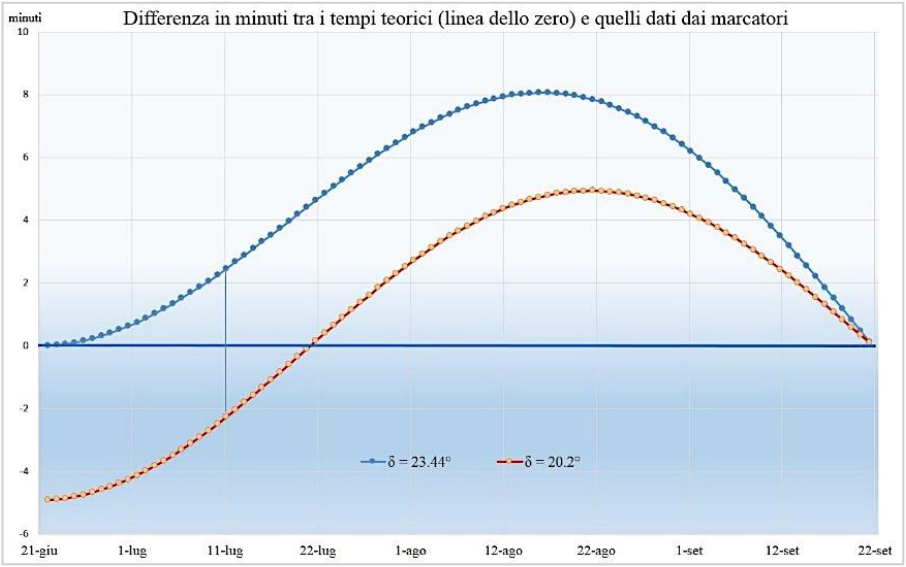


Figura 5 – Errore in minuti tra la levata teorica e quella ottenuta con i marcatori.

- **Errore di tempo**. L'errore medio col Marker di Bailey è di 3.1^m con un massimo nel giorno del solstizio di 4.9^m. Col Marcatore Solstiziale la differenza media è di 4.5^m con un massimo il 15 agosto di 8.0^m. Lo scarto medio tra i due sistemi è quindi di 1.4^m.
- **Errore di direzione**. L'errore medio col Marker di Bailey è di 0.57° ed è massimo il 23 agosto con 0.91°. Col Marcatore Solstiziale la differenza media è di 0.83° con il massimo di 1.49° il 15 agosto. Lo scarto medio tra i due sistemi è quindi di 0.26°.

Considerando anche le altre stagioni, con il marcatore di Bailey non c'è errore quando $\delta = \pm 20.2°$ mentre con quello solstiziale lo scarto si azzera quando $\delta = \pm 23.44°$. I due sistemi hanno lo stesso errore con $\delta = \pm 22.0°$, quindi per circa 80 giorni a cavallo dei solstizi (±20 giorni d'estate e d'inverno) è più preciso il metodo del marcatore solstiziale.
Nella tabella di Figura 6, come esempio sono riportati e messi a confronto i dati del giorno 18 agosto.

Levata sull'orizzonte astronomico del 18 agosto					
	Dati veri				
Ora locale della levata	5.085	h		Valdobbiadene (TV)	
Declinazione	12.956	°		Piazza del Follo	
Azimut levata (da S)	-108.793	°			
Amplitudine (NE)	18.793	°		Latitudine: 45° 53' 49"	
OD = $a \cdot \cos\phi \cdot \tan\delta$	40.027	cm		Longitudine: 12° 02' 29"	
OM vero -da (3)-	117.626	cm			
	Con Marker di Bailey			**Con Marcatore Solstiziale**	
OM da Marker	111.910	cm		108.306	cm
Amplitudine da marcatore	19.681	cm		20.283	cm
Differenza di angolo	0.888	°		1.490	°
Azimut levata da marcatore	-109.681	°		-110.283	°
Levata da M: $senH=senA/\cos\delta$	5.004	h		4.951	h
Errore tempo levata	4.848	m		8.041	m

Figura 6 – Dati del giorno 18 agosto a confronto. I dati veri sono calcolati con [8].

In Figura 7 gli errori con i due marcatori sono confrontati in funzione della latitudine in cui è collocata l'analemmatica. Dopo la latitudine 55° l'errore sale in modo esponenziale quindi, come scrive anche [5], ne è sconsigliato l'uso.

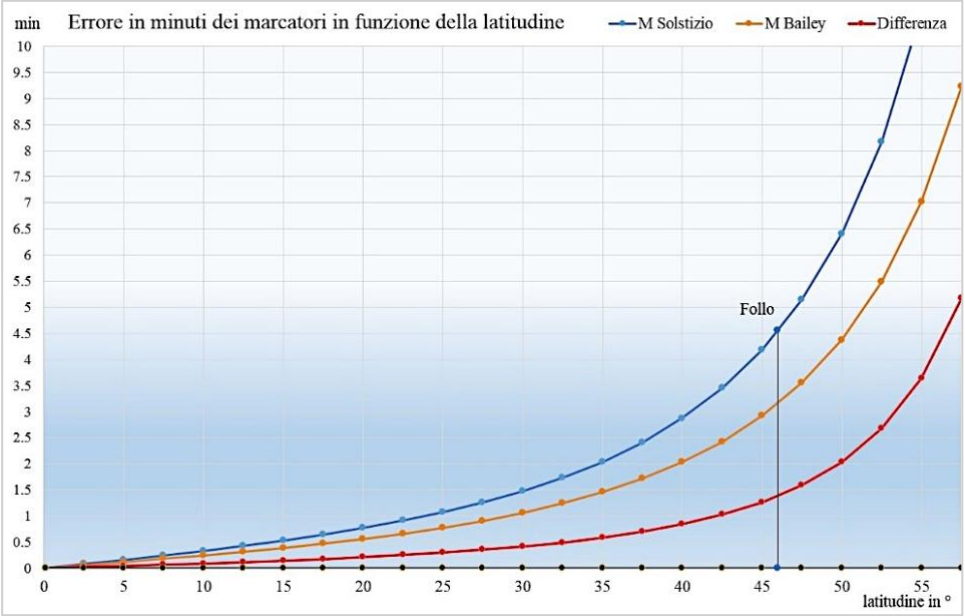


Figura 7 – Errori in minuti in funzione della latitudine

Conclusioni

Vista l'esigua differenza tra i due metodi ho scelto di posizionare le formelle in coincidenza con la direzione dell'amplitudine massima. Pertanto, riepilogando, mettendosi sulla base graduata sui segni del Cancro in estate e del Capricorno in inverno, puntando i due marcatori si leggono i tempi (in ora locale) del sorgere e tramonto teorico del Sole al Follo (sull'orizzonte astronomico) e le conseguenti lunghezze massima e minima del giorno:

Estate:	levata alle $4^h\ 14^m$	tramonto alle $19^h\ 46^m$.	Lunghezza del giorno: $15^h\ 32^m$
Inverno:	levata alle $7^h\ 46^m$	tramonto alle $16^h\ 14^m$.	Lunghezza del giorno: $08^h\ 28^m$

L'amplitudine massima solare del luogo è di 34.85°.
Le formelle danno quindi l'ora precisa di levata e tramonto ai solstizi, mentre per le altre date si ha una differenza di qualche minuto (Figura 5).
Al Follo ho scelto la soluzione del Marcatore Solstiziale in quanto, a scapito di un esiguo aumento dell'errore (rispetto a Bailey), questo ha (a mio parere) il pregio di essere legato a precise indicazioni astronomiche quali le amplitudini massime N e S e le date dei solstizi in cui la declinazione del Sole è uguale all'obliquità dell'eclittica.
Su questo aspetto la meridiana del Follo è attualmente unica nel suo genere.

Bibliografia, Sitografia e altre fonti

[1] Lampert J.H., Beyträge zum Gebrauche der Mathematik und Deren Anwendung, Berlin, 1770.

[2] Lampert J.H., Anmerkungen und Zusätze zur Gnomonic, Berlin, 1770.

[3] Bailey R., Seasonal Markers for Analemmatic Sundials, Journal of the North American Sundial Society, 2003, 10(3):1-7.

[4] https://studylib.net/doc/7357160/seasonal-markers-for-analemmatic-sundials.

[5] Ferrari G., I cerchi di Lambert e i Seasonal Markers nelle meridiane analemmatiche, Orologi Solari n. 6, 2014.

[6] De Donà G., Almanacco UAI 2021, Tipografia Piave, Belluno, 2020.

[7] De Donà F.A., Savian F., cortesia personale.

[8] De Donà G., Software "Johannes", Sospirolo (BL).

25 numeri di Orologi Solari

Si fa brevemente il punto sul contenuto (quantità e genere degli articoli, rubriche) e sulla fruizione da parte dei lettori (scaricamenti on-line e acquisto di copie cartacee) dei primi 25 numeri della rivista Orologi Solari.

Redazione di Orologi Solari (redazione@orologisolari.eu)

La nostra rivista ("nostra" non di noi della Redazione, ma di noi gnomonisti italiani e non solo) è dunque arrivata al 25° numero (un record per le riviste gnomoniche italiane) e vogliamo tirare un po' le fila di questa avventura, presentando ai lettori e agli autori (i veri protagonisti, che ringraziamo) qualche considerazione sul contenuto della rivista e qualche cifra (magari con un poco di approssimazione, per la fatica necessaria a raccogliere statistiche precise). Per il contenuto in dettaglio della rivista rimandiamo ovviamente all'indice generale in formato Excel, che è stato ora aggiornato sino al numero 25 ed è disponibile tra i Bonus di questo numero.

Iniziamo con il comunicare che nei 25 numeri sono stati pubblicati circa 250 tra Articoli e Contributi brevi; questi ultimi sono stati introdotti dal n. 22 e sono di conseguenza pochi. Gli autori che hanno firmato gli articoli sono assai numerosi: circa 90 (una ventina dei quali di nazionalità straniera). Tra gli autori, una quindicina possono essere qualificati "fedeli" perché hanno firmato almeno 5 articoli; il campione, l'unico che vogliamo citare, è Alessandro Gunella, che con 44 articoli "doppia" i numeri individuali del gruppetto che lo segue; ben 52 sono invece gli autori che hanno firmato un solo articolo. Questi numeri qualificano la rivista sia come lo strumento sistematicamente scelto da importanti gnomonisti italiani per presentare i loro lavori, sia come uno strumento aperto a chiunque abbia qualcosa da dire in gnomonica e non certo a disposizione solo di un gruppetto di autori selezionati.

L'argomento degli articoli ha riguardato in modo sostanzialmente uniforme i tre grandi temi sui quali si concentra l'interesse degli appassionati di gnomonica: la *Storia* della gnomonica e della misura del tempo; le tecniche di *Progettazione*, grafica o con il calcolo, degli orologi solari; l'*Arte*, intesa non solo come espressione delle "belle arti" ma anche come il saper costruire artigiano. Su ognuno di questi temi i lettori hanno trovato almeno un centinaio di articoli (ovviamente diversi articoli hanno toccato più di un tema). La rivista dunque non appare polarizzata su uno di questi tre aspetti, ma cerca di essere ben bilanciata.

Diversi articoli (circa il 10%, quindi in numero relativamente limitato) sono la traduzione in lingua italiana di articoli comparsi su riviste straniere e ritenuti particolarmente interessanti.

In passato la rivista ha pubblicato anche qualche articolo in lingue diverse dall'Italiano (7 in tutto) ma questa pratica è stata per il momento interrotta: pubblicare in lingua originale un articolo di un autore straniero pubblicato anche in una rivista straniera appare un lavoro quasi inutile, e per quanto concerne gli autori italiani, non stupisce che essi preferiscano rivolgersi alle riviste straniere per le versioni tradotte dei loro articoli più importanti. Una possibilità ipotizzata per il ritorno agli articoli in lingua inglese, che darebbe una maggior spinta internazionale alla rivista, potrebbe essere il pubblicare la versione in lingua inglese di memorie particolarmente interessanti presentate ai Seminari Nazionali e che gli autori non intendono presentare a riviste straniere. In questo caso sarebbe opportuno allegare tra i Bonus la versione italiana presentata al Seminario.

Importante è sempre stato anche il materiale contenuto nelle rubriche, curate principalmente dalla Redazione ma spesso anche da collaboratori esterni e comunque aperte al contributo di tutti; in particolare:
- si sono recensiti circa 40 testi di interesse gnomonico;
- si sono sistematicamente recensite le 7 più importanti riviste straniere del settore;
- si sono presentate negli *Itinerari gnomonici* rassegne di orologi solari presenti in diverse zone d'Italia (20 puntate);
- si sono segnalate ai lettori e recensite diverse pagine Web, scelte come particolarmente interessanti tra lo sterminato numero di pagine che sul Web sono dedicate alla gnomonica;
- si sono segnalati e commentati numerosi eventi e notizie di interesse gnomonico;
- i *Quiz* gnomonici, che non hanno mai ricevuto molte risposte (pigrizia?) ma che attraverso una piccola inchiesta sulla lista di posta elettronica "GnomonicaItaliana" sono risultati non sgraditi ai lettori.

Tra le potenziali rubriche ne vogliamo citare due mai veramente decollate e che forse meriterebbero un maggiore sviluppo.

La prima è quella sui *Motti*: l'assenza di contributi su questo argomento è un poco inaspettata, poiché raramente chi si costruisce una meridiana rinuncia a cercare un bel motto con cui arricchire la decorazione. Sulla lista di posta elettronica "GnomonicaItaliana" l'argomento dei motti ha però spesso suscitato interesse: per il futuro questo potrebbe quindi essere un argomento da non trascurare.

La seconda è quella delle *Lettere alla Redazione*: tutto sommato ci piacerebbe sentire di più la voce e i commenti dei nostri lettori.

Non ci dilunghiamo sui Bonus digitali offerti con ogni numero della rivista e sulla loro importanza, perché un articolo in proposito è stato già pubblicato sul n. 20, e ad esso si rimanda. Vogliamo però ricordare un Bonus importante uscito in due puntate sui numeri recenti (il 22 e il 23): la traduzione dal latino in lingua italiana, del libro "Gnomonica Universalis" di Johan Peterson Stengel (380 pagine) a cura di Alessandro Gunella.

Lo scaricamento dei numeri della rivista, la via maestra per l'accesso alla nostra pubblicazione, è stato sostanzialmente costante nel tempo, con l'eccezione dei primi due numeri che sono stati i più scaricati, probabilmente per un "effetto curiosità". Ciascuno dei numeri successivi è stato scaricato circa 250-300 volte nei primi due mesi dall'uscita: un numero che può pensarsi come il conteggio dei lettori fedeli (Fig. 1). Segue poi per ciascun numero una media di circa 5 scaricamenti al mese nei mesi successivi, cosa che porta ad avere ad oggi per ciascun numero della rivista scaricamenti totali tanto più elevati quanto più vecchio è il numero; questo fa pensare a un fruizione della rivista anche come una risorsa presente nel "cloud", senza memorizzarla su un supporto di memoria locale. A oggi gli scaricamenti globali dei numeri usciti sono quasi 15000.

Lo scaricamento dei Bonus segue una linea simile, ma è sempre leggermente inferiore (di circa il 20-30%) cosa che desta una certa sorpresa, tenuto conto del valore di molto del materiale presente nei Bonus.

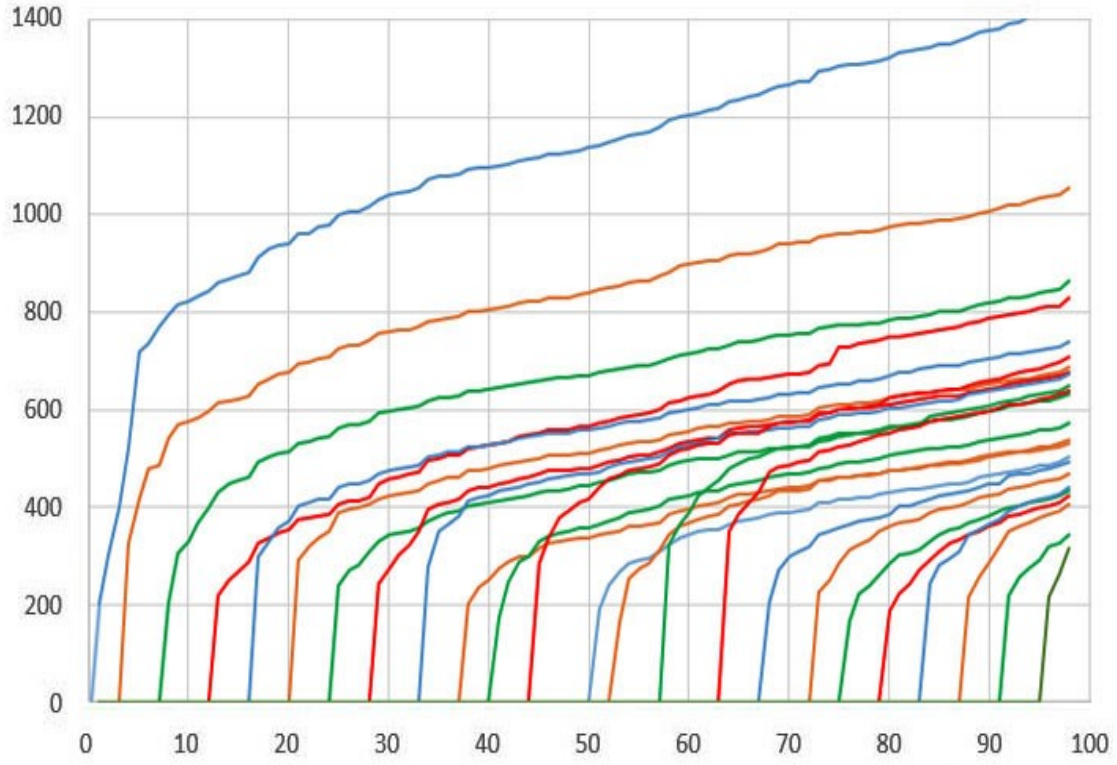


Fig. 1 – Scaricamenti cumulati per ciascun numero della rivista, dal n.1 al n. 24, in funzione del numero di mesi trascorsi dalla nascita della rivista.

Le richieste di scaricamento arrivano non solo dall'Italia (circa il 60%) ma anche da altri ben 25 stati (Fig. 2). Difficile capire esattamente da chi provengono quelle straniere: italiani all'estero? (siamo felici di poter essere vicini a loro), "fan" di nazionalità straniera? (ne conosciamo personalmente diversi), uso di indirizzi fittizi (i cosiddetti VPN)?

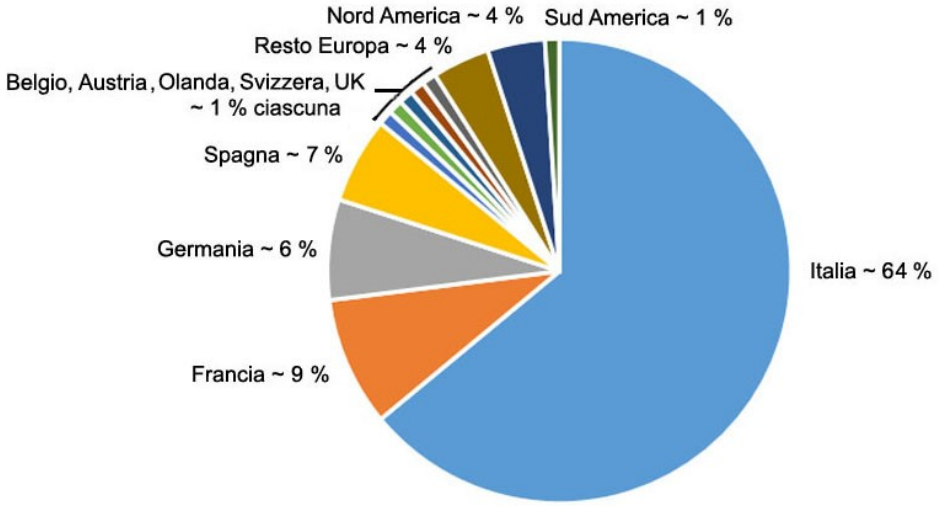


Fig. 2 − Origine delle richieste di scaricamento della rivista. I dati sono approssimativi, per la difficoltà della relativa raccolta. Alcune richieste sono arrivate anche da Africa, Asia e Oceania, ma in numero totale inferiore allo 0,5 %.

La nostra rivista non è solo on-line, ma ha il pregio di essere disponibile anche in versione cartacea, pur a un costo relativamente elevato ma in una pregevole veste grafica. Quasi certamente per via del costo, sono state acquistate dal sito "Il Mio Libro" ben poche copie per ciascun numero: una ventina per i primi numeri e una decina per quelli più recenti. A commento di questi numeri si può osservare che evidentemente i lettori si sono abituati al formato on-line, ma anche che un seppur piccolo gruppetto di gnomonisti ci tiene ad avere la collezione della nostra rivista in bella mostra nella sua libreria. Inoltre è noto che diversi autori hanno acquistato uno o più esemplari del numero sul quale è pubblicato un loro articolo: l'appoggio a "Il Mio Libro" si configura dunque anche come un servizio offerto agli autori.

Poiché stiamo giocando con i numeri, segnaliamo anche che sono più di 200 i messaggi di posta elettronica che noi membri della Redazione ci siamo scambiati in media, per mettere insieme ciascuno degli ultimi numeri; per via della pandemia gli ultimi numeri sono forzatamente stati messi insieme senza la lunga e proficua riunione di Redazione (con annesso piacevole pranzo) che ha avviato la preparazione di ciascuno dei numeri precedenti.

Speriamo con questo scritto di aver fatto conoscere meglio la nostra rivista, e ci auguriamo che essa possa prosperare a lungo con il contributo di tutti gli appassionati di gnomonica: li invitiamo dunque a inviare articoli o anche solo segnalazioni di cose interessanti (libri da recensire, siti web, ecc...).

In chiusura rivolgiamo l'invito ai potenziali autori a fornirci gli originali dei loro articoli in un formato per quanto possibile coerente con il modello di articolo distribuito a suo tempo, e la cui versione più recente è presente tra i Bonus di questo numero: anche se nella pubblicazione non siamo del tutto rigidi nel rispetto delle regole e pur se i membri della Redazione provvedono a sistemare gli aspetti non conformi (sottoponendo poi sempre la versione finale all'autore per l'approvazione finale) il cercare di attenersi alle regole faciliterà il lavoro di preparazione della rivista.

Tra i Bonus del numero corrente sono contenuti gli indici degli articoli e dei Bonus sino al n. 25 e la versione più recente del modello di articolo.

Era una notte buia e tempestosa

Ore temporali vere e ore temporali ad angolo verticale

Il sistema orario delle ore temporali corrisponde ad una definizione più complessa della comune interpretazione, racchiudendo una originaria concezione di suddivisione dell'arco diurno basata sull'angolo verticale descritto da Tolomeo. L'evoluzione in intervalli diurni identici, come inteso oggi, è frutto di un processo influenzato dall'astronomia che ha portato alla costruzione di orologi solari a ore temporali vere sebbene la gnomonica abbia usato l'angolo verticale fino alle porte dell'era moderna.

di Fabio Savian (fabio.savian@nonvedolora.it)

La genesi dei sistemi orari si può identificare con le ore temporali, un nome che nella lingua italiana, per derivazione dal latino, sembra voler mantenere un saldo parallelo fra il tempo atmosferico e il tempo astronomico: come il Sole dopo un temporale anche la gnomonica si è palesata con le ore temporali.

Questo sistema orario è però oggetto di alcune ambiguità, sottolineate anche dai molteplici nomi con cui è stato indicato nei secoli, ore antiche, temporarie, temporali, diseguali, ineguali, giudaiche, mentre per chi le consultava erano state semplicemente le ore.

Agli albori della civiltà gli eventi incisivi del giorno erano la levata e il tramonto, quindi la distinzione fra il Sole crescente e calante, dando una identità al mezzodì come elemento di suddivisione fra mattino e pomeriggio.

Questi eventi sono stati l'embrione dei sistemi orari e dei calendari poiché definivano delle caratteristiche significative sia del giorno, sia dell'anno, i due periodi che pur intimamente legati tra loro producevano approcci separati al computo del tempo.

L'azimut di levata e tramonto, ossia l'amplitudine, e l'altezza del Sole a mezzodì erano chiari riferimenti ad un ciclo annuale e hanno avuto un'importanza calendariale come mostrano gli allineamenti dei siti preistorici.

Il computo dell'anno poteva ragionevolmente essere assimilato al tempo atmosferico per gli evidenti e drammatici cambiamenti climatici dovuti alle stagioni, mentre le suddivisioni del dì erano più legate all'unità di misura del tempo ossia alla quotidianità dei ritmi sociali.

L'organizzazione in comunità e in società più complesse introdusse la necessità di avere qualche altro riferimento diurno, introducendo le prime frazioni del dì con intervalli anche irregolari o approssimati, variabili anche con le stagioni, semplici segnali di tempo. L'approccio privilegiato, perché semplice e immediato, era l'osservazione delle ombre, chiave di lettura del percorso del Sole come flusso del tempo, approccio alternativo al flusso dell'acqua, pure utilizzato tramite le clessidre (Fig. 1).

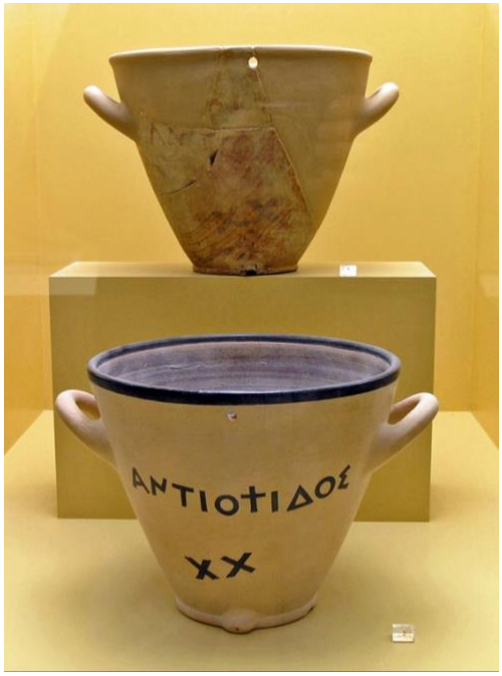


Fig. 1 - Ricostruzione di una clessidra ad acqua di argilla della fine del V secolo a.C., Ancient Agora Museum, Atene. La più antica clessidra conosciuta è quella di Karnak, in Egitto, risalente al regno di Amenhotep III (circa 1350 a.C.)

È plausibile che la misura delle ombre abbia conosciuto anche esperienze empiriche, non codificabili in un vero e proprio sistema orario, precedenti a cognizioni e aspettative più raffinate. Le successive necessità di suddivisioni diurne potevano essere soggette ad aspetti culturali, ossia impostate da ministri di culto, autorità civili o consuetudini popolari che potevano trascurare una puntuale origine astronomica.

Con queste premesse si può dire che il primo sistema orario riconoscibile come tale, ossia riconducibile ad un principio orario, sia stato quello delle *ore temporali* interpretate tramite l'angolo verticale descritto da Tolomeo e intese come una suddivisione dell'arco diurno.

L'angolo verticale e le ore temporali

Con *angolo verticale* si intende l'angolo diedro compreso fra il piano meridiano e lo stesso piano ruotato attorno ad un asse orizzontale nord - sud (Fig. 2). L'angolo diedro può essere visto come l'arco sul primo verticale delimitato dalle intersezioni con il cerchio meridiano e il cerchio orario, così chiamato da Tolomeo in rappresentanza del piano meridiano ruotato.

Il cerchio orario intercetta il Sole sulle sue orbite apparenti a partire dalla levata, quando è adagiato sull'orizzonte, quindi al mezzodì, quando coincide con il cerchio meridiano, fino al tramonto, quando di nuovo si adagia sull'orizzonte. In questo modo l'angolo verticale intercetta e si sincronizza con i tre momenti chiave del dì, indipendentemente dalle stagioni, risultando persino indifferente alla latitudine.

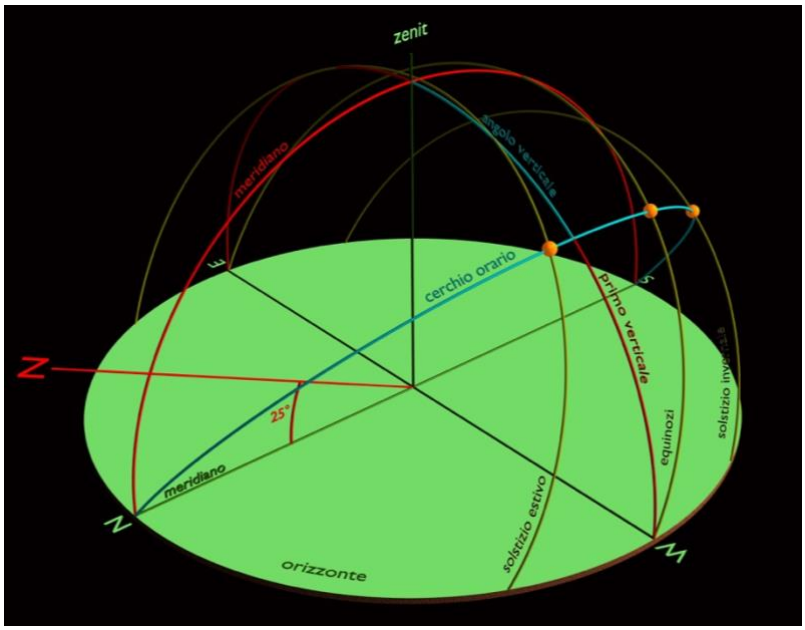


Fig. 2 - Schema ambientato a 25° N per evidenziare la geometria delle ore temporali ad angolo verticale con una rotazione del meridiano celeste attorno alla linea meridiana ottenendo il cerchio orario, come definito da Tolomeo (circulo horario). L'angolo verticale è misurato sul primo verticale, dallo zenit al cerchio orario.

Altri angoli facilmente rilevabili, come l'azimut o l'altezza del Sole, non hanno corrispondenze così calzanti e anzi mostrano sensibili incongruità con gli allineamenti desiderati a causa della variabilità stagionale. Alla levata e al tramonto l'azimut varia con la declinazione del Sole e ciò non permette di associare i limiti del dì ad una direzione azimutale fissa.

L'altezza del Sole è un angolo particolarmente semplice da misurare e soprattutto non richiede un orientamento specifico, lo strumento che lo rileva deve semplicemente essere rivolto in direzione del Sole. Di nuovo la variazione stagionale delle altezze non permette di identificare il mezzodì, frustrando uno dei rilevamenti più significativi. Sia l'azimut, sia l'altezza sono inoltre sensibili alla latitudine vanificando la portabilità di un orologio solare.
L'angolo verticale probabilmente si è rivelato fin da principio particolarmente semplice ed efficace per costruire un orologio solare: è sufficiente uno stilo diretto come la linea meridiana, ossia uno stilo orizzontale di lunghezza qualunque, con linee che si irradiano dalla sua base, su un quadrante verticale o anche con forme più complesse.

Un esempio su tutti è il recente ritrovamento (2013) di un orologio solare verticale nella Valle dei Re, in Egitto, durante uno scavo archeologico. L'orologio (Fig. 4) del periodo della XIX Dinastia (1550 a.C. - 1070 a.C.) utilizza uno stilo orizzontale e mostra linee orarie corrispondenti all'angolo verticale (Fig.3).

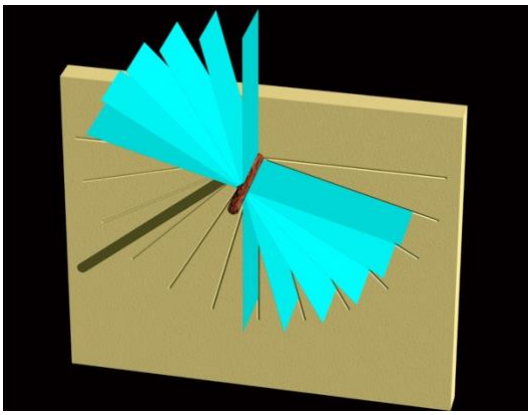


Fig. 3 - I piani orari corrispondenti all'angolo verticale descritto da Tolomeo, ruotano attorno ad uno stilo orizzontale nord - sud generando le linee orarie su di un quadrante verticale.

Fig. 4 - Orologio solare piano verticale, ad angolo verticale, periodo della XIX Dinastia (1550 a.C. - 1070 a.C.), scavi nella Valle dei Re, Egitto, a cura di Jeanna Bryner, Università di Basilea (EG9).

Le suddivisioni regolari dell'angolo verticale, ossia con angoli identici fra le linee orarie, comportano comunque delle ore di ampiezza diversa durante lo stesso dì, oltre a variare anche per gli effetti stagionali, pertanto sono ore quanto mai disuguali. Ciò non deve sorprendere, l'idea di suddividere l'arco diurno in intervalli regolari è un approccio astronomico più sofisticato (Fig. 5), maturato successivamente e non attinente alle necessità e alle aspettative delle culture che hanno inteso suddividere l'arco diurno con un primo approccio semplice e istintivo.

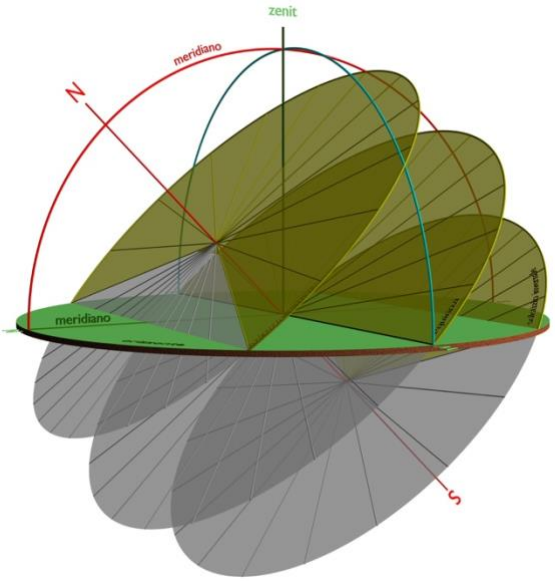


Fig. 5 - Interpretazione geometrica delle ore temporali vere, suddividendo gli archi diurni in intervalli identici.

In epoca moderna queste *ore temporali* possono apparire come una cadenza imprecisa, ma sarebbe un abbaglio, corrispondente ad una visione che non apparteneva a quei primi approcci di organizzazione del tempo diurno, estranea a precise analisi astronomiche o a misure del tempo fisico come lo intendiamo oggi. Erano ciò che bastava, le ore, e hanno continuato ad esserlo anche raggiunta la consapevolezza della loro approssimazione.

Si consideri anche che le basse latitudini in cui si sono sviluppate queste ore, e i relativi orologi, smorzavano le differenze di ampiezza, sia diurne, sia stagionali, che diventavano più evidenti spostandosi verso *climi* più settentrionali. Inoltre gli angoli delle suddivisioni potevano non essere uniformi, sia per un'approssimazione nella loro tracciatura, sia per imitare dei periodi particolarmente efficaci come per esempio la potente rappresentazione del cammino del Sole la cui ombra sale e ridiscende dai gradini (Fig. 6 e 7).

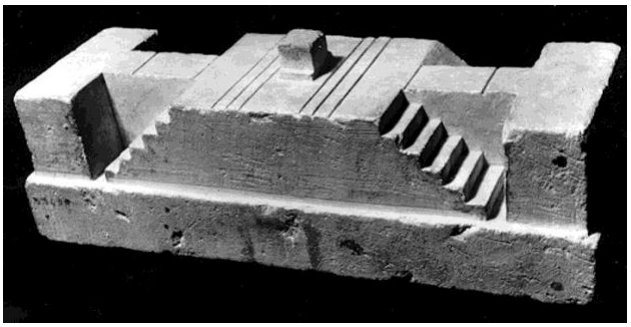


Fig. 6 - Orologio solare a scalini, Egyptian Museum, Il Cairo, Egitto (EG13).

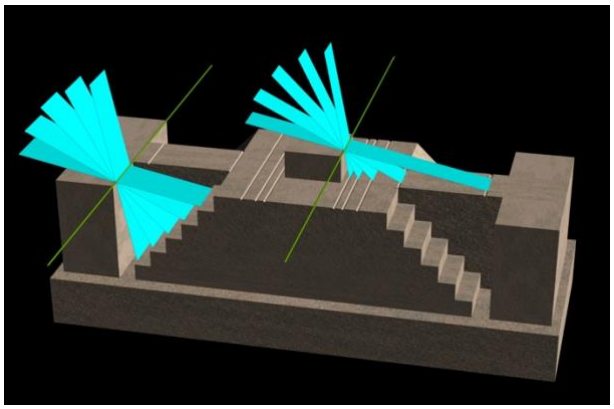


Fig. 7 - Ricostruzione tridimensionale con l'evidenza dei piani orari delle ore verticali. Questa interpretazione mostra angoli verticali non uniformi e sincroni con gli spigoli dei gradini con valori di tangente pari a 0, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, ∞.

La costruzione di orologi ad angolo verticale è elementare ed efficace, è indipendente dalla latitudine e non richiede conoscenze astronomiche che potrebbero essere persino successive all'interpretazione delle loro indicazioni. Ciò li ha diffusi anche quando si è raggiunta la capacità di costruire orologi che indicassero delle *ore temporali vere*, cioè dividendo esattamente l'arco diurno in intervalli uguali (Fig. 10).

Si è continuato a costruire orologi ad angolo verticale e ad intenderne le ore come temporali attraverso diverse epoche: nel periodo egizio che ha visto la loro genesi, nel periodo greco-romano quando furono costruiti anche orologi per *ore temporali vere,* nel Medioevo quando le semplici regole di costruzione prevalevano sulla capacità di intenderne i criteri astronomici.

Fig. 8 - Manvgat - Antalya - Turchia (TR32).

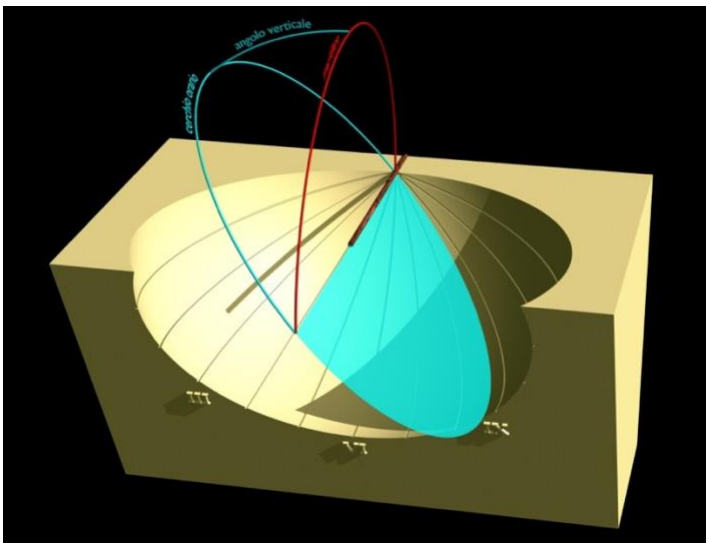


Fig. 9 - Linee orarie temporali ad angolo verticale in uno scafo sferico.

Durante questi periodi l'evoluzione dell'astronomia permetteva di comprendere il reale significato delle indicazioni di un orologio ad angolo verticale ma queste erano intese come *ore temporali* da comunità indifferenti a questi approfondimenti. Chi leggeva gli orologi, oggi diremmo gli utenti, guardava alle *ore temporali* senza porsi la questione se fossero vere, potevano farlo solo gli astronomi e gli gnomonisti colti, le *ore temporali* semplicemente sono state la disponibilità di una suddivisione efficace dell'arco diurno.

È così anche oggi quando guardando l'orologio da polso, difficilmente ci si chiede se le dodici sono davvero mezzodì o perché l'ora è uguale a Torino e a Trieste; è semplicemente l'ora, senza la comprensione critica di che convenzione sia.

... motus meridiani circulum, quem horarium appellamus, quod singularum horarum spatio comitetur.

...il moto del meridiano [produce] un cerchio che chiamiamo orario, per il fatto che si associa all'intervallo delle singole ore. [Rif.1, pag. 63]

Tolomeo (II secolo d. C.) nel De Analemmate[1] ci lascia delle indicazioni sull'impiego dell'angolo verticale per costruire degli orologi ma il suo trattato è fondamentale soprattutto perché dà un nome e una identità geometrica a questo angolo, definendolo per primo.

Ne descrive l'uso, poiché l'angolo verticale individua il cerchio orario che separa le ore, pur non evidenziando un legame diretto con le ore temporali e gli orologi che le indicavano, salvo affermare che era in uso agli antichi e implicitamente autenticarlo poiché le ore temporali non avevano un nome, erano semplicemente le ore. Ciò che comunica è la concezione geometrica dell'angolo verticale, utilizzato di fatto da gnomonisti di epoche precedenti e successive, anche quando questi lo ignoravano e non sapevano di utilizzarlo. L'angolo verticale ci permette quindi di riconoscere gli orologi solari progettati con questo principio e di utilizzare questa definizione primigenia per descriverli.

È singolare che molte delle analisi degli orologi più antichi, in particolar modo del periodo egizio ma anche successivi, trascurino l'angolo verticale per l'interpretazione delle linee orarie.

Sia questo espresso con angoli uguali di 15°, o con angoli variabili come per l'orologio a scalini (Fig. 7), o che permetta la coincidenza con le ore temporali vere agli equinozi, o persino con angoli empirici e suddivisioni diverse da dodici, l'angolo verticale ha contribuito ad una classificazione che lo comprende

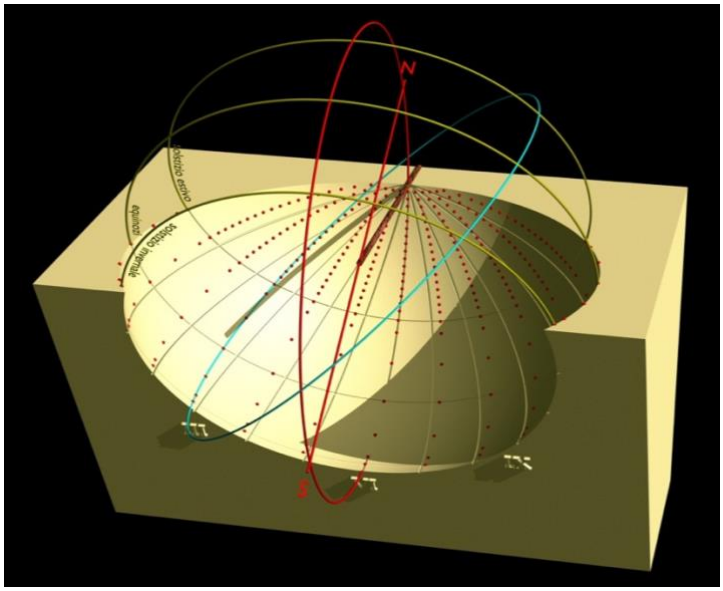


Fig. 10 - Comparazione con la suddivisione in intervalli uguali degli archi diurni per ottenere le ore temporali vere, 30° N (punti rossi):
- le ore temporali vere hanno un andamento curvilineo che raggiunge la base dell'ortostilo ma che non coincide con dei circoli come per l'angolo verticale
- nel tratto contenuto fra i solstizi mostrano un'ottima coincidenza con dei circoli massimi che non hanno un preciso riferimento astronomico e che si allontanano sensibilmente dalla base dell'ortostilo (circolo turchese, sull'ora III) divenendo così distinguibili dai circoli dell'angolo verticale.
- gli scafi conici o con altre concavità e quelli piani presentano le stesse analogie
- le ore temporali vere necessitano uno stilo di lunghezza calibrata poiché la linea oraria è intercettata dalla proiezione del suo apice e non dall'intera ombra mentre in un orologio ad angolo verticale la lunghezza dello stilo è irrilevante
- le linee orarie delle ore temporali vere sono legate alla latitudine ma quelle ad angolo verticale ne sono indipendenti, perciò anche portatili, oltreché universali.

[1] Il De analemmate ci è giunto in latino direttamente dal greco in una traduzione effettuata nel XIII secolo. La prima edizione a stampa in lingua latina è stata pubblicata a Roma nell'anno 1562 da Federico Commandino.

senza essere esplicitamente riconosciuto.

Le indicazioni degli orologi ad angolo verticale si confondono quindi in un termine apparentemente generico, le ore temporali, che comprende anche le ore temporali vere, semplicemente perché non erano distinte da chi si avvaleva di questo sistema orario (Figg. 11,12,13).

Figg. 11,12,13 - Da sinistra: scafi di epoca greco-romana: Scavi archeologici, Pompei (IT156), Bibliotheca Alexandrina – Antiquitiea Museum Alexandria (EG18), Utique-Tunisia (TN11).

Le ore temporali erano un modo per suddividere l'arco diurno ma nella loro fruizione non c'era consapevolezza delle precise modalità delle loro suddivisioni che oggi sono invece materia di approfondimento, suggerendo degli aggettivi per distinguerle.

In realtà gli astronomi dell'antichità conoscevano la differenza fra ore temporali vere e ore temporali ad angolo verticale ma le loro competenze influivano sporadicamente sulla costruzione degli orologi.

Quando negli astrolabi sono mostrate le *case astrologiche* queste si presentano come delle curve definite dall'angolo verticale, a passi di 30°, quindi ogni due ore temporali ad angolo verticale, con cui però non coincidono (Fig. 18).

Sugli astrolabi le ore temporali sono tracciate con archi di circonferenza che uniscono le esatte suddivisioni in dodici parti uguali dei tropici e dell'equatore, sopra l'orizzonte (Fig. 19). In questo modo queste curve, con una approssimazione davvero minima, rappresentano le ore temporali vere e non coincidono con le curve delle case astrologiche, ossia con curve determinate dall'angolo verticale.

Figg. 14,15,16,17 - Dall'alto in senso orario, orologi verticali ad angolo verticale: Basilica de San Prudencio, Vitoria Gasteiz, Spagna (ES330), Tanahati Vank, Gladzor, Armenia (AM1), Duomo, Piacenza, Italia (IT13363), St. George Church, Shimplink UK (UK3343).

Gli astronomi avevano una concezione teorica corretta delle ore temporali vere, intendendole solo in questo modo. Nessun astrolabio mostra le ore temporali ad angolo verticale mentre queste erano largamente utilizzate dagli gnomonisti.

Per tracciare le ore temporali è necessario individuare il percorso del Sole, fissata una declinazione, e quindi dividerla in dodici archi uguali.

Lo si può fare su di una sfera trigonometrica o sulle orbite apparenti in cielo (Fig. 20), sulle curve calendariali di uno scafo (Fig.10), o come abbiamo visto su di un astrolabio (Fig. 18), in ogni caso si deve eseguire una suddivisione del percorso in dodici parti.

Non c'è modo di identificare un angolo astronomico che esprima un'ora temporale vera: l'arco di circonferenza che congiunge i punti degli intervalli temporali sulle curve di solstizi ed equinozi corrisponde ad un circolo massimo sulla sfera trigonometrica. Nel tratto fra i solstizi è praticamente indistinguibile dal tracciato curvilineo delle ore temporali vere, se ne discosta visibilmente solo per valori di declinazione extrasolstiziali, pertanto è consuetudine utilizzare gli archi di queste circonferenze per rappresentare le ore temporali vere (Fig. 20 in basso a sinistra). Con ciò le circonferenze non hanno in comune nessun asse sulla sfera trigonometrica e pertanto non sono associabili ad un angolo astronomico significativo.

Fig. 18 - Astrolabio con le curve che delimitano le case astrologiche costruite con l'angolo verticale ogni 30° (freccia verde). Lo stesso valore di angolo verticale avrebbe potuto definire un'ora temporale ad angolo verticale ma lo strumento mostra le ore temporali vere (freccia rossa) ottenute con un arco di circonferenza che congiunge tre punti delle curve dei tropici e dell'equinozio, ricavate dividendo in dodici parti uguali questi tracciati sopra l'orizzonte.

Queste circonferenze coincidono esattamente con le tracce delle ore temporali vere solo nel piano meridiano, l'ora VI, e in quello dell'orizzonte, l'ora XII del dì e della notte. Nei quadranti piani generano delle rette che non transitano per la base dell'ortostilo.

L'angolo verticale definito da Tolomeo permette invece di interpretare le ore temporali in quello che è stato, prima e soprattutto dopo di lui, il modo più comune per pensare a delle ore temporali: ci ha dato un angolo astronomico per descriverle, nel modo in cui erano largamente percepite, forse anche per questo l'angolo verticale è sopravvissuto fino alle porte dell'Era Moderna.

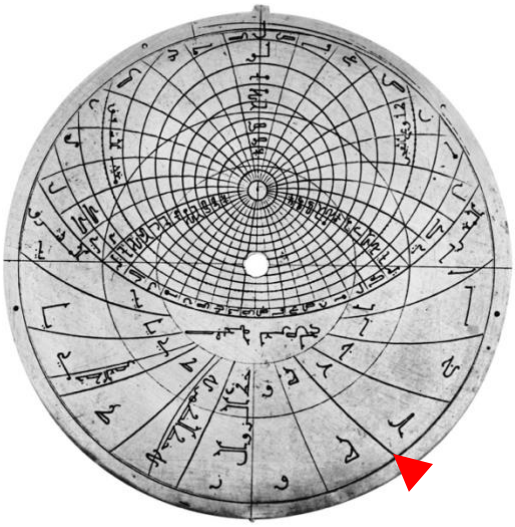


Fig. 19 - Astrolabio in cui sono mostrate le ore temporali vere, suddivisione in intervalli identici degli archi diurni ai solstizi e agli equinozi.

Non mancarono anche tentativi di compensazione.

A latitudini più settentrionali la differenza fra ore temporali vere e ore temporali ad angolo verticale sollevò qualche perplessità. Nel XIV secolo ci fu un significativo tentativo di ridurne le differenze, noto come regola di Erfurt (Turingia, circa 51° N), in cui si alterarono gli angoli verticali fra le linee, non più tutti di 15°, per fare in modo che le ore temporali ad angolo verticale coincidessero con quelle temporali vere agli equinozi e così migliorare l'approssimazione anche ai solstizi (Fig. 21).

Questo approccio è visibile anche nelle case astronomiche dell'astrolabio di Fig. 18. Si può osservare che queste curve, corrispondenti ad angoli verticali multipli di 30°, sono in realtà ricalibrate per poter coincidere con le ore temporali vere sulla curva degli equinozi, suggerendo un'origine astronomica di questa regola gnomonica.

Se le *ore temporali* fossero ancora impiegate diffusamente, probabilmente avremmo maturato una classificazione per evidenziarne le varianti. Poiché ormai sono di raro utilizzo e nell'antichità non venivano distinte, oggi risulta efficace la definizione di *ore temporali vere* per specificare la suddivisione degli archi diurni in intervalli identici e così distinguerle dalla definizione più generica di *ore temporali* che comprende tutte le varianti, ovvero quelle ad angolo verticale.

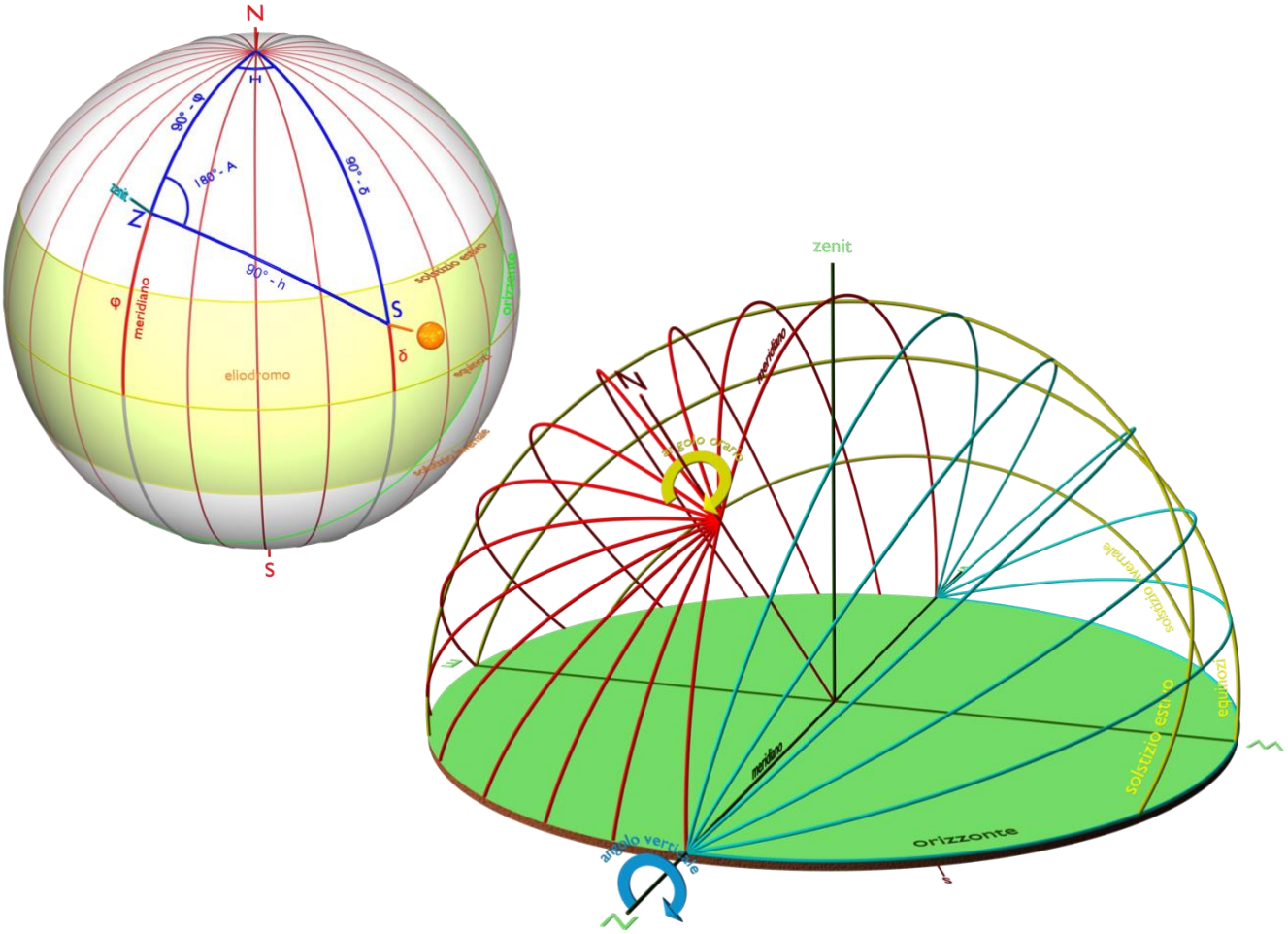
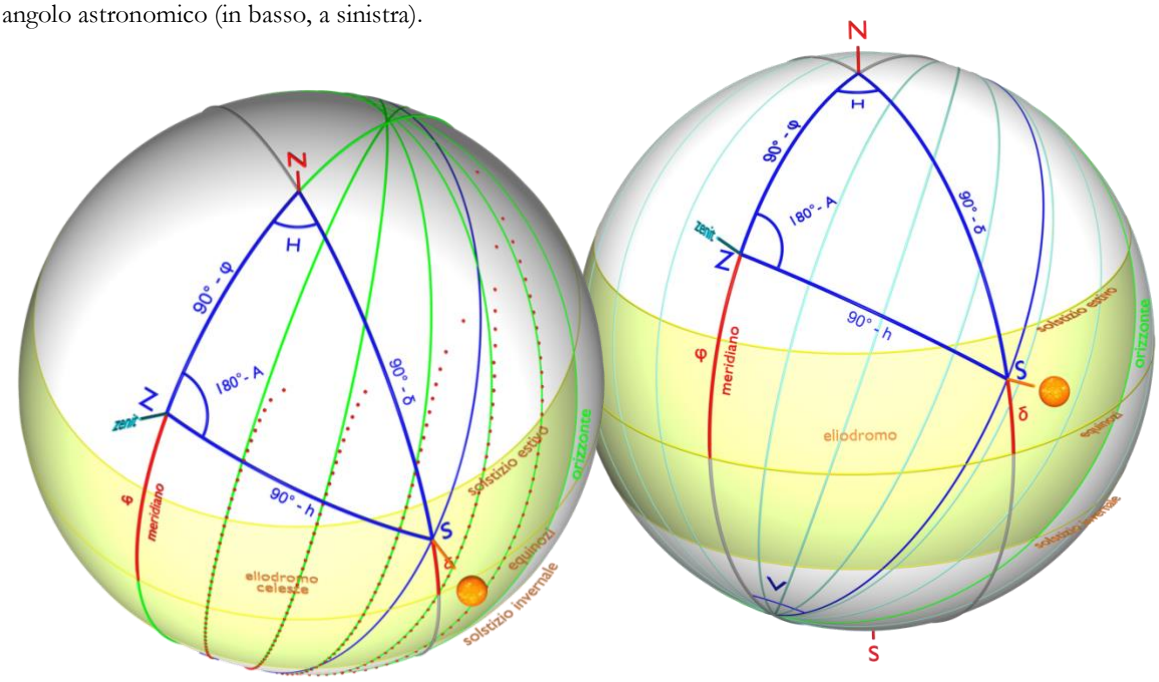


Fig. 20 - Rappresentazione del passaggio dall'angolo verticale all'angolo orario nel cielo di una località a 45° N e le relative rappresentazioni sulla sfera trigonometrica, evidenziando l'angolo orario H (in alto), l'angolo verticale V (in basso, a destra) e i circoli massimi che approssimano le ore temporali vere fra i solstizi ma senza identificarsi con un significativo angolo astronomico (in basso, a sinistra).



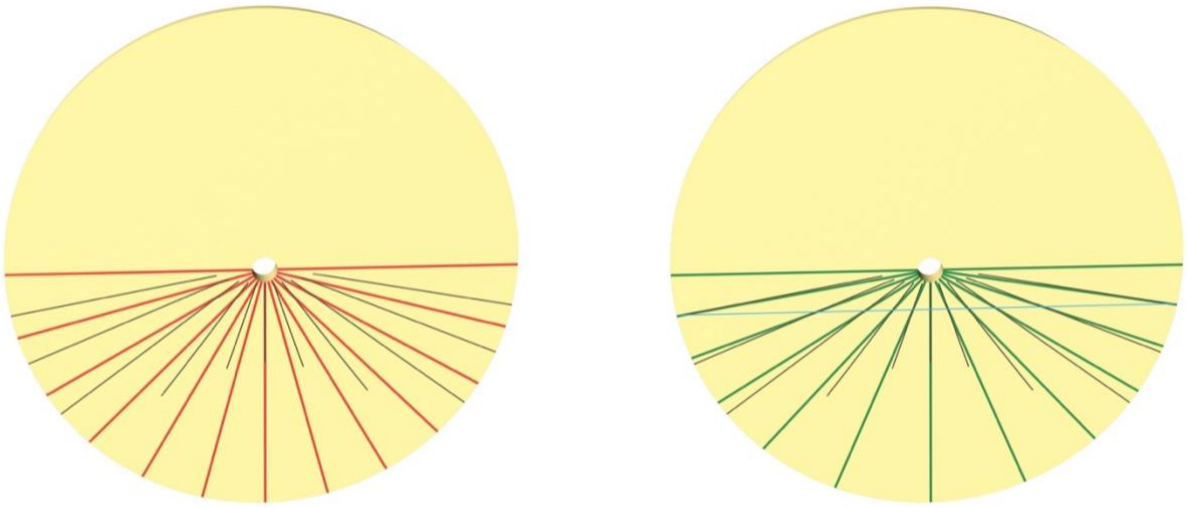


Fig. 21 - A sinistra: ricostruzione di un orologio ad ore temporali ad angolo verticale (rosso) tracciato per la latitudine di 51° N, con angoli verticali identici di 15°, confrontate con ore temporali vere (nero). A destra: lo stesso orologio mostra la linea equinoziale e l'alterazione degli angoli verticali in modo che agli equinozi le ore temporali ad angolo verticale (verde) coincidano con le ore temporali vere (nero), in questo modo contenendo le differenze anche ai solstizi.

La rivoluzione gnomonica

La diffusione di questo sistema orario si è protratta per circa tre millenni, dalla sua origine a tutto il Medioevo per poi lasciare il passo alle *ore uguali*. Questa asserzione non vuole ignorare le eccezioni che pure ci sono state ma che in quanto tali non possono scalzare l'impronta che le *ore temporali* hanno dato a questo lungo periodo precedente l'Era Moderna.
La necessità di stabilire delle date per definire i periodi storici non incide la consapevolezza che alcuni pensatori moderni si fossero già espressi sul finire del Medioevo o che all'inizio dell'Era Moderna la cultura medievale non sia sparita di colpo.

I cambiamenti, pur eclatanti, avvengono in tempi anche diluiti e una data, per quanto aleatoria, permette di delimitare le peculiarità culturali dei periodi storici, cosicché si può dire che il transito dal Medioevo all'Era Moderna ha conosciuto una rivoluzione gnomonica: il passaggio dalle *ore diseguali* alle *ore uguali*, dall'*angolo verticale* all'*angolo orario*, dall'*asse meridiano* all'asse *polare*.

Le eccezioni ovviamente non mancano ma vanno viste come una testimonianza di questo transito. Basti pensare alla cultura islamica che nel XIV secolo progettava per la moschea di Damasco il primo orologio con stilo polare, utilizzato per indicare l'orario delle preghiere, alle ore equinoziali già presenti in alcuni orologi di epoca greco-romana, o agli astrolabi che oltre al cerchio orario suddiviso in ore uguali, necessarie ai calcoli astronomici, mostravano sui timpani le ore temporali. Un caso significativo è rappresentato da alcuni orologi apparsi in Inghilterra, con linee orarie temporali determinate dall'angolo verticale ma numerate con VI alla levata, con XII al mezzodì e di nuovo con VI al tramonto (Fig. 22).

Fig. 22 - Orologio ad ore temporali tracciate con l'angolo verticale ma con una numerazione che riflette il tentativo di assimilarle alle ore uguali con XII al mezzodì. Sono considerati orologi di transizione (UK3062).

Chiamati *transitional dial*, ossia orologi di transizione, sembrano un estremo e ingenuo tentativo di mantenere le semplici linee delle ore temporali rinominandole con i numeri delle ormai incombenti ore uguali. Per usare un'iperbole riguardo alla gradualità di questa transizione, ricordo che la rivoluzione copernicana ancora oggi non fa demordere i 'terrapiattisti', già obsoleti nell'antica Grecia, che pure si avvantaggiano dei satelliti per le loro comunicazioni o per argomentare la loro posizione.

L'ampia diffusione di una tendenza caratterizza il suo periodo e le definizioni delle epoche evidenziano i cambiamenti culturali, come mostrato con grande efficacia da *Giorgione* con *I tre filosofi* (Fig. 23).

Fig. 23 - Giorgione (Giorgio Zorzi 1478 - 1510), I tre filosofi, 1508-1509, Vienna, Kunsthistorisches Museum. Il quadro simboleggia il transito del centro del sapere avvenuto verso la fine del Medioevo: le conoscenze astronomiche degli antichi greci, rappresentate dal filosofo sulla destra, sono raccolte e sviluppate dal filosofo musulmano al centro, già affiancato da un giovane astronomo europeo, non ancora in primo piano, che guarda verso l'oscurità di un antro, in cerca delle intuizioni che presto rivoluzioneranno l'astronomia. Sorprendentemente Giorgione dipinse il quadro pochi anni dopo il 1492, inconsapevole anticipatore degli storici che avrebbero fissato l'anno come il passaggio dal Medioevo all'Era Moderna.

Perciò, infine la spuntarono gli astronomi, imponendo la loro visione delle ore. Non fu il riconoscimento delle ore temporali vere, utopia degli astronomi, sulle ore temporali ad angolo verticale, consuetudine e praticità degli gnomonisti, ma un salto concettuale approdando all'impiego delle ore uguali da sempre utilizzate per le analisi astronomiche e indubbiamente più adatte ad affrontare l'Era Moderna (Fig. 24).

Fig. 24 - Orloj, Praga.
L'orologio astronomico, risalente al 1410, è un astrolabio meccanizzato con proiezione dal polo nord celeste e l'aggiunta di un anello esterno mobile per le ore italiane. La rotazione di questo anello è governata da una camma che compie un giro in un anno e porta l'ora italiana del mezzodì in corrispondenza delle XII in funzione della declinazione del Sole, congruente con la sua posizione sul disco dell'eclittica, permettendo così di leggere dallo stesso indice le ore uguali (numeri romani dorati) e le ab occasu. Il timpano mostra anche le curve delle ore temporali vere numerate con numeri arabi. Dati l'evidente prestigio per la città, l'eccellenza tecnologica impiegata, nonché il cospicuo investimento di risorse, l'orologio rende ancora più significativo il prossimo passaggio alle ore uguali, sia fisse, sia ab occasu.

Questa analisi delle *ore temporali* è un importante spunto per distinguere fra il principio gnomonico e il principio orario, ossia distinguere tra l'angolo astronomico con cui è progettato un orologio solare, l'angolo rilevato, e il sistema orario rappresentato sul suo quadrante che può essere legato ad un diverso angolo astronomico o principio orario.

Questa distinzione permette di introdurre un metodo di classificazione degli orologi solari che distingue fra il principio gnomonico e le indicazioni mostrate sul quadrante, ossia definendo la *descrizione gnomonica,* oggetto di un prossimo approfondimento.

Qualche formula

Per il calcolo e le comparazioni fra ore temporali vere e ad angolo verticale può essere utile qualche formula ricavata dalle sfere trigonometriche di Fig. 20.

Si ricorda innanzitutto la formula per il calcolo del semiarco diurno γ.

1) $$\cos(\gamma) = -\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)$$

Indicato con V l'angolo verticale questo ha un legame con l'azimut A e l'altezza h del Sole

2) $$\tan(V) = \frac{\sin(A)}{\tan(h)}$$

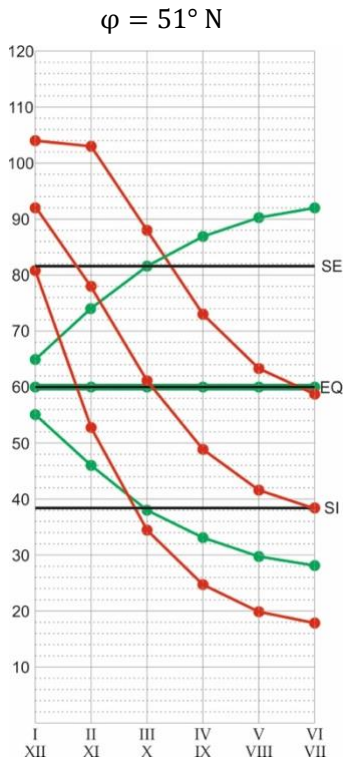
indipendente dalla latitudine, come confermato dalla geometria degli orologi ad angolo verticale.

Dato un angolo orario T è possibile ricavare direttamente il corrispondente angolo verticale V, nota la latitudine φ e la declinazione del Sole δ

3) $$tan(V) = \frac{sin(T)}{tan(\delta) \cdot sin(\varphi) + cos(\varphi) \cdot cos(T)}$$

20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	φ
15.9	16.5	17.2	18.1	19.3	20.8	22.6	25.0	28.2	V-VII
31.6	32.5	33.7	35.2	37.0	39.2	41.9	45.2	49.1	IV-VIII
46.8	47.8	49.1	50.7	52.5	54.7	57.3	60.2	63.4	III-IX
61.5	62.4	63.4	64.7	66.1	67.8	69.6	71.7	73.9	II-X
75.9	76.4	76.9	77.6	78.4	79.3	80.2	81.3	82.4	I-XI
90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	

Fig. 25 – Sopra: tabella per latitudini da 20° a 60° con i valori dell'angolo verticale per ottenere ore temporali, che all'equinozio suddividano l'arco diurno in intervalli uguali, applicando cioè il concetto della regola di Erfurt. Sotto: viene riportato un diagramma di raffronto con la lunghezza delle ore temporali ad angolo verticale (rosso), con angolo verticale corretto per la regola di Erfurt (verde) e le ore temporali vere (nero) per la latitudine 51° N di Erfurt.



Per calcolare la durata di un periodo corrispondente ad un angolo verticale, cioè disporre di una formula $T = f(V)$ inversa della 3), si rende necessario calcolare un angolo intermedio α corrispondente a ZSV (Fig. 20)

4) $$sin(\alpha) = \frac{sin(\varphi) \cdot sin(V)}{cos(\delta)}$$

per poi ricavare

5) $$sin(T) = \frac{sin(\alpha) \cdot [sin(\delta)^2 - cos(\varphi)^2]}{sin(\varphi) \cdot [cos(\varphi) \cdot cos(\delta) \cdot cos(\alpha) + sin(\varphi) \cdot sin(\delta) \cdot cos(V)]}$$

oppure

6) $$cos(T) = \frac{cos(V) \cdot cos(\alpha) + cos(\varphi) \cdot sin(\delta) \cdot sin(V) \cdot sin(\alpha)}{1 - sin(\varphi) \cdot cos(\delta) \cdot sin(V) \cdot sin(\alpha)}$$

La 4) esprime un seno per cui α può essere anche il complemento a 180°. Questa opzione è verificabile nei risultati della 5) e della 6) che appariranno identici con la corretta espressione di α. In alternativa si può applicare la 3) al risultato della 5) per riottenere il valore V di partenza, decidendo quindi sulla corretta espressione di α.

Per il calcolo della durata di un'ora temporale ad angolo verticale bisognerà calcolare con la 5), o la 6), due valori di T corrispondenti ai due angoli verticali V che delimitano l'ora temporale, quindi farne la differenza.

Per far coincidere le ore temporali ad angolo verticale con le ore temporali vere agli equinozi, a loro volta pari alle ore uguali, si inserisce $\delta = 0$ nella 3) ottenendo

7) $$tan(V) = \frac{tan(T)}{cos(\varphi)}$$

quindi per valori di T multipli di 15° si ottengono i relativi angoli verticali V (Fig. 25), ossia gli angoli verticali tra l'ora sesta e l'ora considerata.

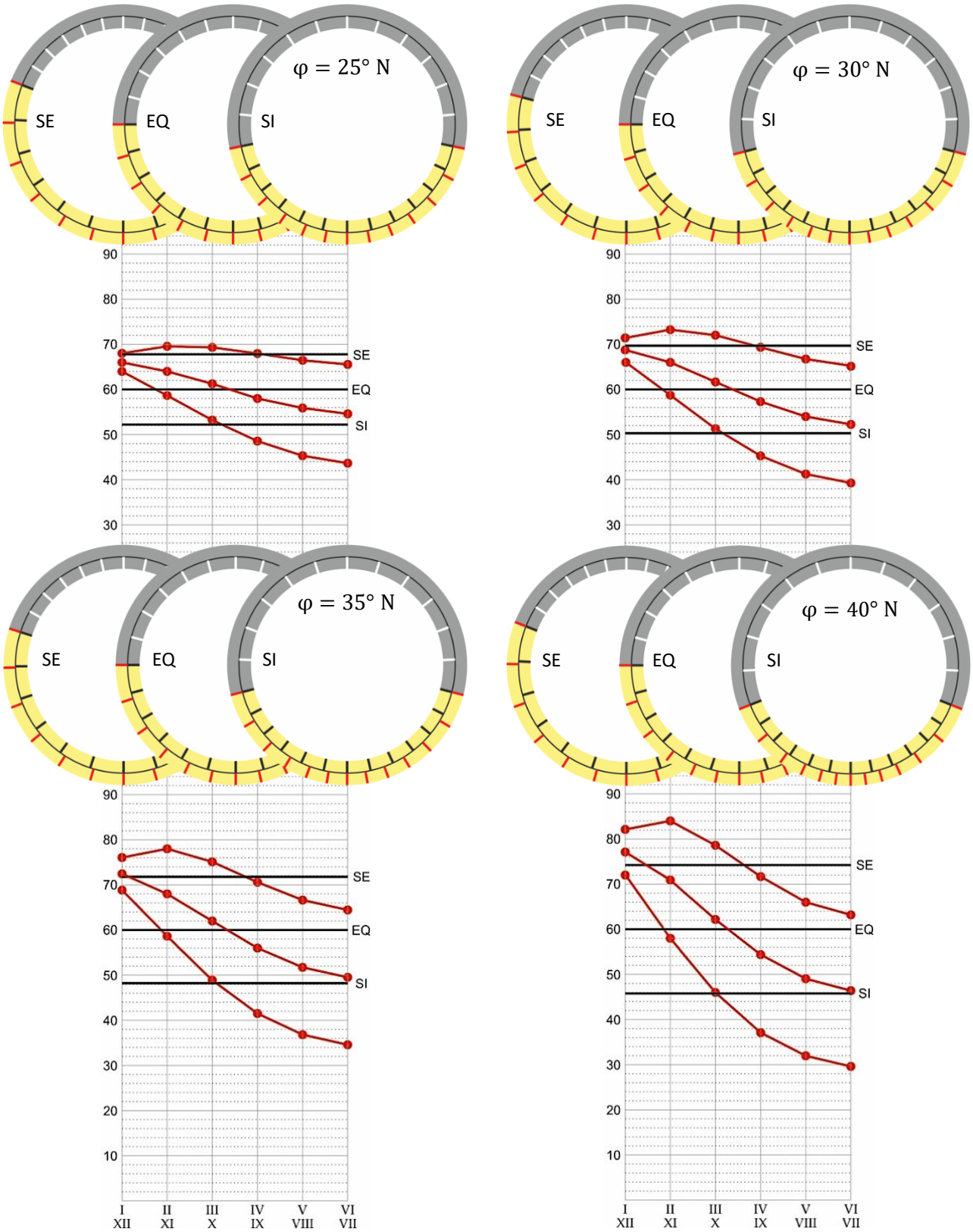


Fig. 26 - Confronto fra l'ampiezza delle ore temporali vere e quelle ottenute con l'angolo verticale, per le latitudini 25°, 30°, 35° e 40°, ai solstizi e agli equinozi. Le ore temporali vere, in nero, sono di lunghezza costante durante lo stesso dì, a differenza delle ore temporali ad angolo verticale, in rosso, che mostrano una variabilità diurna che si accentua dal solstizio estivo a quello invernale, incrementandosi anche con l'aumentare della latitudine. In questi grafici sono stati considerati angoli verticali uniformi di 15°. I grafici circolari permettono di confrontare la successione delle ore temporali vere e ad angolo verticale, all'equinozio e ai solstizi.

Crediti fotografici e immagini:

Le seguenti figure sono disegni dell'autore:

2, 3, 5, 7, 8, 10, 18, 20, 21, 25, 26

Crediti fotografici

Fig. 1, Marsyas, CC BY-SA 2.5 https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5, via Wikimedia Commons

Fig. 4, (Sundial Atlas EG9) Jeanna Bryner, University of Basel), CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 6, (Sundial Atlas EG13) By NebMaatRa (Ägyptisches Museum Kairo) [GPL (http://www.gnu.org/licenses/gpl.html)], via Wikimedia Commons), CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 8, (Sundial Atlas TR32) By Ad Meskens [Attribution, CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0) or GFDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)], from Wikimedia Commons), CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 11, (Sundial Atlas IT156) By Kergeo, d'après l'image : Temple of Apollo (7238818732).jpg [CC BY-SA 2.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0)], from Wikimedia Commons), CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 12, (Sundial Atlas EG18) Bibliotheca Alexandrina Antiquities Museum, CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 13, (Sundial Atlas TN11) By Sinda BF [CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)], from Wikimedia Commons), CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 14, (Sundial Atlas ES330) By Pedro Novella, CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 15, (Sundial Atlas AM1) CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 16, (Sundial Atlas IT13363) By Fabio Savian, CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 17, (Sundial Atlas UK3343) Evelyn Simak Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic license.), CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 18, Museo Galileo, Firenze

Fig. 19, Museo Galileo, Firenze

Fig. 22, (Sundial Atlas UK3062) BSS British Sundial Society, CC-BY-NC-SA-4.0-International

Fig. 23, Giorgione, Public domain, via Wikimedia Commons

Fig. 24, Jay8085, CC BY 2.0 https://creativecommons.org/licenses/by/2.0, via Wikimedia Commons

Bibliografia:

[1] Salvatore Vastola, Rocco Sinisgalli - L'analemma di Tolomeo, Edizioni Cadmo, Firenze 1992.

Orologi solari ibridi di Peaucellier: progetti gnomonici che non avete mai visto prima

L'autore indaga le varie strategie che permettono di progettare un quadrante orizzontale azimutale con le linee orarie e diurne rettilinee: ripercorre così l'approccio intrapreso da Charles-Nicolas Peaucellier nel XIX secolo, per poi espanderne la soluzione a quadranti con linee "quasi" rettilinee.

di Fred Sawyer (fwsawyer@aya.yale.edu)

Orologi azimutali – concetti di base

Una meridiana azimutale è generalmente un quadrante piano orizzontale con uno stilo rettilineo di lunghezza arbitraria e perpendicolare alla faccia del quadrante. La faccia stessa presenta una serie di curve per i giorni (cioè declinazioni solari) e una serie per le ore del giorno (cioè angoli delle ore solari). L'intersezione delle linee di data e ora correnti avviene su un singolo punto della linea tracciata dall'ombra dello gnomone quando il quadrante è correttamente orientato rispetto al meridiano locale. L'angolo tra la linea meridiana del quadrante e la linea d'ombra in un dato momento è uguale all'azimut solare e passa per il singolo punto associato alla data e all'ora correnti.

Esiste un'ampia varietà di combinazioni di curve di data e ora che si traducono in un valido quadrante azimutale. Alcuni schemi tradizionali risultano dalle proiezioni della sfera celeste sul piano del quadrante – proiezioni che preservano gli angoli azimutali[1]. In alternativa, possiamo selezionare qualsiasi curva conveniente per la declinazione e quindi utilizzare i calcoli per trovare il punto in cui le linee d'ombra per quella data intersecano la curva di declinazione alle diverse ore. Questo approccio si traduce spesso in curve orarie irregolari (vedi Fig. 1).

L'obiettivo di questo articolo è introdurre vari quadranti azimutali che utilizzano (principalmente) linee rette sia per la declinazione che per le curve delle ore. A rigor di termini, un tale quadrante, composto da nient'altro che linee rette e uno stilo rettilineo, sarebbe un esempio di quello che ho chiamato un orologio solare Peaucellier, da Charles-Nicolas Peaucellier (1832-1919), un ingegnere francese del XIX secolo. Nel 1856 Peaucellier[2] studiò la possibilità di progettare orologi solari piani utilizzando solo linee rette per declinazioni e ore e uno stilo rettilineo disposto con angolo arbitrario rispetto al piano. Egli fornì una breve descrizione di un approccio geometrico generale per risolvere il problema. Nel 2006 ho sviluppato le equazioni che ne realizzano la soluzione[3].

---

[1] La proiezione stereografica utilizzata nel doppio orologio orizzontale di Oughtred è un esempio di tale proiezione. Vedere Sawyer, F., *Double Horizontal Sundial di William Oughtred*, The Compendium, Mar 1997, 4 (1): 1-5. La proiezione ortografica che ci fornisce le meridiane analemmatiche è un altro esempio: se adattiamo il quadrante in modo che lo gnomone rimanga fermo e riproduca l'ellisse del quadrante per ogni declinazione solare desiderata, abbiamo un reticolo di curve. Vedere Sawyer, F., *Elliptical Sundials: General* & *Craticular*, The Compendium, dicembre 2016, 23 (4): 25-35. Per una selezione più fantasiosa dei possibili layout, vedere Sawyer, F., *Jacques' Layout*, The Compendium, Jun 2000, 7 (2): 18-22.

[2] Peaucellier, Charles-Nicholas, *Construction d'un cadran solaire à style quelconque, en s'assujetissant à la condition de n'employer que des droites pour les lignes horaires et les lignes de déclinaison*, Nouvelles Annales de Mathématiques, 1856, 15:211-216.

[3] Sawyer, F., *Peaucellier Sundials*, The Compendium, Jun 2006, 13(2):16-23. Le equazioni del punto di intersezione a pag. 19 di quell'articolo vennero stampate in modo scorretto. Dovrebbero invece essere:

$$x_{\delta,t} = ak\frac{n_t - n_\delta \cos\varphi_g}{m_\delta n_t - m_t n_\delta}, \quad y_{\delta,t} = ak\frac{m_\delta \cos\varphi_g - m_t}{m_\delta n_t - m_t n_\delta}$$

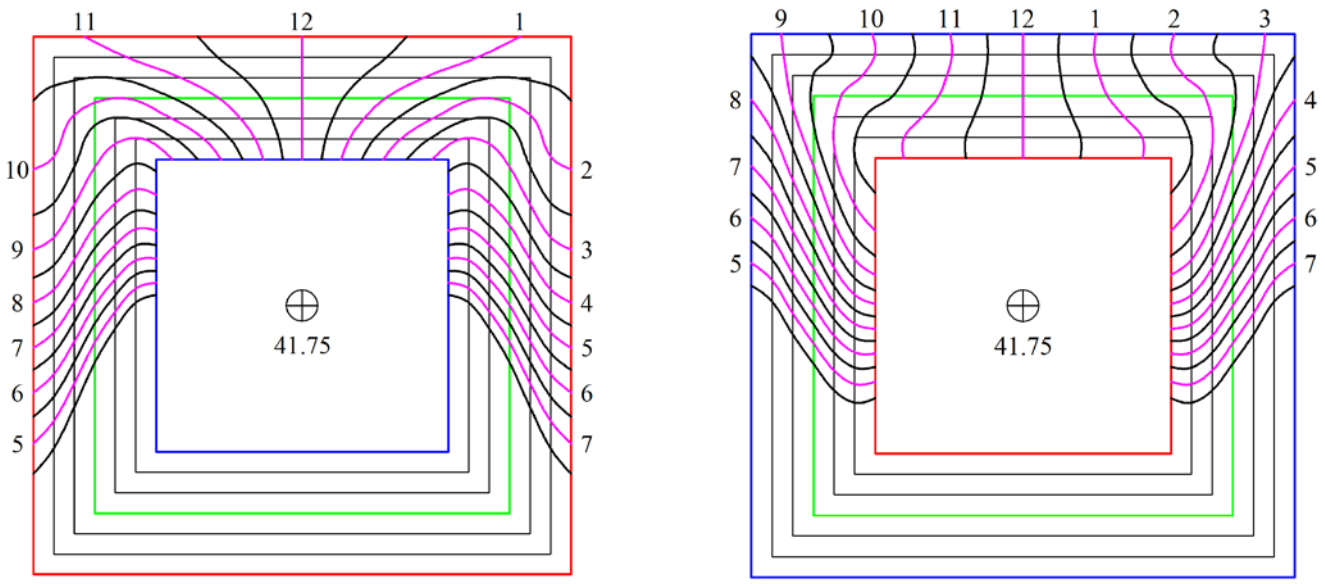


Fig. 1 - Quadranti azimutali. Lo stilo verticale è al centro. I quadrati annidati sono curve di declinazione: blu per l'inverno, verde per gli equinozi, rosso per l'estate.

Nell'idea di Peaucellier, il focus delle equazioni non era sul quadrante azimutale; piuttosto, esse trattavano il posizionamento arbitrario dello stilo. Tuttavia, il caso speciale di un orologio azimutale può essere dedotto dalle equazioni. Ma qui non avremo bisogno di eseguire lo sviluppo generale solo per lasciarlo poi ricadere nel semplice caso azimutale. Piuttosto, deriveremo il quadrante di base, da cui dipendono tutti i progetti ibridi, per mezzo di una semplice tecnica matematica.

Equazioni di base

Nell'emisfero settentrionale, si consideri un sistema di coordinate orizzontali con l'asse x diretto a est e l'asse y a nord. Si ponga uno stilo verticale perpendicolare nell'origine. Si definisca l'azimut solare $z_{\delta,t}$ con declinazione solare δ e angolo orario t; la linea d'ombra dello stilo è data dalla equazione (1):

(1) $$y = x \cot z_{\delta,t}$$

Esprimendo l'azimut in funzione di latitudine φ, declinazione δ e angolo orario t otteniamo:

(2) $$y = x \frac{\cos t \sin \varphi - \cos \varphi \tan \delta}{\sin t}$$

Si selezioni una costante arbitraria k tale che $0 \neq |k| < 2.3$. Possiamo riscrivere l'equazione (2) della linea d'ombra in una nuova forma equivalente. Moltiplichiamo entrambi i membri dell'equazione 2 per $k \sin t / \cos \varphi$ ed esprimiamo il lato destro come differenza di due termini. Aggiungiamo e togliamo x al lato destro (per una variazione netta pari a zero). Introduciamo infine le parentesi in modo appropriato. Il risultato è l'equazione (3) desiderata:

(3) $$yk \sin t / \cos \varphi = x\left(1 + k \cos t \tan \varphi\right) - x\left(1 + k \tan \delta\right)$$

Si considerino ora due nuove equazioni.

(4) $$x\left(1 + k \tan \delta\right) = \pm 1$$

(5) $$yk \sin t / \cos \varphi = x\left(1 + k \cos t \tan \varphi\right) \mp 1$$

Si usi il segno **-** per $t > 0$, **+** per $t < 0$.

Per una data latitudine e declinazione, l'equazione (4) produce due linee rette, entrambe equidistanti dall'origine e parallele all'asse y. Per ogni valore di declinazione esiste una coppia di linee, una corrispondente al mattino ($\boldsymbol{x} < 0$) e l'altra al pomeriggio ($\boldsymbol{x} > 0$). Queste servono come linee di declinazione per il quadrante. (Utilizziamo come lunghezza unitaria, per tutti i quadranti seguenti, la distanza dal piede dello stilo ad una delle linee equinoziali.)

Per una data latitudine e angolo orario, l'equazione (5) fornisce anche una linea retta: una costante per y è uguale a una costante per x meno una costante; se usiamo il valore di x il cui segno è uguale a quello di t, abbiamo un'unica linea corrispondente a ciascun angolo orario. Tutte queste linee, sovrapposte alle linee di declinazione, formano il quadrante dell'orologio solare di base (Fig. 2).

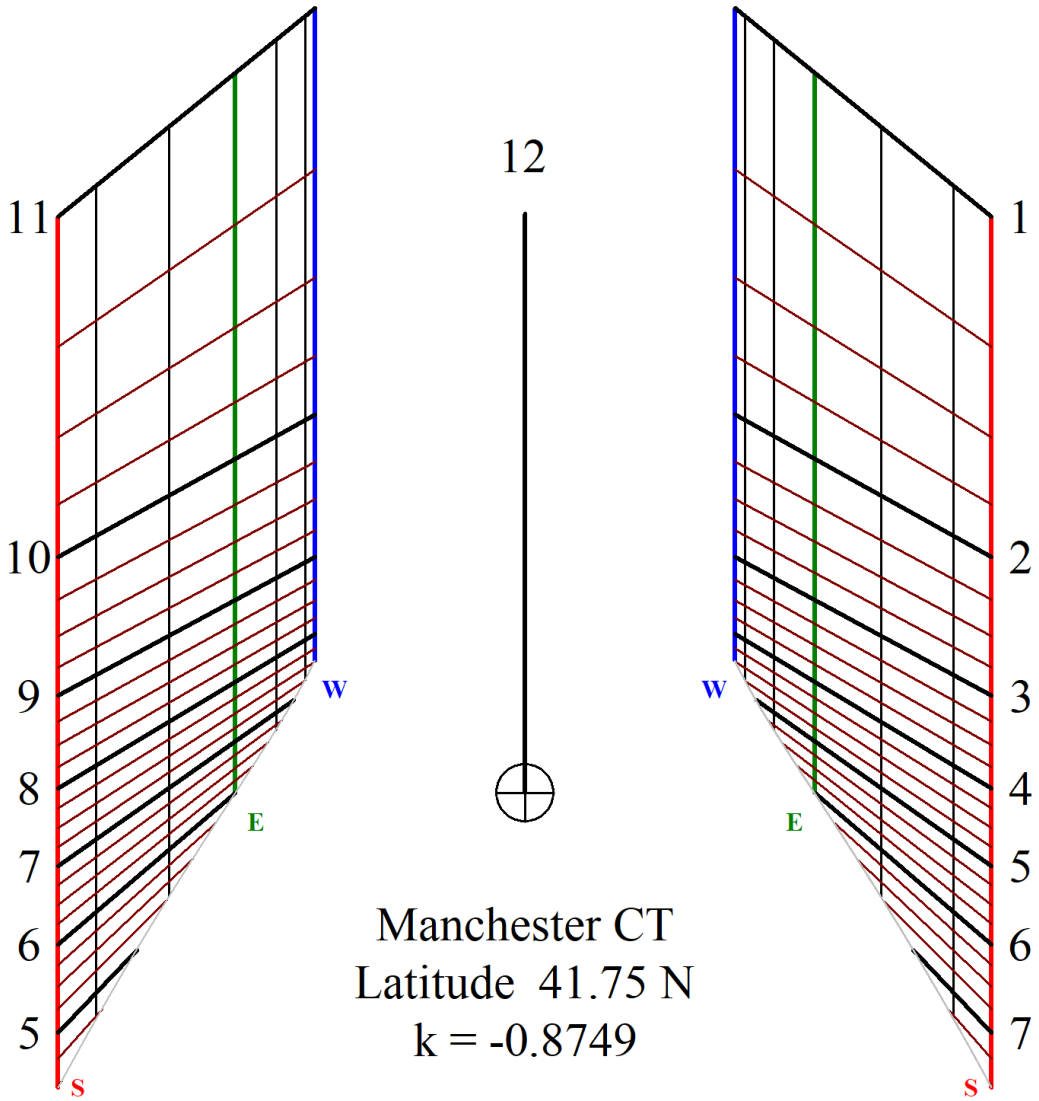


Fig. 2 - Quadrante Peaucellier di base. Linee rosse per il solstizio d'estate, blu per l'inverno e linee verdi per gli equinozi.

Se consideriamo un punto (x, y) che soddisfa entrambe le equazioni (4) e (5) per una declinazione e un angolo orario specificati, il punto deve anche soddisfare il risultato della combinazione delle equazioni, il che ci riporta all'equazione (3) che definisce la linea d'ombra in quell'istante. Abbiamo quindi una meridiana corretta.

La Fig. 2 illustra il reticolo azimutale di base di una meridiana Peaucellier (sebbene derivata in un modo leggermente diverso) per la latitudine 41,75° N e la costante k = -0,8749. Uno gnomone verticale è posto al centro del cerchio con la crocetta sul quadrante orizzontale e la linea di mezzogiorno è tracciata parallela al meridiano. L'ombra dello stilo inizia all'alba sul lato ovest del quadrante. In qualsiasi momento, la sua intersezione con la linea di declinazione della data corrente indica l'ora con la sua posizione tra le linee orarie. La linea d'ombra (o la sua estensione se l'ombra stessa

è troppo corta) raggiunge le 11:00 e poi continua la sua scansione verso est finché non coincide con la linea di mezzogiorno, senza incontrare linee orarie intermedie. Attraversa poi con un altro grande balzo una regione priva di linee fino alle 13:00 e poi continua lungo il reticolo di destra delle linee della data e dell'ora.

Si noti che il valore selezionato per k ha un impatto significativo sulla forma dei reticoli. Se aumentiamo il valore assoluto di k ma manteniamo il suo segno negativo, otteniamo reticoli più ampi con linee orarie la cui pendenza cambia (Fig. 3). Se, invece, cambiamo semplicemente il segno di k da negativo a positivo, le posizioni relative delle linee del solstizio vengono invertite e il quadrante diventa più allungato (Fig. 4).

Il valore che preferisco usare, almeno come punto di partenza, per k (Equazione 6) produce una linea oraria delle 13:00 perpendicolare alla linea d'ombra delle 13:00 del solstizio d'estate.

(6) $$k = -\cos\varphi \Big/ \left(\cos 15^\circ \sin\varphi + \sin 15^\circ \tan z_{23.44,15}\right)$$

Le equazioni per le coordinate (x, y) di qualsiasi punto nei nostri reticoli sono:

(7) $$x = \pm\frac{1}{1+k\tan\delta} \quad , \quad y = \frac{\cos\varphi}{k\sin t}\left(\frac{1+k\cos t\tan\varphi}{1+k\tan\delta}-1\right) = x\cot z_{\delta,t}$$

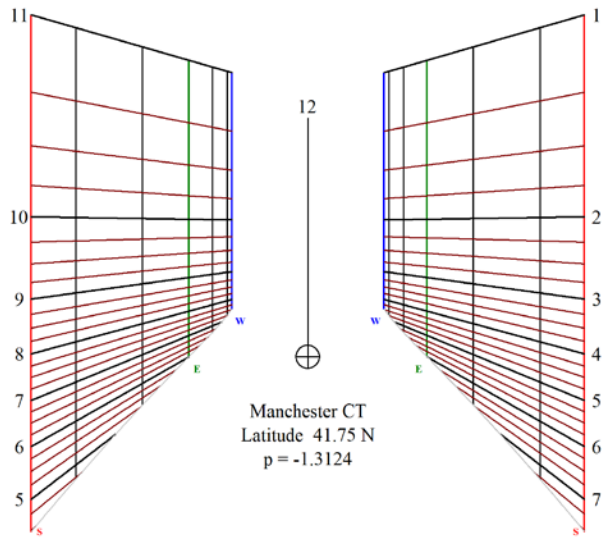


Fig. 3
k = – 1.3124

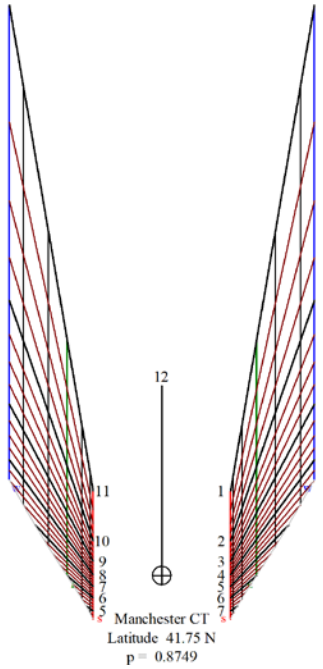


Fig. 4
k = + 0.8749

Occupiamoci della zona vuota

Il nostro obiettivo è ora quello di considerare come modificare il quadrante in modo tale che l'intervallo di due ore dalle 11:00 alle 13:00 abbia indicazioni orarie più frequenti rispetto alla semplice linea del meridiano[4].

Iniziamo notando che l'unico motivo per tagliare la parte superiore dei reticoli alle 11:00 e alle 13:00 è la comodità. Se volessimo mostrare più linee orarie, potremmo estendere le linee di declinazione verso l'alto, ma dovremmo usare una linea di lunghezza infinita per arrivare a mezzogiorno. Per esempio (Fig. 5), proviamo a essere meno ambiziosi e cerchiamo solo il punto A per le 12:45 del solstizio d'inverno usando l'equazione (7). L'ombra in questa ora e data si trova lungo la linea OA. Ciò che ci serve è una strategia per sostituire A: (x_A, y_A) con un punto B: (x_B, y_B) che

[4] La tecnica che adottiamo per questo primo quadrante ibrido è stata suggerita da Peaucellier nel suo ultimo paragrafo. Egli tentava di trovare un modo per convertire un quadrante interamente lineare in uno costituito da soli archi circolari. Eseguiremo questa conversione solo per le singole ore su entrambi i lati del mezzogiorno.

giace sulla stessa linea ma molto più vicino all'origine – diciamo all'interno di un cerchio di raggio fisso r centrato sull'origine. Sia d la lunghezza di OA, quindi $d = \sqrt{x_A^2 + y_A^2}$ e selezioniamo il raggio $r < d$. Definiamo il punto B come:

(8) $$x_B = x_A \, r^2 / d^2 \qquad \text{e} \qquad y_B = y_A \, r^2 / d^2$$

La distanza di B dall'origine è sempre minore di r; ogni punto sui nostri reticoli al di fuori del cerchio di raggio r viene riflesso in un punto all'interno del cerchio. I punti orari intorno a mezzogiorno passano dall'essere molto lontani dall'origine all'esserne molto vicini. E poiché si trovano sulla stessa linea (ad esempio OBA) degli originali, il quadrante continua a funzionare una volta che abbiamo sostituito il punto A con il punto B.

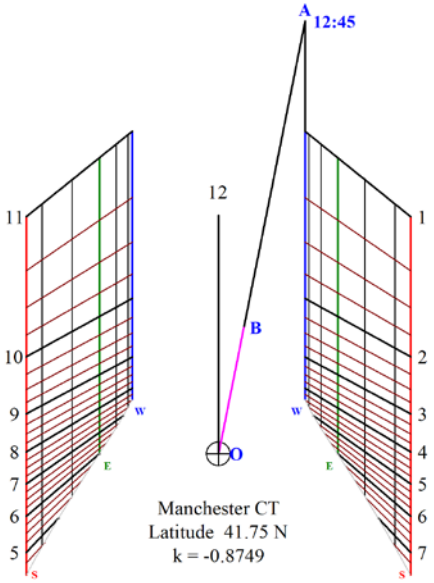


Fig. 5 – Ricerca del reciproco di un punto.

Quindi, ora abbiamo una tecnica per sostituire le parti superiori dei reticoli (che non abbiamo incluso nelle immagini precedenti) con una nuova serie di curve di data e ora. Queste curve riflesse non sono più linee rette; sono archi circolari dati da:

(9) $$\left(x - \frac{r^2}{2}(1 - k\tan\varphi\cos t)\right)^2 + \left(y + \frac{r^2}{2}\frac{k\sin t}{\cos\varphi}\right)^2 = \frac{r^4}{4}\left((1 - k\,\tan\varphi\,\cos t)^2 + \left(\frac{k\sin t}{\cos\varphi}\right)^2\right)$$ cerchi orari

(10) $$\left(x - \frac{r^2}{2}(1 + k\tan\delta)\right)^2 + y^2 = \left(\frac{r^2}{2}(1 + k\tan\delta)\right)^2$$ cerchi di data

Le coordinate x, y delle nuove curve nella zona originariamente vuota sono:

(11) $$x = \pm\, r^2\, sin^2 z_{\delta,t}(1 + k\tan\delta)$$
$$y = r^2\,|\sin z_{\delta,t}|\,\cos z_{\delta,t}\,(1 + k\tan\delta)$$

Il quadrante ibrido risultante è mostrato nella Fig. 6.

Ancora una volta, l'ombra dello stilo inizia il mattino sulla parte ovest del quadrante, passando quindi attraverso le successive intersezioni della linea del giorno con le linee delle ore fino alle 11:00. In questo momento l'ombra (eventualmente estesa) attraversa anche il punto delle 11:00 sull'arco circolare per il giorno corrente. L'intersezione di ombra e arco procede verso il basso, passando attraverso gli archi orari appropriati fino a mezzogiorno. L'intero processo viene quindi invertito con l'intersezione dell'ombra che alla fine si trasferisce dalla curva del giorno alla linea retta del giorno nel reticolo.

Abbiamo quindi un quadrante che funziona tutto il giorno. Si noti che nella Fig. 6 i punti del solstizio estivo delle 13:00 per il reticolo e per gli archi circolari coincidono. Questa coincidenza ci dice che i punti sono sulla circonferenza del cerchio di raggio r centrato sull'origine. A tale scopo, impostiamo:

(12) $$r = 1 \Big/ \left(\sin z_{23.44,15}\left(1 + k\tan 23.44^\circ\right)\right)$$

Avendo mostrato questo progetto a diversi gnomonisti, ho scoperto che suscita una delle due reazioni: o è attraente come un fiore che sboccia nell'area del giardino tra i nostri reticoli, o è un'erbaccia complicata che attecchisce nella fessura indesiderata (zona vuota) che li separa. Il prossimo progetto è per coloro che manifestano quest'ultima reazione.

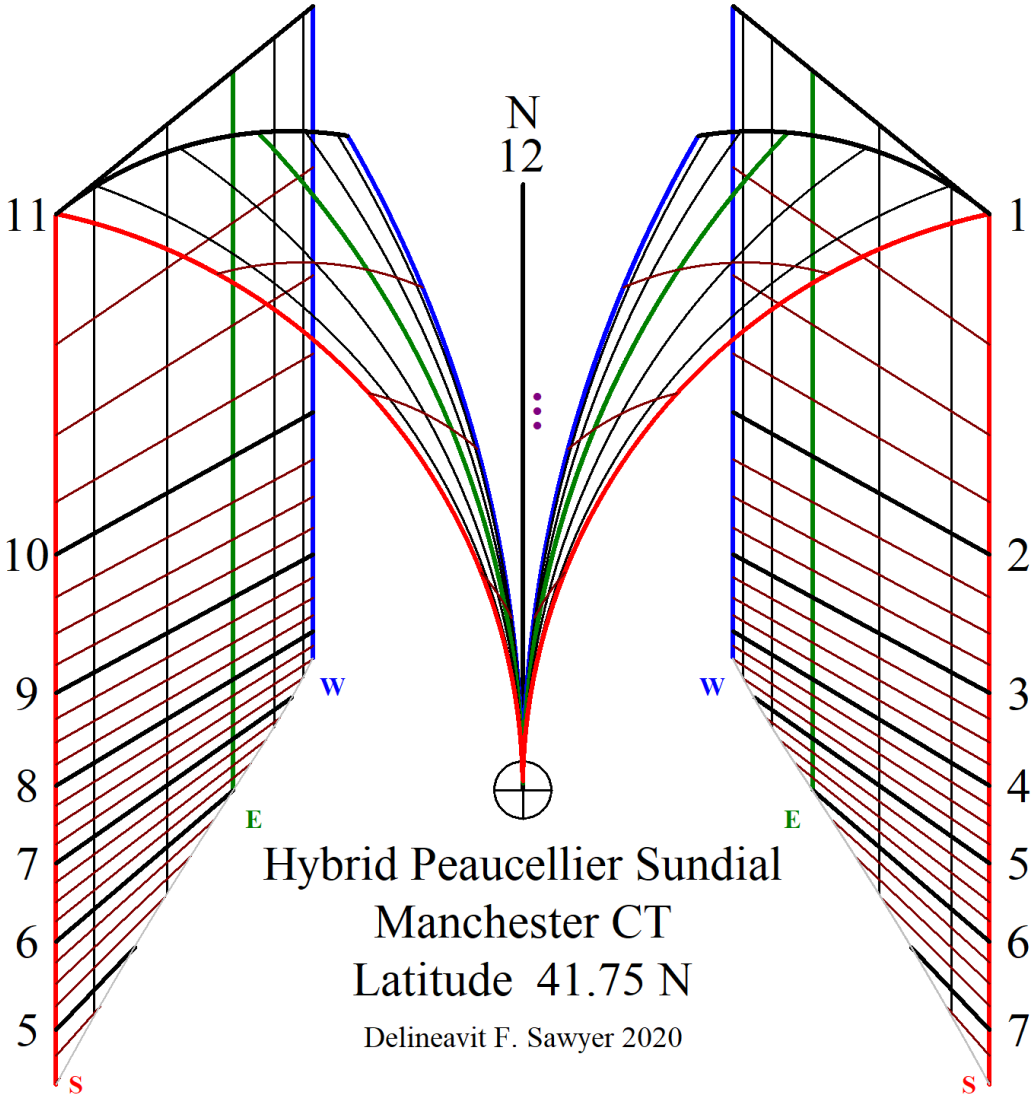


Fig. 6 – Con k = -0.8749 and r = 2.5607

Colmare la zona vuota

Per una soluzione più semplice al problema della zona vuota, ricominciamo con la Fig. 2. Se ci posizioniamo sul punto delle 11:00 in una determinata data e guardiamo direttamente attraverso la zona vuota, vediamo un punto delle 13:00 sull'altro lato. Possiamo colmare lo spazio con un tratto orizzontale tra i due punti. La "curva" del giorno è ora composta da due linee verticali con una linea orizzontale che le unisce.

Con una serie completa di linee del giorno, tutto ciò di cui abbiamo bisogno ora sono le curve delle ore. Ricordando di mantenere la relazione $x = y \tan z_{\delta,t}$, possiamo definire le coordinate (x, y) dei punti sia per la curva del giorno che per quella dell'ora:

$$x = \frac{\cot z_{\delta,15}}{1 + k \tan \delta} \tan z_{\delta,t} \quad , \quad y = \frac{\cot z_{\delta,15}}{1 + k \tan \delta} \tag{13}$$

Ma le curve orarie risultanti sono dritte o decisamente curve come nella Fig. 1?

Il disegno del quadrante (Fig. 7) mostra che queste curve delle ore sono molto vicine ad essere rettilinee e potrebbero probabilmente passare per rette. Tuttavia, sono in realtà segmenti di parabole.

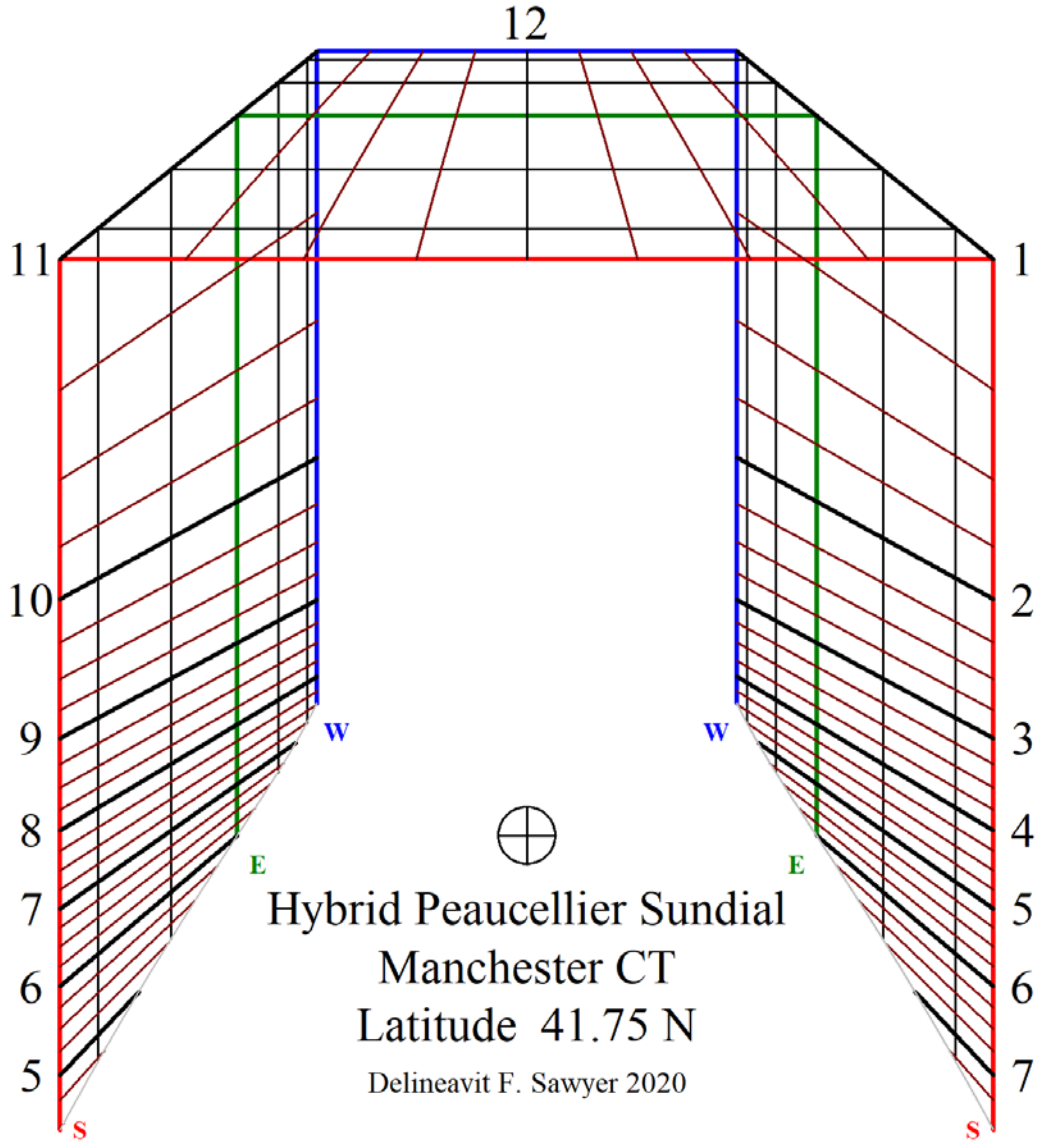


Fig. 7 – k= -0.8749 Curve orarie paraboliche nella zona vuota

Per vedere questo, combiniamo le equazioni (13) così da ottenere la forma parabolica (le Fig. 8 e 9 ne mostrano due esempi):

$$y^2 k \sin t \sin 15° - xy \sin 15° (\cos \varphi + k \sin \varphi \cos t) + \\ + y \cos \varphi \sin t - x \sin \varphi \cos \varphi (\cos t - \cos 15°) = 0 \tag{14}$$

Se impostiamo $t = 0^\circ$, l'equazione (14) fornisce[5] la linea retta per mezzogiorno. Se $t = \pm 15^\circ$, l'equazione (14) si riduce[6] all'equazione (5) e produce linee rette per le 11:00 e le 13:00. Tuttavia, tra questi valori di t, l'equazione descrive una parabola. Una parabola non è certo una retta, ma se ci occupiamo solo di un segmento di curva ben distante dal vertice (cioè quel segmento compreso tra le due rette orizzontali del solstizio), la curva diventa quasi indistinguibile da una retta.

[5] L'equazione ha anche la radice estranea: $y = -\dfrac{\sin\varphi\left(1-\cos 15^\circ\right)}{\sin 15^\circ\left(1+k\tan\varphi\right)}$

[6] Una radice estranea aggiuntiva in questo caso è: $y = 0$

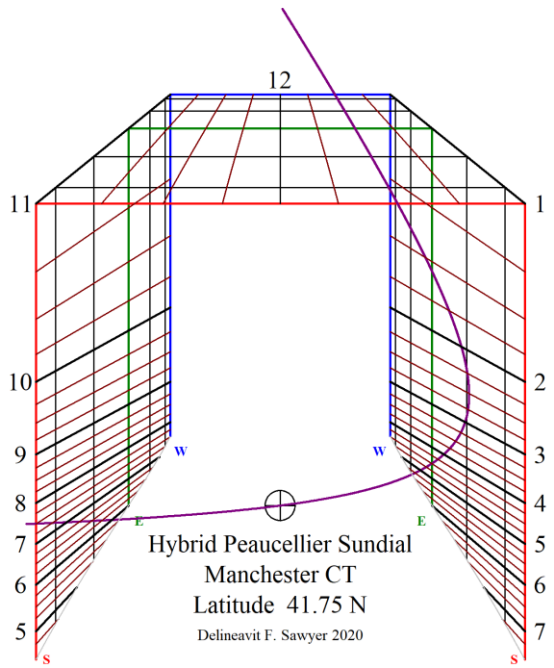


Fig. 8 – Curva parabolica delle 12:30

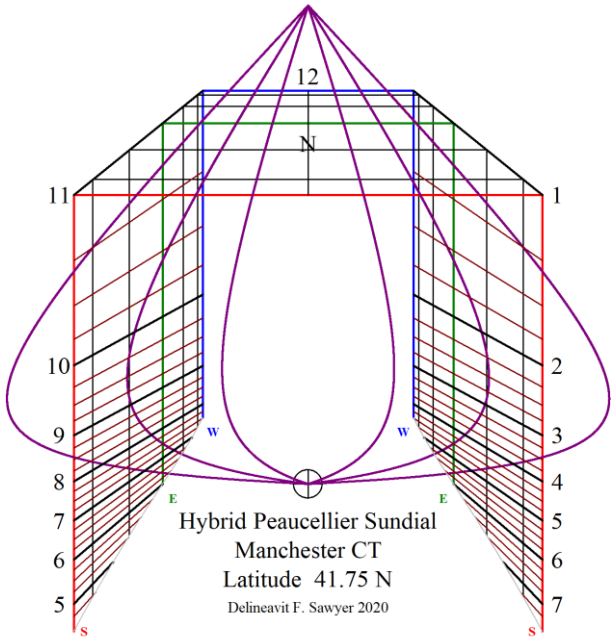


Fig. 9 – Curve orarie intorno alle 12

Tiriamo dritto

Naturalmente, per gli gnomonisti non è una novità la sostituzione con linee rette di quelle che sono tecnicamente curve non rettilinee. Si consideri, ad esempio, le curve delle ore disuguali: sebbene le equazioni corrette per queste curve siano costituite da polinomi di grado elevato, esse sono generalmente rappresentate approssimativamente da linee rette. Per qualsiasi gnomonista che non voglia tracciare segmenti di parabole, qui può essere adottata un'approssimazione simile.

Utilizzando le equazioni (13), i punti corretti per qualsiasi istante selezionato nella nostra zona vuota possono essere calcolati per entrambi i solstizi. Disegnando semplicemente una linea retta che collega questi punti, abbiamo un valido sostituto per la linea oraria curva. L'errore introdotto da questa sostituzione è limitato al breve intervallo intorno a mezzogiorno; un calcolo del valore di questo errore (vedere l'Appendice) fornisce i risultati nella tabella seguente per diverse latitudini. La tabella mostra la declinazione solare e l'ora in cui l'errore è massimo: un errore positivo indica che il quadrante è *avanti*, un valore negativo indica che il quadrante è *indietro*.

Latitudine	30°	35°	40°	41.75°	45°	50°	55°
Declinazione solare	11.3°	8.7°	7.0°	6.5°	5.7°	4.7°	3.9°
Lettura sul quadrante	11:25 12:35	11:25 12:35	11:25 12:35	11:25 12:35	11:25 12:35	11:25 12:35	11:25 12:35
Errore	-80 sec 80 sec	-35 sec 35 sec	-20 sec 20 sec	-16 sec 16 sec	-12 sec 12 sec	-8 sec 8 sec	-5 sec 5 sec

Quindi con questa approssimazione possiamo avere una meridiana azimutale a latitudini non proprio tropicali con errori che sono in genere inferiori a mezzo minuto.

In effetti, è facile dimezzare anche questo piccolo errore. Invece di disegnare una singola linea retta che unisce i punti orari corretti ai solstizi, possiamo disegnare due linee: una da ogni solstizio alla linea dell'equinozio che si trova tra di loro. Mediamente questo passaggio aggiuntivo dimezza l'errore derivante dall'uso di linee completamente rettilinee.

Divisione del quadrante

Avendo suggerito che possiamo considerare il quadrante diviso in due sezioni, una per i sei mesi dall'equinozio (verde) al solstizio d'estate (rosso) e di nuovo all'equinozio, e l'altra per i sei mesi dall'equinozio (verde) al solstizio d'inverno (blu) e di nuovo all'equinozio, possiamo allora dividerlo effettivamente in questo modo (Fig. 10). Usiamo il quadrante come già visto per sei mesi da un equinozio all'altro, quindi lo ruotiamo di 180° per i sei mesi successivi.

Se vogliamo eliminare le linee *sovrapposte* negli angoli, aumentiamo il valore assoluto di k, diciamo k = -1,53 (Fig. 11).

Esaminando rapidamente questa configurazione del quadrante, viene in mente un potenziale problema con i progetti che abbiamo visto finora. Per ogni data altezza dello stilo e per ogni angolo orario solare, la lunghezza dell'ombra sarà più lunga nella metà invernale (blu) dell'anno che nella metà estiva (rossa); invece, nei progetti considerati finora, la distanza dalla base dello gnomone ai punti orari per il solstizio d'estate tende ad essere maggiore che per il solstizio d'inverno.

Possiamo ovviamente affrontare questo problema esigendo che lo stilo usato sia particolarmente lungo, oppure possiamo progettare il quadrante con un'alidada alla base dello gnomone che ci permette di estendere la linea dell'ombra oltre il suo punto finale. Sono soluzioni legittime ma non molto eleganti. Consideriamo allora un paio di strategie alternative.

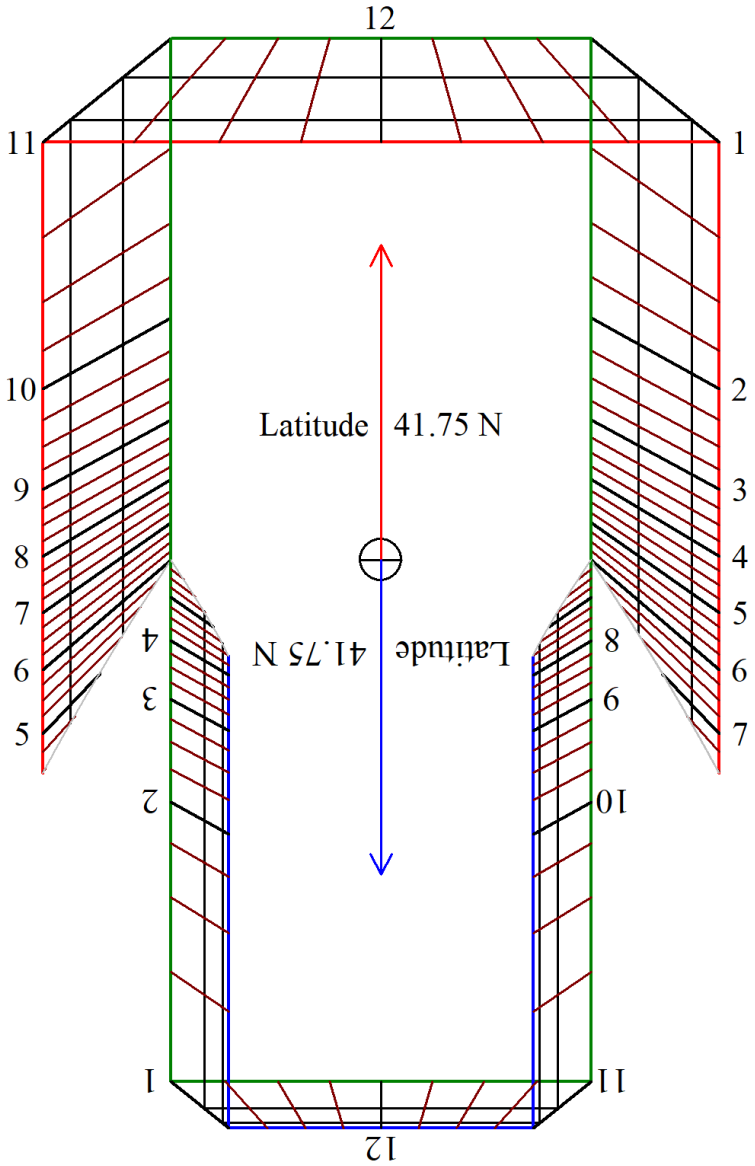


Fig. 10 – Ruotare di 180° ogni 6 mesi

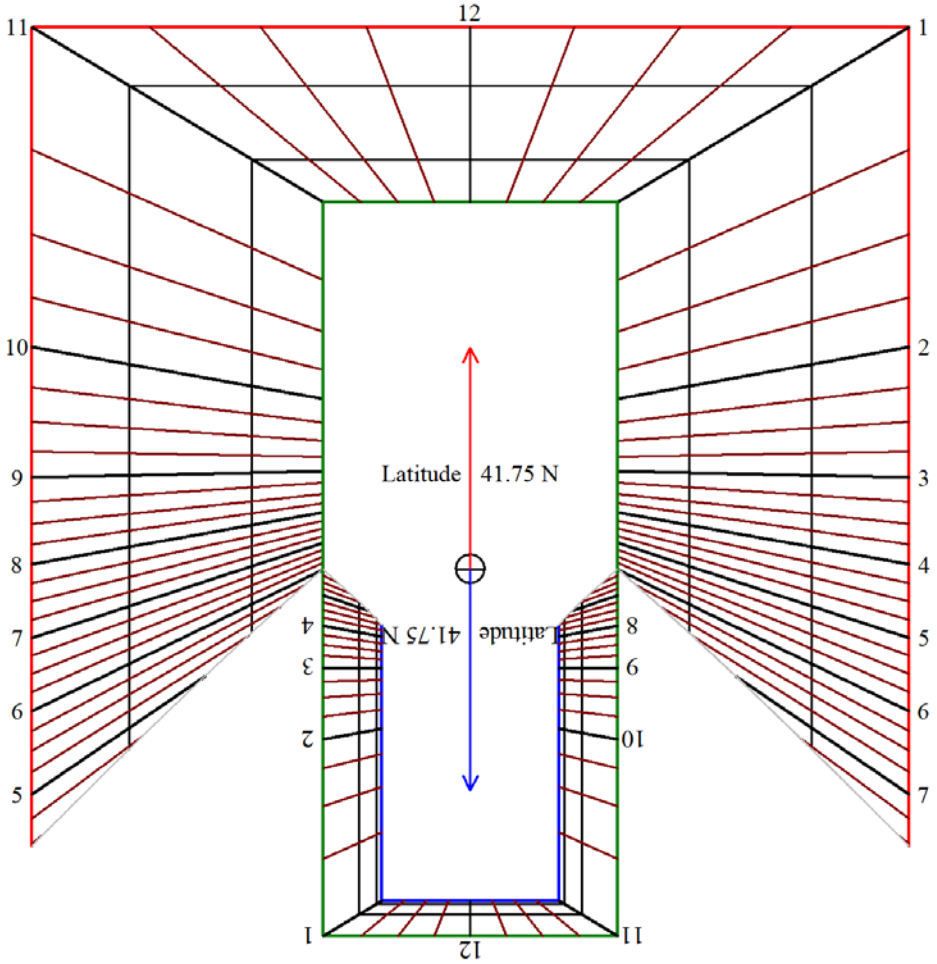


Fig. 11 – Senza linee *sovrapposte*, k = -1.53

Strategia 1: selezionare k

Come notato sopra, la selezione del valore di k può modificare in modo significativo il reticolo. Per la Fig. 11, abbiamo posto $k = -1.5311$ per entrambe le metà del quadrante. Consideriamo invece i valori di $k = +1.5311$ e $k = -1.5311$ per la metà estiva e quella invernale, rispettivamente. Mantenendo lo stesso valore assoluto per entrambe le metà, le linee dell'equinozio continuano a formare un rettangolo completo. Rendendo il valore estivo positivo e quello invernale negativo (nell'emisfero settentrionale), le linee orarie si trovano tutte all'interno di quel rettangolo, piuttosto che al di fuori di esso. Le variazioni in valore assoluto, da 0.8749 a 1.5311, modificano l'inclinazione delle linee orarie[7] in modo da eliminare le forme trapezoidali nella parte superiore di entrambe le metà (con declinazione e linee orarie sovrapposte) e sostituirle con semplici angoli retti (senza sovrapposizioni). Il risultato è il quadrante nella Figura 12.

Vediamo una caratteristica interessante di questo reticolo esaminando le linee verdi del mattino e del pomeriggio per gli equinozi. Queste sembrano essere leggermente incurvate o piegate verso l'esterno; tuttavia, se si posiziona una linea retta lungo le linee, si scopre che queste sono perfettamente dritte. Questa è un'illusione ottica di Hering, dal nome del fisiologo Ewald Hering.

Questo quadrante presenta linee rette (gli equinozi verdi) che appaiono curve e linee curve (le linee orarie tra le 11:00 e mezzogiorno e tra mezzogiorno e le 13:00) che appaiono dritte.

Invece di disporre questi componenti in modo che richiedano rotazioni di 180°, possiamo sovrapporli, come spesso si fa nella progettazione dei quadranti, per ottenere l'avvincente reticolo della Fig. 13.

---

[7] Questo effetto risulta dall'impostazione del valore negativo di $k < -1.1599 = -\sec 15^\circ \cot\varphi$.

$k = -\sec 15^\circ \cot\varphi \Rightarrow \partial y / \partial\delta = 0$.

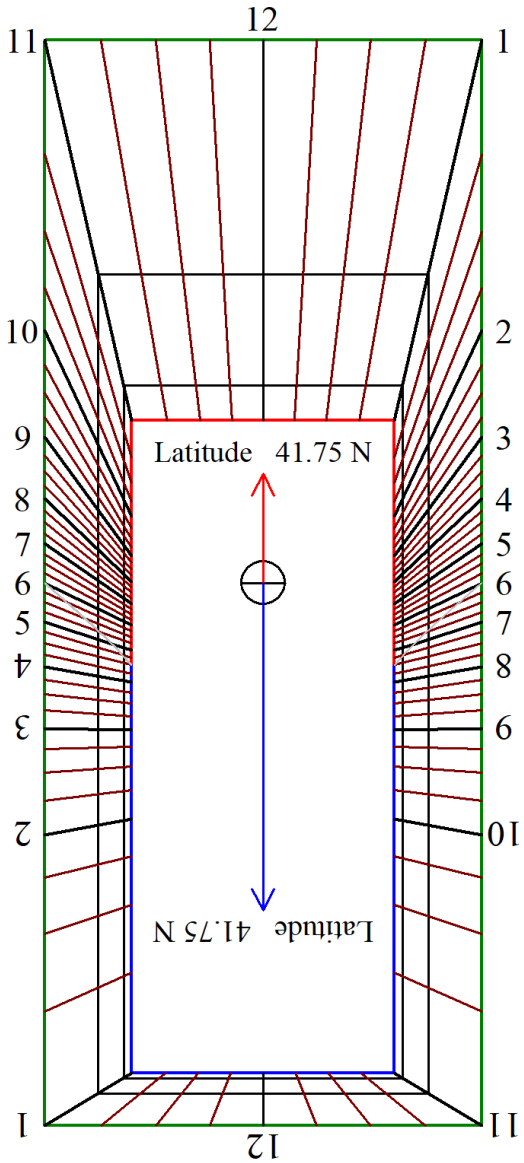


Fig. 12 – Le linee diritte sembrano curve; le linee curve sembrano diritte

Le linee di declinazione che corrono da nord a sud tra le linee dell'equinozio e del solstizio rappresentano normalmente due giorni dell'anno; con questa disposizione rappresentano ora quattro giorni (2 con declinazione + δ e 2 con – δ).

Le linee orarie sono ora ripiegate: per esempio, la parte rossa della linea delle 14:00 viene utilizzata per le letture primaverili ed estive, mentre la parte blu viene utilizzata in autunno e inverno.

In quella che era la zona vuota, le linee orarie sono similmente piegate, ma le linee di declinazione orizzontale continuano a rappresentare solo due giorni: dopo l'equinozio di primavera, si usano le linee rosse fino al solstizio d'estate e poi si torna sulla linea verde - che ora è l'equinozio d'autunno; quindi si procede sulle linee blu fino al solstizio d'inverno e poi di nuovo alla linea verde dell'equinozio di primavera.

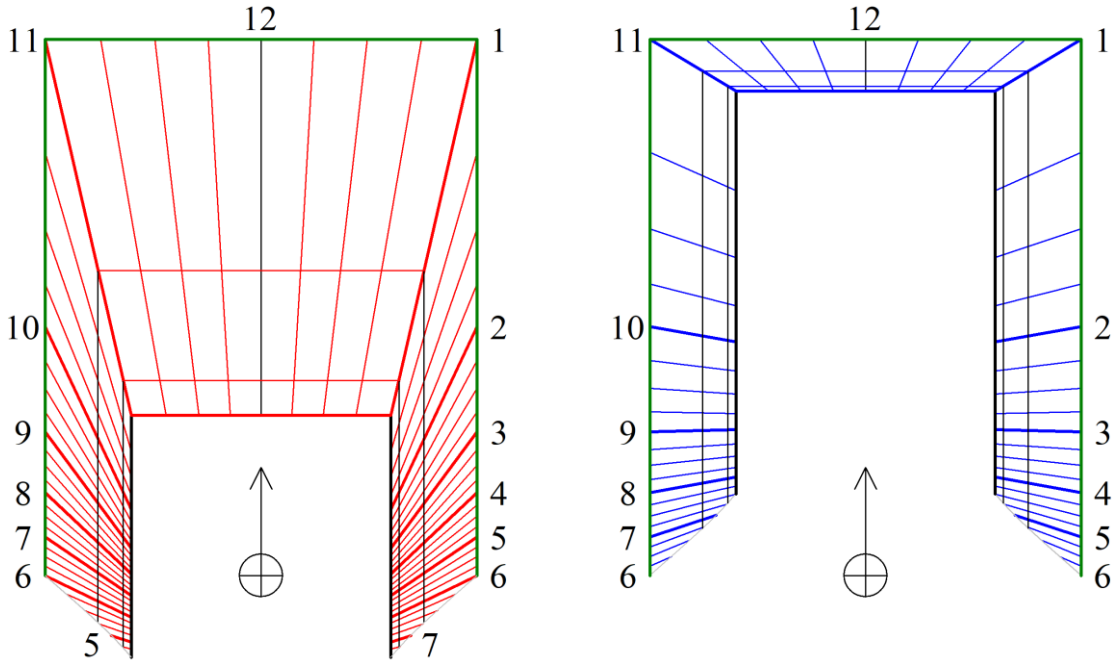


Fig. 13a e 13b

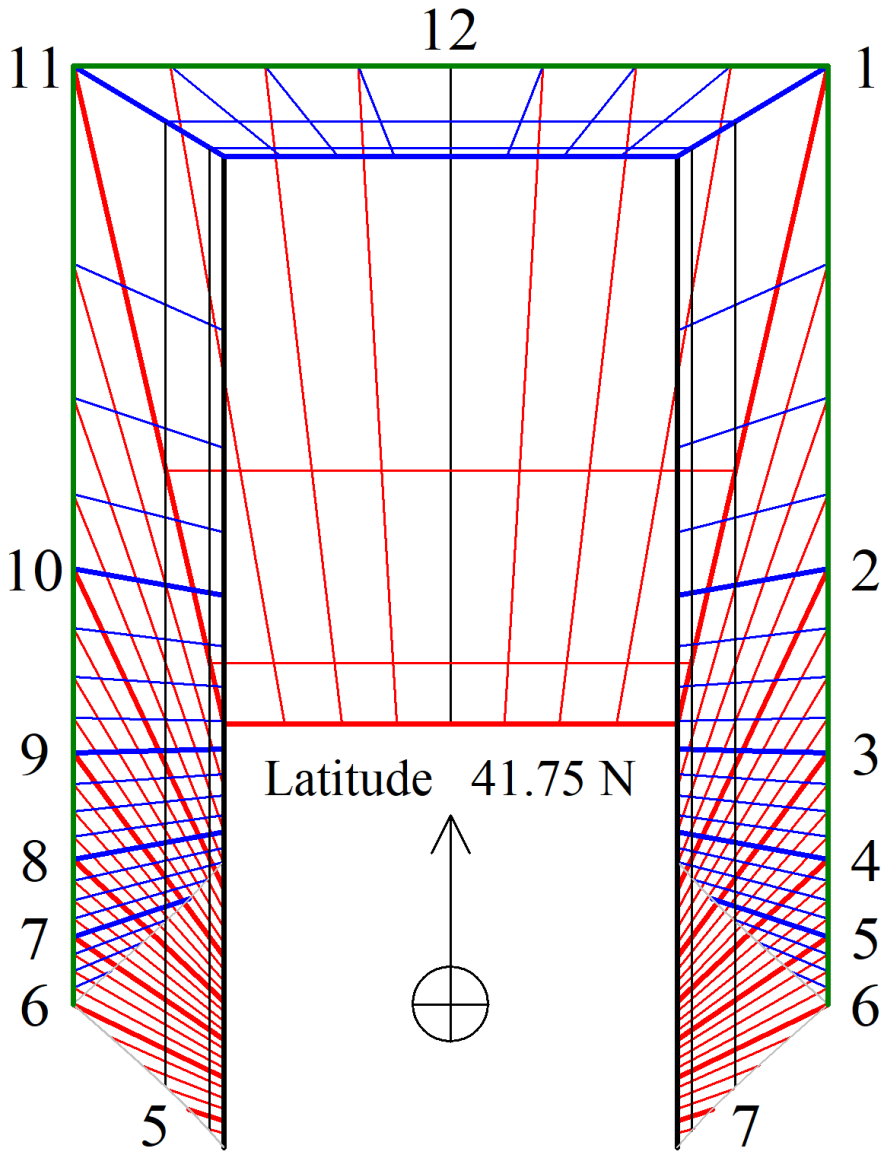


Fig. 13 – Un quadrante con le linee orarie ripiegate

Strategia 2: controllo dell'altezza dello stilo

I cambiamenti che abbiamo considerato sono motivati dalla necessità di tener conto della lunghezza dell'ombra dello stilo. Questa situazione è insolita per un quadrante azimutale, poiché l'ora su un quadrante di questo tipo normalmente non viene indicata dal punto finale dell'ombra dello gnomone. Come regola generale, siamo interessati solo all'angolo che l'ombra forma con il meridiano, non alla lunghezza dell'ombra. Tuttavia preferiamo avere un'ombra che si estenda almeno fino al punto del quadrante associato alla data e all'ora correnti, allora dobbiamo assicurarci che l'ombra dello gnomone abbia sempre almeno una certa lunghezza calcolata . Quindi, ora calcoliamo l'altezza dello gnomone.

Si consideri la sezione Peaucellier del quadrante, in particolare il reticolo pomeridiano con $|k| < \cot 23.44^\circ$ e $t \geq 0^\circ$.

Siano $z_{\delta,t}$ e $\alpha_{\delta,t}$ rispettivamente l'azimut e l'altezza solare quando la declinazione e l'angolo orario sono δ e t.

La distanza dalla base dello gnomone al punto di ora t nella data δ è:

$$\sqrt{\frac{1}{(1+k\tan\delta)^2}\left(1+\cot^2 z_{\delta,t}\right)} = \frac{1}{(1+k\tan\delta)\sin z_{\delta,t}} \tag{15}$$

L'altezza dello stilo $g_{\delta,t}$ necessaria per coprire questa distanza è:

$$g_{\delta,t} = \frac{\tan\alpha_{\delta,t}}{(1+k\tan\delta)\sin z_{\delta,t}} = \frac{\sin\alpha_{\delta,t}}{\sin t\cos\delta(1+k\tan\delta)} \tag{16}$$

Pertanto, l'altezza minima dello stilo $g_{\delta,t}$ necessaria per assicurare che l'ombra raggiunga il punto appropriato nel reticolo pomeridiano è:

$$g_{\delta,t} = \frac{\sin\alpha_{\delta,t}}{\sin t\cos\delta(1+k\tan\delta)} = \frac{\cos\varphi\cos t+\sin\varphi\tan\delta}{\sin t(1+k\tan\delta)} \tag{17}$$

Ogni punto del reticolo ha un'altezza minima dello gnomone specifica; ora dobbiamo selezionare il più grande di questi valori. Per un dato giorno, consideriamo lo gnomone per le 13:00. La sua altezza sarà sufficiente per funzionare per il resto della giornata perché la sua ombra avrà un angolo azimutale maggiore e terminerà più a est dal meridiano, quindi l'ombra stessa dovrà intersecare la linea della data nord-sud.

Ora dobbiamo trovare la data δ per un dato k che produce il più lungo tra gli gnomoni delle 13:00, cioè il valore di δ che massimizza $g_{\delta,15}$.

$$\frac{\partial}{\partial\delta}g_{\delta,t} = \frac{\sin\varphi - k\cos\varphi\cos t}{\cos^2\delta\sin t(1+k\tan\delta)^2} \qquad \left.\frac{\partial}{\partial\delta}g_{\delta,t}\right|_{k=\tan\varphi/\cos t} = 0 \tag{18}$$

Dall'equazione (18), vediamo che se $k > \tan\varphi/\cos 15^\circ$ la lunghezza dello gnomone richiesta è quella associata a $\delta = -23.44^\circ$; in alternativa, se $k < \tan\varphi/\cos 15^\circ$, la lunghezza richiesta è associata a $\delta = 23.44^\circ$.

Vediamo il caso speciale in cui $k = \tan\varphi/\cos 15^\circ$. Con questo valore per k, dall'equazione (17) troviamo che per qualsiasi valore di δ:

$$g_{\delta,15} = \cos\varphi/\tan 15^\circ \tag{19}$$

Se usiamo uno gnomone con questa altezza (su un quadrante con questo valore di k), la sua ombra sarà abbastanza lunga durante tutto l'anno per indicare l'ora dalle 13:00 al tramonto e dall'alba alle 11:00. La configurazione del quadrante risultante e la lunghezza dello gnomone sono illustrate nella Fig. 14.

Poiché sappiamo che questa altezza dello stilo produrrà sempre, all'interno della zona vuota, ombre che terminano sotto la linea orizzontale tra le 11:00 e le 13:00, non c'è bisogno di conoscere la declinazione per leggere l'ora - è sufficiente esaminare dove si trova il punto finale dell'ombra tra le linee orarie che abbiamo tracciato come normali linee gnomoniche per questo intervallo di tempi, sostituendo così il quadrante azimutale con un quadrante gnomonico tradizionale solamente nella zona vuota[8].

Le equazioni gnomoniche per queste linee orarie vengono sviluppate facilmente. Sia $\boldsymbol{g}$ l'altezza dello gnomone, $\boldsymbol{z}$ l'azimut e α l'altezza solare. Le coordinate del punto finale dell'ombra sono quindi:

(20) $$x = g\frac{\sin z}{\tan\alpha} \qquad y = g\frac{\cos z}{\tan\alpha} = x\cot z$$

Sappiamo dalla trigonometria sferica:

(21) $$\tan\alpha = \frac{\cos\varphi\cos\delta\cos t + \sin\varphi\sin\delta}{\cos\delta\sin t / \sin z}$$

Combinando le equazioni (20) e (21) otteniamo:

(22) $$x = g\frac{\sin t}{\cos\varphi\cos t + \tan\varphi\sin\delta}$$

(23) $$y = g\frac{\sin\varphi\cos t - \cos\varphi\tan\delta}{\cos\varphi\cos\delta\cos t + \sin\varphi\sin\delta}$$

Usiamo le equazioni (22) e (23) per trovare le coordinate dei punti delle ore gnomoniche nell'intervallo.

Per qualsiasi istante $\boldsymbol{t}$ possiamo calcolare le coordinate delle date del solstizio e quindi tracciare una linea retta tra di loro perché le linee orarie sono dritte.

Per verificare questa affermazione, combiniamo le equazioni (22) e (23) per eliminare la variabile δ e otteniamo la linea oraria rettilinea:

(24) $$\tan t\sin\varphi = \frac{x}{y + g\cot\varphi}$$

Il quadrante della Fig. 14 ha quello che può essere pensato come lo gnomone ottimale.

La sua ombra è abbastanza lunga da indicare l'ora per tutti i punti sui nostri reticoli, ed è abbastanza corta da essere completamente contenuta nello spazio tra i reticoli in modo che possiamo leggere il tempo dal punto finale dell'ombra e non abbiamo bisogno di linee di declinazione.

Qualsiasi altro valore per k richiede uno gnomone *più lungo* affinché sia sempre sufficiente. Un *aumento* di k richiede uno stilo più lungo per essere sufficiente al solstizio d'inverno. Una *diminuzione* in k richiede uno stilo più lungo per essere sufficiente al solstizio d'estate.

(25) $$k = \tan\varphi / \cos 15^\circ \qquad g_{\delta,15} = \cos\varphi / \tan 15^\circ$$

Il quadrante dimensionato secondo l'equazione (25) fornisce la lunghezza minima dello gnomone: non troppo corta, non troppo lunga, solamente giusta.

[8] Lo sappiamo perché il punto finale dell'ombra dello gnomone tocca i punti delle 11:00 e delle 13:00 del solstizio d'inverno. Nell'emisfero settentrionale, l'ombra in quella data traccia una curva iperbolica concava verso l'alto con tutti i punti tra questi due tempi che si trovano più a sud.

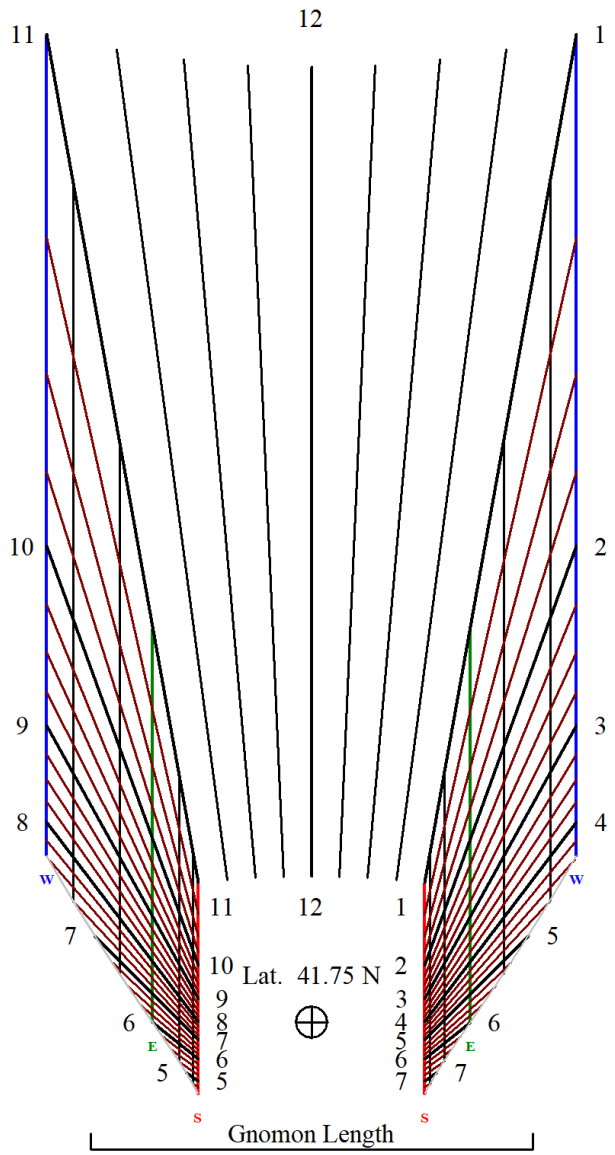


Fig. 14 – Con gnomone ottimale

Appendice – Errore delle linee rettilinee

Vogliamo calcolare l'errore Δ che commettiamo quando le curve paraboliche delle ore (11:00 – 13:00) sono sostituite da linee orarie rettilinee definite dai due punti esatti sui solstizi $\delta = \pm\varepsilon = \pm 23.44°$ all'ora t_d indicata sul quadrante. Selezioniamo un valore per t_d in un determinato giorno δ. Determiniamo le coordinate del punto (x, y) corrispondente sul quadrante:

$$y_{-\varepsilon,t} = \frac{\cot z_{-\varepsilon,15}}{1 - k\tan\varepsilon} \qquad y_{\varepsilon,t} = \frac{\cot z_{\varepsilon,15}}{1 + k\tan\varepsilon} \qquad y = \frac{\cot z_{\delta,15}}{1 + k\tan\varepsilon}$$

$$x_{-\varepsilon,t} = y_{-\varepsilon,t}\tan z_{-\varepsilon,15} \qquad x_{\varepsilon,t} = y_{\varepsilon,t}\tan z_{\varepsilon,15}$$

$$x = x_{-\varepsilon,t} + \left(x_{\varepsilon,t} - x_{-\varepsilon,t}\right)\frac{y - y_{-\varepsilon,t}}{y_{\varepsilon,t} - y_{-\varepsilon,t}}$$

Se l'angolo orario effettivo quando l'ombra indica il tempo t_d è t, sappiamo dall'equazione (1) che $y = x\cot z_{\delta,t}$ e, dall'equazione (2),

$$\cot z_{\delta,t}\sin t - \sin\varphi\cos t = -\tan\delta\cos\varphi$$

Risolvendo questa combinazione lineare di funzioni seno e coseno dell'angolo richiesto $\boldsymbol{t}$ si ottiene[9] (usiamo "+" se $t_d > 0$; "-" se $t_d < 0$):

$$t = \theta \pm arccos\left(\frac{\tan\delta}{\tan\varphi}\cos\theta\right)$$

dove

$$\theta = arccot\left(-\frac{x}{y}\sin\varphi\right)$$

Per un dato giorno δ e ora indicata t_d l'errore in secondi è $\Delta = 240\cdot(t_d - t)$. Un valore positivo di Δ indica che il quadrante è *avanti*, un valore negativo indica che il quadrante è *indietro*.

N.B. Una versione base di questi quadranti ibridi Peaucellier può essere calcolata e stampata per qualsiasi latitudine utilizzando il software gratuito Sonne di Helmut Sonderegger (ver. 7 o successiva): http://www.helson.at/sun.htm.

Ringraziamenti

Si ringraziano l'autore Fred Sawyer e la redazione di *The Compendium* per avere consentito di pubblicare la traduzione di questo articolo, già apparso su *The Compendium,* Volume 28, Issue 2, June 2021.

Tra i Bonus del numero corrente si trova il file della presentazione PowerPoint che l'autore ha illustrato durante la recente conferenza "virtuale" della British Sundial Society. Il video dell'intera conferenza è disponibile su YouTube all'indirizzo https://www.youtube.com/watch?v=_WAevemOEWU.

[9] Per ottenere questo risultato, usiamo la cosiddetta identità sinusoidale

$$a\sin t + b\cos t = \sqrt{a^2+b^2}\cos\left(t - arccot\frac{b}{a}\right) = c$$

Risolvendo questa equazione per $\boldsymbol{t}$ otteniamo

$$t = arccot\frac{b}{a} + arccos\frac{c}{\sqrt{a^2+b^2}}.$$

Se poniamo

$$\theta = arccot\frac{b}{a}$$

Otteniamo

$$\sqrt{a^2+b^2} = \frac{b}{\cos\theta}$$

e

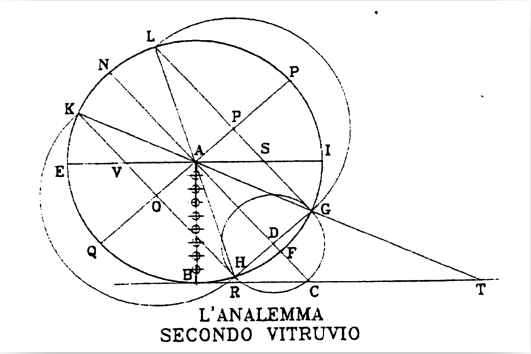
$$t = \theta + arccos\left(\frac{c}{b}\cos\theta\right).$$

Contributi brevi

Un libro sull'Analemma

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

La teoria di base e le "varianti" proposte
nei 2000 anni che seguono Vitruvio



Lo scopo di questa breve comunicazione è creare nel lettore la curiosità per il libro sull'Analemma allegato come Bonus a questo numero di OS.

Considerando quanto ho pubblicato finora su OS ritengo che sia evidente il mio interesse pressoché esclusivo per i metodi grafici applicati ai problemi di Gnomonica, per cui è ovvio che io mi sia occupato dell'Analemma di Vitruvio e delle sue possibili applicazioni. (*In fondo, si tratta di una applicazione della proiezione Monge, pianta, prospetto e sezioni varie sovrapposti in un solo diagramma, con 2000 anni di anticipo..)*

Il libro allegato intende illustrare i pregi dell'Analemma, sulla base di quanto sono riuscito a reperire in merito presso vari autori dei secoli passati, in particolare quelli che se ne sono serviti fra la fine del 400 e la fine del 600.

Quindi non posso dichiararmi Autore; ho semplicemente esposto le soluzioni "standard" riguardanti gli orologi sul piano orizzontale e quelli sui piani verticali variamente declinanti, e nei vent'anni successivi ai primi approcci alla materia, ho, per così dire, aggiornato il testo. Elencando "varianti" e soluzioni di casi particolari, a volte ingegnose e sorprendenti, trovate nei testi che via via affrontavo, ho tentato di dare un minimo di ordine ai vari argomenti che andavo scoprendo.

Come noto, l'unica menzione, risalente ad epoca Romana, dell'Analemma, quale strumento connesso con la Gnomonica, si trova nel 9° Libro del *De Architectura* di Vitruvio. Inutile dire che l'origine del dispositivo è alessandrina, e che all'epoca la sua applicabilità pratica doveva essere nota nei particolari, che potrebbero essere quelli "scoperti" nei secoli 16° e 17° dagli Autori che ho consultato.

Una guida alla scoperta dei suoi pregi ci viene da Tolomeo; però il suo breve trattato in merito è stato male interpretato dai traduttori medievali che non avevano conoscenze tecniche, per cui si può affermare che l'interesse per l'Analemma è nato fra gli studiosi europei della materia dalla pubblicazione della traduzione del Commandino (1562). (*Affermazione contestabile: Schoener ha applicato in modo assai originale l'Analemma nel libro Gnomonices, che è del 1562…)*

Nel libro ho citato vari autori, quei pochi che ho consultato: Benedetti, Clavio, Finé, Kircher, Danti, Fuligatti, Schoener … accreditando ad alcuni di loro le "varianti" trovate nei rispettivi testi.

Ma l'esame critico di reperti antichi di qualità, come la Sfera di Prosymna, o la Torre dei Venti di Atene, mi induce a ritenere che le particolari applicazioni individuate da autori del 17° secolo erano perfettamente note e largamente impiegate già nel primo secolo A.C.

Il lettore interessato all'argomento tenga inoltre presente che una delle qualità dell'Analemma è la possibilità di trasformare facilmente in analitiche le soluzioni grafiche, impiegando la trigonometria piana.

Tra i Bonus del presente numero è disponibile in pdf il libro in oggetto.

I bozzetti di Mario Tebenghi visibili a Brusasco (TO)

di Giorgio Mesturini (giormest@email.it)

I nostri lettori ricorderanno l'articolo comparso su Orologi Solari n. 20 del dicembre 2019 nel quale venivano ricordate la vita e le opere del grande gnomonista piemontese Cav. Mario Tebenghi, morto alla veneranda età di 97 anni a Brusasco (To), nel settembre del 2019.

Il figlio Danilo, che non si è mai interessato alla gnomonica, si è trovato a gestire una enorme quantità di disegni, bozzetti, spolveri, studi, articoli di giornali e riviste, modellini, fotografie, strumenti da disegno, declinometri, gnomoni vecchi e nuovi, documenti storici, libri ecc. che il padre aveva accumulato e conservato, nel tipico disordine proprio di molti artisti, riempiendo alcuni box e locali cantinati della sua abitazione.

Il materiale è veramente moltissimo, dal momento che Mario Tebenghi ha realizzato e partecipato a più di 500 quadranti solari; si trattava di capire che destinazione dare a tutto quel materiale che ha un grande valore affettivo per la famiglia e che potenzialmente potrebbe avere un certo interesse anche dal punto di vista gnomonico, storico e culturale.

Danilo ha coraggiosamente deciso di catalogare, riordinare, censire, ripulire il tutto, con l'idea di farne una specie di esposizione ad uso personale, ma soprattutto per chi volesse interessarsi all'argomento: studiosi di gnomonica, appassionati di grafica o semplici curiosi, utilizzando ed attrezzando allo scopo alcuni locali in Brusasco (To).

Figura 1 – Immagini dall'esposizione: pannelli preparatori, spolveri e vari strumenti di lavoro.

Figura 2 – Immagine che apre il percorso curato da Silvano Bianchi relativo alle meridiane di Mario Tebenghi in Sundial Atlas.

Danilo oltre all'esposizione, ha anche collaborato per completare il percorso "Le Meridiane di Mario Tebenghi" presente su "Sundial Atlas" controllando, correggendo, inserendo i vari quadranti solari che man mano trovava e censiva, con un notevole lavoro di paziente classificazione, arrivando alla considerevole cifra di 528 realizzazioni[1].

Le schede dei quadranti solari su Sundial Atlas sono tutte corredate di foto, indirizzo, note e sono inoltre ordinate per regione, provincia, comune per rendere più agevole la ricerca e la consultazione[2].

Riguardo all'esposizione, ci dice Danilo:

"…ho voluto rendere omaggio alla memoria di mio papà Mario affinché la grande mole di lavoro che ha fatto possa essere ricordata e che quanto ci ha lasciato non vada perduto. Sono stato contattato da alcuni Comuni che hanno mostrato interesse a questo materiale per farne una mostra permanente… vedremo.!! Per ora io sono a disposizione a mostrare questi materiali a chiunque sia interessato. Con chi mi vorrà contattare sarò lieto di poter condividere sia i lavori fatti dal papà sia i documenti inerenti questa interessante materia…".[3]

Figura 3 – Danilo Tebenghi ci ha accolti e guidati con reciproca soddisfazione: davvero un pregevole lavoro il suo, che onora la passione di suo padre e riscalderà il cuore di tanti gnomonisti!

Nella cartella allegata ai Bonus si trovano le immagini raccolte da Giorgio Mesturini nella sua recente visita all'esposizione, un filmato della sua intervista a Danilo Tebenghi e il pdf generato da Sundial Atlas sul percorso completo delle meridiane di Mario Tebenghi.

[1] Il percorso completo è visibile su Sundial Atlas al link www.sundialatlas.eu/atlas.php?sp=157

[2] Ricordiamo che ogni 'percorso' realizzato su Sundial Atlas può essere salvato e stampato, con le opportune autorizzazioni, in pdf.

[3] Possibilità di visita a questa ricca esposizione, per ora 'casalinga', è possibile previo appuntamento, concordato con Danilo Tebenghi tramite e.mail: danilotebe@gmail.com.

Rassegna riviste di Gnomonica

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS)

Vol. 33 (ii) Giugno 2021

Editoriale	
Una meridiana orizzontale "palinsesto"	John Davis
Rassegna di cartoline 55: Esposizione Franco-Britannica del 1908	Peter Ransom
Una meridiana con una storia da raccontare La meridiana Liffey di Henry Sutton	Michael Jphnston
Sulle orme di Thomas Ross. Parte 35: La meridiane moderne	Dennis Cowan
Un quadrante ricamato	JD
Art Decò, Art Nouveau, oppure antica?	SueManston
Orologi solari premiati dalla BSS 1016-20	Comitato Esecutivo BSS
Meridiana in località misteriosa - Aggiornamenti	SueManston
Holme Pierrepont Hall	J.D.
Restauro dell'orologio solare a obelisco del Drummond Castle. Parte 3: L'iscrizione in Latino	Alastair Hunter
Vitruvio e gli orologi solari	John Lester
Incontro della BSS su Zoom del 17 Aprile 2021, 16:00 UTC	F. King, R. Bailey, W. Sullivan, F. Sawyer
Tempo di confessioni	David Brown
Lettere dei lettori	John Wilson

Questo numero, di 44 pagine, contiene 8 articoli e alcuni contributi minori.

L'Editoriale si conclude con un breve ricordo di Mario Catamo, lo gnomonista italiano recentemente scomparso.

L'articolo di *John Davis* (6 pagg.) presenta una semplice meridiana orizzontale in ottone realizzata su una lastra di recupero, che porta sul retro il frammento di una bella incisione, e per questo definita "palinsesto". L'autore discute soprattutto la provenienza della lastra, che sembra essere una targa funeraria di inizio Seicento.

Michael Johnston nel suo articolo (5 pagg.) presenta una piccola meridiana orizzontale (foto di copertina) che porta la strana scritta "Found in the bed of the river Leffey…", la data 1654 e la firma H. Sutton (importante costruttore di strumenti scientifici del Seicento). L'analisi condotta consente all'autore di stabilire che la meridiana, in possesso della sua famiglia da tempo, è autentica e non un'imitazione.

Sulle orme di T. Ross, *Dennis Cowam* (7 pagg.) va alla ricerca di quelle che Ross ha a suo tempo classificato come "Meridiane moderne": orologi solari ottocenteschi che si ispirano liberamente ai modelli seicenteschi. Ne ritrova due, che presenta con dettagliate fotografie, mentre altre risultano scomparse.

L'articolo di *Sue Manston* (4 pagg.) riguarda un'originale meridiana con due semiquadranti su superficie polare ricurva. La discussione riguarda soprattutto l'origine dello strumento, che sembra appartenere al periodo della arti Nuveau e Decò e alla serie di meridiane in stile "antico" prodotte a inizio Novecento da Francis Backer di Londra.

Un lungo articolo (7 pagg.) a cura del Comitato BSS presenta, con belle fotografie, i 19 orologi solari premiati dalla BSS per il periodo 2016-20. Di questi orologi, 17 sono nuovi e di diversi generi, uno è il restauro di un orologio poliedrico in pietra, e uno il rifacimento di un orologio su vetrata (un'originalità di quest'ultimo è lo gnomone fissato con delle calamite: se urtato accidentalmente si stacca senza che il vetro si rompa).

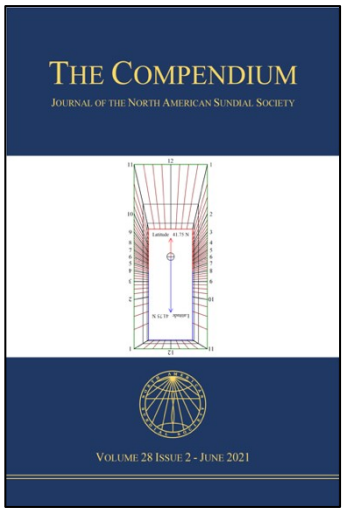
L'articolo di *Alastair Hunter* (5 pagg.) conclude il discorso, già iniziato nei numeri 32 (i) e 32(ii), sul restauro della importante meridiana a obelisco del Drummond Castle (25 Km a Est di Perth, in Scozia). Questa terza parte descrive il cartiglio in pietra con una lunga scritta in Latino, che spiega le diverse indicazioni fornite dalla meridiana (ore babiloniche, italiche, temporali, francesi, ecc…). Non tutte le linee orarie sono attualmente ancora visibili.

F. King, R. Bailey, W. Sullivan, F. Sawyer riassumono (4 pagg.) le presentazioni da loro portate all'incontro on-line (su Zoom) della BSS tenutosi il 17 Aprile 2021 e al quale hanno partecipato circa 150 persone (il video dell'incontro è visibile su https://sundialsoc.org.uk/news/update-bss-zoom-event-17-april-2021/). Gli argomenti delle presentazioni sono rispettivamente: osservazioni sul riflesso di uno gnomone lucidato a specchio sul quadrante di una meridiana,

meridiane antiche di Zarbula e moderne di Remi Potey sulle Alpi, una meridiana a riflessione sul soffitto di un'abitazione, quadranti ibridi di Peaucellier (orologi azimutali con linee orarie e di declinazione quasi rettilinee). Infine, *David Brown* (4 pagg.) racconta brevemente della sua attività come costruttore di meridiane e riproduce un articolo di Hilary Binding su un "safari" fotografico di meridiane nella zona di Exmoor (Inghilterra sud-orientale).

"The Compendium" – Journal of the NASS (North American Sundial Society)
Vol. 28 – N° 2 - Giugno 2021

Recensione a cura di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)



Gnomonica per principianti – Misurare la circonferenza della Terra	R.L. Kellogg
Gli orologi ibridi di Peaucellier – Progetti gnomonici mai visti prima	Fred Sawyer
L'orologio della Torre di Istanbul	Roger Bailey
L'orologio del Giano bifronte di Grottaferrata	Ortwin Feustel
Orologi su una parete piana secondo Fuligatti: il suo primo metodo	Alessandro Gunella
La geometria degli orologi bifilari e multifilari – 2a Parte	Fabio Savian
Relazione sul Meeting "virtuale" della British Sundial Society	Steve Lelievre

Gnomonica per principianti: l'ennesima puntata (R. Kellogg) approfitta di una iniziativa internazionale che ha coinvolto circa 5800 Scuole (*eratosthenes.ea.gr/eratosthenes*) per illustrare la ricerca del raggio della Terra per mezzo dell'ombra di uno stilo verticale. L'Autore riporta i rilievi effettuati da una scuola in Grecia e da una seconda in Sud Africa, che hanno ottenuto valori del raggio con scarto inferiore all'uno per mille rispetto al dato ufficiale; illustra brevemente la persona e l'opera di Eratostene, che aveva potuto approfittare di certe circostanze politiche e sociali della civiltà egiziana per la misura della distanza fra Siene ed Alessandria. Ricorda inoltre l'astronomo Posidonio, che si è servito delle diverse altezze sull'Orizzonte della stella Canopo ad Alessandria e a Rodi per calcolare la circonferenza della Terra con un errore dell'ordine del 28%.

Un ponderoso saggio (F. Sawyer), che compare tradotto in Italiano in questo numero di Orologi Solari, espone le varianti alla meridiana azimutale sul piano orizzontale studiata nel 19° secolo dall'Ing. Peaucellier, caratterizzata dal fatto che sia le linee orarie sia quelle di declinazione sono linee rette. L'autore espone i principi matematici e le varianti ai parametri che governano le varie figure. Poiché lo studio originale dava origine ad uno spazio "vuoto", privo di indicazioni orarie nelle ore centrali della giornata, per via delle elevate distanze delle intersezioni fra linea oraria e calendariale dallo gnomone verticale (non raggiungibili dall'ombra), egli propone alcune soluzioni che mirano a "riempirlo" (dette ibride perché non rispettano in tutto la condizione che siano linee rette).

Segue una interessante relazione (R. Bayley) sulle meridiane di Istanbul, che risentono di un antico passato cristiano nei rilevantissimi resti bizantini, e delle varianti proposte dagli astronomi islamici, compresi i quadranti con le indicazioni delle ore delle preghiere e della direzione cui il fedele deve rivolgersi per recitarle. L'autore dell'articolo illustra nei particolari i quadranti della Moschea Blu, di Hagia Sophia, del Topkapi e di altri monumenti, rifacendosi agli studi di Gianni Ferrari in merito.

L'articolo successivo (O. Feustel) prende in esame la meridiana del 1° Sec A.C. di Grottaferrata. Questo orologio a forma di disco (Gibbs 5022G) presenta tracciati orari sulle sue due facce rivolte a Est e a Ovest. L'autore propone lo studio delle linee orarie e di declinazione dell'intero orologio con una applicazione esemplare dell'Analemma di Vitruvio. Egli aggiunge una cospicua Nota, in cui affronta il problema dal punto di vista matematico.

L'articolo successivo (A. Gunella) riguarda lo studio degli O.S. italici secondo il metodo ed i diagrammi proposti dal Gesuita G. Fuligatti nel suo libro "*De gli horiuoli da Sole*" del 1617. Questo studio è già stato presentato dall'Autore al XIV Seminario Nazionale di Gnomonica di Chianciano Terme nel 2006.

Prosegue con la seconda parte lo studio delle meridiane bifilari e multifilari di F. Savian: dopo aver sviscerato con un approccio essenzialmente geometrico la complessità delle bifilari egli allarga l'orizzonte alle multifilari che, segnalando solo un'ora in particolare, possono però fare a meno del quadrante e usare come schermo proiettivo una superficie con qualunque orientamento e forma. Entrambe le parti sono state pubblicate in un unico articolo nel n.24 di *Orologi Solari*.

Il notiziario termina con una breve relazione (S. Lelievre) sul Meeting "virtuale" della British Sundial Society, tenuto il 17/04/2021.

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie - Associazione tedesca per la Cronometria
Estate 2021 – n. 166 *(Contributi di argomento gnomonico)*

Recensione a cura di Paolo Albéri Auber (info@ingauber-meridiane.it)

Questo numero delle Mitteilungen (Comunicazioni) contiene due articoli di argomento gnomonico.

Karlheinz Schaldach.

Orologi Solari da viaggio nel 15° secolo
(Reisesonnenuhren des 15° Jahrhunderts)

L'autore propone di chiamare con il nome di "Orologi Solari da viaggio" (Reisesonnenuhren) gli oggetti portatili dotati di bussola per orientamento realizzati nel 15° secolo.
Lo studioso distingue diverse tipologie di OS dotati di bussola per il posizionamento corretto della linea del mezzodì, tutti di provenienza del 15° secolo.
Vengono inoltre riportate diverse citazioni di orologi con bussola presenti negli inventari di vendita di natanti completi di attrezzature nautiche.
Nell' opera "Cosmographia" di Peter Apian (1550) viene descritto il noto modello di OS portatile fatto con due quadrati di legno ancorati "a libro" che si aprono finché lo consente il cavo che li collega, cavo che così svolge anche la funzione di stilo polare.
L'autore sottolinea il ruolo dei produttori di Norimberga e la pretesa (ben riuscita per oltre un secolo) di rendere la produzione di questi OS una prerogativa esclusiva di un certo numero limitato di artigiani di questa città.
Viene infine compilato un catalogo di 32 oggetti di questo tipo: 5 di questi oggetti vengono attribuiti a Peuerbach, 3 a Regiomontano, 4 a Hans Dorn mentre 9 vengono ritenuti di provenienza norimbergese.

Peter Jacobs
Orologi Solari incisi – Una proposta per la loro interpretazione
(Kratzsonnenuhren – Ein Vorschlag zu ihrer Deutung)

L'autore lamenta che troppo spesso certe decorazioni-incisioni (su parete) di epoca medievale vengono considerate come Orologi Solari mentre, se analizzate con attenzione, andrebbero invece interpretate come delle decorazioni, prive di questa connotazione, fatte da pellegrini cristiani.
L'analogia della rappresentazione schematica della conchiglia (la comune capasanta) con le linee orarie di un orologio solare potrebbe aver provocato questo equivoco.
L'autore propone esempi e bibliografia a sostegno della sua ipotesi, che sembra attendibile

***"Zon&Tijd"** delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga*
Bulletin 2021.2 – nr 137

Indice

Editoriale	Eric Daled
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese	Hans Schipper
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Fiamminga	Eric Daled
Appello	Redazione
Il nuovo segretario si presenta	Hans. Schipper
Il Parco Gnomonici di Genk è stato restaurato	Willy Leenders
Eise Eisinga a Visvliet	Frans Maes
L'orologio solare di Pleterje	Eric Daled
Un monumento ai Veterani gioca con il Sole in Anthem	Redazione
Ode di Maeterlincks all'orologio solare	Hans Schipper
Orologi solari unici in vendita (pubblicità)	Hans Stikkelbroeck
La più bella meridiana dei Paesi Bassi	Frans Maes
Chi ne sa qualcosa?	Redazione
Orologio solare cilindrico interattivo a tempo medio	Han Hoogenraad
Riparato l'orologio solare del monumento 'Godenpijler'	Frans Maes
Quiz: Oceano Pacifico e orologio solare Italico	Frans Maes

Questo numero inizia con un editoriale di *Eric Daled*, breve dissertazione sui diversi significati di "senza tempo". Atemporale ("a" privativo) non significa assenza di tempo ma al contrario forse vuol dire "di tutti i tempi" e quindi "eterno".

Il Consiglio Direttivo dell'Associazione Gnomonica Olandese si è tenuto nuovamente in videoconferenza. Tutte le proposte sono state accolte. Gli incontri saranno ancora sospesi fino ad oltre ottobre a causa della pandemia e della ancora bassa copertura vaccinale. Si propone di votare on-line per l'elezione a tesoriere di Edo Walda. Undici studenti (sette olandesi e quattro fiamminghi) hanno superato la prova finale del corso base di gnomonica e possono ora inquadrare il meritato diploma. Viene data notizia circa la possibilità di scaricare da You Tube (www.youtube.com/watch?v=_WAevemOEWU) la conferenza annuale della British Sundial Society tenutasi in forma digitale su Zoom il 17 aprile. Relatori: Roger Bailey, Woody Sullivan e Fred Sawyer. Viene inoltre promossa l'eventualità di pubblicare alcuni articoli su alcune riviste ad interesse astronomico e scientifico al fine di aumentare la divulgazione gnomonica. E' stata inoltre preparata una brochure pubblicitaria scaricabile dal sito da inviare ad amici e conoscenti al fine di aumentare i membri dell'associazione.

Anche la riunione statutaria del *Consiglio Direttivo dell'Associazione Gnomonica Fiamminga* è stata rinviata a data da destinarsi a causa della pandemia. Sono citati l'evento su Zoom della British Sundial Society già menzionato dall'associazione Olandese e l'evento della "Commission des Cadrans solaires" francese cui hanno potuto partecipare soltanto i soci. Anche la registrazione di tale evento è accessibile solo ai membri iscritti tramite password.

La redazione di "Zon & Tijd" invita i lettori a mandare materiale per gli articoli al fine di tenere in vita la rivista. . Eric Daled vorrebbe stilare un elenco dei motti in lingua olandese ed invita i lettori ad inviarli alla redazione. *Hans Schipper* eletto nuovo segretario presenta la sua biografia in una pagina e racconta di come si è avvicinato al mondo della gnomonica.

●Il primo articolo è a cura di *Willy Leenders* e riguarda il restauro di una serie di orologi solari all'interno del parco degli orologi solari nella città di Genk (Belgio). Essi erano gravemente deteriorati e la Società Gnomonica Fiamminga ha spinto la città di Genk ad agire. Vengono qui presentate le fotografie "prima" e "dopo" gli interventi di recupero. Visitare il seguente sito per ulteriori dettagli: http://www.fransmaes.nl/genk/welcome-e.htm

●*Frans Maes* in questo secondo articolo ci racconta di Eise Eisinga, progettista e costruttore del famoso Planetario di Franeker. Egli dovette fuggire dalla provincia della Frisia nel 1787 per motivi politici e visse per quattro anni a Visvliet, un piccolo villaggio appena fuori dal confine frisone. La Fondazione Eise Eisinga di Visvliet sviluppa un

"sentiero dei sogni" in suo onore, tra cui un orologio solare analemmatico, un modellino che spiega l'eclissi e un sentiero dei pianeti nel quale relative distanze sono in scala 1:870 milioni.
Per ulteriori informazioni sul planetario Eise Eisinga https://www.planetarium-friesland.nl/
Per l'orologio solare analemmatico: https://visvliet.com/wiskundig-raadsel/zonnewijzer-van-de-echte-visvlieter-tijd/
Per il modellino che illustra le eclissi: https://visvliet.com/zonsverduistering-maansverduistering-en-halvemaan/

●*Eric Daled* ci illustra un eliocronometro sloveno al quale aveva accennato nello scorso numero, alla 5° puntata sulla gnomonica nella filatelia. Ora questo orologio è stato studiato nel dettaglio. Sembra che sia stato realizzato dall'abate francese Antoine Berthiaud per un monastero certosino francese, su progetto di Jean-Marie Guyoux. Lo strumento è stato poi modificato a Vienna e infine tresferito, con i monaci espulsi, nella Certosa di Pleterje (Slovenia).

●La *Redazione* in questo brevissimo articolo descrive un curioso monumento gnomonico sito negli Stati Uniti in Arizona presso il Veterans Memorial di Anthem. Un raggio di sole illumina il Gran Sigillo degli Stati Uniti ogni anno l'11 novembre alle 11:11. Per ulteriori dettagli: https://en.wikipedia.org/wiki/Anthem_Veterans_Memorial

●*Hans Schipper* ci racconta del poeta belga e premio Nobel Maurice Maeterlinck il quale ha scritto un omaggio all'orologio solare. Maeterlinck è stato poeta, drammaturgo, saggista e traduttore. Ha scritto saggi su una varietà di argomenti, tra cui una vera ode all'orologio solare, che è inclusa come "La mesure des heures" nella raccolta "L'intelligence des fleurs".

●*Hans Stikkelbroeck* si fa pubblicità. Vengono messe in vendita tre grandi meridiane in acciaio cor-ten, uniche nel loro aspetto: una orizzontale, una equatoriale e una polare. L'acciaio cor-ten è un materiale il cui strato di ruggine che si forma superficialmente sigilla l'acciaio, in modo che non arrugginisca ulteriormente (fenomeno detto di passivazione come quello che subisce il rame).

●*Frans Maes* ha scritto un articolo per "Tijdschrift", la rivista trimestrale della Federazione olandese degli amici dell'orologio. Tale articolo mira a fare conoscere la gnomonica ai lettori di tale rivista. Come esempio ha usato quello che a suo dire è l'orologio solare più bello dei Paesi Bassi ovvero quello sul cancello del giardino del Prinsenhof a Groningen. Era un regalo della provincia di Groningen per il principe Guglielmo IV, nel 1731. Vengono qui descritti nel dettaglio tutti gli elementi che compongono tale orologio solare ovvero: lo stilo polare, l'insieme delle linee orarie (francesi ad ore locali, italiche e babiloniche), le linee calendariali diurne (dalle quali, almeno per alcune, è possibile ricavare la lunghezza delle ore di luce), le relazioni tra italiche, babiloniche francesi e lunghezza del dì, i cartigli. Su questi ultimi, oltre ai nomi degli esecutori, sono indicati i dati geografici e geometrici dell'orologio, il motto, le istruzioni d'uso. Di tale orologio solare, fatto estremamente raro, si è in possesso anche dei disegni progettuali sui quali lo stesso Frans Maes, aveva pubblicato un articolo sul bollettino n. 100 - 2009.2 "Het zonnewijzerontwerp voor het Prinsenhof in Groningen nader bekeken".

●La *Redazione* pubblica una fotografia di un oggetto che sembrerebbe un orologio solare orizzontale e chiede ai suoi lettori "Chi ne sa qualcosa?" .

●*Han Hoogenraad* descrive un'idea interessante applicata ad un orologio solare cilindrico interattivo. La curva dell'EOT può essere spostata lungo il cilindro. Allineare la curva con l'ombra del nodo sullo gnomone consente di leggere il tempo medio. Si sta facendo un confronto con un quadrante dell'ora media nel parco della meridiana di Valencia.

●*Frans Maes* descrive con minuzia di dettagli il restauro dell'orologio solare detto "Godenpijler" (pilastro degli dei). Esso si trova nella citta di Nijmegen nei Paesi Bassi nella piazza di fronte al museo Valkhof. Lo gnomone è un pilastro inclinato di pochi gradi con alla sommità una tartaruga in bronzo che sporge la testa e funge da nodo dell'orologio solare. Il pilastro fa riferimento alla storia romana di Nimega. Che sia stata utilizzata un'altezza errata per il calcolo del quadrante è venuto alla luce solo dopo 10 anni. Il quadrante è stato ricalcolato e le righe (antiche) di ora e data sono state corrette.

●Il consueto quiz a carattere gnomonico proposto da Frans Maes è stato preso in prestito dai noi italiani !

"Cadran Info" – Revue da la commissions des cadrans solaires (Société Astronomique de France)
N° 43 - maggio 2021

Restauro dell'orologio solare della chiesa di Saint-Pierre de Saurs. — Didier Benoit
Orologio solare bifilare per trasparenza. — César Busto
Quadranti poliedrici: storia e costruzione. — Dominique Collin, Yves Opizzo &Roger Torrenti
Quadranti cilindrici di Hartmann — Henri Gagnaire & Paul Gagnaire
La gnomonica di Oronzo Fineo (1494–1555): Libri II – III – IV della parte gnomonica da "Protomathesis". — Éric Mercier
I notturlabi tra il 1500 e il 1650: approssimazioni e tentativi di correzione. — Éric Mercier & Denis Savoie
Calcolo semplificato della declinazione del Sole e dell'equazione del tempo — Yves Opizzo
Il quadrante Corona. — Yves Opizzo
Studio gnomonico di un anello astronomico di Filippi — Denis Savoie
Particolarità delle curve del tempo medio. — Denis Savoie
Antenati dell'orologeria, misura del tempo (III parte e fine). — Jean Scordia
Il Sole giorno per giorno. — Laurent Souchu
Il C.H.A.R, strumento grafico. — Michel Steiner
Insegnare ai bambini di 3° Elementare a costruire un orologio solare. — Roger Torrenti

Apre questo numero un articolo di *Didier Benoit* sullo studio e le operazioni di restauro dell'orologio solare della chiesa di Saint-Pierre de Saurs nel comune di Lisle-sur-Tarn.

Nel secondo articolo *César Busto* spiega come ha costruito, utilizzando una stampante 3D e le idee sviluppate nell'articolo del n. 36 di Cadran Info sugli orologi solari bifilari a camera oscura, un orologio solare bifilare trasparente, che può essere posizionato davanti a una finestra.

Un lungo e dettagliato articolo, scritto a sei mani da *Dominique Collin, Yves Opizzo e Roger Torrenti*, considera le caratteristiche gnomoniche dei 5 solidi Platonici ed è completato dalla condivisione dell'esperienza sulla costruzione del rombicubottaedro (26 facce) calcolato per Waldshut-Tiengen, nel Baden - Württemberg, e del poliedro calcolato per il Deutsches Museum a Monaco in Germania.

Henri Gagnaire e Paul Gagnaire in questo articolo esaminano nel dettaglio tre schemi di orologi solari cilindrici datati 1561 e proposti dallo gnomonista tedesco Georg Hartman. I tre quadranti sono realizzati utilizzando un cilindro e uno stilo normale esterno. Uno di tali orologi indica il tempo l'uno mediante il metodo classico ad angolo orario, l'altro è un orologio di altezza e il terzo è un orologio polare. L'articolo contiene anche la descrizione dei modelli realizzati dagli autori e una succinta cronologia dei principali gnomonisti calcolatori e realizzatori di orologi solari del Rinascimento.

Éric Mercier conclude con questo articolo l'analisi dell'opera gnomonica di Oronzo Fineo "Protomathesis" cominciata in un precedente articolo già pubblicato su CI 41. Vengono qui analizzati i libri II, III e IV. L'obiettivo è quello di valutare la qualità scientifica per giudicare la rilevanza delle "critiche", ovvero quelle che sono state interpretate come tali, che incontriamo nella bibliografia, soprattutto quella antica. Come per la prima parte, Mercier dimostra che questa è un opera originale, con contenuti che possiamo definire scientifici e che ha fortemente influenzato i suoi successori. Le critiche che sono state mosse sono generalmente false o comunque amplificate dagli storici scientifici.

Éric Mercier e Denis Savoie analizzano il notturlabio con particolare attenzione ai metodi che furono impiegati tra il 1500 e il 1650 per correggere alcuni errori che si trascinavano dalle sue prime realizzazioni. All'inizio del XVI secolo, il notturlabio corrispondeva ad un adattamento di uno strumento arcaico, basato su metodi mnemonici approssimativi. Solo verso la metà del secolo si cominciarono a prendere in considerazione i calcoli astronomici; ma questi furono viziati da parecchie approssimazioni. Successivamente, l'errore legato all'uso del tempo vero (al posto del tempo medio) non fu mai corretto, e quello legato al puntamento della Polare (invece che al Polo) fu oggetto di un tentativo di correzione, formalizzato alla fine del XVI secolo da Coignet. Si tratta di un metodo semplice e abbastanza efficace, ma potrebbe essere solo empirico.

Yves Opizzo si cimenta nel calcolo approssimato della declinazione solare e dell'equazione del tempo facendo uso del foglio elettronico Excel associato a delle macro in Visual Basic. Il calcolo preciso della declinazione solare non è uno scherzo, anche con le attuali risorse informatiche. Gli strumenti Excel prodotti dall'autore si ispirano a delle formule di Denis Savoie ed Ernst Fauer, che usano degli algoritmi semplificati per calcolare la declinazione solare e l'equazione del tempo perfettamente accettabili per le esigenze della gnomonica attuale.

Yves Opizzo in un secondo articolo ci descrive una sua nuova creazione gnomonica, ovvero un quadrante sferico realizzato su un mappamondo terrestre irto di gnomoni distribuiti su ciascun fuso orario lungo le linee di declinazione classiche con in più una linea di declinazione "lunare". Oltre che leggere le ore ed il periodo dell'anno in cui ci si trova è possibile leggere almeno altre quindici indicazioni.

Denis Savoie propone in questo articolo di studiare per la prima volta il funzionamento dell'anello astronomico di Filippi e di stimarne la precisione. Questo anello è l'unico attualmente conosciuto risalente all'antichità (IV secolo): fino agli anni '80 si credeva che questo tipo di strumento fosse stato inventato nel tardo Medioevo o all'inizio del Rinascimento. La sua scoperta ha confermato che gli antichi orologi solari portatili sono molto elaborati.

Denis Savoie in un suo secondo articolo analizza la "lemniscata" del tempo medio. Anche se oggi il calcolo della curva oraria del mezzogiorno a tempo medio è relativamente facile, tale curva "a otto" nasconde alcuni punti notevoli che è importante conoscere per verificarne l'esattezza e anche per scoprire particolarità generalmente trascurate.

Jean Scordia continua la sua trattazione sugli orologi solari dell'antico Egitto intrapresa nel numero 30 di CI e continuata sui successivi numeri 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39 e 42. In questo articolo viene analizzato il tempio dedicato al dio Khnum ad Esna.

Laurent Souchu presenta uno strumento in grado di calcolare la lunghezza del giorno, nonché l'ora e l'azimut di levate e tramonti del Sole. Per il momento tale strumento è progettato per lavorare ad una sola latitudine fissa, ma l'autore afferma che è possibile la realizzazione di un modello universale.

Michel Steiner nel 2017 ha pubblicato "Cadran solaire: Thêatre de l'ombre" (Orologio solare: Teatro dell'ombra; vedi recensione su OS n. 15). In questo libro sviluppa un metodo di tracciamento degli orologi solari declinanti ed inclinati a partire da un orologio solare orizzontale. Questo metodo che ha come acronimo C.H.A.R. (Cadran Horizontal en A de Référence – Orologio Solare Orizzontale di riferimento in "A"). "A" è il luogo ove si costruiscono sia l'orologio solare inclinato e declinate sia l'orologio solare orizzontale di riferimento. Ora in questo articolo l'autore tratta tale metodo dal punto di vista grafico anziché da quello analitico. Un nuovo libro pubblicato dall'autore e dal titolo "Le cadran solaire sans calculs" (L'orologio solare senza calcoli) tratta più nel dettaglio questo argomento.

Roger Torrenti descrive l'esperienza vissuta in una classe di terza elementare (CE2) quando un insegnante gli ha chiesto di parlare degli aspetti teorici e pratici degli orologi solari, nell'ambito dei suoi sforzi per educare i bambini (di età media 8 anni) alle scienze. Ma il confinamento ha impedito di parlarne in presenza, ed è stato infine "a distanza" che ha avuto luogo quest'intervento. L'autore si è soffermato su un video relativo alla costruzione di una meridiana equatoriale con oggetti e materiali comuni. Un'esperienza apprezzata sia dai bambini che dai loro genitori. Per approfondire visitare https://www.cadrans-solaires.info/

Tra le "Notizie varie" anche in questo numero sono da segnalare una serie di idee gnomoniche fantasiose a cui ci ha da tempo abituato l'eclettico Claude Gahon.
Tra le lettere alla redazione voglio segnalare (forse avrebbe meritato lo spazio di un articolo) la realizzazione di un orologio solare a stilo mobile per correggere automaticamente l'equazione del tempo di G. Quevillard.
Le rubriche "Libri" con le recenti pubblicazioni gnomoniche e "Gnomonica dal mondo", ovvero l'elenco delle riviste straniere, concludono la rivista.

"Sonne + Zeit" Bollettino del gruppo di lavoro per gli orologi solari della Associazione Astronomica Austriaca N° 61 - Giugno 2021

Recensione a cura di Paolo Albéri Auber (info@ingauber-meridiane.it)

Il Presidente Peter Husty saluta i lettori e invita a partecipare al Convegno a Bad Ischl dal 23 al 25 settembre 2021, una volta che si possa considerare in via di superamento il grave episodio di pandemia che ha colpito anche l'Austria.

In copertina la foto dell' Orologio Solare del collega britannico Tony Moss; il "Bedlington Terrier" la cui immagine sostiene lo gnomone è la mascotte della miniera di carbone del territorio. Il commento in copertina da parte della rivista: "Sag niemals nie !" (Mai dire mai !).

Wilhelm Weninger (Wiener Neustadt)
Un cubo gnomonico di acciaio inox
(Ein Sonnenuhr-Würfel aus Edelstahl)

Bad Sauerbrunn è una località termale nel Burgenland (Nord Est dell'Austria). Il nome stesso è tutto un programma: "Bagni - Fonte di Salute".
L'autore, il sig. Weninger, ha preso a suo tempo dei contatti con il sindaco Hutter e ha accettato di eseguire un complesso gnomonico a forma di cubo in acciaio inossidabile.
Le pareti del cubo, tutte di dimensioni 50 cm * 50 cm, ospitano ciascuna un orologio solare con stilo polare: orizzontale, meridionale, orientale, occidentale. Sulla parete settentrionale c'è il logo della mostra floreale europea di Bad Sauerbrunn.
Per sostenere il cubo "gnomonico" a un altezza di circa 1 m, in posizione centrale della località termale, ci si è serviti di una cosiddetta "bomba di basalto": delle pietre naturali a forma di cono smussato che si trovano nella località di Pauliberg (Burgenland)

Wilhelm Weninger (Wiener Neustadt)
Salvate la farfalla!
(Rettet den Schwalbenschwanz!)

Di solito il rifacimento di una parete per isolamento termico determina la scomparsa di molti Orologi Solari.
Qui, a Pöttsching (Burgenland), invece, i proprietari hanno rinnovato l'isolamento termico e, anzi, hanno voluto decorare la parete con un Orologio Solare: le linee orarie escono dal profilo di una delle due farfalle disegnate sulla parete mentre lo gnomone polare, opportunamente arcuato, sostiene il "corpo" della farfalla.

Karlheinz Schaldach (Schlüchtern, Germania)
Un antico modo di progettare un Orologio Solare meridionale
(Ein früher Entwurf der modernen Süduhr)

Il più antico testo dove si illustra come progettare un orologio solare verticale-meridionale con gnomone parallelo all'asse terrestre si trova nel Codice 683 (1431) conservato nella biblioteca dell'Abbazia di Klosterneuburg (Bassa Austria) non lontano da Vienna.
Il riferimento agli artigiani di Norimberga è citato esplicitamente e anche la latitudine medesima di calcolo è quella di Norimberga.
La procedura (derivata da fonti precedenti e risalenti al 1389) è puramente geometrica ma contiene un errore che venne corretto solo nei manoscritti successivi al 1450.
Nientemeno che il grande matematico Albrecht Dürer la descrisse poi in modo corretto.

Ortwin Feustel (Glashütte, Germania)

Due metodi costruttivi per un Orologio Solare verticale orientato a Sud

(Zwei konstruktive Entwürfe für eine vertikale Süduhr)

Il noto gnomonista-calcolatore descrive il metodo indicato dal manoscritto (1431) di Klosterneuberug (v. articolo di K.H. Schaldach) e ne confronta i risultati ottenuti con il metodo corretto, perseguito sia per via geometrica sia per via trigonometrica. Le differenze non sono importanti ma ciò nonostante sensibili.

Kurt Descovich, (Vienna)

Da pensarci su.

(Zum Nachdenken)

La meridiana sulla strada principale di Allensteig (Bassa Austria) è stata criticata da Gerold Porsche in un numero precedente di S+Z.

Qui il Descovich propone dei dati geometrici ottenuti da attendibili fotografie e richiede di calcolare la altezza sostilare dello stilo, qui orientato verso l'alto trattandosi di parete NE: viene infine richiesto di dimostrare che alla fine l'Orologio Solare "non va poi tanto male".

Kurt Descovich, (Vienna)

La soluzione dell'ultimo problema "Da pensarci su".

(Die Lösung der letzten Nachdenkaufgabe)

Viene qui esplicitata la soluzione del problema "da pensarci su" proposto nel n.60 di S+Z (dic. 2020) da Gerold Porsche.

Si tratta di una meridiana verticale orientata a Sud il cui metodo di calcolo venne esposto nel 1527 da Albrecht Dürer.

Walter Hofmann, (Vienna)

Una visita dal Canada

(Ein Besuch aus Kanada)

Walter Hofmann cita il pensiero di Peter Husty (il presidente) a proposito della Gnomonica come mezzo obbligato di comunicazione fra discipline così diverse: Geodesia e Storia dell'Arte... Astronomia e Viaggio di piacere... Studio di Storia Patria e Matematica...

Riferisce così a proposito del viaggio a Vienna del prof. Lennart Berggren, Professore Emerito di Algebra presso la "Simon Fraser" University a Burnaby nella British Columbia (Canada) e del suo interesse per la Gnomonica.

Il prof. Berggren ha messo a punto un Orologio Solare portatile orizzontale di forma circolare (l'orologio "per il tramonto") che verrà descritto nel dettaglio da Kurt Descovich nel contributo successivo.

E' dotato di corona rotante. Il programma usato è quello di Steve Lelievre mentre la realizzazione spetta a Brian Albison.

Kurt Descovich, (Vienna)

Un orologio "per il tramonto" da Oltremare.

(Eine Feierabenduhr aus Uebersee)

L'orologio progettato da Lennart Berggren si basa sul progetto di Steve Lelievre per il calcolo delle maree (vedasi "The Compendium" NASS, Dic 2017) recensito da A. Gunella in Orologi Solari n. 16 aprile 2018.

Si tratta di un Orologio orizzontale dotato di due scale circolari fisse: l'orologio solare "normale" orizzontale (cerchio interno) e la scala uniforme dei mesi (cerchio esterno) mentre fra i due cerchi il progettista fa ruotare una "corona circolare" mobile dotata di scala (non uniforme) dei mesi e l'indicazione delle ore che mancano al tramonto secondo le stagioni.

Walter Hofmann, (Vienna)

Due libri su Peter Anich (1723-1766)

(Zwei Buecher ueber Peter Anich 1723-1766)

Peter Anich è un astronomo/matematico austriaco (1723-1766) noto per essersi fatto da sè provenendo da ambiente famigliare agricolo.

Hofman relaziona su

1. una vita romanzata di Peter Anich scritta da Rudolf Henz ("Peter Anich der Sternsucher"; Peter Anich il cercatore di stelle; pubbl. 1943- 1946)
2. un libro di poesie (Barbara Hundegger- Anich Atmosphären Atlas, Innsbruck –Wien 2019) ispirato all'attività di Peter Anich.

Walter Hofmann, (Vienna)

Il giardino delle stelle dell'Associazione Astronomica a Vienna

(Der Stergarten des Astrovereins in Wien Mauer)

Il collega Hofmann riepiloga in questo numero (e conta di proseguire nei numeri successivi)

1. le fasi costruttive dal 1997 fino al 2001 dell'impianto di osservazioni astronomiche/gnomoniche sul Georgenberg, creato dalla Società Astronomica Austriaca
2. l'attività osservativa gnomonica (linea meridiana) e non, svolta dai soci dell'Associazione grazie a questo impianto tutto all'aperto.

Walter Hofmann, (Vienna)

Ricordo di due persone scomparse di recente

(Erinnerung an zwei liebe kuerzlich Verstorbene)

Hofmann ricorda i due soci recentemente scomparsi:

- la moglie Ruth del noto presidente dell'associazione prof. Hermann Mucke
- il socio Johan Vonasek.

Walter Hofmann, (Vienna)

L'immagine della copertina

(Zum Titelbild)

Legato allo gnomonista britannico Tony Moss da profonda amicizia, Hofmann riferisce della chiusura del suo laboratorio a Bedlington (GB) e della singolare attività poi proseguita altrove: trattasi di un OS orizzontale il cui stilo polare è sostenuto dalla mascotte dei cavatori della miniera di carbone di Bedlington: il "Bedlington Terrier".

Il motto riportato in copertina "Sag niemals nie" (Mai dire Mai !) si riferisce appunto al progetto di cessare ogni attività da parte di Tony Moss, poi smentito, appunto, da questo Orologio Solare.

"La Busca de Paper" della Societat Catalana de Gnomonica (SCG)
N. 98 – Primavera 2021

Recensione a cura di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Fondamenti Gnomonici dell'Orologio solare con le orme dei piedi	R.A. Calvino
Ultime creazioni del Dr. Agusti Serès	A. Serès
E un orologio atomico, che è mai?	E. Farré
Il patrimonio gnomonico della Terra Alta	F. Chavarria
Tour intorno al patrimonio monumentale e avanguardista della Gnomonica Catalana	E. Farré – L. Feria
Costruzione teorica di un Analemma solare su una fotografia	J. Serra
La Meridiana di Atzúbia-Forma (Marina Alta)	J. Fenollar

Il notiziario, con la solita veste molto curata e molto colorata, non è propriamente un notiziario tecnico: tratta ed esalta il patrimonio gnomonico della comunità catalana, con articoli riguardanti le varie località, alternandoli con argomenti di carattere tecnico, ma sempre con il dovuto intento illustrativo e didattico.

Così il primo articolo (R.A. Calvino) riprende l'argomento "*orologio con i piedi*" del numero precedente: oltre alla parte puramente tecnica che mette in relazione la lunghezza dell'ombra relativa ad una certa ora e la statura di chi la proietta, tratta in modo esteso un interessante profilo storico dello sviluppo della materia, dal punto di vista propriamente gnomonico e astronomico, coinvolgendo studi di Antropometria.

L'articolo assai breve sull'ultimo orologio costruito dal Dr. Serès, medico, illustra nei particolari un orologio equatoriale monumentale, ispirato alla spirale elicoidale dell'ADN (l'Autore è specialista in genetica).

Un titolo un poco scherzoso introduce una seria trattazione, fatta da uno specialista (E. Farré), dell'orologio atomico e della sua evoluzione a partire dai primi tentativi con strumenti elettrici (1873) ad oggi, anche con lo scopo di smentire pregiudizi generati dalla parola "*atomico*".

I tre articoli che seguono sono una appassionata illustrazione delle attività dei soci alla scoperta del patrimonio gnomonico delle province della Catalogna: questa volta sono le antiche meridiane di Terra Alta, quelle recenti ispirate alle vicende della Pittura e dell'Architettura dagli inizi del 900 ad oggi, e ancora gli orologi di Atzúbia-Forma.

A questi tre argomenti di carattere locale si alterna un piacevole intervento di J. Serra che spiega ai lettori interessati come inserire nelle fotografie il grafico corretto dell'Analemma solare, senza la necessità di impiegare un intero anno per ottenerlo.

Notizie gnomoniche

Una mostra sul Tempo al Museo Poldi Pezzoli

Redazione (redazione@orologisolari.eu)

Presso il Museo Poldi Pezzoli di Milano si è aperta a metà maggio una mostra che durerà sino a quasi tutto settembre. La mostra, dal titolo "***La Forma del Tempo*** - *Una riflessione sul tempo, dal Medioevo alla Rivoluzione scientifica*", è dedicata al rapporto tra Uomo e Tempo, dall'antichità alle soglie dell'età moderna, e mette in relazione l'iconografia del tempo con l'avanzamento tecnologico nella sua misurazione, sotto gli aspetti della scienza, della letteratura e dell'arte. L'esposizione si articola in tre sezioni: *La misura del Tempo e dello spazio, Le immagini del Tempo* e *Nottetempo*.

La mostra, a cura di Lavinia Galli, conservatrice del Museo Poldi Pezzoli, presenta una trentina di opere, tra orologi, sculture, codici e dipinti di importanti artisti. Fulcro dell'esposizione è una serie di preziosi orologi notturni italiani del Seicento, con i quadranti dipinti con allegorie del tempo da famosi artisti barocchi.

Tra gli oggetti esposti vi è anche la bellissima **ricostruzione dell' astrario del Dondi realizzata da Guido Dresti**.

Il Museo Poldi Pezzoli è noto agli gnomonisti perché possiede la preziosa collezione di orologi solari (oltre 200 pezzi databili dal XVI al XIX sec.) lasciata dall'architetto Piero Portaluppi (1888-1967) e comprendente la famosa "navicella veneziana" in avorio di Fineo (tale collezione non è però inclusa in questa mostra).

Pagina Web della mostra: museopoldipezzoli.it/tutti-gli-eventi/la-forma-del-tempo

Date: dal 13/05/2021 al 27/09/2021

Alla mostra sono associate alcune conferenze; quelle previste per settembre sono:

– Lunedì 6 settembre 2021, ore 21.00: *"Pittori e quadranti. La pittura barocca nelle mostre degli orologi notturni"*, a cura di Francesco Ceretti (Università degli Studi di Udine).

– Lunedì 20 settembre 2021, ore 21.00: *"Filosofia del Tempo"*, a cura di Giuliano Torrengo (Centro Filosofia del Tempo, Università degli Studi di Milano).

La sala con la riproduzione dell'astrario. (Immagine dalla presentazione della mostra sul sito del museo).

Una piazza per Don Giovanni Follador

di Elsa Stocco (estocco2000@yahoo.it)

La pioggia non ha fermato lunedì 25 Maggio 2021, dopo numerosi rinvii, l'inaugurazione al Follo, frazione di Santo Stefano di Valdobbiadene, di una piazzetta dedicata al suo illustre cittadino Don Giovanni Follador (1785-1863).

Ricordiamo che Don Giovanni Follador fu titolare della cattedra di Matematica e Fisica al Seminario di Padova, pubblicò diversi testi di matematica ad uso scolastico e coltivò una profonda passione per la gnomonica scrivendo un importante trattato *"Sulla costruzione degli orologi solari sopra piani verticali e orizzontali"* corredato da una appendice, pubblicata una ventina d'anni più tardi, *"Sulla costruzione della curva indicante sopra un muro verticale il mezzodì medio"*.

Figura 1 - Il poster preparato per l'inaugurazione.

Figura 2 - Sul campanile della piazza maggiore di Valdobbiadene, campeggia la grande meridiana, ricostruita nel 1998, che l'Abate realizzò nell'autunno del 1862.

Un ritrovato interesse per questo personaggio, si era già celebrato con diversi contributi relativi ai suoi studi e alla sua passione per la gnomonica, nel passato Seminario di Gnomonica, tenuto proprio a Valdobbiadene nel 2017.

La titolazione di questa piazza, fortemente caldeggiata da Gianantonio Geronazzo presso l'Amministrazione comunale e il Sindaco Luciano Fregonese, materializza il ricordo dell'illustre personaggio e testimonia del grande interesse che ogni giorno si amplia attorno alle meridiane in tutto il territorio delle colline del prosecco e nel trevigiano. Sulla piazzetta si affaccia anche l'Oratorio dedicato a Maria Assunta con annesso campanile: realizzato sul finire del '900, fu voluto e pagato dallo stesso Follador, che ne affidò la realizzazione al nipote Giuseppe, poco prima della morte.

Per la consegna e titolazione, oltre che rinnovata, la piazza si è arricchita di un bell'orologio solare analemmatico progettato da Giuseppe De Donà.

Figura 3 – La targa con la didascalia dell'orologio solare analemmatico.

Una elegante targa in acciaio corten riporta i dati salienti del prelato e una didascalia sulla meridiana con relativa tabella per la correzione dell'ora.

Molto interessante, dal punto di vista gnomonico, l'inserimento sul piano della meridiana di due tacche marmoree, i Marcatori Solstiziali, che Giuseppe De Donà descrive in un suo articolo in questo numero di OS[1]. Opportunamente posizionati nella direzione Est-Ovest sull'asse maggiore dell'ellisse oraria, questi marcatori consentono all'osservatore posto sulle date dei solstizi (ma in modo più che accettabile anche per ogni altra data) di individuare la direzione e l'ora in cui il Sole sorge e tramonta per quella data, con la possibilità dunque di calcolare la durata dell'arco diurno.

Figura 4 - Giuseppe De Donà illustra ai presenti le caratteristiche dell'orologio solare.

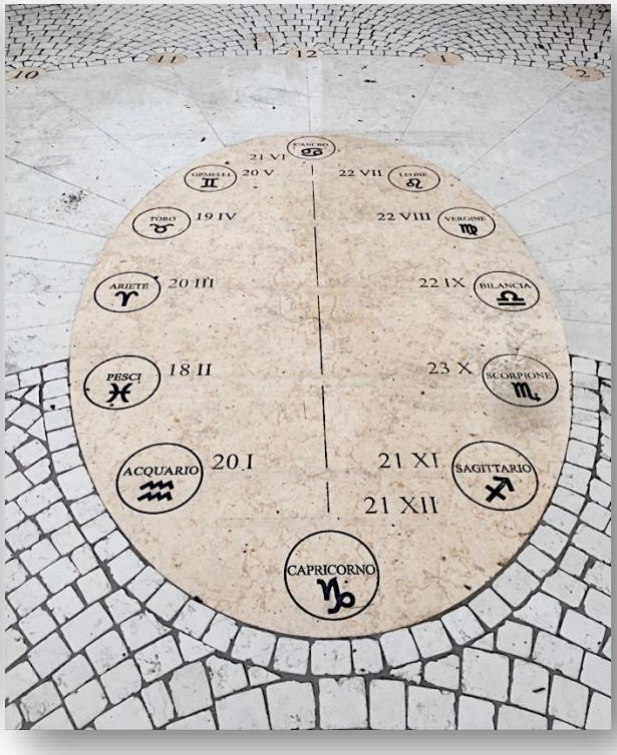


Figura 5 - L'orologio analemmatico: vista d'insieme e dettagli sulla scala delle date.

[1] Nel suo articolo De Donà confronta i suoi Marcatori Solstiziali con i Seasonal Markers dello gnomonista canadese Roger Bailey. Nel 2002 Bailey osservò che i segmenti che uniscono la posizione dell'osservatore in date diverse, con l'ora della levata o del tramonto del Sole, incontrano l'asse maggiore dell'ellisse oraria in diversi punti tra loro però molto vicini: i Seasonal Markers rappresentano un centro approssimato di tutti questi punti.

Pubblicazioni

Recensione a cura di Mario Arnaldi (marnaldi@libero.it)

MILUTIN TADIĆ

ANALEMATSKI SUNČANI ČASOVNICI: nauka i zabava
(Orologi Solari Analemmatici: scienza e divertimento)

Lingua: Serbo, con riassunto in Russo e Inglese

Editore: Akademska misao, Belgrado

Formato: Cartaceo (con illustrazioni a colori) 27 cm

Pagine: 91

Anno: 2021

Link al libro: https://akademska-misao.rs/product/analematski-suncani-casovnici/

Gli orologi solari analemmatici sono fra le più giovani costruzioni gnomoniche che ci siano. Il loro nome deriva dal fatto che la loro costruzione, diversamente dagli altri tipi di orologi solari, è generata da una proiezione ortografica che in origine era chiamata "Analemma". Lasciando da parte il tipo di proiezione, gli orologi solari analemmatici sono speciali per il fatto che la lettura oraria avviene secondo la direzione dell'ombra di un elemento eretto verticalmente (lo gnomone) che deve essere mosso secondo una scala calendariale.

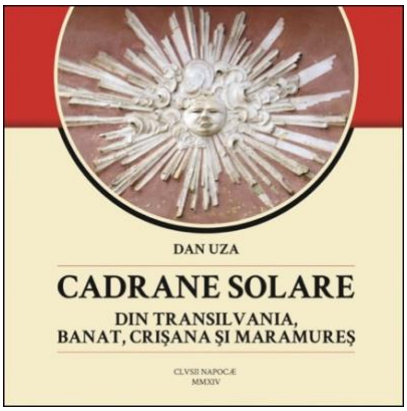
Un tempo se ne costruiva prevalentemente versioni portatili, ma lentamente questo uso è andato a scemare finché il modello preferito oggi è quello in grande scala, dove il compito dello gnomone mobile è svolto dalla persona stessa che vuole conoscere l'ora.

I primi cinque capitoli del libro non sono altro che una lunga introduzione al sesto, nel quale sono spiegati passo per passo i metodi geometrici e matematici per la loro costruzione. Il capitolo settimo, invece, è scritto sulla base dell'esperienza pratica e descrive con vari esempi i momenti e le soluzioni trovate per la loro costruzione sul terreno. Nell'ottavo, infine, si discute dell'apporto didattico che un tipo di orologio solare simile può dare, sia in classe sia fuori, agli allievi di vari livelli.

La parte finale del volume è dedicata agli orologi solari analemmatici al di fuori dei confini della Serbia e anche l'Italia trova il suo posto con un bell'analemmatico di Renzo Righi, pubblicato a tutta pagina 86.

Milutin Tadić è un professore di geografia terrestre e astronomica, appassionato da sempre di gnomonica, che insegna con passione anche ai suoi allievi. Scrive libri di geografia e matematica per la scuola e quasi tutti contengono abbondanti parti dedicate alla gnomonica. Il suo ultimo volume interamente dedicato alla gnomonica e alla sua storia è stato pubblicato nel 2002, quest'anno ritorna con questo nuovo volume, dove discute ampliamente di un soggetto a lui caro perché parte integrante della sua relazione con gli studenti: gli orologi solari analemmatici.

La Redazione segnala ancora tre testi sui quadranti solari della Transilvania



DAN UZA

CADRANE SOLARE
DIN TRANSILVANIA, BANAT, CRISANA SI MARAMURES
(Quadranti solari di Transilvania, Banat, Crisana e Maramures)

Lingua: Rumeno

Formato: Cartaceo (15x15 cm) ed E-book (pdf)

Pagine: 276

Anno: 2014

ISBN: 9789730176988

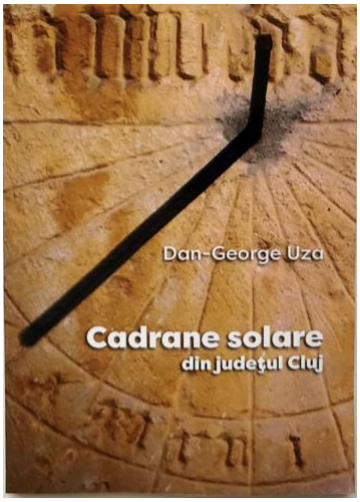
Prezzo: 45 LEI (cartaceo), 15,00 LEI (pdf)

Link al libro: https://astromix.ro/product/cadrane-solare-din-transilvania-banat-crisana-si-maramures

È il primo catalogo fotografico a colori di orologi solari di Transilvania: più di 100 orologi identificati per indirizzo e coordinate GPS.

Dal sommario:
Che cosa è e come funziona un orologio solare, incursione nella storia degli orologi solari, ore bibliche e ore moderne, cosa indica l'orologio solare, la tipologia costruttiva degli orologi solari in Transilvania, gli orologi solari appartenenti ai fondi dei musei, orologi solari naturali in Transilvania, l'accuratezza degli orologi solari in Transilvania, il catalogo degli orologi solari fissi in Transilvania, la trasformazione del tempo solare in tempo legale rumeno, la costruzione di un orologio solare verticale, un orologio solare orizzontale in carta, riferimenti bibliografici sugli orologi solari.

Il volume è rivolto a molte categorie di lettori: turisti, architetti, artisti, costruttori, storici, astronomi professionisti e dilettanti, appassionati di orologi solari, ecc.



DAN-GEORGE UZA

CADRANE SOLARE din Judetul Cluj
(Quadranti solari della contea di Cluj)

Lingua: Rumeno

Formato: Cartaceo, A5

Pagine: 85 (con illustrazioni a colori)

Illustrazioni a colori

Anno 2020

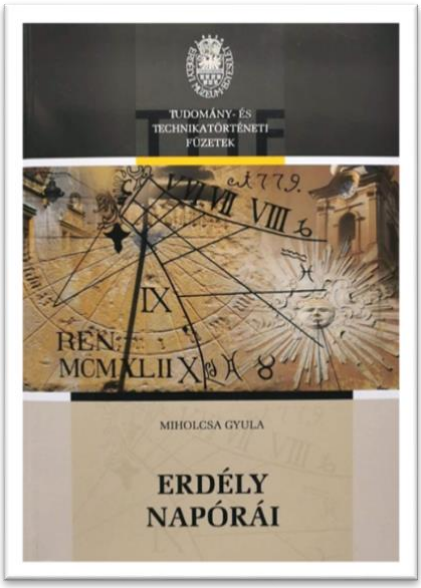
ISBN: 978-606-95123-0-2

Prezzo: 30 LEI

Link al libro: https://astromix.ro/product/cadrane-solare-din-judetul-cluj/

Di questo libro esiste anche una versione in lingua inglese (vedi Orologi Solari n. 24, pag 73).

Dal sommario:
Misurazione del tempo con il Sole, i primi orologi solari, vecchi quadranti solari a Cluj-Napoca, vecchi orologi solari nella contea, alcuni nuovi orologi solari, che ora indica l'orologio solare? Pseudo-orologi solari e altre curiosità, considerazioni sull'orientamento delle chiese, tracce di un orologio solare sulla chiesa di S. Mihail a Cluj-Napoca, la costruzione di un orologio solare utilizzando il metodo pratico, bibliografia sugli orologi solari.



MIHOLCSA GYULA

ERDÉLY NAPÓRÁI

(Orologi solari della Transilvania)

Lingua: Ungherese, con riassunto in Inglese e Rumeno

Formato: Cartaceo (con illustrazioni a colori) 23x16 cm

Pagine: 419

Anno: 2020

ISBN / ISSN: 978-606-739-164-0 / 2068 – 3103

Prezzo: 45 LEI

Link al libro: https://astromix.ro/product/erdely-naporai

Il libro presenta 163 orologi solari, che si trovano in Transilvania (nel senso ampio della parola: compresi Maramures, Crisana e Banat), identificati entro il 1° settembre 2020.

Nella prima parte del libro sono presentati concetti di base per comprendere il funzionamento degli orologi solari, la seconda parte presenta le caratteristiche generali degli orologi in Transilvania. La terza parte descrive gli orologi solari raggruppati nelle 16 contee della Transilvania; è anche brevemente presentata la storia dell'edificio su cui essi si trovano. A parte le strutture esistenti, sono descritti anche i 30 orologi che non esistono più, ma di cui esistono alcuni dati (documenti, fotografie, ecc). La quarta parte del libro è un database dei 193 degli orologi presentati, contenente la posizione precisa (coordinate GPS), dati tecnici (dimensioni, ecc.) e la descrizione delle immagini sul quadrante.

Quiz

Inviare le soluzioni all'indirizzo di posta elettronica redazione@orologisolari.eu
Le risposte saranno pubblicate nel prossimo numero della rivista insieme con l'elenco dei solutori.

Una Babele di ore

In un certo momento,
mentre a Parigi si è esattamente a metà della Terza ora temporale (o antica),
a Roma sono giusto le ore 14 italiche.
Qual è in quello stesso momento l'ora Babilonica di Berlino?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]

41,90° N 12,50° E

52,52° N 13,41° E

48,85° N 2,35° E

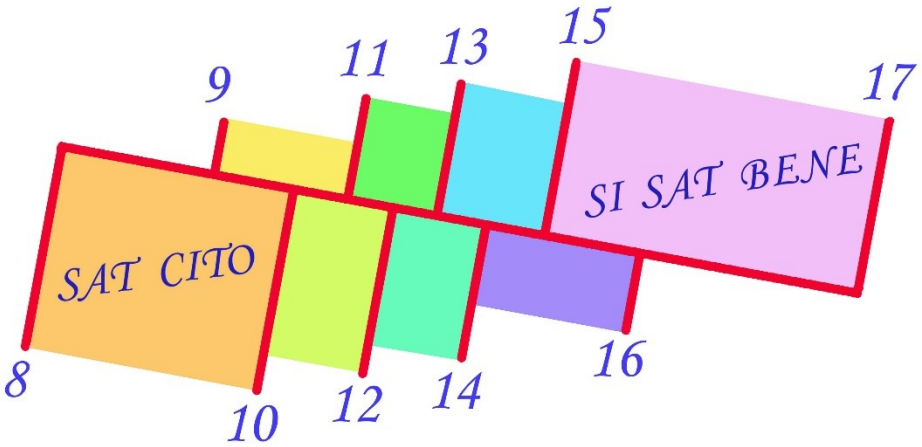
Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 24 di Orologi Solari

Un orologio dall'aspetto inconsueto

Uno gnomonista un po' folle (ma non sprovveduto di nozioni gnomoniche) ha disegnato l'orologio solare che vedete nella figura, per una parete verticale con declinazione di 20° Ovest, in una località a 40° di latitudine Nord. Per la fretta ha dimenticato però di dare indicazioni sul dove e come sistemare lo gnomone (a leggere il motto: predica bene… ma razzola male).

Dove e come sistemereste voi lo gnomone per poter leggere su questo orologio l'Ora Vera Locale?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]



Soluzione

La pendenza della linea retta che taglia tutto il disegno fa anzitutto capire che essa non è la linea Equinoziale (che avrebbe pendenza in verso opposto); è facile quindi ipotizzare che essa porti i punti di riferimento per la lettura delle ore (segnati con un circoletto nella figura qui in basso, sono quelli per le ore 8 e 12) che saranno lette con l'ombra di uno gnomone costituito da uno stilo polare, del quale dobbiamo trovare posizione e orientamento.

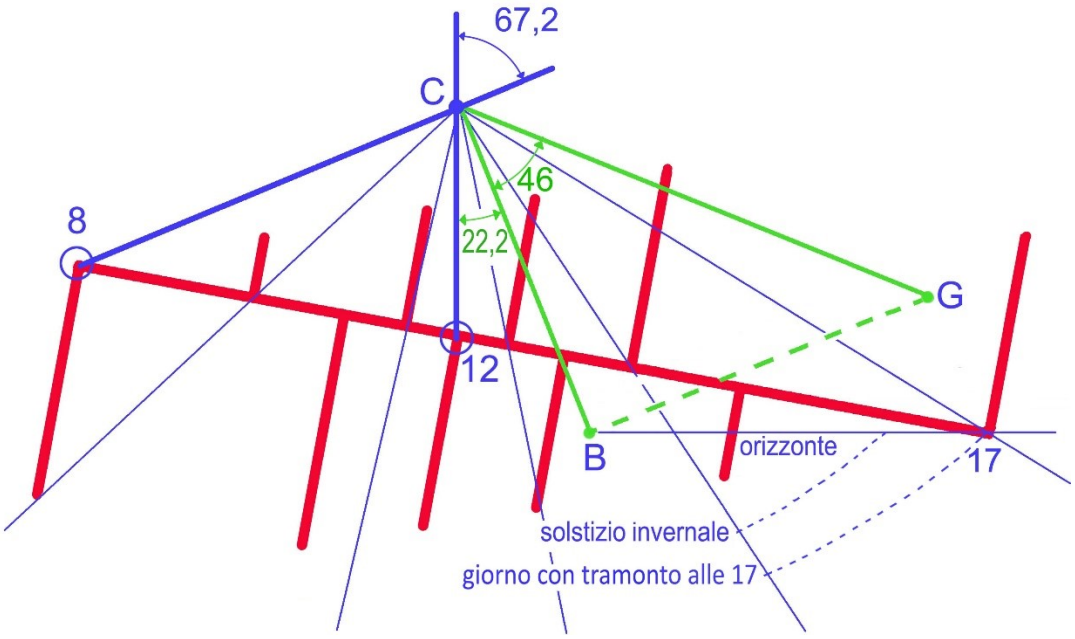
La base dello stilo polare deve trovarsi sulla verticale del punto corrispondente alle ore 12; inoltre, la formula classica per le meridiane verticali (o un software come "Orologi Solari") ci dice che in un quadrante esposto 20° verso Ovest, come quello in questione, la linea oraria corrispondente alle ore 8 forma con le retta verticale delle ore 12 un angolo di 67,2 gradi. Tracciando dal punto orario corrispondente alle ore 8 una retta con questa inclinazione, si trova facilmente la base dello stilo polare (punto C) come intersezione di questa retta con la verticale delle ore 12.

Posizionando con centro nel punto C la stella delle linee orarie calcolate per una meridiana con questo orientamento, si constata la correttezza delle altre indicazioni orarie (nella figura sono tracciate le linee per le ore 9, 11, 13, 15, 17).

Sempre con le formule classiche, possiamo calcolare l'elevazione sul muro dello stilo polare per questa meridiana, che risulta di 46,0 gradi, e l'angolo tra la sottostilare e la verticale, che risulta di 22,2 gradi.

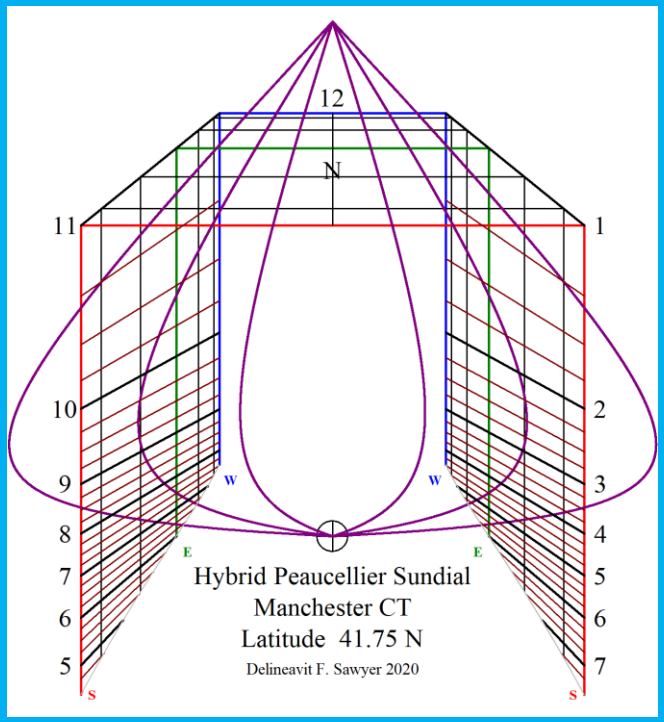
Per determinare la lunghezza minima da dare allo stilo polare per sfruttare al massimo le indicazioni di questa meridiana, partiamo dal fatto che la vogliamo capace di indicare le ore sino alle 17: dobbiamo perciò adottare uno stilo polare di lunghezza tale che il punto B, base dello stilo retto corrispondente e posto sulla linea sottostilare, sia alla stessa altezza del punto orario delle 17. Consideriamo che per il suddetto punto orario passerà, con questo stilo, la linea di declinazione corrispondente ai giorni con il tramonto alle 17 (la declinazione solare in questi giorni è di circa -17,1 gradi): con uno stilo polare più corto, la punta dell'ombra non arriverebbe al punto orario. È facile convincersi, magari con una simulazione, che anche nei giorni con declinazione negativa ancora maggiore l'ombra passa sulla linea dei punti orari sino al tramonto. Ovviamente le cose andrebbero bene anche con uno stilo più lungo, ma parte della sua lunghezza sarebbe sprecata. Nella figura è mostrato, ribaltato sul muro, lo stilo CG così determinato

Un'osservazione finale; il motto su questa meridiana ammonisce: possiamo vantarci di aver fatta una cosa in poco tempo, solo se l'abbiamo fatta bene quanto basta… altrimenti non l'abbiamo fatta per nulla. (Un'ammonizione utile in quest'epoca che privilegia la velocità rispetto alla precisione). L'autore di questa originale meridiana, per la fretta ha dimenticato lo stilo, e la sua creazione rischiava di essere inutilizzabile.



Solutori

Frans Maes (che ha indicato correttamente anche la necessaria lunghezza dello stilo polare)
Mauro Giongo.
Willy Leenders


12
N
11
1
10
2
9
3
8
4
7
5
6
6
5
7
W
W
E
E
S
S
Hybrid Peaucellier Sundial
Manchester CT
Latitude 41.75 N
Delineavit F. Sawyer 2020