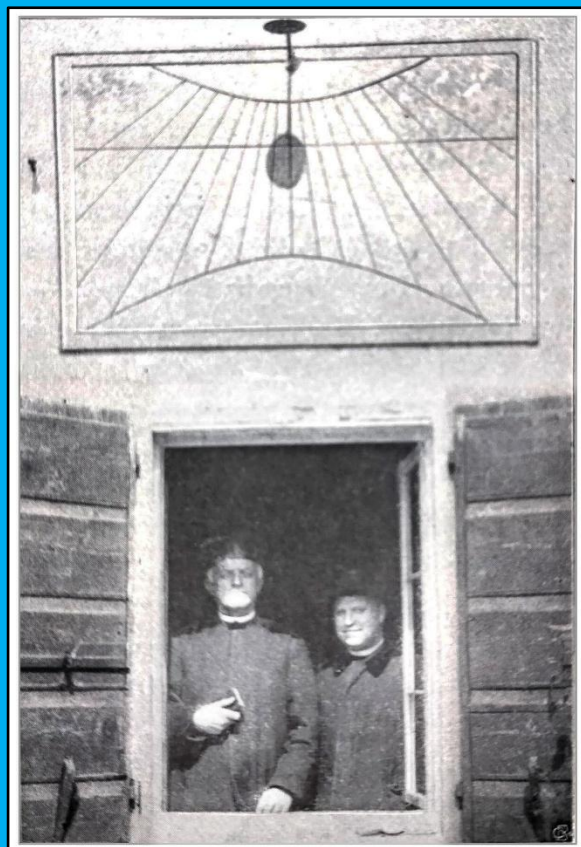
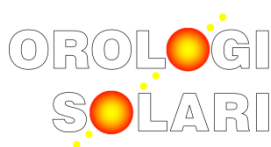


OROLOGI SOLARI



Anselmi Riccardo Il personal computer e la gnomonica contemporanea – **Clarà Francesc** Laboratorio di Orologi "Proiettivi" (parte 4) – **Collin Dominique** Note sulle curve dell'Asr e sulle curve del crepuscolo - "Parte 3 di 3" – **Gunella Alessandro** La posizione del Sole sull'eclittica: come farei oggi per trovarla – **Nicelli Alberto** Come realizzare un Nomogramma Astronomico – **Nicelli Alberto** Le linee orarie temporarie e l'errore di Federico Commandino – **Nicelli Alberto** La parabola celeste – **Stocco Elsa** Formule gnomoniche dall'analemma – **Stocco Elsa** Giuseppe Sarto, Papa, Santo, costruttore di meridiane – **Gunella Alessandro** Dati utili per i colleghi restauratori? (Contributo breve) – **Gunella Alessandro** De orologiis describendis libellus - Traduzione e commento del taccuino di Daniele Barbaro (Contributo breve)



rivista di gnomonica... e dintorni

www.orelogisolari.eu



CGI – Coordinamento Gnomonico Italiano

groups.google.com/g/gnomonicaitaliana

Comitato di Redazione

redazione@orelogisolari.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.

- 6 **Il personal computer e la gnomonica contemporanea**
Anselmi Riccardo
- 12 **Laboratorio di Orologi "Proiettivi" (parte 4)**
Clarà Francesc
- 15 **Note sulle curve dell'Asr e sulle curve del crepuscolo - "Parte 3 di 3"**
Collin Dominique
- 26 **La posizione del Sole sull'eclittica: come farei oggi per trovarla**
Gunella Alessandro
- 30 **Come realizzare un Nomogramma Astronomico**
Nicelli Alberto
- 34 **Le linee orarie temporarie e l'errore di Federico Commandino**
Nicelli Alberto
- 38 **La parabola celeste**
Nicelli Alberto
- 40 **Formule gnomoniche dall'analemma**
Stocco Elsa
- 43 **Giuseppe Sarto, Papa, Santo, costruttore di meridiane**
Stocco Elsa

RUBRICHE:

- 55 **Contributi brevi**
Dati utili per i colleghi restauratori?
Gunella Alessandro
- De orologiis describendis libellus - Traduzione e commento del taccuino di Daniele Barbaro**
Gunella Alessandro
- 59 **Rassegna riviste di gnomonica**
- 76 **Pubblicazioni**
- 79 **Notizie gnomoniche**
- 82 **Gnomonica nel Web**
- 83 **Quiz**
- 86 **Effemeridi 2026**

In copertina: L'orologio solare realizzato da Giuseppe Sarto (Pio X) sulla vecchia canonica di Tombolo (PD), dall'articolo di Elsa Stocco

In quarta di copertina: La "Parabola celeste" di Alberto Nicelli

Editoriale

Vogliamo anzitutto augurare ai nostri lettori un buon 2026, sia pur con il ritardo che caratterizza l'uscita di questo numero, dovuto a motivi contingenti e non certo a mancanza di entusiasmo da parte della Redazione, e per il quale ci scusiamo.

Il numero deve purtroppo aprirsi con un breve ricordo di Aldo Trincherò, valido gnomonista mancato di recente e che tutti conosciamo come coautore di due trattati di gnomonica.

La serie degli articoli è aperta da Riccardo Anselmi, con liberi ricordi sugli ultimi cinquanta anni della gnomonica, da lui vissuti e rivoluzionati dalla disponibilità per gli gnomonisti di uno strumento formidabile: il "personal computer".

La notizia della recente scomparsa del noto gnomonista catalano Francesc Clarà ci ha spinto a ricordarlo pubblicando la quarta e conclusiva parte di una serie di suoi articoli didattici sugli orologi "proiettivi". Le prime tre parti sono state già da noi pubblicate in passato.

Dominique Collin chiude, con la terza parte, il suo corposo articolo relativo alle curve della preghiera di Asr, presenti in molte meridiane islamiche.

Non mancano i contributi di Alessandro Gunella. Un primo articolo, di natura decisamente tecnica, commenta uno studio di circa dieci secoli fa sulla determinazione della longitudine eclittica del Sole. Di natura decisamente pratica è invece il suo successivo contributo breve sulla individuazione dei parametri di progetto di una meridiana esistente. Un ulteriore contributo breve presenta infine la traduzione dal latino di un trattato di gnomonica, offerta tra i Bonus, che si aggiunge al prezioso patrimonio di traduzioni che Gunella ha offerto ai lettori di Orologi Solari.

Alberto Nicelli è presente con ben tre articoli che presentano diverse idee interessanti in una decina di pagine in tutto. Il primo articolo riguarda un originale nomogramma astronomico ed è accompagnato da materiale tra i Bonus.

Elsa Stocco, ispirata dall'elezione del nuovo pontefice Leone XIV, presenta anzitutto un lungo e ben documentato articolo sul papa gnomonista Pio X, al secolo Giuseppe Sarto (1835-1914). In un secondo articolo, Elsa affronta poi la dimostrazione di alcune formule della gnomonica basandosi sull'Analemma di Vitruvio e accompagnando ogni formula con un file di Geogebra (offerto tra i Bonus) che ce le fa vedere quasi "dal vivo". L'ultima di queste formule affronta, in altro modo, il problema presentato nel primo articolo di Gunella.

I libri recensiti sono tre: due riguardano più l'astronomia che la gnomonica, ma hanno il notevole pregio di essere scritti in lingua italiana; il terzo è l'atteso quarto volume della serie Tempus et Regula di Mario Arnaldi, con: Puglia, Abruzzi, Molise e Basilicata. Desideriamo ringraziare Mario per questo regalo di fine anno e incoraggiarlo nella prosecuzione del lavoro. I numeri delle riviste di gnomonica recensiti sono ben 10.

Tra le notizie gnomoniche spicca l'annuncio del XXV Seminario Nazionale di Gnomonica, che si terrà a Matelica dal 15 al 17 maggio (il testo ufficiale è tra i Bonus). Un breve trafiletto fa poi sapere che la vita e l'opera di Mario Tebenghi è stato oggetto di una tesi di laurea al Politecnico di Torino, il cui testo alleghiamo tra i Bonus.

Non mancano una pagina che segnala qualche sito web da visitare, l'usuale Quiz, accompagnato dalla soluzione di quello proposto nel numero precedente e le tabelle delle effemeridi dall'anno a venire.

Buona lettura a tutti.

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

1. *De horologiis describendis libellus*
Traduzione dal latino e commento, a cura di A. Gunella, del manoscritto di Daniele Barbaro.
2. *Formule sull'Analemma*
Il file di Geogebra associato all'articolo di Stocco sulle formule della gnomonica.
3. *Nomogramma astronomico*
Immagini e file di Geogebra sul nomogramma presentato nell'articolo di Nicelli.
4. *Tesi su Mario Tebenghi*
Il testo della tesi di laurea su vita e opere di Mario Tebenghi.
5. *XXV Seminario Nazionale di Gnomonica*
Annuncio ufficiale del XXV Seminario Nazionale di Gnomonica.

La Redazione

ABSTRACT

The personal computer and contemporary gnomonics

Riccardo Anselmi

The author presents an overview of gnomonics over the last 50 years, revolutionized by the advent of the personal computer, and recalls the contributions of several gnomonist friends.

Notes on the ASR curve and twilight curves

“Part 3 of 3”

Dominique Collin

The study focuses on the curves indicating the Asr prayer that can be indicated on Arabic sundials, both horizontal and vertical. The analysis is extended to the curves of astronomical twilight, used to announce the Isba' prayer. This issue presents the third of three parts of the study in which the author addresses the construction of such curves with a mathematical approach of advanced gnomonics.

“Projective” sundials laboratory (part 4)

Francesc Clarà

The author continues the description of "projective" sundials. The sundials considered this time are again those with the direction of projection along the bisector between the equatorial plane and the dial plane, which this time is vertical. These instruments belong to the Foster-Lambert category and have the advantage of featuring a time scale with uniform spacing of 15°.

The Sun's position on the Ecliptic

Alessandro Gunella

The author, commenting on an essay by M. Hosseinzadeh of the University of Tebran, proposes a personal graphic solution to the problem of the position of the Sun on the Ecliptic in a given moment of a given day knowing the location's latitude, azimuth and solar altitude and using the methods proposed by the sixteenth-century translators of Vitruvius and Ptolemy.

How to create an astronomical nomogram

Alberto Nicelli

The author describes the creation and use of a simple nomogram to solve basic problems in positional astronomy, even if approximately, without using spherical trigonometry formulas.

RÉSUMÉ

L'ordinateur personnel et la gnomonique contemporaine

Riccardo Anselmi

L'auteur présente un panorama de la gnomonique des 50 dernières années, révolutionné par l'avènement de l'ordinateur personnel, et rappelle les apports de plusieurs amis gnomonistes.

Notes sur la courbe ASR et les courbes crépusculaires

“Partie 3 sur 3”

Dominique Collin

Cette étude se concentre sur les courbes indicatrices de prière Asr qui peuvent être indiquées sur les cadrans solaires arabes, à la fois horizontale et verticale. L'analyse est étendue aux courbes crépusculaires astronomiques, utilisées pour l'annonce de la prière d'Isba'. Ce numéro présente la troisième des trois parties de l'étude dans laquelle l'auteur aborde la construction de telles courbes avec une approche mathématique de gnomonique avancée.

Laboratoire de cadrans solaires “projectives” (partie 4)

Francesc Clarà

L'auteur poursuit la description des cadrans solaires « projectifs ». Les cadrans solaires considérés ici sont à nouveau ceux dont la direction de projection suit la bissectrice du plan équatorial et du plan du cadran, cette fois-ci verticale. Ces instruments appartiennent à la catégorie Foster-Lambert et présentent l'avantage d'avoir une échelle de temps à espacement régulier de 15°.

La position du Soleil sur l'écliptique

Alessandro Gunella

L'auteur, commentant un essai de M. Hosseinzadeh de l'Université de Téhéran, propose une solution graphique personnelle au problème de la position du Soleil sur l'écliptique à un moment donné d'un jour donné en connaissant la latitude, l'azimut et l'altitude solaire de la localité et en utilisant les méthodes proposées par les traducteurs du XVI^e siècle de Vitruve et Ptolémée.

Comment créer un nomogramme astronomique

Alberto Nicelli

L'auteur décrit la création et l'utilisation d'un nomogramme simple pour résoudre des problèmes fondamentaux d'astronomie de position, de manière approximative, sans utiliser de formules de trigonométrie sphérique.

Temporary hours and Federico Commandino's mistake Alberto Nicelli

In his "Liber De Horologiorum Descriptione", Federico Commandino (1509-1575) demonstrated, by a mistaken deduction, that temporary time lines are straight lines. Was it really a mistake, or was it a deliberate and tacit simplification to improve readers' understanding? The author reports and comments on the passage in question and, as a didactic exercise, demonstrates, using analytical geometry, why this deduction is erroneous.

The celestial parable Alberto Nicelli

An original representation of the celestial sphere on the parabola is described. It allows us to graphically and very simply obtain the hour angle of sunrise and sunset of any star at any latitude.

Formulas from Analemma Elsa Stocco

Using plane trigonometry and the analemma, the three fundamental formulas of gnomonics are derived. Two other frequently used formulas are added: one for calculating the semidiurnal arc, and the other for calculating the ecliptic longitude of the Sun.

Saint Pio X, Pope, Saint, sundials maker Elsa Stocco

The figure of Giuseppe Sarto is remembered. Born in Riese (Treviso), he became Pope Pio X and was canonized forty years after his death. As a young country chaplain, he dedicated himself to the study and construction of various sundials, inheriting the tradition of a lively and active "school of gnomonics" at the Episcopal Seminary of Padova.

Useful information for restorers (Short contribution)

Alessandro Gunella

The author indicates how to find the fundamental parameters of a sundial: latitude of the place and declination of the wall. These are useful for its restoration.

"De horologiis describendis libellus" -Translation and commentary of Daniele Barbaro's book (Short contribution)

Alessandro Gunella

The author translates and comments a book of notes on sundials, "De horologiis describendi libellus" by Daniele Barbaro.

Lignes horaires temporaires et l'erreur de Federico Commandino Alberto Nicelli

Dans son "Liber De Horologiorum Descriptione", Federico Commandino (1509-1575) a démontré, par une déduction erronée, que les lignes horaires temporaires sont des lignes droites. Était vraiment une erreur, ou s'agissait-il d'une simplification délibérée et tacite pour améliorer la compréhension des lecteurs ? L'auteur rapporte et commente le passage en question et, comme exercice didactique, démontre, en utilisant la géométrie analytique, pourquoi cette déduction est erronée.

La parabole céleste Alberto Nicelli

On décrit une représentation originale de la sphère céleste sur la parabole, qui permet d'obtenir graphiquement et de manière très simple l'angle horaire du lever et du coucher de n'importe quelle étoile à n'importe quelle latitude.

Formules de l'Analemm Elsa Stocco

À l'aide de la trigonométrie plane et de l'analemm, on obtient les trois formules fondamentales de la gnomonique. Deux autres formules fréquemment utilisées sont ajoutées: l'une pour calculer l'arc semi-diurne et l'autre pour calculer la longitude éclipse du Soleil.

Saint Pio X, Pape, Saint, constructeur de cadrans solaires Elsa Stocco

On rappelle la figure de Giuseppe Sarto, né à Riese (Treviso) qui devint Pape Pio X et fut canonisé quarante ans après sa mort. En tant que jeune aumônier de campagne, il se dédie à l'étude et à la construction de plusieurs cadrans solaires, héritier d'une "école gnomonique" vivante et active au Séminaire Épiscopal de Padova.

Informations utiles pour restaurateurs (Courte contribution)

Alessandro Gunella

L'auteur indique comment trouver les paramètres fondamentaux d'un quadrant solaire: latitude du lieu et déclinaison du mur. Ils sont utiles pour sa restauration.

"De horologiis describendis libellus"- Traduction et commentaire du livre de Daniele Barbaro (Courte contribution)

Alessandro Gunella

L'auteur traduit et commente un livre de notes sur les cadrans solaires, "De horologiis describendi libellus" de Daniele Barbaro.

In ricordo di Aldo Trincherò (1946-2025)

Abbiamo avuto la triste notizia della recente scomparsa di Aldo Trincherò. Desideriamo perciò ricordare con qualche riga questo amico gnomonista.

Nato a Moncalvo (AT) nel 1946, laureato in ingegneria aeronautica presso il Politecnico di Torino, ha poi lavorato nel campo dell'Acustica sperimentale.

L'interesse per l'astronomia e la passione per la matematica e la geometria applicata alle meridiane lo hanno portato a una notevole padronanza dell'argomento.

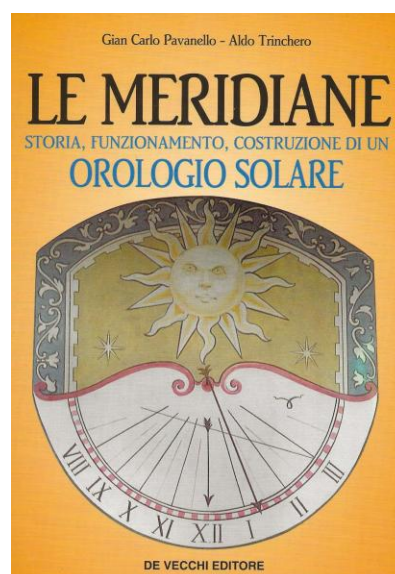
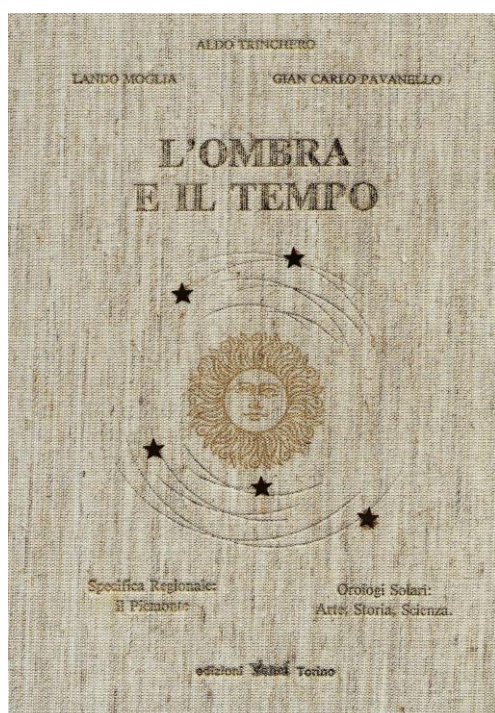
Ha collaborato per anni con importanti costruttori e restauratori di orologi solari, tra i quali Mario Tebenghi. È stato inoltre tra i fondatori della "Accademia del Sole", associazione attiva in campo gnomonico per qualche anno nell'ultimo decennio del secolo scorso, e uno dei promotori e collaboratori del primo censimento delle meridiane in Piemonte, poi confluito nel censimento generale UAI.

Agli appassionati di gnomonica è soprattutto noto come coautore (insieme con L. Moglia e G. Pavanello) del bellissimo trattato "L'ombra e il tempo. Orologi solari: Arte, Storia, Scienza" (edizioni Vanel, 1988) e di un successivo più snello manuale sull'argomento: "Le meridiane. Storia, funzionamento, costruzione di un Orologio solare" (edizioni De Vecchi, 1996).

Molti gnomonisti hanno avuto il piacere di incontrarlo di persona e di discutere con lui di meridiane, avendo Aldo Trincherò partecipato a una decina di Seminari Nazionali di Gnomonica: dal II seminario (nel 1989, presentando due memorie) e almeno sino al XVII seminario (nel 2011).



Aldo Trincherò



Le edizioni originali dei due libri firmati da Aldo Trincherò e una delle suggestive illustrazioni che accompagnano il capitolo sui "Motti" nel primo libro.

Il personal computer e la gnomonica contemporanea

L'autore presenta una panoramica sulla gnomonica degli ultimi 50 anni, rivoluzionata dall'arrivo del personal computer, e ricorda i contributi di diversi amici gnomonisti.

di Riccardo Anselmi (matutianus@gmail.com)

È innegabile che la gnomonica moderna, in particolare quella che riguarda gli ultimi 50 anni, è legata indissolubilmente all'arrivo del PC. Numerosi sono gli gnomonisti che usano software dedicati, disponibili online o su piattaforma cloud, oppure scritti personalmente.

L'impiego di questi programmi facilita moltissimo la progettazione di un quadrante solare il cui grafico può essere stampato comodamente in scala 1:1. È diventato così semplice tracciare una meridiana che basta un modesto laptop, su cui è operativa una versione di Windows, per progettare un quadrante solare con un software specifico. Questa praticità di calcolo ha contribuito in maniera determinante alla proliferazione degli gnomonisti e alla diffusione dei moderni segnatempo. La fruizione dei software avviene completamente in forma anonima dato che è più che evidente che la quasi totalità degli gnomonisti ne beneficia, senza farne cenno.

In Italia si usa indifferentemente il termine gnomonista sia riferendosi a chi è capace di calcolare un quadrante solare, sia a chi si limita, quasi esclusivamente, a dipingere o a realizzare una semplice meridiana. In Francia non esiste questa promiscuità perché il primo si chiama *gnomoniste* ed il secondo, ossia l'esecutore, *cadranier* ma anche con il neologismo *cadraniste*. Non mi pare che nella nostra lingua esista un termine equiparabile a quello francese di *cadranier*. Edmondo De Amicis definiva Pintor di Meridiane il cap. Enrico De Albertis che, in realtà era un autentico gnomonista.

Agli inizi di questo fecondo periodo la situazione era ben diversa perché solo poche persone possedevano un PC anche se solo per uso personale. Nel 1980, c'erano già in commercio il Personal Computer della Apple, la casa che lo ha inventato, e il PET della Commodore. In quell'anno fu messo in commercio il PC Harden Commodore CBM 3008, una versione migliorata del PET, meraviglioso strumento di calcolo dotato di tradizionale tastiera QWERTY e di un valido monitor incorporato.

Nel 1977 era già stato presentato il PET dotato di una tastiera QWERTY di dimensioni ridotte, come si vede nella figura 1. Con il popolare Commodore 64, nato qualche tempo dopo, si poteva usare un normale televisore come monitor. Sono sorte altre case produttrici di personal computer che sono tutte scomparse in un breve lasso di tempo. Anche la Commodore ha cessato l'attività nel 1995; la Apple, invece, è sempre stata un'azienda dinamica, in continua evoluzione; verso il 2007 ha lanciato sul mercato il rivoluzionario e popolarissimo iPhone.

L'apporto tecnico del personal computer alla gnomonica è un dato di fatto. Gli orologi solari bifilari a profili non rettilinei difficilmente avrebbero visto la luce senza questo prezioso e insostituibile strumento di calcolo. I programmi che risolvono questi particolari orologi solari richiedono una molteplicità di input.



Figura 1 – Il Commodore PET 2001 Series Personal Computer (1977)



Figura 2 – Raphael Soler Gaya

Per la progettazione della celeberrima Doble Catenaria, realizzata a Majorca nel 2009, Rafael Soler Gaya (nella figura 2) ha usato, senza alcun dubbio, il PC con un suo software capace di risolvere calcoli molto complessi che richiedono l'utilizzo di iterazioni. Questo grande gnomonista delle Baleari ha impressionato ed ispirato alcuni progettisti italiani che lo considerano un vero innovatore, così come è avvenuto per Hugo Michnik, l'inventore delle bifilari a fili rettilinei.

Sullo schermo si potevano impostare delle operazioni e dei listati, usando il Basic, il linguaggio iniziale in dotazione ai PC, oppure il linguaggio macchina scritto in codice esadecimale, velocissimo nel calcolo ma altrettanto difficile nella programmazione. Le memorie RAM e ROM del PC erano ben poca cosa se confrontate con quelle degli attuali PC. Non esistendo ancora la grafica, come la intendiamo oggi, era preferibile riportare le coordinate cartesiane ottenute con i calcoli, trasferendole manualmente su grandi fogli di carta millimetrata da usarsi direttamente sulla parete o su cartoni oppure sugli spolveri. Le stampanti usavano ancora il nastro come le vecchie macchine per scrivere ed erano una merce carissima.

Ci sono alcuni documenti che testimoniano l'uso del PC da parte di don Alberto Cintio (Figura 3). Negli atti del 2° Seminario Nazionale di Gnomonica e di Strumenti Solari, che si è tenuto a Monterubbiano (FM) nell'aprile 1989, troviamo un suo listato in GW-BASIC capace anche di tracciare il grafico di un orologio solare polare in scala 1:10. Una analoga testimonianza è presente anche negli atti dei due successivi seminari. Negli atti del 4° Seminario Nazionale di Gnomonica, che si è svolto a Crespano del Grappa (TV) nell'aprile 1992 troviamo anche una interessantissima memoria di Mario Salomone Morrione, riguardante il progetto al computer di una meridiana con diverse facce, che lascia stupefatti e che invito a leggere.

Hanno sicuramente usato il computer con un proprio software Lucio Maria Morra e Giuseppe Tavernini, meglio conosciuto come Ursus Tridentinus. Questo caratteristico personaggio, gnomonista di Trento, ha presentato un suo programma in occasione di un seminario di quegli anni.

Un altro programmatore italiano, Antonio Giorgi, vive ad Ascoli Piceno dove ha costruito un bellissimo orologio solare monumentale, oltre ad una moltitudine di meridiane tradizionali.

Gianni Ferrari ha creato "Sfera", un software in DOS che facilita l'apprendimento della trigonometria sferica ed altro software, sempre in DOS, dedicato agli orologi piani e a quelli a riflessione.

Fabio Savian ha realizzato un immenso programma su cui sono via via registrati gli orologi solari di ogni parte del mondo: il 25 aprile del 2010 ha infatti presentato, al Parco Nord di Milano, "Sundial Atlas", l'atlante degli orologi solari. Si tratta di un contenitore virtuale che fornisce anche un elenco di collegamenti con i più noti software di gnomonica ma anche una serie di eseguibili su cloud relativi agli orologi solari di carta.

Pier Giuseppe Lovotti ha proposto, al 5° Seminario Nazionale di gnomonica, un software per determinare la declinazione del quadro, con il metodo da lui denominato "dei valori autoconsistenti".

Giuseppe Zuccalà fa parte di coloro che non hanno mai presentato ufficialmente un loro software specifico per il progetto delle meridiane piane, pur essendo chiara la sua continua e vulcanica attività nella ricerca.

Il più fecondo autore di software per orologi solari è, indubbiamente, Gianpiero Casalegno. Ha preparato programmi per qualsiasi tipo di orologi solari. Nei pressi della sua residenza a Castellamonte (TO), ha anche realizzato un piccolo parco dedicato alla gnomonica con orologi unici al mondo. Per citarne solo due: un orologio solare a ore italiane vere ed una meridiana bifilare con due fili ricurvi simili ad archi di cerchio. Vale la pena di visitarlo.



Figura 3 – Don Alberto Cintio

Ci sono altri creatori di software che però non hanno reso noti i loro programmi; ad esempio Luigi Massimo Ghia e Tonino Tasselli: due personaggi ben conosciuti che hanno presentato congiuntamente diverse meridiane straordinarie in occasione di alcuni seminari. Paolo Albèri ha certamente creato software per suo uso personale.



Figura 4 – Girolamo Fantoni

In questo quarantennio sono usciti moltissimi libri sulle meridiane. Ne cito soltanto due, quelli che, a mio avviso, sono i più completi e che ognuno di noi amerebbe vedere nei propri scaffali.

Il primo, firmato da Aldo Trincherò, Lando Moglia e Gian Carlo Pavanello, si intitola “L'Ombra e il Tempo” ed è un interessante moderno libro di gnomonica pubblicato nel 1988. Un secondo, voluminoso e costosissimo libro, è “Orologi Solari”, uscito nello stesso anno e firmato dall'ammiraglio Girolamo Fantoni (Figura 4).

In nessuno di questi due libri, oggi quasi introvabili, si accenna al computer, ma mi pare di ricordare che l'ammiraglio non vedesse di buon occhio l'uso del PC in gnomonica.

Non si può non citare Mario Tebenghi, figura molto popolare specialmente in Piemonte, un autentico pintor di meridiane che ha avuto il merito di realizzare numerose meridiane in anni nei quali nessuno si interessava a questo argomento. Ancora oggi questo popolarissimo personaggio, considerato il decano degli gnomonisti piemontesi (Figure 5 e 6), è ricordato e celebrato anche fuori del Piemonte. Ritengo che tutti gli siamo un po' debitori. Tebenghi appartiene a una generazione di gnomonisti che usava per il progetto i metodi grafici, ma per le sue più recenti meridiane ha avuto come collaboratore Giorgio Mesturini, con il suo PC.



Figura 5 – Mario Tebenghi (in basso al centro, con la cravatta) festeggiato dagli gnomonisti piemontesi

Figura 6 – Mario Tebenghi con lo scrivente e le autrici del libro “Horae” sulle meridiane della Valle d'Aosta: Maria Luisa Fantino e Maria Rosa Monti Cologna.



Gli anni '90 segnano la grande svolta: come d'incanto gli gnomonisti si moltiplicano in tutto il territorio nazionale come presi da una smania ossessiva. Nascono i seminari, sempre più seguiti e ridondanti di entusiasmo. Da pochi che erano gli appassionati, oggi non sono meno di mille; tante sono le figure prestigiose che fanno parte di questa classe di persone che considerano la gnomonica al pari di una fede laica.

Il primo Seminario è datato dicembre 1987 e si è tenuto a Sant'Elpidio al Mare in provincia di Fermo. I partecipanti sono 9: Francesco Azzarita (Figura 7), don Alberto Cintio, Gabriele Vanin, Loris Ramponi, Girolamo Fantoni, Raffaele Pistoia, Piero Ranfagni, Antonio Rini (Figura 8) e la segretaria Silvia Rini. I relatori sono i primi 5 della lista.



Figura 8 – Antonio Rini

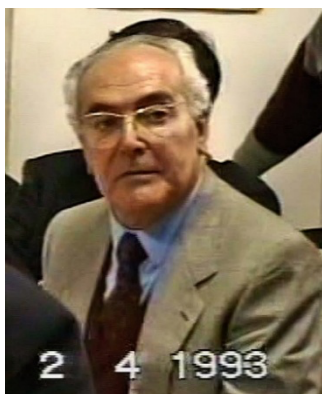


Figura 9 – Edmondo Marianeschi



Il secondo Seminario Nazionale di Gnomonica si svolge a Monterubbiano (FM) nell'aprile 1989. In questa seconda manifestazione gnomonica gli iscritti sono circa 36, i relatori 9. Il terzo Seminario Nazionale di gnomonica si tiene a Feltre (BL) nell'ottobre 1990. Ci sono una trentina di iscritti ed una dozzina di interventi.

Nella prefazione degli atti di questo primo seminario tenuto al nord, Gabriele Vanin evidenzia la dinamicità della gnomonica italiana malgrado sia in ritardo rispetto allo stato di avanzamento di questa disciplina all'estero.

Il quinto Seminario Nazionale di Gnomonica ha come sede San Feliciano, tranquilla località sul lago Trasimeno. I relatori sono i seguenti: don Alberto Cintio, Guido Tonello e la restauratrice Alessandra Curti, Nicoletta Lanciano, Laura Federici, Giuseppe Flora, Lucio Maria Morra, Pier Giuseppe Lovotti, Girolamo Fantoni, Edmondo Marianeschi (Figura 9), Giuseppe Zuccalà, Claudio e Mario Agnesoni, Nicola Severino, Franco Levi, Maria Luisa Tuscano, Gemma Rosa Levi Donati, Aldo Tavolaro, Giancarlo Rigassio, Giovanni Paltrinieri, Giovanni Flora (Figura 10), Gabriele Vanin, Mario Arnaldi, Renzo Righi (Figura 11), Antonio Rini.

Non esiste un'associazione nazionale degli gnomonisti italiani (a parte la poco attiva Sezione Quadranti Solari della UAI) e, quindi, non c'è un presidente. Questa assenza non è casuale e, quasi certamente, è la vera motivazione, del tutto italiana, per cui si avverte una certa armonia tra gli appassionati.

I risultati conseguiti negli ultimi 30 anni sono incredibilmente straordinari e unici. Il Piemonte, regione che vanta il maggior numero di orologi solari e la maggiore densità di antichi quadranti è stata anche la sede di una decina di raduni di gnomonisti piemontesi, organizzati da Guido Tonello.

Figura 10 – Giovanni Flora



Figura 11 – Renzo Righi

Nel Friuli c'è stato un interessante seguito: Aurelio Pantanali ha creato ad Aiello, il Paese delle meridiane. Gli autori dei quadranti solari sono molteplici ma è Pantanali, coadiuvato da Orlando Zorzenon, Miriam Causero, Ennia Visentin e Renato Devetak, che ne ha curato la realizzazione su tutto il comprensorio inclusi quelli situati nel piazzale antistante il museo della civiltà contadina del Friuli imperiale, in via Francesco Petrarca 1.

In Veneto, è stata di recente creata, presso la Biblioteca Comunale di Valdobbiadene, una Sala interamente dedicata alla Gnomonica, approntata per diventare un polo di raccolta e gestione di testi, materiali e strumenti inerenti alla disciplina, un punto di riferimento per la conservazione e divulgazione del patrimonio gnomonico. Libri e strumenti di Enrico Del Favero, Giovanni Flora e dei soci fondatori della novella "Associazione Gnomonisti Trevigiani", ne rappresentano un primo notevole fondo. L'associazione, che ha promosso il progetto, acquisisce e organizza i materiali donati, gestisce l'organizzazione e la fruizione della Sala, si propone nel territorio e nelle scuole per attività divulgative e didattiche.

Ho progettato il mio primo orologio solare (IT 391 su Sundial Atlas) nel 1983, usando il PC che possedevo da poco più di tre anni, ma lo ho costruito con piattina di ferro e decorazioni in rame, nel 1984. La figura 12 lo documenta. Questo primissimo orologio non esiste più perché rimpiazzato con un cappotto. Penso di essere uno dei tanti che ha subito questa spiacevolissima esperienza. Ho rilevato la declinazione del mio primo orologio solare misurando l'angolo formato dall'ombra dello spigolo verticale della parete con la direzione della stessa in occasione del passaggio del Sole al meridiano. Il risultato è stato valido ma il metodo è difficilmente riproponibile. In seguito, ho usato anche l'ombra di un filo a piombo col cosiddetto metodo diretto che è utilizzabile solo una volta al giorno, a mezzogiorno vero. Sono quindi passato al più pratico metodo dell'azimut che consente più rilevamenti al giorno. Ancora oggi lo uso, anche se ho sostituito il filo a piombo con un parallelepipedo di legno, disteso su una tavoletta di legno perfettamente orizzontale, che allinea con la direzione del Sole. Tutti i metodi menzionati usano l'angolo orario per il calcolo dell'azimut ma non quello proposto da Cerchiarì, adatto ai soli quadranti verticali, che, apparentemente non lo richiede perché acquisisce i dati senza annotare l'istante del rilevamento, ma soltanto se la misurazione avviene al mattino o al pomeriggio; sono inoltre necessarie latitudine e declinazione del Sole.

Nella mia più che quarantennale frequentazione del mondo della gnomonica italiana, ho visto la sua storia arricchirsi di numerosi autori straordinari che continuano a dare il loro prestigioso contributo alla nostra disciplina. Sono talmente numerosi che non è possibile citarli né cronologicamente né per merito ma sono perfettamente noti i traguardi che hanno raggiunto nel momento in cui sono ricordati.

Quanto ai luoghi, oltre ad Aiello ci sono altre località in cui è possibile ammirare raggruppamenti di meridiane. Purtroppo, non ci è possibile elencarle tutte; vediamo alcune:

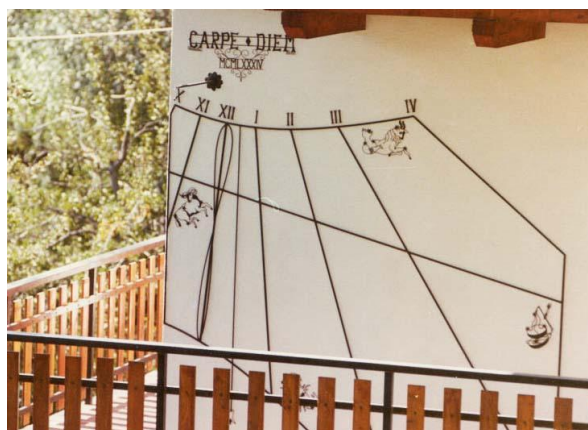


Figura 12 – La mia prima meridiana

- Monclassico, che dal 1° gennaio 2016 è diventata una frazione di Dimaro Folgarida in provincia di Trento, è un'area urbana con moltissime splendide meridiane che si scorgono ovunque sulle case. Gli gnomonisti che, dal 2008, hanno contribuito alla creazione di questo patrimonio gnomonico sono: don Alberto Cintio, con numerose meridiane, Tonino Tasselli e Luigi Massimo Ghia, con un orologio solare panoramico. Da qualche anno Giuseppe De Donà sostituisce egregiamente don Alberto, dopo la sua scomparsa, continuando la sua opera indefessa anche con orologi solari monumentali.
- A Varese, si possono osservare numerosi orologi solari imponenti in piazza Bossi, realizzati da Roberto Baggio e dal figlio Francesco.
- La Salle (AO) può vantare il maggior numero di orologi solari d'epoca della Valle d'Aosta in ottimo stato di conservazione.
- A Brusasco nel Monferrato è presente una mostra permanente delle meridiane di Mario Tebenghi, nel paese dove ne ha realizzate ben 57.
- Un contenuto ma interessante parco di montagna, conosciuto come il "Giardino del cielo e del tempo", è nato nel 2019 nei pressi del Ristoro del Lago Muffé nel Parco Regionale del Monte Avic in Valle d'Aosta. Si raggiunge solo a piedi seguendo una ripida mulattiera con un dislivello di 300 metri. Gli autori sono Paolo Chiaberto e Mario Peaquin.
- Un pregevole parco gnomonico di montagna "La Baita delle Meridiane" creato da Mauro Giongo, si trova in località Costa Cortù a Torcegno (TN). Ci sono circa una trentina di oggetti solari (e non) che meritano sicuramente più che una scappata.
- A Genova, in via Dogali 18 sulla collina di Montegalletto, si trova il Castello D'Albertis che vanta il maggior raggruppamento di orologi solari del celeberrimo Capitano Enrico D'Albertis. Il castello è ora la sede del Museo delle Culture del Mondo.
- Non si può non citare lo specchio di Viganella, inaugurato il 17 dicembre 2006. Per circa due mesi all'anno, a cavallo del solstizio d'inverno, questo specchio rettangolare largo 8 metri ed alto 5 metri, riflette la luce del Sole nel sottostante abitato, ricco di meridiane. Il suo autore è Gim Bonzani. Viganella è una frazione di Borgomezzavalle in provincia di Verbano-Cusio-Ossola, in valle Antrona.

- Ci sono poi le meridiane di Bellino (CN), un centinaio circa, restaurate da Lucio Morra e Fabio Garnerò.
- Il bolognese Giovanni Paltrinieri ha recuperato gli storici quadranti del Palazzo di giustizia a Mondovì; egli è pure l'autore di monumentali orologi solari in Emilia-Romagna e di quello bellissimo ad Abano Terme (PD).
- L'anno 2007 ha visto la nascita di una meridiana a camera oscura (figura 13) realizzata da Giancarlo Bonini nella chiesa della Visitazione di Perinaldo (IM). Questo borgo nell'entroterra di Bordighera è il paese natale di Gian Domenico Cassini. Si tratta di una meridiana a camera oscura del tipo orizzontale come quelle più famose della Basilica di San Petronio a Bologna realizzata da Gian Domenico Cassini nel 1655 o quella di Bianchini - Maraldi del 1704 che si trova nella Basilica di Santa Maria degli Angeli a Roma, non distante da Stazione Termini. Questa moderna meridiana è straordinariamente precisa tanto da provocare un applauso quando si verificano alcuni fenomeni come il controllo degli equinozi o il passaggio del Sole sulle sagome ellittiche dei solstizi. Per vedere questo straordinario orologio solare è necessario fissare un appuntamento con il comune. La meridiana è censita su Sundial Atlas all'indirizzo IT00968.



Figura 13 – Meridiana di Perinaldo

Tornando a parlar di gnomonisti, una figura a sé è Guido Dresti che fa sovente mostre dei suoi capolavori, tra cui primeggia la ricostruzione dell'astrario di Giovanni Dondi. Silvio Magnani è l'autore di numerose meridiane originali alcune a riflessione, in parte visibili ad Antagnod, frazione d'Ayas (AO). Giovanni Flora primeggia con le sue spettacolari meridiane monumentali diffuse nel trevigiano.

Dopo molte esitazioni e anche qualche polemica a settembre 1998 esce il primo numero di "Gnomonica", la rivista di gnomonica fondata da Nicola Severino, redattore unico. La rivista non va oltre il n. 9. A gennaio del 2002 esce il numero 1 di "Gnomonica Italiana" la cui redazione è composta di circa 20 elementi, ma la sua pubblicazione cessa con il n. 23.

Nell'autunno 2012 si svolge un Seminario Nazionale di Gnomonica a Chatillon in Valle d'Aosta. L'organizzatore di questo seminario di successo è Luigi Massimo Ghia che abita a Saint-Vincent. Ghia rivela grandi doti di organizzatore: tutto risulta funzionale. Al termine del seminario Luigi è oggetto di una standing ovation dei presenti ed è incaricato di rifondare la rivista di gnomonica. Successivamente Luigi compila la seguente lista di redattori: Luigi Ghia, coordinatore, Francesco Caviglia, Alberto Nicelli, Tonino Tasselli, Gianpiero Casalegno e lo scrivente. Alla prima riunione viene accettata la proposta di Gian Casalegno di chiamare "Orologi Solari" la nuova rivista che esce ad Aprile 2013. Poco dopo, a causa della distanza, Tonino Tasselli rinuncia a malincuore all'incarico di redattore. In seguito, la redazione si avvarrà della preziosa collaborazione di Elsa Stocco.

La rivista "Orologi Solari" è giunta al 13° anno di vita. È gratuita se scaricata on line; in forma cartacea è fornita da Amazon. Ha pubblicato articoli di autori prestigiosi, tra cui Mario Catamo e Cesare Lucarini, autori di un bellissimo libro sulla meridiana a camera oscura della basilica di Santa Maria degli Angeli a Roma, Alessandro Gunella e Paolo Albèri, che scrivono anche per riviste estere, ma anche lavori di stranieri come Denis Savoie, Dominique Collin, Francesc Clarà, Fred Sawyer, Paul Gagnaire. La sua redazione ha stabilito ottimi rapporti con tutte le associazioni gnomoniche straniere, in particolare con la NASS (USA) e con la Commission Cadrans Solaires della SAF (Francia). I nostri seminari sono stati frequentati, per anni, da Bernard Rouxel, l'inventore della trifilare, che ha regolarmente presentato una memoria ad ogni convegno.

Siamo ormai giunti al termine di questo circoscritto storico, gnomonico excursus, ma, immediatamente, mi sorge una riflessione: quale sarà il futuro della gnomonica?

L'uso del PC ha reso banale un'operazione che era un tempo il "patrimonio" di molti gnomonisti: il progetto delle meridiane piane, per contro ha aperto la strada a configurazioni di orologi solari che richiedono calcolo più complessi.

Seguirà un periodo di disaffezione, ossia un calo di interesse dato che è un po' come certa moda che con gli anni passa? C'è posto per i giovani o è solo un'attività di nicchia o per persone di una certa età? Mi sembra che, oggi, la gioventù abbia, talvolta, comportamenti riportati dalla cronaca fortemente censurabili. Se questa nobile disciplina fosse inserita nella scuola, nel modo dovuto, coinvolgendo i giovani nella realizzazione di orologi solari forse potrebbe riempire, parzialmente, il vuoto che attualmente determina il preoccupante smarrimento riscontrato su molti di loro.

Laboratorio di Orologi

“Proiettivi” (parte 4)

L'autore continua la descrizione degli orologi solari "proiettivi". Gli orologi presi questa volta in considerazione sono ancora quelli con la direzione di proiezione posta sulla bisettrice tra piano equatoriale e piano dell'orologio, che questa volta è verticale. Questi strumenti appartengono alla categoria di Foster-Lambert e hanno il pregio di presentare una scala oraria con spaziatura uniforme a passi di 15°.

di Francesc Clarà

Premessa (a cura della redazione di Orologi solari)

In tre precedenti articoli della nostra rivista [Rif. 1, 2 e 3] abbiamo presentato le prime tre puntate del lavoro di Francesc Clarà relativo agli orologi proiettivi, pubblicato sulla rivista La Busca de Paper. In occasione della recente scomparsa di questo importante gnomonista catalano, desideriamo ricordarlo pubblicando anche la quarta e ultima puntata di questo suo lavoro. (L'originale in lingua catalana è su La Busca de Paper, n 83, primavera 2016).

Laboratorio di Orologi "Proiettivi" (parte 4)

Nel mio precedente articolo [Rif. 3] ho descritto un tipo di orologio proiettivo chiamato Foster-Lambert, in cui, come desidero ricordare, la direzione di proiezione (DP) era la bisettrice dell'angolo formato dall'Equatore e dal piano di proiezione (PP), che in quel caso era il piano orizzontale, ossia l'orizzonte locale.

Allo stesso modo, è possibile immaginare un orologio con le stesse caratteristiche, ma proiettato su un piano verticale, ortogonale al piano meridiano.

Nel disegno della Figura 1 possiamo vedere che anche questo nuovo orologio ammette due possibilità, a seconda che si prenda come direzione di proiezione l'una o l'altra delle bisettrici degli angoli formati dal piano dell'equatore (QQ'), con le direzioni del piano verticale verso lo Zenit (Z) o verso il Nadir (Na).

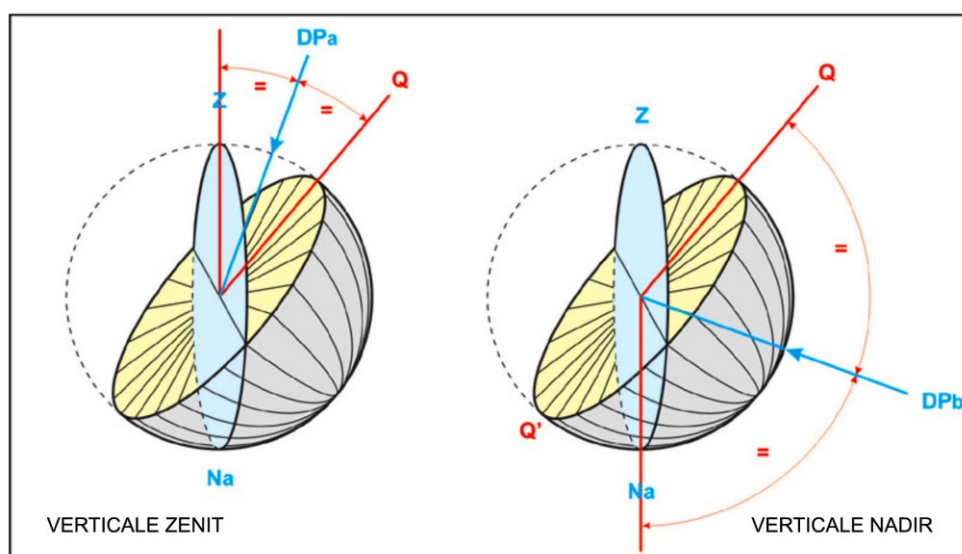


Figura 1

Come per gli orologi orizzontali, entrambe le possibilità sono valide e genereranno due orologi verticali del tipo Foster-Lambert, completamente diversi.

Le ore di questi due orologi verticali saranno distribuite uniformemente sul cerchio orario, a passi di 15°, poiché la loro proiezione è omologa alla loro disposizione sull'equatore, con la particolarità che uno dei due orologi, quello con lo gnomone inclinato verso l'alto, indicherà le ore nella parte superiore del cerchio, mentre l'altro, con lo gnomone inclinato verso il basso, le indicherà nella parte inferiore

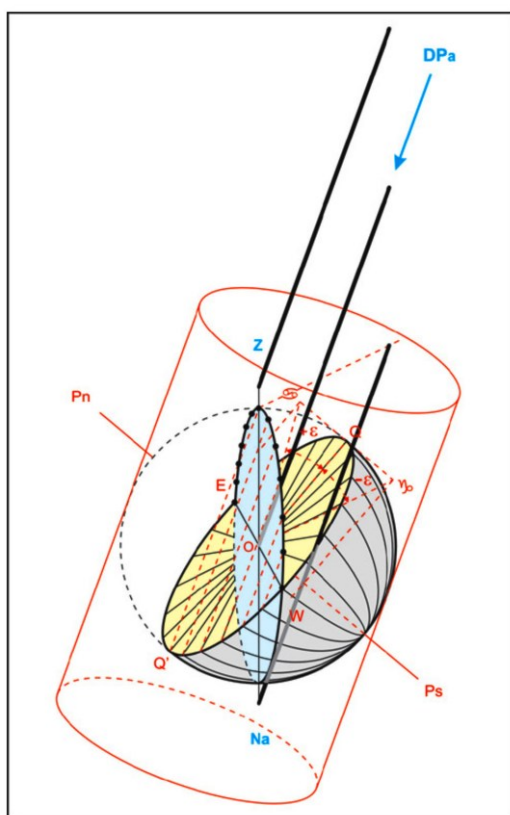


Figura 2

Nella figura 2 ho rappresentato graficamente la proiezione di un orologio del tipo Foster-Lambert su un piano verticale ortogonale al piano meridiano, prendendo come direzione di proiezione la bisettrice dell'angolo tra Equatore e Zenit.

Nella figura 3 ho rappresentato graficamente la proiezione di un orologio del tipo Foster-Lambert su un piano verticale ortogonale al piano meridiano, questa volta prendendo come direzione di proiezione la bisettrice dell'angolo tra Equatore e Nadir.

Poi ho calcolato matematicamente questi due orologi, utilizzando le equazioni che ho raggruppato nel riquadro di Figura 4.

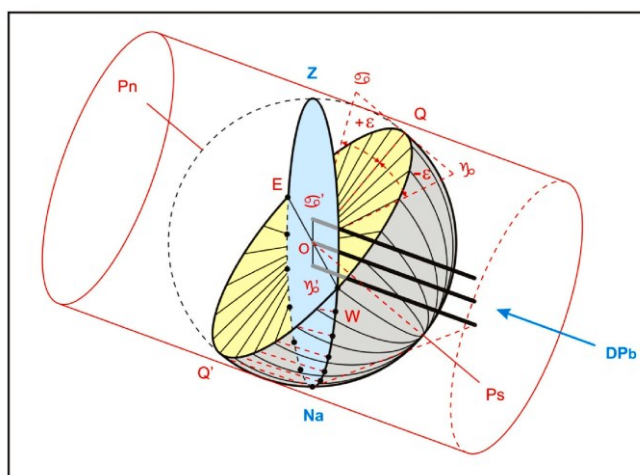


Figura 3

PROIETTIVI FOSTER - LAMBERT	
Verticale verso lo Zenit	Verticale verso il Nadir
DP = Direzione di proiezione = Bisettrice dell'angolo formato dal piano dell'equatore con lo Zenit del piano verticale	DP = Direzione di proiezione = Bisettrice dell'angolo formato dal piano dell'equatore con il Nadir del piano verticale
PP = Piano di proiezione = Verticale ortogonale al meridiano	PP = Piano di proiezione = Verticale ortogonale al meridiano
Inclinazione dello gnomone = $\frac{\varphi}{2}$ verso l'alto	Inclinazione dello gnomone = $90 - \frac{\varphi}{2}$ verso il basso
Oh = Scala oraria = Distribuzione uniforme delle ore, di 15 in 15 gradi, sulla parte superiore del cerchio orario	Oh = Scala oraria = Distribuzione uniforme delle ore, di 15 in 15 gradi, sulla parte inferiore del cerchio orario
Of = Scala delle date = $R \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} (\varphi / 2)$	Of = Scala delle date = $R \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} (\varphi / 2)$
L = Lungh. gnomone = $R \cdot \frac{\operatorname{sen}(\varphi + \varepsilon)}{\cos \varepsilon} \cdot \operatorname{sen}(\varphi / 2)$	L = Lungh. gnomone = $R \cdot \frac{\operatorname{sen}(\varphi + \varepsilon)}{\cos \varepsilon} \cdot \cos(\varphi / 2)$
Come nei precedenti articoli, in queste formule: R = Raggio del cerchio che contiene l'orologio. φ = Latitudine locale. ε = Obliquità dell'eclittica = 23.44° δ = Declinazioni solari (23°44', 20°15', 11°48', etc.)	

Figura 4

Sulla base di queste equazioni ho disegnato i due modelli di questa nuova classe di orologi, che ho poi costruito utilizzando la tecnica e i materiali consueti.

Nella figura 5 potete vedere i modelli già finiti, fotografati in un giorno di metà aprile alle 10 del mattino.

Come si può osservare, entrambi gli gnomoni, pur con inclinazioni opposte, sono posizionati sul medesimo segno zodiacale delle rispettive scale della data, mentre i due orologi indicano la stessa ora..

Per la verità, questi orologi Foster-Lambert, nonostante i vantaggi che offrono e la semplicità del loro calcolo (la costruzione pratica è un'altra faccenda), non sono affatto comuni ed è difficile trovarne esempi.

Di orologi Foster-Lambert verticali e con lo gnomone inclinato verso il basso, conosco solo quello costruito dal professor Eduard Farré, nel 2005, in un'abitazione privata a Bruc (Barcellona), mostrato nella fotografia di figura 6.



Figura 5



Figura 6

Sfruttando la distribuzione equidistante delle ore, tipica di questa classe di orologi, il suo autore lo ha dotato di un ingegnoso meccanismo che consente di ruotare il cerchio orario per correggere periodicamente l'effetto dell'equazione del tempo. Inoltre, l'equidistanza tra le ore consente all'orologio di essere regolato, due volte l'anno, secondo i cambiamenti stagionali dell'ora, in modo che quando è il caso indichi direttamente l'ora legale estiva.

Non avevo notizie di alcun esempio di orologio Foster-Lambert verticale con lo gnomone inclinato verso l'alto fino a quando, nel settembre 2008, la rivista della British Sundial Society ha pubblicato la descrizione di un orologio di questo genere, situato nella città di Bristol e che possiamo vedere nella fotografia in figura 7.

Questo orologio verticale con lo gnomone inclinato verso l'alto è caratterizzato dal fatto che le ore 12 si trovano al centro della parte superiore del cerchio orario, proprio come negli orologi meccanici, e che come in questi ultimi le ore avanzano da sinistra verso destra.

Bibliografia

- [1] - Francesc Clarà, "Laboratorio di orologi "Proiettivi" (parte 1)", Orologi Solari n. 8, agosto 2015. (L'originale in lingua catalana è su La Busca de Paper, n. 80, primavera 2015).
- [2] - Francesc Clarà, "Laboratorio di orologi "Proiettivi" (parte 2)", Orologi Solari n. 9, dicembre 2015. (L'originale in lingua catalana è su La Busca de Paper, n. 81, estate 2015).
- [3] - Francesc Clarà, "Laboratorio di orologi "Proiettivi" (parte 3)", Orologi Solari n. 10, aprile 2016 (l'originale in lingua catalana è su La Busca de Paper, n. 82, inverno 2015).

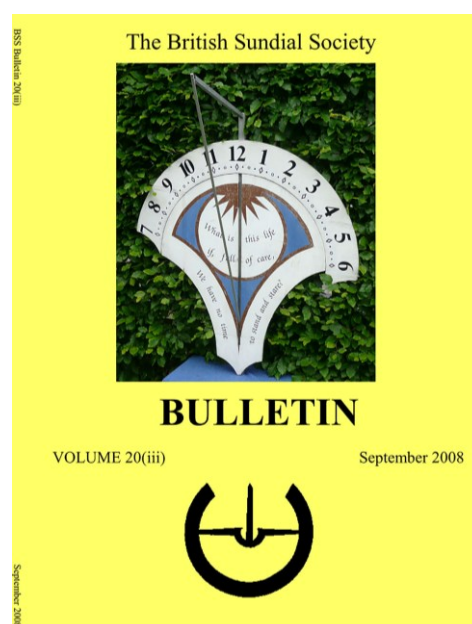


Figura 7

Note sulle curve dell'Asr e sulle curve del crepuscolo

“Parte 3 di 3”

Questo studio si concentra sulle curve indicatrici della preghiera Asr che possono essere indicate sulle meridiane arabe, sia orizzontali sia verticali. L'analisi è estesa alle curve del crepuscolo astronomico, utilizzate per l'annuncio della preghiera dell'Ishā'. Questo lavoro, in parte ispirato agli sviluppi matematici di Karl Schoy sulle curve di Asr, prosegue l'approccio di questo grande scienziato tedesco, interessato a uno studio approfondito della gnomonica araba. Il nostro approccio, sebbene da una prospettiva diversa, offre una visione particolare su questo lavoro di gnomonica avanzata.

di Dominique Collin (dominique.collin007@gmail.com)

4 Curva della fine dell'Asr o Asr-2

4.1 Coordinate parametriche della Curva Asr-2

4.1.1 Caso con $\varphi - \delta > 0$ — Fuori dalla zona intertropicale

Per ottenere rapidamente le equazioni parametriche di un punto dell'Asr-2 in un orologio solare orizzontale a latitudine $\varphi > \delta$ e per un'altezza dello gnomone g , sarà sufficiente assumere la forma (10) e sostituire semplicemente $\rho - g$ con $\rho - 2g$. Il lettore può ripetere con la stessa facilità esattamente lo stesso approccio usato per Asr-1, questa volta considerando la lunghezza dell'ombra $\rho = g[2 + \tan(\varphi - \delta)]$ per ottenere la fine della preghiera Asr. Otteniamo:

$$\begin{cases} x = \sqrt{\rho^2 - [g \tan \varphi \pm [g \tan \varphi - (\rho - 2g)] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - 2g)^2 + g^2}}]^2} \\ y = g \tan \varphi \pm [g \tan \varphi - (\rho - 2g)] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - 2g)^2 + g^2}} \end{cases}, \text{ e } \delta < \varphi \quad (27)$$

Per una rappresentazione grafica punto per punto alle nostre latitudini, utilizzeremo il segno meno al posto del simbolo $\pm$. Formule molto utili per disegnare i soli punti Asr-2 tra i solstizi. L'uso di queste formule non pone particolari problemi, sia con Excel che con altri software come ad esempio Geogebra, sia all'interno di linguaggi di programmazione quali Python o Pascal, utilizzando librerie matematiche specifiche per tracciare le curve implicite.

4.1.2 Caso con $\varphi - \delta \leq 0$ — Zona intertropicale

Per un orologio solare orizzontale ai tropici, la lunghezza dell'ombra dell'ortostilo è: $\rho = g[2 - \tan(\varphi - \delta)]$ e pertanto, le coordinate parametriche del punto d'ombra diventano:

$$\begin{cases} x = \sqrt{\rho^2 - [g \tan \varphi + [g(2 - \tan \varphi) - \rho] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - 2g)^2 + g^2}}]^2} \\ y = g \tan \varphi + [g(2 - \tan \varphi) - \rho] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - 2g)^2 + g^2}} \end{cases}, \text{ e } \delta \geq \varphi \quad (28)$$

4.2 Curva dell'*Asr-2* indipendente dalla declinazione del Sole

4.2.1 Equazione cartesiana al di fuori della zona tropicale (curva "1")

Per stabilire l'equazione cercata quando $\varphi - \delta > 0$, ripartiamo dall'equazione cartesiana dell'arco diurno (1) (considerando ovviamente lo stesso sistema di riferimento), per estrarre il quadrato della tangente della declinazione del Sole:

$$\tan^2 \delta = \frac{(y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2}{x^2 + y^2 + g^2 - (y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2} \quad (29)$$

Quindi, dal vincolo di costruzione relativo alla lunghezza ρ dell'ombra, estraiano:

$$\tan \delta = \frac{g(2 + \tan \varphi) - \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2} \tan \varphi + g(1 - 2 \tan \varphi)} \quad (30)$$

Uguagliando i quadrati delle due tangenti otteniamo:

$$\begin{aligned} & [x^2 + y^2 \sin^2 \varphi + g^2 \cos^2 \varphi + 2yg \cos \varphi \sin \varphi] \times [g(2 + \tan \varphi) - \sqrt{x^2 + y^2}]^2 \\ &= [y \cos \varphi - g \sin \varphi]^2 \times [\sqrt{x^2 + y^2} \tan \varphi + g(1 - 2 \tan \varphi)]^2 \end{aligned}$$

Lo sviluppo algebrico di questi prodotti porta ad un'equazione cartesiana della forma:

$$Ax^4 + Bx^2y^2 + Cy^3 + Dx^2y + Ex^2 + Fy^2 + Gy + H + I \sqrt{x^2 + y^2} = 0 \quad (31)$$

i cui coefficienti sono espressi come:

$$\begin{cases} A = B = 1 \\ C = D = 2g \tan \varphi \\ E = g^2(5 + 4 \tan \varphi) \\ F = 4g^2 \tan \varphi \\ G = 10g^3 \tan \varphi \\ H = 4g^4(1 + \tan \varphi - \tan^2 \varphi) \\ I = -2g(2 + \tan \varphi)x^2 - (2g \tan \varphi)y^2 - (8g^2 \tan \varphi)y - 2g^3(2 + \tan \varphi - 2 \tan^2 \varphi) \end{cases} \quad (32)$$

Questa equazione è ovviamente dello stesso tipo di quella della curva dell'*Asr-1*, curva di ottavo grado, a sua volta composta da due curve distinte che intersecano 4 volte la curva dell'arco diurno. Si chiamerà curva "1" dell'*Asr-2*.

4.2.2 Equazione cartesiana nella zona intertropicale (curva "2")

In questo caso ($\varphi - \delta \leq 0$) la lunghezza dell'ombra dell'*Asr-2* sarà determinata dalla relazione: $\rho = g[2 - \tan(\varphi - \delta)]$ che si ottiene modificando l'espressione cartesiana per formare la curva "2" dell'*Asr-2*. Questa ha l'espressione:

$$Ax^4 + Bx^2y^2 + Cy^3 + Dx^2y + E'x^2 + F'y^2 + Gy + H' + I' \sqrt{x^2 + y^2} = 0 \quad (33)$$

i cui coefficienti sono rispettivamente:

$$\begin{cases} A = B = 1 \\ C = D = 2g \tan \varphi \\ E' = g^2(5 - 4 \tan \varphi) \\ F' = -4g^2 \tan \varphi \\ G = 10g^3 \tan \varphi \\ H' = 4g^4(1 - \tan \varphi - \tan^2 \varphi) \\ I' = 2g(\tan \varphi - 2)x^2 + (2g \tan \varphi)y^2 - (8g^2 \tan \varphi)y + 2g^3(\tan \varphi - 2 + 2 \tan^2 \varphi) \end{cases} \quad (34)$$

Esempi di tracciamento delle funzioni implicite (31) e (33) sono forniti nella sezione 4.3.

4.2.3 Punto di biforcazione della curva dell'*Asr-2*

Se il punto di *biforcazione* (punto di intersezione delle due curve "1" e "2") non si trova tra gli archi dei solstizi, allora per l'*Asr-2* deve essere utilizzata solo una porzione della curva "1". Altrimenti è necessario utilizzare entrambe le porzioni delle curve "1" e "2". Le coordinate del punto di *biforcazione* indicato con K_2 sono:

$$\begin{cases} x = \pm \sqrt{4g^2 - [g \tan \varphi(1 - \sqrt{5})]^2} \\ y = g \tan \varphi(1 - \sqrt{5}) \end{cases} \quad (35)$$

Quanto detto per il punto di biforcazione K_1 dell'*Asr-1* viene ripetuto qui per il punto K_2 dell'*Asr-2*. Spostandosi in latitudine, il punto di biforcazione K_2 si sposta sul cerchio con centro O e raggio $2g$.

4.3 Alcune rappresentazioni dell'*Asr-2*

4.3.1 All'equatore.

Per $\varphi = 0^\circ$ le coordinate parametriche di un punto dell'*Asr-2* sono espresse come segue:

$$\begin{cases} x = \pm g \sqrt{\frac{\rho^2 - (\rho - 2g)^2}{g^2 + (\rho - 2g)^2}} \\ y = (\rho - 2g) \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - 2g)^2 + g^2}} \end{cases} \quad \text{cioè} \quad \begin{cases} x = 2g \cos \delta \sqrt{1 \pm \tan \delta} \\ y = -g \sin \delta \sqrt{1 + (2 \pm \tan \delta)^2} \end{cases}$$

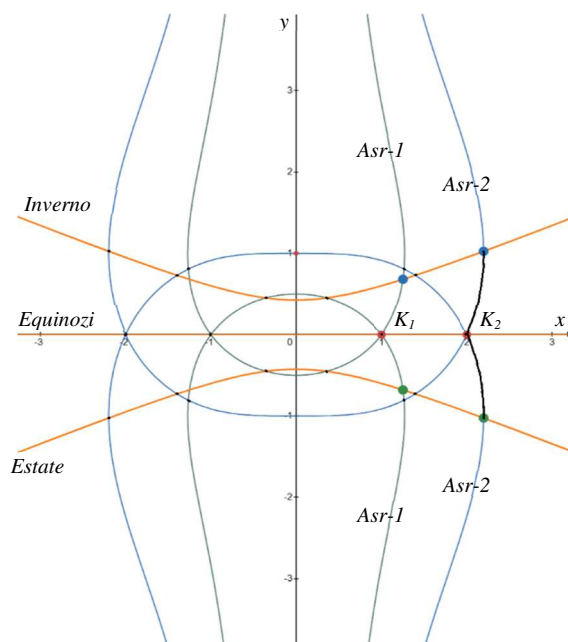
Usare il segno $+$ quando $\delta > 0$; il segno $-$ quando δ è negativo.

L'equazione cartesiana all'equatore diventa:

$$x^8 + 2x^6(y^2 - 3g^2) + x^4[(y^2 - 3g^2)^2 - 8g^4] + 24g^4x^2(g^2 - y^2) - 16g^6y^2 + 16g^8 = 0 \quad (36)$$

è di ottavo grado. Una rappresentazione grafica completa è indicata nella Figura 9. Corrisponde alla figura nella memoria di K. Schoy.

Fig. 9 – Aspetto della curva $Asr-2$ all'equatore ($\varphi = 0^\circ$) e per uno gnomone di lunghezza unitaria. Qualunque sia la declinazione δ , l'estremità dell'ombra dello gnomone cade su questa curva quando la lunghezza dell'ombra è pari al doppio dell'altezza dello gnomone aumentata della lunghezza della sua ombra a mezzogiorno. La parte gnomonica utile è in nero grassetto. Il grafico $Asr-1$ è stato conservato per confrontare le due curve.



4.3.2 In un luogo di latitudine qualsiasi

La figura 10 mostra una rappresentazione completa della curva $Asr-2$. Sono stati rappresentati rispettivamente gli archi dei solstizi e la linea degli equinozi e su ogni solstizio è stata segnata la posizione del punto $Asr-2$. In un orologio solare orizzontale viene disegnata solo la parte della curva $Asr-2$ in nero grassetto.

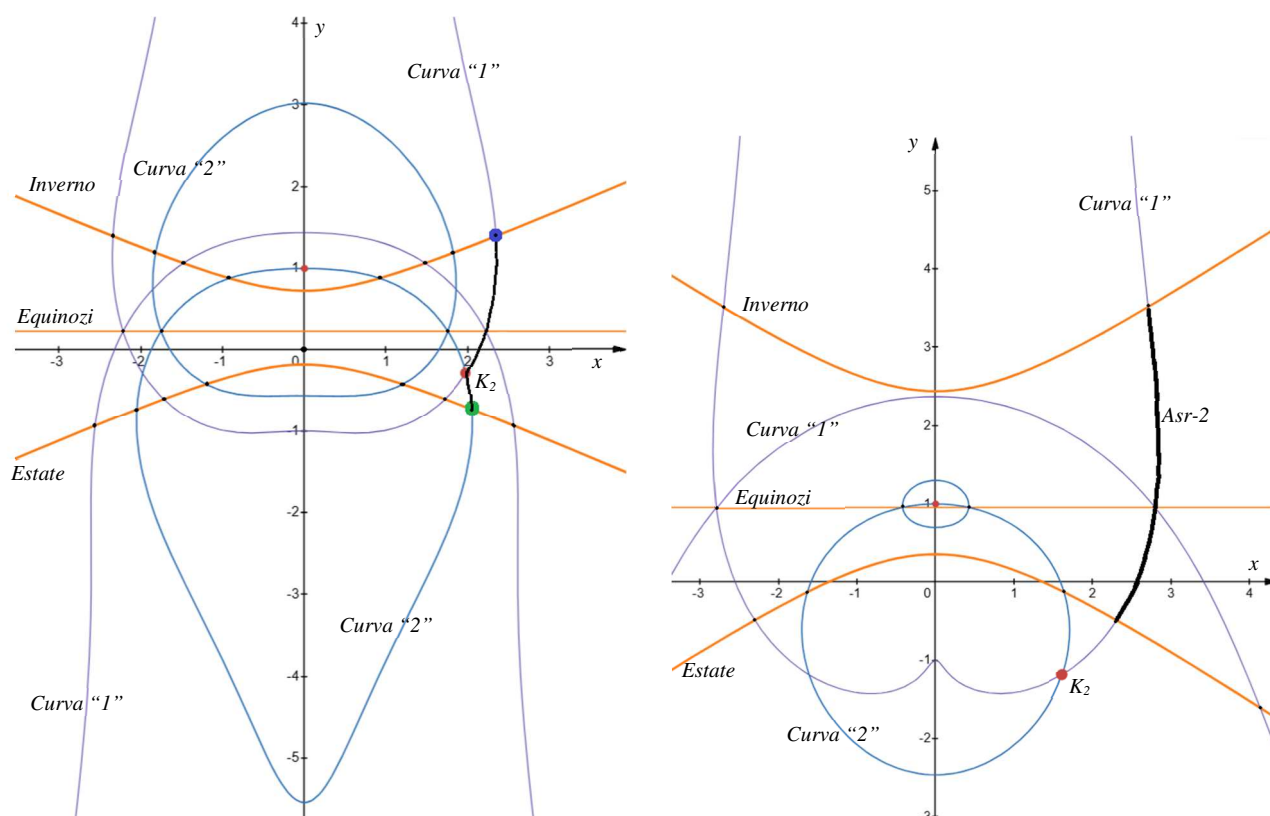


Fig. 10 – Aspetto delle curve $Asr-2$ in un orologio solare orizzontale, in funzione della latitudine e per uno gnomone di lunghezza unitaria. Il punto rosso contrassegnato con K_2 è il punto di "biforcazione" delle curve $Asr-2$; notiamo la sua posizione a seconda che ci troviamo ai tropici o in una zona temperata.

- (a) $\varphi = 13^\circ$. Le curve "1" e "2" sono utilizzate per indicare $Asr-2$ ai tropici
- (b) $\varphi = 43,7^\circ$. Nelle zone temperate può essere utilizzata solo la porzione della curva "1" situata tra gli archi diurni dei solstizi.

5 Curve dei crepuscoli

Le curve del crepuscolo e dell'alba, visibili soprattutto negli orologi solari orizzontali arabi, assumono importanza nel determinare l'ora delle preghiere di *Isba* e *Fajr*¹². Concentriamoci più in particolare sulla curva crepuscolare quando il Sole si trova a -18° sotto l'orizzonte e per convenzione la attribuiamo al crepuscolo astronomico¹³.

5.1 Coordinate parametriche di un punto della curva del crepuscolo astronomico

Vogliamo conoscere il luogo dei punti dell'estremità dell'ombra di un ortostilo (di altezza g) quando l'angolo orario H del Sole è tale che $H = H_c - 90^\circ$, cioè quando mancano esattamente 6 ore al crepuscolo astronomico. La lunghezza dell'ombra dell'ortostilo è in questo caso definita dalla relazione:

$$\rho = g \frac{\sqrt{(\cos \varphi \tan \delta - \sin \varphi \cos H)^2 + \sin^2 H}}{\sin \varphi \tan \delta + \cos \varphi \cos H} \quad (37)$$

Si tratta ora di estrarre $\tan \delta$ da questa espressione per poterla eguagliare a $\tan \delta$ dall'equazione dell'arco diurno allo stesso modo di quanto già fatto in precedenza (così come fece Karl Schoy per la curva dell'*Ajr*).

Questa estrazione di $\tan \delta$ porta ad un'equazione di secondo grado della forma:

$$u \tan^2 \delta + 2v \tan \delta + w = 0 \quad \text{con} \quad \begin{cases} u = \rho^2 \tan^2 \varphi - g^2 \\ v = (\rho^2 + g^2) \tan \varphi \cos H \\ w = (\rho^2 - g^2 \tan^2 \varphi) \cos^2 H - g^2 \frac{\sin^2 H}{\cos^2 \varphi} \end{cases}$$

le cui soluzioni sono classicamente:

$$\tan \delta = \frac{-v \pm \sqrt{v^2 - uw}}{u}$$

Notiamo che il discriminante dell'equazione di secondo grado si semplifica in:

$$v^2 - uw = \frac{g^2}{\cos^2 \varphi} [\rho^2 (\tan^2 \varphi + \cos^2 H) - g^2 \sin^2 H],$$

per ottenere finalmente l'uguaglianza:

$$\frac{(y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2}{\rho^2 + g^2 + (y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2} = \frac{\left[-(\rho^2 + g^2) \sin \varphi \cos H \pm \frac{g}{\cos \varphi} \sqrt{\rho^2 (\tan^2 \varphi + \cos^2 H) - g^2 \sin^2 H} \right]^2}{(\rho^2 \tan^2 \varphi - g^2)^2}$$

Dopo il prodotto dei medi con gli estremi, ed in seguito mediante sviluppi e riduzioni algebriche (e dopo aver sostituito il segno $\pm$ con il segno meno alle nostre latitudini), isoliamo la coordinata y . Quindi otteniamo la coordinata x tramite $\sqrt{\rho^2 - y^2}$. Questa fornisce, dopo tutti i calcoli, le coordinate parametriche di un punto sulla curva del crepuscolo astronomico:

¹² La preghiera dell'*Isba* si svolge la sera verso il tramonto, mentre la preghiera del *Fajr* avviene prima che il Sole sorga all'orizzonte, quindi all'alba.

¹³ I valori adottati per l'altezza del Sole sotto l'orizzonte per le preghiere del *Fajr* e dell'*Isba* non sono mai stati definiti in modo rigido e variano tra -15° e -20° . Per non parlare del fatto che, ad esempio, il Sole non può scendere sotto l'orizzonte a -18° a seconda della latitudine del luogo in cui ci si trova: accedere ai momenti di queste preghiere può risultare gnomonicamente impossibile...

$$\begin{cases} x = \sqrt{\rho^2 - \left[g \tan \varphi - \frac{\sqrt{\rho^2 + g^2}}{\cos \varphi} \frac{g \sqrt{\rho^2 (\tan^2 \varphi + \cos^2 H) - g^2 \sin^2 H} - (\rho^2 + g^2) \sin \varphi \cos H}{\sqrt{\cos^2 \varphi (\rho^2 \tan^2 \varphi - g^2)^2 + \left[g \sqrt{\rho^2 (\tan^2 \varphi + \cos^2 H) - g^2 \sin^2 H} - (\rho^2 + g^2) \sin \varphi \cos H \right]^2}} \right]^2} \\ y = g \tan \varphi - \frac{\sqrt{\rho^2 + g^2}}{\cos \varphi} \frac{g \sqrt{\rho^2 (\tan^2 \varphi + \cos^2 H) - g^2 \sin^2 H} - (\rho^2 + g^2) \sin \varphi \cos H}{\sqrt{\cos^2 \varphi (\rho^2 \tan^2 \varphi - g^2)^2 + \left[g \sqrt{\rho^2 (\tan^2 \varphi + \cos^2 H) - g^2 \sin^2 H} - (\rho^2 + g^2) \sin \varphi \cos H \right]^2}} \end{cases} \quad (38)$$

Con ϱ ricavato dalla (37), $H = H_c - 90^\circ$ e H_c ricavato da:

$$\cos H_c = \frac{\sin(-18^\circ) - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta} \quad (39)$$

Si possono cambiare gli angoli a piacimento -18° e $H_c - 90^\circ$...

Da notare subito che se invece di prendere il crepuscolo astronomico prendiamo il tramonto del Sole ($b = 0^\circ$, $H_c = H_0$), allora (x, y) dovrebbero corrispondere alle coordinate di un punto sulla linea oraria italica $H = H_0 - 6$ h (18 h italiane) ...

5.2 Equazione cartesiana della curva n ore prima del crepuscolo astronomico

Per iniziare, determiniamo la lunghezza dell'ombra di uno gnomone normale di altezza g per un orologio solare orizzontale:

$$\rho = \frac{g}{\tan h} = \frac{g \sqrt{1 - \sin^2 h}}{\sin h}$$

Estraiamo $\sin h$ mantenendo solo la parte positiva e otteniamo le seguenti equivalenze:

$$\sin h = \frac{g}{\sqrt{\rho^2 + g^2}} = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H$$

Consideriamo ora l'angolo orario $H = H_c - 15 n$, dove n rappresenta il numero di ore prima del crepuscolo astronomico (15n è la conversione in gradi) e H_c l'angolo orario del crepuscolo astronomico (Sole a -18° sotto l'orizzonte). Appliciamo il coseno (poiché nell'espressione precedente appare come $\cos H$).

$$\begin{aligned} \cos H &= \cos(H_c - 15 n) \\ &= \cos H_c \cos(15 n) + \sin H_c \sin(15 n) \\ \cos H &= \left[\frac{\sin(-18^\circ) - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta} \right] \cos(15 n) + \sqrt{1 - \left[\frac{\sin(-18^\circ) - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta} \right]^2} \sin(15 n) \end{aligned}$$

L'idea principale è quella di isolare un'espressione di $\sin \delta$ per poi cercare la sua equivalenza con $\sin \delta$ proveniente dall'equazione dell'arco diurno, come ad esempio già mostrato in precedenza con la curva di *Astr-1*. Per ottenere questo risultato, sostituiamo $\cos H$ nell'espressione del $\sin h$.

Otteniamo:

$$\frac{g}{\sqrt{\rho^2 + g^2}} = \sin \varphi \sin \delta + [\sin(-18^\circ) - \sin \varphi \sin \delta] \cos(15 n) \\ + \sin(15 n) \sqrt{(\cos \varphi \cos \delta)^2 - [\sin(-18^\circ) - \sin \varphi \sin \delta]^2}$$

$$\frac{g}{\sqrt{\rho^2 + g^2}} = \sin \varphi \sin \delta [1 - \cos(15 n)] + \sin(-18^\circ) \cos(15 n) \\ + \sqrt{(\cos \varphi \cos \delta)^2 - [\sin(-18^\circ) - \sin \varphi \sin \delta]^2} \times \sin(15 n)$$

Quindi rimuoviamo la radice quadrata contenente $\sin \delta$ prima isolandola e poi elevandola al quadrato; sviluppiamo poi i prodotti notevoli.

$$[\cos^2 \varphi \cos^2 \delta - [(\sin(-18^\circ) - \sin \varphi \sin \delta)^2] \sin^2(15 n) = \\ \left[\frac{g}{\sqrt{\rho^2 + g^2}} - \sin \varphi \sin \delta [1 - \cos(15 n)] - \sin(-18^\circ) \cos(15 n) \right]^2$$

e in seguito:

$$\sin^2(15 n) \cos^2 \varphi (1 - \sin^2 \delta) - \sin^2(-18^\circ) \sin^2(15 n) - \sin^2(15 n) \sin^2 \varphi \sin^2 \delta \\ + 2 \sin(-18^\circ) \sin^2(15 n) \sin \varphi \sin \delta = \frac{g^2}{\rho^2 + g^2} + \sin^2 \varphi [1 - \cos(15 n)]^2 \sin^2 \delta \\ + \sin^2(-18^\circ) \cos^2(15 n) - \frac{2g}{\sqrt{\rho^2 + g^2}} \sin \varphi [1 - \cos(15 n)] \sin \delta \\ - \frac{2g}{\sqrt{\rho^2 + g^2}} \sin(-18^\circ) \cos(15 n) + 2 \sin(-18^\circ) \cos(15 n) [1 - \cos(15 n)] \sin \varphi \sin \delta$$

Raggruppiamo i termini in $\sin^2 \delta$ e $\sin \delta$ e prestiamo particolare attenzione ai segni:

$$[\sin^2(15 n) + [1 - \cos(15 n)]^2 \sin^2 \varphi] \sin^2 \delta \\ - 2 \left[\frac{g}{\sqrt{\rho^2 + g^2}} + \sin(-18^\circ) \right] [1 - \cos(15 n)] \sin \varphi \sin \delta \\ + \frac{g^2}{\rho^2 + g^2} - \frac{2g}{\sqrt{\rho^2 + g^2}} \sin(-18^\circ) \cos(15 n) - \sin^2(15 n) \cos^2 \varphi + \sin^2(-18^\circ) = 0$$

Che è equivalente a un'equazione di secondo grado con $\sin \delta$ come incognita:

$$p \sin^2 \delta + 2q \sin \delta + r = 0$$

con:

$$\begin{cases} p = \sin^2(15n) + [1 - \cos(15n)]^2 \sin^2 \varphi \\ q = - \left[\frac{g}{\sqrt{x^2 + y^2 + g^2}} + \sin(-18^\circ) \right] [1 - \cos(15n)] \sin \varphi \\ r = \left[\frac{g}{\sqrt{x^2 + y^2 + g^2}} - \sin(-18^\circ) \cos(15n) \right]^2 + \sin^2(15n) [\sin^2(-18^\circ) - \cos^2 \varphi] \end{cases} \quad (40)$$

Che fornisce le possibili soluzioni per $\sin \delta$ a condizione che $q^2 - pr \geq 0$:

$$\sin \delta = \frac{-q \pm \sqrt{q^2 - pr}}{p}$$

Dopo aver elevato al quadrato, possiamo ora uguagliarlo a:

$$\sin^2 \delta = \frac{(y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2}{x^2 + y^2 + g^2}$$

per ottenere l'equazione della curva crepuscolare astronomica indipendente dalla declinazione δ che è:

$$\left[\frac{-q \pm \sqrt{q^2 - pr}}{p} \right]^2 = \frac{(y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2}{x^2 + y^2 + g^2}$$

Questa curva è composta da due parti (segno di uguaglianza in $\pm$) che il punto corrente attraversa quando δ è compreso tra $-\varepsilon$ e $+\varepsilon$, passando dall'una all'altra. Non svilupperemo ulteriormente le seguenti equazioni, poiché sono relativamente complesse:

$$q + \sqrt{q^2 - pr} = p \cdot \frac{y \cos \varphi - g \sin \varphi}{\sqrt{x^2 + y^2 + g^2}} \quad (41)$$

e

$$q - \sqrt{q^2 - pr} = p \cdot \frac{y \cos \varphi - g \sin \varphi}{\sqrt{x^2 + y^2 + g^2}} \quad (42)$$

Con i coefficienti p , q e r ricavati dalla (40).

I due rami della curva si confondono all'equatore ($\varphi = 0^\circ$).

Il luogo dei punti n ore prima del crepuscolo astronomico per una data latitudine φ ($\varphi \neq 0^\circ$) è una curva di 8° grado. Se limitiamo la declinazione all'intervallo solstiziale $[-\varepsilon; +\varepsilon]$, il passaggio del punto corrente da un ramo all'altro avviene ad esempio per $\delta \approx 10^\circ$ alla latitudine di 44° (come una giunzione che assicura la continuità dei due rami della curva).

5.3 Curva di n ore prima del tramonto all'equatore

Poniamo $\varphi = 0^\circ$; i coefficienti dell'equazione $p \sin^2 \delta + 2 q \sin \delta + r = 0$ diventano:

$$\begin{cases} p = \sin^2(15n) \\ q = 0 \\ r = \left[\frac{g}{\sqrt{x^2 + y^2 + g^2}} - \sin(-18^\circ) \cos(15n) \right]^2 - \sin^2(15n) \cos^2(-18^\circ) \end{cases}$$

per ottenere:

$$-r = \frac{p y^2}{x^2 + y^2 + g^2}$$

o ancora:

$$\left[g - \sin(-18^\circ) \cos(15n) \sqrt{x^2 + y^2 + g^2} \right]^2 - (x^2 + g^2) \sin^2(15n) \cos^2(-18^\circ) + y^2 \sin^2(15n) \sin^2(-18^\circ) = 0 \quad (43)$$

Per un orologio solare orizzontale posta all'equatore, il luogo dei punti n ore prima del crepuscolo astronomico è una quartica.

Per $n \neq 6$, l'equazione cartesiana è un'equazione di quarto grado, della forma

$$Ax^4 + By^4 + Cx^2y^2 + Dx^2 + Ey^2 + F = 0, \text{ (o ancora } (\sqrt{Ax^2} + \sqrt{By^2})^2 + Dx^2 + Ey^2 + F = 0)$$

con i seguenti coefficienti:

$$\begin{cases} A = [\sin^2(-18^\circ) - \sin^2(15n)]^2 \\ B = \sin^4(-18^\circ) \\ C = 2 \sin^2(-18^\circ) [\sin^2(-18^\circ) - \sin^2(15n)] \\ D = 2g^2 [\sin^2(-18^\circ) + \cos^2(15n)] [\sin^2(-18^\circ) - \sin^2(15n)] - 4g^2 \sin^2(-18^\circ) \cos^2(15n) \\ E = 2g^2 \sin^2(-18^\circ) [\sin^2(-18^\circ) + \cos^2(15n)] - 4g^2 \sin^2(-18^\circ) \cos^2(15n) \\ F = g^4 [\sin^2(-18^\circ) - \cos^2(15n)]^2 \end{cases} \quad (44)$$

Per $n = 6$ ore prima del crepuscolo, l'equazione si riduce a una curva di secondo grado e più esattamente a un'iperbole di equazione:

$$x^2 - y^2 \tan^2(-18^\circ) - g^2 \tan^2(-18^\circ) = 0 \quad (45)$$

5.4 Esempio di curve crepuscolari astronomiche

Le figure 11 e 12 nelle pagine seguenti mostrano l'aspetto di queste curve in un orologio solare orizzontale alla latitudine $43^\circ 43'$ e poi all'equatore (0°). Nella tabella 3 sottostante sono riportati alcuni esempi di calcolo delle coordinate del punto d'ombra 6 ore e 4 ore prima del crepuscolo a Nizza (in Francia) (ciò può essere verificato con la Figura 11 o anche confrontato con le effemeridi). Per gli equinozi non è stata presa in considerazione la variazione di declinazione lungo la giornata.

Tavola 3

Coordinate dei punti d'ombra n ore prima del crepuscolo ($\varphi = 43^\circ 43'$)

δ	$n = 6 \text{ h}$					$n = 6 \text{ h}$				
	ρ (u.)	h ($^\circ$)	H	x (u.)	y (u.)	ρ (u.)	h ($^\circ$)	H	x (u.)	y (u.)
$-23^\circ 26'$	2.379	22.796	12h 12m	0.122	2.376	3.407	16.357	14h 12m	1.772	2.910
$0^\circ 0'$	1.159	40.797	13h 41m	0.654	0.956	2.216	24.288	15h 41m	1.999	0.956
$+23^\circ 26'$	1.371	36.108	16h 07m	1.371	0.023	3.788	14.789	18h 07m	3.593	-1.199

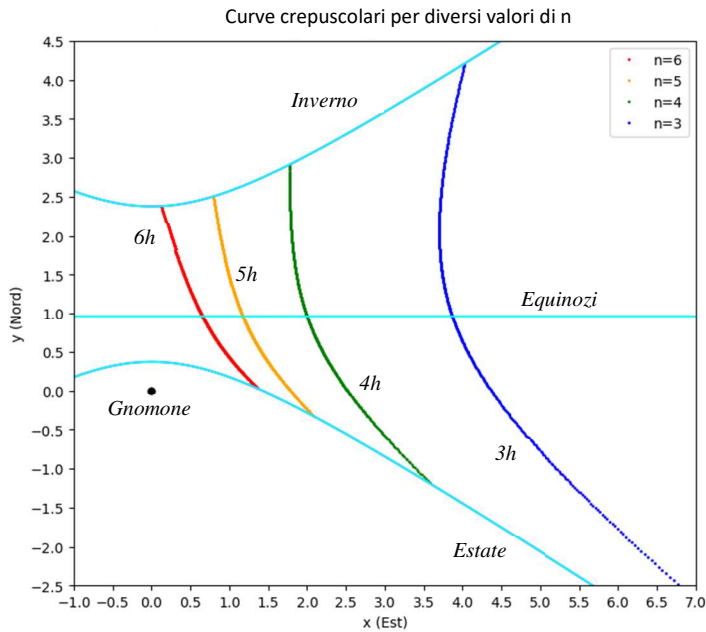


Fig. 11 – Aspetto delle *curve astronomiche crepuscolari* alla latitudine $43^\circ 43'$ e per uno gnomone di lunghezza unitaria. Sono state rappresentate le curve delle 6, 5, 4 e 3 ore prima del crepuscolo astronomico.

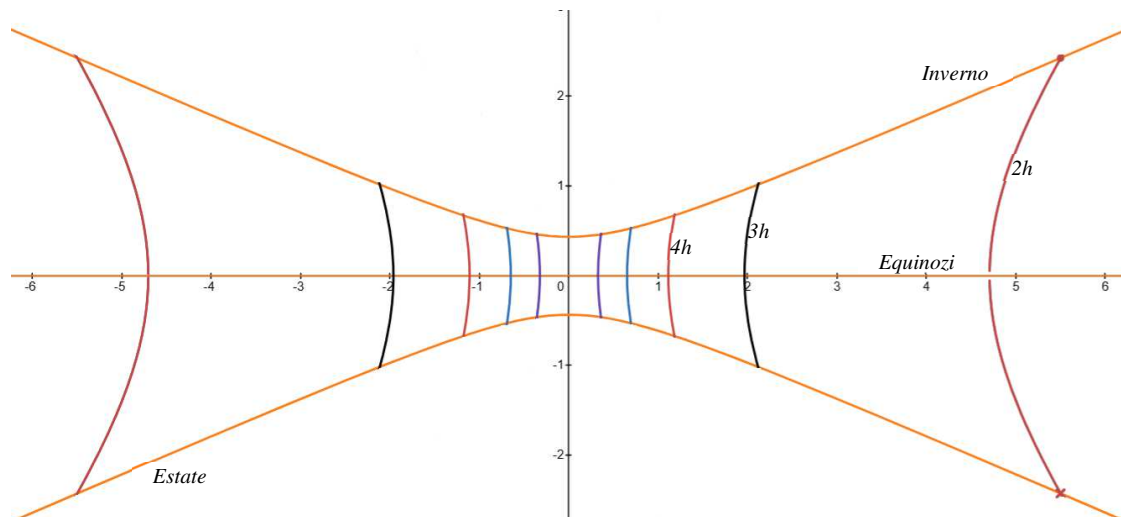


Fig. 12 – Aspetto delle *curve crepuscolari* all'equatore e per uno gnomone di lunghezza unitaria. Sono state rappresentate le curve di 6, 5, 4, 3 e 2 ore prima del crepuscolo astronomico.

Nota: Per altri crepuscoli, ad esempio nautico (-12°), civile (-6°) o altre altezze sotto l'orizzonte come usate dagli studiosi arabi nel periodo medievale, basterà semplicemente sostituire l'angolo -18° con l'angolo desiderato nelle formule, senza dimenticare di farlo anche nel calcolo dell'angolo orario del crepuscolo Hc [eq. (39)]. Otterremo all'incirca la stessa forma di curva (Fig. 11), sapendo che parti di queste non intersecano gli archi diurni a tutte le latitudini¹⁴ (la fine dell'ombra non raggiunge la curva crepuscolare...).

6 Conclusione

Le curve dell'*Asr* su un orologio solare orizzontale formano, a seconda che ci si trovi in una zona intertropicale o temperata, coppie di curve caratteristiche. L'equazione cartesiana della curva *Asr* è di grado 8, sebbene ogni ramo di queste curve intersechi l'arco diurno solo in quattro punti. Le curve sono designate come curve "1" e "2" a seconda del segno di $\varphi - \delta$. Ciascuna di esse è costituita da due rami, dei quali solo uno è significativo per la gnomonica, determinando così o l'inizio della preghiera pomeridiana (curva di *Asr-1*) o la sua fine (curva di *Asr-2*).

Alle latitudini positive, i rami della curva "1" sono aperti (cioè tendono all'infinito per $y \rightarrow \infty$) e hanno almeno un punto di massimo o minimo in $(0, -g/2)$, mentre la curva "2" forma una curva chiusa, anch'essa con un punto di massimo o minimo in $(0, +g/2)$. Alle latitudini negative le curve si scambiano le caratteristiche: la curva "1" diventa chiusa e la curva "2" si apre. Le curve "1" e "2" coincidono all'equatore ($\varphi = 0^\circ$), dove assumono una forma simmetrica, le cui proprietà furono descritte già nel 1913 da Karl Schoy nella sua opera.

Le curve crepuscolari sono un'altra variante di curve speciali che indicano l'ora della preghiera dell'*Isha* o del *Fajr* per l'alba. Queste curve, che indicano il tempo rimanente prima del crepuscolo (generalmente fissato oggi a -18° sotto l'orizzonte, ovvero il crepuscolo astronomico), esistono solo nelle regioni in cui la latitudine consente al Sole di scendere con questo angolo. Anche questo tipo di curva è una curva algebrica di grado 8.

Per quanto ne sappiamo, attualmente non esiste alcuna complicazione meccanica nell'orologio in grado di indicare con precisione l'ora della preghiera dell'*Asr* oppure l'ora che precede il crepuscolo astronomico¹⁵. Poiché questi sistemi dipendono dalla latitudine, resta difficile progettare un meccanismo universale. Questa ricerca ha quindi esplorato la possibilità di curve *Asr* indipendenti dalla latitudine. In termini gnomonici, è tecnicamente possibile creare un orologio solare orizzontale che indichi l'ora dell'*Asr*, indipendentemente dalla latitudine. Questo quadrante includerebbe solo uno gnomone e un insieme di curve a declinazione costante (ad esempio con un passo di 2°). Conoscendo la declinazione del Sole (o la data), l'utente, indipendentemente dalla sua posizione in latitudine (tranne ai poli), dovrebbe semplicemente attendere che l'ombra dello gnomone raggiunga una determinata curva di declinazione per determinare l'istante dell'*Asr*. Questo approccio ricorda i semplici modelli dei quadranti usati nel Medioevo dai costruttori arabi, dove un disco dotato di gnomone permetteva di stabilire l'ora della preghiera dell'*Asr*¹⁶. La differenza è che non si tratterebbe più di tracciare un unico cerchio ma un insieme di curve di grado 8 utilizzabili a diverse latitudini. Questo progetto di orologio solare potrebbe anche essere sviluppato e sperimentato per arricchire la scienza gnomonica. Infine, lo sviluppo del progetto di uno studente della sezione di orologeria del liceo professionale Louis Pasteur di Nizza, durante il suo ultimo anno di BMA, fornirà preziose informazioni sulla fattibilità dell'utilizzo di una camma per l'*Asr* in un luogo specifico. Questo argomento ambizioso e di alto livello è all'origine di questa ricerca gnomonica.

¹⁴ Denis Savoie, *La gnomonique*, Edizioni Les belles Lettres, 2007, *Miscellanea*, *Les courbes de crépuscule*, pp. 463-467.

¹⁵ L'orologio astronomico di Strasburgo fornisce delle indicazioni relative alle ore del crepuscolo.

¹⁶ Vedere F. Charette, *op. cit.*, Capitolo 3, § 3.5.1: *A simple disk with gnomon for finding the Asr* (Un semplice disco con gnomone per trovare l'*Asr*), p. 170-171.

La posizione del Sole sull'eclittica: come farei oggi per trovarla

L'autore, a commento di un saggio di M. Hosseinzadeh dell'Università di Teheran, propone una personale soluzione grafica al problema della ricerca della posizione del Sole sull'Eclittica in un momento qualsiasi di un giorno qualsiasi, dati Latitudine del luogo, Azimut e Altezza solare e usando i metodi proposti dai traduttori cinquecenteschi di Vitruvio e Tolomeo.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Il contributo proposto vuole essere un commento al Saggio di M. Hosseinzadeh (Università di Teheran) intitolato *Zij Yamīnī's analemma for solar Longitude*¹.

Il testo in questione, dopo una premessa di carattere storico sulla rilevanza dell'uso dell'Analemma per gli studi di carattere astronomico (e di conseguenza per la gnomonica) nei secoli anteriori al 1200 d.C., illustra, con una lunga dimostrazione, uno dei molti problemi (*Zij Yamīnī*) esposti in quell'epoca:

la ricerca della posizione del Sole nell'Eclittica in un momento qualsiasi di un giorno qualsiasi, dati Latitudine del luogo, Azimut e Altezza solare.

La dimostrazione del problema nel saggio persiano è molto dettagliata, ma è di faticosa interpretazione forse per via del linguaggio adottato, per cui con questo articolo intendo illustrare a mio modo il criterio grafico di cui si sono serviti gli studiosi persiani per affrontarlo con l'Analemma.

A tale scopo propongo anzitutto la “mia” soluzione grafica con i metodi proposti dai traduttori cinquecenteschi di Vitruvio e Tolomeo.

Successiva sarà la constatazione che quanto proposto dal tecnico persiano intorno al 1200 d.C. coincide sostanzialmente con i criteri occidentali.

LA MIA SOLUZIONE

Dobbiamo ringraziare il CAD. Ma quanto sto per esporre applica le regole cinquecentesche (Commandino ecc..) e si potrebbe farne a meno.

Nella figura 1 ho disegnato in alto l'Analemma, con Orizzonte, Equatore ed Eclittica; dopo aver determinato la Latitudine BP sul bordo del Meridiano locale.

In basso ho disegnato la proiezione della Sfera in pianta. In essa ho disegnato la vera dimensione VZ_0 dell'Azimut.

Nel prospetto ho riportato la sua proiezione OZ.

Ho disegnato la vera dimensione DE dell'altezza solare. Da DE ho tracciato la ES parallela all'Orizzonte, e con i rimandi ho individuato nella pianta la proiezione S_0 del Sole.

La intersezione fra la ES, parallela all'orizzonte, e la S_0S , perpendicolare, individua sul prospetto la proiezione S del Sole.

Con criteri più moderni, facilitati dal CAD, il punto S è reperibile sulla ellisse AZC, senza disegnare la sua posizione in pianta.

¹ Il saggio è reperibile all'indirizzo <https://tehran.academia.edu/MaechHosseinzadeh>

Trovato S, si traccia la proiezione del cerchio di Declinazione MSQN, parallelo al piano dell'Equatore. Esso è il percorso del Sole in quel giorno. **Il Sole si trova quindi nel punto X dell'eclittica.** XO è la proiezione della sua distanza dal punto O di Equinozio. La vera distanza sarà quindi l'arco X_1O_1 . (Nel testo persiano essa è chiamata **Longitudine solare**)

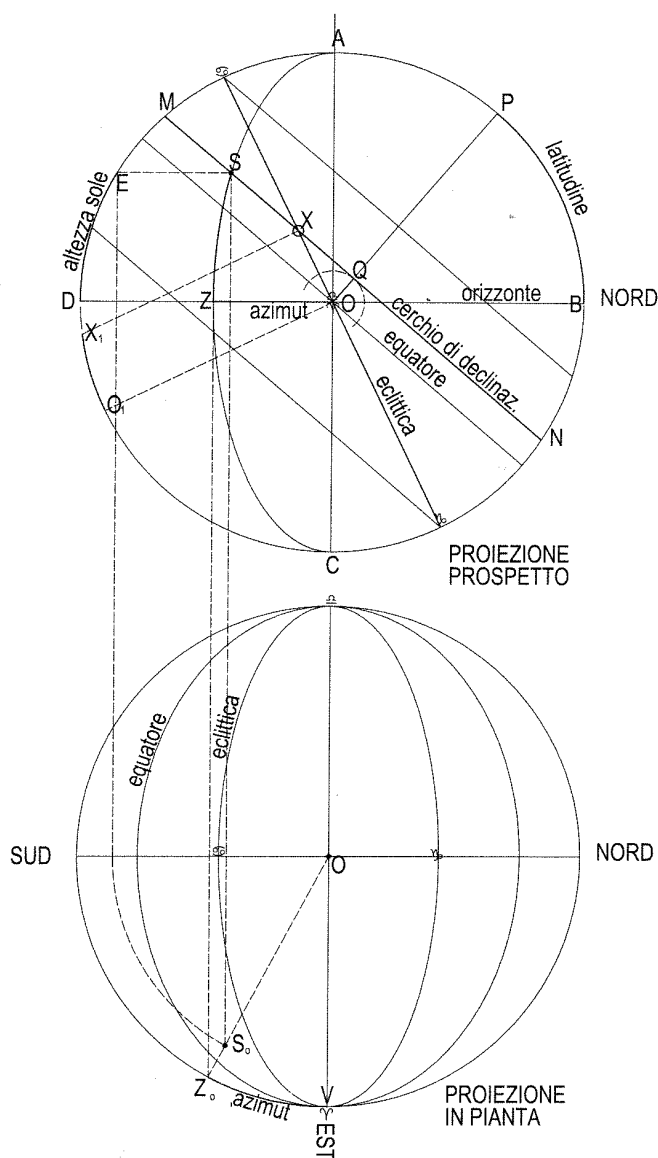


Figura 1 – Dati Latitudine, Azimut e Altezza solare, viene individuata la posizione del Sole sull'eclittica (longitudine solare); in altri termini la distanza X_1O_1 del Sole dal punto di equinozio O.

Nella realtà i “cerchi di declinazione” non sono propriamente dei cerchi, perché il punto X si allontana ogni giorno, mediamente, di circa un grado dal punto di Equinozio. Quindi il Sole si avvolge, come avvitandosi, intorno all'asse polare, da un solstizio all'altro.

Il Sole in un anno fa 365 rotazioni, mentre la volta celeste ne fa 364.

Osservazione mia, contestabile: la Longitudine solare non è rilevante per la Gnomonica. Però la soluzione del problema richiede la determinazione di OQ , seno dell'angolo di declinazione, che invece ha una certa importanza.

IL TESTO di M. Hosseinzadeh

fa costante riferimento alla figura a lato.

In essa il triangolo EYV riproduce l'ombra YE dell'ortostilo Y su un piano orizzontale, nel caso appunto YE.

ZT è quindi l'arco d'altezza del Sole in quel momento.

Ho deciso di rivedere a modo mio la suddetta figura, tenendo conto che quanto tracciato al di sopra della linea HEZY (che è di fatto la linea d'Orizzonte) è la proiezione del prospetto; al disotto, è la proiezione della pianta.

Inoltre le linee connesse con il triangolo AXEQ non hanno riferimento diretto con il resto della figura: ne utilizzano semplicemente un vuoto. Per cui le ho disegnate a parte.

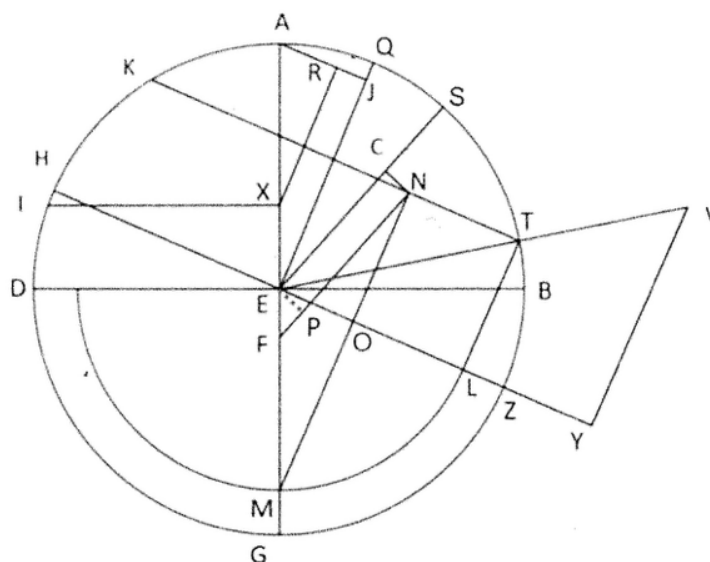


Figura 2 – Costruzione usata per determinare la longitudine solare ID, a partire dall'Azimut HD e dall' altezza del Sole ZT.

Ho riprodotto e semplificato la figura togliendo le parti che ritenevo inutili ed evidenziando le linee di costruzione, sperando di renderla più leggibile (Fig.3). Il lettore consideri inoltre che il grafico è fatto per una località con Latitudine di 20°, cui non siamo abituati (*si veda la posizione dell'Equatore ECS rispetto al piano orizzontale*).

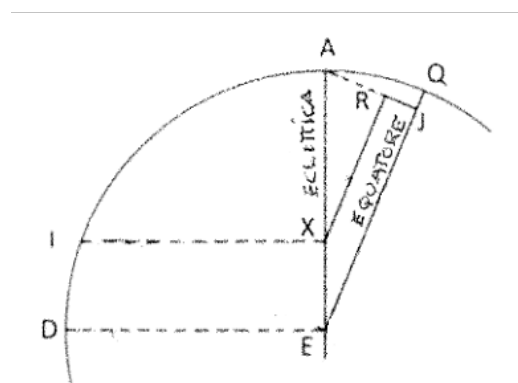
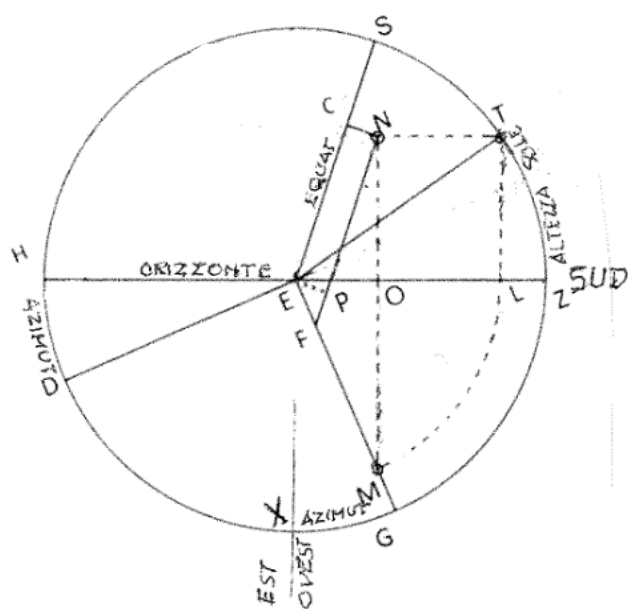


Figura 3 – Riproduzione e semplificazione della figura 2. A sinistra la linea dell'orizzonte in una usuale posizione. CN rappresenta il seno dell'angolo di declinazione solare. A destra un dettaglio del triangolo AXEQ, dove RJ=CN consente di definire la posizione del Sole sull'eclittica.

Nella figura **a sinistra** ho riportato la linea d'orizzonte HEZ in una posizione più "credibile". Nella parte inferiore è disegnato a sinistra l'arco di Azimut HD, ma l'autore della figura ha tracciato EG perpendicolare a DE, riportando in sostanza l'Azimut in XG (*la linea e il punto X sono una mia aggiunta: X è il punto del tramonto del Sole all'equinozio; lo studioso persiano probabilmente se ne serve indifferentemente anche per la levata, per cui ho scritto sia Est che Ovest*).

Riportando su EG la posizione del punto T (percorso TLM) si individua la posizione del Sole M in pianta. Quindi l'intersezione fra MON (perpendicolare all'orizzonte) e TN (parallela all'orizzonte) individua la vera posizione del Sole N sulla proiezione del prospetto.

La linea ES è la proiezione dell'Equatore, per cui la parallela NPF è il cerchio di declinazione (autunnale) percorso dal Sole in quel giorno. La distanza CN (= EP) è il seno dell'angolo di declinazione.

L'intera figura mira appunto a determinare questa distanza.

La seconda parte (**figura a destra**) è costituita dal contenuto del triangolo AXEQ e dall'arco ID.

In essa si è assunto come Eclittica il segmento AE.

QE è l'Equatore, inclinato di 23.45° rispetto all'Eclittica.

La parallela RX è la proiezione del cerchio di declinazione che dista RJ (= CN dell'altra parte della figura) dall'Equatore.

Quindi X è la posizione del Sole sull'Eclittica e XE è la proiezione della sua distanza dal punto di equinozio E, la **Longitudine solare** cercata. La vera dimensione dell'arco XE è l'arco ID.

(Il cerchio di declinazione dovrebbe essere a destra dell'equatore, perché, nell'altra figura, il punto N è sicuramente autunnale. Però si otterrebbe al di sotto di E la stessa distanza XE).

Conclusione

Tutta la dimostrazione proposta da M. Hosseinzadeh è necessaria, quando può essere sostituita da una modesta proiezione ortogonale?

La figura realizzata dallo studioso persiano (1200 d.C.?) proietta da Ovest, sul piano del Meridiano locale (*con una operazione finale non corretta da un punto di vista geometrico, ma con risultati numericamente corretti*), quanto proiettato da Est nella mia soluzione.

I due grafici, persiano e mio, sono sostanzialmente analoghi, perché ovviamente basati sugli stessi principi.

Elementare, Watson.

Ma occorre un poco di immaginazione: io, che non sono tanto sveglio, ho impiegato... lasciamo perdere.

Come realizzare un Nomogramma Astronomico

Si descrivono la realizzazione e l'uso di un semplice nomogramma per risolvere i problemi di base dell'astronomia posizionale, sebbene in maniera approssimata, senza usare le formule di trigonometria sferica.

di Alberto Nicelli (a.nicelli@tiscali.it)

Che cos'è un nomogramma? In generale si può definire come una tavola grafica, bidimensionale, che consente di ricavare approssimativamente, a vista, senza l'uso di formule, il valore di una funzione a più variabili.

Le prime tavole di questo tipo furono realizzate verso la fine del '700, su carta o altri supporti, per leggere direttamente il risultato di un calcolo. Esse presero inizialmente il nome di "abachi" (dal greco ἄβακιον, "tavoletta"). In seguito, quando la loro teoria si approfondì e si sviluppò dal punto di vista matematico, vennero chiamate "nomogrammi". La disciplina che li studia si chiama Nomografia [rif. 1].

I nomogrammi sono ancor oggi assai utilizzati, in formato cartaceo o digitale, per evitare calcoli complicati e laboriosi in vari campi, soprattutto in Ingegneria, Medicina, Finanza, Navigazione e altre discipline tecniche.

Anche in gnomonica sono stati realizzati dei nomogrammi, per progettare gli orologi solari senza l'uso della calcolatrice o programmi software per computer, che sono stati oggetto di un bell'articolo pubblicato sulla nostra rivista [rif. 2].

In questo articolo propongo un semplice nomogramma per risolvere a vista, senza calcoli trigonometrici, i problemi di base dell'astronomia posizionale. Le formule di trigonometria sferica non sono poi così complicate e laboriose, ma non tutti gli amanti del cielo hanno sufficiente dimestichezza con la matematica e in certi casi, anche ai più esperti, non serve calcolare un risultato esatto, ma basta un'indicazione approssimata.

Progetto del nomogramma

Le formule a cui ci riferiamo sono le seguenti, che legano l'altezza h , la declinazione δ , la latitudine φ , l'angolo orario H e l'azimut A di un astro, riferito a mezzogiorno:

$$\sin(h) = \sin(\delta) \sin(\varphi) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(H) \quad (1)$$

$$\sin(\delta) = \sin(h) \sin(\varphi) - \cos(h) \cos(\varphi) \cos(A) \quad (2)$$

Cominciamo dalla formula (1). Consideriamo δ e h come variabili x e y in un piano cartesiano e otteniamo la funzione:

$$\sin(y) = \sin(x) \sin(\varphi) + \cos(x) \cos(\varphi) \cos(H) \quad (3)$$

Tracciamone il grafico per un dato valore della latitudine φ , al variare di H da 0° a 180° , con passo di 15° . Otteniamo così 13 curve, come illustrato in Fig. 1 per $\varphi = 40^\circ$, realizzata col CAD. I valori di angolo orario sono indicati in ore, per distinguerli da quelli di azimut, di cui ci occuperemo fra poco, separati dal simbolo "/" e indicati in gradi.

Il tracciato delle curve è racchiuso in un rettangolo inscritto nel quadrato formato dalle scale sugli assi cartesiani: questo si verifica per qualsiasi latitudine, fatta eccezione per i Poli. Infatti i lati del rettangolo sono i grafici delle due curve

corrispondenti a $H=0^\circ$ e $H=180^\circ$, che sono due coppie distinte di rette ortogonali: $y = \pm x + 90^\circ \mp \varphi$ per $H=0^\circ$ e $y = \pm x - 90^\circ \pm \varphi$ per $H=180^\circ$. In particolare, per $\varphi = 0^\circ$ il rettangolo è un quadrato. Verso i Poli il rettangolo si restringe sempre di più e per $\varphi = \pm 90^\circ$ tutte le curve coincidono rispettivamente in $y = \pm x$, cioè in una diagonale del quadrato formato dalle scale sugli assi.

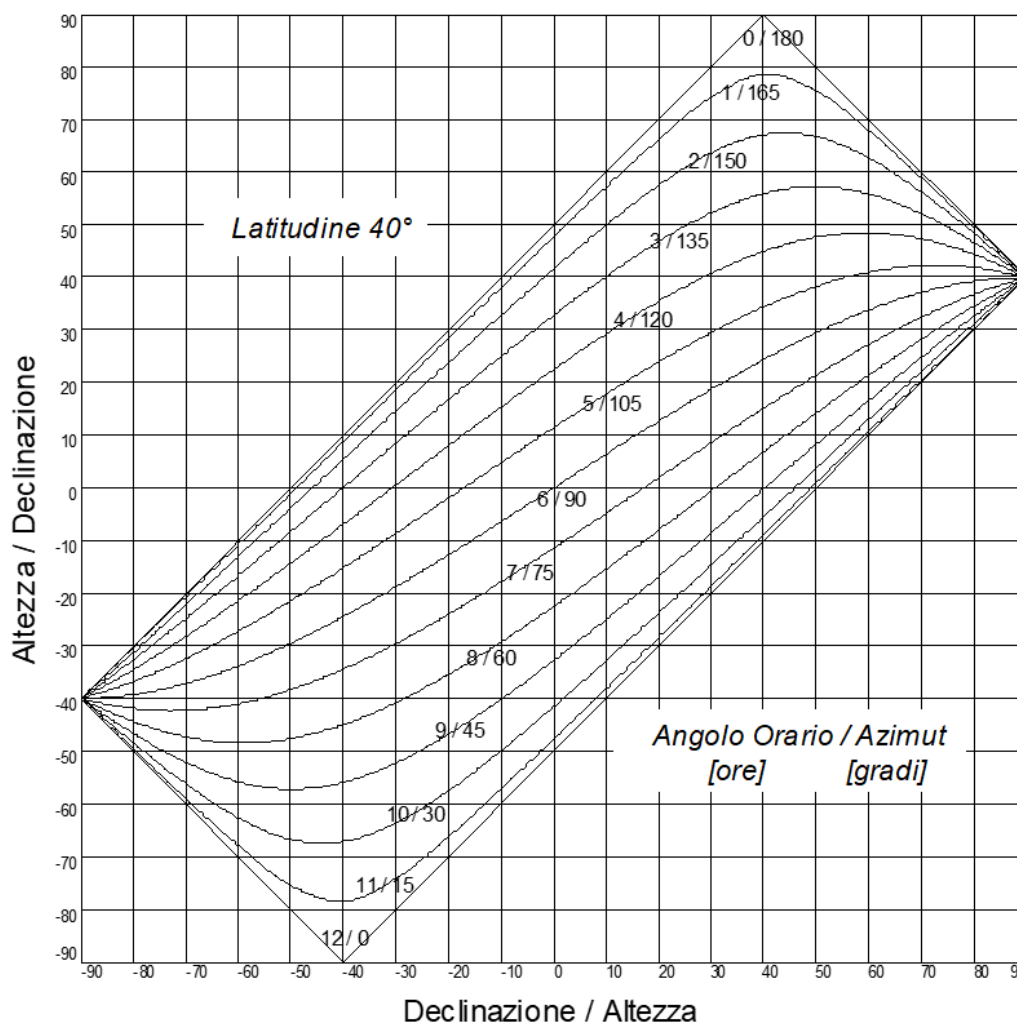


Fig. 1 – Nomogramma per la latitudine di 40° . Per una data declinazione sull'asse x e una data altezza sull'asse y, sulla scala centrale si legge l'angolo orario (in ore); viceversa, per una data altezza sull'asse x e una data declinazione sull'asse y, sulla scala centrale si legge l'azimut (in gradi). Fra le curve si stima il valore interpolando ad occhio.

Analogamente, per la formula (2), consideriamo h e δ come variabili x e y in un piano cartesiano. Otteniamo la funzione:

$$\sin(y) = \sin(x) \sin(\varphi) - \cos(x) \cos(\varphi) \cos(A) \quad (4)$$

ovvero:

$$\sin(y) = \sin(x) \sin(\varphi) + \cos(x) \cos(\varphi) \cos(180^\circ - A) \quad (5)$$

Il grafico della funzione (5) coincide con quello della funzione (3): basta invertire sugli assi cartesiani declinazione e altezza con altezza e declinazione, e numerare le curve, che adesso sono di azimut, come indicato in Fig. 1. I numeri sugli assi cartesiani hanno il significato indicato a sinistra del simbolo “/” nella legenda sugli assi, se sono in relazione all'angolo orario (formula 1), oppure a destra, se sono in relazione all'azimut (formula 2).

Quindi nello stesso nomogramma, per una data latitudine, abbiamo messo in relazione angoli orari e azimut con altezza e declinazione.

Realizzazione e uso del nomogramma

Stampiamo il nomogramma che abbiamo progettato su cartoncino e il nostro strumento è bell'e pronto. Se il formato è grande ne guadagna l'accuratezza e in tal caso è meglio progettare il nomogramma con ulteriori suddivisioni nelle scale laterali e curve intermedie in quella centrale. Possiamo anche stamparlo o inciderlo su un supporto più nobile (legno, metallo...) e appenderlo ad una parete come una mappa del cielo da consultare all'occasione (a meno che si preferisca la "app" astronomica sul proprio smartphone, più bella e accurata, certo, ma... vuoi mettere la soddisfazione?).

Le istruzioni per l'uso sono ovvie: per una data declinazione sull'asse x e una data altezza sull'asse y, sulla scala centrale delle curve si legge l'angolo orario (in ore); viceversa, per una data altezza sull'asse x e una data declinazione sull'asse y, sulla scala centrale si legge l'azimut (in gradi). Fra le curve si stima il valore interpolando ad occhio.

In maniera analoga, conoscendo l'angolo orario o l'azimut, data una delle due coordinate sugli assi, si ricava l'altra.

Per queste operazioni e per passare da angolo orario a tempo medio, e viceversa, è utile stampare sul retro dello strumento una tabella con declinazione e ascensione retta del Sole durante l'anno e delle stelle più luminose che caratterizzano il cielo in ogni stagione.¹ È utile riportare nella tabella anche l'Equazione del Tempo, sebbene in molti casi, rispetto all'accuratezza dello strumento, si possa trascurare. L'ascensione retta del Sole Medio si ottiene applicando l'Equazione del Tempo all'ascensione retta del Sole, oppure, come il Tempo Siderale, si può stimare con ragionevoli approssimazioni, senza bisogno di tabelle. Nel seguito riportiamo due esempi per spiegare più in dettaglio la procedura.

Esempio 1

Vogliamo calcolare l'altezza h e l'azimut A di un generico astro, di cui si conoscono l'ascensione retta α e la declinazione δ , in un dato giorno a una data ora, per esempio il 29 Aprile alle ore 22 di Tempo Medio Locale. La latitudine del luogo è quella per cui abbiamo costruito il nostro nomogramma. Elenchiamo i passi necessari per risolvere il problema:

- 1) Stimiamo il Tempo Siderale Locale (TSL) calcolando 4 minuti al giorno per il numero di giorni trascorsi dalla mezzanotte del 22 Settembre, cioè da quando il Tempo Siderale è all'incirca 0 ore. Sono circa 2 ore per ogni mese e mezz'ora per ogni settimana, cui si aggiunge il numero di ore trascorse nel giorno in questione. Quindi sommiamo 2 ore per 7 mesi (grosso modo dal 22 Settembre fino al 22 Aprile) più mezz'ora per 1 settimana (per arrivare al 29 Aprile), più 22 ore (le ore trascorse del 29 Aprile) = $14 + 0,5 + 22 = 36,5$. Sottraiamo 24 ore e otteniamo TSL = 12,5 ore.

Allo stesso risultato saremmo arrivati partendo dalla mezzanotte del 21 Marzo, quando il Tempo Siderale è all'incirca 12 ore: aggiungiamo circa 2 ore e mezza per arrivare al 29 Aprile, più 22 ore, meno 24 ore = 12,5 ore.

È chiaramente un calcolo approssimato, ma l'errore che si commette, di pochi minuti rispetto al valore esatto, è compatibile con l'accuratezza del nostro strumento.

- 2) Con il TSL calcoliamo l'angolo orario dell'astro: $H = \text{TSL} - \alpha$
- 3) Adesso abbiamo tutti i dati per usare il nomogramma, come è stato spiegato nel paragrafo precedente:
 - ✓ con H (in valore assoluto) e δ ricaviamo l'altezza h ;
 - ✓ se $h > 0$ l'astro è visibile sopra l'orizzonte e in tal caso, con h e δ , ricaviamo anche l'azimut A (da considerare con lo stesso segno di H).

In questo modo, col nostro strumento, possiamo calcolare in modo semplice e rapido la posizione di Sole, stelle e pianeti, e dedurre l'aspetto del cielo in qualsiasi giorno e a qualsiasi ora.

¹ Gli antichi costruttori di astrolabi e strumenti gnomonici sceglievano le stelle in maniera che fossero equamente distribuite lungo l'Equatore della Sfera Celeste, per poterne osservare sempre qualcuna, e non troppo distanti dall'Equatore stesso, per una maggiore accuratezza nel calcolare l'ora dalla misura di altezza.

Esempio 2

Data l'altezza h di un astro, di cui si conoscono l'ascensione retta α e la declinazione δ , e nota la data, per esempio il 10 Agosto, calcolare l'ora di Tempo Medio Locale (TML).

L'altezza h dell'astro si può misurare anche col nostro strumento, se lo realizziamo in maniera tale che il retro si possa usare anche come un clinometro (Fig. 2).

- ✓ Col nomogramma, dati h e δ , ricaviamo H . Supponiamo di sapere se l'astro ha già raggiunto o meno la culminazione, e quindi il segno da assegnare ad H .
- ✓ Se l'astro è il Sole, otteniamo il Tempo Solare Vero (TSV): $TSV = H + 12$ ore, dal quale calcoliamo il TML, applicando l'Equazione del Tempo. Se invece l'astro è una stella, o un pianeta, procediamo con i passi che seguono.
- ✓ Calcoliamo il Tempo Siderale Locale: $TSL = H + \alpha$
- ✓ Stimiamo l'ascensione retta del Sole Medio, contando 4 minuti al giorno a partire dal 21 Marzo, quindi circa 2 ore per ogni mese e mezz'ora per ogni settimana: risulta $\alpha_{\text{Sole Medio}} = 9,5$ ore.

Grosso modo è lo stesso risultato che possiamo ottenere applicando l'Equazione del Tempo all'ascensione retta del Sole, in corrispondenza del 10 Agosto, consultando le Effemeridi o, come consigliato, un'apposita tabella sul retro dello strumento.

- ✓ Calcoliamo l'angolo orario del Sole Medio: $H_{\text{Sole Medio}} = TSL - \alpha_{\text{Sole Medio}}$
- ✓ Quindi calcoliamo il Tempo Medio Locale: $TML = H_{\text{Sole Medio}} + 12$ ore

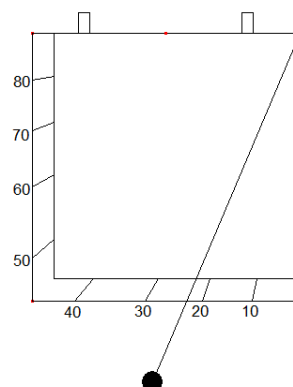


Fig. 2 – Retro dello strumento con clinometro. Nello spazio libero si riportano le tabelle utili per i calcoli, come suggerito nel testo.

Conclusione

Il lettore che ha avuto la pazienza di arrivare fin qui avrà apprezzato, spero, quanta ricchezza di informazioni possiamo trarre da uno strumento povero come il nostro nomogramma: con poche operazioni, in quattro e quattr'otto abbiamo il cielo nelle nostre mani! Sbaglieremo di una manciata di minuti, o forse un po' di più, ma quanto è istruttivo e dilettevole esercitarsi a usare con criterio l'imprecisione invece dell'esattezza!

Bibliografia

- [1] Maurice d'Ocagne, "Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques. Essai d'une théorie générale. Règles pratiques. Exemples d'application", Paris: Gauthier-Villars, 1891. <https://patrimoine.sorbonne-universite.fr/fonds/item/996-nomographie-les-calculs-usuels-effectues-au-moyen-des-abaques-essai-d-une-theorie-generale-regles-pratiques-exemples-d-application?offset=7>
- [2] Elsa Stocco, "I nomogrammi dell'Ing. Fadini", Orologi Solari n. 26, dicembre 2021.

Tra i Bonus allegati a questo numero si trovano alcuni nomogrammi già realizzati per diverse latitudini, forniti da Alberto Nicelli, e un file di GeoGebra, fornito da Elsa Stocco, che permette di tracciare il nomogramma in maniera interattiva.

Le linee orarie temporarie e l'errore di Federico Commandino

Nel suo “Liber De Horologiorum Descriptione”, Federico Commandino (1509-1575) dimostra, con una deduzione errata, che linee orarie temporarie sono rette. Fu davvero un errore, il suo? O fu una intenzionale e tacita semplificazione per non complicare troppo la trattazione, per la comprensione dei lettori? L'autore dell'articolo riporta e commenta il passo in questione e, come esercizio didattico, dimostra con la geometria analitica perché tale deduzione è errata.

di Alberto Nicelli (a.nicelli@tiscali.it)

Federico Commandino (1509-1575), matematico e umanista, è famoso per la sua vasta opera di traduzione in latino delle opere dei matematici dell'epoca greco-ellenistica. Tradusse opere di Archimede, di Aristarco di Samo, di Pappo di Alessandria, di Euclide, di Apollonio e di Tolomeo. Di Tolomeo tradusse in latino anche l'opera sull'Analemma, pubblicando nel 1562 il “*Liber De Analemmate*”, e in appendice anche il suo “*Liber De Horologiorum Descriptione*” [rif. 1], in cui applica agli orologi solari la teoria dell'Analemma e la matematica greca, che egli stesso contribuì a riscoprire e diffondere.

Molti anni fa, leggendo il “*Liber De Horologiorum Descriptione*” nella pregevole traduzione in italiano con latino a fronte di Rocco Sinisgalli e Salvatore Vastola [rif. 2], mi lasciò alquanto perplesso la dimostrazione geometrica di Commandino con la quale egli deduce (erroneamente) che le linee orarie temporarie su un orologio solare piano sono rette. Condividerò nel seguito il passo in questione e dividerò anche una breve dimostrazione con la geometria analitica, che allora feci per me stesso, solo per chiarirmi le idee, per capire meglio perché tale deduzione è errata, e che qui ripropongo come esercizio didattico, senza pretendere di fare le pulci a un matematico insigne come Commandino, né di aver scoperto qualcosa di nuovo.

L'errore di Federico Commandino

Nella sua trattazione delle ore temporarie, Federico Commandino dimostra che le suddivisioni omonime, cioè relative alla stessa ora temporaria, di due qualsiasi paralleli equidistanti dall'Equatore, e quella dell'Equatore stesso, appartengono ad uno stesso cerchio massimo, e fin qui tutto bene, ma poi, da questo risultato, fa conseguire erroneamente che quel medesimo cerchio massimo passa anche per le suddivisioni omonime di tutti gli altri paralleli e ne deduce che tutte le linee orarie temporarie sono rette, essendo l'intersezione di un cerchio massimo col piano dell'orologio.

Rileggiamo insieme il passo in questione del “*Liber De Horologiorum Descriptione*”, che riporto qui di seguito, nell'accurata traduzione in italiano di Sinisgalli e Vastola [rif. 2, pagg. 74-75]:

“Ultimate queste cose nel dovuto modo, congiungeremo, mediante linee, ... (qui spiega come unire le suddivisioni orarie relative a Cancro e Capricorno, precedentemente costruite) ... fino a che saranno completate le linee di tutte le ore; linee che in ogni caso passeranno anche per le estremità delle ore omonime, sia dell'equinoziale, sia degli altri paralleli; per il fatto che sono le comuni sezioni del piano, nel quale si disegnano gli orologi, e dei cerchi massimi, che secano tutti i paralleli nei punti delle divisioni, come di seguito sarà dimostrato”. [Fig. 2]

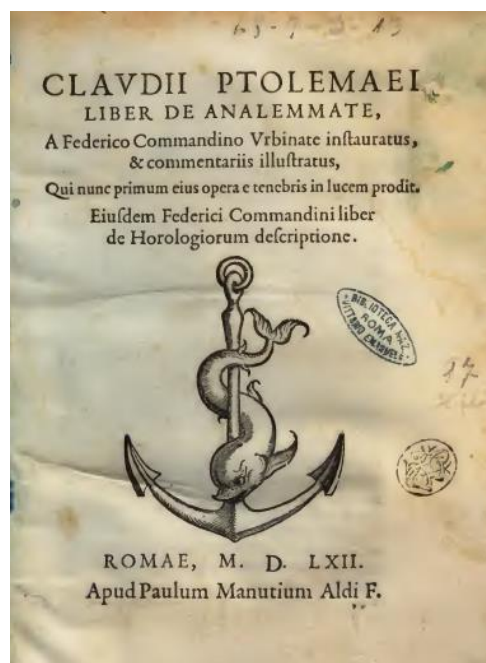


Fig. 1 – Frontespizio del “*Liber De Analemmate*”, con il “*Liber De Horologiorum Descriptione*” in appendice [rif. 1].

Ma di fatto poi non lo dimostra! Nel seguito, infatti, dimostra solo che le divisioni omonime sui paralleli di Cancro e Capricorno e quella sull'Equatore stesso appartengono allo stesso cerchio massimo ed estende correttamente questo risultato a qualsiasi altra coppia di paralleli equidistanti dall'Equatore, ma non dimostra che le divisioni omonime **su tutti i paralleli** appartengono allo stesso cerchio massimo! Dopodiché conclude e ribadisce:

“... dunque i cerchi massimi, che passano per le divisioni del Cancro e dell'equinoziale, passeranno anche per le divisioni del Capricorno e degli altri paralleli nelle rispettive divisioni delle ore. Questi cerchi poi li chiameremo opportunamente orari, come saranno chiamate orarie le linee rette che sono la comune sezione di essi con il piano dell'orologio.” [rif. 2, pagg. 76-79].

Scritta come è scritta, in maniera così lapidaria e inequivocabile - i lettori ne converranno - questa affermazione è matematicamente falsa. Nel testo, infatti, non c'è una parola che possa in qualche modo attenuarla e farci intuire che la considerasse solo come un'approssimazione utile per la pratica, valida solo a latitudini non troppo distanti dall'Equatore, come oggi tutti gli gnomonisti fanno. Ma fu davvero un errore? O fu una intenzionale e tacita semplificazione per non complicare troppo la trattazione, per la comprensione dei lettori? Il beneficio del dubbio, per un matematico del calibro di Federico Commandino, è d'obbligo, ma bisogna anche dire che le ore temporarie non furono trattate in maniera chiara e precisa nemmeno dai matematici posteriori (come Cristoforo Clavio) finché i metodi della geometria sintetica lasciarono il passo ai calcoli della geometria analitica.

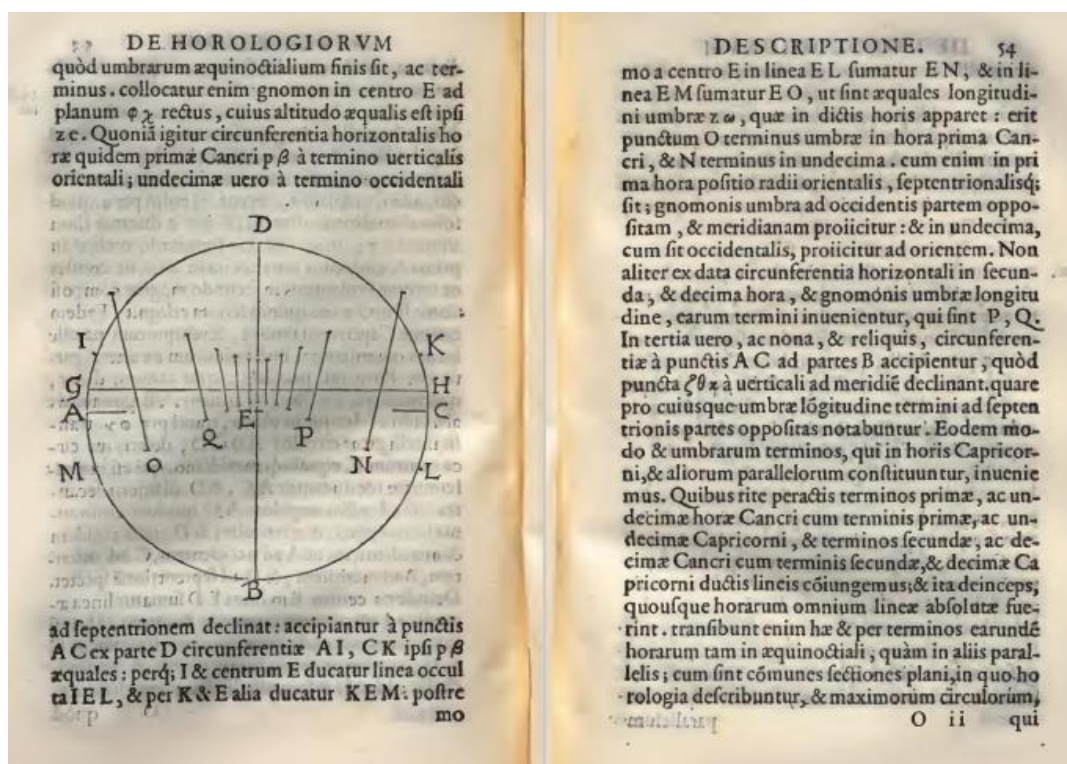


Fig. 2 –Trattazione delle ore temporarie di Federico Commandino

Verifica con la geometria analitica

Verifichiamo dunque, come esercizio, l'affermazione di Commandino con la geometria analitica, con la quale oggi è molto più comodo fare il “matematico”!

Premetto le seguenti definizioni: δ = declinazione del Sole (supposta costante durante il giorno); ω = angolo orario del Sole; φ = latitudine del luogo; n = ora temporaria.

L'angolo orario del Sole all'alba è:

$$\omega_a = -\arccos[-\tan(\delta)\tan(\varphi)]$$

L'angolo orario del Sole al tramonto è:

$$\omega_t = + \arccos[-\tan(\delta) \tan(\varphi)]$$

Quindi la variazione di angolo orario dall'alba al tramonto è:

$$\Delta\omega = \omega_t - \omega_a = 2 \arccos[-\tan(\delta) \tan(\varphi)]$$

Ne consegue che l'angolo orario ω_n del Sole all'ora temporaria n è dato da:

$$\omega_n = - \arccos[-\tan(\delta) \tan(\varphi)] + \left(\frac{\Delta\omega}{12}\right)n = -\left(1 - \frac{n}{6}\right) \arccos[-\tan(\delta) \tan(\varphi)]$$

Nei calcoli che seguono scriveremo più sinteticamente $\omega_n = f_n \omega_a$ ponendo $f_n = \left(1 - \frac{n}{6}\right)$.

Consideriamo il cerchio massimo passante per le suddivisioni corrispondenti alla medesima ora temporaria n di un qualsiasi parallelo della Sfera Celeste e dell'Equatore. Commandino ha correttamente dimostrato che questo cerchio massimo passa anche per la suddivisione omonima del parallelo di declinazione opposta. Se le suddivisioni omonime di tutti i paralleli appartenessero a questo stesso cerchio massimo, come da lui affermato, la posizione dei poli¹ di questo cerchio sulla Sfera Celeste non dovrebbe dipendere dal parallelo considerato. Dimostriamo invece che, fatta eccezione per il caso $n = 6$, le coordinate dei poli dipendono dalla declinazione del parallelo considerato, di conseguenza le suddivisioni omonime di tutti i paralleli non appartengono ad un medesimo cerchio massimo, quindi le linee orarie sul piano dell'orologio non sono rette, fatta eccezione per la linea dell'ora sesta.

Adottiamo un sistema di riferimento cartesiano equatoriale, con asse x rivolto verso Ovest (intersezione del coluro degli equinozi con il cerchio dell'orizzonte), asse y rivolto verso Sud (intersezione del coluro dei solstizi con l'Equatore), asse z diretto verso il Polo Nord della Sfera Celeste (di raggio unitario).

Le coordinate cartesiane della suddivisione temporaria n -sima sul parallelo di declinazione δ sono le componenti del vettore:

$$\vec{V}_\delta = [\cos(\delta) \sin(f_n \omega_a), \cos(\delta) \cos(f_n \omega_a), \sin(\delta)]$$

Le coordinate dell'omonima suddivisione temporaria sull'Equatore sono le componenti del vettore:

$$\vec{V}_0 = \left[-\sin\left(f_n \frac{\pi}{2}\right), \cos\left(f_n \frac{\pi}{2}\right), 0\right]$$

Un polo del cerchio massimo passante per queste due suddivisioni è individuato dal prodotto vettoriale:

$$\vec{P} = \vec{V}_0 \times \vec{V}_\delta = [V_{0y}V_{\delta z} - V_{0z}V_{\delta y}, V_{0z}V_{\delta x} - V_{0x}V_{\delta z}, V_{0x}V_{\delta y} - V_{0y}V_{\delta x}]$$

cioè, effettuati i calcoli:

$$\vec{P} = \left[\sin(\delta) \cos\left(f_n \frac{\pi}{2}\right), \sin(\delta) \sin\left(f_n \frac{\pi}{2}\right), -\cos(\delta) \sin(f_n \omega_a + f_n \frac{\pi}{2})\right]$$

Considerando la suddivisione temporaria n -sima sul parallelo con declinazione $-\delta$, tutte le componenti di $\vec{P}$ cambiano segno e il vettore $\vec{P}$ diventa $-\vec{P}$. Verifichiamolo solo per P_z perché per P_x e P_y è evidente. Infatti l'angolo orario all'alba ω'_a per la declinazione opposta è:

$$\omega'_a = -(\pi - \arccos[-\tan(\delta) \tan(\varphi)]) = -(\pi + \omega_a)$$

quindi l'argomento del seno in P_z diventa:

¹ La perpendicolare ad un cerchio massimo, tracciata dal centro della sfera, incontra la superficie della sfera in due punti, detti "poli" del cerchio.

$$(f_n \omega'_a + f_n \frac{\pi}{2}) = -f_n(\pi + \omega_a) + f_n \frac{\pi}{2} = -(f_n \omega_a + f_n \frac{\pi}{2})$$

Perciò tutte le componenti di $\vec{P}$ cambiano segno, ma il vettore $-\vec{P}$ individua il polo opposto del medesimo cerchio massimo, quindi ***punti orari omonimi su paralleli con declinazione opposta e sull'Equatore appartengono allo stesso cerchio massimo***, come dimostrato da Commandino.

L'angolo orario del polo individuato da $\vec{P}$, indicato nel seguito con ω_{polo} , è dato da:

$$\tan(\omega_{\text{polo}}) = \frac{P_x}{P_y} = \frac{1}{\tan(f_n \frac{\pi}{2})} = \tan(\frac{\pi}{12}n)$$

quindi:

$$\omega_{\text{polo}} = \frac{\pi}{12}n$$

Perciò l'angolo orario del polo del cerchio massimo è indipendente dalla declinazione δ del parallelo considerato, ma la sua declinazione δ_{polo} è data da:

$$\sin(\delta_{\text{polo}}) = \frac{P_z}{\sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}} = \frac{-\cos(\delta) \sin(f_n \omega_a + f_n \frac{\pi}{2})}{\sqrt{\sin^2(\delta) + \cos^2(\delta) \sin^2(f_n \omega_a + f_n \frac{\pi}{2})}}$$

quindi δ_{polo} dipende dalla declinazione δ del parallelo, fatta eccezione per il caso $n = 6$, da cui consegue $\delta_{\text{polo}} = 0$ per qualsiasi valore di δ .

Il fatto che l'angolo orario ω_{polo} sia fisso significa che il cerchio massimo appartiene ad un fascio di piani il cui asse è il diametro dell'Equatore passante per la sua suddivisione temporaria n -esima.

Conclusione

Abbiamo completato l'esercizio e verificato che le linee orarie temporarie, in generale, non sono rette, perché non sono l'intersezione di un cerchio massimo col piano dell'orologio.

Comunque, della dimostrazione di Federico Commandino è importante ricordare questo risultato, confermatoci anche dalla geometria analitica: ***punti orari omonimi su paralleli equidistanti dall'Equatore, e quello sull'Equatore stesso, appartengono ad un medesimo cerchio massimo***.

Da questo risultato, infatti, discende la seguente proprietà delle linee orarie temporarie, che merita di essere evidenziata, se non per la pratica, per il suo interesse teorico: ***sulle linee orarie temporarie di un orologio solare piano i punti orari corrispondenti a declinazioni opposte sono allineati col punto orario sull'equinoziale***.

Bibliografia

- [1] Federico Commandino, "*Claudii Ptolomaei Liber de analemmate, a Federico Commandino Vrbinatense instauratus & commentariis illustratus, qui nunc primum eius opera e tenebris in lucem prodit. Eiusdem Federici Commandini liber De horologiorum descriptione*", 1562, Roma, https://archive.org/details/bub_gb_r3nzvaUOgLC
- [2] Rocco Sinisgalli, Salvatore Vastola, "*La rappresentazione degli orologi solari di Federico Commandino*", Edizioni Cadmo, Firenze, 1994.

La parabola celeste

Si descrive una originale rappresentazione della sfera celeste sulla parabola, che permette di ricavare graficamente e in maniera semplicissima l'angolo orario del sorgere e del tramonto di qualsiasi astro a qualsiasi latitudine.

di Alberto Nicelli (a.nicelli@tiscali.it)

Su un piano cartesiano (Fig. 1) tracciamo una parabola con **fuoco** F (0,0) e **vertice** V (1,0). Abbiamo quindi preso come unità di misura la distanza FV e disposto la parabola in modo che il suo asse di simmetria coincida con l'asse delle X.

La retta perpendicolare all'asse X nel punto (2,0) è la direttrice della parabola.

Tracciamo anche una semicirconferenza con centro nel vertice V e di raggio unitario. Su di essa, a partire da F, segniamo i punti orari spazati di 15 gradi di un "semi-orologio" equatoriale. Siccome non tratteremo solo del Sole, ma di un qualsiasi astro, invece dell'ora solare ad ogni punto associamo il valore dell'angolo orario espresso in ore.

Dal fuoco F tracciamo una semiretta che forma con l'asse X un angolo uguale **al doppio della latitudine** φ di un generico luogo sulla Terra. Essa interseca la parabola nel punto L. Diremo che L rappresenta il luogo di latitudine φ .

Dal fuoco F tracciamo un'altra semiretta che forma un angolo uguale **al doppio della declinazione** δ di un generico astro. Essa interseca la parabola nel punto A. Diremo che A rappresenta l'astro di declinazione δ .

Si possono rappresentare in questo modo luoghi e astri in entrambi gli emisferi della sfera celeste, ma non è possibile rappresentare luoghi e astri coincidenti con i Poli, o troppo vicini ad essi, perché i relativi punti sulla parabola vanno all'infinito.

In questo modo abbiamo realizzato una rappresentazione della sfera celeste sulla parabola, che per analogia chiamerò "**parabola celeste**". Essa ha le seguenti proprietà, che dimostreremo più avanti:

- 1) La retta LA interseca sempre l'asse X in un generico punto D;
- 2) se D è compreso fra il fuoco F e la direttrice, la perpendicolare in D all'asse X interseca la semicirconferenza in un punto che rappresenta l'angolo orario (in valore assoluto) del sorgere e del tramonto dell'astro;
- 3) se D cade a sinistra del fuoco F, significa che l'astro A è sempre sotto l'orizzonte nel luogo L, cioè **non sorge mai**;
- 4) se D cade a destra della direttrice, l'astro A è sempre sopra l'orizzonte nel luogo L, cioè **non tramonta mai**.

Realizzazione pratica e utilizzo

Con la parabola celeste possiamo realizzare una mappa celeste interattiva, utilizzabile anche a scopo ludico o didattico, come descritto qui di seguito.

Tracciamo la parabola e il semi-orologio equatoriale su una superficie piana, di dimensioni abbastanza grandi per ottenere una soddisfacente accuratezza, per esempio su pannello di legno, fisso o portatile.

Sulla parabola costruiamo i seguenti punti:

- ✓ i punti corrispondenti alla latitudine delle principali città del mondo;

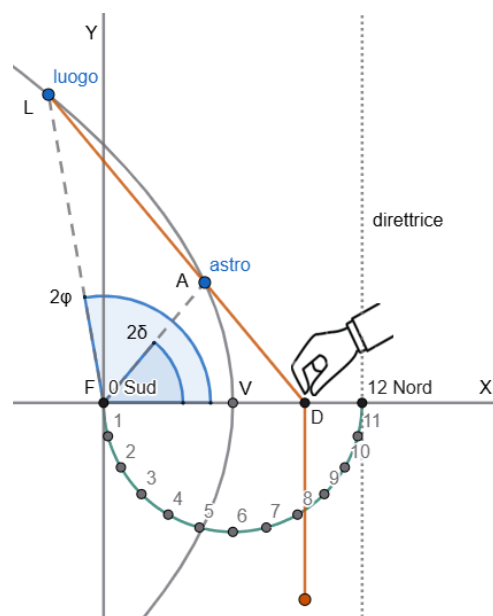


Fig. 1 - La parabola celeste

- ✓ i punti corrispondenti alla declinazione degli astri più luminosi;
- ✓ i punti corrispondenti alla declinazione del Sole all'inizio dei Segni Zodiacali.

Aggiungiamo i nomi delle città, i nomi delle stelle e i simboli dei Segni Zodiacali con arte e precisione per rendere la mappa esteticamente bella e attraente. Anche un motto non ci starebbe male.

Realizzata la mappa passiamo al suo utilizzo; basta dotarla di un righello sufficientemente lungo per poter effettuare queste operazioni:

- ✓ unire con il righello una qualsiasi città con un qualsiasi astro, in maniera che intersechi anche l'asse della parabola;
- ✓ **se il punto di intersezione appartiene al diametro del semi-orologio:** in quel punto posizionare il righello perpendicolarmente all'asse: dove interseca la semicirconferenza si legge l'angolo orario del sorgere e del tramonto dell'astro;
- ✓ **se il punto di intersezione non appartiene al diametro del semi-orologio:** a seconda che il punto sia a sinistra o a destra del diametro, l'astro è sempre invisibile oppure sempre visibile nel luogo prescelto.

Dimostrazione matematica

Partiamo da questa definizione: **la parabola è il luogo geometrico dei punti del piano per i quali la distanza da un punto dato, detto fuoco, è uguale alla distanza da una retta data, detta direttrice.**

Come nel paragrafo precedente, consideriamo il fuoco F coincidente con l'origine degli assi cartesiani e come direttrice la retta $x = 2$. Dalla definizione, usando le coordinate polari, risulta che la distanza r di un generico punto P della parabola dal fuoco è data dalla seguente uguaglianza: $r = 2 - r \cos \vartheta$, ovvero: $r = \frac{2}{1 + \cos \vartheta}$, dove l'angolo ϑ è l'angolo che il raggio FP fa con l'asse delle X. Quindi le coordinate cartesiane di P sono:

$$P = \frac{2}{1 + \cos \vartheta} (\cos \vartheta, \sin \vartheta)$$

Consideriamo due punti sulla parabola, L e A, corrispondenti alla latitudine φ del luogo e alla declinazione δ di un qualsiasi astro, ponendo nelle formule delle rispettive coordinate $\vartheta = 2\varphi$ e $\vartheta = 2\delta$:

$$L = \left(\frac{2 \cos 2\varphi}{1 + \cos 2\varphi}, \frac{2 \sin 2\varphi}{1 + \cos 2\varphi} \right) \quad ; \quad A = \left(\frac{2 \cos 2\delta}{1 + \cos 2\delta}, \frac{2 \sin 2\delta}{1 + \cos 2\delta} \right)$$

La retta LA passante per questi due punti (risparmio al lettore i calcoli intermedi) ha la seguente equazione:

$$y = 2 \left(\frac{-x}{\tan(\varphi) + \tan(\delta)} + \frac{1 + \tan(\varphi)\tan(\delta)}{\tan(\varphi) + \tan(\delta)} \right)$$

- 1) La retta LA interseca sempre l'asse della parabola perché il coefficiente angolare non si annulla mai e il punto di intersezione ha ascissa $x = 1 + \tan(\varphi)\tan(\delta)$.
- 2) Se $0 < x < 2$ possiamo scrivere $x = 1 - \cos(H_0)$, dove $\cos(H_0) = -\tan(\varphi)\tan(\delta)$. **L'astro sorge e tramonta** con angolo orario $H_0 = \mp \arccos[-\tan(\varphi)\tan(\delta)]$.
- 3) Se $x \leq 0$ deve essere $\tan(\varphi)\tan(\delta) \leq -1$ quindi $-\tan(\varphi)\tan(\delta) \geq 1$. Tenendo conto che:

$$\cos(H) = \left(\frac{\sin(h)}{\cos(\varphi) \cos(\delta)} - \tan(\varphi)\tan(\delta) \right) \leq 1$$

ne consegue $h \leq 0$, cioè **l'astro non sorge mai** (considerandolo puntiforme e trascurando l'effetto della rifrazione).

- 4) Se invece $x \geq 2$ deve essere $\tan(\varphi)\tan(\delta) \geq 1$, da cui consegue $h \geq 0$, cioè **l'astro non tramonta mai**.

Postilla finale

La dimostrazione piana e diretta che ho dato sopra, con la geometria analitica, è una dimostrazione *a posteriori*, non è il percorso originale che ho fatto per arrivare alle proprietà della parabola celeste. In realtà mi ci sono imbattuto per altra via, con la geometria sintetica, studiando possibili varianti geometriche per l'orologio Cappuccino, ma su questa via, più elevata e panoramica, ma anche più accidentata, non posso portare il lettore, perché ci sono tuttora lavori in corso, che saranno oggetto, forse, di un prossimo articolo.

Formule gnomoniche dall'analemma

Vengono ricavate, con la trigonometria piana a partire dall'analemma, le tre formule fondamentali della gnomonica, che legano i parametri caratteristici del Sole nel suo moto apparente diurno e annuo sulla sfera celeste: latitudine, declinazione, azimut, altezza e angolo orario. A queste si aggiungono due altre formule di uso frequente, per il calcolo dell'arco semidiurno, da latitudine e declinazione e per il calcolo della longitudine eclittica da latitudine, altezza e azimut del Sole.

di Elsa Stocco (estocco2000@yahoo.it)

Le formule fondamentali che legano le 5 grandezze: latitudine φ , declinazione δ , azimut Az , altezza h e angolo orario ω del Sole sono [1]

1. $\sinh = \sin\delta \cdot \sin\varphi + \cos\delta \cdot \cos\varphi \cdot \cos\omega$
2. $\cosh \cdot \cos Az = -\sin\delta \cdot \cos\varphi + \cos\delta \cdot \sin\varphi \cdot \cos\omega$
3. $\cosh \cdot \sin Az = \cos\delta \cdot \sin\omega$

Tutte si possono ricavare con la trigonometria sferica, dai triangoli sferici individuati dal Sole nel suo moto apparente diurno e annuo sulla sfera celeste, o più semplicemente come vedremo, con la trigonometria piana a partire dall'analemma, proiezione sul piano del meridiano locale di quanto avviene sulla sfera (Figura 1).

Saranno inoltre aggiunte due ulteriori importanti formule: il calcolo della durata dell'**arco semidiurno**, da latitudine e declinazione solare (Formula 4) e il calcolo della **longitudine eclittica**, da latitudine, altezza e azimut del Sole (Formula 5). A quest'ultimo tema è dedicato anche l'articolo di Alessandro Gunella presente su questo numero di Orologi Solari *'La posizione del Sole sull'eclittica: come farei oggi per trovarla'*.

Un file di Geogebra¹, allegato ai Bonus, *Formule dall'analemma_ggb*, è stato approntato per seguire lo sviluppo delle formule, evidenziando in modo dinamico il legame tra le grandezze interessate. Da esso sono tratte le figure qui usate. Nella vista *Grafici* del file possono essere modificati i parametri di latitudine e declinazione solare, si può muovere il Sole sul suo cerchio di declinazione variandone l'angolo orario, usare caselle di controllo per visualizzare le grandezze in campo e seguirne le variazioni sull'analemma. Una tabella dati ne mostra i relativi valori (Figura 2).

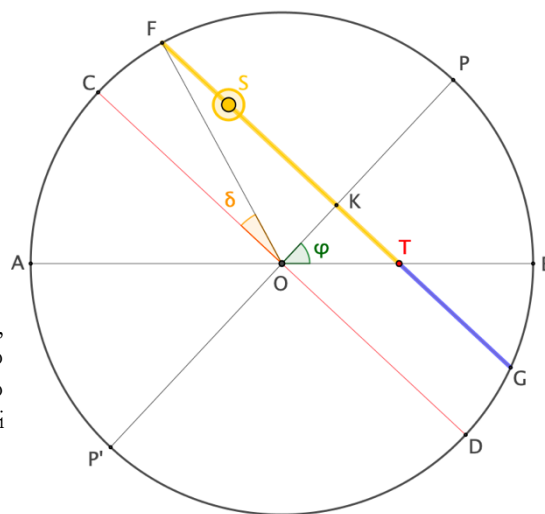


Figura 1 - Sul piano meridiano il cerchio ABP rappresenta il meridiano locale, PP' è l'asse polare, inclinato sulla linea dell'orizzonte AB di un angolo pari alla latitudine φ . CD è l'equatore celeste, FG il cerchio percorso dal Sole S con declinazione δ , FT l'arco semidiurno, TG l'arco semi notturno.

¹ Geogebra è un software di geometria dinamica, che riunisce in un singolo motore geometria, algebra, foglio di calcolo, etc...

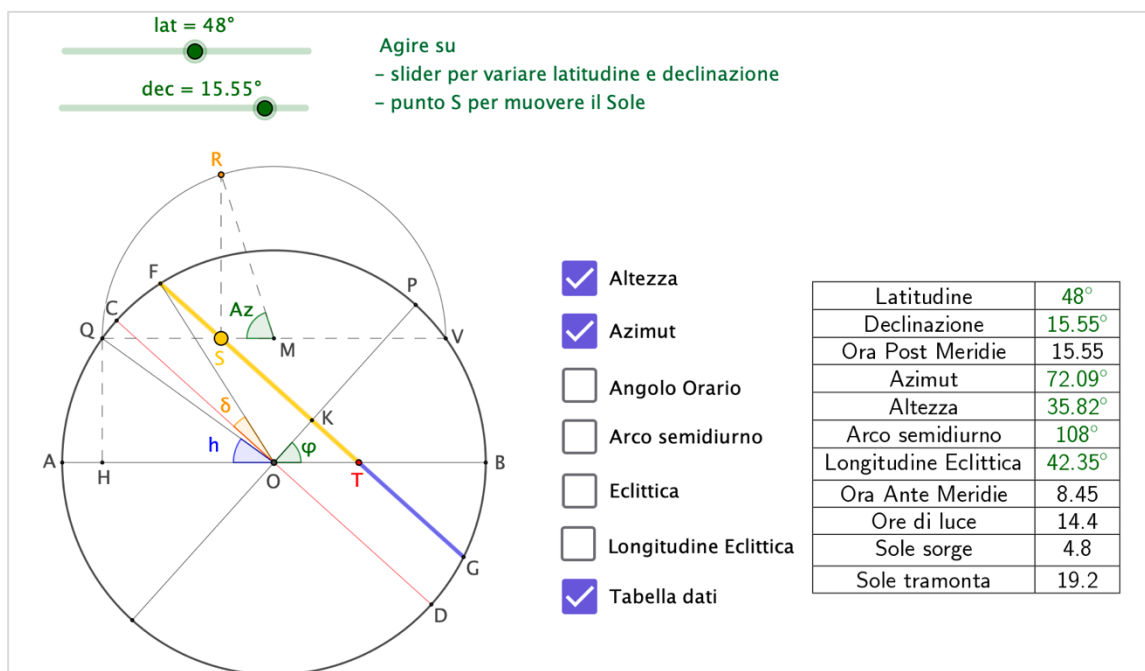


Figura 2 - Come si presenta la vista Grafici del file di Geogebra: latitudine e declinazione solare possono essere impostati (e variati) tramite slider, agendo sul punto S si muove il Sole, variandone l'angolo orario e coerentemente con latitudine e declinazione scelti, anche altezza e azimut. Il Sole è in T quando sorge (o tramonta), in F al transito in meridiano, in G alla mezzanotte. Le caselle di spunta consentono di mostrare o nascondere gli elementi indicati a lato per poterli visualizzare separatamente. La tabella sulla destra è ricavata dal Foglio di calcolo integrato, strumento di Geogebra che consente di registrare dati e calcoli e visualizzarli in modo dinamico.

Formula 1

Supposto il raggio unitario, $OA=1$, si ha (Figura 3)

$$QH = WT = \sinh; OK = \sin\delta; FK = KS' = \cos\delta$$

essendo $WT = TS \cdot \cos\varphi = (TK + KS) \cdot \cos\varphi$

con $TK = \sin\delta \cdot \tan\varphi$ e $KS = \cos\delta \cdot \cos\omega$

si ottiene $\sinh = \sin\delta \cdot \sin\varphi + \cos\delta \cdot \cos\varphi \cdot \cos\omega$

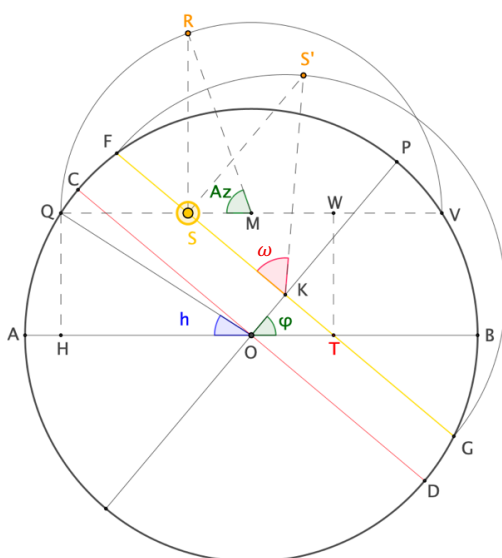


Figura 4 - La posizione del Sole S individua, sul ribaltamento del cerchio d'altezza QV, l'azimut Az.

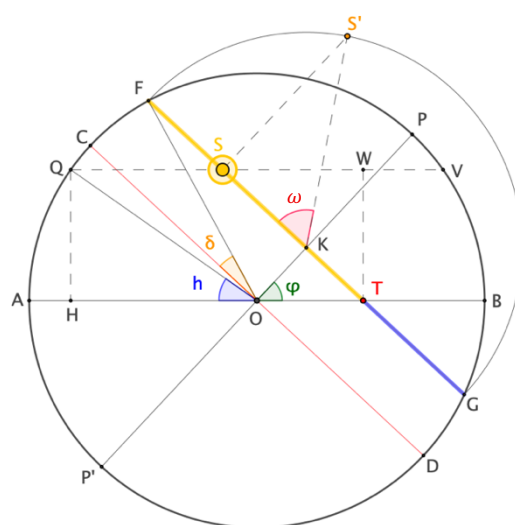


Figura 3 - La posizione del Sole S individua, sul ribaltamento del cerchio di declinazione FG, l'angolo orario ω , e tramite il cerchio d'altezza QV, l'altezza h.

Formula 2 Sempre supposto il raggio unitario, si ha (Figura 4)

$$OH = QM = MR = \cosh; QH = WT = \sinh$$

$$SW = TS \cdot \sin\varphi = (TK + KS) \sin\varphi =$$

$$= (\sin\delta \cdot \tan\varphi + \cos\delta \cdot \cos\omega) \sin\varphi$$

$$SM = \cosh \cdot \cos Az; MW = OT = \sin\delta / \cos\varphi$$

$$\text{da } SM = SW - MW$$

si ottiene

$$\cosh \cdot \cos Az = -\sin\delta \cdot \cos\varphi + \cos\delta \cdot \sin\varphi \cdot \cos\omega$$

Formula 3 Sempre con riferimento alla figura 4

$$OH = MR = \cosh; \quad SR = \cosh \cdot \sin Az; \quad SS' = \cos \delta \cdot \sin \omega$$

Essendo $SR^2 = QS \cdot SV$ e $SS'^2 = FS \cdot SG$ (2° T. Euclide)

$QS \cdot SV = FS \cdot SG$ (Teorema delle corde) sarà $SR = SS'$

da cui $\cosh \cdot \sin Az = \cos \delta \cdot \sin \omega$

Formula 4 Calcolo dell'arco semidiurno ω_{SAD} (Figura 5)

$$FK = \cos \delta; \quad KT = \sin \delta \cdot \tan \varphi = \cos \delta \cdot \cos(180^\circ - \omega_{SAD})$$

da cui $\cos \omega_{SAD} = -\tan \delta \cdot \tan \varphi$

Formula 5 Calcolo della longitudine eclittica λ (Figura 6) avendo latitudine, azimut e altezza del Sole

Con semplici passaggi dalle formule 1 e 2 si può ricavare la formula che fornisce la declinazione solare da latitudine, azimut e altezza del Sole. Ma vediamo sull'analemma.

$$OH = \cosh; \quad OM = \sinh; \quad SM = \cosh \cdot \cos Az; \quad OK = \sin \delta$$

$$MN = SM / \tan \varphi = \cosh \cdot \cos Az / \tan \varphi$$

$$ON = OM - MN = \sinh - \cosh \cdot \cos Az / \tan \varphi$$

da $ON \cdot \sin \varphi = \sin \delta$ si ottiene

$$\sin \delta = \sinh \cdot \sin \varphi - \cosh \cdot \cos \varphi \cdot \cos Az$$

Altezza e azimut (e latitudine) definiscono dunque la declinazione ovvero il parallelo di declinazione percorso dal Sole. Se X è il punto dove esso incontra l'eclittica, nel triangolo OKX la distanza di X dal punto d'ariete in O è il seno della longitudine eclittica.

$$OX = \frac{\sin \delta}{\sin 23.45^\circ} \quad \text{ovvero} \quad \sin \lambda = \frac{\sin \delta}{\sin 23.45^\circ}$$

La formula inversa $\sin \delta = \sin 23.45^\circ \cdot \sin \lambda$ viene molto usata per calcolare la declinazione solare a partire dalla longitudine eclittica, più spesso ogni 30° , all'ingresso del Sole nei Segni di zodiaco.

Figura 6 – In alto, da latitudine, altezza e azimut, resta individuato il parallelo di declinazione FG. In basso, ABP viene inteso come il ribaltamento dell'eclittica sul piano meridiano con polo Pe. X è il punto di intersezione tra il parallelo di declinazione e l'eclittica. La distanza di X dal punto di Ariete in O rappresenta il seno della longitudine eclittica λ . L'obliquità dell'eclittica ϵ è qui approssimata a 23.45° .

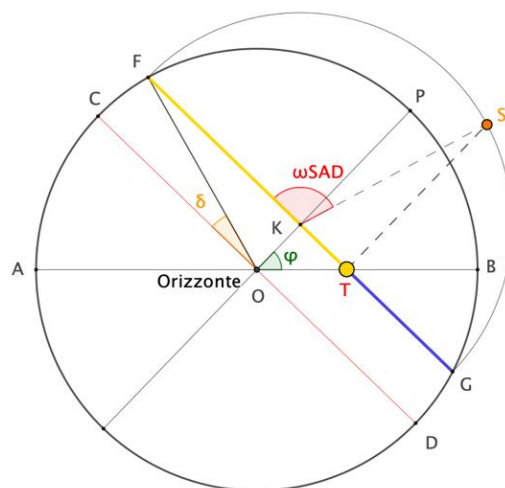
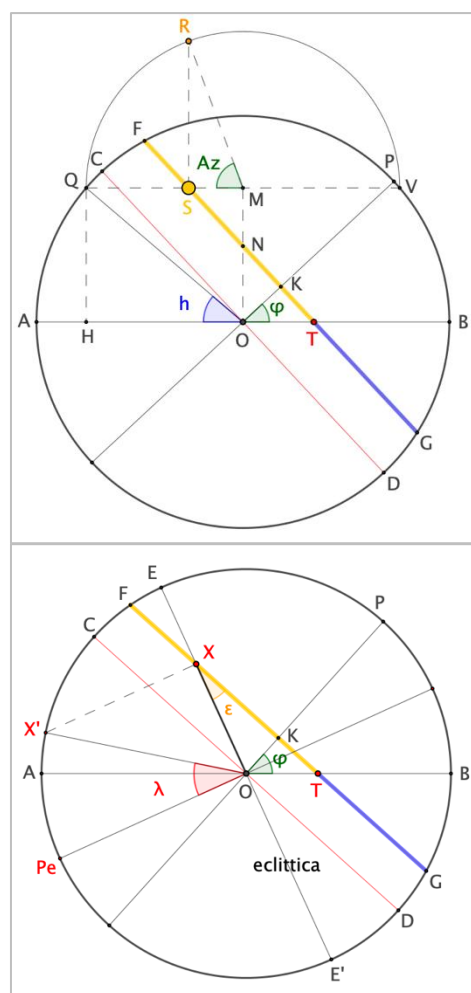


Figura 5 – FT individua sul piano meridiano l'arco semidiurno, ovvero l'angolo orario al sorgere del Sole.



Bibliografia

- [1] Gianni Ferrari, "Formule e metodi per lo studio degli orologi solari piani" – youcanprint - Modena 2015
- [2] Alessandro Gunella, 'Un libro sull'analemma' – Orologi solari n.25, agosto 2021

Dai Bonus del presente numero si può scaricare il file di Geogebra *Formule dall'analemma* nel formato .ggb e .html. Il primo si può scaricare e aprire on line accedendo al link <https://www.geogebra.org/classic?lang=yi>, quando non si disponga del software di Geogebra, il secondo si può scaricare e aprire direttamente dal proprio Browser.

Giuseppe Sarto, Papa, Santo, costruttore di meridiane

Si ricorda la figura di Giuseppe Sarto, trevigiano di Riese Pio X, che salì al soglio papale con il nome di Pio X e fu fatto santo a quarant'anni dalla morte. Da giovane cappellano di campagna si dedicò allo studio e alla costruzione di diverse meridiane, raccogliendo l'eredità di una 'scuola di gnomonica' vivace e attiva presso il Seminario Vescovile di Padova.

di Elsa Stocco (estocco2000@yahoo.it)

In tempi di nuovi Papi¹, mi piace ricordare che Giuseppe Sarto (1835-1914), trevigiano di Riese Pio X, fu Papa, santo e costruttore di meridiane.

L'idea di ricordare la figura di questo gnomonista mi è stata suggerita dall'articolo comparso nel numero 182 (estate 2025) della rivista DGC - *Deutsche Gesellschaft für Chronometrie*, dell'associazione tedesca di orologeria, sui Santi Protettori dei costruttori di Orologi Solari, dove Michael Hromek suggerisce almeno due Santi. Il primo è San Giovanni Battista, proposto dal noto sacerdote e gnomonista italiano Don Alberto Cintio al Seminario di San Feliciano (PG) nel 1993, il secondo è San Pio X, la cui candidatura fu avanzata dall'amico Reinhold Kriegler nella lista di Gnomonica Italiana, sempre negli anni '90. Mi risulta però che al tempo non se ne fece niente. Il mondo della gnomonica italiana non mi pare abbia mai nutrito grande interesse e entusiasmo per i santi patroni, né so se si sono mai formalizzate le pratiche per un tale riconoscimento. Ognuno si vota al santo che più gli piace...

Di Giuseppe Sarto mi sono occupata quando negli anni '90 ho scoperto che il santo locale cui era intitolata la scuola dove insegnavo e dove mi dedicavo ad un laboratorio di astronomia e gnomonica, Giuseppe Sarto appunto, aveva realizzato, in paesi vicini a Castelfranco Veneto sede dell'Istituto e a Riese Pio X paese natale del Santo, diversi orologi solari.

Ciò avviene nel periodo in cui, destinato a Tombolo (PD) come cappellano (1858-1867), fresco degli studi ricevuti nel Seminario di Padova e non ancora troppo impegnato dagli incarichi cui sarà destinato più avanti, può coltivare e approfondire i presupposti teorici e pratici per costruire un orologio solare.



La curiosità e l'interesse per la gnomonica del giovane cappellano sono nati certamente nel periodo degli studi presso il Seminario Vescovile di Padova, dove l'interesse per la disciplina ha ricevuto un particolare impulso grazie all'opera dell'Abate Giovanni Follador (1785-1863).

Follador, titolare alla scuola del Seminario della cattedra di Matematica e Fisica, ha pubblicato, negli anni di insegnamento durati una vita, testi di matematica di notevole livello, un trattato "*Sulla costruzione degli orologi solari sopra piani verticali ed orizzontali*" nel 1842 [1] e una appendice "*Sulla costruzione della curva indicante sopra un muro verticale il mezzogiorno medio*" nel 1862 [2].

Sulla chiesa del paese di Tombolo, dedicata a San Andrea Apostolo, il giovane Sarto trova una meridiana che forse sollecita ulteriormente la sua curiosità insieme alle notizie sull'argomento che in quegli anni gli arrivano dal Seminario.

Fig. 1 – Il giovane Sarto fu ordinato sacerdote nel 1858 a 23 anni, nel Duomo di Castelfranco Veneto

¹ Robert Francis Prevost, di doppia cittadinanza statunitense e peruviana, è salito al soglio papale lo scorso 8 maggio col nome di Leone XIV.

Una delle meridiane più interessanti realizzate dal giovane cappellano è quella sulla vecchia canonica di Tombolo (Fig.2). Accanto al classico orologio solare è presente un secondo quadrante più piccolo e allungato nel quale era tracciata la curva del mezzodì medio locale.

Restano oggi solo documenti fotografici² poiché la canonica è andata distrutta e al suo posto è stato costruito un nuovo edificio.

Come si legge nella figura 3, l'orologio solare riporta le linee orarie di ore e mezz'ore e le classiche curve di declinazione di inizio stagione. Più difficile la lettura nel secondo quadrante che vediamo anche nella figura 4, dove viene indicata come la meridiana delle stagioni. L'immagine fu pubblicata nel 1954 a Tombolo in un numero unico uscito in occasione dei festeggiamenti parrocchiali della canonizzazione del Beato e del futuro eventuale passaggio dell'urna del Santo.



Fig. 2 – Meridiane sulla vecchia canonica di Tombolo



Fig. 3 – L'orologio solare in una immagine dove risultano leggibili ore e mezz'ore di tempo vero locale e le curve d'inizio stagione.

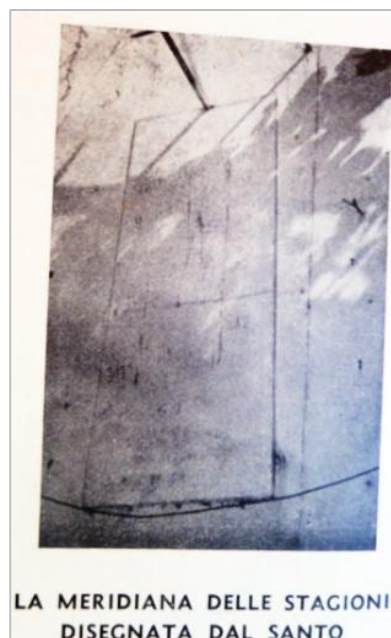


Fig. 4 – La curva del tempo medio indicata come Meridiana delle stagioni.

² La foto è ricavata dalla poderosa biografia che Monsignor Angelo Marchesan (1859-1932) religioso, storico e letterato, canonico della cattedrale di Treviso, scrisse quando il Papa era ancora in vita. Le bozze del testo furono riviste dallo stesso Papa.

La fotografia è decisamente poco leggibile, ma il tracciato dava certamente indicazioni di tipo calendariale, come l'inizio delle stagioni e di ogni mese, riportate attorno alla curva del mezzogiorno medio. È probabile che fosse presente anche la linea del mezzodì vero.

Il tracciato originale risale probabilmente agli anni in cui Follador pubblica la sua appendice al trattato sugli orologi solari, dove propone un nuovo metodo, basato sul calcolo, per tracciare la curva del mezzodì medio (Fig.5). La stessa curva viene realizzata da Follador sul campanile della piazza di Valdobbiadene (TV), suo paese natale, nel 1862 ad un anno dalla morte.

È plausibile che ciò abbia incuriosito e stimolato il giovane cappellano, che operava a poca distanza, a seguirne le orme.

L'uso di tracciare la curva del tempo medio si era andata sempre più diffondendo in quegli anni, come testimonia lo stesso Follador nel suo esordio all'Appendice: *“Essendosi in molti luoghi introdotto l'uso di regolare gli orologi con il tempo medio, e costruendosi a questo scopo in qualche muro verticale una linea curva indicante per via dei raggi solari il mezzodì medio, per la costruzione della quale viene da varj Autori proposto un metodo grafico teoricamente esatto, ma in pratica molto laborioso, e poco adatto ad ottenere la ricercata esattezza, reputai necessario pubblicare questa appendice..., nella quale indico un metodo di costruire la detta curva col mezzo del calcolo, onde averla più esatta, e con maggiore facilità”*.

Ricordiamo che la curva del mezzogiorno medio con la sua caratteristica forma a otto “corregge”, nel corso dell'anno, la differenza tra l'istante del mezzogiorno vero del Sole, quello del transito in meridiano, che è variabile, e quello del mezzogiorno medio indicato da un orologio meccanico, che ritorna dopo 24 ore esatte. Nel periodo in questione, seconda metà dell'ottocento, i vecchi strumenti di misura regolati dal Sole evolvono e si adattano, in una continua rincorsa all'orologio meccanico sempre più preciso e diffuso.

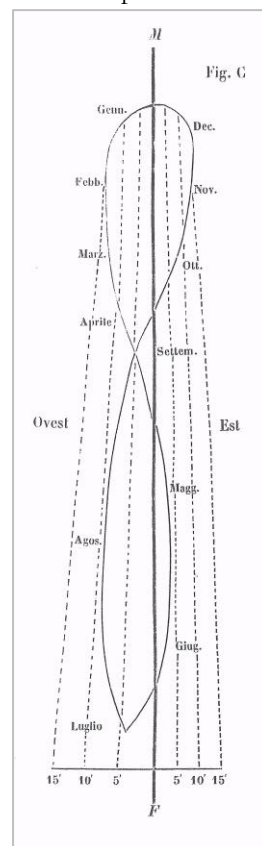
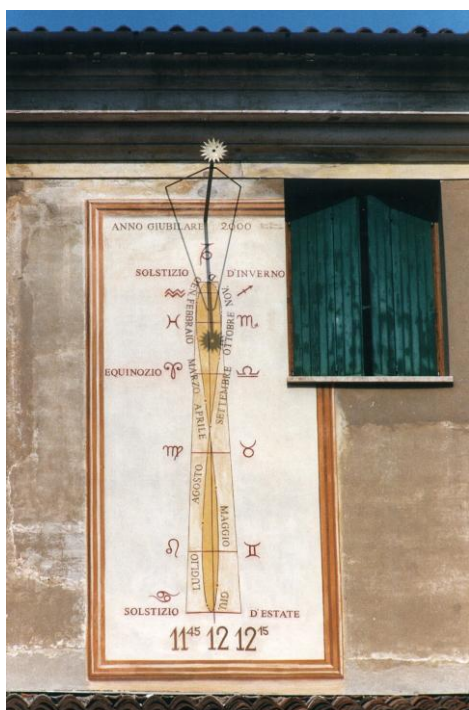


Fig. 5 – La curva del tempo medio, nell'appendice di Giovanni Follador *“Sulla costruzione della curva indicante sopra un muro verticale il mezzodì medio”* del 1862.



Una meridiana di questo tipo, della seconda metà dell'800, restaurata negli anni '90, si trova sulla parete meridionale dello stabile che si affaccia sul chiostro del Seminario Vescovile di Treviso dove Giuseppe Sarto fu cancelliere di curia e direttore spirituale tra il 1878 e il 1892 (Fig. 6).

Questo strumento, che indica il mezzogiorno vero e quello medio del luogo ed era probabilmente usato per rimettere al passo con l'ausilio del Sole l'orologio meccanico adiacente, non ha paternità, ma il canonico Sarto potrebbe averlo visto e apprezzato.

Infatti la passione del Santo per lo studio della matematica e dell'astronomia sembra riemergere dagli anni giovanili degli studi in Seminario e del periodo tombolano, quando è chiamato a Treviso.

G. Selva, in *“Pio X, santo fra la sua gente”* scrive *...“I notes di Don Sarto ricordano che egli acquistò a rate dei Commenti delle Scritture di Cornelio A. Lapide... le opere di S. Cipriano in "4 tomi" per 4 austriache... Gli stessi appunti ci rivelano la sua passione di studioso per la matematica e per l'astronomia...”*³.

Figura 6 – Meridiana nel chiostro del Seminario Vescovile di Treviso. SA [IT 3651](#)

³ Le biografie su Pio X sono state numerosissime fino agli '80; anche la devozione popolare è stata quasi di massa. Non si contano le parrocchie, le vie, le piazze, i collegi, gli altari dedicati a Pio X. E non solo in Veneto dove continuano ancora oggi tavole rotonde e celebrazioni per ricordare la figura del Santo. Difficile però trovare riferimenti o studi relativi alla sua passione giovanile per le meridiane, probabilmente un aspetto del tutto marginale nel contesto complessivo in cui ha operato.

Fontaniva (PD)

Sulla chiesa di Fontaniva, Giuseppe Sarto realizza nel 1866 una meridiana, restaurata nel 2003. Al momento del restauro era ormai decisamente illeggibile come si nota in Fig.8. Tuttavia una vecchia foto consentiva di leggerne il tracciato e di stimarne la correttezza (Fig.7). Lo stilo, come quelli usati sulla canonica di Tombolo, è un disco forato disposto rispetto al piano del quadrante secondo le indicazioni suggerite da Follador per uno gnomone di questo tipo [1].

Nelle indicazioni di Follador, la lastra doveva essere inclinata in modo da formare con il supporto ortogonale al muro *“un angolo ottuso uguale a un retto e mezzo incirca. Il foro della lastra si farà di un diametro poco maggiore di un centimetro, e col suo contorno scavato a guisa d'imbuto egualmente nella parte superiore e nella inferiore”*.

L'orologio indica l'ora vera del Sole, insieme alle classiche linee di declinazione di inizio stagione. La differenza tra ora dell'orologio meccanico e ora solare vera indicata dalla meridiana (dovuta all'equazione del tempo e alla costante locale, trascurabile in certi periodi dell'anno ma apprezzabile in altri fino a valere più di 25 minuti per Tombolo) potrebbe essere all'origine di un curioso aneddoto che si racconta su questa meridiana. Il parroco di Fontaniva, ricevuto in udienza da Papa Pio X, parlando della meridiana, avrebbe detto: "Purtroppo Santità, la meridiana non funziona molto bene !" e il Papa sembra abbia risposto con grande senso dell'umorismo: "Bravo! Non ero mica Papa allora!". È risaputo che Pio X avesse spesso la battuta pronta.

Il 19 Marzo 1904, sotto alla meridiana, sul muro di mezzodì della chiesa, con festa speciale del clero, del municipio e del popolo di Fontaniva fu inaugurata la seguente iscrizione: "Questo orologio solare è opera del Rev.do Giuseppe Sarto cappellano a Tombolo 1866 ora papa Pio X 1903 – Il Comune"



Fig.7 – Meridiana sulla chiesa di Fontaniva



Fig. 8 – L'orologio solare prima del restauro del 2002.

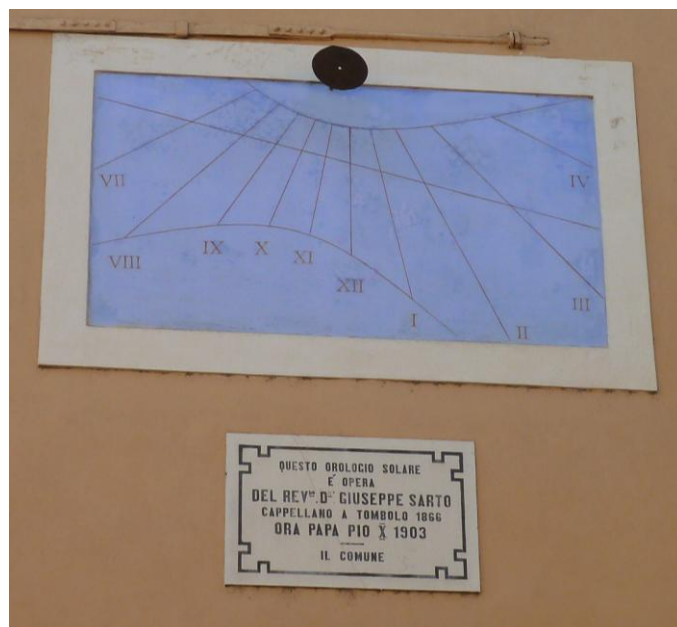


Fig. 9 – La meridiana dopo il restauro. La targa che ne ricorda il costruttore fu posta nel 1904, a un anno dalla elezione del cardinale Sarto a Papa. SA [IT17016](#)

Onara (PD)



Fig. 10 – Meridiana di Onara in una foto, riportata su una pubblicazione del 1954, in occasione dei ripetuti periodici festeggiamenti fatti in occasioni di date importanti della vita del Santo, qui a 40 anni dalla morte.

Un'altra meridiana realizzata da papa Sarto è quella della canonica di Onara. Nella figura 10, essa appare in una foto risalente presumibilmente agli anni '50 ed è pubblicata nello stesso numero unico, da cui è presa l'immagine relativa alla meridiana detta delle stagioni, preparato a Tombolo nel 1954 in occasione dei festeggiamenti parrocchiali della canonizzazione del Beato e del futuro eventuale passaggio dell'urna del Santo. In questa fotografia, si legge una scritta sulla fascia più bassa del quadro dell'orologio: "DON GIUSEPPE MELCHIOR SARTO FECE", posta probabilmente quando Giuseppe

Sarto fu fatto Papa o Santo, coprendo quasi del tutto la curva del solstizio estivo. La scritta nel tempo è sparita, non si sa con precisione fino a quando sia stata visibile; nel tempo si sono dilavati pure la cornice e i simboli delle ore. Tuttavia il tracciato dell'orologio solare risulta ancora ben leggibile nel 1998, come si evince dalla fotografia in Fig.11. Questo ha consentito di riportare l'orologio solare al suo aspetto originario, nel 2002, anno in cui la canonica della parrocchia è stata restaurata e ampliata (Fig.12).

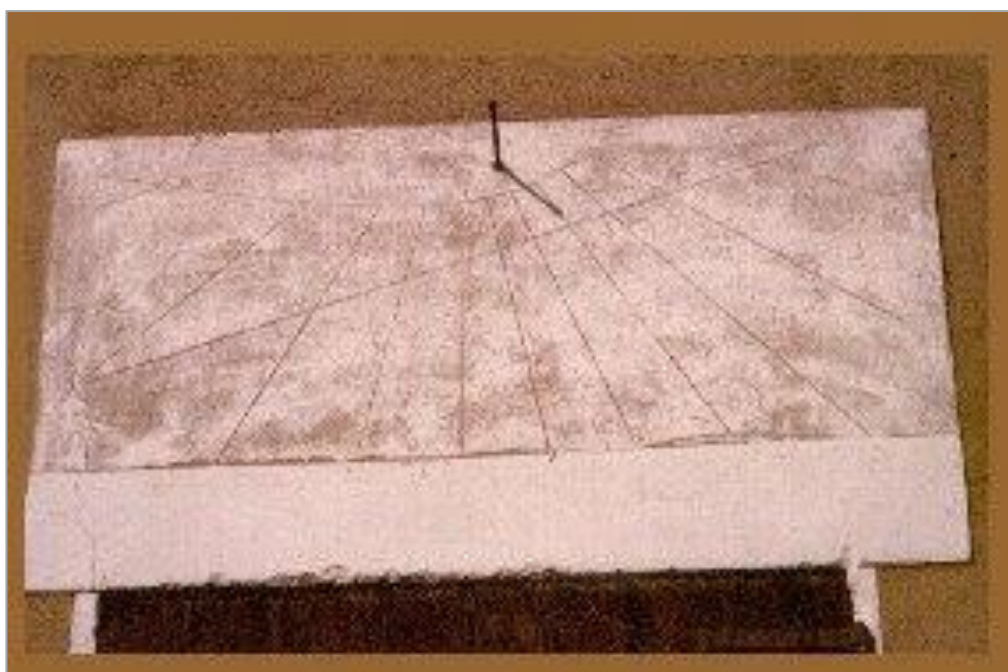


Fig.11 – Meridiana sulla Canonica di Onara, in una foto del 1998. Il tracciato è ancora ben visibile, tranne la curva del solstizio estivo, coperta negli anni con la scritta che ricordava l'illustre autore.

In questo orologio solare Sarto non usa il disco forato ma un semplice ortostilo, un'asta fissata perpendicolarmente al muro, modalità semplice e frequente di posizionare l'indicatore d'ombra.

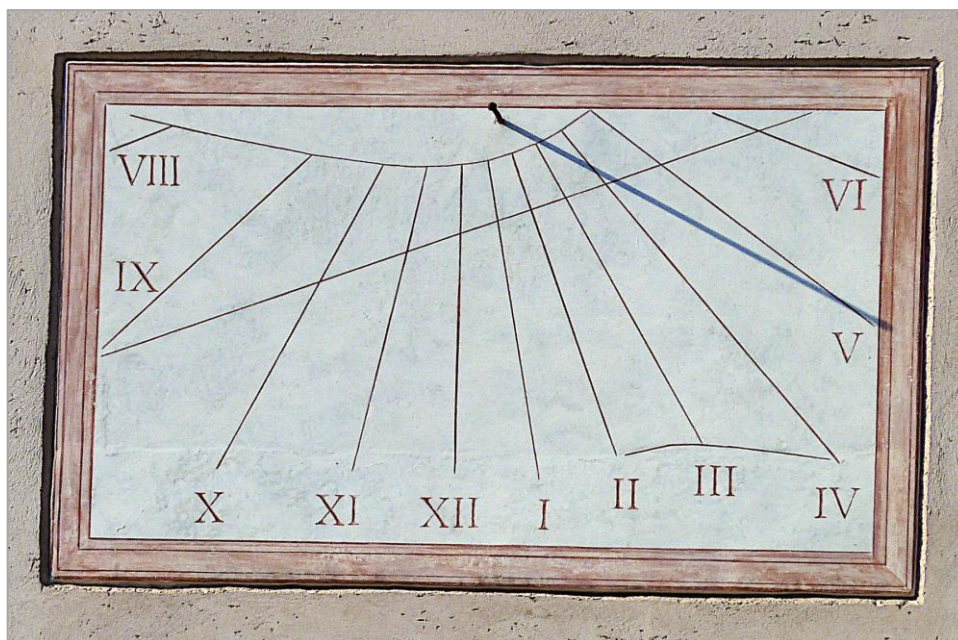


Fig.12 – La meridiana di Onara è stata restaurata nel 2002 ed è censita in SA con codice [IT14826](#)

Sulla stessa facciata una targa, voluta dal Parroco di Onara del tempo Don Giovanni Vallarin, ricorda la vecchia scritta e suggerisce come leggere la meridiana nonché il grafico dell'Equazione del Tempo e le indicazioni per passare dal tempo indicato dalla meridiana a quello segnato sui nostri orologi meccanici.

Galliera Veneta (PD)

Sulla canonica di Galliera, Giuseppe Sarto realizzò un'altra meridiana, a cui si dice avesse lavorato con particolare passione. Monsignor Marchesan scrive infatti: “...fattura quest'ultima, che durò alquanto più a lungo delle altre, a motivo di certe pesche secche degli amici di Galliera, le quali l'angusto autore confondeva col sesto e col pennello.- ne fece anche delle altre altrove; ma nessuna però con la passione con la quale aveva lavorato quella di Galliera.”

Ultimi documenti relativi a questa meridiana sono due fotografie (Fig.13) del 1987⁴. In quegli anni la canonica fu ristrutturata e le tracce dell'orologio definitivamente cancellate. La meridiana era realizzata sopra la porta della facciata sud della canonica.



Figura 13 – La meridiana realizzata sulla vecchia Canonica di Galliera Veneta, come appare in due foto del 1987, prima della ristrutturazione che ne cancellerà definitivamente le tracce.

⁴ Gentilmente concesse dal Signor Luigi Golin, esperto di storia locale di Galliera Veneta.

Dalle due fotografie risultano leggibili solo le curve dei solstizi, evidenziate da diversi colori usati nella parte interna tra le due curve, spazio riservato anche alle linee orarie, e quella esterna. Forse al tempo di queste foto altri particolari potevano essere ricavati da un esame attento e ravvicinato e l'orologio poteva essere adeguatamente recuperato, tanto più che l'impianto architettonico della canonica non fu nell'occasione cambiato. La porta sopra cui l'orologio era disegnato è rimasta infatti nella sua posizione originale.

Negli anni '90, in occasione del rifacimento del tetto della chiesa, sulla stessa facciata della canonica, ma in altra posizione, fu realizzata una moderna meridiana che riporta il volto di Papa Pio X (Fig. 14).

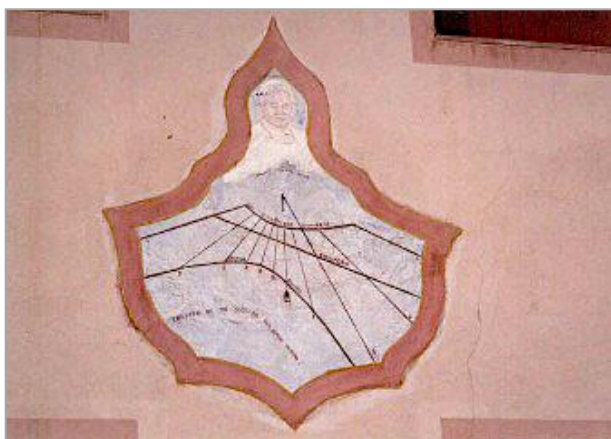


Figura 14 – La meridiana realizzata negli anni '90 sulla canonica di Galliera Veneta a ricordo del passaggio di Giuseppe Sarto (SA [IT19044](#)). L'originale era tracciata sopra la porta d'ingresso.

Sempre a Galliera Veneta, sulla facciata sud della Casa dell'Agente di Villa Comello detta "Villa imperiale", è presente un'altra meridiana attribuita al Santo (Fig.15), restaurata nel 2002 nell'ambito dei lavori di recupero delle aree più prossime al corpo centrale della villa (Fig.16).

Impossibile tornare alla fonte della notizia che attribuisce al Santo questa meridiana⁵, né ho trovato altre testimonianze che attribuiscono la paternità della meridiana al Sarto, ma il giovane Cappellano potrebbe averla vista; di certo Giuseppe Sarto ebbe contatti con il luogo.

Lo stesso Angelo Marchesan [3] parlando del "cappellano" racconta: "Da Tombolo don Giuseppe si recava spesso nella vicina Galliera a visitarvi quell'ottimo Arciprete Don Giuseppe Ochs e gli amici ... cappellani di Galliera... Villeggiava a Galliera, in quel tempo, l'imperatrice d'Austria Maria Anna Carolina Pia, la quale vedeva volentieri e stimava molto il nostro Don Giuseppe, che, grato a quella deferenza, una volta insegnò ad alcune giovinette di quel paese a cantare, in onore dell'augusta Signora, una canzonetta, musicata da lui stesso..." Don Giuseppe Ochs era padre spirituale dell'imperatrice.

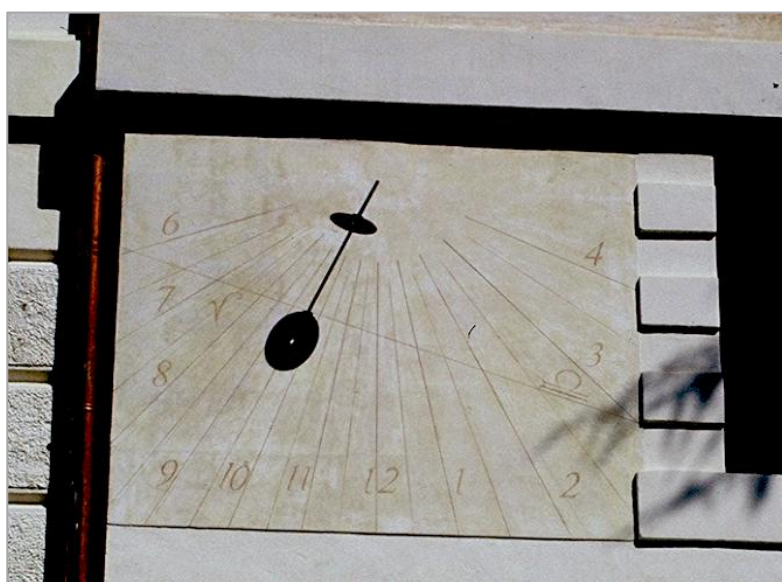


Fig. 15 – La meridiana presente sulla Casa dell'agente di Villa Comello a Galliera Veneta, censita su SA [IT19045](#).

⁵ In "S. Pio X e l'Uso del Tempo", *Ignis et Ardens* Bimestrale n. 4 Anno CII LUGLIO - AGOSTO 2006 pubblicato a Riese Pio X, Ginesta Fassina Favero, parlando delle meridiane di Giuseppe Sarto, scrive: "altre ne disegnò nei paesi limitrofi e perfino una nell'ex Villa Comello di Galliera Veneta dove villeggiava d'estate Maria Anna Carolina Pia di Savoia."

La meridiana, ispezionata in occasione di un previsto restauro, era priva di gnomone. Tracciata su un fondo di marmorino, presentava diffuse crepe e uno squarcio piuttosto esteso nella zona dove era fissato lo gnomone. In particolare presentava le linee residue di due tracciati sovrapposti realizzati in epoche successive (presumibilmente fine '800, primo '900) con ore e mezze ore di tempo vero e la linea equinoziale.

Dei due tracciati presenti, uno era chiaramente inciso sul marmorino a fresco, l'altro più recente, graffiato successivamente sul marmorino asciutto. Quello inciso presentava ampie zone coperte con stuccature. Risultavano ben evidenti due diverse linee equinoziali il che ha fatto pensare ad un ripensamento o a una correzione in tempi successivi.

Misure effettuate sui due tracciati, in relazione alle coordinate geografiche del luogo e alla declinazione della parete, hanno evidenziato una ragionevole precisione del secondo tracciato, che è stato dovutamente recuperato.

La posizione del foro di innesto dello gnomone faceva supporre uno gnomone polare per cui si è scelto di usare uno gnomone in ferro battuto con supporto polare e piattello forato.

Purtroppo un dilavamento successivo e ripetuto delle acque piovane, probabilmente dovuto a perdite delle laterali grondaie di scolo, hanno rovinato e reso poco leggibile la parte alta sinistra del quadro in pochi anni.



Fig. 16 – Villa Comello come si affaccia verso nord sulla via principale.

Tombolo (PD)

Sulla chiesa di Tombolo vi è un'altra meridiana (Fig.17), che la devozione popolare vorrebbe attribuire al Santo. Nella biografia di Monsignor A. Marchesan [3], mentre viene ricordata quella della canonica, ormai perduta, non si fa cenno a questa. In altre biografie invece gli viene attribuita.

C'è da dire che, una volta nota questa passione del Santo, sembrava quasi naturale attribuirgli tutte quelle trovate nei paesi vicini. In realtà questo orologio solare, è probabilmente di epoca antecedente a quella in cui operò Giuseppe Sarto, e potrebbe averlo ispirato. Questa meridiana si trova sulla parete sud della Chiesa Parrocchiale di Sant'Andrea Apostolo progettata a metà '700 dall'architetto castellano Francesco Maria Preti.

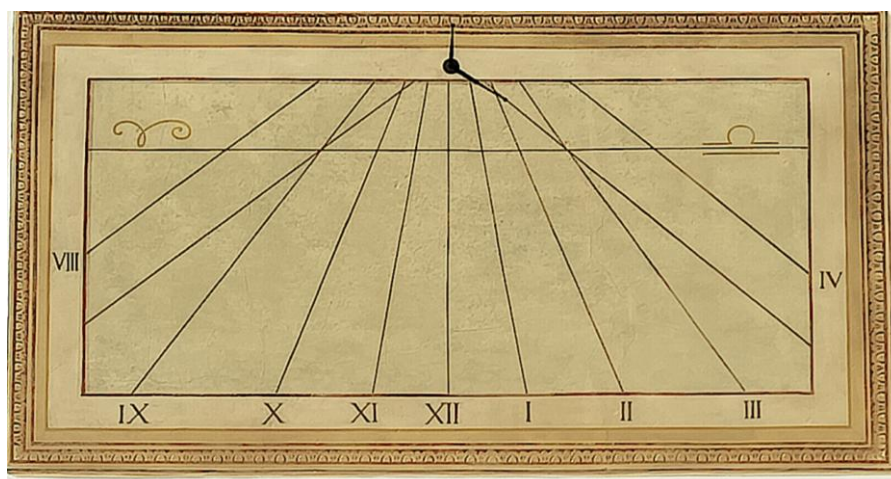


Figura 17 – La meridiana sulla parete sud della Chiesa di Sant'Andrea Apostolo di Tombolo SA [IT19031](#). Riporta oltre alle ore di tempo vero locale, l'ora di TERZA e NONA.

Sono presenti le linee orarie di tempo vero, la linea equinoziale e le ore temporali di TERZA, (SESTA il mezzogiorno) e NONA, a dividere in quarti l'arco diurno, ricordando ai fedeli momenti cruciali della passione di Cristo.

In figura 18, come si presentava in una elaborazione grafica del tracciato ormai quasi illeggibile degli anni '90, dove si leggono ancora i nomi di TERZA e NONA.

Nel 2014, in occasione del Centenario della morte di Pio X, è stato completato un importante restauro della chiesa e del campanile che hanno interessato anche la meridiana.

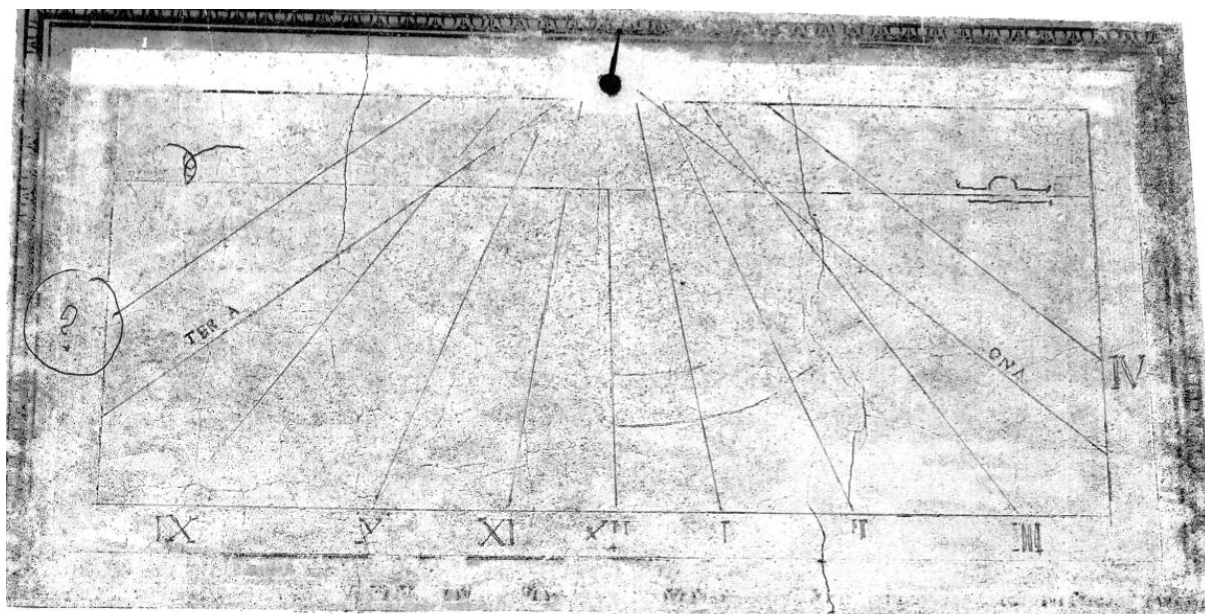


Fig. 18 – La meridiana della Chiesa di Sant'Andrea Apostolo di Tombolo, come si presentava negli anni '90.

San Martino di Lupari (PD)

Ricordo infine un'altra meridiana, realizzata sulla canonica di S. Martino di Lupari, piccolo paese limitrofo di Tombolo, che ha fatto pensare a Giuseppe Sarto. Ricerche fatte nell'archivio parrocchiale non hanno dato conferme in questo senso. Su questa meridiana sono tracciate, oltre alle curve di declinazione di inizio stagione, anche quelle relative agli altri mesi dell'anno. Probabilmente una meridiana più recente rispetto a quelle accertate come sue (Fig. 19).

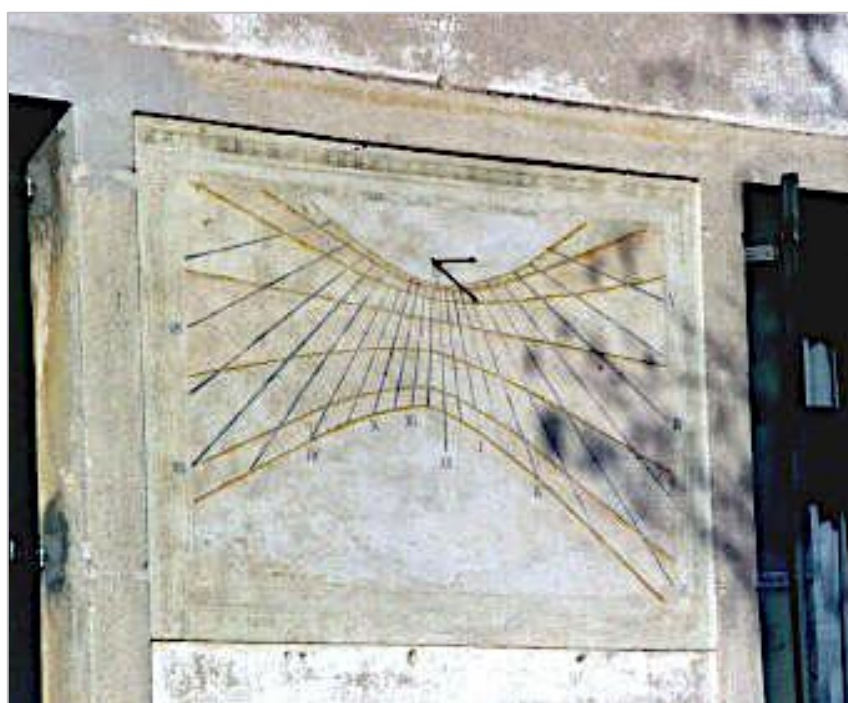


Fig. 19 – La meridiana presente sulla Canonica attigua alla ex chiesa di San Martino di Lupari. SA [IT19041](#)

Come nasce questo suo interesse

Come già detto, poco si parla nelle sue biografie di questo suo interesse, praticato a quanto mi risulta solo nel periodo tombolano.

Il parroco di Tombolo, Don Costantini, così certificava del suo cappellano in una lettera ai Superiori di Treviso: “...*per spirito sacerdotale zelantissimo; per amore del bene spirituale delle anime indefesso; degli studi sacri in ispecialità e dei profani...amatore sollecito...*”. Non è specificato a quali studi profani Giuseppe Sarto si dedicasse, ma potrebbero essere proprio lo studio e la progettazione degli orologi solari, una curiosità che la vita e gli studi in Seminario (1850-1858) dovevano avergli certamente instillato.

In quel periodo aveva di certo avuto modo di vedere sulla parete della Chiesa di Santa Maria in Vanzo attigua al Seminario la meridiana realizzata da Giovanni Follador e di apprezzare i testi freschi di stampa dello stesso relativi alla gnomonica. Solo due anni prima che Sarto entrasse in Seminario, Follador aveva pubblicato il suo trattato sugli orologi solari [1], come già ricordato. Arrivato a Tombolo come giovane cappellano, in un paesotto di campagna con poco più di un migliaio di abitanti, avrà trovato tempo e spirito per coltivare quelle curiosità, rimaste tali nel periodo scolastico, quando la dedizione allo studio e alle incombenze che gli venivano spesso assegnate era pressoché totale.

C'è da dire infatti che era uno studente modello; il giudizio globale che di lui danno i suoi insegnanti del Seminario di Padova alla fine del primo anno dichiara: “*Disciplina nemini secundus; ingenii maximi; memoriae summae; spei maximae*”. Lusinghieri sono i giudizi in tutte le discipline, ma in particolare in Matematica e in Scienze Naturali e Fisica, dove leggiamo rispettivamente: “*Distinto per lodevolissima attitudine naturale a questa scienza e per moltissima destrezza nella soluzione de' problemi sì algebrici che geometrici*” e “*distinto per chiarezza d'idee, e per molte e precise cognizioni anche delle prove matematiche*”. “*Eminenza*” è il giudizio che più spesso si trova nelle sue pagelle scolastiche.

Questa sua particolare attitudine per le materie scientifiche gli permise certamente di coltivare la sua curiosità e affrontare agevolmente quelle conoscenze di natura matematica, che sono alla base del progetto di una meridiana, magari studiando sui libri di Follador.

Ricordiamo che verso il 1880, Don Pietro Corso più giovane di Sarto di una decina d'anni, anche egli insegnante presso il Seminario, realizzò sulla facciata della chiesa di Santa Maria in Vanzo prospiciente il Seminario tre orologi solari accanto alla già citata meridiana di Follador (Figg. 20 e 21). Oggi la facciata su cui questi strumenti sono tracciati è completamente posta in ombra da un'ala nuova del Seminario realizzata nel corso delle importanti modifiche apportate tra il 1907 e il 1910 proprio durante il pontificato di papa Pio X. Gli orologi sono diventati quasi illeggibili e sicuramente inutilizzabili, ma molti altri realizzati da Don Pietro Corso di pregevole fattura si trovano ancora in diverse città dove ha operato [9].

I quadranti sono oggi visibili dalle finestre dei locali che ospitano l'attuale biblioteca del Seminario e che si affacciano sulla parete. Dei tre risulta illeggibile in particolare la grande lemniscata del tempo medio locale nella parte centrale.

Ai lati due quadranti del tutto simili mostrano ancora le tracce di due orologi solari, dei quali non risultano chiare le indicazioni temporali. È probabile che un quadrante fosse usato per l'orologio a tempo vero locale e l'altro per quello a tempo vero di altri luoghi come ad esempio il meridiano di Roma, diventato di riferimento per tutto il Regno già nel 1866.



Figura 20 – La meridiana sulla destra della curva del tempo medio.
SA [IT24250](#).



Fig. 21 – Meridiane nel Seminario di Padova, sulla facciata della chiesa di Santa Maria in Vanzo attigua al Seminario Vescovile. Sulla destra la meridiana tracciata da Giovanni Follador sulla quale è persa ogni traccia, sulla sinistra i tre orologi solari realizzati da Pietro Corso. Sono state private degli gnomoni probabilmente in concomitanza dei lavori realizzati nei primi anni del novecento quando la costruzione di una nuova ala del Seminario le rese inutilizzabili. SA [TT24250](#).

Va ricordata comunque la lunga tradizione culturale, presente all'interno del Seminario, che prestava particolare interesse agli studi scientifici, accanto a quelli letterari, filosofici e teologici. I programmi di studio, stilati dal fondatore del Seminario cardinale Gregorio Barbarigo, vi attribuivano grande importanza *“poiché le arti o le scienze naturali dispongono l'ingegno alla teologia...”* Si prevedeva infatti che all'interno del programma di filosofia naturale fosse spiegata... *“la geografia, la sfera, l'astronomia, la dottrina dei tempi, il calendario”*...[4].

La tradizione era ancora viva quando nel 1998 iniziai la mia ricerca sul Santo gnomonista. Per l'occasione incontrai il Prof. Marco Restigian, insegnante di matematica presso il Seminario Vescovile, che mi mostrò appunto le *“Istitutionum ad universum Seminarii Patavini”*⁶ del Barbarigo, dove, al Caput IX, si legge la *“Regulae professoris mathematicae”* che recita: *“Philosophiae Auditoribus explicet in Schola tribus circiter horae quadrantibus Euclidis elementa, in quibus postquam per duos Menses versati fuerint, Geographiam, Sphaeram, Astronomiam, Doctrinam temporum, Calendarium... quae libenter audiri solent, explicet...”*. A conferma che l'interesse per il cielo e per la misura del tempo con il Sole è una costante all'interno del mondo religioso, lo stesso Don Restigian si rivelò lui stesso esperto costruttore di meridiane e mi passò un suo opuscolo dattiloscritto intitolato *“L'OROLOGIO SOLARE VERTICALE costruzione teorico-pratica delle meridiane murali”* Padova - 1989, di cui conservo copia.

Nel caso del nostro santo gnomonista la realizzazione di orologi solari sembra essersi fermata al periodo in cui operò da umile cappellano a supporto del suo stimato superiore Don Antonio Costantini con un lavoro pastorale e manuale tanto intenso da essere soprannominato il *“moto perpetuo”*.

È ragionevole pensare che nelle successive tappe della sua carriera ecclesiastica occupazioni e responsabilità abbiano lasciato a malapena spazio per le quattro ore di sonno che fin dalla giovinezza dichiarava essergli sufficienti. Tuttavia riemergono qua e là riferimenti e richiami alla sua passione per l'astronomia nelle sue innumerevoli biografie anche in tempi successivi.

“Non è difficile pensare come, una volta Pontefice, l'antica sua passione per l'osservazione astronomica applicata si armonizzasse alla linea del predecessore Leone XIII, che aveva tra l'altro rifondato la Specola Vaticana” scrive Isabella

⁶ In occasione del quarto centenario della nascita del proprio fondatore (Venezia, 16 settembre 1625), la Biblioteca Antica del Seminario di Padova ha completato la digitalizzazione del libro di San Gregorio Barbarigo scaricabile al link https://drive.google.com/file/d/1HhclTh0n_V6tm-h1A6fQw9L3ijErVoD/view

Farinelli sull'Osservatore Romano (agosto 2012), mettendo in evidenza la sensibilità con cui Pio X seguì le vicende dell'Osservatorio papale.

Fu infatti Pio X a volere nel 1904 alla direzione della Specola Vaticana Pietro Maffi (1858-1931), arcivescovo di Pisa e poi cardinale, già creatore di un osservatorio nel seminario di Pavia. Su suo consiglio, nel 1906 nominò a dirigerla il gesuita austriaco Johann Georg Hagen, astronomo noto e stimato a livello internazionale.

Dagli studi del gesuita Sabino Maffeo⁷ emerge che “Padre Hagen sviluppò e ampliò la Specola, mirando a farne un Osservatorio puramente astronomico; rinunciò quindi alle ricerche di meteorologia e ottenne da Pio X un secondo grande telescopio per l'osservazione diretta degli astri... Sulla linea delle antiche mura leonine si potevano contare ben quattro cupole astronomiche”.

Proprio durante il pontificato di Pio X, l'osservatorio vaticano, partecipando al progetto mondiale della «Carta fotografica del cielo», immortalò nel 1910 il passaggio della cometa di Halley.

Nell'agosto 1908 Maffi scriveva al Papa congratulandosi per le nomine di padre Hagen a membro della Accademia tedesca delle scienze naturali Leopoldina e membro associato della Royal Astronomical Society di Londra: «un vero omaggio alla Specola, che rivive».

Sempre nel 1908, in prossimità del suo giubileo sacerdotale, dalla bergamasca si auguravano che «il Santo Padre con un meraviglioso telescopio potesse dal Vaticano vedere le nostre colline illuminate con maiuscoli W Pio X»⁸.

L'antica passione del giovane cappellano di campagna sembrava così riemergere e allargarsi a più ampio respiro, continuando l'opera iniziata dal predecessore Leone XIII, che con la Specola voleva “... *far progredire una scienza nobilissima che più di ogni altra umana disciplina solleva gli animi dei mortali alla contemplazione delle cose celesti...*”⁹.

Bibliografia

- [1] Giovanni Follador, *Sulla costruzione degli orologi solari sopra piani verticali ed orizzontali*, Padova coi tipi del Seminario 1842
- [2] Giovanni Follador, *Sulla costruzione della curva indicante sopra un muro verticale il mezzodì medio*, Padova coi tipi del Seminario 1862
- [3] Angelo Marchesan, *Papa Pio X nella sua vita e nella sua parola e nelle sue opere*. Ed. Desclée, Roma 1910
- [4] AA vari, *Il Seminario di Gregorio Barbarigo trecento anni di arte, cultura e fede*, Seminario Vescovile di Padova 1998
- [5] Elsa Stocco, *Astronomia e gnomonica a scuola*, XIV Seminario Nazionale di Gnomonica, Verbania 2002
- [6] Angelo Miatello, *Il lungo cammino di Giuseppe Sarto* Aida - Ass. Intern. Diritto e Arte - 2014
- [7] Quirino Bortolato, *Da Giuseppe Toaldo a Giuseppe Sarto: due passi attraverso un secolo di gnomonica patavina (1760-1860)*, XXI Seminario Nazionale di Gnomonica, Valdobbiadene 2017
- [8] Elsa Stocco, *Giovanni Follador, un matematico prestato alla gnomonica*, XXI Seminario, Valdobbiadene 2017
- [9] Elsa Stocco, *Le meridiane di Don Pietro Corso da Fonzaso*, n. 38 Orologi Solari, agosto 2025

⁷ Sabino Maffeo (1922- 2025) fu professore di fisica e matematica dell'Istituto Massimo all'Eur a Roma, negli anni d'oro scienziato di punta della Specola Vaticana e per tanti anni direttore tecnico della Radio Vaticana

⁸ Alejandro M. Dieguez - Sergio Pagano, *Le carte del “Sacro Tavolo”, Aspetti del pontificato di Pio X dai documenti del suo archivio privato*, 2 volumi, Città del Vaticano, Archivio Segreto Vaticano, 2006

⁹ Dalla “*Rerum Novarum*”, enciclica sociale promulgata nel 1891

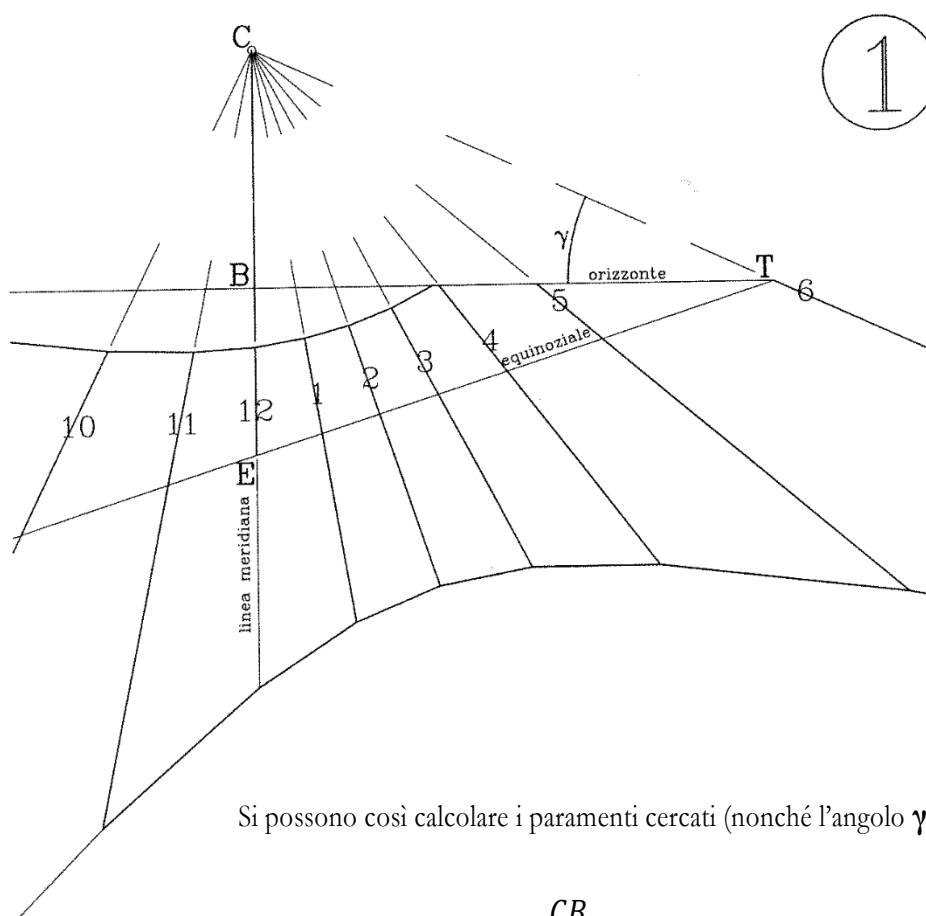
Contributi brevi

Dati utili per i colleghi restauratori?

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Accade talvolta che uno gnomonista, nell'osservare una meridiana verticale esistente, si domandi quali siano i parametri (latitudine φ e declinazione del muro d) utilizzati da chi l'ha tracciata. Trovare questi parametri può essere in particolare di interesse per un eventuale restauro.

Per trovare facilmente i due parametri è sufficiente misurare sul quadrante le tre lunghezze CB, BE e BT (figura 1).



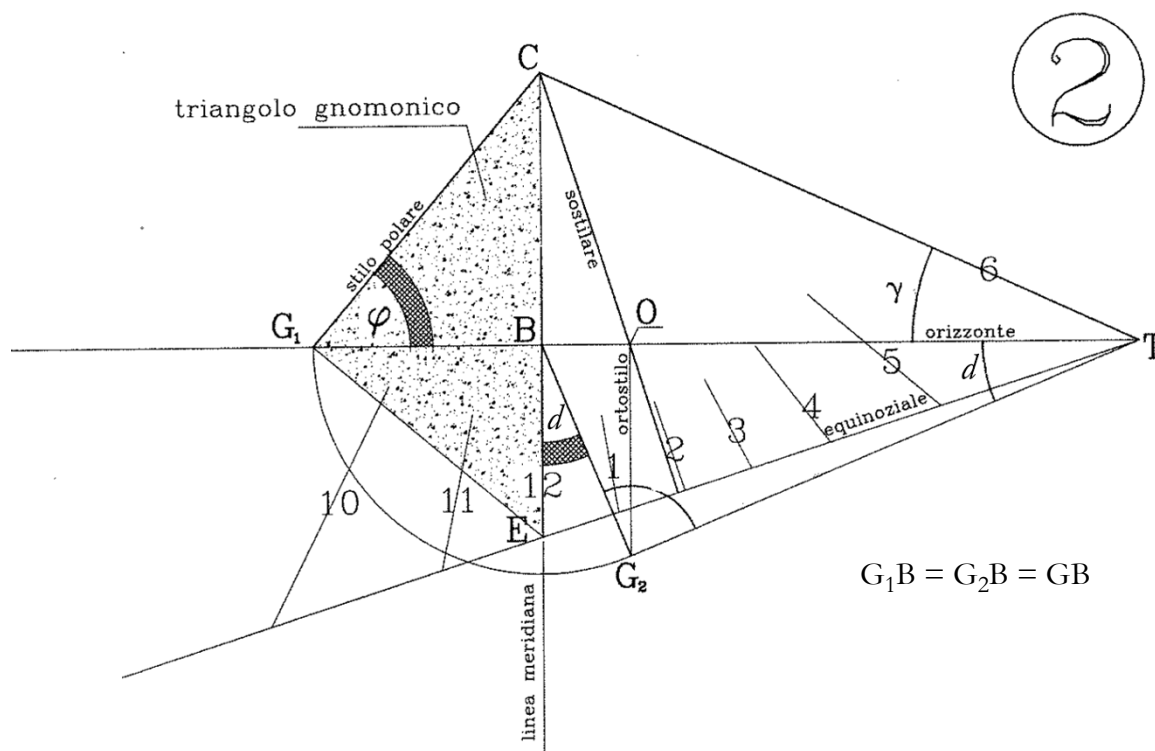
$$\tan \gamma = \frac{CB}{BT}$$

$$\tan \varphi = \sqrt{\frac{CB}{BE}}$$

$$\sin d = \frac{\tan \gamma}{\tan \varphi} = \frac{\sqrt{CB \cdot BE}}{BT}$$

Ovviamente con il grado di approssimazione dipendente dalla cura del costruttore e dalle misurazioni fattibili sul muro.

Le relazioni indicate si giustificano facilmente (Figura 2)



L'angolo in G_2 è di 90° poiché agli equinozi il Sole tramonta esattamente a Ovest (e sorge esattamente a Est) e la pianta dello stilo (BG_2) punta a Sud.

Sono immediate le seguenti relazioni:

$$\begin{array}{ll} CB = GB \tan \phi & \frac{CB}{BT} = \tan \gamma \\ BE = \frac{GB}{\tan \phi} & BT \tan \gamma = GB \tan \phi \\ \frac{CB}{BE} = \tan^2 \phi & \frac{\tan \gamma}{\tan \phi} = \frac{GB}{BT} = \sin d \end{array}$$

De orologiis describendis libellus TRADUZIONE E COMMENTO DEL TACCUINO DI DANIELE BARBARO

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Questo breve testo vuole presentare la traduzione e il commento del *De orologiis describendis libellus*, un taccuino di appunti manoscritto di Daniele Barbaro (1514-1570), conservato alla Biblioteca Marciana di Venezia.

Una prima parte della traduzione è già stata pubblicata come Bonus a un articolo apparso su questa rivista [8]. Qui si vuole integrare quella parte, allegando ai Bonus l'intera traduzione e commento, richiamando al contempo interessanti pubblicazioni sul tema.

Il taccuino, di data incerta, ma probabilmente successiva alla pubblicazione del "De Analemmate" da parte di Commandino, contiene appunti a volte ordinati, a volte frettolosi e poco leggibili, relativi alla programmazione di un libro sulle meridiane. Ciò risulta evidente sia dalla prima pagina, in cui sono elencati i capitoli che l'Autore voleva inserire, sia da pagine bianche, che portano sul frontespizio i titoli di tali capitoli. Erano in programma, ma l'autore non è riuscito a compilarli.

La prima parte del testo, poco più della metà, si occupa di orologi mobili, o da appendere, o da tavolo. I vari capitoli ricalcano per lo più altri testi dell'epoca (Münster in particolare, Fineo...), ma presentano pesanti omissioni, per cui non si riesce talvolta a ricostruire la figura di riferimento. La carenza sostanziale, per non dire assenza, di punteggiatura non facilita l'interpretazione.

Sono evidenti le aggiunte, quasi dei promemoria, con frequenti abbreviature, e richiami di vari argomenti nella stessa frase.

Nella seconda parte l'Autore si occupa degli orologi da parete, richiamandosi inizialmente all'Analemma e allo sviluppo teorico relativo. Però, con riferimento all'Analemma, egli si ferma alle linee che individuano la lunghezza della linea oraria delle ore 12 negli orologi orizzontali. Egli fa cenno a sistemi orari diversi (che del resto ha già richiamato nella prima parte a proposito dei quadranti) ma quando si tratta di inserire le linee orarie sembra dimenticarsi dell'Analemma per passare all'uso (senza per altro dire chiaramente che cosa intende fare) dell'orologio equinoziale ribaltato intorno alla linea di equatore, per lo più seguendo grafici e terminologia mutuati da Münster.

Per le ore *ab occasu* (cui per altro fa cenno inserendole a caso in altri argomenti) propone di ricorrere a tabelle riferite ai punti estremi di tali linee, ma non spiega come costruirle (per lo meno io non mi sono reso conto se e dove lo faccia).

Il testo prosegue affrontando gli orologi verticali di vario tipo. La lettura, e l'interpretazione, sono piuttosto difficili. Parecchie sono le ripetizioni. I riferimenti insistono principalmente sulla definizione della posizione dello stilo nei vari orologi, con riferimenti sia al triangolo rettangolo costituito nell'Analemma dalla polare e dai due cateti relativi, sia ad una sorta di triangolo gnomonico derivato da tale figura. Però l'Autore non specifica mai i suoi programmi, per cui il testo è assai confuso, soprattutto quando tratta degli orologi verticali declinanti. Qualche figura più precisa e non raffazzonata (come alcune) sarebbe d'aiuto anche per la traduzione.

Riferimenti

Nel testo latino abbondano le parole contratte, per cui nella trascrizione che ha preceduto (e accompagnato) la traduzione ho scritto in rosso le parole "dubbe" (in parte non lo sono più, dopo la traduzione, ma non mi sono preoccupato di modificarle).

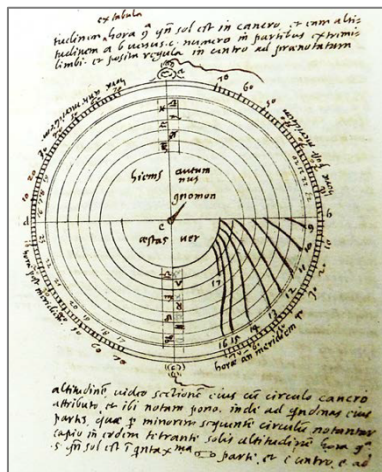


Le parti con xxxxx sono parole che non sono riuscito a interpretare.

Ho trasferito anche i disegni nella traduzione, con risultati per lo meno discutibili.

Non posso dire che il testo ottenuto sia di facile lettura. Occorre coraggio e disponibilità a cercare di capire quello che l'autore intendeva. Le note in blu tentano di essere d'aiuto, ma restano molti dubbi sui risultati.

Il lettore tenga presente che si tratta di un taccuino di appunti, a volte estemporanei.



Un orologio solare d'altezza studiato da Daniele Barbaro e ricostruito nel n. 16 di Orologi Solari del 2018.

Note della Redazione

Il manoscritto compare nel catalogo della biblioteca settecentesca del patrizio veneziano Giacomo Nani (1725-1797), al n. 36 dei codici latini. Sarà donato dallo stesso alla Biblioteca Marciana insieme a tutta la sua ricca collezione, con una legatura in pelle su cartoncino che risale agli anni in cui entrò in suo possesso.

Una descrizione del manoscritto si trova alla [Nuova Biblioteca Manoscritta](#), un catalogo on line del progetto di catalogazione dei manoscritti delle biblioteche venete, un progetto promosso e finanziato dalla Regione del Veneto, in collaborazione con il Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università Ca' Foscari di Venezia.

Bibliografia

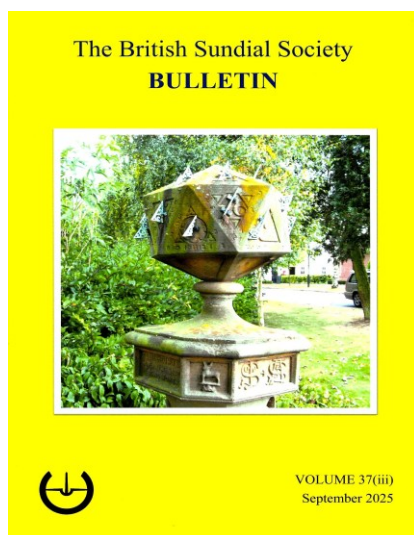
- [1] Alessandro Gunella, *I quadranti d'altezza della famiglia della cosiddetta "CAPPUCCINA"* - Seminario Nazionale di Gnomonica, S. Benedetto del Tronto - Ottobre 2000
- [2] Maria Losito, *L'analemma vitruviano e il IX libro del De Architectura di Daniele Barbaro (1556-57)*, in: *Vitruvio, De Architectura*, a cura di P. Gros, Torino 1997
- [3] Susy Marcon, Laura Moretti, DANIELE BARBARO 1514 – 70 - *Letteratura, scienza e arti nella Venezia del Rinascimento*. Catalogo della mostra, Cornuda (Treviso), Antiga, 2015 – disponibile anche su [Academia.eu](#)
- [4] Cristiano Guarneri, *Il manoscritto sugli orologi solari Lat. VIII, 42=3097*, disponibile anche su [Academia.eu](#) all'indirizzo https://www.academia.edu/44246923/Il_manoscritto_sugli_orologi_solari_Lat_VIII_42_3097
- [5] Cosimo Monteleone, *“La prospettiva di Daniele Barbaro”*, Aracne, 2020
- [6] Cosimo Monteleone, Kim Williams, *“Daniele Barbaro at the University of Padova”*, Birkhauser, giugno 2024
- [7] Elsa Stocco, *“Daniele Barbaro e l'Horario Universale”*, XX Seminario nazionale di Druogno, ottobre 2015
- [8] Elsa Stocco, *“Orologi d'altezza dal taccuino di Daniele Barbaro”*, Orologi Solari n. 16, aprile 2018.

Tra i Bonus del presente numero è presente il file pdf della traduzione in oggetto.

Rassegna riviste di Gnomonica

“Bulletin” della British Sundial Society (BSS)

Vol. 37 (iii) - Settembre 2025



Editoriale

La storia di due meridiane

Martin Jenkins

Rassegna di cartoline 72. Bowring Park, Huyton

Peter Ransom

Chi era Joseph Sindle?

Sue Manson

Una meridiana scolpita in Tessalonica

Elisabeth Drye

Foto del “Gruppo B” nel chiostro del Winchester

Rassegna di libri: *Sonnenuhren nah und fer*

(Meridiane vicine e lontane) di Renate Frank

Frank King

Un inaspettato ricordo del Convegno del 2012

Doug Bateman

Meridiane di Thomas Armstrong di Beadnell, Northumberland

Sue Manston

Una meridiana di balle di paglia

Jenny Brown

Selezione di fotografie mostrate a Winchester nel 2025

Bulletin Follow-up

Frank H. King

Lettere dei lettori: Meridiana del Lewes Castle

Jackie Jones

Questo numero, di sole 28 pagine, contiene 6 articoli e alcuni contributi minori.

Il primo articolo, di *M. Jenkins* (8 pagg.), ci parla delle molte meridiane realizzate in India a imitazione delle meridiane inglesi dell'Ottocento: si tratta di meridiane portatili in ottone, con bussola e quadrante inclinabile per adattarlo alla latitudine.

Facendo seguito alla comparsa sul mercato di una meridiana orizzontale firmata Ioseph Sindle, *S. Manston* ha condotto una ricerca sul costruttore di questo strumento, i cui risultati sono riportati nel suo articolo (2 pagg.). L'autore della meridiana appare essere il poco noto inglese Joseph Sindle (1771-1839); di sua mano è nota solo un'altra meridiana, multipla e conservata in un museo di Oxford.

Un brevissimo articolo (1 pag.) di *E. Drye*, descrive una meridiana presente nella “Nuova moschea” di Tessalonica (Turchia), narrando anche la storia di questa moschea, progettata dall'italiano Vitaliano Poselli e costruita nel 1902. La meridiana, in origine installata in un luogo diverso, è in pietra scolpita e in ottimo stato di conservazione.

Segue la recensione, a Cura di *F. King* (1 pag.) del libro “Sonnenuhren nah und fern” di Renate Frank (già da noi recensito sul n. 37 di Orologi Solari).

D. Bateman presenta (2 pagg.) un “reperto storico” scovato accidentalmente: la fotografia di gruppo dei partecipanti al convegno della BSS del 2012, corredata con i nomi di ciascuna persona.

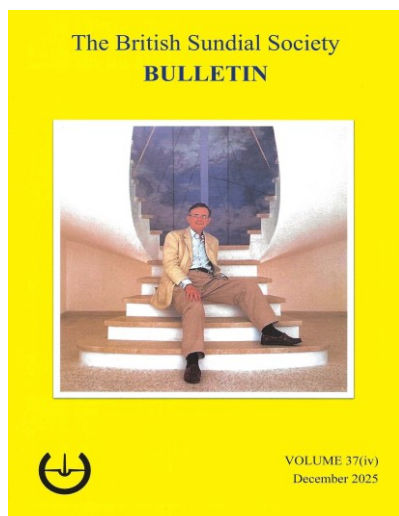
Un secondo articolo di *S. Manston* (2 pagg.) descrive quattro meridiane orizzontali ottocentesche: sono le sole opere conosciute di Thomas Armstrong, un insegnante di Beadnell (nel Northumberland inglese) certo con buone conoscenze di gnomonica. Si tratta di meridiane con il quadrante in ardesia, inciso con eleganza.

Seguono quattro pagine di fotografie di orologi solari: sono una selezione tra le 22 fotografie, presentate da membri della BSS per una esposizione in occasione del convegno annuale tenutosi a Winchester (una di esse compare anche sulla prima di copertina).

F. H. King sintetizza (2 pagg.) quanto detto nel corso dello “Zoom event” della BSS tenutosi il 9 luglio 2025: è l'evento “on-line” organizzato per discutere le domande poste dai lettori sugli articoli comparsi nel numero di giugno del Bulletin. La videoregistrazione di questo evento, insieme a quelle di precedenti, può essere vista al link www.youtube.com/@the-bss.

“Bulletin” della British Sundial Society (BSS)

Vol. 37 (iv) - Dicembre 2025



Editoriale

Sir Mark Lennox-Boyd, 4 marzo 1943, 24 Luglio 2025	.Doug Bateman
Bulletin Follow-up: 16 ottobre 2025	Frank H. King
Una delle prime meridiane di Samuel Saunders	Sue Manson
Rassegna di cartoline 73. Wiston House, presso Steyning, West Sussex	Peter Ransom
Tracciato dell'azimut e dell'altezza del Sole nel corso dell'anno	Andrew Hodgson
Tavoli espositivi all'incontro di Newbury	CHN
Giornata di incontro a Newbury, 27 settembre 2025	Chris Lusby Taylor
Uno sguardo alle figurine da collezione con meridiane	Martin Jenkins
Il furto di meridiane da giardino in epoca Georgiana	David Bryden
Una visita al Monumento alla Liberazione, a Guernsey	Doug Bateman
Verbale della 35ª Riunione Generale BSS, Newbury, 27 settembre 2025	Nick Orders

Questo numero, di sole 24 pagine, contiene 8 articoli e un paio di contributi minori.

Il primo articolo, di *D. Bateman* (4 pagg.) è un lungo necrologio per Sir Mark Lennon-Boyd (foto di copertina). Nato nel 1943 e mancato nel 2025, Sir Boyd ha avuto una carriera di successo in campo politico, è stato membro della BSS dalla sua origine nel 1989 e “Patron” (una sorta di presidente onorario) della stessa negli ultimi anni. Progettista di molte meridiane è noto anche come scrittore di gnomonica (15 suoi articoli sul Bulletin BSS e il bellissimo libro: “Sundials, History, Art, People, Science”). Aveva una casa in Italia, presso Roma, con una torretta ricca di meridiane.

F. H. King sintetizza (2 pagg.) quanto detto nel corso dello “Zoom event” della BSS tenutosi il 10 ottobre 2025: è l'evento “on-line” organizzato per discutere le domande poste dai lettori sugli articoli comparsi nel numero di settembre del Bulletin. La videoregistrazione di questo evento, insieme co quelle dei precedenti eventi analoghi, può essere vista al link www.youtube.com/@the-bss.

S. Manston descrive una bella meridiana orizzontale da giardino in ottone, di epoca settecentesca, che risulta essere una delle prime creazioni di Samuel Saunders.

A. Hodgson presenta la realizzazione di un diagramma polare che mostra l'altezza e l'azimut del Sole nel corso dell'intero anno. Il diagramma può essere tracciato on-line, per qualsiasi valore di latitudine, longitudine, accedendo alla pagina: ajfhodgson.github.io/Sun-Az-El-Plot.

A cura di *C. L. Taylor*, vi è poi il resoconto della giornata di incontro della BSS tenutasi a Newbury il 27 settembre 2025, con un breve riassunto delle 11 memorie presentate.

L'articolo di *M. Jenkins* (5 pagg.) presenta tre serie di figurine da collezione di inizio Novecento con immagini di orologi solari e di strumenti per la misura del tempo. Sono riportate le immagini a colori delle figurine di ciascuna serie, sia pur in formato assai ridotto. La prima serie (50 figurine) è quella pubblicata nel 1924 dalla Fry's; la seconda serie (25 figurine) è quella pubblicata nel 1928 dalla Wills's Cigarettes; infine la terza serie (25 figurine) è quella pubblicata nel 1924 dalla Philips Morris.

Il successivo articolo, di *D. Briden* (2 pagg.), con informazioni tratte da giornali d'epoca, ci parla dei furti di meridiane da giardino, spesso associati ad atti vandalici, avvenuti in Inghilterra nell'epoca georgiana (1714-1837).

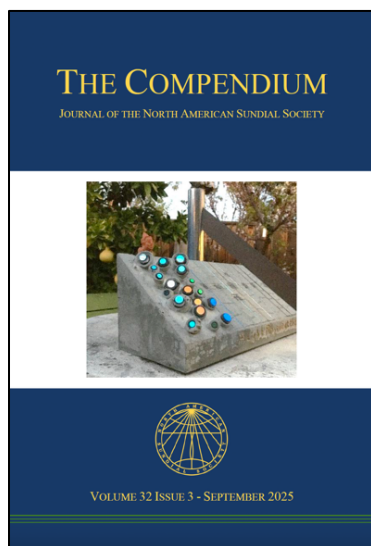
L'ultimo articolo (1 pag.) di *D. Bateman*, descrive brevemente la visita da lui effettuata al monumento alla Liberazione, nella città di St. Peter Port sull'isola di Guernsey. Realizzato nel 1955, il monumento ha una duplice funzione: è una lunga panchina in pietra (circa 30 metri) davanti al porto e segna la curva sulla quale cade l'ombra della punta dello gnomone (in pietra e alto 5 m) il giorno 9 marzo, anniversario della Liberazione dell'isola. A questo monumento il Bulletin della BSS ha già dedicato un più esteso articolo sul numero 97.3, del luglio 1997.

Chiude il fascicolo il brevissimo verbale della 35ª Riunione Generale BSS, tenutasi a Newbury il 27 settembre 2025, che comunica alcuni cambiamenti avvenuti nell'organigramma della BSS.

“The Compendium” Journal of the NASS (North American Sundial Society)

Vol. 32 N.3 - Settembre 2025

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



Meridiane per principianti – Io e la mia ombra	Robert L. Kellogg
Una meridiana equatoriale a riflessione	Francesco Baggio
Una meridiana per la Relatività: omaggio ad A. Einstein e ai suoi progressi	Teo. e Antony Ros
Costruisci la tua meridiana!	Gian Casalegno
Un percorso verso gli orologi solari: un viaggio di curiosità, fatica e presunzione	Jeffrey. L. Kaiser
Chhayashastri	Fred. Sawyer
Le meridiane come proiezioni retro-gnomoniche della Terrella	Erwin Wechster
Restauro della Meridiana commemorativa del Grand Army of the Republic	Robert L. Kellogg
I simulatori del moto solare	Marc Montgomery e Steve Lelievre
Una svolta insolita nel quadrante di Foster-Lambert	Steve Lelievre

In *Meridiane per principianti* l'autore (R. Kellogg) si occupa della relazione fra luce solare e intensità dell'ombra utile per leggere gli orologi solari. Egli esamina la quantità di luce che entra nell'atmosfera rispetto a quella emessa dal Sole, l'influenza sull'ombra dovuta a fattori diversi come riflessioni ambientali, umidità dell'aria, torbidità dell'atmosfera locale, spessore della troposfera da attraversare nelle varie ore del giorno, influenza delle stagioni. Illustra le misure ufficiali effettuate in varie località degli USA.

L'Autore (F. Baggio) dell' articolo successivo (già pubblicato sul numero 35 di Orologi Solari) illustra un ingegnoso orologio equinoziale, che sfrutta la riflessione dei raggi solari all'interno di una superficie cilindrica speculare di modesto spessore, con base: essi formano sul piano di base una curva caustica, analoga alla “cardioide” (curva dedicata, in omaggio, al Premio Nobel 1924 W. Einthoven, inventore dell'elettrocardiogramma), caratterizzata da una cuspidine particolarmente luminosa, che ruota con il ruotare del Sole indicando le ore sul quadrante, mantenendosi a una distanza dal centro del cilindro pari a due terzi del raggio.

Segue (T. e A. Ros) l'illustrazione di una meridiana monumentale in acciaio inox, progettata dagli Autori dell'articolo, alta circa 4 metri, con accanto la statua ad altezza naturale di A. Einstein, costruita a ricordo della sua visita a Saragozza nel 2006. La frase di Einstein – *L'importante è non smettere di fare domande* – scritta nel pavimento intorno alla meridiana, ha ispirato gli autori. L'Orologio solare è costituito da due superfici cilindriche a sezione ellittica, con asse polare, l'una per le ore del mattino e l'altra per quelle del pomeriggio. L'aggiunta di superfici piane in posizione opportuna fa sì che la sezione dello strumento rappresenti, con un poco di buona volontà, due punti interrogativi contrapposti. A sostegno del tutto, la formula $E=mc^2$ alla base dello strumento.

Costruisci la tua meridiana è un testo presentato al XXIII Seminario Nazionale di Gnomonica del 2023 e sul n.5 di Orologi Solari da G. Casalegno, e qui riproposto. Viene illustrata una App per Android, che aiuta chi ha pazienza ed è armato di buona volontà, anche se non sa nulla di Gnomonica teorica, a scegliere i momenti giusti per segnare i punti orari, ombra del vertice di uno gnomone qualsiasi, sul muro, ora per ora. L'operazione, ripetuta in date diverse, permette di tracciare le linee orarie, che ovviamente devono convergere nello stesso punto, il cosiddetto Centro dell'orologio.

Le vicende per la costruzione di un orologio solare a riflessione sulla parete Nord di un garage, partendo dall'ignoranza dei principi della Gnomonica, sono illustrate dall'Autore (J. Kaiser). Egli ha “scoperto” che, disponendo di piccoli specchi colorati, sistemati opportunamente nel suo giardino, poteva contare sulla loro proiezione della luce solare sulla parete per poche ore al giorno, a quote diverse. Basandosi su tabelle NOAA, e sulle sue conoscenze matematiche, ha costruito, mediante specchi con angoli diversi, le linee orarie (*Lemniscate dell'ora media*) per il periodo estivo e per quello invernale. L'articolo fa una lunga e dettagliata illustrazione delle operazioni e dei risultati ottenuti.

Il curioso titolo dell'articolo che segue (*F. Sanjer*) è il nome attribuito anticamente in India agli indovini che si basavano sull'ombra del cliente per fare gli oroscopi. Oggi il nome potrebbe essere attribuito solo ad un *lettore di ombre* (leggi gnomonista), o a un *cineasta*.

Nell'articolo che segue l'Autore (*R. Webster*) si avvale di una sorta di Analemma di Vitruvio tridimensionale (denominato *terrella*), debitamente orientato, per costruire su superfici piane le meridiane geografiche. Con esso individua le posizioni geografiche del Sole sulla superficie sferica, e immagina di proiettarle attraverso il centro, sulla superficie piana, ottenendo, come ovvio, linee rette per i meridiani (le linee orarie...) e coniche per i paralleli.

La Meridiana commemorativa dell'associazioni dei veterani di guerra "Grand Army of the Republic" (*R. Kellogg*), inaugurata nel 1941, è un orologio solare metallico su piano orizzontale ormai in cattivo stato. L'articolo illustra la raccolta dei fondi necessari per il suo restauro, la collaborazione delle Istituzioni, le operazioni per ridare alla superficie il suo aspetto iniziale e per ricostituire lo gnomone mancante, e infine la cerimonia della inaugurazione ufficiale.

Una relazione molto dettagliata (*M. Montgomery*) illustra vari tipi di simulatori del moto solare, chiamati *beliodons*, in uso principalmente negli studi di architettura (ma di qualche utilità anche per chi si occupa di Gnomonica), per simulare l'irraggiamento solare sulle superfici degli edifici in diverse date e ore del giorno. Si illustrano nei particolari tre generi di strumento: quello in cui la lampada (il Sole) ruota su una circonferenza intorno al modello di edificio, quello in cui la lampada è fissa e il modello di edificio ruota e varia la sua inclinazione in tutte le posizioni possibili rispetto a essa, e quello in cui la lampada si sposta su una barra verticale simulando le varie declinazioni e il modello di edificio ruota.

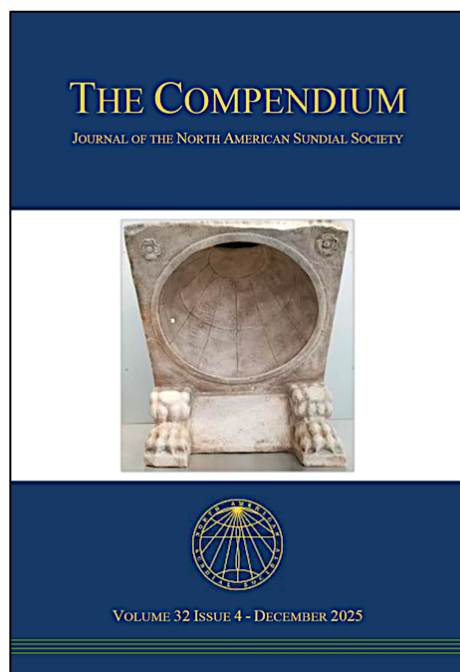
Una non breve relazione (*S. Lelievre*) illustra una interessante variante al quadrante di Foster-Lambert. Sfruttando il fatto che lo gnomone deve essere debitamente inclinato in relazione alla latitudine, e che tradizionalmente esso si sposta sul piano orizzontale lungo una linea calendariale analoga a quella dell'orologio analemmatico, l'Autore ha attuato uno strumento in cui lo gnomone è un'asta di lunghezza adeguata, e il piano del cerchio orario si sposta verticalmente in relazione alla data; la parte di gnomone inclinato emergente dal piano orario è nella posizione corretta per indicare l'ora di quel giorno. L'articolo si dilunga ad analizzare il criterio con cui realizzare gli spostamenti del piano orario, ed estende l'analisi a uno strumento analogo in cui il piano orario è verticale.

I Bonus Digitali di questo mese comprendono:

- quattro PDF contenenti informazioni di base relative all'articolo di Bob Kellogg "Meridiane per principianti";
- una correzione per il programma OpenSCAD di Steve Lelievre, distribuita come parte del Bonus Digitale del numero precedente di Compendium, numero 32(2);
- una presentazione PowerPoint di José Montes dalla conferenza NASS 2024, su due meridiane analemmatiche progettate e costruite da José, Martha Villegas e soci in Messico (questi quadranti celebravano l'eclissi solare del 2024, che interessava anche i luoghi in cui sono stati costruiti);
- una presentazione PowerPoint di Bob Kellogg dalla conferenza NASS 2023, sulla progettazione di un tellurio (modello del sistema Sole, Terra, Luna).

"The Compendium" Journal of the NASS (North American Sundial Society)

Vol. 32 N.4 - Dicembre 2025



Meridiane per principianti – Segnali di stagione

Robert L. Kellogg

Intervista a Robert Adzema

Steve Lelievre

Realizzazione di una meridiana sferica a tetto

Marc Montgomery

Una meridiana per il Lions Park

James Stegenga

Commenti sull'accuratezza di una nuova
"meridiana umana" in Springfield, MO

Steve Lelievre

Riflessioni sul motto

Marc Montgomery

Il quadrante in un anello, secondo Oronzio Fineo

Alessandro Gunella

Disposizione delle scale Pilkington/Homan

Steve Lelievre

Notizie brevi

Bonus digitali

Resoconto della conferenza: Ottawa 2025

In *Meridiane per principianti* l'autore (R. Kellogg) esplora come creare allineamenti solari, ed esamina i principi che si possono utilizzare per creare segnali stagionali e persino meridiane digitali. Si tratta di predisporre dei blocchi che attraverso fori e fessure opportunamente disposti regolano il passaggio della luce solare creando parole, numeri e persino immagini che appaiono in un determinato momento e in un determinato luogo. Descrive quindi come realizzare un particolare allineamento che proietta parole come "Primavera", "Estate", "Autunno" e "Inverno" in modo che queste appaiano verso mezzogiorno, entro diversi giorni dall'equinozio o dai solstizi.

S. Lelievre racconta, attraverso una intervista, la vita e il lavoro di Robert Adzema un artista-sculatore noto per le sue meridiane, opere pubbliche per lo più di grandi dimensioni. Realizzate con diversi materiali come bronzo, acciaio o pietra, sono accuratamente progettate per stare all'aperto. Secondo l'artista esse devono essere precise e al contempo in armonia con il luogo in cui si trovano: pur accessibili a una scala umana devono essere integrate con il paesaggio e l'architettura circostanti.

M. Montgomery discute sulla creazione di un orologio sferico a tetto. Ispirato da un quadrante multiplo nei King's Privy Gardens (dove la luce solare che entra attraverso un oculo segna l'ora e la data) l'Autore analizza i quadranti antichi di questo tipo evidenziandone la rarità e l'importanza storica. Si dedica quindi alla progettazione di un quadrante sferico a tetto dove usa e confronta due diversi approcci: quello grafico con l'uso dell'analemma, e quello del calcolo. Mette in evidenza problemi e difficoltà del progetto, convinto però che possa essere divertente e stimolante.

James Stegenga illustra la meridiana orizzontale, avente la forma dello stato di Washington, da lui realizzata con una colata di cemento su una base in calcestruzzo per il Lyons Park di Everett, nello Stato di Washington. Per i calcoli si è avvalso della collaborazione di Bob Kellogg.

S. Lelievre analizza la precisione di una meridiana analematica installata nella primavera del 2025 a Springfield, Missouri. Il quadrante è stato realizzato in mosaico da un artista locale su un disegno fornito dal *SunClocks North America*. Il quadrante utilizza due quadranti analematici parziali, per l'ora solare e l'ora legale, che vengono combinati a formare un quadrante con un'unica scala di calendario. Anche per un quadrante ben costruito, questo tentativo di migliorare la facilità d'uso ne riduce inevitabilmente la precisione, ma "di quanto?" L'articolo si propone di rispondere a questa domanda.

M. Montgomery è presente in questo numero con un secondo articolo dove riflette sui motti delle meridiane e su come il loro messaggio sia cambiato nel tempo. È convinto che una meridiana non possa essere completa senza un motto, poiché le conferisce dignità e voce per le generazioni presenti e future. Rimane ancora alla ricerca del motto più antico.

Il nostro *A. Gunella* propone la traduzione di alcune pagine tratte dal libro di Orontio Fineo *'De Solaribus Horologiis & Quadrantibus', Libri quatuor, Parisiis 1560*. Spiega e commenta lo schema che consente di costruire un quadrante sulla superficie interna di un anello o di un bracciale circolare di qualsiasi dimensione delineandone le caratteristiche e il metodo di costruzione, in relazione a quanto proposto da Fineo. L'argomento è stato inserito dallo stesso Autore anche nel capitolo XI° di *'Un libro sull' Analemma, la teoria di base e le "varianti" proposte nei 2000 anni che seguono Vitruvio'*, pubblicato tra i Bonus del n. 25 di Orologi Solari.

Un secondo articolo di *S. Lelievre* spiega come calcolare una scala di Pilkington, brevettata da William R. Pilkington di Preston (Lancashire, Inghilterra) nel 1911. Questa scala, adatta per meridiane con spaziatura equiangolare delle tacche orarie, era in grado di trasformare il tempo vero in tempo medio eliminando meccanismi costosi. Viene in particolare discussa l'importanza della regolazione dell'Equazione del Tempo (EoT) per migliorarne la precisione. È ricordato anche il nome di William Homan perché questo autore, cinque mesi prima che Pilkington richiedesse il brevetto, stava già producendo un quadrante emisferico con due bande equatoriali metalliche adiacenti, una fissa e una mobile per "indicare l'ora media standard".

Segue un ampio resoconto sulla 30a conferenza annuale della NASS che raccoglie i vari studi presentati al congresso su meridiane storiche e moderne, su nuovi progetti e metodi di costruzione e che racconta delle numerose attività e visite collegate alla scoperta dei quadranti locali. La conferenza ha visto la partecipazione di membri da diverse nazioni. Alcune delle presentazioni mostrate alla conferenza sono raccolte tra i bonus digitali di questo numero.

Tra le notizie brevi si segnala un modello cinetico/didattico in plastica, disponibile su eBay a 29\$, della storica meridiana coreana Angbu-Ilgu. Tra i bonus digitali è incluso un video che ne mostra il funzionamento.

Il bonus digitale di questo numero include:

- una versione PDF del curriculum di Robert Adzema, correlato all'intervista di S. Lelievre
- una cartella di lavoro Excel di Steve Lelievre relativa all'articolo sulle Scale di Pilkington e Homan
- alcune presentazioni in PowerPoint tenute alla conferenza NASS del 2025
- un breve video che mostra il modello citato nelle Notizie brevi.

“Zon&Tijd” Bollettino delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga

N. 154 - 2025.3



Editoriale: Autunno

Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese

Notizie dall'Associazione Gnomonica Fiamminga

L'escursione del 5 luglio 2025 a Zutphen

Il Canton Park ha un orologio solare

L'orologio solare più grande del mondo si trova a Sesto?

La linea dell'orizzonte

Il turista gnomonico ha visitato Ploërmel (Bretagna)

Gli orologi solari a riflessione di Padre Maignan a Roma

Un orologio solare in un romantico gazebo

Libro sull'orologio astronomico di Paulus

Uno speciale orologio solare conico

Ancora una volta l'angolo dell'alba

Il nuovo quiz: Tintin

Il precedente quiz: l'orologio solare Romano

Redazione

Segreteria

Segreteria

Pieter van den Berg & Jan ten Böhmer

Harry Kelder

Frans Maes

Gabriel Guix

Hans Schipper

Hans Wilschut

Willy Leenders

Redazione

Frans Maes

Henk Hietbrink/Redazione

Hans Wilschut

Frans Maes

La Redazione nel consueto editoriale introduttivo annuncia l'inizio dell'autunno ed illustra gli articoli principali di questo numero.

Dalla *Associazione Gnomonica Olandese* a cura della Segreteria si annuncia la prossima riunione (20 settembre) che ospiterà una conferenza di Siebren van der Werf su argomenti tratti dal suo libro "Tremila anni di navigazione stellare". Nel workshop mattutino, Hendrik Hollander insegnerà come usare un astrolabio. Viene presentato il nuovo corso di gnomonica e viene dato il benvenuto a tre nuovi membri.

L'*Associazione Gnomonica Fiamminga* sta portando a termine le procedure per il suo scioglimento che dovrebbe concludersi entro dicembre. Il contenuto di tutti i numeri della rivista *Zonnetijdingen* sarà reso disponibile sul sito web della Associazione Gnomonica Olandese.

P. van den Berg & J. ten Böhmer riassumono l'escursione del 5 luglio 2025 a Zutphen. Organizzata da Hans Schipper, l'escursione di quest'anno si è concentrata sulla città di Zutphen. Sono state visitate: il quadrante portatile di Zutphen, il laboratorio di restauro di orologi di Melgert Spaander, il Planetario Achterhoek a Toldijk e un orologio solare poliedrico vicino al convento di Broederen.

H. Kelder per il suo 85° compleanno, desiderava un quadrante analematico. Poiché il suo giardino è troppo piccolo per ospitarlo, lo ha donato al Canton Park di Baarn, dove lavora come volontario. Il progetto è stato realizzato in collaborazione con Hendrik Hollander.

F. Maes scopre il complesso gnomonico naturale delle Dolomiti di Sesto (Sexten) in provincia di Bolzano. Si tratta di un insieme di 5 vette che indicano le ore dalle 9:00 alle 13:00 se osservate dal villaggio di Moos. L'autore dopo alcune considerazioni circa la loro scarsa esattezza durante tutto l'anno nell'indicare le ore locali, avanza qualche perplessità sul considerarle degli orologi solari in quanto non costruite dall'uomo.

G. Guix della Società Catalana di Gnomonica ha pubblicato questo articolo sul n. 107 (2025.2) de "La Busca de Paper". Perché non vediamo l'orizzonte curvo? Sebbene il nostro pianeta sia sferico, l'orizzonte appare come una linea retta quando lo osserviamo. La ragione di questo fenomeno è più complessa di quanto spesso si pensi. Questo articolo analizza il problema da una prospettiva geometrica e fornisce formule per rappresentare la linea dell'orizzonte osservata da diverse altitudini.

H. Schipper si reca a Ploërmel in Bretagna a visitare il convento dei Frati La Mannais che ospita uno dei pochi orologi astronomici in Francia. È l'unico ad avere anche un planetario. Fu costruito nel 1850 da Fra Bernardin per le sue lezioni di astronomia.

H. Wilschut descrive gli orologi solari o meglio gli astrolabi catottrici realizzati da Emmanuel Maignan nel convento della Trinità dei Monti (1637) e a Palazzo Spada (1644) a Roma. Vengono analizzati gli intricati schemi di linee confrontandoli con la disposizione di un quadrante declinante verticale. Si ottiene una migliore approssimazione con $\varphi = 43^\circ$ mentre la latitudine di Roma di $41,7^\circ$. Quello di palazzo Spada, inoltre, sembra presentare linee per le case astrologiche. Vengono messe in luce le relazioni tra la disposizione degli orologi solari, la costruzione di anamorfosi e la teoria della prospettiva.

W. Leenders progetta un gazebo esagonale con un'apertura circolare sul tetto. Il fascio di luce che cade su un angolo interno del gazebo avrà la forma di un cuore. Correttamente allineato, la struttura funge da "meridiana", mostrandone l'effetto specificamente a mezzogiorno. Lo stesso effetto si può notare su un monumento funebre nel cimitero di Laeken, vicino a Bruxelles.

La Redazione comunica che il Planetario Zuylenburgh ha recentemente fondato una casa editrice. La sua prima pubblicazione è "The Astronomical Clock by Paulus and Ghiesbreght"; una "Biografia Culturale di uno strumento notevole dei Paesi Bassi austriaci del XVIII secolo", del Dott. Huib Zuidervaat. L'orologio è stato recentemente restaurato da Pieter de Ruiter.

F. Maes descrive un orologio solare a gnomone conico posizionato nel Parco del Belvedere a Mondovì (CN). Il cono è diviso verticalmente a metà e le due parti sono collegate da due piani, in modo che non possa rotolare via. Un'idea di Giuseppe Viara, che ha progettato altri tre quadranti nel parco: uno verticale sulla parete di una torre, uno analemmatico e una sfera armillare con gnomone sagomato a solido di rotazione che corregge l'EdT.

H. Hietbrink usando la trigonometria sferica affronta il tema dell'angolo di levata del Sole $\cos(\alpha) = \sin(\varphi)/\cos(\delta)$ già affrontato nel numero 2024.3 della presente rivista. Viene qui dimostrata l'esattezza della precedente formula.

H. Wilschut presenta il nuovo quiz ispirato al personaggio dei fumetti Tintin dubbioso sull'esattezza di un orologio solare Inca.

Frans Maes fornisce la soluzione del quiz del numero precedente.

“Zon&Tijd” Bollettino delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga

N. 155 - 2025.4



Editoriale: Un nuovo anno solare in arrivo

Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese

Notizie editoriali

Notizie dall'Associazione Gnomonica Fiamminga

Nuovo orologio solare a Leidsche Rijn

Méridien o méridienne

Segui la tua ombra

L'orologio solare tascabile con quadrante lunare di Gerardus Brand

Orologio solare misterioso a Dinkelsbühl (D)

Il turista gnomonico ha visitato Alphen aan den Rijn

Orologi solari “blues” a Parigi

Tabelle δ-E

Calcolo dell'azimut del Sole senza la latitudine

Il quiz precedente: Tintin

Le foto degli orologi solari create con l'AI non sono ancora soddisfacenti

Il nuovo quiz: Safari gnomonico

Resoconto dell'incontro del 20 settembre a Tricht

Redazione

Segreteria

Segreteria

Hendrik Hollander

Eric Daled

Willy Leenders

Siebre van der Werf

Janny Wijchman & Frans Maes

Hans Schipper

Hans Wilschut

Redazione

Andre Reekmans

Hans Wilschut

Willy Leenders

Janny Wijchman

Segreteria

La Redazione nel consueto editoriale introduttivo annuncia la fine dell'anno solare in corso e l'inizio di uno nuovo. Il solstizio d'inverno avrà luogo domenica 21 dicembre alle 16:03 TMEC. A Newgrange, circa 50 km a nord di Dublino si trova un tumulo datato 3200 a.C. dove alle 8:58 GMT un raggio di Sole, attraverso una piccola apertura e un canale lungo 19 m., arriva a illuminare improvvisamente la camera funeraria.

<https://www.worldheritageireland.ie/publication/winter-solstice-phenomenon-at-newgrange-research-report-2024/>.

Dalla Associazione Gnomonica Olandese, a cura della Segreteria, arriva l'invito a partecipare alla consueta riunione il 24 gennaio a Tricht durante la quale avverrà la conferenza di Theo Jurriens sulla ricerca delle eclissi solari in tutto il mondo.

Durante la giornata si svolgeranno eventi laboratorio, vendita di libri, escursioni, ecc. Gerard van den Braak ha aggiornato il registro degli orologi solari dei Paesi Bassi, accessibile solo ai soci. Si invitano inoltre gli iscritti ad aderire al gruppo di messaggistica “Signal” simile a “WhatsApp”. Fino la 10 maggio 2026 sarà visitabile la mostra "It's About Time" al Groninger Museum di Groninga.

L'Associazione Gnomonica Fiamminga si è sciolta. Tutti numeri della rivista Zonnetijdingen sono stati resi disponibili sul sito web dell'Associazione Gnomonica Olandese al sito www.zonnwijzerkring.nl/57-vlaanderen.php.

Il primo vero articolo di questo numero è a cura di H. Hollander il quale è stato contattato da una società (<https://destrakkehand.nl/>) composta da un gruppo di pittori che realizza grandi pitture murali, al fine di collaborare a un progetto volto a includere un orologio solare (2.40 m di diametro) in un murale a Leidsche Rijn, una nuova zona residenziale di Utrecht.

E. Daled spiega nel secondo brevissimo articolo la differenza tra le parole francesi “méridien” e “méridienne” (meridiano e linea meridiana). La trattazione prende spunto dalla strada che corre a nord del vecchio Osservatorio Reale nella bilingue Bruxelles. Essa si chiama Rue du Méridien e Middaglijnsstraat.

W. Leenders ha trovato due strade che casualmente si trovano esattamente sulla direzione nord - sud ad Hasselt sua città natale. A Bruxelles, la strada a nord del vecchio Osservatorio Reale fu tracciata intenzionalmente in questo modo. Descrive inoltre diverse linee meridiane esistenti in Belgio.

S. van der Werf esamina molto dettagliatamente nel suo articolo un quadrante tascabile del 1634 con quadrante lunare del maestro orologiaio Gerardus Brand conservato nel “Museo sull'A” di Groninga. Un elemento raro dell'orologio è un disco con un quadrante verticale orientato verso est o ovest. Il tracciato di questo quadrante non è molto preciso. René Descartes stimava molto Gerardus Brand come orologiaio.

J. Wijchman & *F. Maes* scoprono un orologio solare rivolto a est sulla cattedrale di San Giorgio a Dinkelsbühl (Germania meridionale). Esso è composto da due quadranti, quello sinistro delineato come un quadrante canonico, quello destro che mostra una linea a 45° con i numeri dal 7 all'11. Avrebbe dovuto indicare gli orari di lavoro estivi e invernali per i lavoratori, ma il suo funzionamento rimane poco chiaro.

H. Schipper durante una visita turistica a Alphen aan den Rijn scopre in un parco cittadino un bell'esemplare di sfera armillare, non ancora registrato nel database della associazione, sebbene risale al 1936 e sia stata restaurata nel 2013.

H. Wilschut in visita turistica a Parigi si avvale del libro "Cadrans Solaires de Paris" di A. Gotteland e G. Camus come guida gnomonica. Ha visitato gli orologi solari del IV e V "arrondissement" della città descrivendoli in questo articolo.

A. Reekmans presenta un brevissimo articolo completamente matematico. Oltre ai metodi di trigonometria analitica e sferica pubblicati in precedenza, l'autore fornisce una soluzione utilizzando la geometria planare classica per dimostrare che $\cos(\delta) \sin(AH) = \cos(h) \sin(AZ)$ [δ = declinazione, AH=angolo orario, h= altitudine, AZ= azimut].

H. Wilschut fornisce la soluzione al quiz illustrato nel numero precedente.

W. Leenders prova a cimentarsi con la generazione di immagini virtuali di ChatGPT: Willy ha richiesto di disegnare un orologio solare con una persona la cui ombra indichi l'ora, e in particolare un quadrante analemmatico. I risultati non sono stati soddisfacenti.

J. Wijchman formula il nuovo quiz. Con l'aiuto di un cruciverba e del registro degli orologi solari occorre scoprire i luoghi in cui si trovano gli orologi solari. Nei Paesi Bassi o nelle Fiandre ?

Nell'ultimo articolo a cura della *Segreteria* un riassunto dell'incontro avvenuto il 20 settembre a Tricht.

- Nel workshop mattutino, Hendrik Hollander ha insegnato come usare un astrolabio.
- Nella sessione pomeridiana, Siebren van der Werf ha tenuto una conferenza su "3000 anni di astronavigazione" (che è anche il titolo di un libro da lui scritto). Molto altro materiale è sul sito <https://siebrenvanderwerf.nl/>, in parte liberamente scaricabile.
- Nella sezione "Tavola Aperta", Hans Wilschut ha illustrato "Zwexcel", un programma Excel per il calcolo degli orologi solari, basato sulle formule di Fer de Vries. Il file Excel è disponibile all'indirizzo: <https://www.dezonnewijzerkring.nl/45-bereken.php>
- Job van de Groep ha portato con sé un modello di una cappella funeraria di Laeken, Bruxelles. Il mausoleo è un edificio esagonale con un foro circolare in cima. Quando il Sole splende attraverso il foro, si può vedere un punto luminoso a forma di cuore. Gli articoli di giornale affermano spesso che questo si verifica solo il 21 giugno, in un momento ben preciso. Con il modello di Job e una torcia, è facile vedere che questo effetto luminoso a forma di cuore si verifica più spesso e in più giorni dell'anno. (n.d.t – Vedere effetto cuore dell'orologio solare presentato al XXIV Seminario (Gorizia) dal "nostro" Roberto Baggio....nel senso dello gnomonista non del calciatore !)
- Jan Hogendijk è impegnato presso l'Istituto per la Storia delle Scienze Arabo-Islamiche di Francoforte. L'istituto promuove il lavoro del professore turco Fuat Sezgin e ospita numerosi antichi strumenti islamici e repliche. Molto materiale reperibile sul suo sito: <https://jphogendijk.nl/>
- Peter de Groot sperimenta con aste trasparenti poste come gnomone in un orologio solare equatoriale, producendo una caustica (freccia luminosa) che indica l'ora.
- Jan ten Bohmer è coinvolto nella ricostruzione di un antico orologio solare sulla chiesa di Borculo, un villaggio olandese gravemente danneggiato da un tornado 100 anni fa.
- Hendrik Hollander progetta cartoline con orologi solari. Tra queste c'è un orologio solare equatoriale con 12 ore disposte in cerchio, come sul quadrante di un orologio.

“Cadran Info” della Commission des Cadrans Solaires (Société Astronomique de France)

N° 52 - ottobre 2025



Gnomonica del Cerchio Universale	David Alberto
Previsioni delle maree dal VII secolo alla metà del XX secolo, da Beda il Venerabile ad Antoine Marie Chazalon	Dominique Bénéult
Un Fratello, le Stelle e un Orologio a pendolo: L'invenzione dimenticata di Cimiez	Jean-François Consigli
L'orologio solare della Chapelle du Pénity a Locronan - Una scoperta	Jean-Paul Cornec
Monumenti dei tropici a Taiwan	Louis de Dinechin
La curva Equazione del Tempo e il suo utilizzo negli orologi solari	Esteban Esteban Peñalba
Il Regolo dei Faraoni e due dei suoi adattamenti moderni	Paul Gagnaire
Calcolo del tempo apparente risultante da errori che interessano tutte le variabili di un orologio solare piano	Gérard Hory
Restauro di un quadrante del 1800 a Plougonvelin	Pierre Labat-Ségalen
Catalogo ragionato degli astrolabi di Abu-Bakr (inizio XIII secolo, Marrakech)	Éric Mercier
Allineamenti e Tesori	Philippe Sauvageot
Due orologi solari di altezza con gnomoni fissi	Denis Savoie
Variazioni su un tema di Ipparco	Nicola Scarpel
Frammenti di una clessidra	Jean Scordia
Calcoli concisi per qualsiasi orologio solare piano	Gilbert Vincent

Apri questo numero un articolo di *D. Alberto* che illustra il Cerchio Universale. Esso è un foglio di carta di circa 40 × 33 cm su cui sono disegnate diversi tracciati e scale. Il suo autore, Georges Boissaye du Bocage (figlio), lo fece pubblicare con una guida per l'utente “Spiegazione e uso di una parte del Cerchio Universale” nel 1683. Progettato per l'insegnamento dell'idrografia e la navigazione, tra le sue numerose caratteristiche, questo diagramma include una variante dell'astrolabio di Rojas per la determinazione dei parametri solari, nonché le linee orarie di un orologio solare orizzontale.

Nel secondo articolo *D. Bénéult* (capitano di lungo corso) analizza le previsioni delle maree dal VII secolo alla metà del XX secolo ovvero da Beda il Venerabile ad Antoine Marie Chazalon. Si completa in questo modo quanto già presentato nel numero 49 di *Cadran Info*. Vengono elencati alcuni problemi astronomici che è possibile risolvere utilizzando lo strumento di John Blagrave illustrato nei libri 3 e 4 della sua opera.

J.F. Consigli ci parla di Padre Ildefonso de Gazzo (Bartolomeo-Natale Lucifredi), nato il 25 dicembre 1830 a Gazzo oggi frazione di Borghetto d'Arrosia in Liguria. Era un frate francescano raccolto che univa alla vocazione spirituale la passione per la scienza. Ordinato sacerdote nel 1856 dopo un noviziato a Cimiez sulle alture di Nice, si distinse per il suo talento nell'insegnamento, nell'architettura e nell'astronomia. La sua eredità include due creazioni straordinarie conservate presso il convento francescano di Nice: un orologio astronomico unico nel suo genere e una meridiana di altissima precisione, testimoni della sua conoscenza e curiosità nell'osservazione delle stelle.

J.P. Cornec propone un suo contributo nato a seguito di una segnalazione giunta nel luglio 2025 alla Commissione da parte di Hervé Le Bihan, tessitore di Locronan, sulla presenza di un semicerchio graduato nella Chapelle du Pénity di Locronan. Inciso su una pietra vicino a un'apertura della navata, è stato identificato come un raro caso di orologio solare canonico. La sua recente scoperta durante un pellegrinaggio della Grand Troménie è probabilmente dovuta al fatto che era difficile notarlo in assenza di luce radente. Probabilmente risalente alla fine del XV secolo, questo orologio solare in granito presenta un arco di 25 cm con 15 linee, una disposizione molto insolita. Vengono descritte tutte le operazioni intraprese, passo dopo passo, per eseguire il restauro dell'orologio solare nel chiostro dell'Abbazia di Cadouin.

L. de Dinechin dopo un viaggio a Taiwan scopre 4 monumenti che indicano la posizione del Tropico del Cancro che attraversa l'isola. Assumendo il valore attuale dell'inclinazione dell'asse terrestre a $23.^\circ 4385$ ha studiato le differenze tra la posizione dei monumenti e l'attuale posizione del Tropico del Cancro. Sembra che questi monumenti siano approssimativamente distribuiti attorno alla latitudine corrispondente all'obliquità della Terra intorno al 1911, anno della fondazione della Repubblica Cinese da parte di Chiang Kai-shek.

E. E. Peñalba analizza gli aspetti relativi alla asimmetria della curva a forma di otto dell'Equazione del Tempo, dovuta al fatto che la durata del giorno vero del Sole non è sempre esattamente di 24 ore. L'Equazione del Tempo indica nel corso dell'anno la differenza tra l'ora solare vera e quella media indicata dall'orologio. Questo articolo spiega come applicare l'equazione del tempo agli orologi solari analemmatici.

P. Gagnaire dopo aver studiato il Regolo d'altezza usato dagli antichi Egizi, prova a realizzare alcuni interessanti modelli di orologi d'altezza orizzontali e verticali ad ore Temporarie, sfruttando lo stesso principio ma alle nostre latitudini.

G. Hory analizza come agiscono gli errori introdotti nei parametri che definiscono un orologio solare piano e come influiscono alla fine sulla lettura dell'ora. Inoltre mediante l'ausilio di due quadranti verticali gemelli, con declinazione sfasata di 90° , egli riesce a trovare la latitudine del luogo e la direzione del meridiano.

P. Labat-Ségalen analizza un quadrante bretone dell'epoca della rivoluzione datato 1800, e ne descrive sommariamente il restauro. Esso fu strappato dalla sua sede durante la tempesta "Ciaràn" abbattutasi sulla Bretagna nella notte dei primi di novembre 2023. Pur essendo le linee orarie non correttamente calcolate viene comunque posizionato un nuovo gnomone che ovviamente indicherà le ore in modo errato.

L'articolo di *É. Mercier* propone un inventario critico degli astrolabi attribuiti ad Abū-Bakr. Dei 12 strumenti identificati, solo 8 possono essere inclusi nel suo catalogo. Tra questi, solo uno (quello conservato a Tolosa) è completo e intatto. Gli altri sono stati modificati in varia misura e/o hanno perso la loro struttura originale.

P. Sauvageot, per rispondere al quesito posto da un appassionato relativamente al misterioso tesoro dell'isola di Oak, compie un interessante studio sugli elementi necessari per produrre due allineamenti paralleli tra loro a grande distanza. Dopo avere analizzato l'evoluzione storica del problema giunge alla conclusione che una possibile soluzione comincia a intravedersi solo agli inizi del XVIII secolo.

D. Savoie studia nel suo articolo un orologio solare verticale portatile del Musée des Augustins e di un orologio solare orizzontale del Germanisches National Museum. Gli orologi solari portatili spesso richiedono l'impostazione della data, cosa che non avviene in questo caso poiché gli gnomoni sono fissi. Inoltre, la geometria del disegno del primo orologio solare è assolutamente unica, con i suoi cerchi della data decentrati; egli dimostra che la sua attribuzione a Erasmus Habermel è insostenibile. Per quanto riguarda il secondo orologio solare, esso appartiene alla rarissima classe degli orologi solari orizzontali d'altezza.

Dal circolo di Ipparco, il "rilevatore di equinozi", *N. Scarpel* ha estrapolato un "rilevatore di solstizi", strumento esteticamente gradevole e didatticamente efficace. (Argomento già trattato nella nostra rivista al n. 28 dell'agosto 2022 dallo stesso Scarpel assieme a Sommaruga).

J. Scordia studia alcuni nuovi frammenti di clessidra (orologio ad acqua) provenienti dall'antico Egitto. Si tratta di una prosecuzione dello studio della clessidra di Karnak (Cadran Info n. 31, 2015) e dei frammenti esposti a New York nel 2016 in occasione della mostra "Time and the Cosmos in Greco-Roman Antiquity" (Cadran Info n. 35, 2017).

G. Vincent scrive questo articolo rivolgendosi a coloro che hanno una buona conoscenza pratica degli orologi solari e desiderano eseguire da soli i calcoli. I metodi proposti offrono possibilità personalizzate molto interessanti per facilitare la progettazione e la verifica dell'orologio solare, soprattutto se lo gnomone viene posizionato prima della tracciatura delle linee. Il nucleo di questo studio si basa sulle coordinate polari, particolarmente adatte alla geometria degli orologi solari e la cui implementazione è qui notevolmente semplificata. Dalle formule proposte sono facilmente ricavabili i valori inversi, ovvero dato un punto d'ombra è possibile ricavare le coordinate del Sole.

Tra le "Notizie varie" nella sezione "Ultime scoperte o realizzazioni" citiamo: Yves Guyot con il suo nuovo l'orologio solare a La Tieule; Louis de Dinechin con un orologio solare a Champagny; Philippe Sauvageot segnala un orologio solare di altezza portatile, venduto su un sito di aste pubbliche. Lo strumento fu brevettato dal suo costruttore François Cicile Larbre nel 1866; Paul Gagnaire ha intrapreso uno studio storico e gnomonico del monumentale orologio solare di Nida in Lituania; Philippe Sauvageot annuncia la riscoperta in una proprietà privata nella regione del Giura di un blocco gnomonico alto 30 cm composto da tre pietre incise; Serge Malassinat riproduce un doppio quadrante verticale

ed orizzontale avente un unico spesso gnomone in comune, il tutto in PVC, ispirandosi ad un quadrante simile ricavato anticamente da un unico blocco di pietra; Jean-Michel Ansel ha costruito una sfera armillare sulla tomba della moglie; Claude Gahon aggiunge due nuove realizzazioni e arriva così all'esemplare n. 130.

Gilbert Denis, Paul Gagnaire, Gilles Montambaux, Gérard Hory, Marc Sauzéat, Denis Schneider, Joseph Theubet, Michel Brialix partecipano alla rubrica "Lettere ed E-mail gnomoniche".

Vengono presentati nella apposita sezioni alcuni libri:

“Cadrans solaires des abbayes de France” il quinto volume digitale scritto da François Bocqueraz. Dopo l'esplorazione delle meridiane di Parigi, di quelle lungo il Cammino di Santiago e di quelle della Sindone di Torino, in quest'opera tratta degli orologi solari delle abbazie francesi. Per ottenere il libro su una chiavetta USB: contattare l'autore via email all'indirizzo François Bocqueraz firstsavoie@gmail.com. Prezzo € 22,50 (spedizione tracciata), pagamento principalmente tramite assegno.

“Silently I speak: Timeless Latin Sundial Mottoes, Their Meaning & Music” di James P. Giangola. Il libro in lingua inglese è scaricabile gratuitamente in forma digitale all'indirizzo <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29438366>.

“Cadrens Solaires pour Tous”

N. 17 - Autunno 2025



Editoriale

Attualità

Una bussola di declinazione solare antidiluviana

I quadranti a stilo sagomato

Un'eclisse solare due volte all'anno nel proprio giardino

Evitare che il Sole sia mascherato....

Lunghezza dell'ombra su un quadrante orizzontale

Orologio solaire Maillefer di Buchillon, Svizzera

Claudio Tolomeo, l'apogeo e la fine della scienza greca

Ore legali del levare, culminare e tramontare del Sole in Francia

Orologi solari sulle carte di OpenStreetMap

La gnomonica in Polonia - Ieri e oggi

Ora solare senza la latitudine

Costruire un orologio solare con incisione/taglio laser

Giochi ed enigmi. Soluzioni dei giochi ed enigmi

Raggi di Sole

Ferdinando Roveda

Yvon Massé

Yves Opizzo

Roger Torrenti

Pierre-Louis Cambefort

Pierre-André Reymond

Michèle Tillard

Francis Reymann

David Alberto

Rafal Zaczekowski

Henri Gagnaire

François Blateyron

Claude Gahon

Il breve Editoriale è seguito da due pagine di notizie gnomoniche.

L'articolo di *F. Roveda* ci parla di una sorta di “strumento” descritto nel “libro di Enoch” (uno dei testi apocrifi della Bibbia, scritto prima del diluvio universale): piantando una serie di pali nelle direzioni del sorgere e del tramontare del Sole nel corso dell'anno, si ottiene uno strumento che permette di individuare i punti cardinale e la stagione dell'anno.

Proseguendo il discorso già iniziato in un suo articolo precedente, *Y. Massé* descrive nel dettaglio la geometria di un orologio equatoriale con gnomone sagomato in modo da indicare l'ora media, correggendo per l'equazione del tempo.

Y. Opizzo insegna come sistemare nel proprio giardino due sfere, simulanti nella giusta scala la Terra e la Luna, in modo da osservare due volte all'anno, agli equinozi, l'ombra della Luna scorrere sulla Terra, riproducendo un'eclisse.

R. Torrenti ci spiega come verificare, prima della costruzione di una meridiana, che la parete prescelta sia illuminata dal Sole per la maggior parte del tempo, stimando la presenza delle ombre portate dagli ostacoli vicini (alberi o altro).

L'articolo di *P. L. Cambefort* presenta un esercizio di trigonometria sferica: la stima della lunghezza dell'ombra dello gnomone su una meridiana orizzontale.

P. A. Reymond descrive un orologio solare di notevoli dimensioni, ispirato agli anelli solari equinoziali usati nei secoli XVI e XVII, realizzato da Charles Maillefer, e installato a Buchillon, nel cantone svizzero del Vaud. La presenza della lemniscata permette di leggere anche l'ora media.

M. Tillard ci fa conoscere l'opera di Claudio Tolomeo: astronomo, geografo e astrologo nell'antichità ellenistica.

L'articolo di *F. Reymann* presenta semplici formule e la possibilità di scaricare gratuitamente un foglio Excel per determinare l'ora legale del sorgere e del tramontare del Sole in Francia (ma utilizzabile anche per le località italiane).

D. Alberto ci insegna come ricercare sulle carte di OpenStreetMap (www.openstreetmap.org) le posizioni dei molti orologi solari in esse memorizzati; spiega inoltre come inserire i dati di altri orologi solari.

R. Zaczekowski ci fa scoprire lo sviluppo della gnomonica e la situazione degli orologi solari in Polonia.

L'articolo di *H. Gagnaire* presenta un grafico sul quale è possibile stimare l'ora solare, una volta note l'altezza, l'azimut e la declinazione del Sole, senza la necessità di conoscere la latitudine del luogo. Descrive anche due semplici dispositivi per rilevare l'azimut e l'altezza del Sole.

F. Blateyron informa che la più recente versione del suo software per la progettazione di orologi solari *Shadow* (www.shadowspro.com) consente di salvare i file dei progetti in un formato che può essere direttamente inviato a una macchina per l'incisione o il taglio al laser del quadrante e dello gnomone.

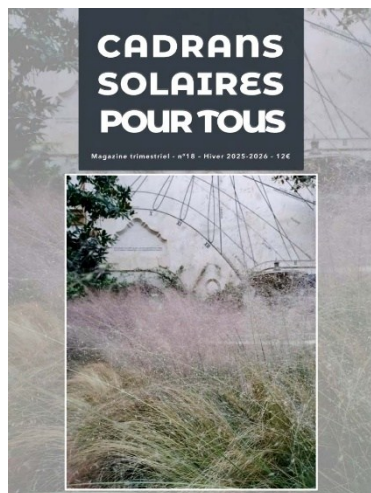
Troviamo poi gli usuali Quiz di argomento gnomonico, subito seguiti dalle relative soluzioni.

Segue la presentazione di un altro orologio solare di *C. Gahon*: questa volta è un semplice e simpatico orologio equatoriale con i piani orari identificati da una serie di raggi.

Infine, sulla terza di copertina, si trova uno schema che riassume i quattro sistemi di coordinate utilizzati in astronomia: coordinate Locali, coordinate Orarie, coordinate Equatoriali e coordinate Eclittiche.

“Cadrans Solaires pour Tous”

N. 18 - Inverno 2025-2026



Editoriale

Attualità

Linee e punti degli orologi solari

Il sapere e la luce: un'avventura collettiva

Quadrante azimutale

Orologio solare orizzontale a rifrazione

Le “ore canoniche” dei quadranti canonici

Una meridiana orientata est-ovest!

I quadranti a stilo sagomato (2/2)

Formule per un orologio analemmatico orizzontale

Un quadrante dei Gesuiti in Cina

Diagramma solare alla latitudine specificata

Strasburgo, 2017, un'annata eccellente!

Come tracciare un orologio solare a canottiera?

Giochi ed enigmi. Soluzioni dei giochi ed enigmi

Riflessioni

Maria Luisa Tuscano

Abdellatif Bendahhou

Henri Gagnaire

David Alberto

Francis Reymann

Yves Opizzo

Yvon Massé

Pierre-Louis Cambefort

Roland Trotignon

Ferdinando Roveda

Roland Querry

Roger Torrenti

Claude Gahon

L'Editoriale ci fa sapere che le foto delle copertine sono quelle premiate al concorso fotografico 2025, ed è seguito da due pagine di notizie di interesse per gli gnomonisti.

L'articolo di *M. L. Tuscano* spiega cosa rappresentano esattamente le linee, orarie e diurne, e i punti riportati sui quadranti degli orologi solari. A titolo di esempio presenta due orologi solari Siciliani.

Nell'articolo seguente *A. Bendahhou* ci racconta un'esperienza didattica, basata sulla costruzione di due orologi solari, condotta in una scuola di Boujdour, nel sud del Marocco. Scopo dell'attività era quello di acuire la curiosità scientifica degli studenti.

L'articolo di *H. Gagnaire* descrive un semplice strumento a tavoletta che permette di misurare la declinazione della parete alla quale viene appoggiato, ma che può anche funzionare come orologio di azimut.

D. Alberto mostra come costruire un orologio solare geografico orizzontale in un cilindro parzialmente riempito di acqua, tenendo conto dell'effetto di rifrazione nel passaggio da aria ad acqua.

F. Reymann discute il significato e le spaziatore delle linee orarie sugli orologi canonici medievali, osservando come esse in molti casi si riferiscano ai momenti destinati alle preghiere, più che a una precisa ripartizione del tempo.

Nel suo articolo, *Y. Opizzo* descrive come una serie di gnomoni, di diversa lunghezza e sistemati su una linea con orientamento est-ovest, possa dare giochi d'ombra di interesse spettacolare e didattico.

Proseguendo un discorso già iniziato, *Y. Massé* descrive nel dettaglio la geometria di un orologio equatoriale con gnomone sagomato in modo da indicare l'ora media, correggendo per l'equazione del tempo.

L'articolo di *P. L. Cambefort* presenta le formule e i consigli per la costruzione di un classico orologio solare analemmatico orizzontale.

R. Trotignon descrive un orologio solare seicentesco realizzato in Cina dal gesuita Johann Adam Schall von Bell, e conservato a Pechino. Il quadrante ha le divisioni temporali in uso in Cina a quel tempo, ma rompe con la tradizione cinese, in quanto è del tipo orizzontale e non equatoriale. Cita anche la presenza in Cina di un altro quadrante simile, dello stesso autore.

L'articolo di *F. Roveda* mostra come tracciare un grafico che, alle diverse ore del giorno, lega altezza e azimut del Sole, nelle località fuori dalle zone temperate, cioè oltre i circoli polari o comprese tra i due tropici.

Nel suo articolo *R. Querry* racconta come nel 2017, dopo un incontro a Strasburgo con gli gnomonisti della CCS, abbia deciso la costruzione di tre orologi solari, poi realizzati negli anni successivi a Bagnolet, sua città di residenza.

R. Torrenti descrive come progettare un orologio solare “a canottiera”: si tratta di un orologio murale a mensola, giacente nel piano equinoziale e sagomato sui lati in modo tale da ricordare la sagoma di una maglietta canottiera.

Troviamo poi gli usuali Quiz di argomento gnomonico, subito seguiti dalle relative soluzioni.

Segue la presentazione di un altro orologio solare di *C. Gabon*: questa volta è un orologio equatoriale con un doppio gnomone riflettente e il quadrante translucido, così da consentire la lettura dell'ora nel corso dell'intero anno.

“La Busca de Paper” della Societat Catalana de Gnomonica (SCG)

N. 108 – Estate 2025

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



Addio all'amico Francesc Clarà	La Redazione
L'App Mysundial	César Busto
Una rarità gnomonica	Carlos Esteve Secall
Il lungo viaggio di un Astrolabio Andaluso	Eduard Farrè
Meridiane a maglietta e la gilda dei tagliapietre di Saragozza	Eduardo Lavilla
Balata di Kurtuba: esempio delle conoscenze scientifiche dell'epoca andalusa	Esteban Martinez
Otos, il paese delle Meridiane	Joan Olivares
Orologi a cappello: 20 anni di ricerca scientifica e storica	Manuel Pizarro Gavilán
Gnomonica: nuovi stimoli e concetti	Agustin Serés Santamaria
Partecipanti al Convegno: Caricature di Esteban Martinez	

In apertura, la Redazione dedica un commosso addio all'Amico, al collaboratore, al Socio onorario della SCG, Francesc Clarà.

Segue una raccolta delle relazioni presentate in occasione del convegno “CÓRDOBA 2025” (21-23 marzo 2025), che danno corpo a questo numero della rivista.

C. Busto presenta un'interessante applicazione, MySundial, che consente di tracciare il percorso di una meridiana azimutale su Google Maps e di leggere l'ora solare, utilizzando come gnomone l'ombra di un qualsiasi oggetto verticale che troviamo quotidianamente per strada, come ad esempio il bordo di un edificio o un lampione. Come riferimenti per la posizione dell'ombra, si usano oggetti che fanno parte del terreno su cui siamo soliti camminare e che sono visibili su Google Maps. È possibile servirsi della App per individuare a che ora di un certo giorno dell'anno l'ombra dello spigolo di un edificio, o di un monumento, avrà una direzione desiderata.

L'articolo successivo (C.E. Secall) presenta un estratto dalla sua opera inedita "*Quadrantes solares con historia. Málaga y provincia*" in cui descrive dettagliatamente le caratteristiche di una curiosa meridiana situata a Málaga, un antico orologio solare in marmo, molto complesso, murato nella parete di un edificio. Prende spunto da questo orologio, per fare una breve storia dei quadranti multipli dal 1500 alla fine del 700, con richiami alla astrologia. L'orologio preso a riferimento era originariamente una meridiana su piano orizzontale con le indicazioni delle ore comuni, italiane, babiloniche e ineguali, con l'aggiunta del quadro settimanale dei pianeti che reggono ogni singola ora del giorno.

Segue (E. Farrè) il racconto delle caratteristiche e delle vicissitudini di un Astrolabio andaluso dell'XI Sec., attualmente in un Museo di Cracovia: le iscrizioni originali sono in Arabo, ma ad esse sono state aggiunte, probabilmente nel XIV Sec., iscrizioni in Catalano. L'autore dell'articolo illustra ampiamente le caratteristiche dello strumento, traducendo le iscrizioni originali, con l'elenco delle undici Latitudini per cui è stato costruito. Segue l'elenco di nobili, astrologi, costruttori di strumenti che, secondo documenti del 300-400, possono essere stati proprietari dello strumento. Dopo la metà del 400 è stato di proprietà dell'astrologo polacco Marcin Bylica, che ha viaggiato molto per l'Europa e particolarmente in Italia, al servizio di vari Re, Cardinali; ha terminato la sua vita a Cracovia, come astrologo del Re. Per testamento ha lasciato libri, documenti e strumenti alla Università di Cracovia, dove sono conservati.

Un breve articolo illustra (E. Lavilla) l'orologio polare ricavato da lastre di pietra rettangolari di adeguato spessore, costituito da tre “quadranti” semicilindrici disposti su tre lati; l'aspetto della lastra così modificata ricorda una maglietta

senza maniche. Esso era costruito in esclusiva dalla gilda dei tagliapietre di Saragozza alla fine del 700. Una parte significativa dell'articolo è dedicata all'ovvia influenza che i maestri scalpellini hanno avuto sull'aspetto di questo tipo di meridiana in diverse città della penisola iberica. Le fotografie illustrano alcuni degli orologi dell'epoca ancora esistenti.

Il frammento di un antico quadrante su lastra di pietra, reperito a Cordova, è l'occasione (*E. Martínez*) per illustrare le conoscenze scientifiche del periodo dell'occupazione araba dell'Andalusia. L'autore illustra ampiamente il quadrante trovato, traducendo le iscrizioni, e completando idealmente, sulla base di testi arabi dell'epoca, la parte mancante.

Otos, un paese di 450 abitanti, vanta oggi 45 orologi solari, per la maggior parte costruiti negli ultimi 20 anni. L'articolo (*J. Olivares*) racconta il progetto e l'impegno profuso dagli abitanti per diffondere l'arte e la scienza della gnomonica, nonché far conoscere la città di Otos e promuoverne il turismo. Oggi si organizzano le visite guidate alle meraviglie gnomoniche locali. Le illustrazioni mostrano alcuni murales in cui la presenza della meridiana è uno degli elementi costanti.

Gli orologi con gnomone multiplo a cappello, o comunque cilindrici, sono l'oggetto di interesse ventennale dell'autore dell'articolo *M. Pizarro Gavilán*. Nel suo articolo egli illustra quanto ha potuto reperire di esistente e fa una panoramica storica, a partire dalle illustrazioni di Kircher fino alle varianti moderne, come ad esempio l'orologio costruito da Denis Savoie utilizzando la cornice della diga di Castillon.

Le 26 meridiane illustrate nell'articolo di *A. Serés Santamaria*, sono opera dell'autore dell'articolo, medico specialista in genetica. Egli sostiene che ciascuna di esse è stata progettata e costruita in relazione ad ambiente e criteri di leggibilità studiati volta per volta. L'articolo termina con l'illustrazione di un orologio polare molto complesso, che rappresenta la Terra con i suoi elementi e la Vita, e sarà dedicato a G. Mendel, il padre della genetica moderna, nel bicentenario della sua nascita.

Dalla Redazione di Orologi Solari

In questo numero La Busca apre con un lungo ricordo di Francesc Clarà, mancato il 19 agosto 2025 all'età di 95 anni. Personaggio molto importante per la Società Gnomonica Catalana e per la comunità gnomonica in generale, la Redazione della Busca gli dedica un commosso addio e offre un resoconto della sua vita, in particolare del suo rapporto con le meridiane e della sua dedizione alla loro costruzione, restauro e, soprattutto, promozione.

Rattristati per la notizia, ricordiamo che è stato collaboratore anche della nostra rivista Orologi Solari, che ha tradotto e pubblicato diversi suoi articoli negli scorsi anni. Lo ricordiamo in questo numero pubblicando la traduzione di un suo contributo sugli orologi proiettivi. Clarà era socio onorario della società Catalana di gnomonica e membro del comitato di redazione di "La Busca de paper", la rivista di gnomonica catalana. Parlava bene italiano e in più occasioni ha tradotto articoli di autori italiani in spagnolo e catalano.

Esprimiamo il nostro cordoglio alla famiglia e alla Redazione della Busca de paper.



Pubblicazioni

DANIELE L. R. MARINI

IMAGO COSMI VISIONI DEL COSMO E STORIA DELLE MACCHINE ASTRONOMICHE

Data di pubblicazione: dicembre 2024

Pubblicato da: Springer

Lingua: Italiano

Formato: 15,5 x 23,5 cm,
451 pagine, con oltre 200 illustrazioni

Disponibile in versione cartacea o come e-book,
in particolare sul sito dell'editore:

link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-61808-6

ISBN 978-3-031-61807-9 versione cartacea

978-3-031-61808-6 versione e-book

Prezzo: 31,19 Euro per la versione cartacea

27,99 Euro per la versione e-book



Questo bel libro, che ha moltissime illustrazioni e il non indifferente pregio di essere in lingua italiana, ci racconta la storia delle tecniche per rappresentare il cosmo e in particolare il Sistema Solare.

La prima parte è essenzialmente dedicata ai modelli secondo i quali gli antichi concepivano il cosmo, alle mappe, agli astrolabi e alle sfere armillari, ed è seguita da una breve storia delle tecniche per la misurazione del tempo.

La seconda metà del libro è dedicata alla descrizione degli strumenti meccanici nati per simulare e mostrare il movimento degli astri: dalla macchina di Antikythera (alla quale sono dedicate 15 pagine) ai diversi complessi sistemi meccanici indicati con il nome di *Planetario*, *Tellurium* o *Orrey* (quest'ultimo termine derivato dal nome del possessore di uno dei primi di questi strumenti).

Al pensiero astronomico cinese e alle macchine meccaniche sviluppate in Cina sono poi dedicate circa 80 pagine.

Dopo un capitolo conclusivo, che ribadisce alcuni concetti storici e di terminologia, e che presenta anche un dettagliato elenco cronologico, vi sono tre brevi Appendici, che forniscono al lettore alcune nozioni di base:

- i concetti fondamentali dell'astronomia posizionale;
- alcuni concetti sulle definizioni e sulla misura del tempo;
- un elenco di parametri delle orbite planetarie.

Indice

- 1 - Introduzione
 - 2 - Uno sguardo nell'antichità
 - 3 - Il Cielo come macchina del tempo.
Le prime cosmologie
 - 4 - Una felice congiunzione astrale
 - 5 - Gli Strumenti
 - 6 - La prima macchina astronomica: Antikythera
 - 7 - Macchine e orologi astronomici dall'epoca araba al Rinascimento
 - 8 - Verso le macchine planetarie
 - 9 - Orrery e Planetari
 - 10 - Le macchine astronomiche italiane
 - 11 - Francia e Svizzera
 - 12 - La fioritura in Germania e Austria: i
Priestermechaniker
 - 13 - Il Pensiero filosofico e matematico cinese
 - 14 - Astronomia e macchine astronomiche cinesi
 - 15 - Conclusioni
- Appendice 1 - Astronomia posizionale
Appendice 2 - Sulla misura del tempo
Appendice 3 - Orbite planetarie
Glossario
Bibliografia

DANIELE L. R. MARINI

IL MANDATO DEL CIELO L'ASTRONOMIA NELL'ANTICA CINA

Data di pubblicazione: agosto 2025

Pubblicato da: Springer

Lingua: Italiano

Formato: 15,5 x 23,5 cm,
410 pagine, con 150 illustrazioni

Disponibile in versione cartacea o come e-book,
in particolare sul sito dell'editore:
link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-86026-3

ISBN 978-3-031-86025-6, versione cartacea
978-3-031-86026-3, versione e-book

Prezzo: 24,90 Euro per la versione cartacea
19,99 Euro per la versione e-book



“Il *Mandato del Cielo* è un concetto fondamentale nella storia e nella cultura cinese. Indica il patto sociale che il popolo stipula con il sovrano, il cui potere è concesso direttamente dal Cielo... Il diritto di governare è strettamente legato alla capacità del sovrano di mantenere l'armonia tra la terra e il cielo, garantendo l'ordine e la prosperità del paese attraverso riti propiziatori e seguendo le indicazioni delle divinazioni. Questo principio è alla base dell'astronomia cinese, il cui scopo principale era quello di fornire un mezzo per confermare la legittimità della sovranità imperiale tramite l'osservazione del Cielo”.

Queste frasi sono tratte dalla prefazione con la quale l'autore apre il testo di questo interessante libro, che è in lingua italiana ed è accompagnato da molte illustrazioni.

Nel seguito, i diversi argomenti sono sempre trattati confrontando la visione filosofica dell'astronomia del mondo cinese con quella propria del mondo occidentale. Attraverso una sintesi storica e culturale, l'autore indaga l'evoluzione delle visioni cosmologiche cinesi fino all'arrivo dei missionari gesuiti alla fine del XVI secolo, evento che segna l'inizio dell'incontro tra la scienza cinese e quella occidentale.

Di interesse per gli gnomonisti sono soprattutto le parti del capitolo 3 dedicata alla suddivisione e misura del tempo, nonché le pagine del capitolo 6 che riguardano gli strumenti astronomici, in particolare gli orologi solari.

Per quanto riguarda il primo tema, la concezione lineare del tempo (associata all'idea di progresso) e la concezione ciclica (legata alla staticità dei riti), rappresentano in generale i principi opposti che hanno influenzato lo sviluppo dell'astronomia: mentre in Occidente il tempo lineare ha promosso una visione dell'astronomia in continua crescita di conoscenza, in Cina il tempo ciclico ha portato a considerare l'astronomia come strumento per preservare l'armonia tradizionale.

Al fondo del volume, alcune appendici aiutano il lettore a meglio comprendere e ad approfondire i diversi argomenti trattati.

Indice

- 1 - Introduzione
- 2 - Una civiltà millenaria
- 3 - Il pensiero filosofico e religioso
- 4 - La Matematica
- 5 - L'astronomia
- 6 - Gli strumenti astronomici
- 7 - L'astronomia in Occidente
- 8 - Conclusioni
- Appendice A - Richiami di astronomia, mappe celesti e cronologia
- Appendice B - Note lessicali e glossari cinesi
- Appendice C - Crediti delle immagini
- Appendice D - Scritti cinesi
- Bibliografia

MARIO ARNALDI

TEMPUS ET REGULA

Orologi Solari Medievali Italiani

Vol. 4

LA PUGLIA, L'ABRUZZO,
IL MOLISE, LA BASILICATA

Opus Dei Project

Un archivio per lo studio e la tutela del patrimonio gnomonico medievale in Italia

Data di pubblicazione: 2025

Pubblicato da: Youcanprint

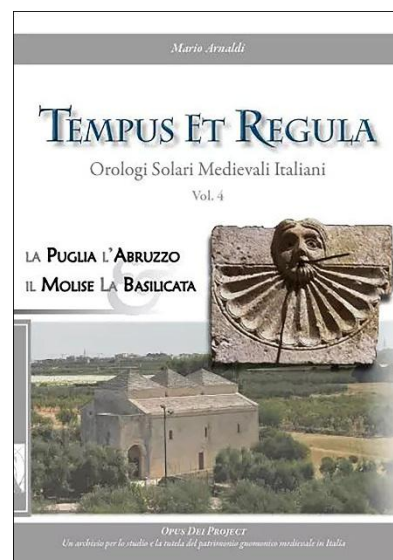
Lingua: Italiano

Formato: 17 x 24 cm, 224 pagine

ISBN 9791224030584

Prezzo: 35 Euro

Acquistabile sul sito dell'editore store.youcanprint.it
e in altre librerie on-line



Continua ad arricchirsi di nuovi contenuti il progetto Opus Dei Project (O.D.P) lanciato da Mario Araldi nel 1997, dedicato al censimento e allo studio degli orologi solari medievali italiani, per ridare la meritata dignità storica-gnomonica agli orologi solari medievali fissi presenti nel nostro Paese. È ora arrivato il quarto volume della serie "Tempus et Regula" dedicato agli orologi medievali della Puglia, dell'Abruzzo, del Molise e della Basilicata. Fa seguito al primo volume introduttivo "Le Origini e la Storia degli Orologi Solari Medievali", pubblicato nel 2010, al secondo volume dedicato alla Sardegna, pubblicato nel 2015, e al terzo volume dedicato alle Marche e all'Umbria, pubblicato nel 2020.

In questo libro sono elencati e studiati tutti gli orologi solari medievali trovati dall'autore nelle quattro regioni elencate nel titolo. La Puglia è quella che domina per numero di orologi solari medievali e per la loro bellezza; le altre regioni prese in considerazione in questo volume vantano orologi medievali interessanti, ma tutto sommato in numero esiguo. A ogni orologio solare è dedicata una scheda tecnica e storica, e spesso alcune note di approfondimento.

Per inquadrare lo sviluppo e le caratteristiche degli strumenti descritti sono stati presi in esame diversi argomenti a essi collegati. In particolare troviamo:

- un dettagliato glossario di gnomonica;
- una sintesi sul monachesimo nel meridione d'Italia;
- una descrizione dei sistemi orari del passato;
- la presentazione dello stato, nell'anno 2025, del censimento sugli orologi solari medievali in tutta Italia.

Questo volume, come i precedenti della serie "Tempus et Regula", non è un semplice catalogo degli orologi solari medievali di un territorio, ma uno studio che arricchisce gli aspetti tecnici e scientifici di ogni orologio solare con informazioni storiche di carattere generale. L'opera intende così essere uno strumento utile allo studio e alla tutela del patrimonio gnomonico medievale italiano; a esso gli enti giuridicamente preposti potranno attingere al fine di proteggere da cattivi restauri i pochi resti di cultura "scientifica" medievale che le pietre erose dal tempo sono ancora in grado di testimoniare.

Il linguaggio semplice, sebbene rigoroso, rende il testo accessibile a tutti gli appassionati di orologi solari e ai lettori curiosi delle scienze antiche.

Ulteriori informazioni sull' O.D.P si possono trovare sul sito dell'Autore marnaldi.wixsite.com/amarte/gnomonica.

Notizie gnomoniche

XXV Seminario Nazionale di Gnomonica a Matelica di Luigi Marcon (marconluigi@yahoo.it)

Si annuncia ufficialmente che il XXV Seminario Nazionale di Gnomonica si terrà a Matelica (MC) il 15-16-17 maggio 2026, con sede dei lavori congressuali alla Fondazione *Il Vallato* di Matelica.

L'organizzazione dell'evento, come da prassi consolidata da decenni, è frutto della sinergia tra le principali istituzioni e gruppi attivi nel campo della Gnomonica:

- Coordinamento Gnomonico Italiano
- Rivista *Orologi Solari*
- *Sundial Atlas*
- Sezione Quadranti Solari dell'Unione Astrofili Italiani (UAI)
- Gruppo gnomonico *Il Globo* di Matelica

con la collaborazione della Fondazione locale *Il Vallato*.

Il seminario è aperto a tutti gli gnomonisti, agli astrofili e agli appassionati di meridiane, orologi solari, storia dell'astronomia e astronomia in generale, e offre un'occasione unica di scambio scientifico e culturale.

I Seminari Nazionali: Cuore della Formazione e Aggiornamento

L'interesse e il continuo sviluppo della Gnomonica Italiana sono sostenuti da una comunità coesa, che si articola in diversi pilastri organizzativi. Tra questi, i Seminari Nazionali ricoprono un ruolo di importanza strategica come "colonna portante" per la Formazione e l'Aggiornamento degli studiosi e degli appassionati.

Questi incontri-periodici (ogni 18 mesi) sono cruciali per:

- La presentazione e discussione delle nuove ricerche teoriche e applicative.
- Lo svolgimento di workshop pratici su tecniche di progettazione e rilievo.
- L'aggiornamento sulle innovazioni e sulle ultime realizzazioni di meridiane e strumenti correlati.

La pubblicazione degli atti dei seminari, inoltre, ne assicura la memoria storica e scientifica, fungendo da risorsa inestimabile per la comunità gnomonica.

Si vuole qui focalizzare l'attenzione sul ruolo cruciale dei Seminari Nazionali, mettendo in risalto l'importanza della Gnomonica come scienza esatta e cuore dell'astronomia applicata in Italia.

La Gnomonica: Scienza di Precisione e Patrimonio Culturale

Storicamente fondamentale per la misurazione del tempo, la regolazione dei calendari e la determinazione di parametri geografici e celesti, oggi la disciplina in Italia mantiene un elevato valore didattico, storico e di ricerca. L'attività gnomonica contemporanea italiana è particolarmente fervente, concentrata su studio teorico, realizzazione di precisione, restauro e catalogazione del vasto patrimonio di meridiane.

L'Impatto della Gnomonica: Non Solo Ricerca

Le attività degli gnomonisti italiani, spesso illustrate e promosse durante i seminari nazionali, dimostrano come la Gnomonica sia una disciplina viva che si traduce in azioni concrete di elevato impatto culturale e didattico:

1. Educazione e Didattica Astronomica: Promozione di laboratori scolastici per rendere tangibili i concetti di astronomia di posizione attraverso la costruzione di quadranti solari didattici.
2. Tutela e Restauro: Esecuzione del restauro scientifico e conservativo di antiche meridiane murali e a pavimento, recuperando il dato astronomico originale e valorizzando il patrimonio storico-artistico.
3. Valorizzazione Culturale e Turismo: Ideazione di Percorsi Gnomonici Guidati che utilizzano i quadranti solari come punti focali, creando un ponte tra cultura, scienza e turismo sostenibile.

La comunità gnomonica italiana, anche attraverso eventi come il Seminario Nazionale, assicura che questa scienza continui a celebrare la perfetta armonia tra la rigorosa precisione matematica e l'estetica, preservando l'antica arte di leggere il tempo attraverso l'immutabile moto del Sole.

Rilevanza e Portata dei Seminari Nazionali

I Seminari Nazionali non sono solo momenti di formazione, ma eventi che testimoniano la profonda e diffusa vitalità della Gnomonica in Italia.

Elevato Afflusso Storico: La serie storica dei Seminari Nazionali, iniziata nel 1987, ha registrato una partecipazione complessiva (iscritti) di oltre 1.800 persone, a conferma del forte interesse che questa disciplina scientifica e applicata continua a suscitare.

Contributo Scientifico Sostanziale: Nel corso degli anni, sono state presentate più di 630 relazioni scientifiche, teoriche e tecniche. Questo volume di contributi posiziona i Seminari Nazionali, insieme con la rivista Orologi Solari, tra le principali piattaforme di produzione scientifica e documentazione della Gnomonica in Italia.

Copertura Geografica Nazionale: La provenienza degli iscritti copre tutte le principali regioni italiane, con un nucleo di partecipazione particolarmente forte in Lombardia (290 partecipanti totali), Piemonte (288), Veneto (255), e Lazio (166). Questa distribuzione dimostra come la comunità gnomonica non sia circoscritta ad aree specifiche, ma rappresenti un fenomeno culturale e scientifico di portata nazionale e persino internazionale (con un contributo significativo di partecipanti dall'estero).

Crescita e Consolidamento: L'interesse è rimasto elevato nel corso dei decenni, con picchi di partecipazione che hanno superato i 100 iscritti in una singola edizione. Questo dato sottolinea la capacità di aggregazione e il consolidamento della comunità italiana di gnomonisti e astrofili.

Questi dati quantificano l'importanza dei Seminari come archivi viventi della conoscenza gnomonica e come motore e rete di collegamento e di lavoro tra esperti in tutto il Paese.

La proposta di tenere il Seminario nelle Marche a Matelica è nata durante il precedente incontro di Gorizia, su proposta dei partecipanti al convegno, evidenziando subito un motivo di grande interesse scientifico e storico legato alla città. Ricordiamo infatti che a Matelica è conservato un reperto di enorme valore storico, archeologico e gnomonico: il Globo di Matelica, oggetto estremamente raro, quasi unico al mondo.

Il tipo di marmo e la scrittura identificano il reperto come un prodotto greco che trova confronti solo in un altro esemplare rinvenuto in Grecia, a Prosymna, presso Argo. Questa sfera di marmo era utilizzata come orologio solare, con la particolarità di sfruttare il terminatore d'ombra come indicatore, e forniva anche importanti indicazioni



calendariali. Rinvenuta in circostanze del tutto fortuite nel 1985, durante i lavori di ristrutturazione del Palazzo del Governo, la sfera originale è oggi custodita presso il Museo Archeologico Nazionale delle Marche di Ancona. Una copia della sfera è conservata all'interno del Teatro Comunale "G. Piermarini" di Matelica, e un'altra copia in marmo è esposta presso i Giardini del Tempo della città. Inoltre, un significativo monumento gnomonico ispirato al reperto si trova ad Aiello del Friuli (UD), nei pressi del Museo della Civiltà Contadina del Friuli Imperiale.

Sul Globo di Matelica si sono concentrati negli anni numerosi studi e attività di ricerca, i cui risultati sono stati pubblicati anche su questa rivista.

I Seminari Nazionali sono il nostro principale appuntamento scientifico e tecnico.

Per costruire un programma vario e di alta qualità, invitiamo tutta la comunità gnomonica, da chi fa ricerca a chi realizza, a preparare una o più relazioni (scientifiche, teoriche o tecniche) da presentare al convegno di Matelica.

La vostra partecipazione è fondamentale per l'aggiornamento e la documentazione del settore. Vi preghiamo di seguire i canali ufficiali per tutte le informazioni sulle scadenze di invio degli abstract.

Tutti i dettagli organizzativi dell'evento saranno comunicati quanto prima, attraverso i consueti canali di comunicazione.

Tutti i dettagli organizzativi dell'evento sono raccolti in un file inserito tra i Bonus di questo numero. Ad esso si aggiungono la locandina dell'evento e una breve presentazione della città di Matelica. I file sono stati già diffusi anche attraverso altri canali di comunicazione.

Una tesi di laurea su Mario Tebenghi

Nel febbraio 2025, al termine del corso di laurea in *Design e Comunicazione* presso il Politecnico di Torino, Annalisa Bragotti si è laureata presentando la tesi dal titolo "Design del tempo - Mario Tebenghi: vita, opere ed eredità culturale in campo grafico e nel disegno delle meridiane".

L'elaborato tratta della vita e della lunga carriera professionale di Mario Tebenghi, prima nel campo della grafica e del design, in particolare collaborando con le ditte Fiat e Martini&Rossi, e poi nel campo delle meridiane, attività che lo ha reso famoso presso gli gnomonisti, e non solo. Il testo (183 pagg.) è accompagnato da molte fotografie e disegni, ed è presente anche tra i Bonus del presente numero



1942, M. Tebenghi alpino

Copia della tesi è liberamente scaricabile, in formato pdf, dal sito del Politecnico di Torino all'indirizzo: webthesis.biblio.polito.it/view/creators/Bragotti=3AAnnalisa=3A=3A.html

Ricordiamo che alla figura e all'opera di Mario Tebenghi, Orologi Solari ha dedicato un articolo sul n. 20.

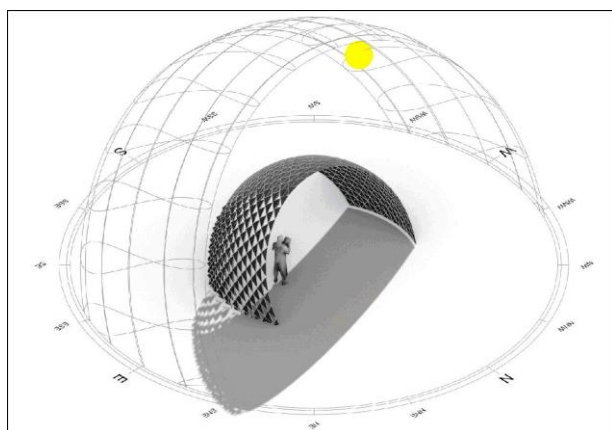
Il padiglione SOMBRA

Alla settima edizione di "Time Space Existence", mostra biennale di architettura organizzata a Venezia nel 2025, lo studio di architettura MRDV, noto per i suoi progetti audaci, ha presentato il padiglione SOMBRA: una struttura innovativa che fonde un omaggio poetico al Sole con un design all'avanguardia, per ottenere un sistema di ombreggiamento cinetico che non richiede componenti elettronici o motori per funzionare.

Ispirato ai dispositivi heliodon tradizionalmente utilizzati per studiare i movimenti del Sole, SOMBRA è un'installazione dinamica che reagisce alla luce solare. I sei archi della struttura, realizzati con travi metalliche corrispondono al percorso del Sole nei diversi periodi dell'anno.



Il padiglione SOMBRA alla mostra di Venezia



La sezione non colpita dal Sole lascia passare luce e aria

Ogni arco sostiene una serie di pannelli triangolari, che si aprono e si chiudono in tempo reale in risposta alla luce solare. Nel loro stato di riposo, i pannelli restano aperti, consentendo alla luce di entrare, ma quando sono esposti alla luce solare diretta si chiudono, offrendo ombra fresca a chi si trova sotto la struttura. L'effetto imita un organismo vivente che adatta la sua forma al passaggio del Sole nel cielo.

Per il suo funzionamento, il sistema utilizza piccoli contenitori nascosti all'interno degli archi: quando essi si riscaldano sotto i raggi del Sole, la pressione interna aumenta, gonfiando piccoli palloncini, che fanno chiudere i pannelli. Per la descrizione vedasi anche la pagina web:

parametric-architecture.com/mvrdvs-sombra-pavilion-venice

SOMBRA vuol essere qualcosa di più che un'installazione artistica: è un prototipo di architettura a zero emissioni di carbonio, con capacità di regolare luce, calore e flusso d'aria senza elettricità, offrendo uno sguardo a un futuro in cui gli edifici non saranno più strutture passive, ma parte attiva della tutela ambientale.

Gnomonica nel Web

Il sito di David Alberto

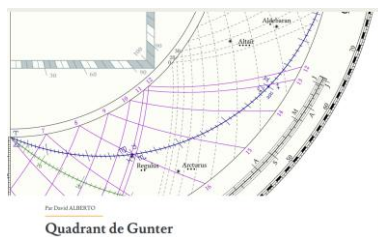
Vogliamo segnalare il sito in francese: <https://www.astrolabe-science.fr/> a cura di David Alberto, professore di fisica-chimica a Le Havre in Francia.

Come indicato nel link il sito si occupa di riproporre studi e ricostruzioni di diversi tipi di astrolabi e quadranti finalizzati un tempo ad eseguire calcoli astronomici e gnomonici. Il sito è diviso in diverse sezioni e sotto categorie, che affrontano diversi argomenti quali le proiezioni cartografiche, la fisica, la chimica, la matematica, l'astronomia e la programmazione.

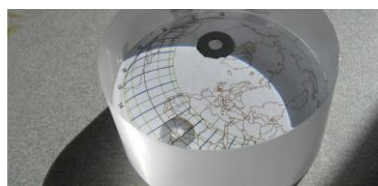
Ogni argomento è trattato con immagini e ottime spiegazioni sia tecniche per l'uso degli strumenti sia matematiche per la loro costruzione e comprensione. Quasi sempre è possibile scaricare il codice sorgente o in linguaggio Python o in LaTeX per riprodurre in PDF i diversi oggetti rapportandoli alle proprie coordinate locali. (A chi volesse eseguire i codici sorgenti in Python consigliamo di scaricare il software gratuito Visual Studio Code <https://code.visualstudio.com/> e successivamente di scaricare alcune librerie pubbliche necessarie al funzionamento dei codici scritti da David. Per quanto riguarda invece LaTeX consigliamo di visitare il sito di riferimento ufficiale <https://www.latex-project.org/> oppure il sito in italiano: <https://www.guitex.org/home/>.)

Alla sezione Cadran Solaire (Orologi Solari) troviamo ben 26 argomenti che trattano di orologi solari, astrolabi, o regoli calcolatori antichi. Alcuni di questi probabilmente inediti e trattati da uno studioso di gnomonica moderno per la prima volta.

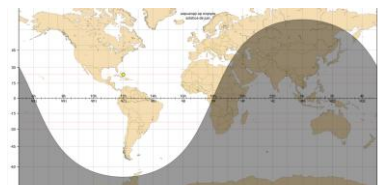
Come già detto, accenniamo ad alcuni dei titoli presenti: il quadrante di Gunter, l'astrolabio di Rojas, il quadrante universale di Apiano e quello di Regiomontano, l'astrolabio quadrante, l'orologio solare di Humphrey Cole, ecc.



Interessante anche la sezione dedicata alla cartografia, spesso integrata negli orologi solari per la realizzazione di alcuni orologi geografici molto interessanti, anche a rifrazione.



Di questa sezione vogliamo segnalare la mappa stampabile in PDF che disegna il limite tra il giorno e la notte al variare della data e dell'ora. Un sito insomma da non perdere e da studiare con attenzione in quanto fonte di grande ispirazione gnomonica e non solo.



Collezioni di riviste gnomoniche scaricabili gratuitamente.

Abbiamo già trattato questo tema nel n. 27 della nostra rivista, ma desideriamo richiamare e aggiornare quanto detto. Recentemente sono state rese disponibili alcune collezioni di riviste gnomoniche in formato PDF che hanno terminato la loro pubblicazione. In particolare vogliamo segnalare la collezione completa della rivista in spagnolo "Analema", pubblicata in 42 numeri dal gennaio 1991 al dicembre 2004, dalla Asociación Amigos de los Relojes de Sol (AARS).

<https://relojesdesol.info/node/1681>

Analemas continua a essere pubblicata come articoli singoli anziché come raccolta, a partire dal numero 43.

L'altra associazione che ha reso disponibili tutte le sue riviste dopo la sua chiusura è l'Associazione Gnomonica Fiamminga del Belgio.

Zonnetijdingen

Sul sito della Associazione Gnomonica Olandese all'indirizzo:

<https://www.zonnewijzerkring.nl/57-vlaanderen.php> è possibile scaricare tutti gli 82 numeri di "Zonnetijdingen" pubblicati tra il 1995 ed il 2017.

Veniamo poi alla disciolta "Commission des Cadran Solaires du Québec", che alla pagina:

<https://sites.google.com/site/ccsq2015/gnomoniste/tables-des-mati%C3%A8res> permette il download dei numeri da II-1 a XXVI-2 (1995-2019) della rivista "Le Gnomoniste".

Vogliamo inoltre ricordare ancora che anche l'associazione gnomonica Francese ha reso disponibile da diverso tempo tutti i vecchi numeri di "Cadran Info" a partire dal primo numero del febbraio 2000 al n. 42 dell'ottobre 2020.



All'indirizzo:

<https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/> sono disponibili oltre alla rivista in PDF anche gli Annexes simili ai nostri Bonus.

Anche la "British Sundial Society" (BSS) ha reso disponibili i numeri da 89-I a 22-IV (1989-2010) alla pagina: <https://sundialsoc.org.uk/bulletin-archive/>.

Quiz

Inviare le risposte all'indirizzo di posta elettronica redazione@orologi-solari.eu

La soluzione sarà pubblicata nel prossimo numero della rivista insieme con l'elenco dei solutori.

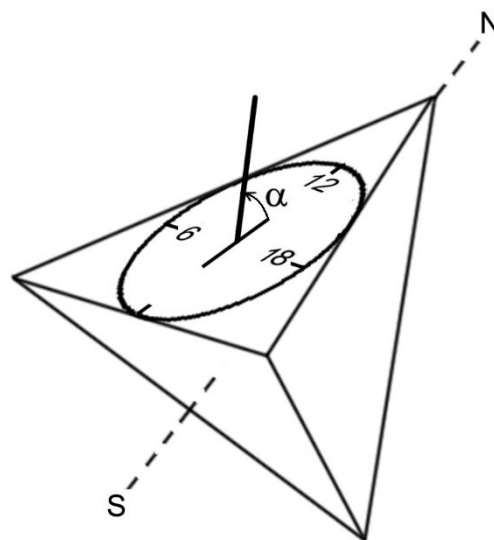
Una meridiana originale

Nella figura a fianco vediamo un tetraedro con l'asse orientato parallelamente all'asse terrestre.

Su una delle facce, orientata verso Sud è tracciata una meridiana analemmatica, che vogliamo con scala oraria circolare, come mostrato in figura.

A questo punto ci domandiamo:

- Quale deve essere l'angolo α di elevazione dello stilo sulla faccia, per ottenere la scala voluta?
- Esiste un altro orientamento dello stilo che ci darebbe una scala oraria circolare? E in caso positivo, quale sarebbe in questo caso la disposizione delle ore sulla scala?
- Se volessimo tracciare una meridiana analemmatica, sempre con scala oraria circolare, anche sulla faccia del tetraedro che vediamo a destra, come dovremmo sistemare lo stilo? E quale sarebbe la distribuzione delle linee orarie?



[Quiz proposto da Francesco Caviglia]

Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 37 di Orologi Solari

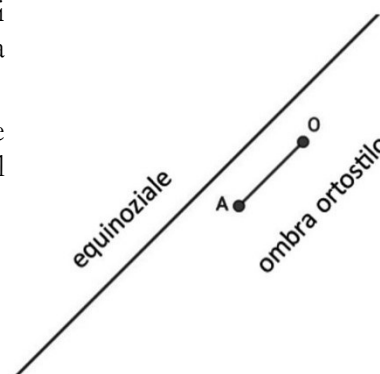
La linea oraria

Su un piano qualsiasi, genericamente inclinato e declinante, un ortostilo di lunghezza unitaria, posizionato nel punto O, proietta un'ombra di lunghezza $OA = 1$.

L'ombra dell'ortostilo è parallela all'equinoziale (vedi figura). La declinazione del Sole è di 15° . Non si conosce l'orientamento del piano, né la latitudine del luogo.

Si chiede di:

- 1) Calcolare la distanza del punto A dall'equinoziale.
- 2) Tracciare la linea oraria cui appartiene il punto A.

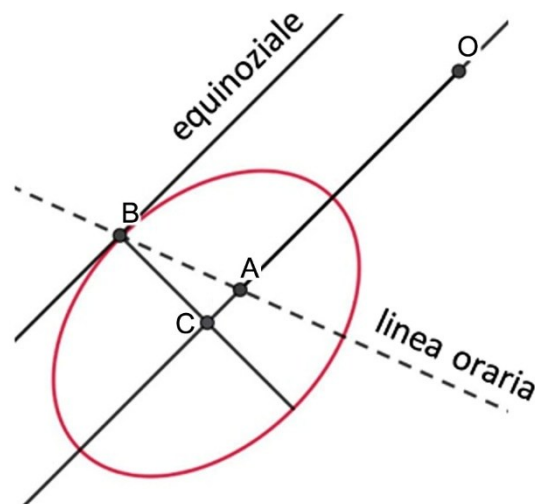


[Quiz proposto da Alberto Nicelli]

Soluzione

Questo Quiz ci dà l'occasione per applicare i concetti alla base dell'ingegnoso metodo proposto da Philippe de la Hire per la realizzazione di quadranti solari. Esso sfrutta il fatto che il cono avente per vertice il punto gnomonico, per asse la retta che lo congiunge al punto d'ombra, e per semiapertura angolare la declinazione del Sole, interseca il piano del quadrante su una conica che risulta essere tangente alla retta equinoziale! (Vedasi l'articolo pubblicato su "Gnomonica Italiana" n. 15, giugno 2008: *"Il metodo universale per fare dei quadranti solari di Philippe de la Hire"*, di Alberto Nicelli).

Indichiamo con G il punto gnomonico, cioè il vertice dell'ortostilo (non rappresentato in figura). Poiché il raggio GA corrisponde alla declinazione solare di 15° , il raggio GB che corrisponde alla declinazione di 0° deve essere una generatrice del cono di vertice coincidente con G, asse coincidente con la retta GA e semiangolo di apertura al vertice uguale a 15° . L'intersezione di questo cono con il piano è una conica, che risulta essere un'ellisse. Poiché il raggio GB appartiene al piano equatoriale, la retta equinoziale è tangente all'ellisse nel punto B. Inoltre, poiché l'equinoziale è parallela all'asse maggiore dell'ellisse, essa è perpendicolare in B all'asse minore.



Quindi:

1 - La distanza del punto A dall'equinoziale è uguale al semiasse minore dell'ellisse, che si calcola come segue.

Il centro C dell'ellisse è sul prolungamento del segmento OA.

Distanza del centro dell'ellisse C dal punto O, base dell'ortostilo:

$$OC = [\tan(45^\circ - 15^\circ) + \tan(45^\circ + 15^\circ)]/2 = 2\sqrt{3}/3$$

Per calcolare il semiasse CB conviene scegliere un sistema di riferimento cartesiano ortogonale di origine O, asse y coincidente con la retta AO (orientata positivamente da A verso O), asse x diretto verso destra e asse z diretto come OG. In questo sistema di riferimento le coordinate dei punti G, A e C sono:

$$G = (0,0,1); A = (0, -1,0); C = (0, -\frac{2\sqrt{3}}{3}, 0)$$

Il punto B deve avere coordinate $B = (-d; -\frac{2\sqrt{3}}{3}, 0)$, dove d è la lunghezza del semiasse CB, che è pari alla lunghezza cercata.

Le rette GB e GA formano un angolo di 15° , quindi, applicando note formule di geometria analitica nello spazio tridimensionale, deve essere:

$$\frac{\frac{2\sqrt{3}}{3} + 1}{\sqrt{2} \sqrt{d^2 + \left(\frac{2\sqrt{3}}{3}\right)^2 + 1}} = \cos(15^\circ)$$

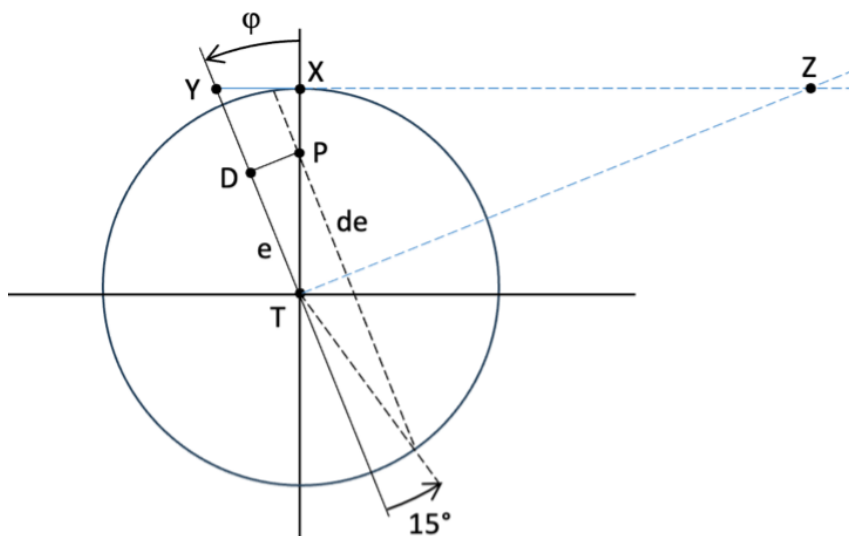
da cui si ricava $d = CB \cong 0,3933$.

2 - La linea oraria è la retta che unisce i punti A e B, le cui posizioni sono a questo punto note.

Soluzioni alternative

La soluzione del Quiz può anche essere trovata in modi più semplici come mostrato nel seguito, supponendo per il momento che si tratti di una classica meridiana orizzontale.

Utilizziamo anzitutto l'analemma di Vitruvio, come mostrato nella figura sottostante.



La latitudine è ϕ ; il cerchio **e** è l'equatore, mentre **de** è il cerchio per la declinazione solare di 15° .

Perché l'ombra del punto gnomonico cada nel punto **A** indicato dal Quiz, il Sole deve trovarsi nel punto **P** (Altezza 45° e Azimut 90°).

Poiché $TX = 1$, abbiamo $PT = \sin(45^\circ)$ e $DP = \sin(15^\circ)$

$$\text{e quindi } \phi = \arcsin(DP/PT) = \arcsin[\sin(15^\circ)/\sin(45^\circ)].$$

Poiché l'elevazione dello stilo polare sul quadrante è uguale a ϕ , la distanza tra il punto **O** e l'equinoziale, pari a quella tra il punto **A** e l'equinoziale richiesta dal Quiz, risulta uguale alla distanza **YX** sull'analemma, cioè pari a $\tan(\phi)$.

Dunque:

$$\text{Distanza tra A e linea equinoziale} = \tan\{\arcsin[\sin(15^\circ)/\sin(45^\circ)]\} = 0,3933$$

Con pochi passaggi di trigonometria essa è esprimibile anche come:

$$\text{Distanza tra A e linea equinoziale} = 1/\sqrt{[\sin(45^\circ)/\sin(15^\circ)] - 1} = 0,3933$$

La distanza **XZ** $= 1/\tan(\phi)$ è invece uguale a quella tra la base dell'ortostilo e il centro della meridiana (il punto di origine delle linee orarie). Noto quest'ultimo punto si traccia facilmente la linea oraria per **A**.

In alternativa, per trovare la soluzione utilizziamo la nota formula di gnomonica:

$\sin(\delta) = \sin(h) \sin(\phi) - \cos(h) \cos(\phi) \cos(Az)$, dove **h**, **δ** e **Az** sono l'altezza, la declinazione e l'azimut del Sole.

Poiché sono noti: $h = 45^\circ$, $\delta = 15^\circ$ e $Az = -90^\circ$, si ricava: $\sin(\phi) = 0,3660$ e quindi $\phi = 21,47^\circ$

ottenendo poi, come già fatto in precedenza, la distanza cercata come $\tan(\phi) = 0,3933$.

Dalla formula gnomonica: $\cos(h) \sin(Az) = \cos(\delta) \sin(\omega)$ possiamo poi ottenere l'angolo orario ω del punto **A**, cosa che ci permette di tracciare la corrispondente linea oraria.

È infine facile convincersi che le formule per la distanza cercata valgono per qualsiasi meridiana sulla quale le condizioni del Quiz possono essere soddisfatte; in questo caso ϕ rappresenterà l'elevazione dello stilo polare su quadrante.

Solutori

Giuseppe De Donà

Daniele Tosalli

Effemeridi

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

Sono sotto elencati i valori giornalieri per il 2026 della Declinazione del Sole, espressa in gradi e decimali di grado, e della Equazione del Tempo, data in minuti e secondi, calcolati per le ore 12:00 del Tempo Medio Europa Centrale. L'uso di queste effemeridi da parte dello gnomonista si può presentare sia quando si desidera ottenere il valore esatto dell'istante del passaggio del Sole al meridiano, sia quando si vuole determinare l'orientamento di una parete senza dovere ricorrere all'ausilio di un annuario o di un apposito programma di calcolo. Si sconsiglia l'uso dei valori qui riportati per tracciare sugli orologi solari le curve di Tempo Medio e quelle giornaliere o di declinazione, perché in questo caso è preferibile utilizzare le tabelle dei valori medi pubblicate su questa rivista nel numero 5 dell'agosto 2014.

Declinazione geocentrica del sole in gradi e decimali alle ore 12 del TMEC nel 2026

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1	-22,98	-17,03	-7,49	4,64	15,15	22,09	23,09	17,94	8,18	-3,28	-14,50	-21,83	1
2	-22,89	-16,74	-7,11	5,02	15,45	22,22	23,01	17,69	7,82	-3,67	-14,82	-21,99	2
3	-22,79	-16,44	-6,73	5,41	15,75	22,34	22,93	17,43	7,45	-4,06	-15,14	-22,13	3
4	-22,69	-16,15	-6,34	5,79	16,04	22,46	22,85	17,16	7,08	-4,44	-15,44	-22,26	4
5	-22,58	-15,84	-5,95	6,17	16,33	22,57	22,76	16,90	6,71	-4,83	-15,75	-22,39	5
6	-22,46	-15,54	-5,57	6,55	16,61	22,68	22,66	16,62	6,34	-5,21	-16,05	-22,52	6
7	-22,34	-15,23	-5,18	6,92	16,89	22,77	22,55	16,34	5,97	-5,60	-16,35	-22,63	7
8	-22,20	-14,91	-4,79	7,30	17,16	22,87	22,44	16,06	5,59	-5,98	-16,64	-22,74	8
9	-22,06	-14,59	-4,40	7,67	17,43	22,95	22,32	15,77	5,22	-6,36	-16,92	-22,84	9
10	-21,92	-14,27	-4,01	8,04	17,69	23,03	22,20	15,48	4,84	-6,74	-17,21	-22,93	10
11	-21,76	-13,94	-3,61	8,41	17,95	23,10	22,06	15,19	4,46	-7,11	-17,48	-23,01	11
12	-21,60	-13,61	-3,22	8,78	18,20	23,16	21,93	14,89	4,08	-7,49	-17,76	-23,09	12
13	-21,43	-13,27	-2,83	9,14	18,45	23,22	21,78	14,58	3,69	-7,86	-18,02	-23,16	13
14	-21,26	-12,93	-2,43	9,50	18,69	23,27	21,63	14,28	3,31	-8,24	-18,29	-23,22	14
15	-21,07	-12,59	-2,04	9,86	18,93	23,32	21,48	13,96	2,93	-8,61	-18,54	-23,27	15
16	-20,88	-12,24	-1,64	10,21	19,16	23,35	21,32	13,65	2,54	-8,98	-18,79	-23,32	16
17	-20,69	-11,89	-1,25	10,57	19,39	23,38	21,15	13,33	2,16	-9,34	-19,04	-23,36	17
18	-20,49	-11,54	-0,85	10,92	19,61	23,41	20,97	13,01	1,77	-9,71	-19,28	-23,39	18
19	-20,28	-11,19	-0,46	11,26	19,82	23,42	20,79	12,68	1,38	-10,07	-19,51	-23,41	19
20	-20,06	-10,83	-0,06	11,61	20,03	23,43	20,61	12,36	0,99	-10,43	-19,74	-23,43	20
21	-19,84	-10,47	0,33	11,95	20,24	23,44	20,41	12,02	0,60	-10,78	-19,96	-23,44	21
22	-19,62	-10,10	0,73	12,28	20,43	23,43	20,22	11,69	0,22	-11,14	-20,18	-23,43	22
23	-19,38	-9,74	1,12	12,62	20,63	23,42	20,01	11,35	-0,17	-11,49	-20,39	-23,43	23
24	-19,14	-9,37	1,52	12,95	20,81	23,40	19,81	11,01	-0,56	-11,84	-20,59	-23,41	24
25	-18,90	-9,00	1,91	13,27	20,99	23,38	19,59	10,66	-0,95	-12,18	-20,79	-23,39	25
26	-18,65	-8,62	2,30	13,60	21,17	23,35	19,37	10,32	-1,34	-12,52	-20,98	-23,35	26
27	-18,39	-8,25	2,70	13,92	21,34	23,31	19,15	9,97	-1,73	-12,86	-21,16	-23,31	27
28	-18,13	-7,87	3,09	14,23	21,50	23,26	18,92	9,62	-2,12	-13,20	-21,34	-23,27	28
29	-17,86		3,48	14,54	21,66	23,21	18,68	9,26	-2,51	-13,53	-21,51	-23,21	29
30	-17,59		3,87	14,85	21,81	23,15	18,44	8,90	-2,90	-13,86	-21,68	-23,15	30
31	-17,31		4,25		21,95		18,20	8,54		-14,18		-23,08	31

Equazione del Tempo in minuti e secondi alle ore 12 del TMEC nel 2026

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1	3: 33	13: 34	12: 19	3: 53	-2: 54	-2: 08	3: 54	6: 22	0: 01	-10: 20	-16: 26	-11: 00	1
2	4: 01	13: 41	12: 07	3: 35	-3: 00	-1: 59	4: 05	6: 18	-0: 18	-10: 39	-16: 27	-10: 37	2
3	4: 28	13: 48	11: 55	3: 18	-3: 07	-1: 49	4: 16	6: 14	-0: 38	-10: 58	-16: 27	-10: 14	3
4	4: 56	13: 54	11: 42	3: 00	-3: 12	-1: 39	4: 27	6: 08	-0: 58	-11: 17	-16: 27	-9: 50	4
5	5: 23	13: 59	11: 28	2: 43	-3: 18	-1: 28	4: 38	6: 02	-1: 18	-11: 35	-16: 26	-9: 25	5
6	5: 49	14: 03	11: 15	2: 26	-3: 22	-1: 17	4: 48	5: 56	-1: 38	-11: 53	-16: 24	-9: 00	6
7	6: 15	14: 06	11: 00	2: 09	-3: 26	-1: 06	4: 58	5: 49	-1: 58	-12: 10	-16: 21	-8: 34	7
8	6: 41	14: 09	10: 46	1: 52	-3: 30	-0: 55	5: 07	5: 41	-2: 19	-12: 27	-16: 17	-8: 08	8
9	7: 06	14: 11	10: 31	1: 36	-3: 33	-0: 43	5: 16	5: 33	-2: 40	-12: 44	-16: 12	-7: 42	9
10	7: 30	14: 12	10: 16	1: 20	-3: 35	-0: 31	5: 25	5: 24	-3: 01	-13: 00	-16: 07	-7: 15	10
11	7: 54	14: 12	10: 00	1: 04	-3: 37	-0: 19	5: 33	5: 14	-3: 22	-13: 16	-16: 00	-6: 47	11
12	8: 17	14: 12	9: 44	0: 48	-3: 38	-0: 07	5: 40	5: 04	-3: 43	-13: 31	-15: 53	-6: 19	12
13	8: 40	14: 11	9: 28	0: 33	-3: 39	0: 06	5: 48	4: 54	-4: 04	-13: 46	-15: 45	-5: 51	13
14	9: 02	14: 09	9: 12	0: 18	-3: 39	0: 18	5: 54	4: 43	-4: 26	-14: 00	-15: 36	-5: 23	14
15	9: 23	14: 06	8: 55	0: 03	-3: 38	0: 31	6: 01	4: 31	-4: 47	-14: 13	-15: 26	-4: 54	15
16	9: 44	14: 03	8: 38	-0: 11	-3: 37	0: 44	6: 07	4: 19	-5: 09	-14: 26	-15: 15	-4: 25	16
17	10: 04	13: 58	8: 21	-0: 25	-3: 35	0: 57	6: 12	4: 06	-5: 30	-14: 39	-15: 04	-3: 56	17
18	10: 24	13: 54	8: 04	-0: 39	-3: 33	1: 10	6: 17	3: 53	-5: 51	-14: 51	-14: 52	-3: 26	18
19	10: 42	13: 48	7: 46	-0: 52	-3: 30	1: 23	6: 21	3: 39	-6: 13	-15: 02	-14: 38	-2: 57	19
20	11: 00	13: 42	7: 29	-1: 04	-3: 27	1: 36	6: 24	3: 25	-6: 34	-15: 13	-14: 24	-2: 27	20
21	11: 17	13: 35	7: 11	-1: 17	-3: 23	1: 49	6: 27	3: 10	-6: 56	-15: 23	-14: 10	-1: 57	21
22	11: 34	13: 28	6: 53	-1: 29	-3: 19	2: 02	6: 30	2: 55	-7: 17	-15: 32	-13: 54	-1: 28	22
23	11: 49	13: 20	6: 35	-1: 40	-3: 14	2: 15	6: 32	2: 39	-7: 38	-15: 41	-13: 38	-0: 58	23
24	12: 04	13: 11	6: 17	-1: 51	-3: 08	2: 28	6: 33	2: 23	-7: 59	-15: 49	-13: 21	-0: 28	24
25	12: 18	13: 02	5: 59	-2: 01	-3: 03	2: 41	6: 34	2: 07	-8: 20	-15: 56	-13: 03	0: 02	25
26	12: 31	12: 52	5: 41	-2: 11	-2: 56	2: 53	6: 34	1: 50	-8: 40	-16: 03	-12: 44	0: 31	26
27	12: 44	12: 41	5: 23	-2: 21	-2: 49	3: 06	6: 34	1: 32	-9: 01	-16: 08	-12: 25	1: 01	27
28	12: 55	12: 30	5: 05	-2: 30	-2: 42	3: 18	6: 33	1: 15	-9: 21	-16: 13	-12: 04	1: 30	28
29	13: 06		4: 47	-2: 38	-2: 34	3: 30	6: 31	0: 57	-9: 41	-16: 18	-11: 44	1: 59	29
30	13: 16		4: 29	-2: 46	-2: 26	3: 42	6: 29	0: 38	-10: 01	-16: 21	-11: 22	2: 28	30
31	13: 25		4: 11		-2: 17		6: 26	0: 20		-16: 24		2: 57	31

