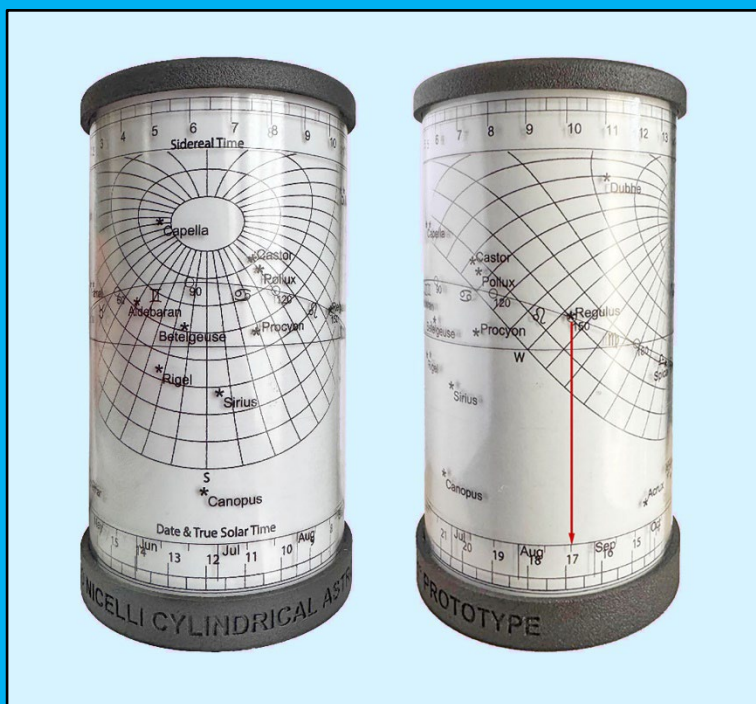
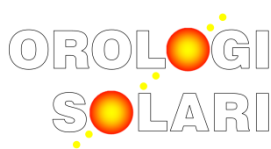


OROLOGI SOLARI



Collin Dominique Note sulle curve dell'Asr e sulle curve del crepuscolo - Parte 1 di 3 – **De Donà Giuseppe** Le vecchie meridiane di Colle Santa Lucia – **Flora Giuseppe** Ancora meridiane di Fra Felice da Val di Biadene? – **Gunella Alessandro** Una variante di orologio azimutale – **Gunella Alessandro** La proiezione dell'orologio equinoziale – **Mazzucato Michele T.** Lo sviluppo storico della Geometria – **Nicelli Alberto e Nicolò** Astrolabio cilindrico con la proiezione di Marino di Tiro – **Stocco Elsa** L'ora della preghiera di Asr dall'analemma – **Gunella Alessandro** Ricerca della distanza fra due punti della Terra: soluzione grafica con i triangoli sferici (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.

- 5 **Note sulle curve dell'Asr e sulle curve del crepuscolo - Parte 1 di 3**
Collin Dominique
- 11 **Le vecchie meridiane di Colle Santa Lucia**
De Donà Giuseppe
- 16 **Ancora meridiane di Fra Felice da Val di Biadene?**
Flora Giuseppe
- 23 **Una variante di orologio azimutale**
Gunella Alessandro
- 26 **La proiezione dell'orologio equinoziale**
Gunella Alessandro
- 29 **Lo sviluppo storico della Geometria**
Mazzucato Michele T.
- 37 **Astrolabio cilindrico con la proiezione di Marino di Tiro**
Nicelli Alberto e Nicolò
- 43 **L'ora della preghiera di Asr dall'analemma**
Stocco Elsa

RUBRICHE:

- 51 **Contributi brevi**
Ricerca della distanza fra due punti della Terra: soluzione grafica con i triangoli sferici
Gunella Alessandro
- 53 **Rassegna riviste di gnomonica**
- 61 **Pubblicazioni**
- 63 **Notizie gnomoniche**
- 69 **Quiz**

In copertina: L'astrolabio cilindrico di Alberto e Nicolò Nicelli

In quarta di copertina: Caricatura di gnomonista, dalla penna di A. Gunella

Editoriale

E siamo al n. 36: otto i nuovi articoli in questo numero, accompagnati dalle consuete e numerose rubriche.

Dominique Collin apre con la prima parte di un suo corposo articolo apparso sul n. 50 di *Cadran Info* relativo alle curve della preghiera di Asr, presenti in molte meridiane islamiche. Il resto dell'originale articolo sarà tradotto e pubblicato in due parti sulla nostra rivista nei prossimi numeri.

Giuseppe De Donà ci racconta delle antiche meridiane di Colle Santa Lucia, sulle quali ha effettuato ricerche e controlli per verificarne la correttezza.

Fra Felice da Val di Biadene ha realizzato altre meridiane oltre a quelle già presentate sul n. 32 della nostra rivista? Sembra di sì. Giuseppe Flora ipotizza infatti che tre belle meridiane, presenti sulla Villa Gera-Bellati a Campea di Miane (TV), possano essere attribuite all'operoso predicatore e frate Cappuccino nativo di Valdobbiadene.

Non mancano i contributi di Alessandro Gunella, sempre molto attivo e collaborativo con la rivista. Un primo contributo riguarda una sua proposta di variante di meridiana azimutale, il secondo riprende il tema della proiezione dell'orologio equinoziale, e un terzo contributo breve suggerisce come calcolare la distanza tra due punti sulla Terra mediante soluzione grafica nei triangoli sferici. Sempre con i suoi inconfondibili metodi grafici e arricchendo il suo lavoro con l'autoritratto caricatura che pubblichiamo in quarta di copertina.

Michele Mazzuccato propone un breve excursus storico sullo sviluppo della geometria da Euclide ai giorni nostri con riferimenti alla geometria proiettiva, di fondamentale importanza anche per la gnomonica. A corredo di questo articolo è presente nei Bonus il vecchio articolo *La Gnomonica in alcuni libri di Prospettiva e Geometria descrittiva* di Nicola Severino.

Alberto Nicelli assieme al figlio Nicolò, ci presenta la costruzione di un singolare Astrolabio cilindrico che sfrutta nella definizione del tracciato grafico la proiezione di Marino di Tiro. Possiamo sperare che Nicolò rappresenti un auspicabile ricambio nella nutrita e spesso attempata folla di gnomonisti presenti nel panorama italiano...?

Elsa Stocco racconta della costruzione delle preghiere di Asr in due diversi orologi solari orizzontali, con un approccio esclusivamente grafico che fa uso dell'analemma e di Geogebra.

I libri recensiti sono due interessanti pubblicazioni uscite di recente: uno sul famoso prosciutto di Portici di Christopher Parslow, *The prosciutto sundial*, e un secondo di Guillaume Bigourdan, *Gnomonique ou construction des cadrans solaires*, riedizione di un classico francese. Sono nelle rispettive lingue originali, ma di sicuro interesse per i nostri lettori.

Non mancano le notizie gnomoniche di eventi futuri o recenti per ricordare che:

- si svolgerà il prossimo 23 maggio a Ferrara la terza giornata intitolata Attraversare il Tempo;
- si è dedicata al compianto Professor Giuliano Romano la *Terrazza delle Stelle* di Pieve del Grappa, recentemente rinnovata;
- si è tenuta una conferenza online per celebrare la giornata mondiale delle meridiane: il *World Sundial Day*.

Non mancano l'usuale Quiz e la soluzione di quello proposto nel numero precedente.

Nei Bonus trovate il citato articolo *La Gnomonica in alcuni libri di Prospettiva e Geometria descrittiva* che Nicola Severino ci ha gentilmente concesso, i file di Alberto e Nicolò Nicelli relativi ai grafici utili a realizzare l'Astrolabio cilindrico, i file di Geogebra e i video creati da Elsa Stocco per gli orologi sull'analemma e le preghiere di Asr.

Buona lettura a tutti, e un augurio sincero di Buona Pasqua.

La Redazione

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

1. *Astrolabio cilindrico*
I file JPG, PDF e DXF della rete e del piatto dell'astrolabio presentato da Alberto e Nicolò Nicelli.
2. *La Gnomonica in alcuni libri di Prospettiva e Geometria descrittiva*
L'articolo di Nicola Severino pubblicato nel dicembre 2007.
3. *L'analemma e le preghiere di Asr*
Simulazioni con Geogebra e video sui due orologi descritti nell'articolo di Elsa Stocco.

ABSTRACT

Notes on Asr Curves and Twilight Curves – “Part 1 of 3”

Dominique Collin

This 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 first of three parts of the study in which the author addresses the construction of such curves with a mathematical approach of advanced gnomonics.

The old sundials of Colle Santa Lucia

Giuseppe De Donà

Researches are proposed on two ancient sundials in Colle Santa Lucia (BL), currently among the oldest known in Veneto. The checks, made with modern instruments, show that the unknown gnomonist of the 17th century who made them was a competent person.

More sundials by Fra Felice from Val di Biadene?

Giuseppe Flora

Three sundials on the facades of the eighteenth-century villa Gera-Bellati, have some graphic characteristics that, supported by recent historical information, suggest their execution can be attributed to “Fra Felice da Val di Biadene”, the friar of the Capuchin Order who in the first half of the 18th century drew numerous sundials in Veneto and Friuli regions. Fra Felice was talked about in issue 32 of Orologi Solari – December 2023.

A variant of an azimuthal sundial

Alessandro Gunella

A variant of an azimuthal sundial is proposed, obtained by repeatedly reporting, at appropriate distances from a fixed-position style, the elliptical figure of the analemmatic sundial. The layout is then appropriately modified to make it more readable and pleasant.

The projection of the equinoctial sundial

Alessandro Gunella

The equinoctial sundial is projected according to different directions, always along the meridian line, and the same number of sundial schemes are obtained on different planes. The author also suggests, without the projective modality, but with an alternative method, the construction of a horizontal sundial.

RÉSUMÉ

Notes sur les courbes Asr et sur les courbes du crepuscule - “Partie 1 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 première des trois parties de l'étude dans laquelle l'auteur aborde la construction de telles courbes avec une approche mathématique de gnomonique avancée.

Les vieux cadrans solaires de Colle Santa Lucia

Giuseppe De Donà

Des recherches sont proposées sur deux anciens cadrans solaires à Colle Santa Lucia (BL), actuellement parmi les plus anciens connus en Veneto. Les contrôles, effectués avec des instruments modernes, mettent en évidence que le gnomoniste inconnu du XVIIe siècle qui les a effectués était une personne compétente.

D'autres cadrans solaires de Fra Felice du Val di Biadene ?

Giuseppe Flora

Trois cadrans solaires tracés sur les façades de la villa du XVIIIe siècle Gera-Bellati, présentent des caractéristiques graphiques qui, avec informations historiques récentes, suggèrent que leur exécution peut être attribuée à « Fra Felice da Val di Biadene », le frère de l'Ordre des Capucins qui, dans la première moitié du XVIIIe siècle, a réalisé de nombreux cadrans solaires dans les régions Veneto et Friuli. On a parlé de Fra Felice dans le numéro 32 d'Orologi Solari – décembre 2023.

Une variante d'un cadran solaire azimutal

Alessandro Gunella

Une variante d'un cadran azimutal est proposée, obtenue en reportant à plusieurs reprises la figure elliptique du cadran solaire analemmatique à des distances appropriées d'un style à position fixe. La disposition est ensuite modifiée de manière appropriée pour le rendre plus lisible et agréable.

La projection du cadran solaire équinoxial

Alessandro Gunella

Le cadran solaire équinoxial est projeté dans différentes directions, toujours le long de la ligne méridienne, et différents modèles de cadran solaire sont obtenus sur différents plans. Il conclut, mais sans mode projectif, en suggérant, avec une méthode alternative, la construction d'un cadran solaire horizontal.

The historical development of Geometry

Michele T. Mazzuccato

A brief historical excursus is proposed on the development of geometry from Euclid to the present day. In particular, the birth of analytical geometry, descriptive geometry and projective geometry, of fundamental importance also for Gnomonics, are highlighted.

Cylindrical astrolabe with the projection of Marinus of Tyre

Alberto Nicelli e Nicolò Nicelli

The design and construction of a cylindrical astrolabe, based on the equidistant projection, invented by the ancient cartographer Marinus of Tyre (1st-2nd century AD), is described. The astrolabe is made up of two coaxial and tangent cylinders: the external one, on which the celestial sphere is projected, can rotate around the internal one, on which the altazimuth system for a given latitude is projected. The prototype described in this article is also the only example of a cylindrical astrolabe known to the authors.

The time of Asr prayer from the analemma

Elsa Stocco

The construction of the Asr prayer curves, which we find in many Islamic sundials, is proposed in two different horizontal sundials made with graphical methods starting from the analemma and with the use of Geogebra. The Asr curves are inserted into a sundial with modern hours, the first at hour angle, the second an altitude sundial. A possible analytical definition is also suggested for the latter.

Finding the distance between two points on Earth: graphical solution with spherical triangles (Short contribution)

Alessandro Gunella

Old and new graphical methods are proposed to find the distance between two points on the Earth's surface.

Le développement historique de la Géométrie

Michele T. Mazzuccato

Un bref exposé historique sur le développement de la géométrie d'Euclide à nos jours est proposé. En particulier, la naissance de la géométrie analytique, de la géométrie descriptive et de la géométrie projective est mise en évidence, qui sont d'une importance fondamentale pour la gnomonique.

Astrolabe cylindrique avec la projection de Marinus de Tyr

Alberto Nicelli e Nicolò Nicelli

La conception et la construction d'un astrolabe cylindrique, basé sur la projection équidistante, inventée par l'ancien cartographe Marinus de Tyr (1er-2ème siècle après JC), sont décrites. L'astrolabe est constitué de deux cylindres coaxiaux et tangents: le cylindre externe, sur lequel est projetée la sphère céleste, peut tourner autour du cylindre interne, sur lequel est projeté le système altazimutal pour une latitude donnée. Le prototype décrit dans cet article est également le seul exemple d'astrolabe cylindrique connu des auteurs.

L'heure de la prière d'Asr à partir de l'analemma

Elsa Stocco

La construction des courbes de prière Asr, que l'on retrouve dans de nombreux cadrans solaires islamiques, est proposée dans deux cadrans solaires horizontaux réalisés avec des méthodes graphiques à partir de l'analemma et avec l'utilisation de Geogebra. Les courbes d'Asr sont insérées dans un cadran solaire aux heures modernes, le premier en angle horaire, le second en cadran d'altitude.. Pour ce dernier, une définition analytique possible est également suggérée.

Trouver la distance entre deux points sur la Terre: solution graphique avec des triangles sphériques (Courte contribution)

Alessandro Gunella

Des méthodes graphiques anciennes et nouvelles sont proposées pour trouver la distance entre deux points sur la surface de la Terre.

Note sulle curve dell'Asr e sulle curve del crepuscolo

“Parte 1 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)

1 Introduzione

L'origine di questo lavoro sulla curva di preghiera *Asr* negli orologi solari deriva da una domanda posta da uno dei miei studenti in Brevet des Métiers d'Art (BMA) dell'orologeria¹. Questo studente si chiedeva se fosse possibile utilizzare una camma per indicare sul quadrante di un orologio l'ora della preghiera dell'*Asr*. Così come esiste una camma per leggere l'equazione del tempo², esiste lo stesso tipo di dispositivo fattibile per l'*Asr*?

La ricerca di brevetti per l'orologeria non ha avuto successo; abbiamo trovato, in una prima ricerca documentaria, un brevetto datato 1994 su un calendario musulmano perpetuo³ ma nulla riguardante l'*Asr* nel catalogo dei brevetti. Inoltre, la capacità di produrre una camma per la preghiera dell' *Asr* è seriamente compromessa dal fatto che non esiste universalità del momento di questa preghiera che varia di giorno in giorno ma anche di luogo in luogo. Ma pur nel caso di scegliere un luogo di latitudine definita come Nizza ad esempio, la ricerca dello sviluppo di una camma per il momento *Asr* è ancora in corso nel progetto professionale dello studente.

È interessante a questo punto capire come un orologio solare possa indicare l'ora di preghiera *Asr*. J.-B. Delambre (1749-1822) fa luce sul processo per ottenere l'ora della preghiera pomeridiana in un quadrante verticale analizzando le opere di *Ebn Jounis* (c. 950-1009), e ha giustamente sottolineato che la comparsa di questi punti indicatori del pomeriggio era una preoccupazione fondamentale per il mondo arabo, ma non appariva in nessun trattato sulla gnomonica (occidentale) del suo tempo. Abbiamo dovuto aspettare il lavoro dello storico della scienza Karl Schoy (1877-1925) che, credo, è stato il primo ad aver trattato sotto l'aspetto matematico le curve *Asr* che vediamo sulle meridiane orizzontali e verticali arabe⁴. Karl Schoy è noto per i suoi importantissimi lavori sull'astronomia e sulla matematica nel mondo musulmano medievale.

Partendo dal lavoro matematico di Karl Schoy su questo argomento, noi studieremo le diverse curve dell' *Asr*, principalmente sui quadranti orizzontali. Estenderemo questo lavoro studiando le curve crepuscolari, spesso presenti congiuntamente con l' *Asr* sulle meridiane arabo-musulmane.

¹ Liceo Artistico Professionale Louis Pasteur di Nizza. Come parte della loro revisione BMA, i candidati devono completare un progetto professionale (capodopera), inclusa una descrizione artistica e la produzione, funzionale o meno, di una complicazione in orologeria. Il Certificato di Artigianato Artistico è un diploma di IV livello, equivalente alla laurea triennale.

² La creazione di una camma per l'equazione del tempo fa parte del programma di formazione professionale. In questa fase pratica, gli studenti dovevano tracciare l'equazione del tempo su un diagramma polare e poi procedere alla sua realizzazione in ottone su una certa scala. La caratteristica forma a “fagiolo” dell'equazione del tempo può essere vista e ricostruita come si può vedere ad esempio sul retro di un astrolabio sul sito web di M. D. Alberto (membro della commissione) : www.astrolabe-science.fr/equation-du-temps-etdeclinaison/.

³ È possibile consultare il brevetto n. EP0 606 576 A1 del Sig. Michel Parmigiani (n. di deposito: 93119385.8) del 20 Luglio 1994, titolo: Calendario musulmano. Il brevetto consiste nella descrizione di una soluzione meccanica per segnare tempo di un calendario perpetuo musulmano, adattabile sia come orologio da polso sia come orologio da parete.

⁴ Per splendide foto di meridiane arabe che mostrano le curve *Asr*, vedere Denis Savoie, “Ricerche sugli orologi solari”, collana *De Diversis Artibus*, edizioni Brepols, capitolo IV, *Sull'analemma da Tolomeo alle meridiane arabo-islamiche*, pp. 109-117.

2 Significato dell'Asr

La traduzione semplice della parola *asr* sarebbe tempo. Tuttavia, il termine *asr* ha un significato molto più ampio e più profondo della parola araba *dahr*, che significa anch'essa tempo. *Dahr* significa tempo senza limiti, mentre *asr* significa tempo limitato o tempo che finisce. Un altro significato che viene data alla parola *asr* è di giorno declinante, il momento della preghiera *Asr*, quando il giorno volge alla fine e termina.

La preghiera dell'*Asr* è una delle cinque preghiere quotidiane nell'Islam e il suo orario è determinato a seconda della posizione del Sole nel cielo. Dovrebbe essere fatta quando inizia il 'declino' del giorno fino a prima del momento in cui esso finisce⁵. Siamo quindi nel pomeriggio.

Come viene allora decisa la scelta della posizione del Sole nel cielo per iniziare la preghiera? dell'*Asr*? È comunemente stabilito fin da Abu al-Hasan al-Marrakushi (1256-1321) che la preghiera dell' *Asr* è il momento del pomeriggio in cui la lunghezza dell'ombra è uguale a quella dello gnomone aumentata della lunghezza dell'ombra a mezzogiorno del giorno in questione. Finisce quando l'ombra dello gnomone è il doppio della sua altezza più l'ombra meridiana. Noi possiamo riassumere le due regole per l' *Asr* come segue:

- *Asr-1* su una meridiana è il momento in cui la lunghezza dell'ombra dello gnomone è tale che :

$$\rho_1 = g [1 + |\tan(\varphi - \delta)|]$$

dove g è la lunghezza dello gnomone, φ la latitudine del luogo e δ la declinazione del Sole (o quella relativa alla data se accettiamo che la declinazione non vari durante il giorno).

- *Asr-2* è il momento in cui la lunghezza dell'ombra dello gnomone è tale che:

$$\rho_2 = g [2 + |\tan(\varphi - \delta)|]$$

Non si legge un'ora sulla curva dell'*Asr*, ma si usa la fine dell'ombra di uno gnomone (uno stilo polare essendo completamente inutile) per identificare questo momento molto particolare della Gnomonica araba (vedi Fig. 1). In questa figura, G è il piede dello gnomone, S il suo vertice, l'asse GM_δ è orientato verso nord (in seguito sarà l'asse Oy). L'ombra dello gnomone nell'istante dell'*Asr-1* è GA_δ composto dalla lunghezza dello gnomone g aumentata dalla lunghezza dell'ombra a mezzogiorno GM_δ .

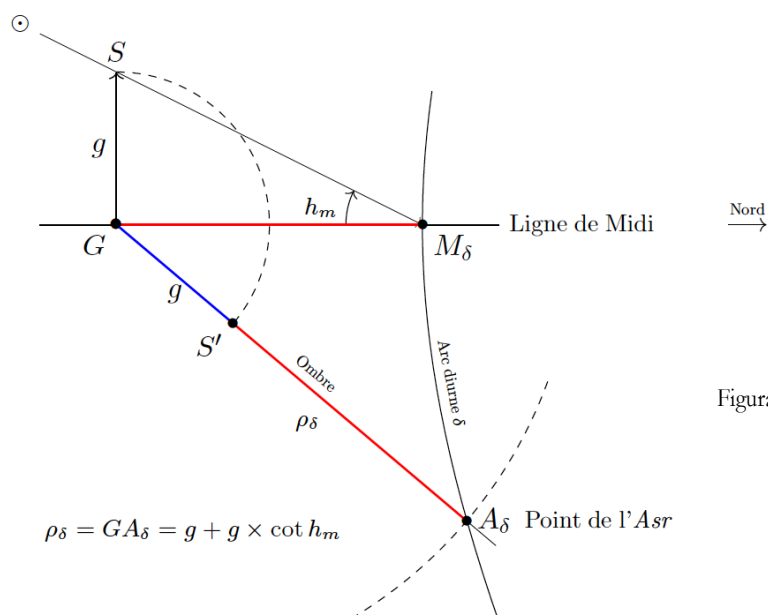


Figura 1 – Costruzione di un punto *Asr-1* in una meridiana orizzontale. g è la lunghezza dello gnomone, h_m l'altezza del Sole meridiano. Alla lunghezza GS' aggiungiamo quella dell'ombra del mezzogiorno, ovvero GM_δ per ottenere ρ_δ e dove A_δ si trova all'intersezione tra il cerchio di raggio ρ_δ e l'arco di declinazione diurno δ .

⁵ Vedi Karl Schoy, "Arabische Gnomonik," *Aus Dem Archiv der deutschen Seewarte*, XXXVI, N° 1, 1913. A pagina 28, nella introduzione al capitolo V intitolato "Das Asr (Assr)," si può leggere:

(. . .) L'adorazione di Allah avviene attraverso la preghiera (Ssalât), che il pio musulmano è obbligato a compiere cinque volte al giorno: 1) all'alba prima del sorgere del sole (Fajr), 2) a mezzogiorno (Zohr, Zuhr), 3) nel pomeriggio (*Asr**), 4) al tramonto (*Maghrib*), 5) a tarda sera (*Isha*). Inoltre, c'è la preghiera settimanale obbligatoria del venerdì a mezzogiorno (Saalât aljum'a). È ovvio che i credenti necessitano di indicazioni temporali affidabili per queste prescrizioni rigorose. La meridiana fu utilizzata a questo scopo per molti secoli. (. . .)

* al-Asr Nachmittag. Secondo Sédillot: *Memorie sugli strumenti astronomici degli arabi*, l'*Asr* è chiamata "ora del pisolino" (p. 57).

3 Curva dell'Asr-1

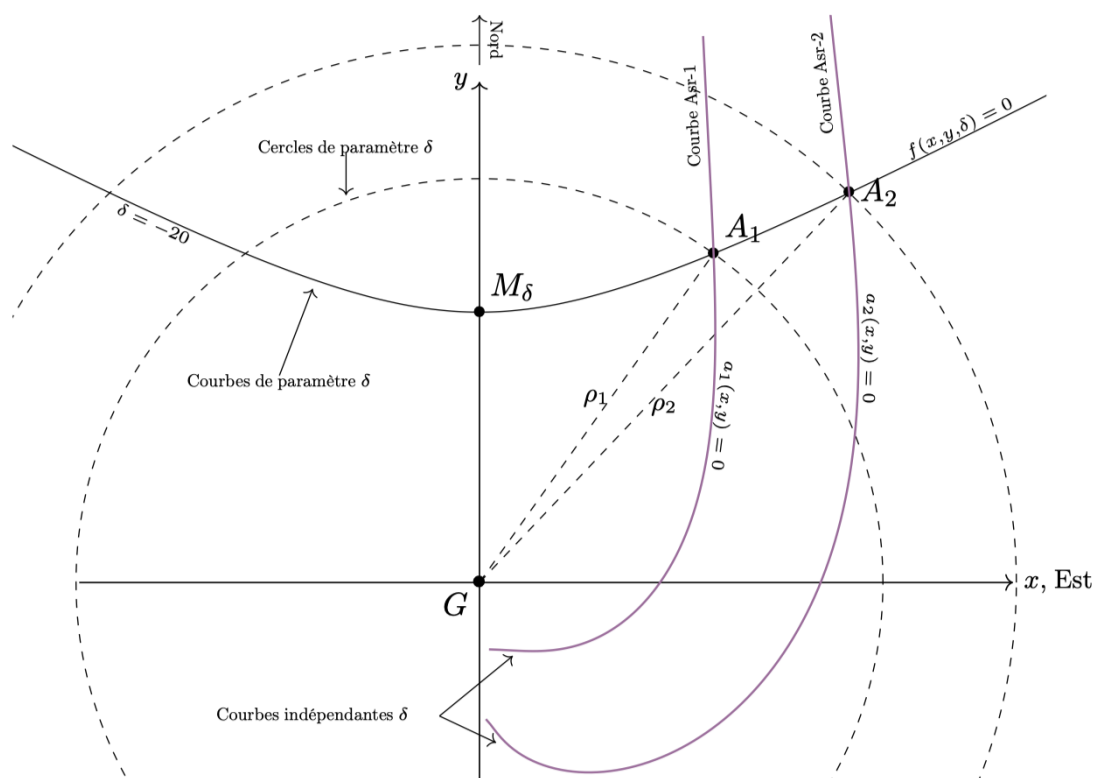


Figura 2 – Punti di Asr-1 e Asr-2 per un arco diurno assegnato. In questo esempio $\varphi = 44^\circ$, $g = 2$ e $\delta = -20^\circ$

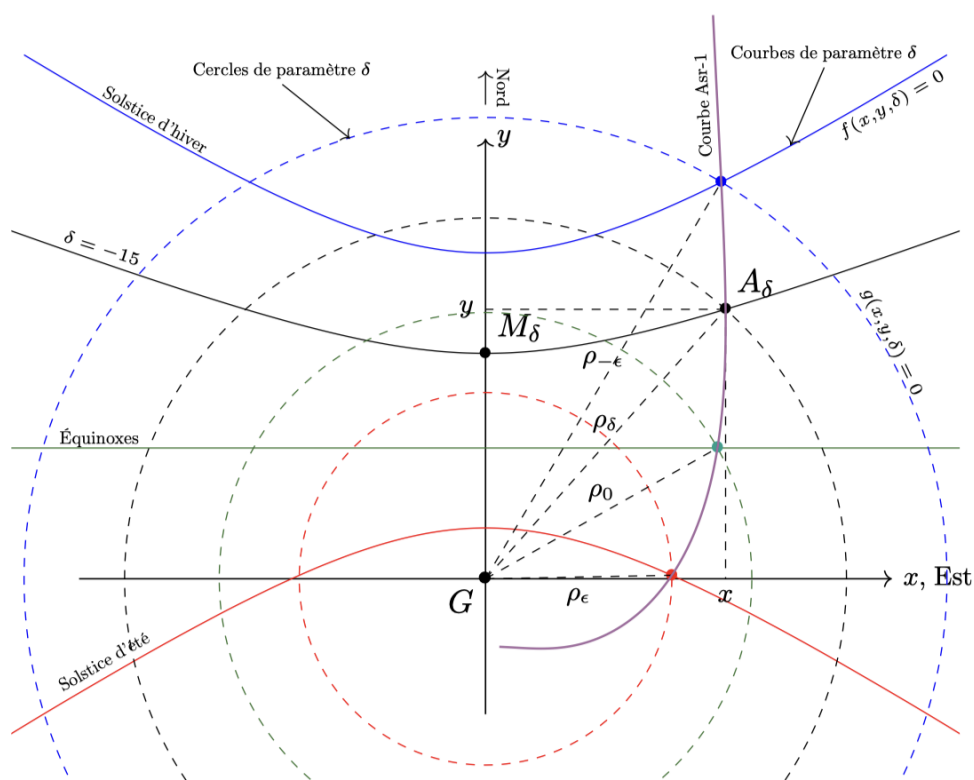


Figura 3 – Principio di generazione del punto della curva di Asr-1. In questo esempio $\varphi = 44^\circ$, $g = 2$

3.1 Coordinate parametriche della curva dell'Asr

3.1.1 Caso con $\varphi - \delta > 0$ – Fuori dalla zona inter-tropicale

Karl Schoy fornisce a pagina 30 delle sue memorie del 1913 *Arabische Gnomonik* (op. cit.) le coordinate parametriche della curva *Asr* per un quadrante orizzontale.

Vediamo come si possono determinare le equazioni parametriche di un punto $A_\delta(x, y)$ della curva *Asr* in una meridiana orizzontale installata ad una latitudine φ purchè $\varphi > \delta$ e per un'altezza dello gnomone g .

Consideriamo l'equazione cartesiana dell'arco diurno e la lunghezza dell'ombra dello gnomone, per una data declinazione δ e considerati nel riferimento topografico (Oxy) tale che l'asse (Ox) sia orientato verso Est e l'asse (Oy) sia orientato verso Nord (vedi Fig. 2 della pagina precedente come esempio):

$$\sin^2 \delta x^2 + \sin^2 \delta y^2 - \cos^2 \varphi y^2 + 2g \sin \varphi \cos \varphi y + g^2 (\sin^2 \delta - \sin^2 \varphi) = 0 \quad (1)$$

$$\rho = g [1 + \tan(\varphi - \delta)] = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad e \quad \varphi > \delta \quad (2)$$

Riorganizzando l'equazione (1) per isolare alla fine $\sin^2 \delta$

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

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

Si sarà riconosciuto al numeratore lo sviluppo di una identità notevole che può essere fattorizzata e finalmente grazie a (2) proporre la relazione:

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

Poiché la formula che fornisce il raggio ρ contiene $\tan \delta$, preferiamo isolare $\tan \delta$ invece che continuare con $\sin^2 \delta$, e si ottiene:

$$\tan^2 \delta = \frac{\sin^2 \delta}{1 - \sin^2 \delta} = \frac{(y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2}{\rho^2 + g^2 - (y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2} \quad (3)$$

Dalla relazione (2) è facile estrarre $\tan \delta$ in funzione di ρ , g e φ e sempre sotto la condizione $\varphi > \delta$:

$$\tan \delta = \frac{g (1 + \tan \varphi) - \rho}{(\rho - g) \tan \varphi + g} \quad (4)$$

Quindi uguagliando i quadrati delle tangenti abbiamo:

$$\frac{(y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2}{\rho^2 + g^2 - (y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2} = \left[\frac{g (1 + \tan \varphi) - \rho}{(\rho - g) \tan \varphi + g} \right]^2$$

$$(y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2 [(\rho - g) \tan \varphi + g]^2 = [\rho^2 + g^2 - (y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2] [g (1 + \tan \varphi) - \rho]^2$$

$$(y \cos \varphi - g \sin \varphi)^2 = \frac{(\rho^2 + g^2) [g (1 + \tan \varphi) - \rho]^2}{[g (1 + \tan \varphi) - \rho]^2 + [(\rho - g) \tan \varphi + g]^2}$$

Vale a dire che, dopo aver estratto la radice quadrata, troviamo una bella espressione contenente solo l'ordinata del punto della curva dell'*Asr*, comune sia all'arco diurno che al cerchio di raggio ρ e dipendente dal parametro δ contenuto implicitamente, e da solo, in ρ

$$y = g \tan \varphi \pm \frac{1}{\cos \varphi} \cdot \frac{\sqrt{\rho^2 + g^2} [g (1 + \tan \varphi) - \rho]}{\sqrt{[(\rho - g) \tan \varphi + g]^2 + [g (1 + \tan \varphi) - \rho]^2}} \quad (5)$$

Il radicando al denominatore si semplifica notevolmente. Infatti, a calcolo fatto:

$$[(\rho - g) \tan \varphi + g]^2 + [g (1 + \tan \varphi) - \rho]^2 = \frac{(\rho - g)^2 + g^2}{\cos^2 \varphi} \quad (6)$$

E ancora sostituendo nella relazione (5)

$$y = g \tan \varphi \pm [g (1 + \tan \varphi) - \rho] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - g)^2 + g^2}} \quad (7)$$

Utilizzando nuovamente la relazione (2) e con la relazione (7) appena trovata, determiniamo infine l'ascissa di un punto sulla curva *Asr*:

$$x = \pm \sqrt{\rho^2 - \left[g \tan \varphi \pm [g (1 + \tan \varphi) - \rho] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - g)^2 + g^2}} \right]^2} \quad (8)$$

Le equazioni parametriche delle coordinate di un punto della curva *Asr-1*, che assicurano un tracciato punto per punto, sono stabilite definitivamente nel modo seguente:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \pm \sqrt{\rho^2 - \left[g \tan \varphi \pm [g \tan \varphi - (\rho - g)] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - g)^2 + g^2}} \right]^2} \\ y = g \tan \varphi \pm [g \tan \varphi - (\rho - g)] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - g)^2 + g^2}} \end{array} \right. , \varphi > \delta \quad (9)$$

Queste non sono le stesse equazioni trovate da Karl Schoy nel suo trattato (op. cit.) a pagina 30, formule (III). Un errore di calcolo o di scrittura “ $2q \tan \varphi (1 - q)$ ” (q corrispondente a g) nei vari sviluppi si è insinuato nell'espressione del denominatore dell'ascissa che Schoy determina per prima poiché i nostri assi non sono gli stessi (basta scambiare x con y e y con x rispettivamente). Ne consegue che la semplificazione di questo denominatore, come dimostrato in (6), non porta all'espressione data da Schoy. È difficile stabilire se si tratta di un errore di calcolo o di un refuso nel manoscritto. Il resto dei calcoli e le deduzioni che seguono non ne sono influenzati poiché subito dopo aver trovato il sistema (III), Schoy affronta lo studio analitico delle curve *Asr* ponendosi all'equatore ($\varphi = 0^\circ$) il che elimina il termine erroneo e quindi ha probabilmente impedito di rilevare questo errore, che non può essere un errore di stampa. Le formule (III) non saranno più utilizzate nel resto della dissertazione di Schoy e la figura 4 della tavola 1 ($\varphi = 0^\circ$) così come la figura della tavola 2 ($\varphi = 30^\circ$ *Sud*) non provengono direttamente dalle equazioni della forma III, ma sono comunque corrette. Va notato in particolare che Schoy non esamina cosa accade alla curva *Asr* nella zona intertropicale, oppure quando $\varphi - \delta \leq 0$ sapendo che δ dovrebbe variare nel suo intervallo di definizione $[-90^\circ; +90^\circ]$.

Per una rappresentazione grafica della curva dell' $\mathcal{A}sr$ alle nostre latitudini temperate, come si può vedere in un bell'estratto nelle figure 2 e 3, abbiamo preso i seguenti segni:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = + \sqrt{\rho^2 - \left[g \tan\varphi - [g \tan\varphi - (\rho - g)] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - g)^2 + g^2}} \right]^2}, \quad \varphi > \delta \\ y = g \tan\varphi - [g \tan\varphi - (\rho - g)] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - g)^2 + g^2}} \end{array} \right. \quad (10)$$

In termini assoluti, la curva rappresentativa dell' $\mathcal{A}sr$ è valida per δ compreso nell'intervallo $[-90^\circ; +\varphi]$ ($\varphi \geq 0$). Nella pratica gnomonica ci limiteremo alle declinazioni comprese tra gli archi dei solstizi.

3.1.2 Caso con $\varphi - \delta \leq 0$ – Zona inter-tropicale

Nella zona inter-tropicale, il punto della curva $\mathcal{A}sr-1$ non obbedisce più alla precedente forma 10 perché la lunghezza dell'ombra che dà il punto $\mathcal{A}sr-1$ è regolata dalla formula: $\rho = g[1 - \tan(\varphi - \delta)]$. I punti $\mathcal{A}sr-1$ vengono quindi calcolati dalle relazioni:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = + \sqrt{\rho^2 - \left[g \tan\varphi + [g (1 - \tan\varphi) - \rho] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - g)^2 + g^2}} \right]^2}, \quad \delta \geq \varphi \\ y = g \tan\varphi + [g (1 - \tan\varphi) - \rho] \sqrt{\frac{\rho^2 + g^2}{(\rho - g)^2 + g^2}} \end{array} \right. \quad (11)$$

(Continua)

Questo articolo è stato pubblicato su:

“Cadrans Info” della Commission des Cadrans Solaires (Société Astronomique de France), n.50, ottobre 2024 (recensito su “Orologi Solari” n.35, dicembre 2024).

A questa prima parte faranno seguito altre due parti, nei prossimi numeri della nostra rivista.

Ringraziamenti

Si ringraziano Dominique Collin, autore dell'articolo, e Philippe Sauvegeot, presidente della Commission des Cadrans Solaires (CAS) della Société Astronomique de France (SAF), per averci consentito di tradurre e pubblicare questo articolo.

Le vecchie meridiane di Colle Santa Lucia

Si propone una ricerca su due antichi quadranti solari presenti a Colle Santa Lucia (BL), ad oggi tra i più vetusti conosciuti in Veneto. I controlli, fatti con strumenti moderni, evidenziano che lo sconosciuto gnomonista del '600 che li realizzò fosse un esecutore abile e competente.

di Giuseppe De Donà (bepidedona@gmail.com)

Premessa

A Colle Santa Lucia, in Provincia di Belluno, sono presenti due quadranti solari costruiti nel 1606.

Il primo, tuttora ben conservato, si trova sulla parete della chiesa parrocchiale rivolta a sud ovest, mentre il secondo, visibile solo in parte e senza gnomone, si trova sulla parete della vecchia casa “Piazza”, anch’essa rivolta a sud ovest. Le due meridiane sono molto simili, perciò sono probabilmente state fatte dallo stesso autore.

Nel 2013, in preparazione ad una conferenza che dovevo tenere nel mese di luglio al Castello di Andraz [1], un operatore dell’*Istitut Cultural Ladin* di Colle Santa Lucia, riferendosi a quanto scritto in un testo [2] che trattava l’argomento, mi chiese spiegazioni sulla segnalazione di un presunto “errore” commesso dallo gnomonista del ‘600 che costruì la vecchia meridiana della chiesa.

Questo articolo intende dare una risposta alla sua domanda; a questo scopo è necessario analizzare gnomonicamente entrambi gli orologi in considerazione della declinazione delle pareti dei due fabbricati e del crinale che circonda Colle Santa Lucia che condiziona l’osservazione mattutina e serale.

I due quadranti sono censiti su Sundial Atlas con i numeri [IT006329](#) quello della chiesa (Figura 2) e con [IT009820](#) quello di casa “Piazza” (Figura 3).

Cenni storici

Per gli eventuali lettori che non avessero presenti le modalità di misura del tempo nel passato, è utile qualche cenno storico.

Nel 1606 Colle Santa Lucia, *Col* in ladino, *Verseil* in tedesco, apparteneva alla Diocesi di Bressanone, che faceva parte del Tirolo austriaco. Per questo motivo sui due orologi sono indicate le ore francesi (o d’oltralpe), un sistema orario che inizia con l’ora zero a mezzanotte, segna le ore 12 a mezzogiorno e termina con l’ora 24 alla mezzanotte successiva. Si tratta in sostanza dell’attuale sistema orario usato in tutto il pianeta e che in Italia si affermò in modo diffuso solo nella seconda metà del XVIII secolo.

Nella nostra penisola nel 1606 era quindi in uso un altro sistema orario, quello delle ore italiane, un metodo adottato nel nostro paese per ben sei secoli, a partire dall’introduzione di sistemi orari ad ore uguali introdotti con l’affermarsi e il diffondersi degli orologi meccanici nel XIII secolo.

Le ore italiane segnavano l’ora dal tramonto del Sole e per questo venivano anche chiamate *ab occasu*. Con quel sistema orario l’ora 24 coincide col tramonto del Sole, istante che corrisponde al passaggio del centro del Sole sulla linea dell’orizzonte. Là terminava un giorno e con l’ora zero iniziava il giorno successivo.

Quel metodo era comodo (lo è ancora) per i lavori all’aperto. Per esempio, sia d’estate sia d’inverno, una meridiana a ore italiane che indica l’ora 23 “avverte” il contadino che c’è ancora un’ora di luce a disposizione prima del crepuscolo.

Al contrario, le ore italiane erano scomode per la regolazione degli orologi meccanici in quanto l’ora del tramonto cambia sera dopo sera nel corso delle stagioni, con conseguente diversa lunghezza del giorno rispetto alle 24 ore medie [3][4]. Con il quadrante di Colle era invece possibile regolare con sufficiente precisione gli orologi meccanici in quanto,

per esempio, tra un mezzogiorno e il mezzogiorno successivo passano 24 ore con la sola piccola differenza dovuta all'equazione del tempo.

Lo stile “tedesco” del quadrante di Colle Santa Lucia si riscontra anche nello gnomone che è di tipo polare. Lo stilo è parallelo all'asse della Terra ed è diretto in cielo verso la direzione del polo nord celeste, ai nostri tempi la stella Polare. L'ombra di uno stilo polare si sovrappone esattamente a tutta la linea oraria e ne facilita la lettura.

Nei quadranti a ore italiane si usa invece l'ortostilo, uno gnomone inserito ortogonalmente alla parete. L'ortostilo rappresenta quindi la tradizione italiana e per questo è ancora usato anche nei quadranti a ore d'oltralpe. La sua lettura è più complicata rispetto all'assostilo in quanto l'ombra non si sovrappone a tutta la linea oraria e l'ora è indicata solo dall'estremità dell'ombra dello stilo.

Infine, nella meridiana di Colle Santa Lucia, come in quasi tutte le meridiane del Tirolo, non c'è nessuna linea calendariale, in pratica non ci sono né la linea equinoziale né le linee dei solstizi.

Lo gnomonista del '600

Il testo [2] citato in premessa è scritto da Paolo Alberi Auber, appassionato gnomonista di Trieste vivace animatore di tanti Seminari di gnomonica.

L'autore analizza a fondo l'orologio che definisce “*uno dei più antichi orologi solari presenti in Italia, con la data di costruzione perfettamente riconoscibile: di così ben conservati e datati se ne possono contare sulle dita della mano nel nostro Paese*”.

Poi aggiunge: “*Se in seguito risultasse che a costruirlo fosse stato uno degli insegnanti (un Gesuita?) chiamato dal Vescovo per iniziare il nuovo Seminario non ci sarebbe da meravigliarsi*”.

In una nota a piè di pagina l'autore approfondisce ulteriormente la sua analisi e scrive: “*Avendo studiato a fondo questo interessantissimo quadrante solare ho riscontrato che l'orientamento della parete è molto prossimo all'angolo di 22°30' un angolo che potrebbe essere riconosciuto in uno degli angoli standard suggeriti da Vitruvio nella fondazione di nuove città ecc. Vedi Alberi Auber [2005]. All'Archivio Vescovile di Bressanone ho trovato un bellissimo libro illustrato di Franziskus Kessler, stampato a Francoforte nel 1605, che insegna a progettare orologi solari. Seguendo con attenzione questo libro si riuscirebbe ancor oggi a costruire l'orologio solare di Colle S. Lucia. Probabilmente chi si presentò a Bressanone per insegnare Astronomia e Matematica poteva essere un Gesuita che si portò dietro questo libro. Dello stesso autore ci sono poi rilegati assieme altri libri, pubblicati in seguito, i quali furono a disposizione di tutti gli insegnanti di matematica e astronomia delle generazioni seguenti. Il che spiegherebbe la presenza di diversi orologi solari, anche di bellissima fattura e tuttora funzionanti, nel territorio di Bressanone. In proposito ci sarebbe anche da segnalare un'altra particolarità: alle nostre latitudini, e su di una parete così orientata, le ore 8 del mattino non sono visibili, vale a dire che il Sole si trova dietro il quadrante: si tratta quindi di una forzatura che lo gnomonista inesperto commise nel timore di qualche, incomprensibile, critica.*”

Analisi sull'orientamento della parete dell'orologio della chiesa

Non sono del tutto d'accordo sul fatto che sia un errore tracciare una linea oraria se essa non è mai lambita dall'ombra dello gnomone. A mio parere, anche se il Sole sorge più tardi rispetto all'ora indicata dalla linea, quando la parete s'illumina e l'ombra dello stilo diventa visibile, con quella indicazione si può stimare l'ora osservando la posizione dell'ombra nei confronti della linea successiva.

Oltre a ciò, ero perplesso sul fatto che su quella parete il Sole durante l'anno non fosse mai visibile alle ore 8 locali.

Se, come scrive Alberi, la declinazione è di 22.5° Ovest, l'azimut verso Est dove è diretta la parete della chiesa è $(90^\circ + 22.5^\circ) = 112.5^\circ$ misurati da Nord verso Est. Alla latitudine di Colle, al solstizio d'inverno, il Sole sorge poco prima delle 8 ad azimut 125° Est. Prima di essere osservato deve però “salire” e uscire dal crinale, e ciò avviene molto tempo dopo le ore 8. Però, tra settembre (all'equinozio il Sole sorge alle ore 6 ad Azimut 90° Est) e dicembre, scorrono tre mesi e trovavo strano che non ci fosse nessun periodo in cui il Sole illumina la parete prima delle 8.

Occorreva eseguire un rilievo per verificare l'esatta declinazione della chiesa e definire il profilo del crinale visto da quel luogo.

Il rilievo

Salii a Colle Santa Lucia il 29 agosto 2013 e rilevai col teodolite il profilo di levante verificando una declinazione della parete di 23.2° Ovest. Con quei dati simulai la posizione del Sole usando una mia procedura [5][6]. Il Sole era visibile prima delle 8 locali per due mesi all'anno, dal 26 settembre al 27 ottobre e dal 15 febbraio al 17 marzo circa.

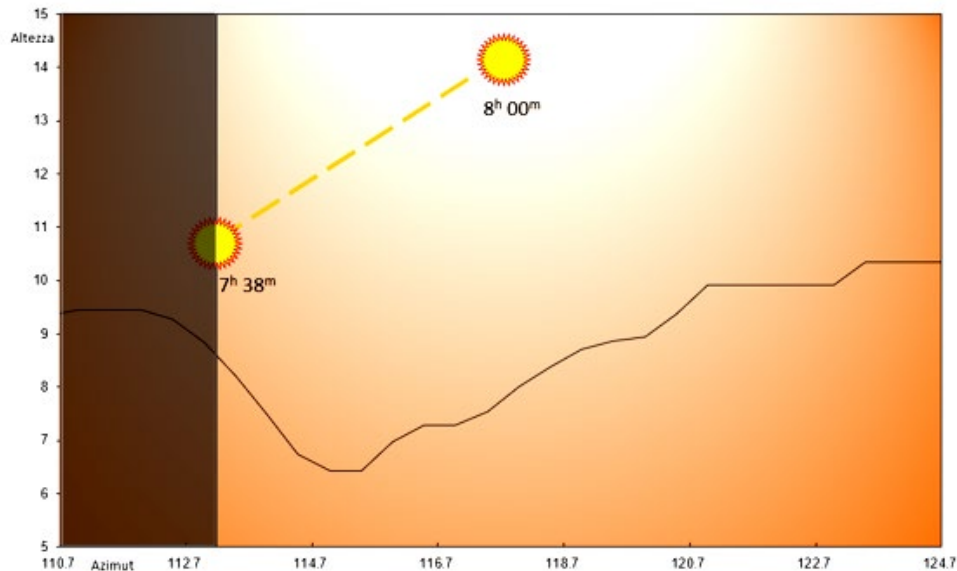


Fig. 1 – Simulazione del 13/10/2013

Tornai a Colle il 13 ottobre 2013 in un mattino col cielo terso in cui potei verificare con il Sole che i dati calcolati erano corretti. Dopo aver passato l'orizzonte alle 6h 27m ad azimut 101° , il Sole varcò lo spigolo Est della chiesa alle 7h 36m di TMEC (7h 38m di ora locale) già alto oltre 10° . Alle 7h 58m, le 8h 00m locali, la posizione del Sole simulato col profilo a levante della chiesa e l'orizzonte locale era quello Figura 1 e la meridiana era perfettamente illuminata come è ben visibile dalla foto di Figura 2.



Figura 2 – [IT006329](#). Immagine scattata il 13/10/2013 alle ore 8 locali.

Ad onore dello gnomonista del '600 va aggiunto che l'ora segnata dal quadrante differisce solo di qualche minuto rispetto all'ora vera locale. Forse correggendo la precaria posizione dello gnomone, l'ora segnata potrebbe risultare ancor più precisa.

Analisi sull'orientamento della parete di casa "Piazza"

A causa della forte pendenza del terreno sottostante la parete sud-ovest di casa "Piazza", non ho potuto rilevare esattamente la declinazione con il teodolite. Con Google Earth è però possibile eseguire l'operazione con una tolleranza di uno/due gradi. Con la funzione "righello" ho ricavato l'orientamento della parete pari a circa 35° Ovest.

Contrariamente alla facciata della chiesa, quella di casa "Piazza" alle ore 8 non è mai illuminata dal Sole. È possibile che l'esecutore del '600 fosse a conoscenza anche di questo in quanto, su quel quadrante, la prima ora indicata è quella delle ore 9 (vedi Figura 3).



Fig. 3 – [IT009820](#). La meridiana di casa De Piazza

Il "pelo nell'uovo"

Volendo cercare il pelo nell'uovo, nell'orologio della chiesa è la linea delle ore 7 della sera (le ore 19) a non essere mai illuminata dal Sole. Con una declinazione di 23° Ovest, verso ponente la parete punta in direzione 293° di azimut misurato da nord. Teoricamente il Sole raggiunge le ore 19 locali prima di avere raggiunto quell'azimut (con $h > 0$) nelle prime decadi di maggio e di agosto. Il crinale di ponente è però alto circa 14°, per cui il Sole scendendo lo oltrepassa e sparisce prima delle ore 19. D'estate, a cavallo del solstizio, il quadrante è illuminato all'incirca fino alle 18h 25m locali. Pertanto, come già detto nell'analoga riflessione per le ore del mattino, la linea delle 19 può essere usata per stimare correttamente l'ora (tra le 18 e le 19) in cui nelle sere estive il Sole varca il crinale.

Simulazione con Orologi Solari

Tutte le considerazioni esposte si possono verificare simulando la visibilità del quadrante con il software Orologi Solari di Gian Casalegno [7]. In figura 4 ho estratto il grafico cartesiano dell'illuminazione del quadrante evidenziando in azzurro la finestra di visibilità delle ore 8 locali e, con una stellina, la linea delle ore 19 che, come detto, non è mai visibile.

Conclusioni

Quest'ultima simulazione fatta con Orologi Solari, qui eseguita a scopo dimostrativo, può essere utile in fase di progettazione per ogni orologio solare e lo gnomonista può decidere quali linee orarie indicare oppure omettere. Concludo infine riaffermando con convinzione che, per tutte le considerazioni esposte, lo gnomonista del '600 fosse tutt'altro che uno sprovveduto.

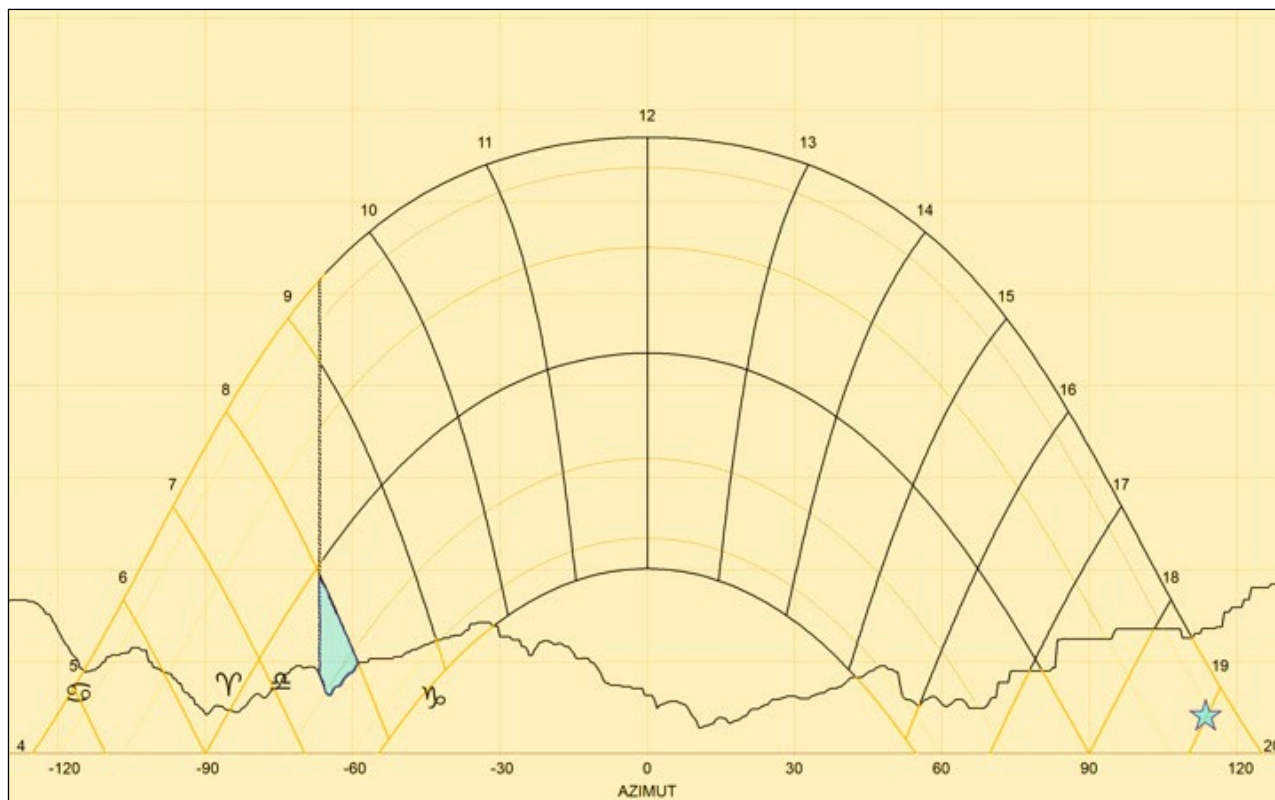


Fig. 4 – Illuminazione del quadrante con Orologi Solari

Bibliografia

- [1] De Donà Giuseppe, *Cusano e il foro gnomonico – Guida Andraz Museum*, Ed. Ghedina, Cortina d'Ampezzo (BL), 2011
- [2] Alberi Auber Paolo, *Una miniera, un forno per il ferro e due uomini di scienza tra le montagne: Nicola Cusano e Gianfrancesco Sagredo*, Ed. Istituto di Studi per l'Alto Adige, Firenze, 2006
- [3] De Donà Giuseppe, *Le ore italiane e la data della frana del Monte Piz ad Alleghe nel 1771- I*, *Astronomia* n. 4, Ed. Tipografia Piave (BL), 2011
- [4] De Donà Giuseppe, *Le ore italiane e la data della frana del Monte Piz ad Alleghe nel 1771 - II*, *Astronomia* n. 5, Ed. Tipografia Piave (BL), 2011
- [5] De Donà Giuseppe, *Quando il Sole varca il Crinale*, Atti del XVI Seminario di Gnomonica, San Felice Circeo, 2009
- [6] Meeus Jean, *Astronomical Algorithms*, William Bell, Richmond, 1991
- [7] Casalegno Gianpiero, *Orologi Solari*, <https://www.sundials.eu/download/download.html>

Ancora meridiane di Fra Felice da Val di Biadene?

Tre meridiane tracciate sulle facciate di una settecentesca villa del Trevigiano, villa Gera-Bellati, presentano caratteristiche grafiche che, accompagnate da recenti notizie storiche, suggeriscono di poterne attribuire l'esecuzione a "Fra Felice da Val di Biadene", il frate dell'Ordine dei Cappuccini che nella prima metà del '700 realizzò numerosi orologi solari in terra veneta e friulana. Di Fra Felice abbiamo già parlato nel n° 32 di Orologi Solari – dicembre 2023.

di Giuseppe Flora (giuseppe.flora1@gmail.com)

Passeggiando nel piccolo borgo di Campea, frazione del comune di Miane (TV), si resta ammirati dalla bellezza di Villa Gera-Bellati. Il seicentesco ingresso, le cornici marmoree delle finestre e i grandi stemmi di famiglia sono chiara traccia di un nobile passato.



Fig. 1 – Facciata Sud-Est di villa Gera – Bellati a Campea di Miane (TV)

Sulla facciata rivolta a Sud-Est della villa (Fig. 1) spiccano due antiche meridiane, identiche nella cornice ma differenti nel sistema orario: a ore italiane quella di sinistra (Fig. 2) e a ore francesi (o astronomiche) quella di destra (Fig. 3).



Fig. 2 – Meridiana a ore italiane sulla facciata Sud-Est di villa Gera-Bellati

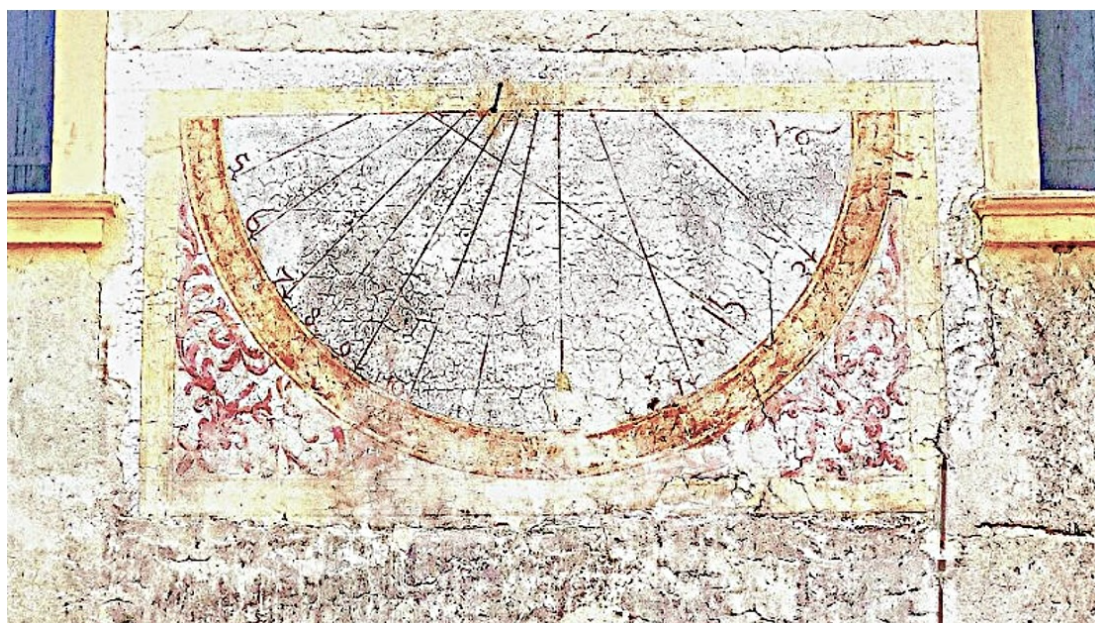


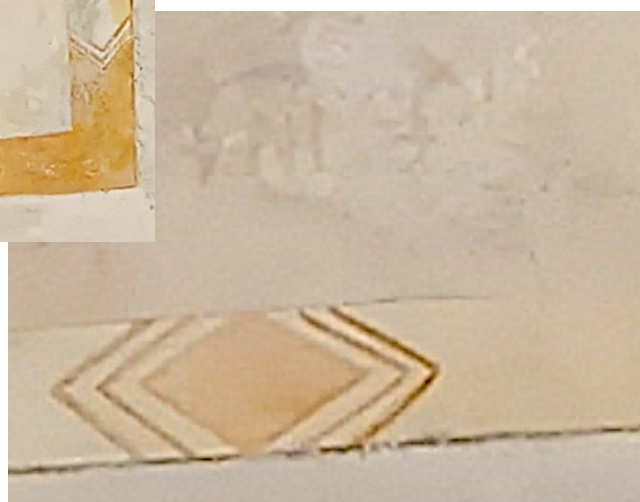
Fig. 3 – Meridiana a ore francesi (astronomiche) sulla facciata Sud-Est di villa Gera-Bellati

Anche sulla facciata Sud-Ovest della villa è presente una meridiana a ore italiane (Fig. 4), tracciata sicuramente per abbellire la parete ma anche per completare l'indicazione oraria nella fase finale della giornata: nell'analogia meridiana della parete a Sud (Fig. 2), infatti, risultano mancanti le linee corrispondenti alle ultime due ore del dì, "le 23 ore e le 24 ore" (secondo il sistema orario dell'epoca, ovvero a ore italiane), la cui lettura sarebbe risultata impossibile su una parete rivolta a Sud-Est, soprattutto nel periodo primavera-estate, quando il sole tramonta in direzione Nord-Ovest.



Fig. 4 – Meridiana a ore italiane sulla facciata Sud-Ovest di villa Gera-Bellati

Fig. 5 – Particolare della zona inferiore del quadrante in Fig. 4, dove appaiono le lettere “NI...”



Qualche evento accidentale fu sicuramente la causa del fatto che lo gnomone ortogonale di quest’ultima meridiana risulti oggi piegato verso il basso, a tal punto da falsare completamente la corretta indicazione delle ore. Si auspica che venga presto ripristinata la direzione originaria di suddetto “ortostilo”.

La parte inferiore del quadrante, benché danneggiata dalle intemperie, lascia intravedere alcuni caratteri in maiuscolo (Fig. 5): “NI...”. Probabilmente è tutto ciò che rimane di un antico motto (spesso venivano inseriti motti nelle meridiane dell’epoca). Ad esempio, potrebbe trattarsi del motto latino “HORAS NON NUMERO NISI SERENAS” (Io non conto le ore, se non quelle serene).

Purtroppo, in tutte e tre le meridiane risulta assolutamente illeggibile un eventuale riferimento al nome dell’autore o all’anno di realizzazione. O, per lo meno, non emerge alcuna certezza attributiva in tal senso. Tuttavia, alcune considerazioni tecniche e alcuni dati storici, ci permettono di inserirle in una finestra cronologica abbastanza precisa. Innanzitutto, il fatto che nelle due meridiane a ore italiane (Fig. 2 e Fig. 4) vi sia piena coincidenza nell’intersezione tra la linea delle “18 ore”, la linea verticale del mezzodì e la linea obliqua degli equinozi, dimostra che esse segnavano le “antiche ore italiane” e non le successive “ore italiane da campanile”. Le prime erano in uso nei secoli XV, XVI, XVII e anche nella prima metà del XVIII; mentre le seconde si diffusero in questa zona geografica soprattutto nella seconda metà del XVIII secolo. Questo dettaglio tecnico suggerisce che l’epoca di realizzazione di queste meridiane sia non posteriore a metà Settecento.

Una seconda informazione proviene invece dalle notizie storiche relative ai vari interventi strutturali eseguiti sulla villa nel corso dei secoli, in particolare quelli sulle facciate Sud-Est e Sud-Ovest. Risulta che queste ultime abbiano subito importanti lavori di ristrutturazione intorno al 1750, ovvero poco prima che Giuseppe Gera, ricco commerciante di legname nel Bellunese, si trasferisse (anno 1752) con tutta la famiglia nel Trevigiano, venendo ad abitare appunto nella sua villa di Campea, ora denominata villa Gera-Bellati. È dunque probabile che anche le meridiane siano state realizzate intorno al 1750.

Le due meridiane a ore italiane sono certamente diverse nella forma ma non pochi sono gli elementi che le accomunano e che fanno pensare che esse siano state realizzate dallo stesso autore. Pressoché identici sono i due gnomoni, identici sono gli elementi estetici posti alle due estremità della linea verticale del mezzogiorno (una croce e una campanella), molto simili in forma e dimensioni sono le figure zodiacali.

Nel tentativo di individuare un possibile autore, non sarebbe affatto peregrina l'idea di attribuire queste meridiane a Fra Felice da Val di Biadene, un frate conventuale dell'Ordine dei Cappuccini che nacque a Valdobbiadene nel 1697 e morì a Treviso nel 1758. Di lui abbiamo già parlato su questa rivista, nell'articolo in bibliografia [1]. Fra Felice fu un esperto gnomonista e realizzò diverse meridiane spostandosi da un convento all'altro del Veneto e predicando il "quaresimale" persino in terra friulana. Sicuramente sua, in quanto firmata e datata, è la meridiana ad ore italiane ancora oggi visibile nel Convento dei frati Cappuccini di Thiene (VI), e probabilmente sua è anche la grande meridiana che possiamo ammirare sulla facciata Est del Convento dei frati Cappuccini di Asolo (TV) (Fig. 6 e 7).

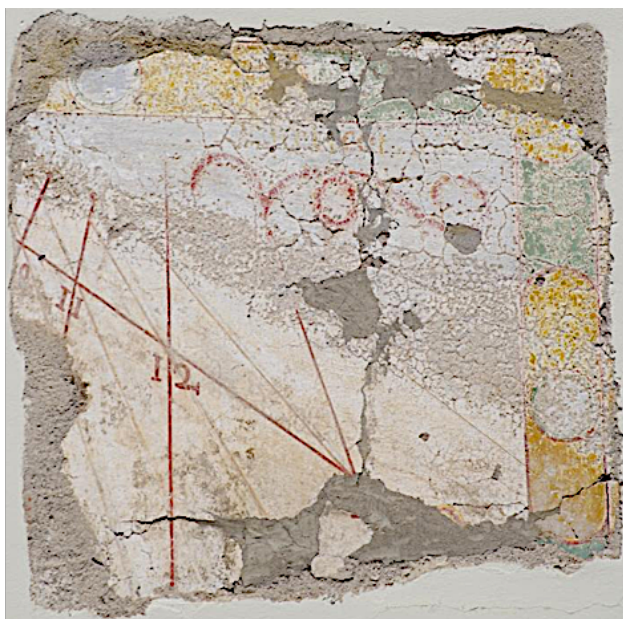


Fig. 6 – Meridiana nel convento dei frati Cappuccini di Thiene (VI), datata 1737 e firmata “Fra Felice da Val di Biadene”, come si vede meglio nella foto a lato in bianco e nero del 1977

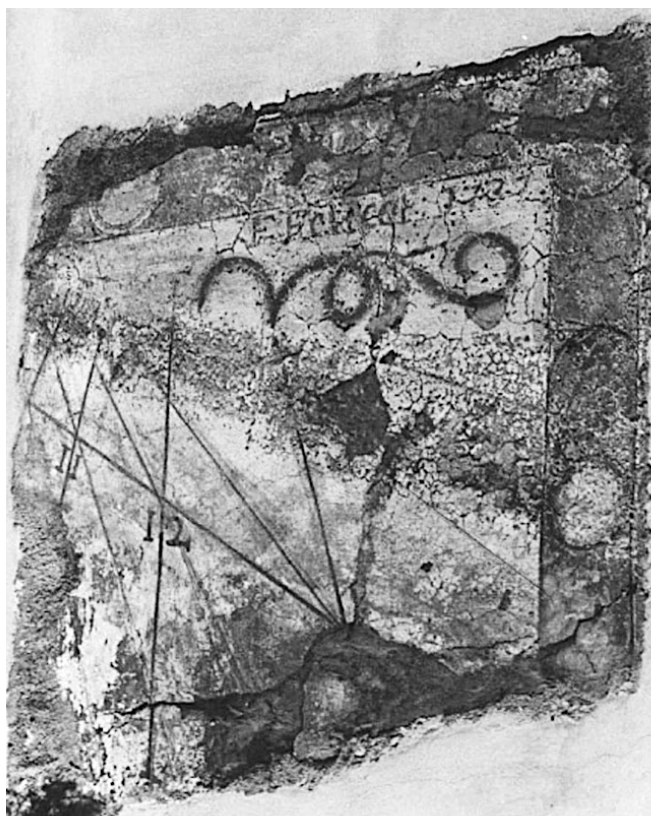


Fig. 7 – Meridiana nel convento dei Cappuccini di Asolo (TV), recentemente attribuita a Fra Felice (Orologi Solari, N°32 - dicembre 2023)

E ancora, firmata e datata è una sua meridiana conservata a Castions di Strada (UD), come pure è attribuita a lui la meridiana che risalta sulla facciata Sud della chiesa di San Martino a Bertiola (UD) (Fig. 8 e 9).



Fig. 8 – Meridiana del 1750, recuperata mediante strappo in località Castions di Strada (UD) recante la scritta “F. Felice da Val di Biadene - Castions”

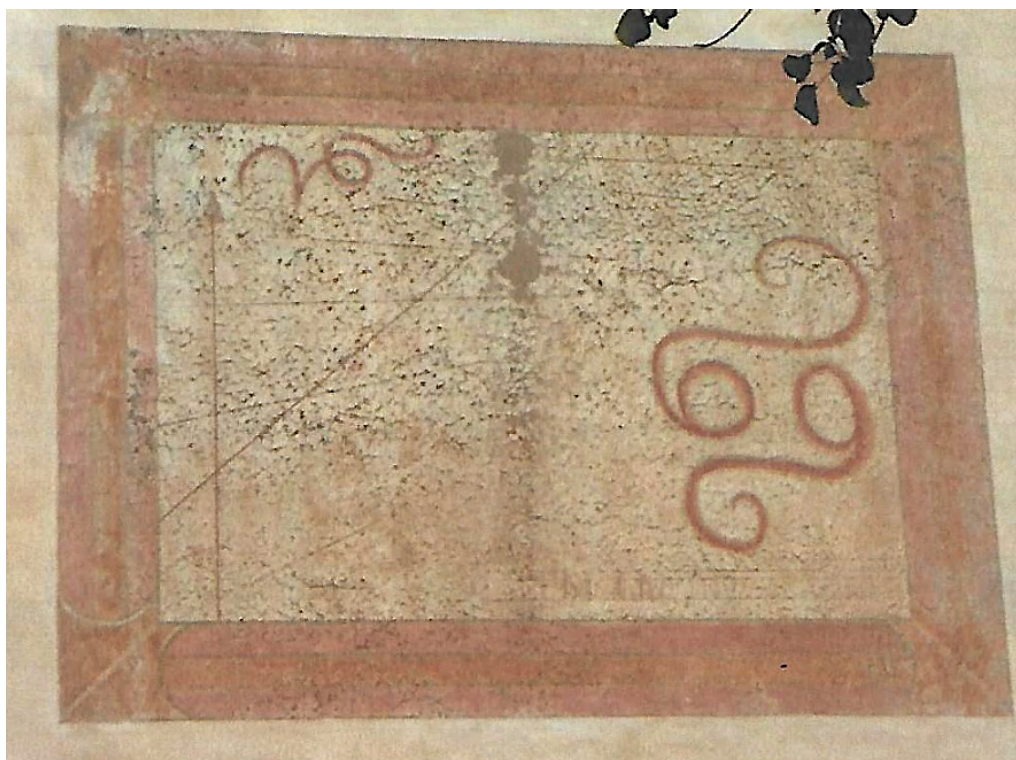


Fig. 9 – Meridiana sulla facciata Sud-Ovest della Chiesa di San Martino a Bertiola (UD), attribuita a Fra Felice

Oltre alla compatibilità cronologica e territoriale, vi sono alcuni importanti elementi decorativi che giungono a sostegno dell'ipotesi di attribuire al settecentesco frate gnomonista originario di Valdobbiadene anche le meridiane di villa Gera-Bellati a Campea.

Innanzitutto la forma e le dimensioni delle figure zodiacali: Fra Felice amava rendere estremamente “decorative” queste figure, ingigantendole e prolungando le loro estremità con asole a nastro.

In secondo luogo, se mettiamo a confronto (Fig. 10 e 11) la cornice della meridiana della facciata Ovest di villa Gera-Bellati con quella della meridiana dipinta a Thiene da Fra Felice, troviamo comunanze di tinte, somiglianze nella scelta della larghezza della fascia, nel modo di evidenziarne i bordi con una sottile linea rossastra, alternanza di zone color verde marino con altre color ocra dorato, e inserimento di particolari forme geometriche (rombi o cerchi).



Fig. 10 – Confronto tra la meridiana della facciata Ovest di villa Gera-Bellati (a sinistra) e la meridiana del 1737 di Fra Felice a Thiene (VI) (a destra)



Fig. 11 – Particolari delle cornici nel confronto tra la meridiana di villa Gera-Bellati (a sinistra) e la meridiana del 1737 di Fra Felice a Thiene (VI) (a destra)

Naturalmente, questa ipotesi di attribuzione a Fra Felice da Val di Biadene delle meridiane di villa Gera-Bellati a Campea di Miane (TV) attende future conferme oppure smentite, magari grazie ad ulteriori indagini storiche sulla villa stessa.

In ogni caso affascina la figura di Fra Felice, il frate gnomonista di Valdobbiadene che realizzò varie meridiane in un ampio territorio che si estende dal Veneto al Friuli.

Un frate che molto probabilmente apprese quest'arte proprio quando, all'età di 22 anni, entrò nell'Ordine dei Cappuccini presso il convento della sua città natale. Nel chiostro del Convento di San Gregorio di Valdobbiadene, infatti, un esperto ma ignoto maestro di gnomonica tracciò, nel 1696, una meridiana di particolare bellezza e interesse. Malgrado il notevole stato di degrado causato dalle intemperie e dal trascorrere dei secoli, possiamo notare in questa meridiana (Fig. 12) chiare assonanze con le caratteristiche grafiche successivamente adottate da Fra Felice. In particolare, colpisce la somiglianza tra le grandi figure zodiacali che appaiono in questo quadrante e quelle tracciate da Fra Felice nelle meridiane di Thiene e del Friuli (Fig. 6, 8 e 9). Probabile eredità passata da un religioso custode di arte gnomonica ad un allievo altrettanto preciso e stimato.



Fig. 12 – La meridiana nel chiostro dell'ex Convento di San Gregorio a Valdobbiadene

Bibliografia

- [1] Giuseppe Flora, *Fra Felice da Valdobbiadene un frate cappuccino "gnomonista" del XVIII secolo* – Orologi Solari n.32 dicembre 2023

Ringraziamenti

Ringrazio vivamente l'Associazione Gnomonisti Trevigiani che continuamente mi coinvolge in attività di ricerca gnomonica, lo gnomonista Aurelio Pantanali che ha recentemente scoperto le due settecentesche meridiane friulane di Fra Felice, la geometra Giovanna Capretta che mi ha sostenuto con utili ricerche biografiche sulla vita di Fra Felice, gli organizzatori del sito Sundial Atlas (in particolare lo gnomonista Giuseppe De Donà) che mi hanno permesso di scoprire la meridiana di Fra Felice a Thiene.

Una variante di orologio azimutale

Si propone una variante di orologio azimutale ottenuto riportando più volte, a distanze opportune da uno stilo in posizione fissa, la figura ellittica della meridiana analemmatica. Si modifica poi opportunamente il tracciato per rendere l'orologio più leggibile e gradevole.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

È noto che l'orologio Azimutale più diffuso è l'orologio Analemmatico, apprezzato perché si presta a una realizzazione "da giardino", di grandi dimensioni, con gnomone umano. Chi vuole conoscere l'ora deve mettersi in piedi, sul punto corrispondente alla data: la direzione della sua ombra segnala l'ora solare locale lungo una linea ellittica. Su di essa i punti orari possono essere segnalati con pietre, piccole aiuole, segni di vario genere. Un bel *giocattolo*. In passato sono stati proposti anche modelli da tavolo, con lo gnomone mobile, ma non mi risulta che abbiano avuto grande successo.

Nell'ultimo numero di The Compendium [5] il Prof. Sawyer, con l'aiuto di sua figlia, propone la costruzione di un orologio Azimutale orizzontale con ortostilo in posizione fissa, da realizzarsi con l'aiuto di due volvelle particolari, colorate, per ottenere la corretta lettura dell'ora.

Da quanto ho letto e meditato mi è venuta l'idea che voglio esporre: servirmi della figura ellittica del *giocattolo* di cui sopra, riportandola più volte da uno stilo in posizione fissa, a distanze opportune, connesse con le date di inizio dei Segni zodiacali (Fig.1).

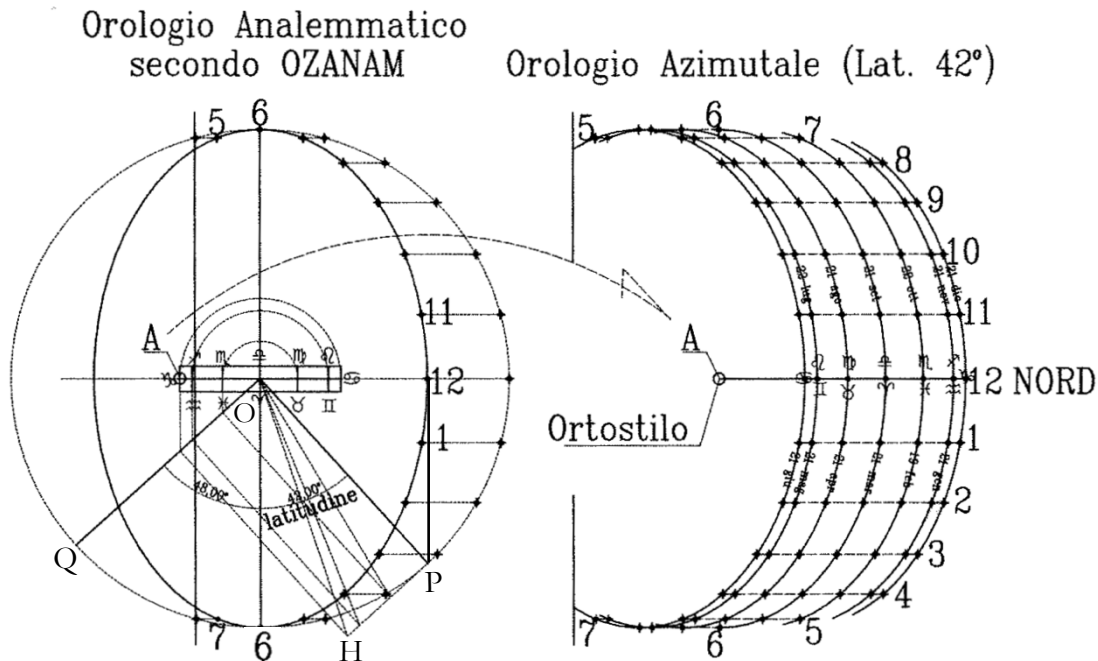


Figura 1- A sinistra uso del grafico ellittico messo a punto da Ozanam per individuare i segmenti relativi ai Segni zodiacali nel diagramma calendariale: gli angoli di declinazione relativi ai Segni individuano, sulla perpendicolare PH al raggio OP, i segmenti da proiettare su OQ e quindi sulla linea meridiana A12. OP forma con la linea O6 l'angolo di latitudine 42°, mentre P12 individua sulla linea meridiana l'asse minore dell'ellisse. A destra, fissata la posizione dello stilo nel punto che compete al solstizio invernale, l'ellisse oraria viene ripetutamente traslata in relazione alle distanze già individuate ottenendo un orologio azimutale a stilo fisso.

Si ottiene un orologio senza parti mobili. Conto su una valutazione più immediata dell'ora, a occhio, pur ammettendo una modesta approssimazione della lettura.

Mi sono servito del grafico ellittico messo a punto da Ozanam (*Récreations Mathématiques - Tomo2 - Problema VIII, Ediz. 1725*)¹ e dei segmenti individuati dai segni zodiacali nel suo diagramma calendariale [3]. Essi suggeriscono le posizioni in cui tracciare l'arco di ellisse valido per ognuna delle date: al solstizio estivo la distanza deve essere quella fra il segmento ☊ e il punto 12 della curva; a quello invernale quella fra il segmento ☋ e il punto 12; e così via per le altre distanze.

Ho disposto l'Ortostilo nel punto A, (corrispondente a ☋ nella figura di Ozanam) ottenendo le sette posizioni dello stesso diagramma. Ho verificato (con l'Analemma) il tempo semidiurno corrispondente a ciascuno degli archi disegnati, limitando le relative estensioni di ogni arco a tali valori.

Quanto ottenuto risulta scarsamente leggibile per le ore estreme nel periodo estivo, per cui ho provveduto a costruire una variante, modificando i tre archi fra l'equinozio e il solstizio estivo, riducendo del 5% le loro dimensioni e le distanze da A in modo progressivo (Fig.2).

La variante si presta ad una lettura relativamente facile per l'intero arco diurno. Ha anche un aspetto più gradevole, meno "rigido" della soluzione iniziale.

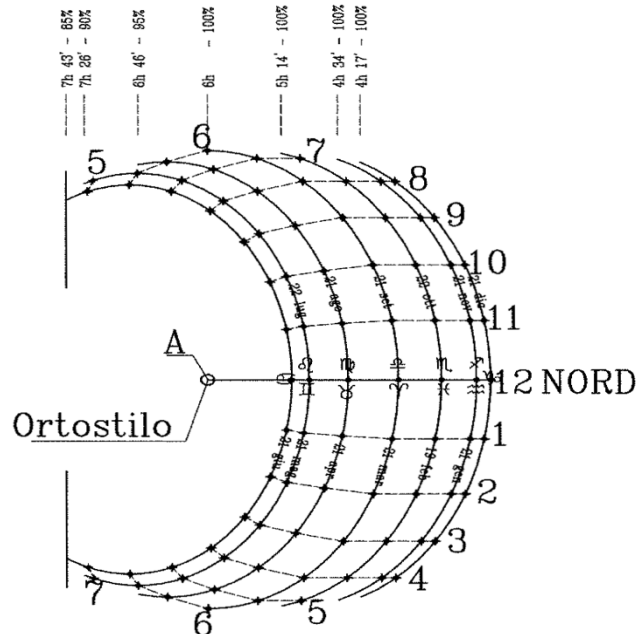


Figura 2 - La variante ottenuta riducendo progressivamente del 5% le dimensioni dei tre archi fra l'equinozio e il solstizio estivo e le distanze da A. Il tracciato risulta meglio distribuito e rende la lettura più agevole per l'intero arco diurno.

Orologio Azimutale (Lat. 42°)

Vedo (*ma sono idee mie, contestabili*) tale orologio su una tavoletta quadrata con lato di 40-50 cm. L'ortostilo (un ferro da maglia o qualcosa di simile) ha lunghezza a piacimento, ma non inferiore alla distanza fra A e il punto orario 6 dell'arco equinoziale. La lettura dell'ora deve ovviamente essere fatta per fasce calendariali (Fig.3).

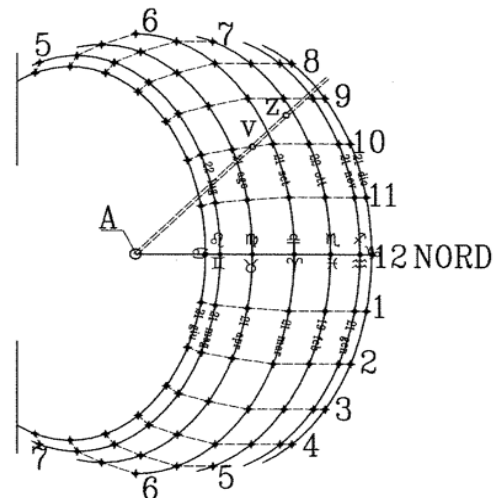


Figura 3 - L'ombra AZ indica l'ora nel punto V (ore 10) se la data è fra 4 e 8 Agosto o fra 4 e 8 Aprile e nel punto Z (ore 9 e 20') se la data è fra 16 e 19 Settembre, o fra 23 e 26 Febbraio.

¹ Il libro è scaricabile all'indirizzo <https://books.google.it/books?id=s65EAAAAcAAJ&printsec=frontcover&hl=it>

NOTE

- 1) La figura ottenuta si presta a segnare anche l'ora media di fuso: basta revisionare la posizione dei punti orari, tenendo conto della longitudine del luogo in cui lo si intende porre, rispetto alla longitudine media (15°), aggiungendo, per ogni nuova linea oraria, la nota curva a 8. Ad esempio nella mia città, Biella (Long. 9°), la linea del mezzodì medio va spostata di 24 minuti, sui punti delle ore 11 e 36'. Di conseguenza le altre linee orarie.
- 2) Non pretendo di essere l'inventore di questo diagramma. È talmente semplice che qualcuno DEVE averlo provato in passato, anche se non ho trovato un testo che ne tratti. Mi si segnala però che nel libro dell'ingegner Gianni Ferrari [2] sono riportate alcune soluzioni, tutte basate sulle fasce calendariali. Egli mostra che sono possibili grafici "di fantasia", non connessi con la forma ellittica, come ad esempio le varianti N° 2 e 3, che propongo in Figura 4. Anche nella memoria [1] è descritto un approccio che consente una moltitudine di tracciati orari.

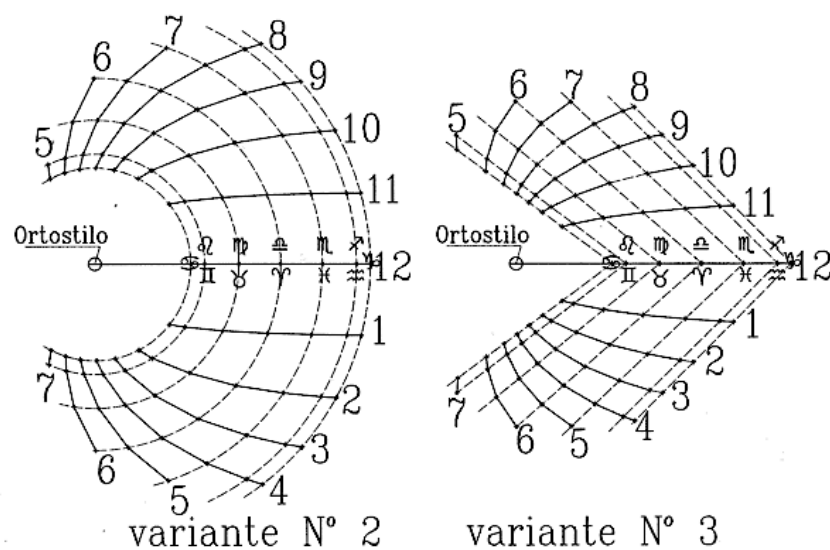


Figura 4 - Altri possibili grafici di orologi azimutali non connessi con la forma ellittica

Bibliografia

- [1] Francesco Caviglia, *Un approccio agli orologi solari monofilari*, XII Sem. Naz. di Gnomonica, Rocca di Papa. 2003
- [2] Gianni Ferrari, *Formule e metodi per lo studio degli orologi solari*, Youcanprint, Modena 2015
- [3] Alessandro Gunella, *Perché l'orologio analemmatico si chiama analemmatico?*, XII Sem. di Gnomonica, Rocca di Papa. 2003
- [4] Alessandro Gunella, *Il quadrante analemmatico*, Gnomonica Italiana n.5 giugno 2003
- [5] Fred Sawyer, *Una meridiana azimutale a volvelle*, The Compendium, Vol.31 n.4 dicembre 2024



*L'Autore in un autoritratto durante
le sue ... meditazioni gnomoniche ...*



La proiezione dell'orologio equinoziale

Si proietta l'orologio equinoziale secondo direzioni diverse, sempre lungo la linea meridiana, e si ottengono su piani differenti altrettanti schemi di orologio. Si conclude, ma senza modalità proiettiva, suggerendo la costruzione di una meridiana orizzontale, con un metodo alternativo ai tanti più noti.

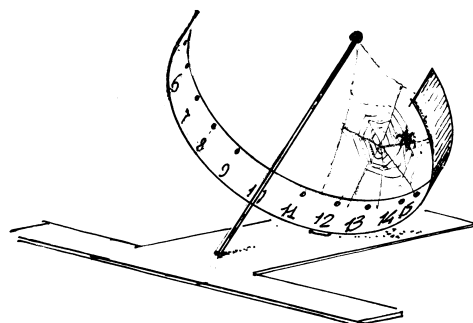
di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Io continuo con metodi post-medievali (applicati al – CAD...).

L'orologio solare illustrato dalla Fig. 1 è quanto di più semplice si possa immaginare in fatto di Gnomonica. L'ho definito equinoziale, perché l'arco metallico con i numeri orari sta sul piano equatoriale, ma esso può essere anche considerato orologio polare, perché tale arco è un cilindro a direttrice circolare perpendicolare all'asse polare, con le generatrici parallele ad esso. È possibile immaginare che tale cilindro si estenda all'infinito.

Intendo servirmi di esso per trovare il modo di costruire, mediante operazioni di proiezione, gli orologi da parete.

Figura 1 – Orologio equinoziale o polare



Lo schema generale del mio programma è illustrato dalla Fig.2: proiettando il cerchio equinoziale e i punti calendari dello Stilo secondo direzioni diverse, ma sempre lungo la linea meridiana, è possibile ottenere diversi schemi di orologio. Qui ho illustrato per sommi capi i tre orologi entrati in uso: il classico analemmatico, l'analemmatico orizzontale di Foster-Lambert¹, l'orologio ad ore francesi².

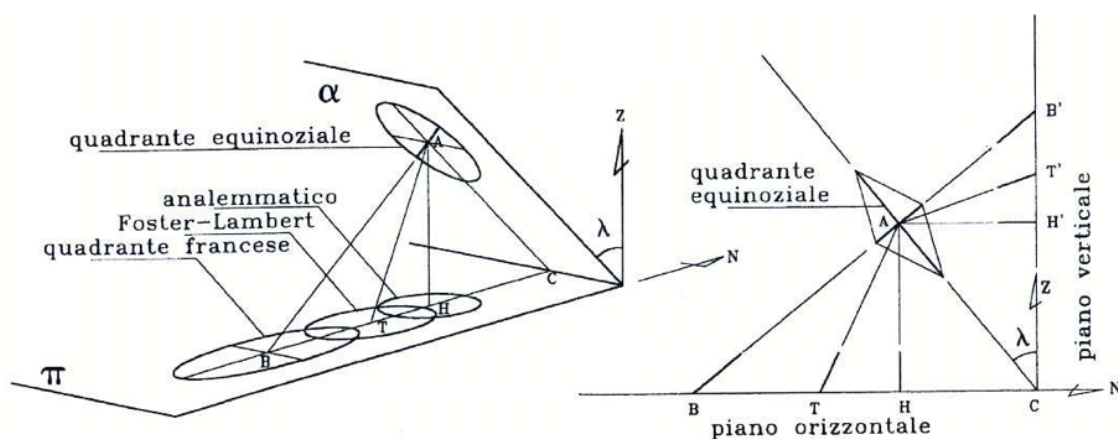


Figura 2 – Dalla proiezione del cerchio equinoziale secondo direzioni diverse, ma sempre lungo la linea meridiana, è possibile ottenere diversi schemi di orologio

¹ La proiezione dell'orologio equatoriale avviene in una direzione tale che l'ellisse dell'analemmatico si trasforma in un cerchio.

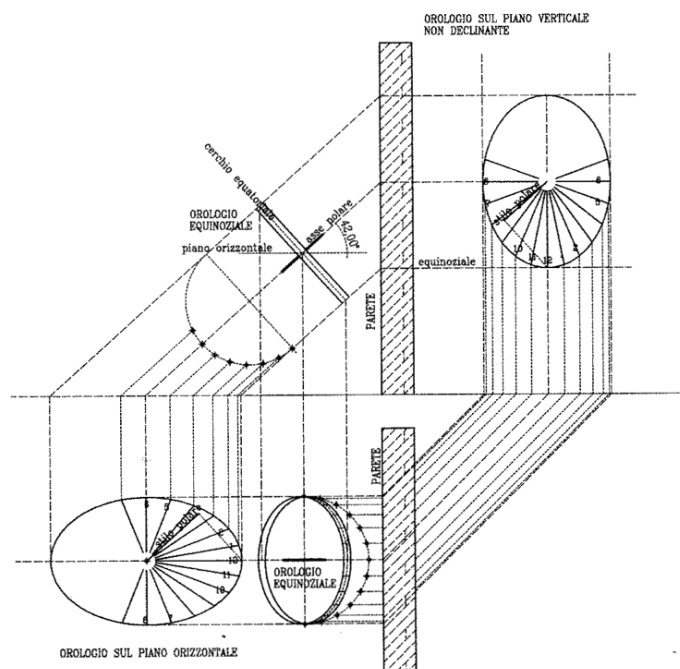
² In Piemonte l'orologio ad ore comuni locali è stato importato dalla Francia, con una forma semplificata, per gli Uffici pubblici; esso ha sostituito (non dappertutto e non senza opposizioni) il quadrante italico. Da qui il nome di "francese".

Fra i tre schemi illustrati il solo *quadrante francese* (di cui voglio interessarmi) ha lo gnomone fisso, mentre per gli altri due esso deve slittare in posizioni diverse, in connessione con il calendario. In altri termini, mi interessano solo le posizioni B e B' dello stilo lungo l'asse polare individuato dall'orologio equinoziale.

Nella prima figura esecutiva del mio programma (Fig.3) ho provveduto a operare tali proiezioni avvalendomi della proiezione Monge³, ottenendo gli orologi sul piano orizzontale e su quello verticale non declinante.

Si genera ovviamente una ellisse (direttrice del cilindro, non perpendicolare all'asse polare), su cui si individuano, sempre per proiezione Monge, gli estremi delle linee orarie. L'operazione (grazie al CAD) è relativamente semplice.

Figura 3 – Orologio a ore francesi sul piano orizzontale e verticale ottenuti per proiezione di quello equatoriale.



Le due figure successive riguardano le proiezioni, più complesse, rispettivamente su un piano verticale declinante, e su un piano inclinato e declinante (Fig.4).

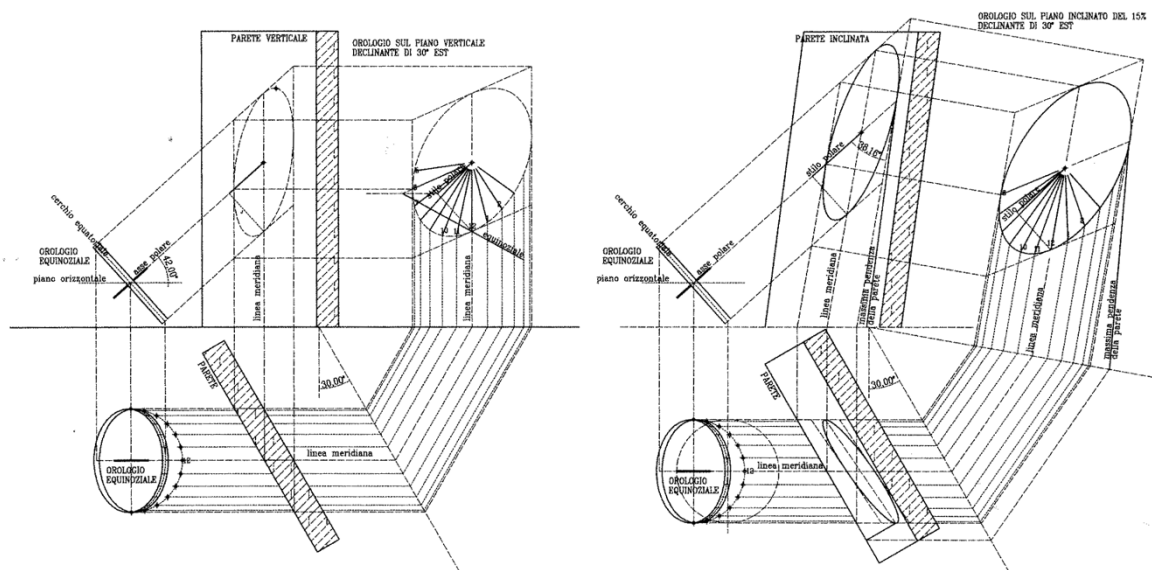


Figura 4 – Gli orologi trasferiti mediante proiezione su un piano verticale declinante e su un piano inclinato e declinante.

³ La proiezione Monge è sostanzialmente quella che a scuola è chiamata "Proiezione ortogonale".

A questo punto è dovuto il confronto con gli altri metodi (una decina solo per quello su piano orizzontale) messi a punto nei secoli passati per costruire gli orologi solari su varie superfici, considerando se è il caso di aggiungere anche questo.

La conclusione è abbastanza ovvia: con una attenta revisione delle operazioni, che evitino la costruzione proiettiva di cui mi sono servito, lo studio dell'orologio sul piano orizzontale può rientrare fra le sequenze di qualche interesse per il progettista. Così pure quello sul piano verticale non declinante, che richiede operazioni del tutto analoghe.

La costruzione sul piano declinante richiede il rifacimento (con qualche semplificazione) dello schema illustrato, con una attenta operazione (qui non illustrata) per individuare posizione e dimensioni degli assi principali dell'ellisse. Esistono altri metodi, meno laboriosi e forse meno passibili di errori. Tale considerazione, a maggior ragione, vale per l'orologio sul piano declinante inclinato. Però i criteri di costruzione che ho utilizzato possono essere utili come base per lo gnomonista di buona volontà che volesse divertirsi a trovare una nuova via analitica di soluzione del doppio problema. Io mi fermo qui.

NOTA: la costruzione dell'orologio sul piano orizzontale revisionata (Fig. 5).

Sulla linea meridiana ME si tracci il triangolo gnomonico CGE. Successivamente si costruisca il cerchio di raggio CE, suddiviso in archi di 15° .

L'ellisse EDMF ha i diametri principali coniugati derivati dal triangolo gnomonico:

$$\text{ME} = 2\text{CE} \quad \text{DF} = 2\text{GE}.$$

Riportando sulla ellisse, come illustrato, le suddivisioni del cerchio, si ottengono i punti orari e di conseguenza le linee orarie.

Ovviamente è possibile procedere oltre, individuando con i metodi noti le linee di declinazione, etc.

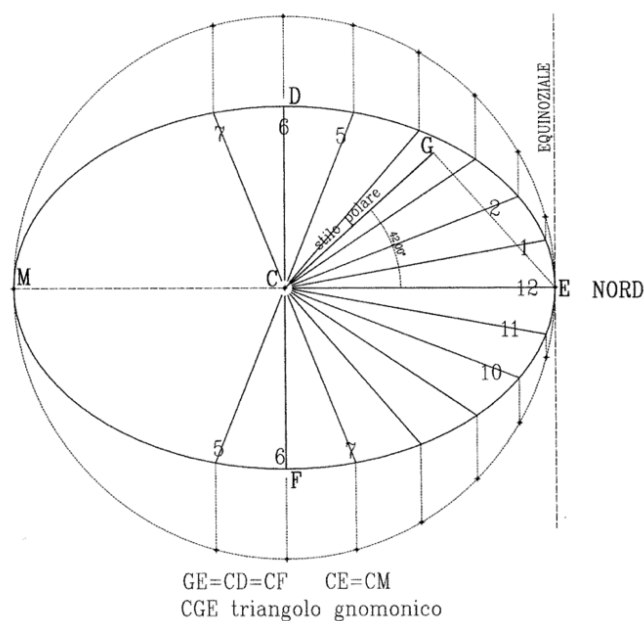


Figura 5 - Costruzione dell'orologio sul piano orizzontale per latitudine 42° : i punti sulla circonferenza esterna, equispaziati di 15° , vengono trasferiti sull'ellisse con diametri coniugati derivati dal triangolo gnomonico CEG (semiasse maggiore uguale al raggio della circonferenza nella direzione meridiana e semiasse minore pari a GE).

Bibliografia

- [1] Bruno Ernst, *Equator projection sundial*, British Astronomical Association 1986. L'articolo si può scaricare all'indirizzo <https://www.dezonewijzerkring.nl/downloads/IdR-EquatorProj.pdf>

Lo sviluppo storico della Geometria

Breve excursus storico sullo sviluppo della Geometria da Euclide ai giorni nostri. Si evidenziano in particolare la nascita della geometria analitica, della geometria descrittiva e della geometria proiettiva, di fondamentale importanza anche per la Gnomonica.

di Michele T. Mazzucato (michele.mazzucato@tiscali.it)

Ἀγεωμέτητος μηδεὶς εἰσὶτω

Non entri nessuno che non conosca la geometria

monito all'entrata dell'Accademia di Platone ad Atene

La geometria (dal greco antico γεωμετρία: *geo* = terra e *metrìa* = misura) è quella parte della matematica che si occupa delle forme nel piano e nello spazio e delle loro mutue relazioni. Si può pensare, in accordo al pensiero di Boyer, *che lo sviluppo della geometria sia stato stimolato dal bisogno pratico di costruire edifici* [tesi della classe sacerdotale di Aristotele] *e di misurare terre* [tesi degli agrimensori egizi di Erodoto], *oppure da un senso estetico per il disegno e l'ordine*, ma resta indiscutibile che i suoi inizi *risalgono a un'epoca anteriore alle più antiche civiltà* e che *la cosa migliore è [...] procedere sul terreno più sicuro della storia della matematica qual è documentata nelle testimonianze scritte che sono pervenute sino a noi*.

Euclide (IV-III secolo a.C.) riordinò tutte le conoscenze sino ad allora note e i suoi *Elementi* costituiscono un testo fondamentale per lo studio della geometria. Una geometria che sino al secondo decennio del XIX secolo coincide, appunto, con la cosiddetta **geometria euclidea**. Questa definisce tre concetti primitivi (punto, retta e piano) e assume la veridicità di alcuni assiomi (assiomi o postulati di Euclide) da cui vengono dedotti i teoremi. Un assioma per Euclide è una affermazione evidente, che viene accettata come vera senza dimostrazione.

La geometria euclidea comprende la **geometria piana** che si occupa delle figure geometriche (poligoni e cerchi) nel piano (nello spazio euclideo a due dimensioni) e la **geometria solida** (o stereometria) che si occupa delle figure geometriche (poliedri e solidi di rotazione) nello spazio (nello spazio euclideo a tre dimensioni).



Fig. 1 - Euclide in un particolare dell'affresco *Scuola di Atene* (1509-1511) dell'urbinate Raffaello Sanzio (1483-1520) situato nella Stanza della Segnatura dei Musei Vaticani.

I cinque postulati di Euclide sono:

postulato 1: *tra due punti qualsiasi è possibile tracciare una e una sola retta;*

postulato 2: *si può prolungare un segmento oltre i due punti indefinitamente;*

postulato 3: *dato un punto e una lunghezza, è possibile descrivere un cerchio;*

postulato 4: *tutti gli angoli retti sono congruenti fra loro;*

postulato 5: *se una retta che taglia due rette determina dallo stesso lato angoli interni minori di due angoli retti, prolungando le due rette, esse si incontreranno dalla parte dove i due angoli sono minori di due retti (noto come postulato delle parallele).*

Si noti la differenza fra i primi quattro postulati e il quinto: i primi quattro sono enunciati semplici e intuitivi, il quinto ha una formulazione meno concisa e meno evidente. Più che un postulato sembra l'enunciazione di un teorema; infatti per venti secoli i matematici cercarono di dimostrare il quinto postulato come teorema sulla base degli altri quattro, ma senza riuscirci.

Numerosi furono i tentativi fatti per dimostrare il quinto postulato. Proclo Licio Diadoco (412-485) nell'opera *Commento al I libro degli Elementi di Euclide* ne propone una sua versione, oltre a riferire a quelle date da Posidonio di Apamea (II-I secolo a.C.) e Claudio Tolomeo (100-175). Tentarono anche i persiani 'Umar Khayyām (1048-1131) e Nasir al-Din al-Tusi (1201-1274). Con una dimostrazione per assurdo ci provò anche il sanremese padre gesuita Giovanni Girolamo Saccheri (1667-1733) che espose in *Euclides ab omni naevo vindicatus. Sive conatus geometricus quo stabiliuntur prima ipsa universae geometriae principia* (Milano, 1733), che lo stesso Saccheri ritenne inconsistente, ma aprì la strada per la creazione delle nuove geometrie non euclidee. Come vedremo nel seguito, infatti, l'acquisita consapevolezza che il quinto postulato di Euclide è indipendente dagli altri quattro postulati, fu la base per i successivi sviluppi della geometria non euclidea.

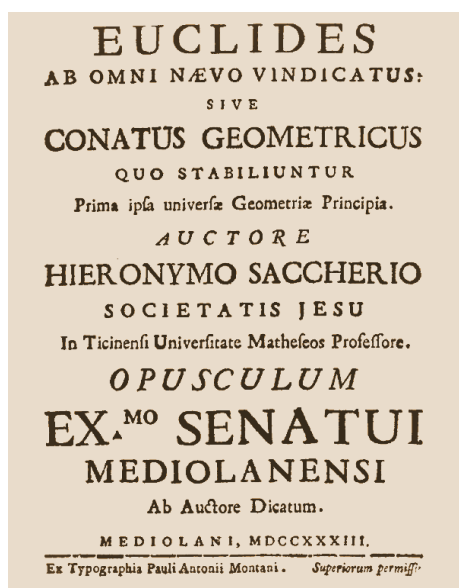


Fig. 2 - *Euclides ab omni naevo vindicatus. Sive conatus geometricus quo stabiliuntur prima ipsa universae geometriae principia* (1733): l'opera di Giovanni Girolamo Saccheri (1667-1733) apripista alle geometrie non euclidee.

Esiste un elenco di non meno una ventina di enunciati equivalenti proposti in sostituzione dell'originario quinto postulato, per renderlo più semplice e conciso: quello oggi maggiormente utilizzato si deve al matematico scozzese John Playfair (1748-1819) che lo riformulò nell'opera *Elements of geometry* (1795), oggi noto come assioma di Playfair:

postulato 5: *per un punto esterno ad una retta data passa una e una sola parallela alla retta data.*

Il matematico tedesco David Hilbert (1862-1943) propose un sistema assiomatico rigoroso (astratto dall'intuizione empirica) per la geometria euclidea, fondato su 21 postulati, che espose nell'opera *Grundlagen der Geometrie* (Fondamenti della geometria) (1899) rielaborandone l'esposizione varie volte sino alla versione del 1930. La proposta di Hilbert seguì quelle diverse formulate dal matematico cuneese Giuseppe Peano (1858-1932) in *Principi di geometria* (1889) e quella del matematico chioGGiottto Giuseppe Veronese (1854-1917) in *Fondamenti di Geometria* (1891).



Fig. 3 - Prima edizione a stampa (Venezia, 1482) e prima edizione in inglese (Londra, 1570) degli *Elementi* di Euclide, l'opera più importante e nota di Euclide (IV-III secolo a.C.) composta da 13 libri e scritta intorno al 300 a.C. ad Alessandria d'Egitto.

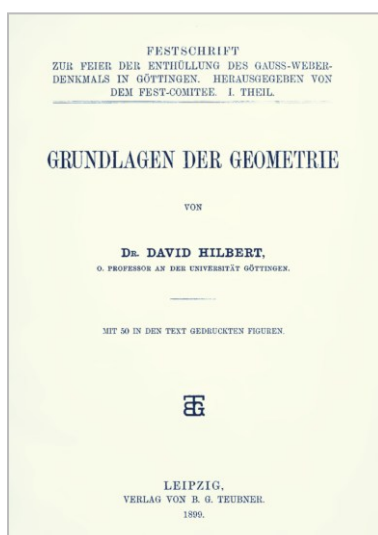
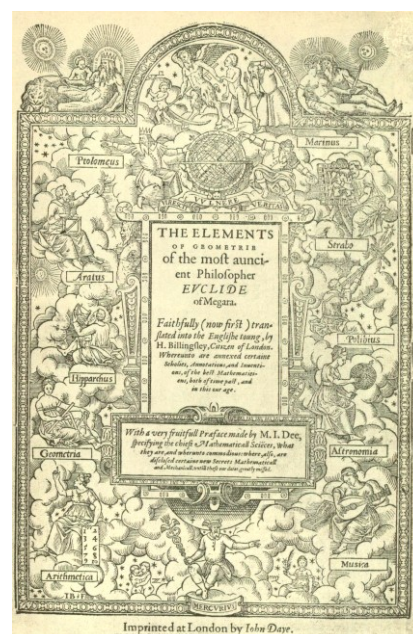


Fig. 4 - *Grundlagen der Geometrie* (1899) del matematico David Hilbert (1862-1943) in cui si trova l'assiomatizzazione della geometria euclidea.

Il trattato *La geometria del compasso* (Pavia, 1797) di Lorenzo Mascheroni (1750-1800) tratta delle costruzioni geometriche da realizzarsi con il solo uso del compasso. L'opera fu tradotta in francese nel 1798 e in tedesco nel 1825. Preceduto, tuttavia, dall'opera *Euclides Danicus* (Copenaghen e Amsterdam, 1672) del danese Jørgen Mohr (1640-1697). Pubblicato in danese e olandese, questo lavoro è rimasto per lo più sconosciuto sino alla sua riscoperta accidentale in una libreria della capitale danese nel 1828. Nel medesimo anno venne ristampato dalla Royal Danish Academy of Sciences and Letters con una prefazione del matematico danese Johannes Trolle Hjelmslev (1873-1950) mentre, l'anno successivo, apparve la traduzione tedesca. Anche se la dimostrazione escogitata dai due matematici è diversa, l'insieme delle dimostrazioni prova il seguente teorema di Mohr-Mascheroni: *ogni problema risolvibile con riga e compasso è risolvibile anche con il solo compasso*.

Nel XVII secolo nasce la **geometria cartesiana** (o **analitica**) che tratta gli enti geometrici attraverso il sistema di coordinate oggi dette cartesiane, dal nome di René Descartes (Cartesio) (1596-1650), che le introdusse nel saggio *Geometrie*, incluso nell'opera *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences Plus la Dioptrique, les Meteores, et la Geometrie qui sont des essais de cete Methode* (1637), ma già studiate nel Medioevo da Nicola d'Oresme (1323-1382) e trattate in *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum* (1370). Questa fu una formidabile "rivoluzione" concettuale e tecnica nella geometria: gli enti geometrici venivano descritti non da figure, ma da numeri ed equazioni! È sicuramente superfluo, ma doveroso, sottolineare quanto sia fondamentale la geometria analitica oggi, nelle scienze teoriche e applicate, e anche nella Gnomonica.



Fig. 5 - Le opere *Euclides Danicus* (1672) di Jørgen Mohr (1640-1697) e *La geometria del compasso* (1797) di Lorenzo Mascheroni (1750-1800).



Fra il XVIII e il XIX secolo si sviluppa la **geometria descrittiva**, con la sua massima espressione nell'opera *Géométrie descriptive* (1798) del francese Gaspard Monge, conte di Pelusium (1746-1818) e la **geometria proiettiva**, il cui sviluppo ha visto il suo massimo rappresentante nel matematico francese Jean-Victor Poncelet (1788-1867) con il suo trattato *Traité des propriétés projectives des figures* (1822). Nello stesso periodo nasce anche la **geometria algebrica**, inizialmente largamente sviluppata da matematici italiani quali il veneziano Guido Castelnuovo (1865-1952), il livornese Federigo Enriques (1871-1946) e l'aretino Francesco Severi (1879-1961) rappresentanti di un nutrito gruppo di matematici che diedero vita a quella Scuola italiana di geometria algebrica attiva tra la fine del XIX secolo e la prima metà del XX secolo, unisce l'algebra (soprattutto commutativa) con la geometria.

La geometria descrittiva e proiettiva introduce tecniche e risultati innovativi nello stesso ambito della geometria sintetica che sembrava aver raggiunto da secoli la sua completezza e perfezione. Essa trova applicazioni importantissime nella progettazione in ingegneria, in architettura, nelle arti e ovviamente, manco a dirlo, anche in Gnomonica, sebbene oggi non siano molti gli gnomonisti cultori della geometria "riga e compasso" per la progettazione delle meridiane.

In molti testi di geometria descrittiva e proiettiva trovarono collocazione capitoli applicativi dedicati alla gnomonica come, per esempio, nell'opera del bassanese Giusto Bellavitis (1803-1880) in *Applicazioni della geometria descrittiva. Lezioni di gnomonica* (Padova, 1869), dell'aretino Cesare Burali-Forti (1861-1931) in *Applicazioni della geometria proiettiva. Gnomonica grafica* (Torino, 1889) e di Michele Riccardi in *Elementi di geometria descrittiva con succinte applicazioni alla teoria delle ombre, all'axonometria e alla gnomonica* (Roma, 1899). Una particolareggiata storia della geometria descrittiva, in cui la gnomonica è la sua più importante applicazione, si può trovare nell'opera del matematico mantovano Gino Loria (1862-1954) dal titolo *Storia della geometria descrittiva dalle origini sino ai giorni nostri* (Milano, 1921).

Un lungo articolo di Nicola Severino, dal titolo *La Gnomonica nei trattati di Prospettiva e Geometria Descrittiva*, del 2007, elenca le trattazioni di gnomonica presenti in molti libri e articoli dedicati alla geometria descrittiva e alla prospettiva. Copia integrale di questo articolo, che è scaricabile, insieme con altri studi di Severino, all'indirizzo:

<https://archive.org/details/Gnomonica.RaccoltaDiStudi-Parte2>

è stata inserita nei Bonus digitali di questo numero della rivista Orologi Solari.

Sempre in quel periodo storico nasce la **geometria differenziale**, che tratta curve e superfici mediante l'analisi matematica. Johann Friedrich Carl Gauss (1777-1855) si occupò molto di tale geometria: nell'opera *Disquisitiones generales circa superficies curvas* (1828), si trova anche il suo *Theorema egregium* [*Si superficies curva in quacumque aliam superficiem explicatur, mensura curvaturae in singulis punctis invariata manet*, ossia: *se una superficie curva viene dispiegata su una qualunque altra superficie, la misura della curvatura rimane invariata in ciascun punto*], fu il suo più importante scritto sull'argomento. La geometria differenziale trova la sua massima espressione applicativa nella formulazione della Relatività Generale di Albert Einstein (1878-1955); egli trovò gli strumenti matematici necessari nei lavori di geometria differenziale del parmigiano Luigi Bianchi (1856-1928), del lughese Gregorio Ricci-Curbastro (1853-1925) e del padovano Tullio Levi-Civita (1873-1941), che avevano approfondito i concetti di curvatura introdotti da Gauss e, in seguito, da Georg Friedrich Bernhard Riemann.

Nel XIX secolo si sviluppa la **geometria non euclidea** (o metageometria) in cui valgono tutti gli assiomi di Euclide tranne quello *delle parallele*. In essa non valgono i teoremi di Pitagora e di Euclide.

In particolare si ha:

- la **geometria iperbolica** (o di Bolyai-Lobačevskij), dallo stesso Lobačevskij chiamata *immaginaria* e successivamente anche *Pangeometria* e dal cultore matematico tedesco Ferdinand Karl Schweikart (1780-1857) chiamata *astrale*, in cui per un punto esterno a una retta data si hanno infinite rette che non la intersecano. In questa geometria la somma degli angoli interni di un triangolo (iperbolico) risulta minore di 180° (difetto angolare) e la superficie ha una curvatura negativa;
- la **geometria ellittica** (o di Riemann) in cui non esistono rette parallele e la somma degli angoli interni di un triangolo (ellittico) risulta maggiore di 180° (eccesso angolare) e la superficie ha una curvatura positiva.

La geometria non euclidea si riduce a quella euclidea se la superficie ha curvatura nulla.

Nella **geometria iperbolica** il quinto postulato di Euclide è sostituito dal postulato iperbolico: *Per un punto esterno ad una retta, passano almeno due rette distinte parallele alla retta data.*

Nel periodo 1820-1823, l'ufficiale dell'esercito ungherese János Bolyai (1802-1860), preparò un trattato su un sistema completo di geometria non euclidea, che pubblicò nel 1832 come appendice ad un libro di testo di matematica del padre Farkas Bolyai (1775-1856), con il titolo di *Appendice che espone in maniera assoluta la vera scienza nello spazio*. János, nel 1848, scoprì che il matematico russo Nikolaj Ivanovič Lobačevskij (1792-1856), che indipendentemente da lui sviluppò una geometria non euclidea, aveva pubblicato sull'argomento già nel 1829 e 1830 sul *Kazanski Vestnik* (Messaggero di Kazan) con il titolo *Sui principi della Geometria* che riassumeva una sua precedente memoria intitolata *Exposition succincte des principes de la géométrie, avec une démonstration rigoureuse de la Théorie des Parallèles* presentata nel 1826 al dipartimento di fisica e matematica di quella università. Sempre sul *Kazanski Vestnik* pubblicò altri due lavori: *La geometria immaginaria* (1835) e *Nuovi principi della geometria con una teoria completa delle parallele* (1835-1838).

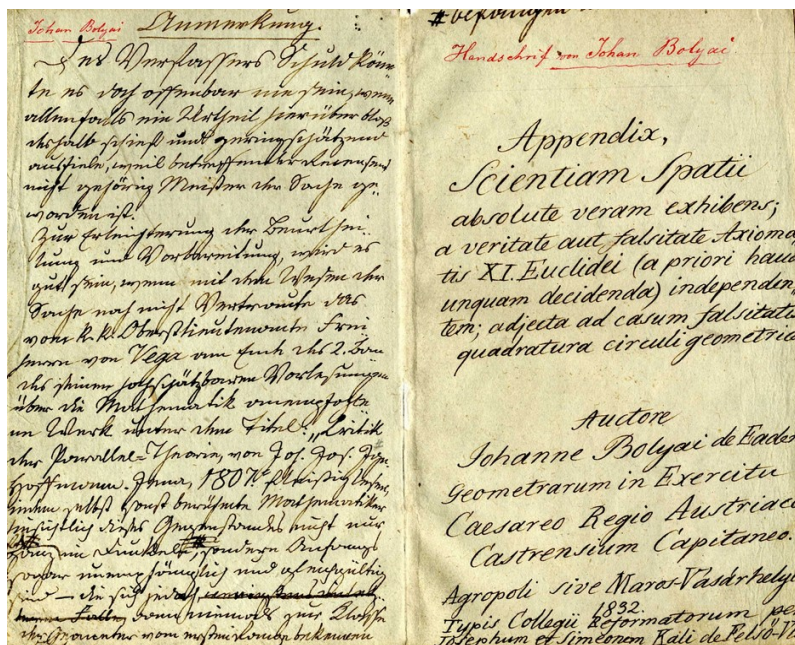


Fig. 6 - Il volto di János Bolyai (1802-1860) nel dipinto di Ferenc Márkos (2012). Ideatore, con Lobačevskij, della geometria iperbolica. *Appendix scientiam spatii absolute veram exhibens: a veritate aut falsitate axiomatis XI Euclides (a priori haud unquam decidenda) independenter; adjecta ad casum falsitatis, quadratura circuli geometrica* di János Bolyai (1802-1860) inserita nel trattato *Tentamen Juventutem studiosam in elementa Matheseos purae, elementaris ac sublimioris, methodo intuitiva, evidentique huic propria, introducendi* di Farkas Bolyai (1775-1856).

Il 6 marzo 1832, in risposta al ricevimento dell'*Appendice...*, Gauss, il *Princeps mathematicorum*, scrisse al suo amico Farkas, padre di János: *Se comincio col dire che non posso lodare un tale lavoro tu certamente per un istante rimarrai meravigliato; ma non posso dire altro; lodarlo significherebbe lodare me stesso; infatti tutto il contenuto dello scritto, la via seguita da tuo figlio, i risultati ai quali egli perviene coincidono quasi interamente con le meditazioni che ho intrapreso in parte già da trenta-trentacinque anni. Perciò sono rimasto del tutto stupefatto... Anzi, era mia idea scrivere, col tempo, tutto ciò, perché almeno non perisse con me. È dunque per me una gradevole sorpresa vedere che questa fatica può essermi ora risparmiata, e sono estremamente contento che sia proprio il figlio del mio vecchio amico ad avermi preceduto in un modo tanto notevole.*

Gauss sulla geometria non euclidea nulla pubblicò, preferendo relegare le sue riflessioni nelle corrispondenze private, per evitare gli strilli dei Beoti, come ebbe a scrivere il 27 gennaio 1829 in una lettera inviata a Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846): *Nelle ore libere ho pensato anche a un altro tema, che per me è già vecchio di quasi quarant'anni, e cioè ai primi fondamenti della geometria: non so se Le ho mai parlato delle mie vedute in proposito. Anche qui ho consolidato ulteriormente molte cose, e la mia convinzione, che non possiamo fondare la geometria completamente a priori, è divenuta, se possibile, ancora più salda. Nel frattempo, non mi deciderò ancora per molto tempo a elaborare per una pubblicazione le mie molto estese ricerche sull'argomento, e ciò forse non avverrà mai durante la mia vita, perché temo gli strilli dei Beoti, qualora volessi completamente esprimere le mie vedute...*

La realtà della geometria iperbolica è garantita dalla effettiva costruzione di alcuni modelli. Un modello è uno spazio, comprendente le nozioni di punto, retta e angolo, su cui valgono gli assiomi della geometria iperbolica. Il primo modello di geometria iperbolica, valido solo localmente, come dimostrò David Hilbert (1862-1943) nel 1901, fu costruito dal cremonese Eugenio Beltrami (1835-1900) che descrisse nel suo *Saggio di interpretazione della geometria non euclidea* (1867) con la realizzazione della *pseudosfera* (una superficie di rivoluzione, generata dalla rotazione della trattrice intorno al suo asintoto, con curvatura costante negativa in ogni suo punto e opposta a quella di una sfera).

Un modello valido globalmente fu fornito dal matematico francese Jules Henri Poincaré (1854-1912), descritto nell'opera *La Science et l'Hypothèse* (1902), con il suo *disco di Poincaré* o, con caratteristiche simili, con il *semispazio di Poincaré* che ha ispirato vari artisti come l'olandese Maurits Cornelis Escher (1898-1972).



Fig. 7 - Emissione filatelica dell'URSS [Michel Catalogue 1830] in occasione del centenario della morte di Nikolaj Ivanovič Lobačevskij (1792-1856) definito il "Copernico della geometria".

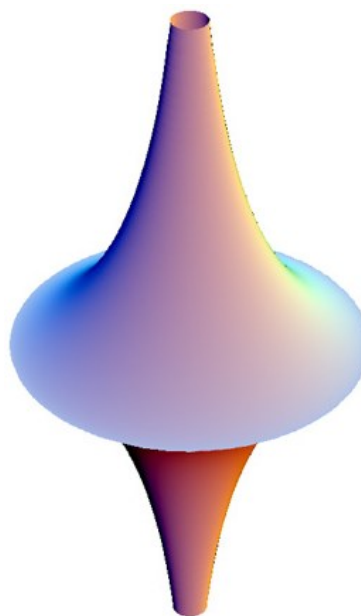


Fig. 8 - Pseudosfera di Beltrami.



Fig. 9 – (A sinistra): Sulla superficie di un toro sussistono sia la geometria iperbolica (all'interno) sia la geometria ellittica (all'esterno).
(A destra): *Il Circle Limit III* (1959) è una delle quattro opere xilografiche realizzate da Maurits Cornelis Escher (1898-1972) ispirate dalla geometria iperbolica, in particolare, dal modello del disco di Poincaré.

Nella **geometria ellittica** il V postulato di Euclide è sostituito dall'assioma di Riemann: *due rette qualsiasi di un piano hanno sempre almeno un punto in comune*.

Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826-1866) trattò l'argomento nella sua seconda tesi per l'abilitazione all'insegnamento intitolata in *Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen* scritta nel 1854 ma pubblicata postuma nel 1867, da cui si può ottenere la **geometria ellittica** oppure la **geometria sferica** assimilabile alla geometria euclidea della sfera la cui nomenclatura viene attribuita al matematico tedesco Felix Christian Klein (1849-1925) dal suo lavoro *Über die sogenannte Nicht-Euklidische Geometrie* (1871). Nel 1872 lo stesso Klein, in occasione della sua nomina a professore dell'università di Erlangen nel Land della Baviera nei pressi di Norimberga, tenne una dissertazione dove presentò un manifesto di programma di ricerca intitolato *Vergleichende Betrachtungen über neuere geometrische Forschungen* (Osservazioni comparate sulle più recenti ricerche geometriche), nel quale *dopo lo sviluppo della geometria proiettiva, la nascita delle geometrie non euclidee e l'introduzione del concetto di varietà da parte di Riemann, era sentita l'esigenza di una sistemazione della geometria più unitaria e che superasse, comprendendola, l'impostazione euclidea*, dando una diversa impostazione e classificazione delle geometrie basata sui gruppi di trasformazione (in cui ogni geometria è descritta come lo studio delle proprietà che sono invarianti rispetto ad un particolare gruppo). Il manifesto largamente accettato, oggi noto come *Programma di Erlangen*, venne pubblicato nel 1893.

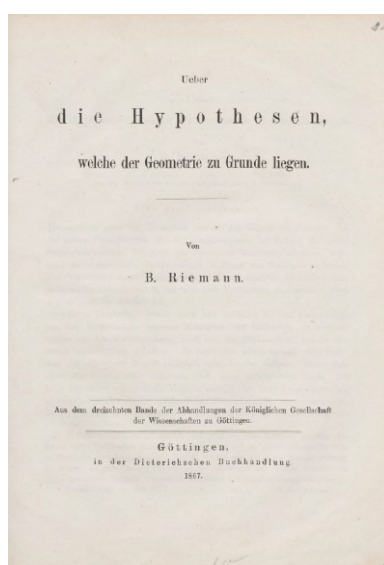


Fig. 10 - Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826-1866) padre della geometria ellittica e *Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen* (Sulle ipotesi che stanno alla base della geometria) (postuma, 1867): la seconda tesi di Riemann per l'abilitazione all'insegnamento (Habilitationvortrag) discussa il 10 giugno 1854 all'università di Göttinga. Nella sua geometria ellittica definì: *piano*, una superficie sferica, *punto*, una qualsiasi coppia di punti diametralmente opposti appartenenti alla superficie sferica e *retta*, ogni circonferenza massima del nuovo piano

Gli asteroidi della Fascia Principale, tra le orbite di Marte e Giove, 1441 *Bolyai*, scoperto il 26 novembre 1937 dall'astronomo ungherese György Kulin (1905-1989), 1858 *Lobačevskij* e 4167 *Riemann*, scoperti dall'astronoma sovietica Lyudmila Vasilyevna Zhuravleva (1946), rispettivamente, il 18 agosto 1972 e il 2 ottobre 1978, così come anche i crateri lunari *Lobačevskij* (87 chilometri di diametro) dal 1961, *Riemann* (118 chilometri di diametro) dal 1964 e *Bolyai* (102 chilometri di diametro) dal 1970, rendono imperituro omaggio ai fondatori canonici della geometria non euclidea.

Un asteroide della Fascia Principale, denominato 4354 *Euclides* scoperto il 24 settembre 1960 dagli astronomi olandesi Cornelis Johannes van Houten (1920-2002), Ingrid van Houten-Groeneveld (1921-2015) e Anton Marie Jacob "Tom" Gehrels (1925-2011), e un cratere lunare (12 chilometri di diametro) sono invece dedicati al matematico greco fondatore della geometria euclidea.

Per saperne di più

Agazzi, Evandro - Palladino, Dario *Le Geometrie non euclidee e i fondamenti della geometria dal punto di vista elementare*, La Scuola, Brescia, 1998.

Bonola, Roberto (1874-1911), *La geometria non-euclidea. Esposizione storico-critica del suo sviluppo*, Zanichelli, Bologna, 1906.

Boyer, Carl Benjamin (1906-1976), *Storia della matematica*, Oscar Saggi Mondadori, 1990.

Canale, David - Canale, Luigi, *Dizionario illustrato di geometria*, Giunti, Firenze, 2009.

Fraiese, Attilio (1902-1986) - Maccioni, Lamberto (1925-2010), *Gli Elementi di Euclide*, UTET, Torino, 1970.

Hilbert, David (1862-1943), *Fondamenti della geometria*, Feltrinelli, Milano, 1970.

Loria, Gino Benedetto (1862-1954), *Storia della geometria descrittiva dalle origini sino ai giorni nostri*, Hoepli, Milano, 1921.

Odifreddi, Piergiorgio, *Abbasso Euclide! Il grande racconto della geometria contemporanea*, Mondadori, Milano, 2013.

Odifreddi, Piergiorgio, *C'è spazio per tutti. Il grande racconto della geometria*, Mondadori, Milano, 2010.

Odifreddi, Piergiorgio, *Una via di fuga. Il grande racconto della geometria moderna*, Mondadori, Milano, 2011.

Paltrinieri, Giovanni, *Geometria della gnomonica. Gli orologi solari tracciati con squadra goniometro e compasso*, L'Astrofilo UAB, Brescia, 1993.

Riemann, Bernhard (1826-1866), *Sulle ipotesi che stanno alla base della geometria*, Universale Scientifica 265, Bollati & Boringhieri, Torino, 1994.

Serres, Michel (1930-2019), *Le origini della geometria*, Feltrinelli, Milano, 2a ed., 1994.

Severino, Nicola, *La gnomonica in alcuni libri di prospettiva e geometria descrittiva*, 2007. Scaricabile da: <https://archive.org/details/Gnomonica.RaccoltaDiStudi-Parte2> e inserita tra i Bonus di questo numero di Orologi Solari.

Tricomi, Giacomo Francesco (1897-1978), *Il Centenario del «Programma di Erlangen» di Felix Klein*, Celebrazioni Lincee 63, Acc. Naz. dei Lincei, Roma, 1972.

Urgellés, Joan Gómez, *Quando le rette diventano curve. Le geometrie non euclidee*, Collana Il Mondo & matematico, RBA, Milano, 2019.

Tra i Bonus del presente numero troverete il file pdf dell'articolo: "La gnomonica in alcuni libri di prospettiva e geometria descrittiva" di Nicola Severino.

Astrolabio cilindrico con la proiezione di Marino di Tiro

Si descrive la progettazione e la realizzazione di un astrolabio cilindrico basato sulla proiezione equidistante, inventata dell'antico cartografo Marino di Tiro (I-II secolo d.C.). L'astrolabio si compone di due cilindri coassiali e tangenti: quello esterno, su cui è proiettata la sfera celeste, può ruotare intorno a quello interno, su cui è proiettato il sistema altazimutale per una data latitudine. Il prototipo descritto nell'articolo è anche l'unico esemplare di astrolabio cilindrico noto agli autori.

di Alberto Nicelli e Nicolò Nicelli (aam.nicelli@gmail.com)

Introduzione

Marino di Tiro (sec. I-II d.C.) fu un rinomato geografo e cartografo, originario della provincia Romana della Fenicia. Non conosciamo nulla della sua vita e tutto quello che sappiamo della sua opera si ricostruisce dalla *Geografia* di Claudio Tolomeo, perché in essa la sua proiezione cartografica è ampiamente citata e discussa. Marino di Tiro, infatti, aveva realizzato una mappa geografica del mondo conosciuto nella quale meridiani e paralleli sono rappresentati da rette ortogonali formanti un reticolo a maglie quadrate. Questa scelta fu criticata da Tolomeo e considerata accettabile solo per le mappe regionali, non per quella generale del mondo abitato. L'opera di Tolomeo superò e fece cadere nell'oblio quella di Marino. La proiezione cartografica di Marino fu riadottata solo alla fine del sec. XV dal matematico e astronomo Paolo dal Pozzo Toscanelli e successivamente da altri cartografi europei, come Cornelis de Jode (**Fig. 1**).

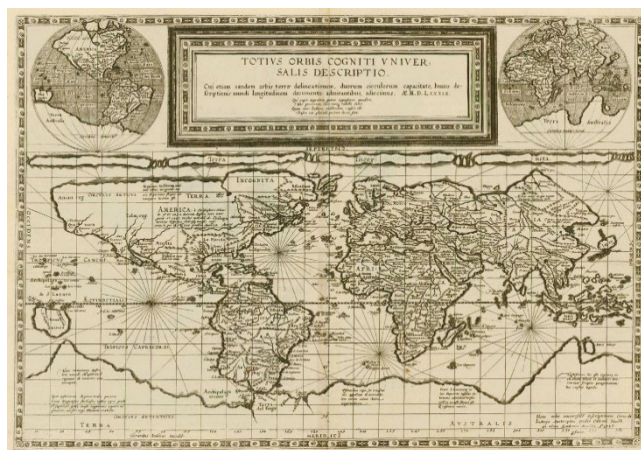


Figura 1– Mappa di Cornelis de Jode (1593) basata sulla proiezione cartografica di Marino di Tiro.

Ai giorni nostri la proiezione di Marino di Tiro trova importanti applicazioni nella cartografia digitale e si chiama **proiezione cilindrica equidistante**, perché può essere considerata come lo sviluppo della superficie laterale di un cilindro il cui asse coincide con l'asse della sfera terrestre.

Se λ e φ sono rispettivamente la longitudine e la latitudine di un punto sulla sfera terrestre, le coordinate cartesiane X e Y del corrispondente punto sulla mappa geografica sono $X = \lambda$ e $Y = \varphi$. I meridiani e i paralleli sono quindi rappresentati da linee rette verticali e orizzontali equidistanti.

Tale proiezione non conserva né le aree, né gli angoli e implica una notevole distorsione verso i poli, ma fra tutte le proiezioni cilindriche [**Rif. 1**], nessuna esente da distorsioni, questa mi è sembrata la più semplice e vantaggiosa per realizzare un astrolabio, per la linearità delle coordinate.

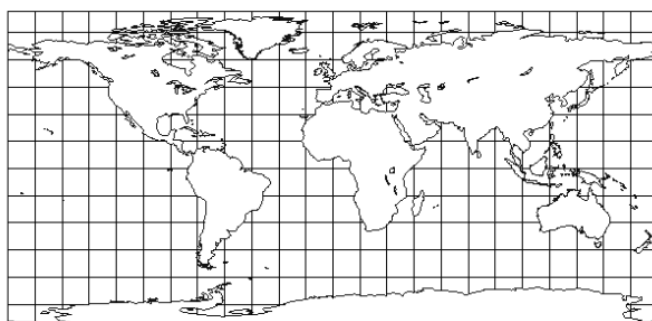


Figura 2 – Mappa geografica moderna con proiezione equidistante.

Ho implementato il progetto matematico in una “macro” CAD (Computer Aided Design), che produce automaticamente le due mappe necessarie per realizzare l’astrolabio: quella della sfera celeste e quella del sistema di riferimento altazimutale per una data latitudine.

A mio figlio Nicolò, coautore di questo articolo, devo tutto il merito della realizzazione di un prototipo che ha richiesto ingegno e perizia tecnica, come descritto in seguito. Non mi risulta che esistano al mondo altri esemplari di astrolabi cilindrici.

Proiezione della sfera celeste (la Rete)

La proiezione cilindrica equidistante della sfera celeste, ovvero la Rete, per usare la terminologia tradizionale degli antichi astrolabi, consiste nel proiettare l’equatore, l’eclittica e le stelle.

Sul piano cartesiano (X, Y), l’equatore è semplicemente l’asse delle ascisse.

Per proiettare l’eclittica bisogna usare le seguenti formule, che forniscono l’Ascensione Retta α e la Declinazione δ del punto sull’eclittica, data la sua longitudine λ e l’obliquità ε dell’eclittica rispetto all’equatore (circa $23,44^\circ$):

$$\tan(\alpha) = \tan(\lambda) \cos(\varepsilon)$$

$$\sin(\delta) = \sin(\lambda) \sin(\varepsilon)$$

Scegliendo di porre l’origine delle coordinate cartesiane in corrispondenza del punto vernale, l’eclittica viene costruita per punti di coordinate $X = \alpha$ e $Y = \delta$. Si fa variare il valore di λ da 0° a 360° , per esempio con un passo di 10° , interpolando i punti così ottenuti con una curva “spline”.

Ogni 30° ho inserito sulla curva un piccolo disco, che rappresenta l’entrata del Sole nel rispettivo segno zodiacale, con la sua longitudine eclittica (**Fig. 3**).

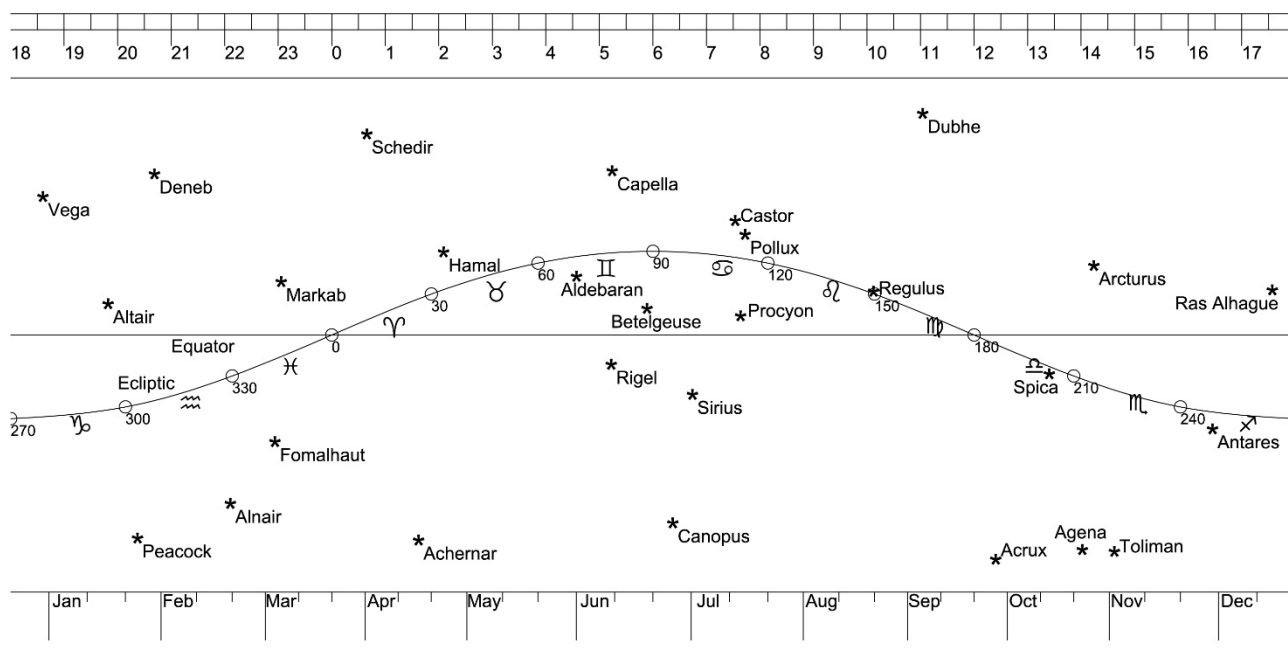


Figura 3 – Rete dell’astrolabio

Per proiettare le stelle basta sapere le loro coordinate (α, δ) sulla sfera celeste, facilmente reperibili in internet, o tramite “app” astronomiche (per esempio “Stellarium”) scaricabili gratuitamente da internet. È sufficiente limitarsi alle più luminose, che sono poco più di una ventina. Le loro coordinate X e Y si calcolano come quelle dei punti dell’eclittica.

Infine si aggiungono le scale dell’Ascensione Retta (espressa in ore) e del calendario, con una risoluzione che dipende dalle dimensioni dell’astrolabio che si vuole realizzare. Ho scelto la mezz’ora come divisione più piccola dell’Ascensione Retta e la decina di giorni (approssimativamente) come divisione più piccola del calendario (**Fig. 3**). La risoluzione, in teoria, coincide con la divisione più piccola della scala graduata, ma è possibile valutare a occhio variazioni di metà o perfino quarti di divisione.

La scala verticale della Declinazione non è stata inserita per maggiore chiarezza del tracciato. Volendo la si può progettare separatamente come “alidada” verticale mobile, cioè scorrevole lungo l’asse X della Rete.

Proiezione del sistema altazimutale locale (il Piatto)

La proiezione cilindrica equidistante del sistema di riferimento altazimutale per una data latitudine φ , cioè il Piatto degli antichi astrolabi, è un po’ più laboriosa, perché l’asse del cilindro è l’asse della sfera celeste, quindi per ogni punto considerato bisogna passare dalle sue coordinate altazimutali alle coordinate orarie, cioè da azimut e altezza (A, h) ad angolo orario e declinazione (H, δ), usando le note formule di trasformazione di coordinate sferiche:

$$\begin{cases} \cos(\delta) \sin(H) = \cos(h) \sin(A) \\ \cos(\delta) \cos(H) = \sin(h) \cos(\varphi) + \cos(h) \sin(\varphi) \cos(A) \\ \sin(\delta) = \sin(h) \sin(\varphi) - \cos(h) \cos(\varphi) \cos(A) \end{cases}$$

Analogamente a quanto fatto per l’eclittica, i paralleli di altezza e i meridiani sono costruiti per punti, di coordinate X = H e Y = δ , interpolandoli con una curva “spline”. In **Fig. 4** si può vedere il risultato per la latitudine $\varphi = 45^\circ$.

I paralleli di altezza e i meridiani sono distanziati di 10° . Volendo si possono aggiungere anche i paralleli di altezza -6° , -12° , -18° , corrispondenti ai crepuscoli civile, nautico e astronomico.

Completa il Piatto la scala delle ore (Tempo Solare Vero). Anche per questa scala ho scelto come divisione più piccola la mezz’ora.

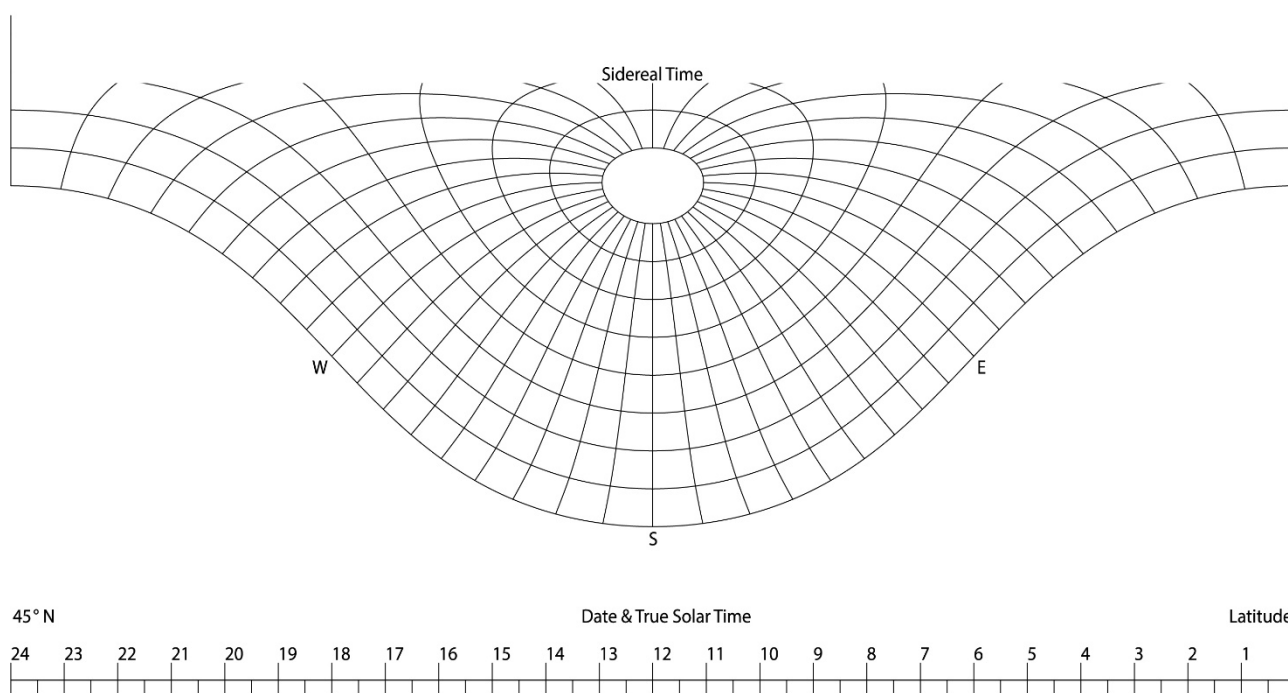


Figura 4 – Piatto dell’astrolabio

La scritta “Sidereal Time” è posta sul Piatto perché, ruotando la Rete, indica l’Ascensione Retta passante sul meridiano locale.

La scritta “Date & True Solar Time” si riferisce alla data letta sulla Rete che corrisponde al Tempo Solare Vero letto sul Piatto.

Vedasi in **Fig. 5** come appare la sovrapposizione della Rete sul Piatto.

Il rapporto fra altezza e larghezza del Piatto e della Rete è ovviamente 1:2 per quanto detto sulla proiezione equidistante. L’altezza comprende le scale, che sono poste all’interno dell’area di proiezione e coprono la fascia vicino ai poli.

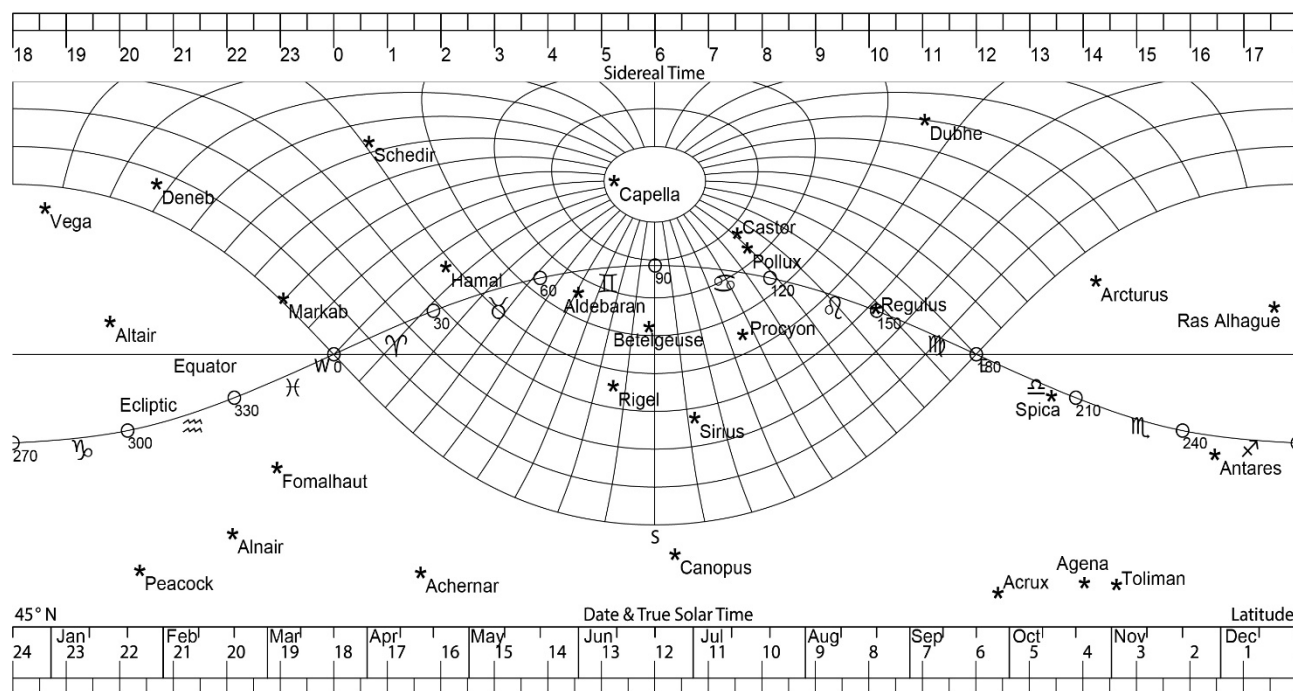


Figura 5 – Rete e Piatto sovrapposti

Realizzazione dell'astrolabio cilindrico

Un semplice modello di astrolabio cilindrico, utile anche per scopi didattici, si può realizzare stampando il Piatto su un cartoncino bianco flessibile e la Rete su un foglio di acetato trasparente, ritagliandoli e avvolgendoli in maniera tale da unire i bordi laterali (basta del nastro adesivo) per formare due cilindri coassiali e tangenti (Fig. 6). Il cilindro della Rete deve poter ruotare intorno a quello del Piatto. Il rapporto fra altezza e diametro dei cilindri (per altezza si intende quella del tracciato, scale comprese) è $\pi/2 \approx 1,6$. Si noti che questo valore è molto vicino al valore del rapporto aureo o “divina proporzione”.

In teoria, se il cilindro della Rete ha raggio R e spessore S, il raggio del cilindro del Piatto deve essere R-S. Ne consegue che, nella proiezione equidistante, l'unità di misura sull'asse X del Piatto deve essere inferiore a quella sull'asse X della Rete, nel rapporto (R-S)/R. Lo spessore dei fogli di acetato stampabili è molto piccolo (circa 1/10 di millimetro) e forse si può trascurare, ma per il prototipo descritto nel prossimo paragrafo è stato necessario tenerne conto.

Descrizione di un prototipo di astrolabio cilindrico (a cura di Nicolò Nicelli)

L'astronomia e le scienze in generale mi affascinano, ma la mia vera passione è la tecnica, il *know how*, in ogni campo. Meglio ancora quando questo *know how* può essere tradotto in *do it by yourself*. Per questo motivo ho colto con interesse l'occasione, o meglio, la sfida con me stesso, di realizzare un prototipo di astrolabio cilindrico.

Per la realizzazione della Rete ho scelto un cilindro in acrilico trasparente, facilmente reperibile sul mercato, avente diametro esterno 80 mm e spessore 2,5 mm. (Fig. 7).

Dato che il cilindro della Rete deve ruotare intorno a quello del Piatto, il diametro esterno del Piatto dovrebbe essere 75 mm meno qualche decimo di millimetro per permettere una rotazione senza attrito.

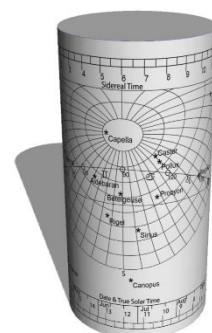


Figura 6 – Modello di astrolabio cilindrico

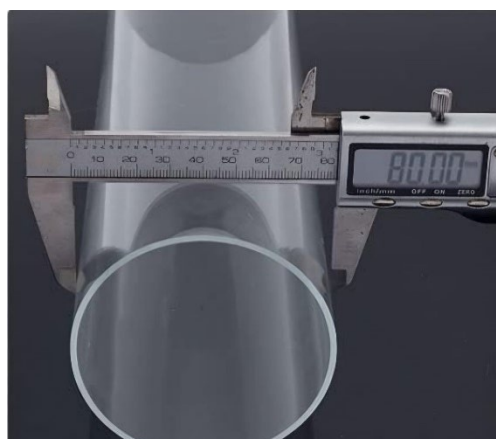


Figura 7 – Tubo in acrilico usato per l'astrolabio.

Non essendo reperibile un cilindro di tale diametro, ho deciso di ricorrere alla stampa 3D, in particolare alla modalità di stampa Multi Jet Fusion, altrimenti conosciuta come MJF. La stampa 3D MJF è ideale per la realizzazione di prototipi e consente di ottenere un ottimo compromesso tra precisione dimensionale e proprietà meccaniche.

Utilizzando un software per la progettazione 3D, ho disegnato in un unico componente il cilindro del Piatto con la sua base superiore, visibile in **Fig. 8**, che include una guida circolare per l'alloggiamento e la rotazione del cilindro della Rete. Ho poi disegnato separatamente il tappo inferiore con una guida speculare a quella della base superiore e con un foro centrale per la vite che chiuderà l'assemblaggio di tutte le parti dell'astrolabio. Dopodiché ho mandato in stampa 3D i due pezzi, scegliendo il Nylon come materiale per la realizzazione.

Questa soluzione delle guide impedisce ai componenti di toccare fra di loro, evitando la comparsa di graffi e preservando la trasparenza sulla superficie interna del cilindro in acrilico.

Ho poi tagliato alla giusta altezza il tubo della Rete, tenendo conto della parte in eccesso necessaria per l'inserimento nelle guide.

Rimaneva la parte più delicata e difficile: l'incisione del disegno del Piatto e della Rete sui rispettivi cilindri.

Inizialmente l'idea era di usufruire di una macchina a controllo numerico CNC per incidere con una fresa da 1,5 mm il disegno direttamente sui cilindri, ma, dato che il loro diametro non è perfettamente costante, con variazioni fino a qualche decimo di millimetro, ottenere una congiunzione precisa fra gli estremi dei tracciati non è risultato possibile.

Il piano alternativo è stato stampare il disegno con stampante Laser su pellicola in PVC adesiva ad alta resistenza (di colore bianco opaco per il Piatto e trasparente per la Rete) e poi applicarla sui cilindri. Scaldando la pellicola in PVC sono riusciti a compensare le piccole variazioni dimensionali del cilindro. Le deformazioni introdotte dall'esposizione al calore sono dell'ordine del decimo di millimetro, quindi trascurabili rispetto alla risoluzione dello strumento. Non è stata un'impresa facile avvolgerla in modo da raccordare i tracciati con la precisione richiesta, ma dopo vari tentativi e ristampe il risultato è stato perfetto.

Infine, l'assemblaggio di tutte le parti: ho inserito il cilindro della Rete nella guida del tappo superiore e ho chiuso il tutto con il tappo inferiore e la vite. L'astrolabio finito è mostrato **Fig. 9**. Diametro 8 cm, altezza 15 cm. Bello, pratico e maneggevole!



Figura 8 – Struttura astrolabio

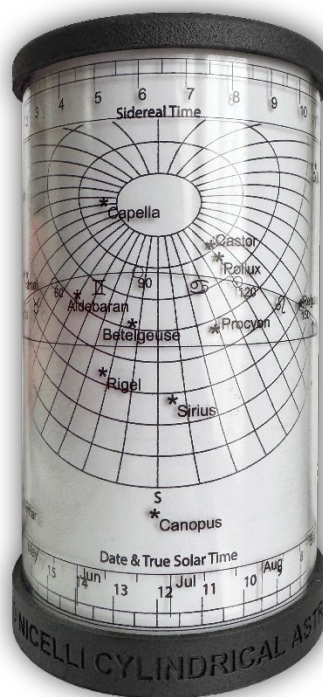


Figura 9 – Prototipo di astrolabio cilindrico.

Esempio di utilizzo dell'astrolabio cilindrico

Spieghiamo innanzitutto l'utilizzo delle scale dell'astrolabio. Nella scala in alto si legge l'Ascensione Retta. Il Tempo Siderale è l'Ascensione Retta passante sul meridiano locale. Le scale in basso indicano la data e l'ora di Tempo Solare Vero in cui si verifica una data posizione della sfera celeste. La data e l'ora si corrispondono in verticale. Se la data o l'ora, o entrambe, cadono fra le divisioni delle rispettive scale, la corrispondenza deve essere stimata ad occhio.

La posizione del Sole si stima sull'eclittica dalle sue coordinate equatoriali o eclittiche, oppure dal giorno del mese o dal suo grado nel Segno Zodiacale.

L'altezza e l'azimut del Sole e delle stelle si stimano sapendo che i paralleli di altezza e i meridiani di azimut sono distanziati di 10° .

Siamo ora in grado di risolvere con l'astrolabio i problemi fondamentali dell'astronomia posizionale, ovviamente con l'approssimazione permessa dalle sue dimensioni, che è tuttavia sufficiente per rispondere a una grande varietà di domande che si può porre un osservatore attento e amante del cielo. Ecco qui di seguito un esempio.

Problema:

Il 20 Agosto, ad una latitudine di 45° (quella per cui è stato costruito il nostro astrolabio), il Sole ha un'altezza di 20° sull'orizzonte Ovest:

- 1) Che ore sono?
- 2) È già sorto a quell'ora il cosiddetto "triangolo estivo" formato dalle stelle Vega, Deneb e Altair?
- 3) Quante ore mancano al tramonto del Sole?
- 4) Quando il Sole tramonta, qual è il suo azimut?
- 5) Due ore dopo il tramonto del Sole, in che direzione e a quale altezza sarà visibile la stella Antares, riconoscibile dal suo colore rossastro?

Soluzione:

Il 20 Agosto il Sole sta entrando nel segno del Leone, quindi possiamo considerare la sua posizione sull'eclittica all'incirca coincidente con il centro del disco alla longitudine 150° , assai vicino alla stella Regolo.

Ruotiamo la Rete e posizioniamo il Sole sul parallelo di altezza corrispondente a 20° , dalla parte Ovest (**Fig. 10**). Sulle scale in basso, in corrispondenza del 20 Agosto (seconda divisione del mese), leggiamo che sono quasi le ore 17 (di Tempo Solare Vero). Guardando la Rete verso Est vediamo che il "triangolo estivo" è già sorto e alto sull'orizzonte: delle tre, la stella più bassa è Altair, a circa 20° di altezza.

Poi, ruotando di nuovo la Rete, posizioniamo il Sole sulla linea dell'orizzonte Ovest e sulle scale in basso, in corrispondenza del 20 Agosto, leggiamo che sono quasi le 19. Quindi mancano circa 2 ore al tramonto. Inoltre, in quella posizione, possiamo stimare che il Sole al tramonto ha un azimut di circa 108° gradi a partire da Sud (ovvero 288° da Nord, come usano gli astronomi e i navigatori).

Infine ruotiamo la Rete in modo che la data del 20 Agosto corrisponda alle ore 21, cioè due ore dopo il tramonto: vediamo che a quell'ora Antares sarà bassa sull'orizzonte, ad un'altezza di circa 10° , grosso modo in direzione 35° Sud-Ovest.

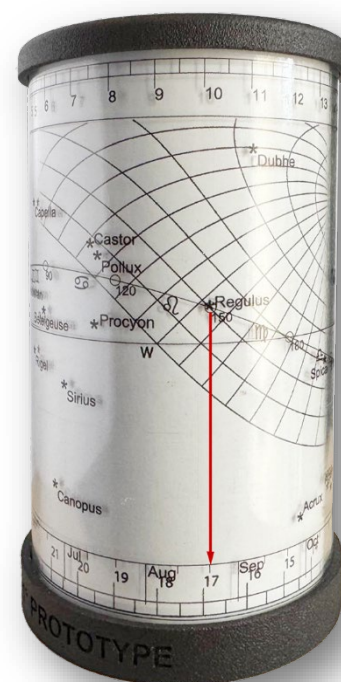


Figura 10 – Esempio di utilizzo dell'astrolabio

Riferimenti bibliografici

- [1] George P. Kellaway, *Map Projections*, London, New York, 1953, liberamente scaricabile in PDF o in altri formati da Internet Archive (<https://archive.org/details/mapprojections030823mbp>).

Tra i Bonus del presente numero sono disponibili i file JPG, PDF e DXF della rete e del piatto (per diverse latitudini) dell'astrolabio qui presentato.

L'ora della preghiera di Asr dall'analemma

Si propone la costruzione delle curve della preghiera di Asr, presenti in molti orologi solari islamici, in due diversi orologi solari orizzontali realizzati con metodi esclusivamente grafici a partire dall'analemma e con l'uso di Geogebra. Gli orologi che fanno da sfondo sono entrambi a ore moderne, il primo è ad angolo orario, il secondo è un orologio d'altezza. Per quest'ultimo viene suggerita anche una possibile definizione analitica.

di Elsa Stocco (estocco2000@yahoo.it)

Di recente è stato pubblicato su Cadran Info N.50 uno studio di Dominique Collin [1] sulle curve indicatrici della preghiera dell'Asr presenti nelle meridiane islamiche. L'autore affronta la costruzione di tali curve da un punto di vista matematico formulando le equazioni che le definiscono ed estendendo l'analisi alle curve astronomiche del crepuscolo¹.

Non ho resistito alla tentazione di provare un approccio diverso (e più semplice) ricostruendo le curve in questione sullo sfondo di un orologio solare a ore moderne, con metodi esclusivamente geometrici, a partire dall'Analemma e con l'uso di Geogebra². Questo consente di seguirne il tracciato in modo dinamico in particolare al variare della latitudine.

Non ho mancato di consultare il libro del nostro Gianni Ferrari dedicato alle meridiane dell'antico Islam [2], dove conservo la dedica che mi fece nel Marzo 2012. Da questo ho preso spunto per tracciare le curve di Asr, rivisitando uno degli antichi orologi portatili orizzontali d'altezza descritto nel libro, la meridiana Hafir, una meridiana realizzata su un piccolo disco, dove leggere l'ora usando l'ombra di uno gnomone verticale posizionato nel suo centro.

Nei due file di Geogebra, allegati ai Bonus, vengono dunque tracciati a partire dall'analemma, un orologio ad angolo orario e uno portatile d'altezza, sui quali sono inserite le ore di inizio e termine della preghiera di Asr.

Ricordiamo che la preghiera di Asr ha inizio, per una certa data, quando l'ombra di uno stilo verticale raggiunge una ben determinata lunghezza: quella dello gnomone aumentata della lunghezza dell'ombra meridiana per quella data. Tra le cinque preghiere della religione islamica, che vanno recitate quotidianamente con particolari rituali e in determinati periodi di tempo della giornata, la preghiera dell'Asr è la quinta preghiera, quella del pomeriggio, quella che chiude la giornata e termina al tramonto oppure a un secondo Asr.

Ferrari sostiene che le linee orarie relative a queste ore hanno cominciato ad essere indicate sui quadranti solari solo a partire dal X° secolo: prima si usavano, almeno durante il giorno, regole empiriche che seguivano l'allungarsi delle ombre a partire dalla più corta del giorno, quella del Sole di mezzodì.

Poiché si farà uso dell'analemma, ricordiamo che esso proietta sul piano meridiano ciò che avviene sulla sfera dove il Sole si muove nel suo moto apparente diurno e annuo, e consente di mettere in relazione geometricamente le cinque grandezze che definiscono la posizione del Sole sulla sfera celeste: Latitudine φ , Declinazione solare δ , Ora (angolo orario ω), Altezza h e Azimut Az (Fig.1).

Fissate tre di esse, l'analemma consente di individuare le altre due e di ricavarne le reciproche relazioni.

Sull'analemma, come spesso facevano gli antichi, si possono risolvere problemi che riguardano la geometria del cielo superando il calcolo, e si possono ricavare le formule fondamentali che stabiliscono il legame fra le citate grandezze senza ricorrere alla trigonometria sferica.

Nella Figura 1, per chiarezza, ho rappresentato le 5 grandezze in due figure distinte.

¹ Una prima parte del suo studio viene proposta in questo numero di Orologi Solari anche ai lettori della nostra rivista. La traduzione integrale dell'articolo sarà completata nei prossimi numeri della rivista.

² Geogebra è un software di geometria dinamica che può essere scaricato gratuitamente oppure utilizzato online.

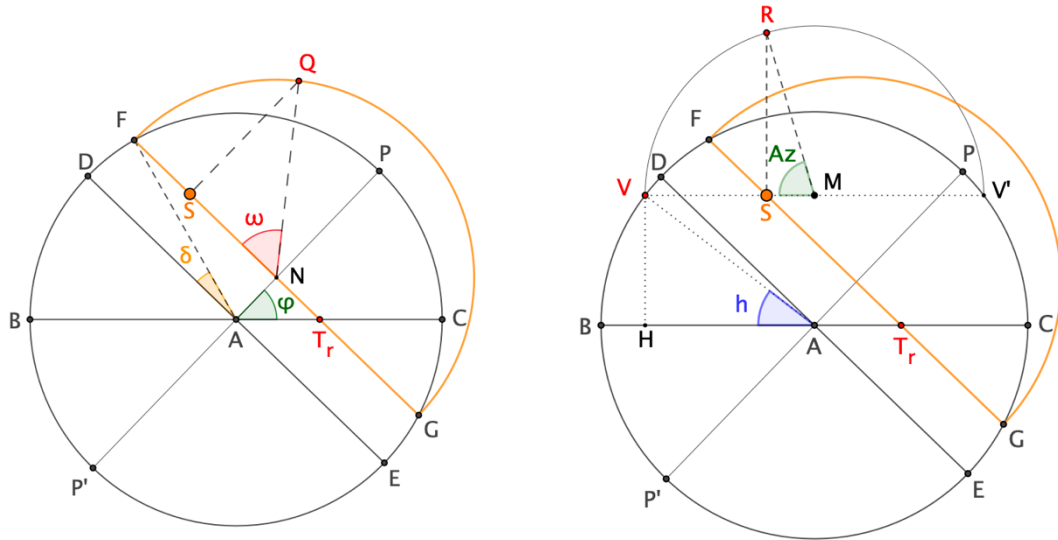


Figura 1- A sinistra, sull'analemma, fissate latitudine e declinazione solare, la posizione del Sole S sul cerchio di declinazione di diametro FG definisce, sul suo ribaltamento sopra il piano meridiano, l'angolo orario. A destra lo stesso S definisce il cerchio d'altezza di diametro VV', l'altezza h e, sul suo ribaltamento, l'azimut. Vengono in questo modo legate le 5 grandezze che individuano la posizione del Sole sulla sfera celeste.

Il cerchio BECD rappresenta, sul piano, il meridiano locale: BC e DE sono le tracce rispettivamente dell'orizzonte e dell'equatore celeste, PP' indica l'asse polare. Sulla sinistra il Sole S si sta muovendo sul cerchio parallelo all'equatore celeste, di cui FG è diametro, con declinazione positiva δ . Questo cerchio viene ribaltato attorno al suo diametro sul piano meridiano individuando l'angolo orario ω . Gli angoli indicati sono

$CAP = \varphi$ latitudine, $FAD = \delta$ declinazione $FNQ = \omega$ angolo orario

Sulla destra il Sole, sul parallelo di declinazione in S, individua il cerchio d'altezza di diametro VV', l'angolo di altezza h, e ribaltato attorno al suo diametro, l'angolo di azimut: $BAV = h$ altezza, $VMR = Az$ azimut

Sull'analemma si parte dunque col determinare (per fissata latitudine e declinazione/data) la lunghezza dell'ombra meridiana, che sommata allo stilo g fornisce la lunghezza che l'ombra dovrà raggiungere perché abbia inizio la preghiera.

Nella figura 2, indicata con g l'altezza dello stilo, qui anche raggio dell'analemma, il Sole è in S, sul meridiano, alla massima altezza sull'orizzonte³, e proietta l'ombra in KI⁴.

La lunghezza che l'ombra deve raggiungere perché abbia inizio la preghiera è quindi $KL = KI + g$ ⁵.

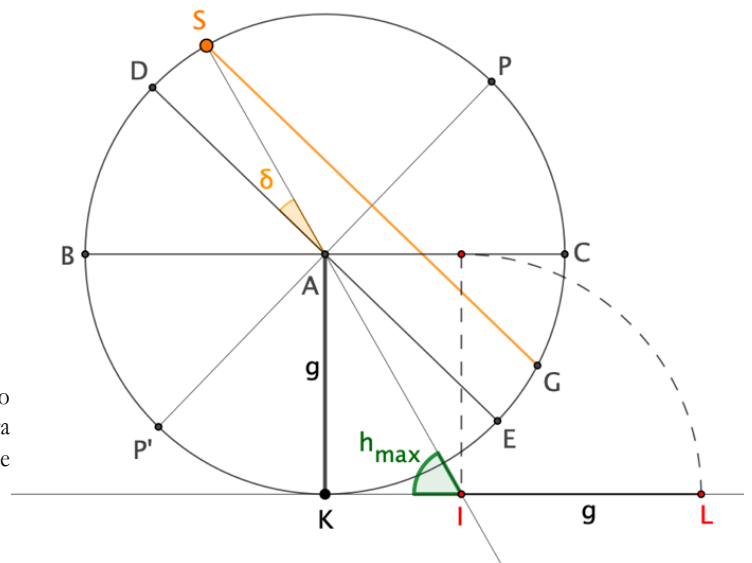


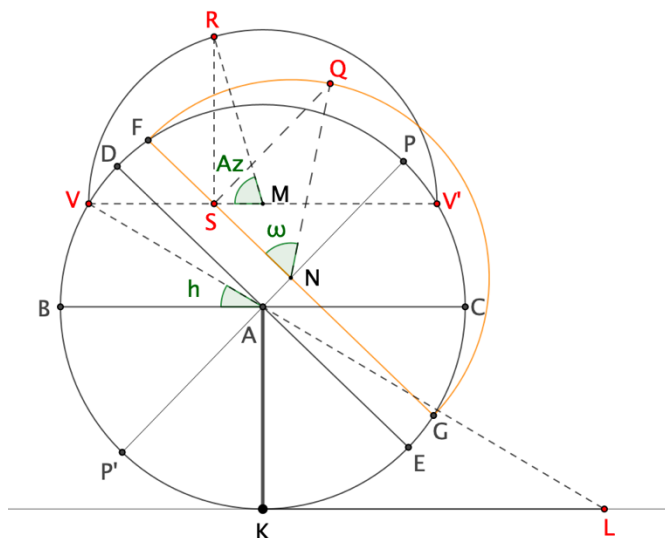
Figura 2 – La preghiera dell'Asr ha inizio quando l'ombra di uno stilo è pari a KL, somma tra la lunghezza dell'ombra meridiana KI, che varia con la declinazione δ , e l'altezza dello stilo g .

³ $h_{max} = 90^\circ - \varphi + \delta$

⁴ $KI = g / \tan(90^\circ - \varphi + \delta) = g \cdot \tan(\varphi - \delta)$

⁵ $KL = g + g \cdot \tan(\varphi - \delta) = g \cdot (1 + \tan(\varphi - \delta))$

La lunghezza d'ombra KL consente di determinare sull'analemma l'altezza h che le corrisponde, e da questa l'azimut (oltre all'angolo orario ω , ovvero l'ora comune in cui quell'ombra si realizza, qui al momento non richiesta) (Fig.3).



Azimut e lunghezza dell'ombra definiscono quindi il punto orario cercato, e al variare della declinazione δ la curva dell'Asr, che segna l'inizio della preghiera nel corso dell'anno.

Aggiungiamo che per la curva relativa al termine della preghiera di Asr si procede allo stesso modo, sapendo che termina quando l'ombra di mezzogiorno si allunga di due volte l'altezza dello stilo⁶.

Figura 3 – Dalla lunghezza d'ombra KL, si ricava sull'analemma l'altezza h corrispondente, e da questa l'azimut Az (e l'angolo orario ω).

Un file di Geogebra *Asr_Analemma.ggb* è stato preparato per tracciare le curve in questione sullo sfondo di un orologio a ore moderne.

Nella Figura 4 sono presenti contemporaneamente le viste Grafici di Geogebra: a sinistra quella principale con l'analemma, a destra quella con le 2 curve, sullo sfondo delle linee di declinazioni relative ai Segni.

Nella vista Grafici principale si è costruito l'analemma e si sono definiti gli slider che consentono di variare latitudine e declinazione solare⁷. Per una fissata latitudine, si è determinata la lunghezza dell'ombra voluta (KL) conseguente a una certa declinazione e quindi l'azimut relativo Az. Nella seconda vista Grafici, viene assegnato l'asse y alla linea meridiana e l'origine degli assi al piede dell'ortostilo. L'intersezione tra la circonferenza di raggio KL e la semiretta formante con un angolo pari all'azimut Az è il punto orario cercato As. Il luogo descritto da As al variare della declinazione δ genera la curva desiderata. Allo stesso modo si determina la curva del termine della preghiera, generata dal punto At.

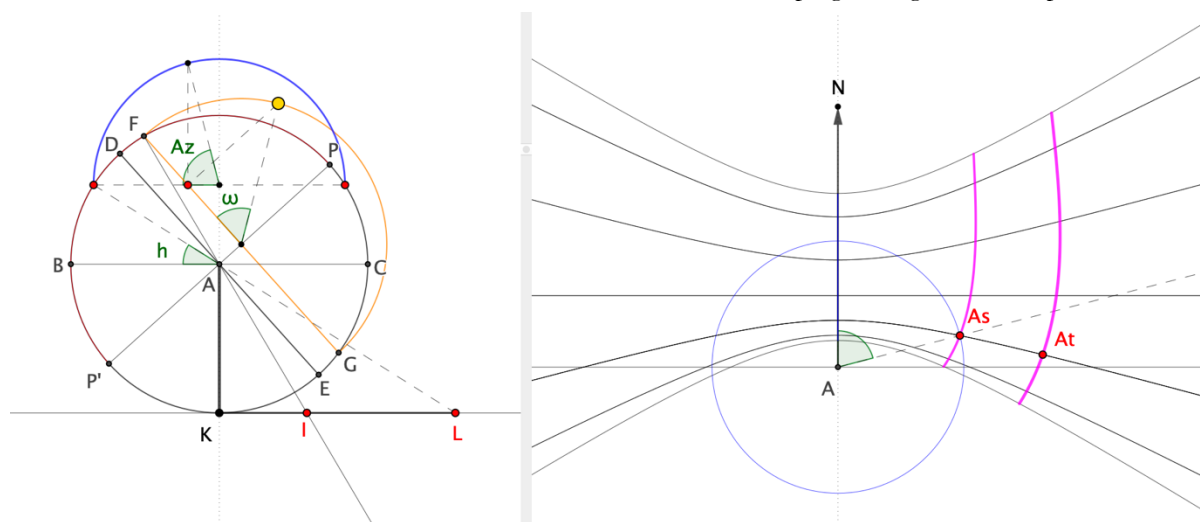


Figura 4 - Sulla sinistra a partire dalla lunghezza d'ombra voluta KL si determina l'altezza h e da questa l'azimut Az che compete a KL per una fissata declinazione e latitudine (qui rispettivamente di 11.48° e di 42°). A destra il punto As, intersezione fra la circonferenza di raggio KL e la semiretta che forma con la linea meridiana l'angolo Az, descrive la curva dell'inizio della preghiera al variare della declinazione. At descrive al contempo la curva del termine della preghiera. Sullo sfondo le curve di declinazioni relative ai Segni.

⁶ $L_{ombra} = 2g + g \cdot \tan(\varphi - \delta) = g \cdot (2 + \tan(\varphi - \delta))$

⁷ La declinazione si è ottenuta dalla longitudine eclittica λ del Sole con la relazione $\sin(\delta) = \sin(\varepsilon) \cdot \sin(\lambda)$, $\varepsilon = 23.45^\circ$ con λ a passi di 30° e declinazione corrispondente all'ingresso nei Segni di Zodiaco.

Nello stesso file viene generato, sempre a partire dall'analemma, il tracciato dell'orologio orizzontale a ore moderne, introducendo un terzo slider che regola la posizione del Sole sull'analemma in base all'ora moderna. Dall'ora/angolo orario si ricavano altezza e azimut. Quest'ultimo, insieme con la lunghezza d'ombra, consente di realizzare l'intero tracciato. Una tabella registra, oltre ai dati in ingresso, le ore corrispondenti all'inizio di Asr (Asr₁) e termine di Asr (Asr₂) e la durata della preghiera.

Latitudine	42°
Declinazione	11.5°
ortostilo	10
ora alba	5.3
ora tramonto	18.7
ora Asr ₁	15.78
ora Asr ₂	16.79
durata	1.01

La costruzione può avvenire con lo stesso metodo geometrico usando semplicemente riga e compasso, o un più veloce CAD, certo con un dispendio di tempo non indifferente.

Con Geogebra appare evidente la possibilità di agire sulle variabili in gioco come latitudine e declinazione per osservare come varia dinamicamente il tracciato.

Nelle figure 5 e 6 vediamo le curve relative all'Asr₁ e Asr₂ per una latitudine intertropicale di 13°, e all'equatore.

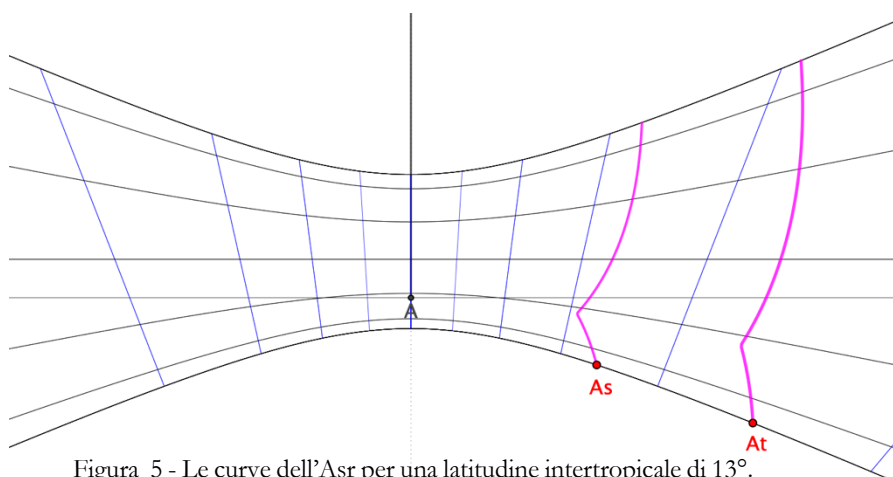


Figura 5 - Le curve dell'Asr per una latitudine intertropicale di 13°. I punti di Asr₁, inizio della preghiera (As), e di Asr₂, termine della preghiera (At), sono relativi al solstizio estivo.

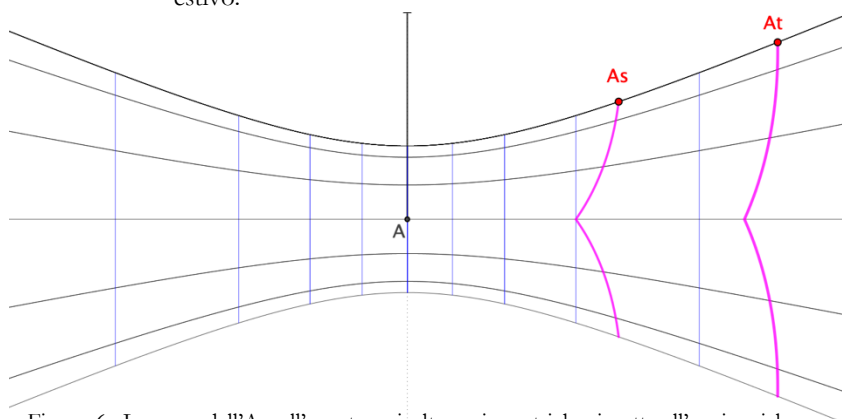


Figura 6 - Le curve dell'Asr all'equatore risultano simmetriche rispetto all'equinoziale dove si trovano anche le cuspidi delle due curve. I punti di As e At sono relativi al solstizio invernale.

Notiamo che, a differenza della figura 4, le due curve presentano una cuspidi. Ciò succede sempre quando siamo nella fascia intertropicale a latitudini comprese tra 0° e 23.45°, massima declinazione solare. Infatti vi sono almeno 2 giorni, con declinazione uguale alla latitudine, in cui il Sole di mezzogiorno è allo Zenit e la lunghezza dell'ombra meridiana diventa nulla, per poi tornare a crescere. In quei giorni anche la lunghezza dell'ombra di Asr ha un minimo (il punto orario di Asr ha la minima distanza dal piede dello stilo A) e torna a crescere fino ai solstizi.

Nelle figure 5, il tracciato è relativo a una latitudine di circa 13° (un esempio si vede realizzato nella figura 7). All'equatore la cuspidi si trova proprio sulla retta equinoziale, rispetto alla quale tutti i tracciati, compresi quelli di Asr, risultano simmetrici (Fig. 6).

Quando la latitudine $\varphi > 23.45^\circ$ la cuspidi non si forma perché la distanza del punto di Asr dal piede dello gnomone è massima al solstizio invernale e diminuisce poi ogni giorno diventando minima al solstizio estivo, quando è minima anche l'ombra meridiana.



Figura 7 - Le curve di Asr nel dettaglio di un orologio presso la Chinna Pallivassal Mosque di Pulicat (India) a una latitudine di 13.42° . La cuspidi della curva corrisponde a una declinazione di 13.42° , pari alla latitudine ed è toccata dall'ombra che segna l'inizio della preghiera verso la fine di aprile e metà agosto circa. L'orologio è censito in SA con codice [IN58](#).

Nel succitato file di Geogebra si è previsto anche il tracciato di uno strumento universale, come suggerito da Collin [1], in grado di segnalare l'ora di inizio della preghiera per una qualsiasi latitudine. Le linee utili a questo scopo si sono ottenute generando il luogo descritto dal punto Asr quando varia la latitudine e per una fissata declinazione (Fig. 8). Tenendo poi la "traccia attiva" di questa curva, mentre si fa variare la declinazione, viene generato l'intero grafico, calcolato in questo caso per un ortostilo alto 10.

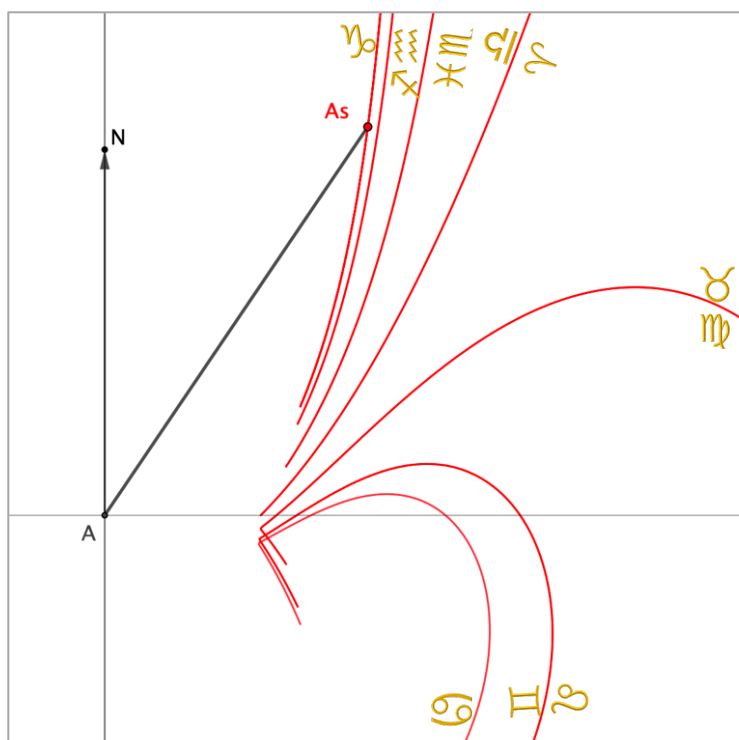


Figura 8 - L'orologio va sistemato sul piano orizzontale dove N indica il nord sulla direzione meridiana. Per ogni latitudine l'ombra di un ortostilo, di assegnata altezza e piede in A, indica l'ora di inizio della preghiera quando tocca la linea che compete alla data/declinazione. L'ombra sta indicando l'inizio della preghiera nel giorno del solstizio invernale.

Le linee rosse sono linee di data e corrispondono alle declinazioni dei Segni di zodiaco dal Capricorno al Cancro, partendo dall'alto verso il basso⁸. La preghiera ha inizio quando l'ombra dello stilo tocca la linea della data/declinazione in corso.

⁸ Collin traccia il grafico con le linee di declinazione intervallate di 4° . Il suo grafico si potrà consultare nella seconda parte del suo articolo che sarà pubblicato nel prossimo numero di Orologi Solari.

Per finire questa parte, ancora qualche breve suggerimento sull'uso del file di Geogebra *Asr_Analemma.ggb* allegato ai Bonus, da cui sono tratte tutte le figure usate in questo studio.

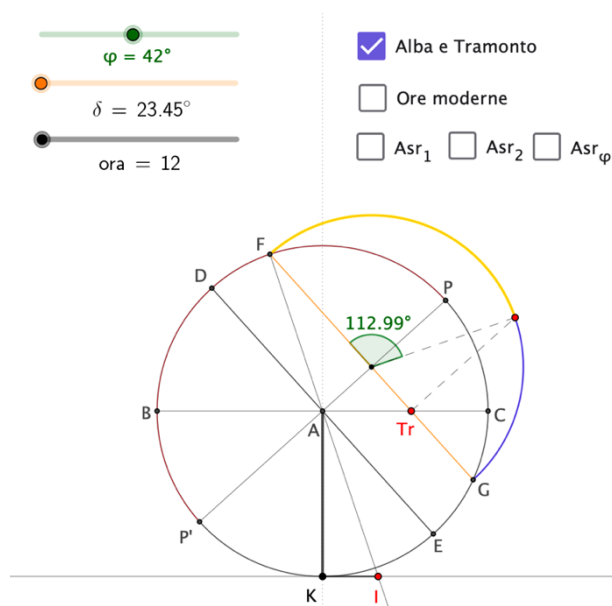


Figura 9 - La vista grafici in apertura del file di Geogebra

In apertura del file, la vista Grafici presenta gli slider che consentono di modificare le variabili latitudine φ , declinazione δ e l'ora, e di generare sul foglio Grafici2 il tracciato completo dell'orologio. Facendo scorrere lo slider della declinazione vengono generate le curve di declinazione relative ai Segni di zodiaco, agendo sullo slider dell'ora le linee orarie del sistema moderno. Nella figura 9 la latitudine è di 42° , siamo al solstizio estivo ($\delta = 23.45^\circ$). Le caselle di spunta presenti consentono di visualizzare sull'analemma solo le grandezze coinvolte dall'elemento indicato, per renderlo più leggibile.

Con lo spunta su Alba e Tramonto resta individuato, tramite il punto Tr, l'angolo orario del tramonto e quindi il semiarco diurno (non indispensabile nel contesto).

La casella Ore moderne mostra l'uso dell'analemma per definire il punto orario che realizza, sulla vista Grafici2, il tracciato completo dell'orologio a ore moderne, quando si fanno scorrere gli slider della declinazione e dell'ora.

Con Asr_1 e Asr_2 viene visualizzata sull'Analemma la costruzione geometrica che consente di definire le relative curve. Agendo sullo slider della declinazione queste vengono percorse, da un solstizio all'altro, dai punti che le hanno generate.

La casella Asr_φ mostra come viene generato il diagramma universale di Figura 8, quando si fa scorrere lo slider della declinazione. Si può osservare come l'ombra dello stilo segnala l'inizio della preghiera per una certa data/declinazione, facendo scorrere lo slider della latitudine.

Le linee della preghiera di Asr su un orologio orizzontale d'altezza

Nel libro di Gianni Ferrari *"Le meridiane dell'antico Islam"* [2], un capitolo è dedicato agli orologi portatili orizzontali d'altezza. Tra questi, trattando di lunghezze d'ombra che segnalano un preciso istante, la meridiana Hafir mi pareva un curioso strumento, naturalmente vocato a indicare le ore di Asr.

Lo strumento consiste in un disco dal cui centro escono dei raggi che indicano la data e delle curve ovali che sono le linee orarie e le linee della preghiera. Queste si ottengono unendo i punti ottenuti riportando sul raggio pertinente alla data, dal centro del disco, le lunghezze d'ombra relative a ciascuna ora per quella data.

Sistemato il disco sul piano orizzontale esso va ruotato attorno allo gnomone finché l'ombra cade sul raggio della data in corso. La sua estremità indica l'ora.

Anche in questo caso l'orologio viene ricostruito per via grafica a partire dall'analemma, in un file di Geogebra allegato ai Bonus, *Asr_orologio_altezza.ggb*. Si suggerisce anche una possibile via analitica.

Nel foglio Grafici principale di Geogebra, per assegnata latitudine e declinazione/data, vengono definite sull'analemma la lunghezza dell'ombra meridiana KI e la lunghezza dell'ombra KL relativa a una certa ora (Fig.10).

A destra, sul foglio Grafici2, una circonferenza di raggio pari a circa tre volte l'altezza dello stilo AK⁹ delimita lo strumento. Un punto W la percorre a partire dal Segno di Ariete in senso antiorario, indicando la longitudine eclittica λ a intervalli di 10° (approssimativamente per ogni 10 giorni), fissando i raggi che rappresentano le linee di data. Su ciascuno di essi e per la data che rappresentano, vengono riportate a partire da A le lunghezze d'ombra trovate per ogni ora. Le linee orarie uniscono i punti relativi a ciascuna ora sui diversi raggi.

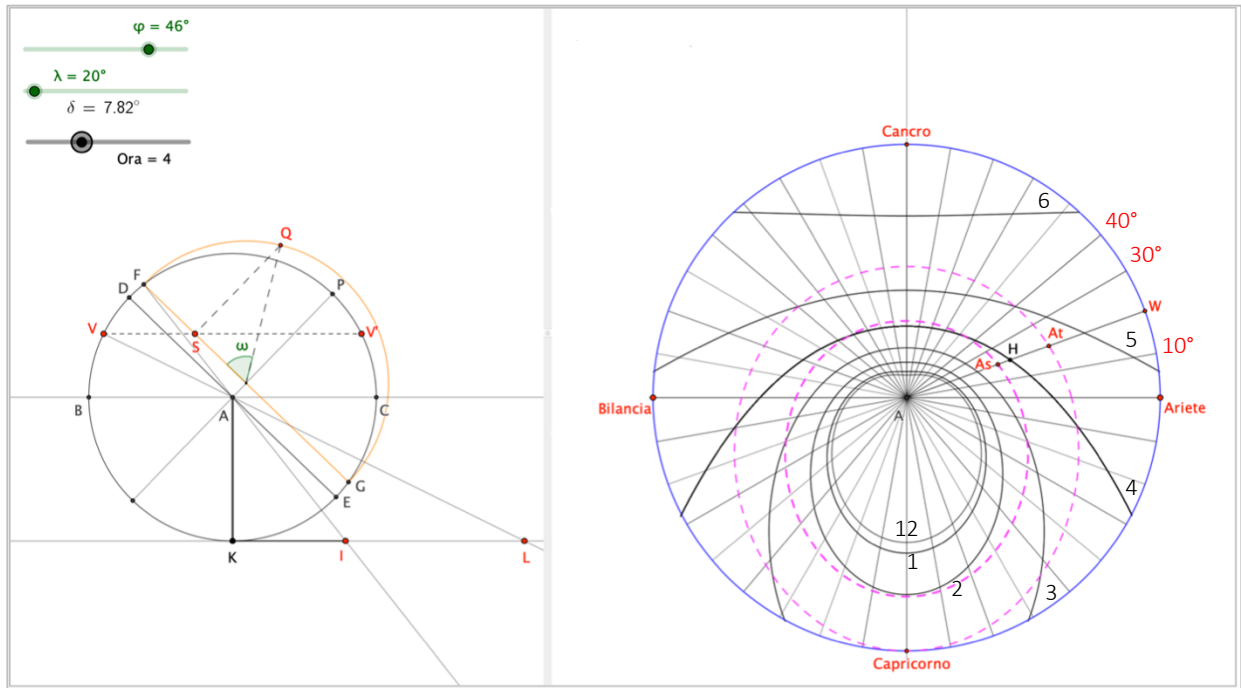


Figura 10 - Le 2 viste grafici di Geogebra. A destra l'analemma e gli slider che regolano i parametri dell'orologio solare. L'ora fissa l'angolo orario ω , dal quale si ricava l'altezza solare, passando per S e V. Qui si determinano le lunghezze d'ombra necessarie a definire il tracciato orario. Sulla sinistra, H sta indicando le 4 del pomeriggio 20 giorni circa dopo l'equinozio di primavera, con declinazione solare di 7.82°. As e At indicano l'inizio e il termine della preghiera per la stessa data.

Le linee fucsia relative all'ora d'inizio e termine della preghiera di Asr sono ottenute allo stesso modo delle comuni linee orarie imponendo che la lunghezza d'ombra sia uguale alla lunghezza dell'ombra meridiana KI aumentata di una o due volte l'altezza dell'ortostilo.

$$R_1 = KI + g \quad \text{per l'inizio di Asr e} \quad R_2 = KI + 2g \quad \text{per la fine, come richiede la regola della preghiera.}$$

Il raggio dello strumento è stato scelto per poterle contenere entrambe; in questo caso deve valere

$$R = g[2 + \tan(\varphi + 23.45^\circ)]. \text{ Tale è l'ombra del termine di Asr al solstizio invernale, quando è al suo massimo.}$$

Dal tracciato si può stimare l'ora moderna di inizio e termine della preghiera. Se si vuole conoscere l'ora precisa, si parte dalla lunghezza d'ombra

$$KI + g = g \cdot \tan(\varphi - \delta) + g = [g(1 + \tan(\varphi - \delta))]$$

e a ritroso sull'analemma, si determina la corrispondente altezza solare, e da questa l'ora.

Come in ogni strumento d'altezza, bisogna distinguere le ore del mattino da quelle del pomeriggio poiché l'altezza solare e la conseguente lunghezza d'ombra sono le stesse in ore equidistanti dal mezzodì.

La simmetria rispetto alla linea dei solstizi consentirebbe di usare solo metà del tracciato.

Nella figura 11 si vede il tracciato per una latitudine intertropicale. Si osserva che in questo caso la linea del mezzogiorno presenta un cappio in A. Questo perché, a mezzogiorno, l'ombra meridiana risulta minima per qualunque latitudine, ma in particolare si annulla quando la declinazione diventa uguale alla stessa latitudine. Questo può accadere solo nella fascia tra i tropici.

⁹ Questa scelta non è d'obbligo, ma viene fatta per potervi disegnare all'interno entrambe le curve della preghiera.

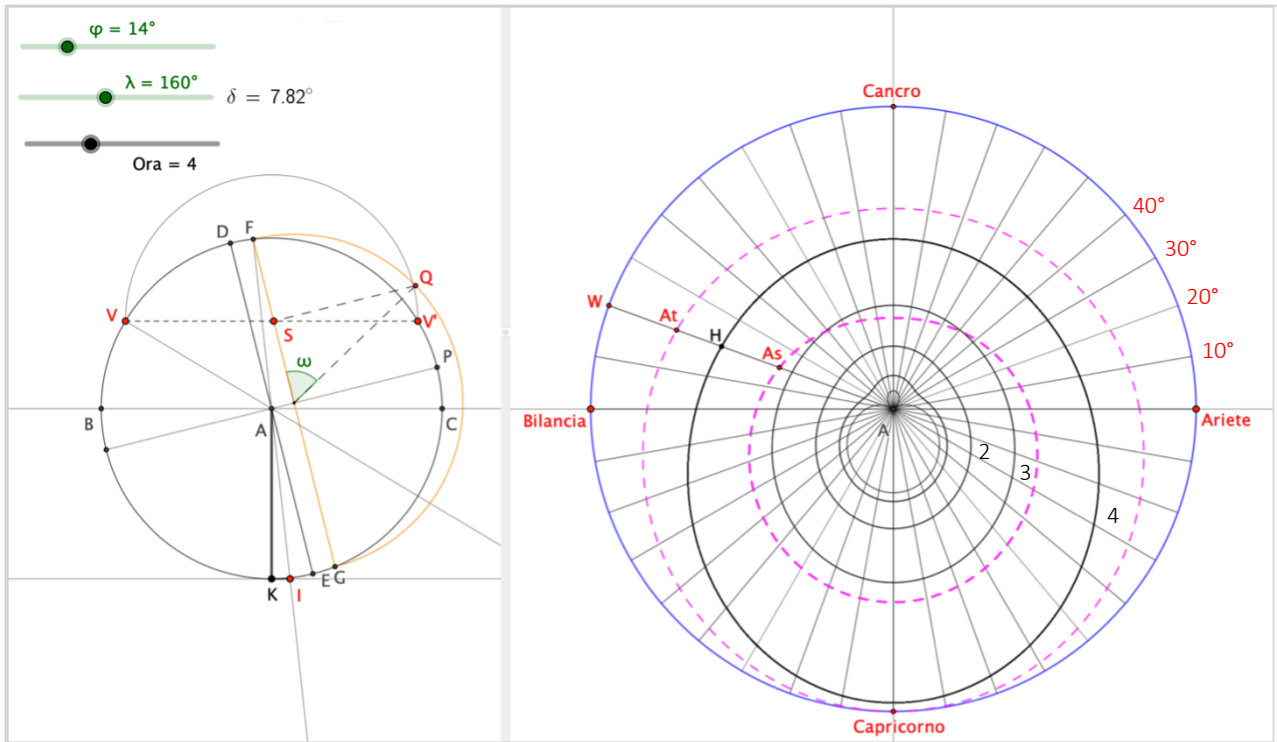


Figura 11 - Il tracciato per una latitudine intertropicale. Quando la declinazione diventa uguale alla latitudine l'ombra meridiana diventa nulla e la linea del mezzogiorno presenta un'asola. Il punto H compete alle 4 del pomeriggio, As e At all'ora di inizio e termine di Asr, venti giorni prima dell'equinozio d'autunno.

I tracciati qui sono realizzati con metodi grafici, ma appare relativamente semplice realizzarli anche mediante il calcolo, almeno relativamente all'ora della preghiera.

Un punto As della curva di Asr si ottiene per intersezione tra la retta che definisce la data/declinazione e la circonferenza di raggio uguale alla lunghezza d'ombra voluta.

$$\begin{cases} y = \tan(\lambda) \cdot x & 0^\circ \leq \lambda \leq +360^\circ \\ x^2 + y^2 = [g(1 + \tan(\varphi - \delta))]^2 \end{cases}$$

ricavando x nella prima e sostituendo nella seconda si ottiene

$$\frac{y^2}{\tan^2(\lambda)} + y^2 = [g(1 + \tan(\varphi - \delta))]^2 \quad \text{ovvero} \quad y^2 = \frac{\tan^2(\lambda)}{1 + \tan^2(\lambda)} \cdot [g(1 + \tan(\varphi - \delta))]^2$$

da cui

$$y = \pm \frac{\sin(\delta)}{\sin(\varepsilon)} [g(1 + \tan(\varphi - \delta))]$$

Tutto viene espresso in funzione di δ tramite la relazione che lega declinazione e longitudine eclittica

$$\sin(\delta) = \sin(\varepsilon) \sin(\lambda)$$

Le coordinate x, y del punto di Asr in funzione di δ sono fornite da

$$\begin{cases} x = [g(1 + \tan(\varphi - \delta))] \sqrt{1 - \left(\frac{\sin(\delta)}{\sin(\varepsilon)}\right)^2} \\ y = [g(1 + \tan(\varphi - \delta))] \frac{\sin(\delta)}{\sin(\varepsilon)} \end{cases}$$

Dai Bonus del presente numero si possono scaricare i file: [Asr_Analemma.ggb](#), [Asr_orologio_altezza.ggb](#) (da aprire anche con Geogebra online), e due file video [Asr_Analemma.mov](#), [Asr_orologio_altezza.mov](#).

Bibliografia

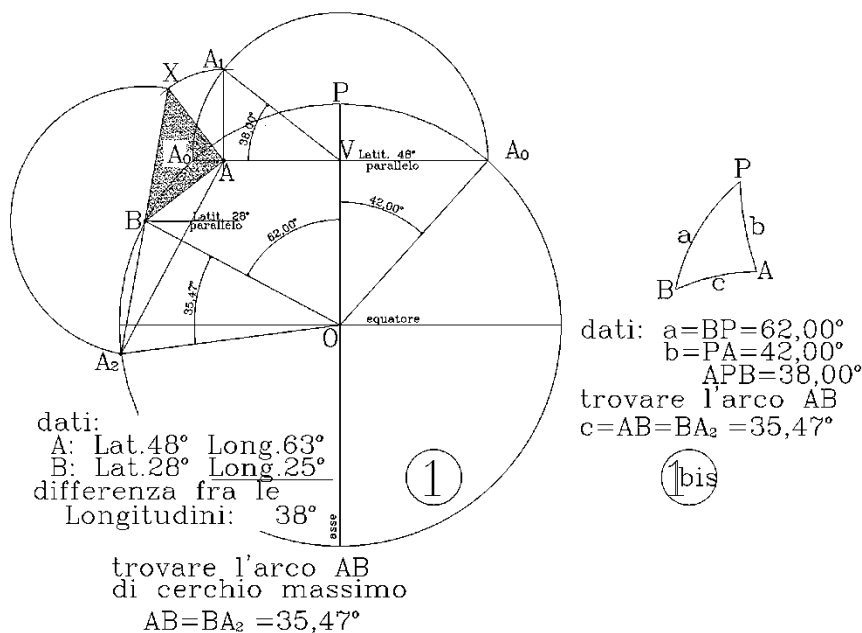
- [1] Dominique Collins, *Notes sur les courbes de l'Asr et les courbes des crépuscules*, Cadran Info N. 50 - Octobre 2024
- [2] Gianni Ferrari, *Le meridiane dell'antico islam*, Youcanprint, Modena 2011
- [3] Gianni Ferrari, *Uno strumento gnomonico quasi sconosciuto: il cerchio dell'Asr*, XIV Seminario, Chianciano 2006
- [4] Èric Mercier, *Les cadrans islamique des mosques indiennes*, Cadran Info N. 37 - Mai 2018
- [5] Das Debasish, [Sundials to tell the times of prayers in the mosques of India.](#) - 2018

Contributi brevi

Ricerca della distanza fra due punti della Terra: soluzione grafica con i triangoli sferici

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

La prima soluzione corretta (Secolo 16°) della ricerca dell'arco di cerchio massimo fra due punti di una Sfera è illustrata dalla Fig. 1.



Sono date Latitudine e Longitudine dei due punti; si trovi anzitutto la differenza fra le Longitudini: essa corrisponde all'angolo diedro fra i due Meridiani relativi.

Considerando, quale piano di proiezione retta, il piano del Meridiano del punto B (con Longitudine minore), si individuano su di esso le tracce dei paralleli contenenti i punti dati. B è ovviamente l'estremo della traccia del parallelo sul perimetro del Meridiano.

Quanto alla individuazione della proiezione di A, si ribalti il parallelo A_0A_0 , trovando su di esso la traccia VA_1 del Meridiano contenente A, per mezzo dell'angolo diedro AVA_1 (nel grafico: 38°). Il punto A, sul parallelo, è il piede della perpendicolare A_1A .

Nella figura, AB è la distanza in pianta fra i due punti, e AA_1 la distanza di A dal piano di proiezione. È possibile quindi costruire il triangolo rettangolo BAX, in cui l'ipotenusa BX è la corda dell'arco che cerchiamo. Ribaltando BX su BA_2 si trova finalmente la vera lunghezza dell'arco BA cercato (nel grafico: $35,47^\circ$).

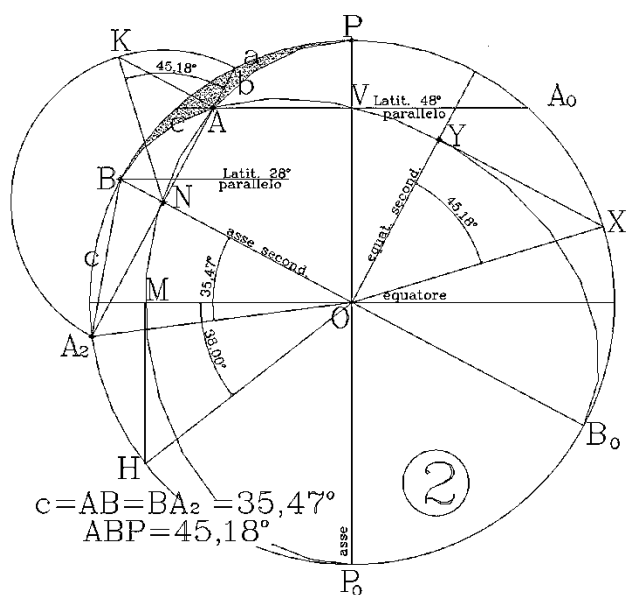
All'epoca l'operazione si è fermata qui, perché si è trovato quanto si cercava.

Per trovare l'arco AB è possibile operare con altro criterio, più semplice, come si illustra più avanti; ma questa è la scelta operata all'epoca, probabilmente perché, con gli strumenti disponibili, era quella che garantiva migliori risultati.

L'operazione descritta come ricerca della distanza fra due punti, può essere considerata da un altro punto di vista, come una prima fase per risolvere il triangolo sferico PAB (Fig. 1bis), di cui sono dati i lati PA e PB e l'angolo compreso APB.

Si tenga presente che PA_0 di Fig. 1 è la vera lunghezza dell'arco PA, non disegnato (tutti gli archi di meridiano al disopra e al disotto del parallelo hanno la stessa lunghezza).

A questo punto è ovvio che io proponga di procedere oltre, risolvendo per intero il problema del triangolo sferico, con l'individuazione dei due angoli nei vertici A e B (Figg. 2 e 3).



Con riferimento alla Fig. 2, si osserva che la posizione di A è individuata tracciando l'arco di Meridiano PAMP₀. Si è così ottenuta anche la proiezione AP del lato del triangolo sferico.

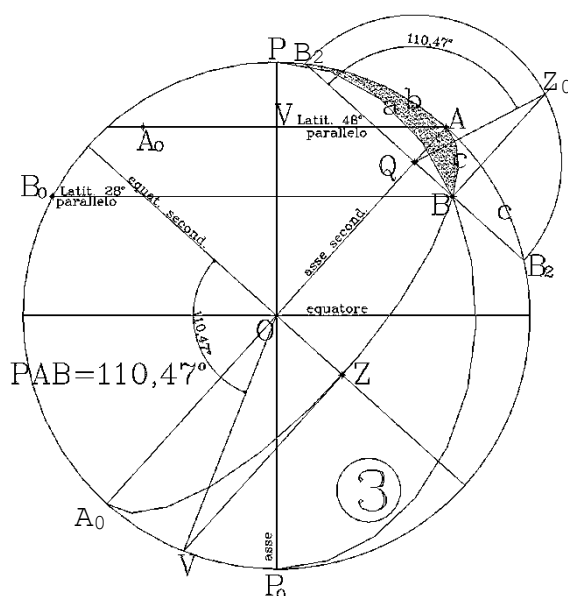
Si consideri ora un *asse secondario* BOB₀ della sfera: è così possibile tracciare un *parallelo secondario* ANA₂ perpendicolare a BO.

Esso individua in BA₂ la vera lunghezza dell'arco BA; inoltre, ribaltando (*come in Fig. 1, ma con intento opposto*) il parallelo ANA₂, e tracciando la perpendicolare AK, si ottiene l'angolo KNA, che è il diedro di un ipotetico *meridiano secondario* BYB₀, ma è anche l'angolo ABP del triangolo sferico. Si sono così disegnate anche le proiezioni dei tre lati.

Al fine di individuare anche il terzo angolo BAP, si è ripetuta l'operazione eseguita nella figura precedente, trasferendo (Fig. 3) il triangolo sul lato destro della figura: la proiezione retta di riferimento questa volta è il piano del Meridiano PAP₀ contenente il lato PA.

La posizione di B è individuata sul *parallelo secondario* B₂QB₂, ottenuto riportando due volte da A la distanza AB trovata nella figura precedente, tracciando il parallelo B₀B.

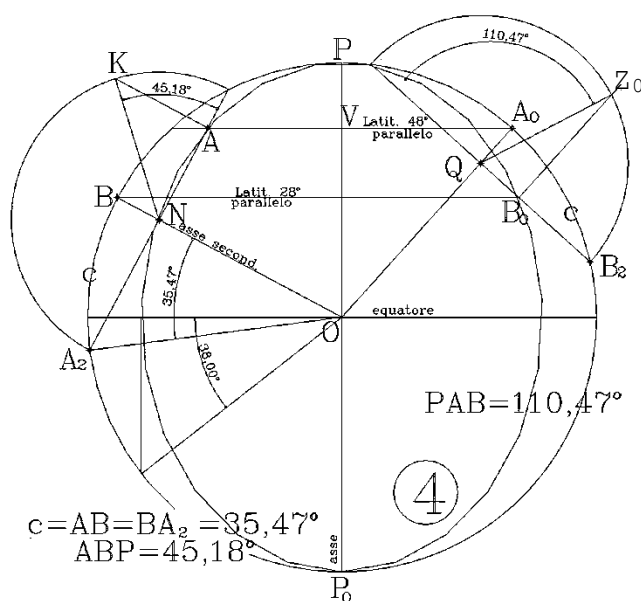
Si ribalti il *parallelo secondario* per B₂B₂ e si tracci la perpendicolare BZ₀: B₂QZ₀ è l'angolo cercato PAB del triangolo sferico. Nella figura si è tracciato anche l'arco di *Meridiano secondario* AZA₀, che illustra la proiezione del lato AB.



Nota: nelle due figure precedenti si è sfruttata la possibilità di costruire le ellissi offerta dagli strumenti grafici attuali. In passato (30-40 anni addietro) si poteva usufruire di ellissografi, che non erano molto comodi, oppure della costruzione per punti proposta dal Commandino (1562 - Ptolomei Liber De Analemmate).

Ma la individuazione del lato AB e degli angoli PAB e ABP del triangolo sferico non richiede necessariamente tutte le operazioni illustrate sopra, in particolare la rappresentazione delle proiezioni dei lati del triangolo: in Fig. 4 si sono eseguite le operazioni di individuazione della distanza BA₂ e degli angoli KNA e B₂QZ₀ trovando tutti gli elementi del triangolo senza la necessità di individuare le ellissi relative ai lati.

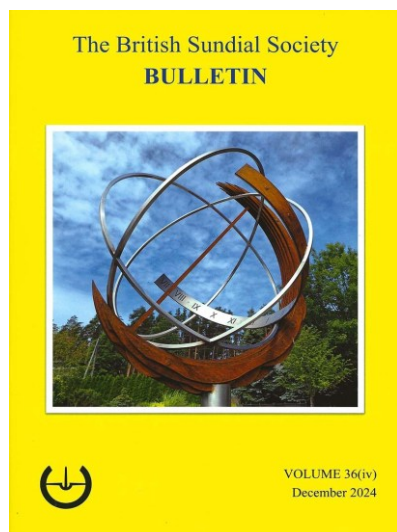
Io mi fermo qui. Il lettore interessato può utilizzare con facilità le stesse modalità espote, applicandole per la soluzione grafica degli altri problemi relativi ai triangoli sferici. Un utile esercizio di Geometria applicata, con qualche anno (secolo?) di ritardo.



Rassegna riviste di Gnomonica

“Bulletin” della British Sundial Society (BSS)

Vol. 36 (iv) - Dicembre 2024



Editoriale

Restauro di una meridiana a leggio del diciassettesimo secolo	David M. Brown
Meridiana del Lews Castle, a Stornoway	CHN
Meridiane in Grecia	Karlheinz Schaldach
Doppia meridiana orizzontale di Henry Wynne al Wrest Park	John Davis
“Bulletin Follow-up” del 25 ottobre 2024	Frank H. King
Granito, Vetro e Cemento, Acciaio inossidabile e corten	Martins Gills
Meridiana di Robert Palmer alla Heriot-Watt University	Sue Manston, Julia Stephens
Rassegna di cartoline 69. Cypress Gardens, in Florida	Peter Ransom
“Scavare” nei database pubblici dei luoghi storici, alla ricerca di meridiane	Sally Francis
Nuova meridiana: Una nuova meridiana a Norfolk	Mark Lennon-Boyd
Tre meridiane al White Waltham	Ben Jones
Auguri di Natale	Nick Orders
Giornata di incontro a Newbury, 28 settembre 2024	
Resoconto dell'Annual General Meeting della BSS, Newbury, 28 settembre 2024	

Questo numero, di 40 pagine, contiene 9 articoli e alcuni contributi minori.

Il primo articolo, di *D. M. Brown* (7 pagg.), descrive il lungo lavoro di restauro condotto su una meridiana in pietra di metà Seicento, del tipo a leggio, che era in cattive condizioni. La meridiana, che è situata nella Cheeseburn Grange a Stanfordham, poco distante da Newcastle upon Tyne, ha struttura assai complessa e porta 9 scale orarie.

K. Schaldach nel suo articolo (4 pagg.) segnala di aver redatto un documento che elenca 88 delle non molte meridiane oggi esistenti in Grecia e presenta le fotografie di 12 di esse, con una breve descrizione.

L'articolo di *J. Davis* (2 pagg.) descrive una meridiana orizzontale da giardino del 1682, presente nel Wrest Park nel Bedfordshire. Con diametro di 80 cm, questa meridiana, doppia in quanto include anche un tracciato stereografico e uno gnomone verticale, mostra l'ora in 16 città e porta alcune tavole calendariali. La meridiana originale, in buono stato e oggi al coperto, è stata da tempo sostituita sul suo piedestallo da una copia, ora in cattivo stato.

F. H. King sintetizza (2 pagg.) quanto detto nel corso dello “Zoom event” della BSS tenutosi il 25 ottobre 2024: è l'evento “on-line” organizzato per discutere le domande poste dai lettori sugli articoli comparsi nel numero di settembre del Bulletin.

M. Gills nel suo articolo (5 pagg.) presenta tre meridiane da lui recentemente realizzate: una orizzontale su un disco di granito; un'altra, anch'essa orizzontale, su una piazzola in cemento e con un elegante gnomone decorato da fiori di vetro; la terza in forma di sfera armillare, in acciaio inossidabile e acciaio corten (foto di copertina).

L'articolo di *S. Manston e J. Stephens* descrive una bella meridiana orizzontale da giardino ottocentesca, presente a Riccarton in Scozia. Incisa su una lastra di ardesia ottagonale larga circa 54 cm, la meridiana era in pessimo stato; recentemente è stata restaurata e messa al sicuro; sul piedestallo originale è stata montata una bella replica in bronzo.

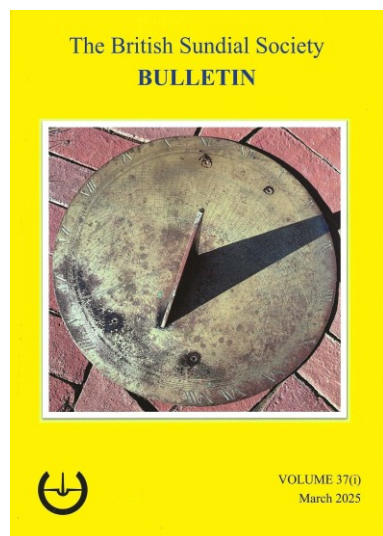
L'articolo di *S. Francis* racconta come egli abbia estratto dagli inventari degli edifici storici inglesi informazioni sulla presenza di meridiane, identificandone una quarantina nel solo Norfolk inglese. Elenca i problemi incontrati e fornisce suggerimenti per chi volesse condurre ricerche analoghe.

L'articolo di *B. Jones* descrive tre meridiane presenti sulla chiesa di St Mary the Virgin a White Waltham, nel Berkshire. Una è del classico tipo canonico ed è in buono stato; le altre due sono meridiane canoniche piccole, di fattura approssimativa e in pessimo stato di conservazione.

Chiude il numero la sintesi dei temi discussi nella giornata di incontro tenutasi a Newbury il 28 settembre 2024.

“Bulletin” della British Sundial Society (BSS)

Vol. 37 (i) - Marzo 2025



Editoriale

Una meridiana orizzontale doppia sino a ora sconosciuta,
attribuita a Elias Allen

John Davis

Una nuova meridiana a St. Agnes

Jackie Jones

Animazione solare

Antony Capon

Rassegna di cartoline 70. Brasenose College, Oxford

Peter Ransom

Rapporto Annuale per il 2024 degli Amministratori

Nuove meridiane segnalate, 2024

John Foad

Un eliocronometro sul soffitto

Andrew Hodgson

“Bulletin Follow-up” del 23 gennaio 2025

Frank H. King

Rassegna di libri: L'Equazione del Tempo -

AEquation dierum. A Journal, a Reference & a Picture

Martin Jenkins

Questo numero, di sole 28 pagine, contiene 6 articoli, un paio di contributi minori e il Rapporto Annuale per il 2024 degli Amministratori della BSS (3 pagg.).

Nell'editoriale si evidenzia il ridotto numero di pagine, sostanzialmente giustificandolo con il poco materiale pervenuto.

Il primo articolo, di *J. Davis* (3 pagg.), descrive una meridiana orizzontale doppia (sia ad angolo orario, sia azimutale con proiezione stereografica) mai segnalata precedentemente (foto di copertina). Circolare, con diametro di circa 35 cm, su lastra metallica spessa circa 3 mm, porta un reticolo inciso con grande precisione. Lo strumento, attualmente nel New Hampshire (USA), non è firmato ma sembra attribuibile a Elias Allen, sia pur con qualche incertezza.

Un breve articolo di *J. Jones* (1 pag.) presenta una nuova meridiana orizzontale, circolare con diametro di circa 25 cm, e con quadrante assai semplice, che è stata posizionata nel 2024 presso la Troytown Farm, sull'isola di St. Agnes, nel piccolo arcipelago delle isole Shilly, al largo della Cornovaglia (UK). Lo strumento è stato installato per ricordare Shirley Falloon (1909-1992) scienziato e docente, nel luogo del suo ultimo soggiorno.

Il successivo articolo, di *A. Capon* (2 pagg.), mostra due originali meridiane osservate in Brasile: una prima con anello equatoriale e proiezione delle cifre orarie e una seconda monumentale con gnomone polare a vela, sul quale è montato un globo terrestre. Presso questa seconda meridiana si trova un grande Prassinoscopio (antenato ottocentesco del cinema) sul quale si può visualizzare il movimento del Sole sull'analemma.

Un lungo articolo di *J. Foad* (9 pagg.) elenca ben 30 meridiane, vecchie o nuove e di diverso genere, aggiunte nel 2024 all'inventario della BSS, accompagnandole con le relative fotografie.

A. Hodgson racconta (6 pagg.) come ha tracciato un orologio solare a riflessione sul soffitto della sua casa. Allo scopo ha utilizzato sia un piccolo laser montato, al posto dello specchio, su un movimento comandato da un piccolo computer, sia l'immagine riflessa del Sole nelle poche giornate soleggiate che il clima inglese gli ha concesso.

F. H. King sintetizza (2 pagg.) quanto detto nel corso dello “Zoom event” della BSS tenutosi il 23 gennaio 2025: è l'evento “on-line” organizzato per discutere le domande poste dai lettori sugli articoli comparsi nel numero di dicembre del Bulletin e per approfondire alcuni aspetti degli articoli. Come per i precedenti analoghi eventi, una completa registrazione video è disponibile in rete su www.youtube.com/@the-bss.

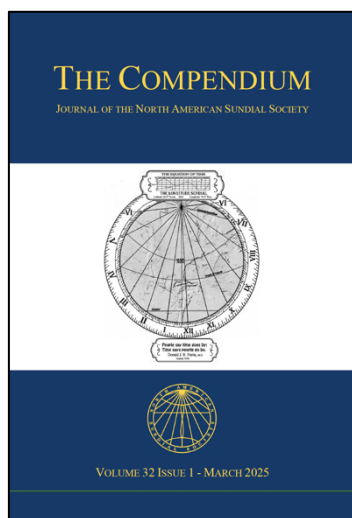
Il libro recensito da *M. Jenkins* è il testo sull'Equazione del Tempo già da noi recensito sul n. 34 di Orologi Solari. Il recensore lo definisce: un libro affascinante e da raccomandare per la biblioteca di ogni persona che abbia un qualche interesse verso l'Equazione del Tempo.

In alcuni fogli sciolti allegati alla rivista vi sono l'annuncio di un concorso per il miglior restauro di meridiana eseguito negli anni 2021-2025 e l'annuncio della Riunione Annuale della BSS, dal 8 al 10 aprile 2025, a Winchester (UK).

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

Vol. 32 N.1 - Marzo 2025

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



Meridiane per principianti: Grafici dell'Equazione del Tempo
Quadrante del Museo e Planetario di Fairbanks
La Meridiana della Longitudine
Assolvere Ozanam
Quadranti circolari analemmatici di Foster e Lambert
Lo strumento azimutale di Kelvin
20.000 Meridiane
Alcune notizie su due meridiane di Crehore
Notizie brevi
Bonus digitali

Robert L. Kellogg
Robert Adzema
Don Petrie
Fred Sawyer
Jean Pakhomoff
Erwin Wechsler
Robert L. Kellogg
Robert L. Kellogg

La solita rubrica “per principianti” di R. Kellogg si occupa delle rappresentazioni grafiche della equazione del tempo, illustrando con le figure di numerosi quadranti siti in Istituzioni Pubbliche degli Stati Uniti, le operazioni effettuate per adeguare le indicazioni della meridiana al tempo medio di fuso e alla Longitudine. In particolare l'autore suscita l'interesse del lettore evidenziando le diverse interpretazioni del diagramma operate da alcuni costruttori.

Segue una accurata relazione (R. Adzema) sulla progettazione di un orologio analemmatico in un'aula all'aperto del Museo e Planetario di Fairbanks. L'articolo non illustra l'orologio, che pure sarebbe meritevole di commento per la sua connessione con la elevata Latitudine della località, ma la cura con cui il progettista ha scelto i materiali della pavimentazione e le modalità di posa, in relazione alle condizioni climatiche del luogo.

Don Petrie fa una lunga e accurata relazione sulla costruzione delle meridiane geografiche su piano orizzontale. Egli cita l'opera di Franz Ritter (e il suo testo, Speculum Solis, del 1660), primo costruttore della proiezione geografica dal centro della Sfera su un piano tangente ad essa. Fa poi riferimento ad autori che hanno scritto in merito su Compendium, e a software che possono essere di aiuto. Egli, dopo vari tentativi a vuoto di costruire tale proiezione su un piano tangente nel punto della sua abitazione, si è fatto aiutare da una esperta cartografa canadese (Vera Green). Tale grafico, con i meridiani rettilinei ogni 15°, costituisce il piano orizzontale su cui un filo teso fa da stilo polare. Durante l'anno l'ombra di un nodo, fissato sul filo, si sposta verso nord e verso sud entro i limiti dei due Tropici indicando la declinazione del Sole e conferendo così alla meridiana una funzione di calendario. Conclude l'articolo, illustrando ampiamente il risultato ottenuto e le caratteristiche della proiezione.

Una breve relazione di F. Sawyer tratta un problema esistente nell'edizione inglese del 1803 delle Récréations Mathématiques di Ozanam, dimostrando che quanto proposto dal libro è errato. Provvede poi a controllare le edizioni francesi (1694 e 1778) del testo di Ozanam, scoprendo che su di esse non c'è traccia del problema, e che esso è stato introdotto nella edizione inglese da Montucla.

Le vicende di J. Pakhomoff nel costruire una meridiana analemmatica di Foster-Lambert sono illustrate ampiamente. L'Autore cita, senza illustrarli, i precedenti storici: le opere di Voulezard, Foster e Lambert. Si dilunga a riportare per intero la dimostrazione di Terpsstra (1951). Torna poi a riferire sulle sue ricerche in vari testi (per lo più francesi) di dati sulla vita e sull'attività di Foster e Lambert. Termina infine spiegando come ha realizzato la sua opera, in cui ha aggiunto al quadrante circolare il quadrante ellittico che si serve dello stesso diagramma calendariale.

L'autore dell'articolo che segue, E. Wechsler, ha acquistato la parte ottica (costruita probabilmente intorno all'anno 1900) dello strumento noto come Kelvin Azimut Mirror, brevettato dall'Ing. Thompson nel 1878 e tutt'ora in uso. Montato sulla bussola delle navi, permette di individuare con continuità gli Azimut degli astri e degli eventuali obiettivi lungo l'orizzonte. Illustra le caratteristiche della parte ottica in suo possesso, che permette di vedere a confronto l'oggetto di cui si vuole l'Azimut e l'angolo sulla bussola.

R. Kellog cita la ditta VSauce che opera su Internet mettendo in vendita trimestralmente kit educativi e giocattoli scientifici. Essa ha ottenuto dagli attuali detentori del brevetto della meridiana Schmoyer il contratto per la produzione di 20 000 valigette contenenti i pezzi e le istruzioni per montare e orientare lo strumento. 20 000 meridiane tutte uguali sono un evento memorabile: si tratta di un orologio equinoziale regolabile meccanicamente per la Latitudine del luogo e per la Longitudine di fuso. Inoltre l'asta dello stilo polare è sostituita nella parte utile fra i due Solstizi da una lastra curva su cui è praticata una sottile fessura: la combinazione fra la curvatura della lastra e quella della fessura, correggendo l'esposizione al Sole del dispositivo quando si intende fare la lettura dell'ora, proietta sul cerchio orario una sottile striscia luminosa, l'Equazione del Tempo.

Sempre R. Kellog: egli tenta di ricostruire le vicende di alcune meridiane in bronzo particolarmente grandiose nella realizzazione, anche se di dimensioni relativamente modeste; quadranti "equinoziali" a superficie sferica, costruiti nei primi anni del 900 da A. Crehore. Ogni esemplare veniva adattato per indicare l'ora media di fuso nella località in cui sarebbe stato installato. Ne sono stati costruiti pochi: di tre si conosce l'indirizzo e un quarto è stato messo all'asta recentemente. Di altri due si cercano le tracce da una decina d'anni senza successo.

Tra le notizie brevi emerge quella inviata da Steve Woodbury che informa sulla installazione al National Park Service (NPS) degli Stati Uniti di una nuova sfera armillare nella piazza inferiore del Meridian Hill Park, a Washington D.C. La nuova sfera è una replica basata sulla sfera armillare originale presente nel parco dal 1932 fino alla fine degli anni '70, rimossa a causa di danni e vandalismo. Il piedistallo è rimasto nel parco e servirà come base per la nuova sfera.

Nei bonus digitali sono raccolte le presentazioni di 3 diversi autori:

- Roger Bailey, da una relazione presentata alla conferenza NASS del 2024 sulla progettazione, costruzione e installazione di un nuovo quadrante verticale a Canmore, nell'Alberta (Canada)
- Bob Kellogg, da una relazione presentata nel 2022 sulle forme insolite a volte utilizzate per costruire una meridiana
- Tom Kreyche, da un discorso tenuto alla conferenza NASS del 2024 su "La vita e i tempi della meridiana del Connecticut College".

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie Mitteilungen

N. 180 Inverno 2024 (Contributi di argomento gnomonico)

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



I contributi di argomento gnomonico sulle Mitteilungen DGC n. 180 sono quattro.

Csaba Peter Rakoczy

L'assemblea annuale a Landshut

(Jahrestagung 2024 in Landshut)

A Burg Trausnitz i partecipanti al Convegno Annuale hanno potuto visitare nel castello la nota Meridiana di Peter Apian (Pietro Apiano, 1495-1552) noto astronomo, matematico e cartografo tedesco.

Peter Fassbender, Hürt

L'indicatore temporale in acciaio nella torre della basilica a Memmingen

(Der eiserne Zeitzeuge im Turm der Basilika St.Martin in Memmingen)

L'interesse principale dell'autore è concentrato sull'orologio meccanico, ma egli segnala anche la presenza sulla torre della Basilica di S. Martino a Memmingen (Baviera) di due Orologi Solari, uno su parete Sud e l'altro su parete Sud-Ovest: ambedue progettati in origine da Bernhard Strigel nel 1524.

Renate Frank

L'Orologio Solare del restauratore (N 47°59' / E 07°50')

(Die Sonnenuhr des Restaurators – N 47°59' / E 07°50')

A Freiburg il restauratore Emil Joseph Geschöll ha tracciato sulla sua casa un Orologio Solare con orientamento Sud Est indicante le mezze ore. Il motto è: *Lumen Dei - Lex Dei*, ossia *La Luce di Dio è la legge del giorno*.

Renate Frank

Un Orologio Solare a Cuba

(Eine Sonnenuhr auf Kuba)

Ci vogliono 10 ore di volo da Francoforte per arrivare a Cuba. Nel territorio di Cafetal La Isabelica si trova una meridiana orizzontale costruita in metallo. Venne progettata e costruita in una piantagione di caffè nel 1836 da Josè Giroud (1781-1836).

La rivista riporta inoltre l'interessante pubblicità di una scultrice su pietra che costruisce anche Orologi Solari: si tratta di Ulriche Ströbele, attiva nella cittadina di Untergriesbach in Baviera.

L'indirizzo del sito web è www.ulisteinmetz.de.

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

N. 152 - 2025.1



Editoriale: Giorno e Notte

Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese

I miei orologi solari in vetro

Gli orologi solari multipli di Alberda Parte 2:

Uno strumento degno di un re

Gli orologi solari dello storico Palazzo Coudenberg a Bruxelles

Rubrica: Sottosopra

Il ponte dell'orologio solare

Il progetto artistico "Klare Wal"

Conferenza on line

I frammenti raccontano una storia

A passeggio per Roma

Gli orologi solari del Collegio Romano di Roma

Quiz: Parole crociate e binari ferroviari

Resoconto dell'incontro del 18 gennaio a Tricht

Rapporto annuale 2024 e Resoconto finanziario 2024-2025

Redazione

Segreteria

Allart Okx

Edgar Pelupessy

Patric Oyen

Mieke Steenhout

Job van de Groep

Andre Reekmans

Redazione

Redazione

Hans Wilschut

Hans Wilschut

Frans Maes

Segreteria

Segreteria

La redazione nel consueto editoriale introduttivo ricorda l'arrivo dell'equinozio il 20 marzo, alle 10:01 TMEC: giorno e notte sono uguali. L'autore prende spunto dalle statue "Giorno" e "Notte" che Michelangelo Buonarroti scolpì per la tomba fiorentina di Giuliano de' Medici, per sottolineare le differenze tra i due concetti.

Dalla Associazione Gnomonica Olandese a cura della Segreteria arriva l'invito a partecipare (Fiamminghi e Olandesi) all'incontro del 22 marzo a Tricht il cui programma comprende:

- Un laboratorio di trigonometria sferica a cura di Hans Schipper.
- Allart Okx parlerà dei suoi orologi solari in vetro artigianale, che ha iniziato recentemente a produrre.
- Discussione sui resoconti finanziari, assegnazione di cariche della società gnomonica.

Viene proposta l'escursione estiva per sabato 5 luglio a Zutphen e dintorni.

Dieci nuovi membri vanno a coprire il vuoto lasciato da altrettanti membri che hanno abbandonato il gruppo.

A. Okx spiega come vengono realizzati i suoi orologi solari in vetro usando la tecnica della fusione. Al momento si tratta di quadranti equatoriali. La sua recente passione gnomonica potrebbe ispirarlo a realizzare anche altri tipi di orologi solari.

E. Pelupessy, curatore della sezione Arte antica e Arti applicate del Museo di Groninga, continua in questo articolo a parlarci dell'orologio solare poliedrico detto "dell'Alberda". Questa seconda parte completa quanto già descritto da F. Maes nella prima parte pubblicata nel precedente numero della rivista. Pelupessy delinea contesto socioculturale e iconografia di questo strumento, concentrandosi sulle tre diverse concezioni del mondo illustrate sui tre quadranti: il sistema geocentrico di Tolomeo, la teoria della transizione di Tycho Brahe e il modello eliocentrico di Copernico.

P. Oyen ha studiato tre orologi solari che esistevano sul palazzo Coudenberg nel centro di Bruxelles, del quale ora non rimangono che alcuni ambienti interrati. Il suo studio si è basato su cinque testimonianze grafiche antiche che l'autore è riuscito a recuperare. Nessuno di questi quadranti era stato raffigurato in modo corretto, né per quanto riguarda le linee orarie né per i numeri né per il posizionamento e l'orientamento degli stili polari.

M. Steenhout hei dico a te! Come ci piacerebbe passare almeno un pomeriggio a parlarti! Scusate l'entusiasmo, ma ogni volta che arriva il suo pezzo da recensire restiamo senza parole. Sicuramente Mieke potrebbe scrivere un romanzo che quando cominci a leggerlo poi non riesci più a fermarti fino alla fine. Purtroppo la traduzione lascia indietro qualcosa ... chissà come sarebbe leggerlo e comprenderlo nella sua lingua! In questo numero ci presenta un pezzo dal titolo "Sottosopra" in cui racconta l'amore per le imperfezioni. Un amico di gioventù, ritrovato dopo molti anni, una volta venuto a conoscenza del suo interesse per gli orologi solari gli ha regalato un vecchio kit di montaggio per una sfera armillare. Giunto a casa ha provato ad assemblarla, ma lo stilo polare puntava verso il basso in direzione sud, e le giunture poco stabili continuavano a muoversi. Eppure ci si è affezionato, e tutt'ora fa "brutta" mostra nel suo giardino: bella storia di amicizia!

J. van de Groep analizza il famoso “Sundial Bridge”, progettato da Santiago Calatrava, attraversa il fiume Sacramento a Redding, California. Ha un solo pilone allineato lungo l’asse nord-sud, ma la sua inclinazione non è corretta rispetto alla latitudine del luogo. Comunque sembra funzionare se si usa la sua punta come indicatore nodale. Indica l’ora dalle 11 alle 15 durante il solstizio estivo.

A. Reekmans descrive un curioso progetto gnomonico realizzato in Belgio ad Alveringem all’interno di un sito archeologico denominato Klare Wal. Il sito, scoperto in seguito a lavori di riqualificazione del territorio circa dieci anni fa, nasconde tracce sotterranee di un cerchio preistorico visibile per ora solo dall’alto. Elise Eeraerts e Roberto Aparicio Ronda hanno avuto l’incarico di proporre un progetto artistico per valorizzare il sito. La loro idea consiste nel posizionare tre coppie di sculture dotate di finestre di vetro allineate in modo che albe e tramonti possano essere osservati attraverso una coppia di esse durante gli equinozi e i solstizi. I calcoli per il posizionamento sono stati fatti proprio dallo gnomonista autore dell’articolo.

In fondo una pagina la *Redazione* riporta due notizie. La prima è l’invito a partecipare alla conferenza online (tramite Google Meet) sulla Giornata mondiale dell’orologio solare organizzata il 20 marzo da Martins Gills gnomonista Lituano. La seconda è il ritrovamento di un frammento di orologio solare in un accampamento militare vicino a Utrecht, in uso durante l’era napoleonica. L’analisi di due linee orarie ha fornito una latitudine di progetto di $38^{\circ} \pm 2^{\circ}$, che riporta al sud Europa (Spagna o Italia). Quale ufficiale francese ha portato con sé questo quadrante fino a questa parte dell’Impero francese?

H. Wilschut accompagna la moglie a una conferenza nei pressi di Roma. Quale migliore occasione per visitare alcuni tra i più importati orologi solari della capitale d’Italia. Ne nascono due articoli per la rivista. Nel primo descrive alcuni degli orologi solari visitati dietro consiglio di Bruno Caracciolo e talvolta accompagnato da Costantino Sigismondi. I siti visitati sono stati: la linea meridiana dell’obelisco di Augusto in Piazza Montecitorio, la linea meridiana in Santa Maria degli Angeli, l’orologio catottrico nel convento di Trinità dei Monti e gli orologi solari al Collegio Romano. In un secondo articolo vengono descritti nel dettaglio gli orologi al Collegio Romano. Questi orologi, visibili dalla strada, furono progettati da Cristoforo Clavio, il più importante scienziato gesuita del XVI secolo. I due pannelli indicano le ore italiane: l’uno le ore del mattino e l’altro quelle del pomeriggio. Uno, e forse entrambi, hanno anche un tracciato orario sul retro, visibile solo dall’interno del Collegio. Giustamente l’autore compie la seguente osservazione: “È sorprendente quanto i pannelli sembrano ora trascurati. Per una struttura di così grande importanza storica, ci si aspetterebbe un po’ più di cura”.

La rubrica “Quiz” a cura di *F. Maes*, con la soluzione di quello del precedente numero e la formulazione di quello nuovo, questa volta anticipa i due articoli a cura della Segreteria.

Nel penultimo articolo la *Segreteria* traccia un riassunto dell’incontro avvenuto il 18 gennaio a Tricht. Al mattino è proseguito il workshop sulla trigonometria sferica. Nel pomeriggio Wilfred de Graaf del dipartimento di matematica dell’Università di Utrecht, ha tenuto una lezione sulla Navicula (detta anche Veneziana). Lidi Schoorel ha notato che l’inizio dell’inverno talvolta non coincide con la declinazione più negativa del Sole; Rob Van Gent afferma che l’inizio dell’inverno è definito quando la longitudine eclittica si trova a 270° dal punto dell’Ariete; la discrepanza può essere imputata a perturbazioni dei pianeti giganti come per esempio Giove. Karine Van Drunen relaziona sul progresso della costruzione di un orologio solare in un parco a Meteren come segnalato in *Zon & Tijd* 2024.1 p. 22. Peter de Groot entrò in possesso di uno nomogramma a disco chiedendosi a cosa servisse su *Zon & Tijd* 2023.4 p. 32; lo strumento era già stato illustrato nel Bollettino “De Zonnewijzerkring” 1987.2 p. 41-43; veniva usato nel campo aeronautico per indicare la rotta in fase di atterraggio tramite l’uso del Sole in caso di avaria della strumentazione; per chi interessato visitare: <https://www.dezonnewijzerkring.nl/artikelen/MeineVanEssen-mysterie.pdf>. Hein van Winkel ha ampliato il suo parco di orologi astronomici digitali di cui ci aveva raccontato in *Zon & Tijd* 2024.4 p. 31, con un orologio e un calendario che funzionano con il tempo della rivoluzione francese; per chi interessato, visitare <https://www.duizendknoop.com/tijd/kalender/repklok.html>. Frans Maes comunica che il Museo del Design di Den Bosch organizzerà una mostra sul tempo, intitolato: “Per tutto il tempo del mondo”; la mostra sarà aperta dal 5 aprile al 10 agosto 2025. Frans Maes rende inoltre noto che la vedova di Dees Verschuuren ha donato un libro antico in inglese alla associazione; Rob Van Gent ha in seguito scoperto che una parte è stata digitalizzata in: https://archive.org/details/b30454797_0002.

La rivista si conclude con il Rapporto Annuale 2024 a cura della *Redazione* e il Resoconto Finanziario 2024-2025 a cura della *Tesoreria*.

“Cadrans Solaires pour Tous”

N. 15 - Primavera 2025



Editoriale

Attualità

Archimede e l'astronomia

Meridiane storiche dell'Andalusia

Una curiosità sulle ore italiane e babiloniche

Materializzare la luce solare e il suo passaggio,
il tempo e il suo scorrere

Gli orologi solari sono fiori paradisiaci dei tempi

Realizzazione di un eliocronometro

I giorni Giuliani

Sui cammini verso Santiago di Compostela

La gioia di trasmettere il proprio sapere

Il quadrante Fantoni

Una storia del tempo e degli orologi

Maschera «limiti giorno/notte»

I ragni magnetici, poesia scientifica

Giochi ed enigmi. Soluzioni dei giochi ed enigmi

Or Oc

Michèle Tillard

Esteban Martínez Almirón

Ferdinando Roveda

Alexandre Le Bourgeois

Roland Müller

Michel Brialix

Pierre-Louis Cambefort

François Bocqueraz

Jean-Claude Reita

Henri Gagnaire

Marie-Christine de La Souchère

David Alberto

Yves Opizzo

Claude Gahon

L'Editoriale presenta alcune innovazioni nella rivista: il numero degli articoli da questo numero cresce di due unità; nel Comitato di Redazione è arrivato anche Henry Gagnaire; da adesso in poi sarà liberamente scaricabile, insieme con il file del numero corrente, un file pdf che raccoglie tutti i numeri usciti e che faciliterà la ricerca per parole.

Seguono due pagine di brevi notizie gnomoniche.

L'articolo di *M. Tillard* ci invita a conoscere meglio il grande Archimede di Siracusa, ricordando anche il suo probabile contributo alla realizzazione di dispositivi per simulare il movimento degli astri, quali la famosa “macchina di Anticitera”.

E. Martínez Almirón presenta il suo libro sulle antiche meridiane dell'Andalusia (recensito nel nostro n. 35).

L'articolo di *F. Roveda*, prese in considerazione le ore italiane e babiloniche, esamina come varia con le stagioni l'altezza del Sole per ciascuna ora. Osserva che la massima altezza per una data ora non sempre coincide con il solstizio d'estate.

L'artista *A. Le Bourgeois* presenta alcune sue sculture architettoniche che giocano con la variazioni delle ombre solari nel corso delle ore e dei mesi.

Nel suo articolo, lo gnomonista tedesco *R. Müller* risponde all'invito di spiegare quale sia la sua visione della gnomonica. Racconta perciò le sue esperienze gnomoniche e le sintetizza come “un paradiso di conoscenze e di azioni”.

M. Brialix spiega cos'è un eliocronometro e come sia facile costruirne uno, utilizzando un telaio in legno.

L'articolo di *P.-L. Cambefort* spiega cos'è e come è nato il “Giorno Giuliano” utilizzato in astronomia.

F. Bocqueraz ci parla degli orologi solari incontrati sui vari cammini che convergono verso Santiago di Compostela e che ha descritto in un libro acquistabile in versione digitale (vedi sito cadranssolaires.com).

J.-C. Reita narra della sua esperienza nella didattica della gnomonica, con i ragazzi delle scuole e di varie associazioni.

H. Gagnaire descrive un quadrante di altezza su piano orizzontale nel quale la necessaria variazione in lunghezza della scala delle ore è ottenuta ruotando un disco (e non una superficie cilindrica come nel classico quadrante del pastore). Deriva l'idea di questo orologio dal noto testo di Girolamo Fantoni.

M.-C. de La Souchère presenta il suo libro “Une histoire du temps et des horloges”, edito dalla casa editrice Ellipses (editions-ellipses.fr), nel quale esamina l'evoluzione nei secoli delle suddivisioni orarie e delle tecniche per misurarle.

D. Alberto descrive come costruire una maschera da sovrapporre a un opportuno planisfero, e poi far scorrere, per vedere quali siano le zone illuminate dal Sole e quali siano le zone nell'oscurità.

Y. Opizzo descrive, con vena poetica, i quadrati del tipo “a ragno”: orologi monofilari, spesso orizzontali e con bussola incorporata, che hanno come linee di data una serie di circonferenze, così che le linee orarie risultano arcuate come le zampe di un ragno.

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

L'ultima pagina presenta un originale orologio solare su piano polare, ideato da *C. Gahon* e denominato “Or Oc”, abbreviazione dei termini “Oriental” e “Occidental”.

Pubblicazioni

CHRISTOPHER PARSLOW

THE PROSCIUTTO SUNDIAL

CASTING LIGHT ON AN ANCIENT ROMAN TIMEPIECE FROM THE VILLA DEI PAPIRI IN HERCULANEUM

IL PROSCIUTTO DI PORTICI

FARE LUCE SU UN ANTICO SEGNAMEPO ROMANO
PROVENIENTE DALLA VILLA DEI PAPIRI A EROLANO

Pubblicato da Oxford University Press (USA)

(vedi: academic.oup.com/book/58090)

Data di Pubblicazione: 2024

Pagine: 368

ISBN: 0197749380

Lingua: Inglese

Formato: 15,2 x 22,4 cm

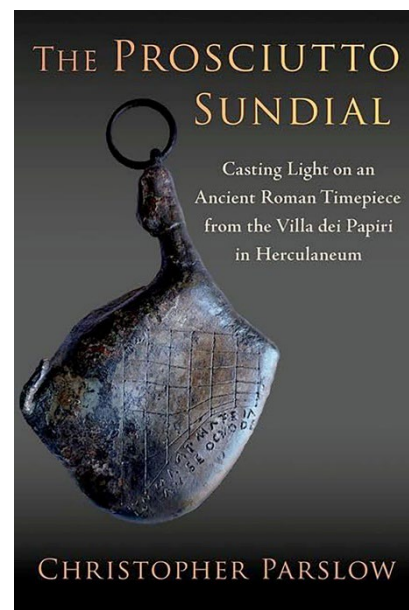
Disponibile anche come e-book

Reperibile su diverse librerie on-line,

in partic.: Amazon, libreriauniversitaria.it, kobo.com

Prezzo (su Amazon): 107 Euro rilegato

75 Euro come e-book Kindle



L'orologio solare detto "prosciutto di Portici" è un oggetto ben noto agli gnomonisti: trovato nel 1755 nel corso degli scavi nella Villa dei Papiri di Ercolano, questo orologio a forma di prosciutto è la più antica meridiana romana portatile conosciuta. Alto circa 10 cm e realizzato bronzo argentato, indica le ore antiche utilizzando l'ombra proiettata sul quadrante da una piccola coda che esce dal corpo del prosciutto. Attualmente è conservato nel Museo Archeologico Nazionale di Napoli

Questo oggetto ha attirato l'attenzione di un pubblico assai vasto: dagli archeologi, agli storici dell'arte, ai filologi, agli astronomi, ai filosofi e agli gnomonisti.

Su di esso sono stati pubblicati diversi studi; tra questi in particolare ricordiamo la dettagliata analisi di Gianni Ferrari, pubblicata negli atti del XV Seminario Nazionale di Gnomonica (Monclassico, 2009), nel suo volume "La mia gnomonica" (Youcanprint, 2019) e sul Compendim della NASS (Vol. 26, n.2, giugno 2019); una prima versione, leggermente meno estesa, di questo studio è anche su Gnomonica Italiana n. 15, giugno 2008.

Secondo Christopher Parslow, quanto scritto sino a ora non è ancora sufficiente per una completa conoscenza dell'oggetto: di qui l'idea di questo libro, dal costo purtroppo assai elevato, anche in versione digitale (e curiosamente assai variabile a seconda della libreria che lo offre).

Il libro intende esplorare il significato di questo curioso oggetto e offrire un'indagine completa sul suo rinvenimento e sulle successive analisi condotte su di esso, attingendo a corrispondenza e manoscritti contemporanei, diari di viaggio, resoconti popolari, studi archeologici e valutazioni scientifiche. La storia di questo reperto archeologico è anche caratterizzata da lotte interne alla corte dei Borboni e da dispute per la preminenza tra studiosi nelle accademie delle varie nazioni.

Christopher Parslow, che è un professore di archeologia specializzato nell'architettura e tecnologia dell'antichità romana, affronta lo studio di questo strumento anche utilizzando un modello 3D e offre un'analisi delle sorprendenti capacità di questo oggetto nell'indicare le ore.

GUILLAUME BIGOURDAN

**GNOMONIQUE OU
CONSTRUCTION DES CADRANS SOLAIRES**

GNOMONICA O COSTRUZIONE DEGLI OROLOGI SOLARI

Pubblicato da: Éditions Decoopman

Data di Pubblicazione: 2024

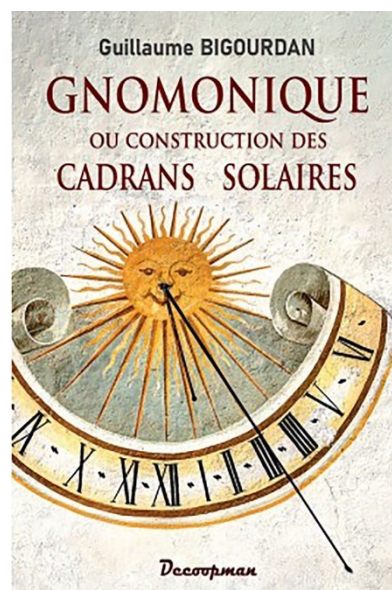
Pagine: 165

Lingua: Francese

Formato: 23,5x15,5 cm

Prezzo: 19,00 Euro

Acquistabile sul sito dell'editore: <https://www.decoopman.com>



Guillaume Bigourdan (1851-1932) è stato un astronomo francese dell'Osservatorio di Parigi, membro dell'Académie des Sciences e del Bureau des Longitude. È in particolare conosciuto per il suo metodo di messa in stazione dei telescopi, ancora usato da numerosi astrofili.

Il testo di divulgazione gnomonica da lui pubblicato a Parigi nel 1922, con l'editrice Gauthier-Villars, è riconosciuto come un classico della gnomonica francese. Il titolo completo nella versione originale è: *Gnomonique – Traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires, suivi de tables auxiliaires relatives aux cadrans et aux calendriers*.

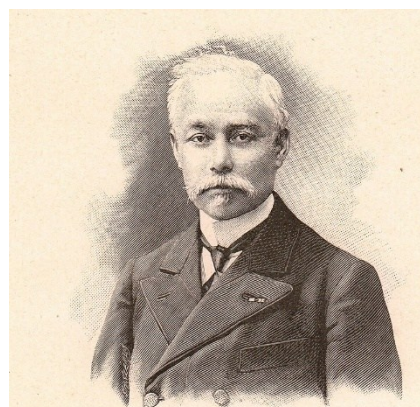
Il testo originale di questo piccolo trattato è oggi scaricabile liberamente in formato digitale da *Internet Archives* all'indirizzo: archive.org/details/gnomoniqueoutra00bigouoft, ma recentemente, per gli amanti dei libri cartacei, l'editrice francese Decoopman ha nuovamente pubblicato questo libro.

Il testo dal libro procede a livello divulgativo, dettagliato e con molti grafici e disegni. L'approccio alla progettazione dei quadranti è prevalentemente grafico, ma non mancano le più importanti formule. Obiettivo dell'autore è quello di mettere il lettore in grado di costruirsi la sua meridiana, anche su una parete non verticale, ma declinante e inclinata. Una particolare attenzione è ovviamente dedicata al problema del rilevamento della declinazione della parete.

Al fondo del volumetto, nato prima della diffusione delle calcolatrici, si trovano diverse tabelle che evitano o facilitano i calcoli necessari.

Gli argomenti trattati sono in successione:

- Generalità sugli orologi solari e loro storia
- Orologi equatoriali
- Orologi orizzontali
- Orologi verticali non su pareti non declinanti
- Orologi verticali non su pareti declinanti
- Orologi su pareti inclinate e declinanti
- Orologi su superfici curve
- Orologi di azimut e di altezza



Guillaume Bigourdan (1851-1932)

Notizie gnomoniche

Attraversare il Tempo

Esiste un patrimonio culturale visibile e intangibile, rintracciabile in opere di architettura, siti archeologici e manifestazioni artistiche, fortemente connesso all'evoluzione del pensiero scientifico di carattere astronomico. La geometria e il disegno, attraverso l'elaborazione del pensiero astratto, hanno contribuito potentemente allo sviluppo delle capacità di misurare il tempo, di comprendere il movimento dei corpi celesti nello spazio e di rappresentarli in terra. La collana e le attività scientifiche qui promosse costituiscono un luogo di riflessione delle varie discipline per lo sviluppo di questi ambiti della conoscenza.

Queste le parole che introducono le iniziative organizzate da Laura Farroni, Manuela Incerti e Alessandra Pagliano, e tra queste le giornate *Rappresentare il Tempo*.

Abbiamo dato conto in passato dei due primi incontri, ai quali hanno preso parte nomi noti agli gnomonisti italiani.

Si svolgerà ora il prossimo 23 maggio a Ferrara la terza giornata intitolata *Attraversare il Tempo*.

L'obiettivo dell'incontro è quello di continuare a riflettere attraverso le tre grandi tematiche: architettura, astronomia e geometria su quell'ampia porzione del patrimonio culturale che è legato all'astronomia. Questo evento mira a portare il dibattito su tali argomenti nel contesto delle discipline del Disegno, al fine di analizzare il loro ruolo nella comprensione di questi beni e dei processi teorici e pratici impiegati durante la loro creazione. Una particolare attenzione sarà dedicata alle ricadute delle tecnologie digitali sull'innovazione dei processi e sui risultati della ricerca.

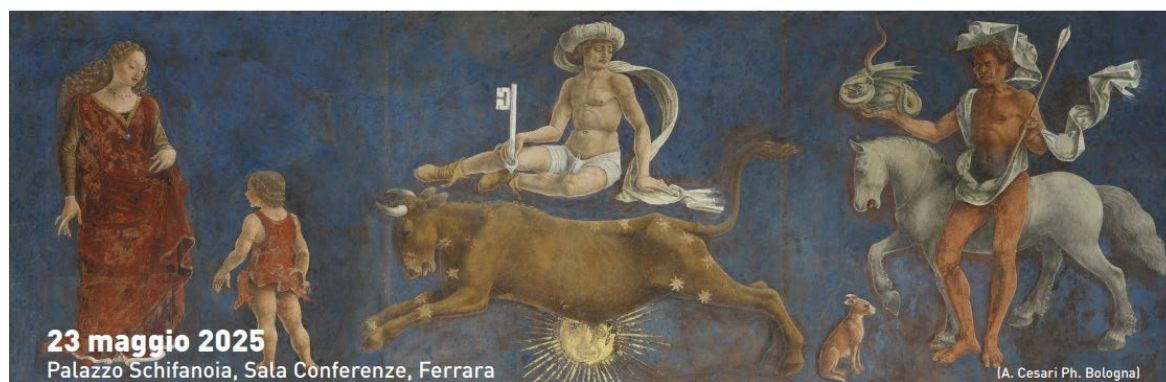
All'interno di queste tematiche, Mario Arnaldi presenterà un nuovo studio sull'iconografia pittorica della gnomonica medievale: due orologi solari in altrettanti cicli pittorici Toscani del XIV secolo. Come era già accaduto nella prima edizione del convegno, con gli affreschi di gentile da Fabriano al Palazzo Trinci di Foligno, anche questa volta si tratta di un'indagine e di una scoperta completamente nuova: i due orologi solari – esapartiti – sono la foto esatta di modelli ancora esistenti e, novità, mostrano uno stilo inclinato, confermando ciò che fino a ieri erano soltanto ipotesi.

Sarà data inoltre comunicazione del restauro della meridiana a Tempo Medio di Roma realizzata da Giovanni Zaffi nel 1869, opera effettuata con il significativo contributo per la parte gnomonica del collega Renzo Righi. Ricordiamo che sull'argomento è stato pubblicato un articolo su Orologi Solari n. 19.

Ulteriori dettagli sull'iniziativa sono disponibili all'indirizzo web <https://www.architecture-geometry-astronomy.eu/> dove saranno liberamente scaricabili gli Atti e dove si trovano anche le pubblicazioni relative alle due edizioni precedenti.

**Call for extended abstract
ATTRAVERSARE IL TEMPO**

<https://www.architecture-geometry-astronomy.eu/>



La Terrazza delle Stelle dedicata al professor Giuliano Romano

di Luigi Marcon (marconluigi@yahoo.it)

Sabato 18 gennaio, il "Centro Incontri con la Natura don Paolo Chiavacci" di Pieve del Grappa (TV) ha vissuto un momento storico con l'inaugurazione del nuovo planetario e la dedica della "Terrazza delle Stelle" al professor Giuliano Romano.

Don Paolo Chiavacci, noto come il "prete profeta dell'ambiente", fondò il Centro nel 1972 con l'intento di trasmettere l'amore del Creatore attraverso lo studio della natura. Il Centro si è evoluto nel tempo, diventando un punto di riferimento per la divulgazione scientifica e la formazione dei giovani.

Dopo la morte di don Paolo, la gestione del Centro è passata a don Giovanni Scavezzon, che ha continuato a promuovere i valori di crescita spirituale e amore per le bellezze del creato.

Il professor Romano, con la sua vasta esperienza, fu incaricato di guidare la creazione del nuovo reparto astronomico. Insieme agli amici alpini, si dedicò alla progettazione e alla realizzazione della "Terrazza delle Stelle" e delle strutture necessarie ad ospitare i primi strumenti. Il professor Romano, è stato libero docente di cosmologia, astrofisica e storia dell'astronomia presso l'Università di Padova. La sua profonda conoscenza dell'universo, unita a una grande passione per la divulgazione scientifica, lo ha portato a condividere le sue scoperte con un pubblico sempre più vasto, contribuendo a diffondere l'interesse per l'astronomia.



Figura 1 – Monsignor E. Filippin, il prof. G. Romano, don A. Marangon e don Paolo Chiavacci in una foto dell' Agosto 1973.



Figura 2 – La Terrazza delle Stelle

Inaugurata nel 1985, la "Terrazza delle Stelle" è un'area dedicata alla storia dell'osservazione astronomica, ricavata su un ampio terrazzamento montano. Questa terrazza ospita una collezione di riproduzioni di antichi strumenti astronomici, frutto del lavoro di appassionati astrofili, abili artigiani locali e volontari alpini, amici di don Paolo. Tra questi strumenti spiccano le armille in metallo e gli orologi solari in pietra, che offrono ai visitatori un affascinante viaggio nel tempo alla

scoperta delle prime osservazioni del cielo. Negli anni, il Centro Astronomico ha continuato a crescere con l'aggiunta di nuovi strumenti e la costruzione di nuovi edifici e aule, e l'astronomia è diventata la disciplina che più di tutte attrae curiosi, appassionati e scolaresche.

Tra i numerosi strumenti installati, oltre al grande telescopio riflettore con specchio di 50 centimetri, spicca il planetario con una cupola di 6 metri e il celostata, che permette di proiettare l'immagine del Sole su uno schermo, rendendo più accessibile l'osservazione.

Sostenuti da un'autentica passione, gli astrofili del Centro hanno promosso un ricco calendario di eventi, con corsi di astronomia, fotografia astronomica e conferenze di astrofisica e cosmologia, oltre a seminari e convegni. Tra questi vanno ricordati: il IV Seminario Nazionale di Gnomonica del 1995 e i convegni di Planit, "Associazione dei Planetari Italiani" nel 2003 e nel 2011.

Grazie al lavoro appassionato di alcuni esperti, nel 2024 la "Terrazza delle Stelle" è stata completamente rinnovata. Alcuni strumenti sono stati meticolosamente restaurati, altri creati ex novo grazie alla maestria di Enio Vanzin, un collaboratore del Centro, come la nuova meridiana verticale del Tempo Vero e Medio Locale e il notturnale.

Oggi, la Terrazza, tornata al suo antico splendore, è pronta a svolgere la sua importante funzione didattica, proprio come aveva immaginato il professor Romano.

Anche il planetario è stato completamente ristrutturato e dotato di tecnologie all'avanguardia. L'aula è stata rinnovata e l'intero sistema di proiezione è stato sostituito con un nuovo planetario digitale 4K. Grazie a un sistema audio che avvolge lo spettatore e a immagini di straordinaria qualità, l'esperienza nel planetario diventa un viaggio emozionante alla scoperta dell'universo, suscitando stupore e meraviglia.



Dopo tanto lavoro, il 18 gennaio di quest'anno, tutto il Centro Incontri don Paolo Chiavacci, gli astrofili e l'associazione, che assieme collaborano nelle tante attività, si sono riuniti in una cerimonia per inaugurare il nuovo planetario e dedicare la "Terrazza delle Stelle" al professor Giuliano Romano, suo ideatore e creatore. L'evento è stato organizzato per celebrare il lavoro collettivo e la passione per l'astronomia, unendo la comunità in una gratificante celebrazione.

Figura 3 – Meridiana verticale del Tempo Vero e Medio Locale, progettata da Enio Vanzin e inaugurata lo scorso giugno. È stata realizzata con il contributo di Marilena Fontana per la parte pittorica e di Bepi De Donà per la parte topografica di orientamento del quadrante. Le dimensioni sono di 250 cm di altezza e 60 cm di larghezza. Lo gnomone è a disco forato per permettere una più agevole lettura grazie al contrasto luce/ombra. Il foro ha un'altezza gnomonica di 55 cm.

Tra gli intervenuti, numerose autorità in rappresentanza delle scuole, dei comuni limitrofi, della diocesi e della provincia di Treviso. L'assemblea è stata accolta da una presentazione del direttore del Centro, don Paolo Magoga. Sono poi intervenuti don Giovanni Scavezzon, che ha ricordato la figura del fondatore, e Laura Bertollo, che ha descritto il grande lavoro fatto a favore delle scuole. Il Vescovo di Treviso, monsignor Michele Tomasi, ha parlato dei forti legami tra la diocesi e il Centro, del valore della scienza e dei legami con la fede.

Si è quindi proceduto alla dedica della "Terrazza delle Stelle" al professor Romano, con benedizione e taglio del nastro, seguita dall'inaugurazione del nuovo planetario.



Figura 4 – Momenti dell'inaugurazione con Monsignor Michele Tomasi, Vescovo di Treviso

Ha avuto grande rilevanza l'intervento di Enio Vanzin, che ha voluto ricordare la figura Giuliano Romano, grande scienziato e coinvolgente divulgatore, con il quale ha personalmente collaborato, ripercorrendo tutte le tappe della sua vita con aneddoti e momenti rilevanti.

Successivamente, si sono svolte alcune dimostrazioni al planetario con i contributi di Laura Bertollo e Adriana Parinetto che, con la loro guida esperta, hanno condotto i partecipanti in un viaggio affascinante attraverso il cielo stellato. Le costellazioni sono state svelate una ad una, tracciando linee immaginarie tra le stelle e raccontando le storie mitologiche ad esse legate. La dimostrazione è stata arricchita da immagini dettagliate, video e animazioni, che hanno reso l'esperienza ancora più coinvolgente, suscitando un senso di meraviglia e curiosità nei partecipanti.

L'apertura straordinaria della specola, con tutti i suoi strumenti, ha permesso agli ospiti di vivere un'esperienza unica nell'esplorazione del cielo stellato. In una notte di eccezionale limpidezza, hanno potuto ammirare la straordinaria visione dei principali pianeti del nostro sistema solare, allineati sopra l'orizzonte in un raro e spettacolare evento astronomico.



Figg. 5, 6 - Telescopi in dotazione e osservazione notturna al rifrattore da 23 cm

Con l'inaugurazione della nuova "Terrazza delle Stelle" e del planetario, il Centro Incontri don Paolo Chiavacci si conferma un punto di riferimento per la divulgazione e la didattica dell'astronomia, offrendo un luogo dove curiosi, appassionati e studenti possono incontrarsi per osservare e studiare le meraviglie del firmamento e tutte le sue grandiose manifestazioni.

Conferenza online “World Sundial Day”

Una nuova iniziativa per festeggiare l'equinozio di primavera e parlare di orologi solari: la prima conferenza online *World Sundial Day* – Giornata Mondiale delle Meridiane.

L'evento è stato organizzato da Martins Gills (gnomonista lettone di Riga, associato alla BSS e referente di Sundial Atlas per Estonia, Lettonia e Lituania) nel giorno dell'equinozio primaverile 20 marzo. Questa giornata è stata infatti proposta l'anno passato come Giornata Mondiale delle Meridiane (World Sundial Day, WSD) su iniziativa di Esteban Martínez, di *Reloj Anduleses*. L'idea della conferenza è quella di parlare del WSD con interventi sulla gnomonica, in modo da rilanciare ed evidenziare il progetto.

Il tema della conferenza: “Perché oggi vengono realizzate nuove meridiane?”.

All'evento hanno partecipato attivamente, oltre a Martins, 13 gnomonisti da tutto il mondo. Ecco l'elenco delle presentazioni:

Martins Gills: [Benvenuti alla conferenza](#)

Frank King: [Benvenuti dalla British Sundial Society](#)

Esteban Martínez Almirón: [Perché una Giornata Mondiale della Meridiana ?](#)

Roger Torrenti: [Perché un MOOC e una rivista sulle meridiane ?](#)

David Harber: [Un incontro fugace con una antica Sfera Armillare, e il resto è storia. Trent'anni di costruzione di meridiane](#)

Monika Lübker: [Esperienza nella creazione di nuove meridiane a Birkenau](#)

Robert Adzema: [La meridiana al giorno d'oggi: necessità e progetto](#)

François Blateyron: [Ultime funzionalità di Shadows Pro, per la progettazione di meridiane](#)

Giuseppe De Donà: [L'evoluzione dell'astronomia con le Meridiane a Camera Oscura](#)

Kurt Niel: [Una enorme meridiana a supporto di un progetto online mondiale](#)

Evan Boxer-Cook: [Prenditi del tempo per capire le meridiane](#)

Jeffrey Kaiser: [Un percorso verso le meridiane](#)

Niklas Hietala: [Le meridiane non convenzionali di Lauri Anttila a Helsinki](#)

Woody Sullivan: [Il primo tatuaggio al mondo con meridiana funzionante](#)

Tutti gli interventi (tutti in lingua inglese tranne quelli di Esteban Martínez Almirón e di De Donà) sono stati registrati e sono disponibili in rete all'indirizzo <https://tempus-sol.eu/wsd-online-conference/>

Ci sarà un seguito nel 2006 ? Speriamo, questa è l'intenzione: vi terremo informati.

World Sundial Day Online Conference

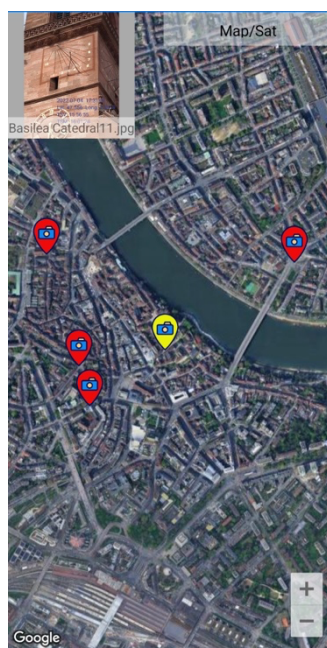
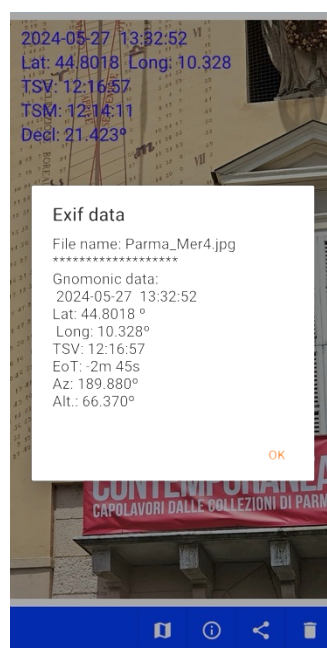
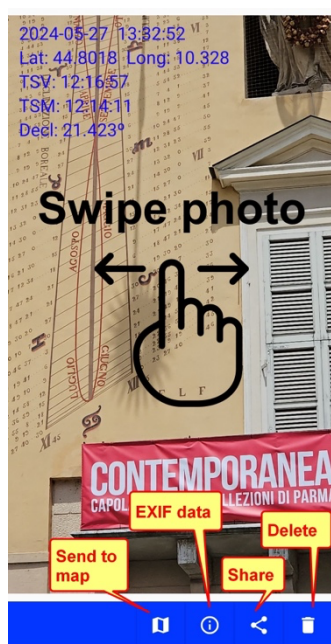


Nuova versione dell'applicazione GnomonicPhoto

Nel numero 34 di Orologi Solari è stato pubblicato un articolo di Cesar Busto dal titolo *Due App gnomoniche per Android*, in cui si presentavano due interessanti App per Android, utili agli amanti della gnomonica.

Oggi lo stesso autore ci informa che su Google Play è disponibile una nuova versione dell'applicazione GnomonicPhoto, che include le seguenti novità:

- è possibile passare da un'immagine visualizzata all'altra facendo scorrere le dita;
- vengono visualizzate tutte le informazioni gnomoniche registrate nei dati EXIF;
- il luogo in cui è stata scattata la foto può essere visualizzato su Google Maps insieme a una miniatura della foto;
- dal menu “File” è possibile selezionare più foto da visualizzare sulla mappa;
- nella modalità “Fotocamera”, è possibile ingrandire e rimpicciolire le immagini allargando le dita come nella normale fotocamera del telefono.



Quiz

Inviare le risposte all'indirizzo di posta elettronica redazione@orologisolari.eu

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

Un insolito orologio monofilare

Quello che vediamo nella figura è il quadrante di una meridiana orizzontale, calcolata per la latitudine di 40° : quella della località nella quale andrà poi sistemata.

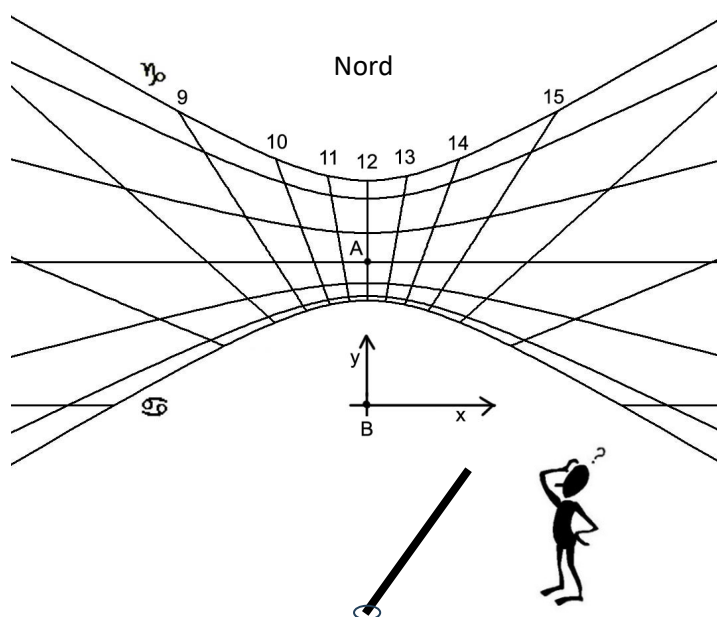
Perché la meridiana funzioni a dovere, nel terreno andrebbe infissa un'asta che funge da gnomone, inclinata di 40° rispetto al terreno, rivolta esattamente al Nord geografico e con base al centro del quadrante, punto B.

Sul terreno è però già infissa una lunga asta, purtroppo inclinata di 50° rispetto al terreno e rivolta in una direzione che, rispetto al Nord, è di 45° verso Est. Se sistemassimo il quadrante con il punto B alla base dell'asta, le indicazioni orarie sarebbero ovviamente errate.

Ci domandiamo se è possibile sistemare il quadrante sul terreno in modo che esso indichi correttamente l'ora, purché la si legga all'incrocio tra l'ombra dell'asta esistente e la curva di declinazione corrispondente alla data.

In caso affermativo, ci domandiamo quale punto del quadrante deve essere sistemato in corrispondenza della base dell'asta esistente perché ciò accada (indicare le coordinate di questo punto rispetto al punto B, considerando unitaria la distanza tra i punti A e B)

[Quiz proposto da Francesco Caviglia]



Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 35 di Orologi Solari

La Luna si mette a correre

Il solito Pierino sa che la Luna, vista dalla Terra, compie il suo giro sullo sfondo delle stelle fisse in circa 27,3 giorni, e sa anche che il transito della Luna su un qualunque meridiano ritarda ogni giorno circa 50 minuti rispetto a quello del Sole.

Supponiamo ora che Pierino venga a sapere che la Luna si è leggermente avvicinata alla Terra e che quindi compie il suo giro in soli 25 giorni.

Pierino ne deduce che, poiché ora la Luna gira più veloce, il citato ritardo nel transito verrà a ridursi. E pensa anche che, essendo il tempo sull'orbita diminuito di circa 8,5%, anche la riduzione nel ritardo dal transito sarà simile; prevede cioè che il ritardo si porterà a 46 minuti circa.

Cosa ne pensate dei ragionamenti di Pierino?

Quale ritardo vi aspettate?

[Quiz proposto da Francesco Caviglia]



Soluzione

La figura a fianco aiuta a esaminare come vanno le cose.

La Luna gira sullo sfondo delle stelle fisse
a una velocità di circa:

$$360/27,3 = 13,19 \text{ gradi al giorno}$$

Il Sole gira sullo sfondo delle stelle fisse
a una velocità di circa:

$$360/365 = 0,99 \text{ gradi al giorno}$$

In questa corsa la Luna guadagna sul Sole circa

12, 20 gradi al giorno.

Un osservatore sulla Terra, per effetto della rotazione terrestre, vede transitare prima il Sole e poi la Luna, con un ritardo che aumenta di 12,20 gradi al giorno, corrispondenti a $12,20 \times 4 = 48,8$ minuti.

Se la Luna si mette a correre come ipotizzato nel testo del Quiz, la sua velocità cresce a:

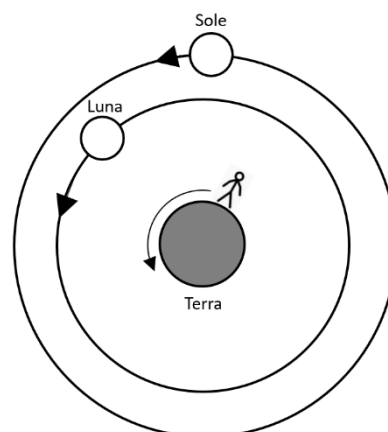
$$360/25 = 14,40 \text{ gradi al giorno,}$$

e il suo guadagno sul Sole sale a 13,41 gradi al giorno.

Di conseguenza, la differenza tra i due transiti osservati non diminuisce, ma sale ogni giorno di circa $13,41 \times 4 = 53,6$ minuti, cioè sale di circa il 9,8 %.

Concludendo: Pierino a sbaglia di grosso nel prevedere una diminuzione nel ritardo del transito della Luna, ritardo che invece cresce. Sbaglia anche, pur se di meno, nello stimare del 8,5% la variazione nel ritardo, ricavando questa percentuale dalla variazione della velocità della Luna: quello che avrebbe dovuto considerare è la variazione nella differenza tra le due velocità.

È da notare che tutte queste considerazioni esprimono valori medi approssimati: il comportamento dei due astri giorno per giorno, soprattutto per le particolarità nel moto della Luna, è assai più complesso.



Solutori

Mauro Giongo

Daniele Tosalli

