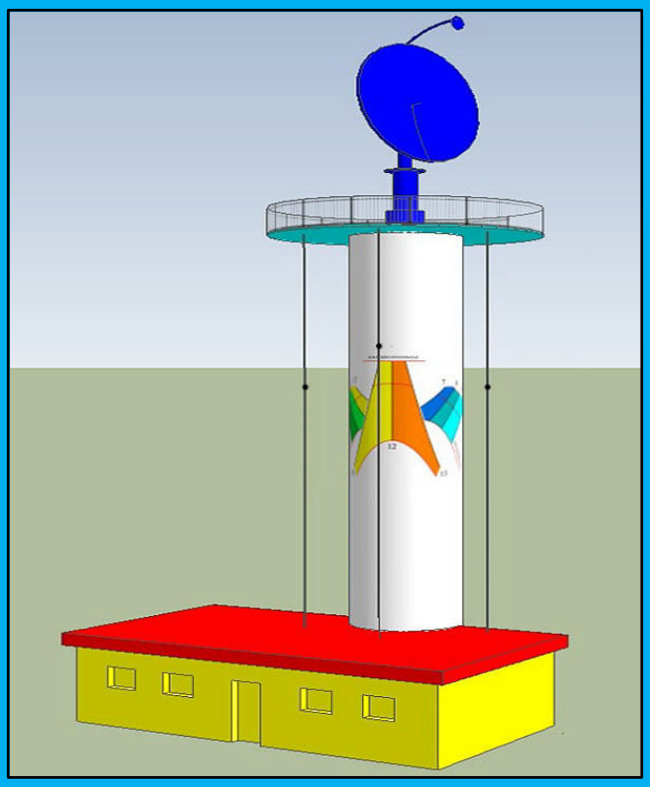
OROLOGI SOLARI



Albéri Auber Paolo Ombra e penombra nell'obelisco di Augusto – ***Anselmi Riccardo*** The mortar board sundial: l'orologio solare a cappello quadrato – ***Gunella Alessandro*** L'orologio su superficie piana nel "Traittè d'Horologeographie" di Pierre De Flovtrieres – ***Mazzucato Michele T.*** Il persiano al-Biruni, astronomo e matematico – ***Redazione*** Il quarto libro di "La Gnomonica con riga e compasso" – ***Righi Renzo*** Storia di un mancato complesso gnomonico dedicato ad Angelo Secchi – ***Savian Fabio*** La ricollocazione di un orologio solare – ***Stocco Elsa*** Orologi solari ad anello – ***Gunella Alessandro*** Osservazioni sui tracciati dello stesso orologio, nei testi di Fineo e Munster (Contributo breve) – ***Paris Stefano*** Orologio del Saldatore (Contributo breve)

n.29 - dicembre 2022

rivista di gnomonica… e dintorni

www.orologisolari.eu

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

Comitato di Redazione
redazione@orologisolari.eu

Casalegno Gianpiero
Caviglia Francesco
Ghia Luigi Massimo
Nicelli Alberto
Stocco Elsa

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

6 **Ombra e penombra nell'obelisco di Augusto**
Albéri Auber Paolo
16 **The mortar board sundial: l'orologio solare a cappello quadrato**
Anselmi Riccardo
20 **L'orologio su superficie piana nel "Traittè d'Horologeographie" di Pierre De Flovtrieres**
Gunella Alessandro
23 **Il persiano al-Biruni, astronomo e matematico**
Mazzucato Michele T.
28 **Il quarto libro di "La Gnomonica con riga e compasso"**
Redazione
31 **Storia di un mancato complesso gnomonico dedicato ad Angelo Secchi**
Righi Renzo
35 **La ricollocazione di un orologio solare**
Savian Fabio
43 **Orologi solari ad anello**
Stocco Elsa

RUBRICHE:

51 **Contributi brevi**
Osservazioni sui tracciati dello stesso orologio, nei testi di Fineo e Munster Gunella Alessandro
Orologio del Saldatore Paris Stefano
55 **Rassegna riviste di gnomonica**
75 **Pubblicazioni**
79 **Notizie gnomoniche**
81 **Gnomonica nel WEB**
82 **Lettere alla Redazione**
84 **Quiz**
86 **Effemeridi**

In copertina: Il progetto gnomonico per la torre radar di Gattatico (RE) descritto nell'articolo di Renzo Righi

In quarta di copertina: Una immagine dal libro 4 dell'opera "La gnomonica con riga e compasso" di Alessandro Gunella

Editoriale

Cari lettori, siamo al numero 29, puntuali all'appuntamento per le feste natalizie, pronti a condividere con voi quanto è arrivato in Redazione, sperando di alleviare il disagio 'mentale' che sembra incombere causa ASTINENZA GNOMONICA da Seminario ;-)). Sono tanti e variegati i temi, le notizie e le idee, che potrete trovare in questo numero per alleviare, nell'attesa del prossimo incontro, la sete di Gnomonica. Ma vediamo in breve gli autori e i temi.

Paolo Albéri Auber torna a parlarci dell'obelisco di Augusto, uno dei suoi cavalli di battaglia, aggiornando i suoi numerosi studi passati con un'analisi tecnica relativa alla leggibilità di ombra e penombra.

Riccardo Anselmi ci propone un particolare orologio solare a cappello, fuori dai soliti schemi, quello a cappello quadrato. Corredato dei grafici ottenuti con Cartesius Web, il software ideato dallo stesso autore, l'articolo si arricchisce delle simulazioni in 3D, realizzate da Luigi Massimo Ghia.

Renzo Righi presenta un suo originale progetto di orologio solare su una torre radar cilindrica, purtroppo mai realizzato. Anche questo articolo è arricchito da una simulazione in 3D di Ghia.

Alessandro Gunella traduce e commenta un testo dal "Traittè d'Horologeographie" di De Flovtrieres, per farci conoscere il metodo geometrico proposto da questo matematico di inizio '600, per tracciare orologi su qualsiasi piano senza conoscere la latitudine del luogo, la declinazione e l'inclinazione della parete.

Sempre da Alessandro Gunella arriva il 4° libro de "La Gnomonica con riga e compasso"; i primi 3 libri sono stati pubblicati nei primi numeri di Orologi Solari. Qui l'Autore affronta e illustra novità e varianti da lui studiate negli anni più recenti. Il titolo è significativo dell'approccio con cui Gunella affronta la gnomonica; i suoi libri sono una miniera cui attingere per conoscere e approfondire le questioni che la disciplina ha affrontato in secoli di storia.

Michele T. Mazzuccato ci racconta la vita e le opere di al-Biruni, uno dei più famosi studiosi persiani e ci propone, di particolare interesse per la gnomonica, un metodo trigonometrico che al-Biruni ideò per la determinazione delle dimensioni della Terra mediante la conoscenza dell'altezza di una montagna, nonché la misurazione dell'angolo di depressione dell'orizzonte.

Si può collocare un orologio solare in una località diversa da quella di progetto e fargli indicare ancora l'ora giusta? Sembra proprio di sì: Fabio Savian, con il suo inconfondibile approccio, ci mostra come con la trigonometria sferica si possano trovare tutti i parametri necessari per farlo.

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

1. *Anselmi – Orologi a cappello*
   Tracciati pdf, file e video di SketchUp, opera di Luigi Ghia, degli orologi descritti nell'articolo
2. *Gunella – La gnomonica con riga e compasso*
   Il quarto libro dell'opera di Alessandro Gunella
3. *Righi – Complesso gnomonico*
   La simulazione, realizzata da Luigi Ghia, del complesso gnomonico progettato da Righi
4. *Savian – Macchina gnomonica equivalente*
   Il dettaglio della macchina progettata da Fabio Savian
5. *Stocco – Anelli solari*
   I file di GeoGebra descritti nell'articolo di Elsa Stocco
6. *Albéri – Effemeridi 2023*
   Le tabelle contenenti declinazione solare ed equazione del tempo per l'anno 2023

Elsa Stocco ci propone il progetto di orologi d'altezza ad anello. Con l'uso di Geogebra, si può generare in modo dinamico e per ogni latitudine il tracciato corretto e ricavarne i dati utili a disegnarlo.

Tra i contributi brevi, Alessandro Gunella aggiorna un suo precedente articolo e propone, con l'uso dell'analemma, il corretto tracciato di un orologio dentro una sfera cava, già proposto in modo approssimativo da Munster e Fineo.

Stefano Paris descrive invece la costruzione di un piccolo e divertente orologio cilindrico di altezza con gnomone a scomparsa, utilizzando un astuccio cilindrico in materiale plastico nato per contenere il filo di stagno da saldatura.

Viene, come d'uso, proposto un nuovo quiz e data soluzione di quello già proposto nello scorso numero sulla Luna. Tante poi le notizie che arrivano dalle riviste straniere, dal web, da nuove proposte editoriali… Garantiamo, c'è di che passare il tempo!

Si chiude, insieme con l'anno, con le usuali effemeridi preparate da Paolo Albéri Auber.

A tutti buona lettura! Da noi tutti un grande augurio di feste serene e di un solare anno nuovo!

La Redazione

ABSTRACT

Shadow and penumbra in the obelisk of Augustus

Paolo Albéri Auber

First of all, the study clarifies the reason why penumbra is missing in the perspective drawing related to the obelisk of Augustus, proposed by the author in the Pontifical Roman Academy of Archeology 2011/12 and later. More interesting is the question of the negative judgment about the penumbra (impossibility to read the position of the shadow) proposed by a British scholar (Peter Heslin), a judgment which is contested here with an accurate technical analysis and the comparison with a photography.

The mortar board sundial: the square hat sundial

Riccardo Anselmi

The article deals with hat sundials including a square hat sundial.

The sundial on a flat surface in Pierre De Flovtrieres' "Traittè d'Horologeographie"

Alessandro Gunella

The author translates and comments on a 'new' method, which the mathematician Pierre De Flovtrieres proposes in his Traittè d'Horologeographie of 1619, useful for plotting sundials on any plane, without knowing the latitude of the place, the declination and the inclination of the wall.

The Persian al-Biruni, astronomer and mathematician

Michele T. Mazzucato

The life and works of al-Biruni, one of the most famous Persian scholars, are presented. Polyglot, considered the father of Indology, he treated mathematics, astronomy, geography, physics, medicine with originality of method and research. He also devised a new method, of the trigonometric type, for determining the dimensions of the Earth by knowing the height of a mountain and measuring the angle of depression of the horizon. He used that method for verifying the results obtained by al-Ma'mūn's astronomers two centuries earlier.

The fourth book of "The Gnomonics with ruler and compass"

Orologi Solari editorial staff

Alessandro Gunella donates the readers of Orologi Solari the fourth Book of "Gnomonics with ruler and compass", where with his unique geometric approach, he deals with and illustrates innovations and variations, partly already proposed also in this magazine, studied by him in recent years.

RÉSUMÉ

Ombre et pénombre dans l'obélisque d'Auguste

Paolo Albéri Auber

L'étude clarifie principalement la raison d'absence de pénombre dans le prospectus proposées par l'auteur à l'Académie pontificale romaine d'archéologie 2011/12 et suivantes. Plus intéressante est la question du jugement négatif sur la pénombre (impossibilité de lire la position de l'ombre) proposé par un expert anglais (Peter Heslin), jugement qui est ici contesté avec une analyse technique précise et la comparaison avec une photographie.

The mortar board sundial: un cadran solaire à chapeau carré

Ricardo Anselmi

L'article traite des cadrans solaires à chapeau, y compris un cadran solaire à chapeau carré.

Cadrans sur une surface plane dans le Traitté d'Horologeographie de Pierre De Flovtrieres

Alessandro Gunella

L'auteur traduit et analyse une "nouvelle" méthode, que le mathématicien Pierre De Flovtrieres propose dans son Traité d' Horologéographie de 1619, utile pour tracer des cadrans sur n'importe quel plan, sans connaître la latitude du lieu, la déclinaison et l'inclinaison du mur.

L'astronome et mathématicien persan Al-Biruni

Michele T. Mazzuccato

La vie et les œuvres d'al-Biruni, l'un des érudits persans les plus célèbres, sont présentées. Polyglotte, considéré comme le père de l'Indologie, il a traité les mathématiques, l'astronomie, la géographie, la physique, la médecine avec originalité de méthode et de recherche. Il a également mis au point une nouvelle méthode, de type trigonométrique, pour déterminer les dimensions de la Terre en connaissant la hauteur d'une montagne et en mesurant l'angle de dépression de l'horizon. Méthode qu'il a utilisée pour vérifier les résultats obtenus par les astronomes d'al-Ma'mūn deux siècles plus tôt.

Le quatrième livre de "La Gnomonique àvec règle et compas"

Orologi Solari Comité éditorial

Alessandro Gunella donne aux lecteurs le quatrième livre de "La gnomonique avec règle et compas", où avec son personelle approche géométrique, il traite et illustre les innovations et les variations, en partie déjà proposées également dans ce magazine, étudié par lui au cours des dernières années.

Story of a failed complex gnomonic dedicated to Angelo Secchi

Renzo Righi

The proposal for a gnomonic project dedicated to the memory of Father Angelo Secchi S.J., developed by the gnomonist Renzo Righi and the artist Maria Luisa Montanari, concerning the cylindrical radar tower of Gattatico (RE), is illustrated. Unfortunately the project had no follow up and in its place a work was created dedicated to the seven Cervi brothers, martyrs of the resistance, whose birthplace transformed into a museum is located nearby.

The relocation of a sundial

Fabio Savian

The author shows how with spherical trigonometry it is possible to find all the parameters necessary to relocate a sundial to a place other than that for which it was designed, while preserving the correctness of its indications, even modifying the reference meridian.

Ring sundials

Elsa Stocco

With the support of Geogebra, the construction of solar rings, portable altitude sundials of little luck, is again proposed, suggesting various hypotheses for the 'correction' of almost conscious errors made in the past in the definition of the hour layout.

Observations on the same sundial, in the texts of Fineo and Munster (short contribution)

Alessandro Gunella

The author proposes, limited to the illustration of the lines of the common hours, the correct representation in plan of a sundial, drawn on the surface of a hollow sphere by both authors. He only uses the analemma.

Welder's sundial (short contribution)

Stefano Paris

The article describes the practical realization of a small cylindrical sundial with a retractable gnomon, obtained from an unusual bowl.

Histoire d'un complexe gnomonique manquè dédié à Angelo Secchi

Renzo Righi

Le projet gnomonique dédié à la mémoire du Père Angelo Secchi S.J., élaboré par le gnomoniste Renzo Righi et l'artiste Maria Luisa Montanari, concernant la tour radar cylindrique de Gattatico (RE) est illustrée ici. Malheureusement, le projet n'a pas abouti et à sa place une œuvre a été créée dédiée aux sept frères Cervi, martyrs de la résistance, dont la maison natale, transformée en musée, est tout proche.

Relocalisation d'un cadran solaire

Fabio Savian

L'auteur montre comment avec la trigonométrie sphérique il est possible de trouver tous les paramètres nécessaires pour relocaliser un cadran solaire à un endroit différent de celui pour lequel il a été conçu, tout en préservant la exactitude de ses indications, même en changeant le méridien de référence.

Cadrans solaires annulaires

Elsa Stocco

Avec le soutien de Geogebra, est proposée la construction d'anneaux solaires, portables cadran solaire d' altitude, peu de succès, suggérant diverses hypothèses pour corriger les erreurs, plus ou moins conscientes, commises dans le dessin de lignes horaires.

Observations sur le même cadran, dans les textes de Fineo et Munster (courte contribution)

Alessandro Gunella

L'Auteur propose, limitée à l'illustration des lignes des heures communes, la représentation correcte en plan d'une cadran solaire, dessinée sur la surface d'une sphère creuse par les deux auteurs. Il utilise exclusivement l'analemme.

Cadran de soudeur (courte contribution)

Stefano Paris

L'article décrit la réalisation pratique d'un petit cadran cylindrique à gnomon rétractable, obtenue à partir d'un récipient inhabituel.

Ombra e penombra nell'obelisco di Augusto

Nello studio viene primariamente chiarito il motivo per cui manca la penombra nei prospetti, relativi all'obelisco di Augusto, proposti dall'autore in Pontificia Accademia Romana Archeologia 2011/12 e in seguito. Più interessante è la questione del giudizio negativo sulla penombra (impossibilità di leggere la posizione d'ombra) proposto da uno studioso britannico (Peter Heslin), giudizio che viene qui contestato con una accurata analisi tecnica e il confronto con una fotografia.

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

Premessa

Lo studio della Linea Meridiana di Augusto (9 a.C.) è di per sè materia complessa. Per di più c'è stato un percorso del tutto sballato – partito nel 17° secolo – che ha complicato ancor di più la lettura corretta di questo importantissimo strumento scientifico-astronomico-calendariale. Un percorso (quello dell'*Horologium* per tutte le ore che non è mai esistito) che si può sintetizzare così: Kircher 1650, Lanciani 1904, Buchner 1980. Rimando ai miei articoli numerati 60, 62, 63, 64, 68, 69, 69b, 70, 74, 75, 76, e 85, da reperirsi alla voce *curriculum* sul mio sito web www.ingauber-meridiane.it. Per i lettori di Orologi Solari suggerisco di consultare il mio articolo n. 62 su Orologi Solari n. 2, Agosto 2013.

La verifica gnomonica del Calendario Giuliano in Plinio il Vecchio: ombra e penombra sulla Linea Meridiana di Augusto (9 a.C.)

Nel mio articolo (n. 60) del 2011-12 ([ALBERI AUBER 2011-12]) ho esaminato approfonditamente il significato calendariale del testo di Plinio il Vecchio in Naturalis Historia II, 35 e il suo strettissimo-ineludibile collegamento con la Linea Meridiana di Augusto. Qui si tratta della questione del calendario giuliano, male applicato (cicli triennali anzichè quadriennali) per 36 anni (dal 45 a.C. al 10 a.C.) e poi corretto (12 anni senza giorno intercalare dal 9 a.C. al 3 d.C.), questione che qui sintetizzo citando Plinio il Vecchio: "*observatio umbrarum...redeat ad notas...intercalarius dies*". Dal 4 d.C. [1] il Calendario venne applicato correttamente fino alla riforma gregoriana del 1582. La Linea Meridiana di Augusto venne realizzata proprio allo scopo di verificare, a posteriori, la validità del Calendario Giuliano. L'illustrazione in Fig. 13 pag. 488 nell'articolo citato illustra le posizioni d'ombra nel ciclo quadriennale e il suo *ritorno ai segni* nel quinto anno ("*...redeat ad notas...*") (vedasi Fig. 1 - qui ho aggiunto le ellissi di penombra, ellissi che, così mi è sembrato in altre occasioni, impedirebbero una immediata lettura del ciclo calendariale giuliano).

Come noto la stella che ci illumina e riscalda, il Sole, non è una sorgente puntuale di luce, bensì si presenta come un disco che occupa un'ampiezza angolare di 0,54° il che comporta che le ombre che si formano causa l'impedimento di uno gnomone, qualsiasi sia la forma dello gnomone stesso, sono sempre accompagnate da un contorno d'ombra, di colore sfumato, detto *penombra*. Il colore grigio della penombra non è uniforme ma degradante dal contorno dell'ombra fino al suo limite più esterno. Il problema è ben noto in ambito gnomonico ed è ben descritto in tutti i suoi dettagli in [FERRARI 2019].

Al momento di tracciare in un prospetto l'andamento della "*observatio umbrarum*" (Plinio il Vecchio) ho tralasciato la penombra per un buon motivo: per esigenze di comodità e chiarezza di esposizione avevo segnato in [ALBERI AUBER 2011-12] esclusivamente l'ombra vera (le ellissi più piccole illustrate in Fig. 1) ignorando quindi la penombra. In prossimità degli equinozi, proprio il periodo nel quale la declinazione solare cambia molto da un giorno all'altro, è

[1] La ricostruzione della sequenza corretta di questi provvedimenti, presi da Augusto – *pontifex* massimo dal 12 a.C. – può presentare qualche criticità a causa del calendario cristiano (Dionigi il Piccolo, 5°/6° secolo) manchevole dell'anno "0".

più evidente la differenza di posizione dell'ombra da un giorno all'altro e quindi più agevole la verifica del calendario. L'ingombro della penombra avrebbe reso illeggibile la sequenza (5 anni = 4+1) necessaria per il *ritorno ai segni* ("*redeat ad notas*"). Questa semplificazione da me introdotta suscitò qualche (amichevole) critica ma senza una reale necessità di spiegazione pubblica.

Recentemente uno studioso di ambito storico-umanistico ([HESLIN 2019]) si è espresso in proposito con il testo che segue :

"*The problem is that increasing the height of the gnomon also inevitably increases the fuzziness of the shadow it casts. The edges of shadows cast by the sun become increasingly indistinct as the distance between the object and the ground increases. This is easily appreciated by looking at the shadow cast by an object such as a tall lamppost.* Near the bottom, *the shadow has sharp edges; further out the shadow itself is still quite unmistakable; but at the edges there is a gradual transition from light to dark such that it is impossible to tell exactly where the side edges should be measured. So for a higher gnomon the increase in resolution potentially afforded by a longer pavement tends to be swiftly cancelled out by the increasing difficulty of deciding where the shadow starts and ends....*"

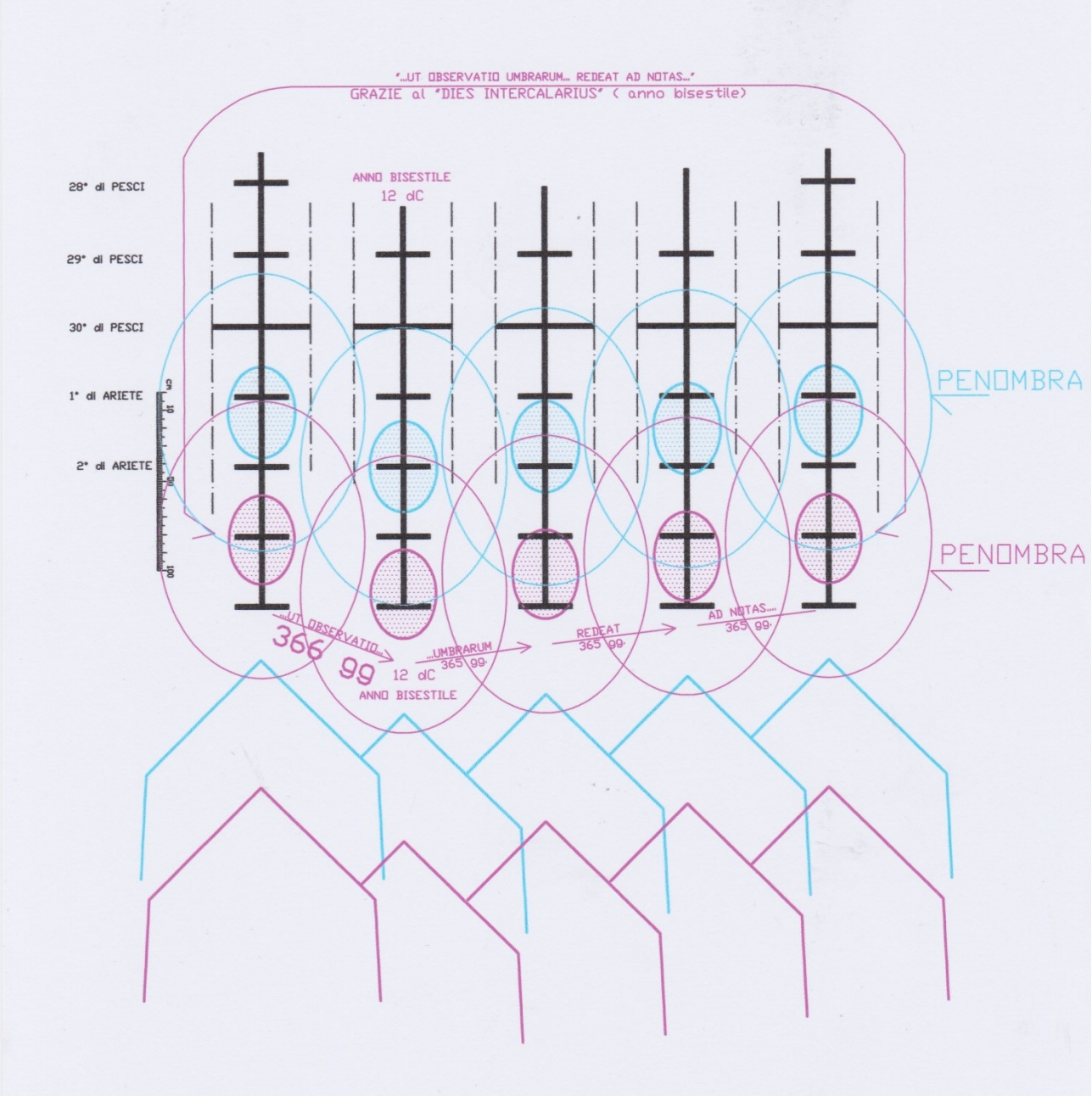


Figura 1 – Il Calendario Giuliano prevede un giorno intercalare ("*intercalarius dies*") da aggiungersi nell'anno detto bisestile, nel ciclo quadriennale. L'ombra ritorna ai segni ("*redeat ad notas*") il 5° anno, una volta che nel ciclo quadriennale si sia aggiunto un giorno in più (anno di 366 giorni).

Non è chiaro se lo studioso britannico abbia consultato un tecnico specialista del settore. Se lo ha fatto la chiarificazione pervenutagli era certamente sommaria e del tutto mancante di un minimo di esplicazione dettagliata, anche solo qualitativa.
Certamente, e comunque, dimostra di ignorare che, qui a proposito dell'Obelisco di Augusto, si tratta di una questione tecnica ben definita e conosciuta laddove ci sono diversi parametri che svolgono il loro ruolo[2] :

1- il diametro della sfera alla sommità
2- l'altezza del centro della sfera rispetto al piano della Linea Meridiana,
3- l'angolo d'altezza del Sole sull'orizzonte, dipendente dalla stagione
4- la conseguente distanza della sfera dalla posizione d'ombra.

Vedasi ad esempio in [FERRARI 2019] Capitolo 1 - Nodi sferici [3], pag. 76.

Il problema era presente anche ai tecnici che aggiunsero (*addidit*) la sfera (*aurata pila*) dato che Plinio il Vecchio è obbligato a riferire che "*...cuius vertice umbra colligeretur in se ipsam...*" ossia che l'ombra della sfera tende a restringersi, al variare della stagione, pur senza che la forma dell'ombra (una ellisse) perda i connotati circolari dell'oggetto originario.

Non solo ma Plinio specifica proprio il motivo della scelta della sfera: altrimenti l'estremità dell'Obelisco avrebbe proiettato un'ombra non accettabile "*...alias enormiter eiaculante apice...*" [4].

La questione, da un punto di vista strettamente tecnico, non può essere considerata come *banale* e richiede pertanto un certo approfondimento.

In Fig. 2 il prospetto gnomonico della *aurata pila* (diametro 75 cm) che proietta la sua ombra sulla Linea Meridiana da una altezza di 100 piedi romani (29,6 mt).

La distanza fra centro della sfera e punto di formazione dell'ombra agli equinozi è pari a 39,76 m: da questa distanza dipende la penombra secondo le note formule (vedasi [FERRARI 2019]).

In questa figura ho quotato l'angolo che determina l'ampiezza della penombra attorno all'ombra vera: 0,54° ossia proprio l'ampiezza angolare del Sole, come ben spiegato in [FERRARI 2019].

In Fig. 3 l'ombra proiettata da un Sole teoricamente puntiforme con declinazione prossima allo zero. Il periodo dell'anno è il più favorevole per distinguere la posizione d'ombra da un anno al successivo (bisestile o meno) a causa della grande variazione di declinazione, e quindi di altezza sull'orizzonte, da un giorno all'altro.

In Fig. 4 ombra e penombra con Sole (prossimo agli equinozi) non puntiforme (angolo di visuale del Sole: 0,54°); l'ombra vera sarà una ellisse di dimensioni 51*38 cm mentre la penombra sarà una ellisse di dimensioni 150*112 cm.

Nei prospetti da me proposti sin da [ALBERI AUBER 2011-12] in poi ho riportato esclusivamente l'ombra vera, o meglio il suo solo contorno, con lo scopo di rendere leggibile il prospetto dei 5 anni (4 anni del ciclo + 1 del ciclo successivo dove la posizione della ellisse d'ombra è la stessa del ciclo precedente, *observatio umbrarum...redeat ad notas*).

L'ombra vera non nasconde i segni (*notas*) diurni (gradi d'eclittica) e il rigonfiamento della ellisse in corrispondenza dell'asse minore permette di valutare in modo praticamente esatto la sua distanza dal segno (*notas*).

---

[2] L'esempio citato dallo studioso britannico (l'asta di sostegno di un lampione stradale) non è pertinente: infatti 2000 anni fa la scelta di aggiungere una *aurata pila* alla sommità dell'Obelisco aveva proprio lo scopo di evitare l'inconveniente presente presso un'asta verticale di spessore sottile.

[3] Lo studioso tratta il problema da un punto di vista generale per un Orologio Solare destinato a segnare tutte le ore della giornata; qui la situazione è molto più semplice trattandosi, nel caso della Linea Meridiana di Augusto, della sola culminazione: *hora sexta* in Plinio il V. (XXXVI, 71-73).

[4] Che le ombre si restringano allontanandosi dall'oggetto lo avevano osservato gli antichi: vedasi in [PLINIO il V. 77/78] Cosmologia II,48 : "*Spatio quidem consumi umbra indicio sunt volucrum praealti volatus*" (Che le ombre siano divorate dallo spazio, lo provano gli uccelli che volano a grandi altezze; traduz. Alessandro Barchiesi et al.)

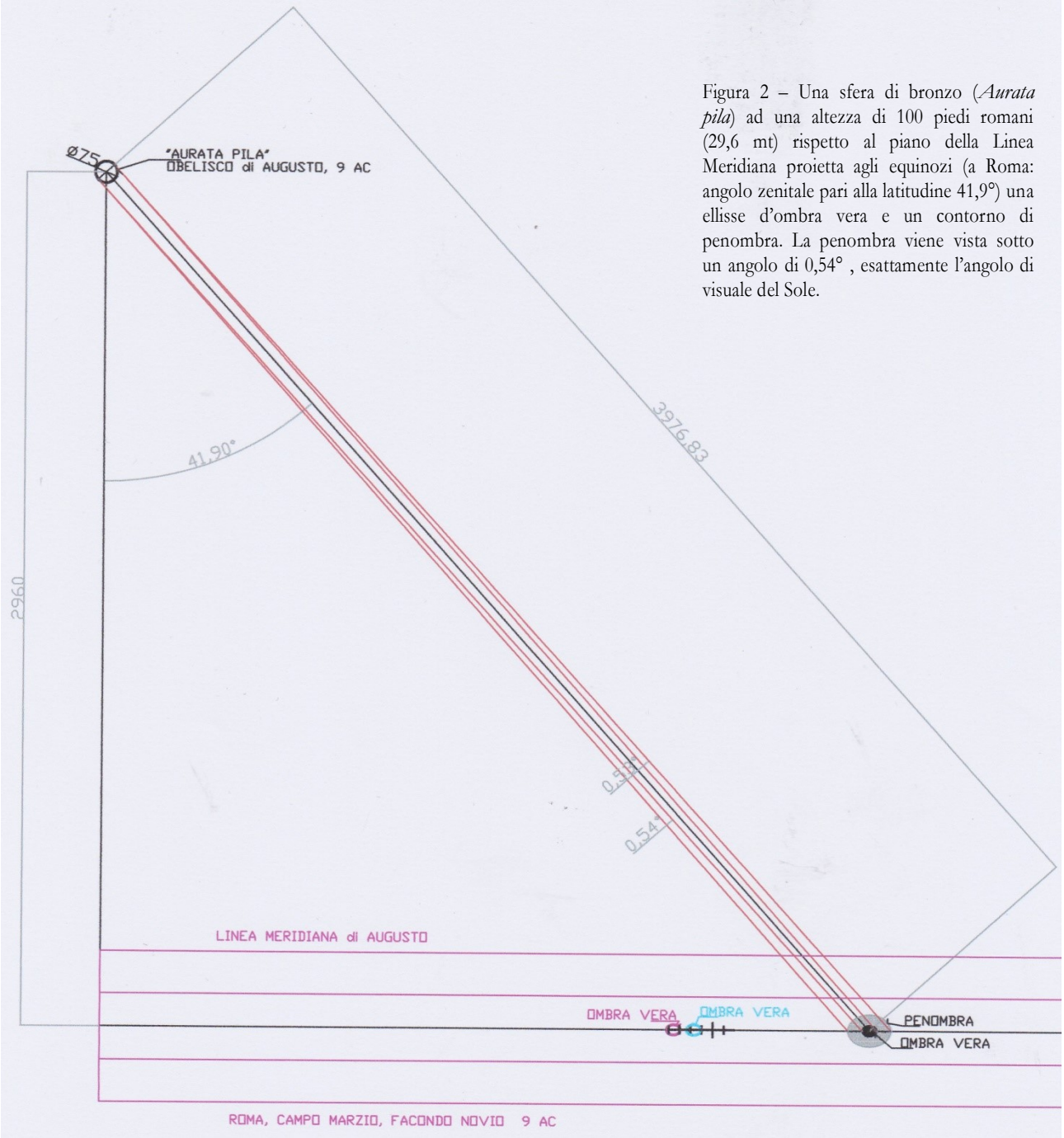


Figura 2 – Una sfera di bronzo (*Aurata pila*) ad una altezza di 100 piedi romani (29,6 mt) rispetto al piano della Linea Meridiana proietta agli equinozi (a Roma: angolo zenitale pari alla latitudine 41,9°) una ellisse d'ombra vera e un contorno di penombra. La penombra viene vista sotto un angolo di 0,54° , esattamente l'angolo di visuale del Sole.

L'Obelisco trasferito in piazza Montecitorio: ombra e penombra dell'ellissoide dell'Antinori (1792)

Le occasioni per servirsi del prezioso materiale tecnico su ombra e penombra disponibile in [FERRARI 2019] sono piuttosto rare: infatti le dimensioni del *nodo* presente sugli orologi solari costruiti oggi (o in passato) sono scelte normalmente senza una reale riflessione sulla necessità che siano sufficienti a produrre un'ombra visibile a partire dall'estremità dell'asta polare bensì con il semplice buon senso. Nel caso nostro, l'Obelisco di Augusto, l'occasione invece ci sarebbe ma... la Linea Meridiana è finita... sepolta sotto 8 metri di detriti del Tevere (raggiungibile nelle cantine di un edificio moderno) mentre l'Obelisco è crollato nel 9° secolo (venne poi risollevato, dotato di un ellissoide alla sommità e trasferito in piazza Montecitorio dall'arch. Antinori - papa Pio VI, Braschi, 1792).

Ebbene, proprio grazie al riassetto dell'Antinori (1792) e alla Linea Meridiana del Marianeschi (1998) siamo oggi in grado, nonostante tutto, di verificare ombra e penombra e realizzare che la penombra non costituisce un impedimento alla valutazione sufficientemente precisa dell'ombra con riferimento al segno zodiacale corrispondente, ovvero alla sua porzione (1/4 nel caso del Marianeschi). I dati per una verifica del genere ci vengono forniti dall'articolo che Edmondo Marianeschi ha pubblicato nel 1999 [MARIANESCHI 1999].

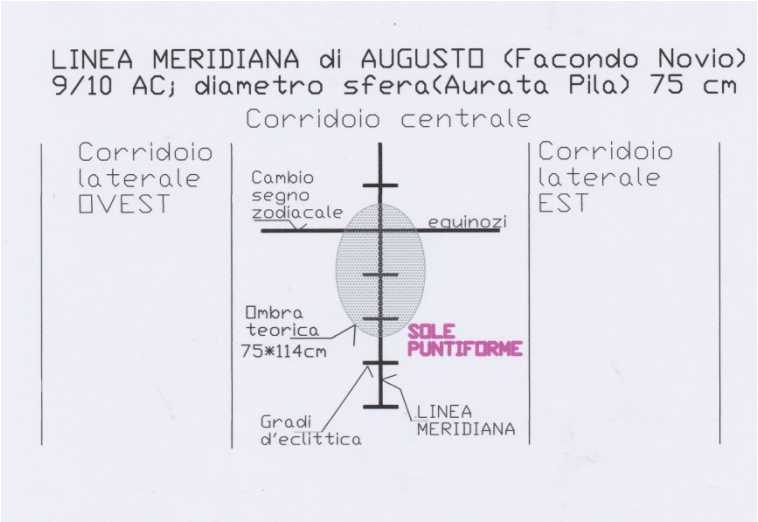


Figura 3 – L'ombra della sfera di bronzo, del diametro di 75 cm, sulla sommità dell'Obelisco sarebbe teoricamente (sorgente puntiforme) una ellisse con asse maggiore di 114 cm e asse minore di 75 cm.

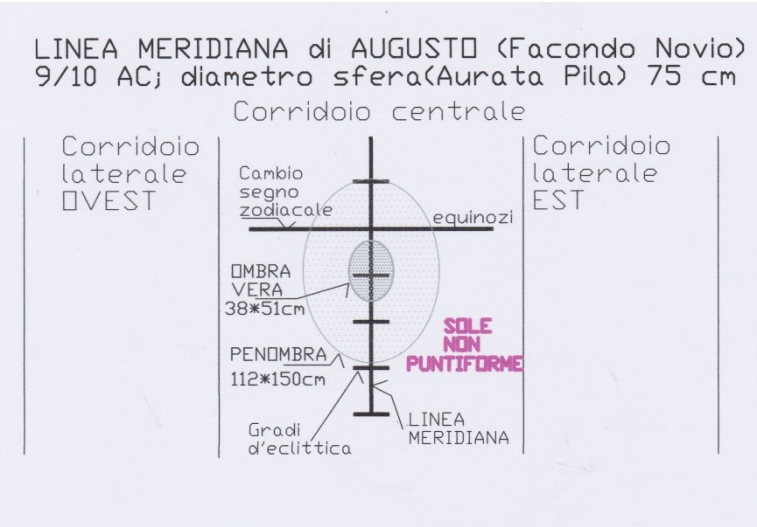


Figura 4 – L'ombra vera della sfera di 75 cm di diametro sarà, agli equinozi, delle dimensioni 51*38 cm mentre l'ellisse di penombra, avrà dimensioni 150*112 cm.

In Fig. 5 è rappresentato l'assetto geometrico-costruttivo dell'Obelisco ricostruito dall'Antinori (1792). L'ellissoide ha le dimensioni[5] di 187 * 140 cm. Nell'ellissoide c'è un foro a forma di fessura angolata [6] sulla direzione dei raggi solari agli equinozi il quale però sembra non proiettare alcunché [7] [8]. Il raggio solare è qui inclinato (20.22° dallo zenit) sulla base della declinazione solare del 29 maggio 2013, pari a 21.68°, secondo le effemeridi pubblicate su Orologi Solari n. 1, apr. 2013 (vedasi foto in Fig. 9).

---

[5] Il Marianeschi riferisce dell'asse minore dell'ellissoide, 140 cm, da cui, con la proporzione 4/3 da lui suggerita, si ottiene per l'asse maggiore 187 cm

[6] In realtà l'apertura per la luce solare è costituita dall'incrocio della fessura *eclitticale* su piano meridiano esistente sul *guscio* dell'ellissoide con una fessura orizzontale praticata sul piano metallico *equatoriale* esistente all'interno dell'ellissoide. L'arch. Antinori, forse proprio a causa della sua sconoscenza delle problematiche ombra-penombra, immaginò che si potesse ottenere una precisione nella lettura del grado d'eclittica pari a quella, che sicuramente gli era ben nota, della Linea Meridiana del Bianchini in Santa Maria degli Angeli (1700) e adottò la soluzione delle due fessure incrociate. Questo passaggio di luce in un ambiente chiuso e poco illuminato, come una chiesa, avrebbe prodotto una macchia luminosa sul pavimento come in tutte le Linee Meridiane nelle chiese d'Italia mentre invece, proprio a causa della insufficiente dimensione del foro così realizzato all'interno dell'ellissoide, sull'ombra dell'ellissoide si distingue la macchia luminosa con grande difficoltà.

[7] Il D'Onofrio in [D'ONOFRIO 1992] (sarebbe la terza edizione; ringrazio qui il collega Cesare Lucarini per avermi segnalato la fonte) riferisce dei dubbi dell'astronomo Calandrelli riguardo le dimensioni del foro da praticare all'interno dell'ellissoide; il Calandrelli infatti suggerisce le dimensioni minime del passaggio di luce all'interno dell'ellissoide (cm 22.3), dimensioni che non vennero rispettate. Infatti la reale presenza di un *disco* più luminoso al centro dell'ombra vera dell'ellissoide non è di facile individuazione: a me, il 29 maggio 2013, sfuggì del tutto. Il Marianeschi ammette che questa macchia luminosa al centro è riconoscibile solamente dopo "*un periodo minimo di esercizio personale dell'osservatore*". Nemmeno con la dimensione di cm 22.3 il problema della visibilità al centro dell'ombra si sarebbe risolto, come verrà dimostrato in un mio successivo contributo.

[8] Nel progetto Marianeschi vi sono altre due particolarità: 1) il terreno è in leggera salita verso il palazzo di Montecitorio, questione di cui non si è tenuto conto negli schemi qui proposti 2) lo spazio per una Linea Meridiana completa fino al solstizio invernale non c'era sicché il progettista interruppe la Linea Meridiana in corrispondenza dell'edificio.

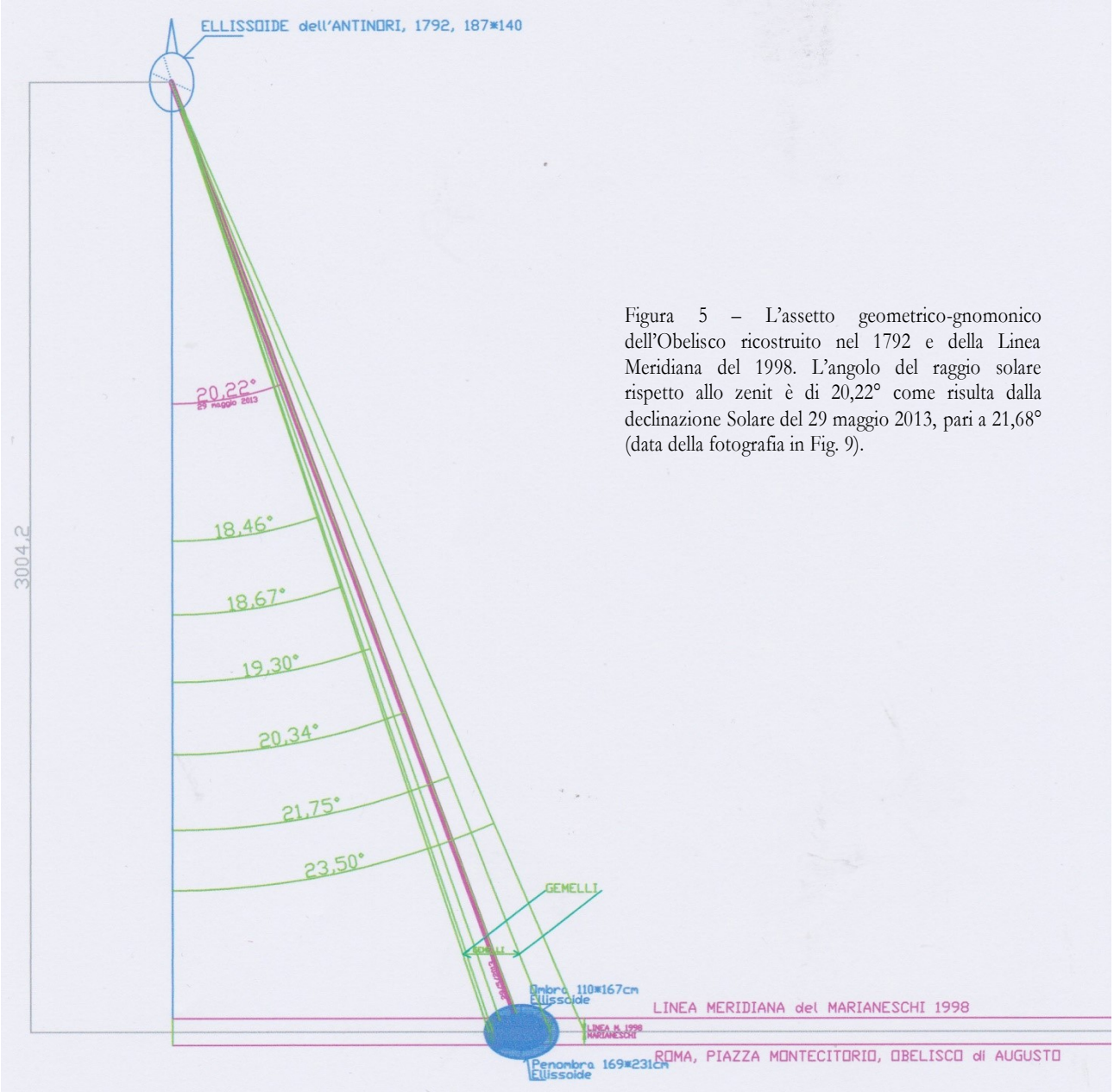


Figura 5 – L'assetto geometrico-gnomonico dell'Obelisco ricostruito nel 1792 e della Linea Meridiana del 1998. L'angolo del raggio solare rispetto allo zenit è di 20,22° come risulta dalla declinazione Solare del 29 maggio 2013, pari a 21,68° (data della fotografia in Fig. 9).

Qui l'elemento proiettante è un ellissoide (187 * 140 cm) e non una sfera per cui i calcoli di ombra e penombra andranno fatti (vedi Fig. 6) in base alle seguenti considerazioni:

1- con una ipotetica sfera di diametro 187 cm si avrà:
   a) <u>ombra vera</u>, asse maggiore ellisse: 167 cm
   b) <u>penombra</u>, asse maggiore ellisse: 231 cm
2- con una altra ipotetica sfera di diametro 140 cm si avrà:
   c) <u>ombra vera</u>, asse minore ellisse: 110 cm
   d) <u>penombra</u>, asse minore ellisse: 169 cm

salvo poi, usando solo i valori pertinenti, integrare i valori ottenuti per la sola ellisse proiettata dall'ellissoide.

Il progetto Marianeschi (1998) prevede il tracciamento di un segno diurno per ogni quarta parte di segno zodiacale (all'incirca una settimana).

La foto al mezzodì solare venne scattata da chi scrive il 29 maggio 2013 (Fig. 9).

Gli assi della ellisse di ombra vera saranno 110 *167 cm, mentre la penombra avrà le dimensioni di 169*231 cm.

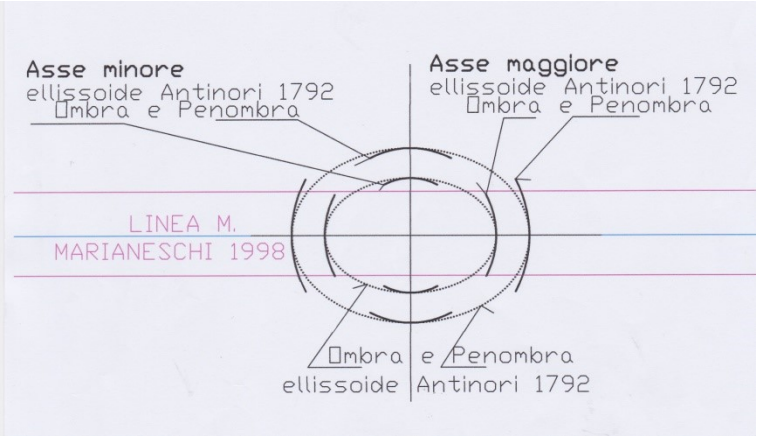


Figura 6 – Solo a scopo di calcolo qui le ellissi d'ombra e penombra di una ipotetica sfera di diametro pari all'asse maggiore dell'ellissoide dell'Antinori. Idem per l'asse minore dell'ellissoide dell'Antinori. In tratto puntato le ellissi d'ombra e di penombra dell'ellissoide dell'Antinori.

In Fig. 7 ombra e penombra dell'ellissoide facendo riferimento ai valori di Fig. 6. L'ellissoide venne sistemato dall'arch. Antinori (1792) in posizione troppo bassa rispetto all'estremità superiore della *piramidetta* sicchè nella stagione prossima al solstizio estivo la base della *piramidetta* impedisce la proiezione dell'ellissoide per intero. Ho trattato questo problema a proposito della sfera (*aurata pila*) di Facondo Novio (9 a.C.) in [ALBERI AUBER 2011-12], vedasi fig. 15 pag. 495.

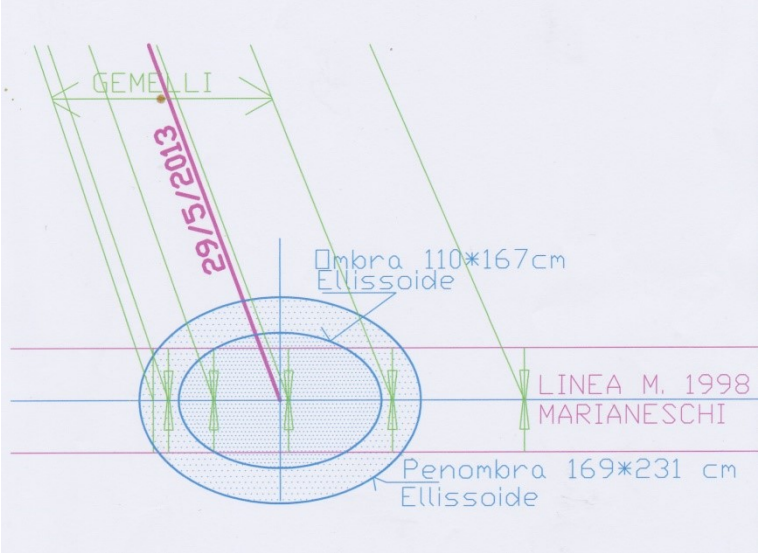


Figura 7 – Ombra e penombra dell'ellissoide dell'Antinori il 29 maggio 2013, mezzodì solare vero. Qui viene ignorato l'impedimento causato dalla base della *piramidetta*.

In Fig. 8 ho indicato l'effetto della base della *piramidetta* alla sommità dell'obelisco, ombra che impedisce il formarsi dell'ombra di tutto l'ellissoide.

In Fig. 9 l'ombra dell'ellissoide dell'Antinori sulla Linea Meridiana del Marianeschi il giorno 29 maggio 2013 al mezzodì solare vero[9]. Si riconosce che l'asse minore della ellisse d'ombra vera cade, all'incirca, sul terzo indicatore stagionale progettato dal Marianeschi come previsto dal calcolo (ogni segno zodiacale suddiviso in 4 parti) ossia proprio 3 settimane (circa) prima del solstizio[10].

[9] Per una pura combinazione mi incontrai allora con un gruppo di studenti istruiti dalla nota collega gnomonista Nicoletta Lanciano, i quali, attrezzati con metro flessibile, prendevano le misure con uno scopo che poteva essere analogo al mio.

[10] In proposito, onde evitare difficoltà di lettura, andrebbe segnalato un particolare nel tracciato Marianeschi. Il solstizio estivo corrisponde infatti alla prima linea diurna, quella priva dei due trapezi (isosceli) simmetrici, non tracciati per mancanza di spazio disponibile: se si intende, giustamente, far riferimento sempre alla *logica* dei trapezi introdotta dal Marianeschi, è la base minore del trapezio orientato Nord-Sud (è l'unico) a individuare, a mo' di conferma, la linea del solstizio. Lo spazio ristretto che il calcolo concede all'ultimo quarto di Gemelli (primo quarto di Cancro) conferma, ovviamente, questa mia interpretazione: peraltro sono disponibili in letteratura diverse foto in accordo con ciò. I trapezi (isosceli) sono fatti di titanio, così come imposto dagli architetti che hanno realizzato il progetto del Marianeschi (vedasi [MARIANESCHI 1999]).

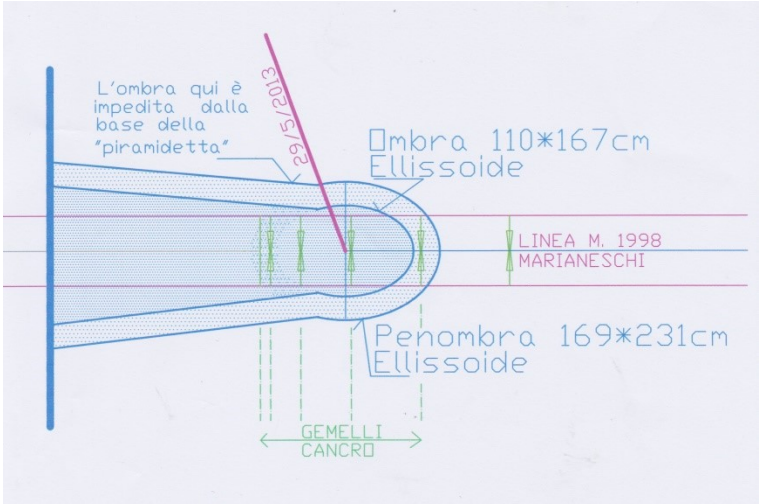


Figura 8 – L'ombra dell'ellissoide risulta troncata a causa della base della *piramidetta* alla sommità dell'Obelisco.

Figura 9 – La foto venne scattata il 29 maggio 2013; si riconosce che l'asse minore della ellisse d'ombra vera cade sul terzo indicatore stagionale progettato dal Marianeschi (1998) ossia proprio 3 settimane (circa) prima del solstizio.

Conclusioni

La scelta di applicare una sfera alla sommità dell'Obelisco fu una scelta molto oculata da parte del progettista (Facondo Novio, 9 a.C.): il rigonfiamento laterale dell'oggetto permette di stabilire un collegamento univoco fra l'ombra (ombra vera) e il segno (grado eclitticale) nonostante la presenza della penombra, quanto detto almeno in prossimità degli equinozi. La "*observatio umbrarum…redeat ad notas*", come riferito da Plinio il Vecchio in [PLINIO il Vecchio 77/78] II,35, era così garantita. Il fenomeno del restringimento dell'ombra era ben noto agli antichi ("*...colligeretur in se ipsam...*" come riferito da Plinio il Vecchio, in XXXVI, 71-73) tant'è che nella *Naturalis Historia* medesima viene spiegato che gli uccelli che volano abbastanza in alto non danno ombra, come già qui segnalato (vedasi nota n. 4).

L'ellissoide dell'Antinori (1792) venne progettato per proiettare una immagine solare grazie all'incrocio (vedasi anche nota n. 8) della fessura praticata all'esterno dell'ellissoide (fessura praticata in senso verticale sul piano meridiano, che potremmo chiamare *eclitticale*) con la fessura praticata sulla lastra interna, perpendicolare alla fessura esterna (che potremmo individuare come *equatoriale*): essa era di dimensioni insufficienti e, a causa della penombra, veniva impedita quasi del tutto l'immagine del foro (vedasi in Fig. 10 lo schema proposto da Marianeschi in [MARIANESCHI 1999] e da me aggiornato). La precisazione "*SCHIZZO NON IN SCALA*" proposta dal Marianeschi giustifica delle evidenti discrasie angolari che ho cercato di chiarire in Fig. 10 (quotature angolari in colore).

La questione delle fessure venne chiarita da subito dall'Abate Giuseppe Calandrelli, Rettore dell'Osservatorio Gesuitico del Collegio Romano[11]. Questo fu forse il motivo per cui non si diede corso al completamento dell'opera con il tracciamento della Linea Meridiana, nonostante la proiezione d'ombra venisse rappresentata con grande dettaglio ed enfasi in un'accurata rappresentazione dell'epoca (vedasi Fig. 11[12]). La scenetta descritta dal Bonsignore (qui solo la parte sinistra dell'acquarello) rappresenta 4 studiosi (uno di essi potrebbe essere un religioso, forse lo stesso Calandrelli) che osservano con attenzione il formarsi dell'ombra dell'ellissoide, alla ricerca della macchia luminosa che, secondo il progettista, si dovrebbe distinguere a causa del foro che attraversa la lastra *equatoriale* dell'ellissoide.

Per concludere: Galileo ne *Il Saggiatore* (1623) spiega molto bene che per *leggere* i fenomeni naturali è necessario conoscere il *linguaggio* della Natura: "*...triangoli, cerchi e altre figure geometriche...*". È praticamente certo che, se lo studioso Heslin (è un paradosso ma chiarisce bene la questione) avesse ritrovato un testo sconosciuto in *aramaico*, si sarebbe rivolto a un conoscitore dell'*aramaico*: altrettanto quindi, seguendo Galileo, avrebbe dovuto rivolgersi allora a un esperto di *linguaggio* gnomonico. Del resto apprezzare la scelta *vincente* di Facondo Novio, ossia la scelta di una sfera proiettante (*aurata pila*), per conto di Augusto, potrebbe provenire dal semplice buon senso.

Le obiezioni in proposito dello studioso Heslin in [HESLIN 2019] sono del tutto fuori luogo: in [FERRARI 2019] ci viene indicato come sia possibile valutare addirittura le fessure fra le foglie di un albero sulla base delle macchie luminose fra l'ombra di una foglia e la adiacente.

Ringrazio per il prezioso aiuto il collega Cesare Lucarini (Roma).

Bibliografia

[ALBERI AUBER 2011-12] Paolo Albéri Auber, *L'Obelisco di Augusto in Campo Marzio e la sua Linea Meridiana. Aggiornamenti e proposte*, Rendiconti della Pontificia Accademia Romana di Archeologia, volume LXXXIV 2011-12

[D'ONOFRIO 1992] Cesare D'Onofrio, *Gli Obelischi di Roma,* Bulzoni Editore, Roma, 1967, con aggiunte e correzioni, Romana Società Editrice, 1992

[FERRARI 2019] Gianni Ferrari, *La mia Gnomomica, Articoli e Note sparse* YOUCANPRINT, Modena 2019

[11] Vedasi [D'ONOFRIO 1992] pag. 414 e segg.

[12] L'acquarello appartiene a Ferdinando Bonsignore (1760-1843), un noto architetto di origine ligure e molto attivo e apprezzato a Torino (sua la notissima Chiesa della Gran Madre di Dio, Torino); fu presente a Roma a fine '700.

[HESLIN 2019] Peter Heslin, *The Julian Calendar and the Solar Meridian of Augustus*, Cambridge University Press, ONLINE, 20 May 2019

[MARIANESCHI 1999] Edmondo Marianeschi, *La Linea Meridiana di piazza Montecitorio a Roma*, XI Seminario Nazionale di Gnomonica, S.Felice del Benaco (BS), Atti, Marzo 1999

[PLINIO il Vecchio 77/78] Gaio Plinio Secondo e Plinio il Vecchio, *Naturalis Historia, Storia Naturale*, Giulio Einaudi Editore, 1988

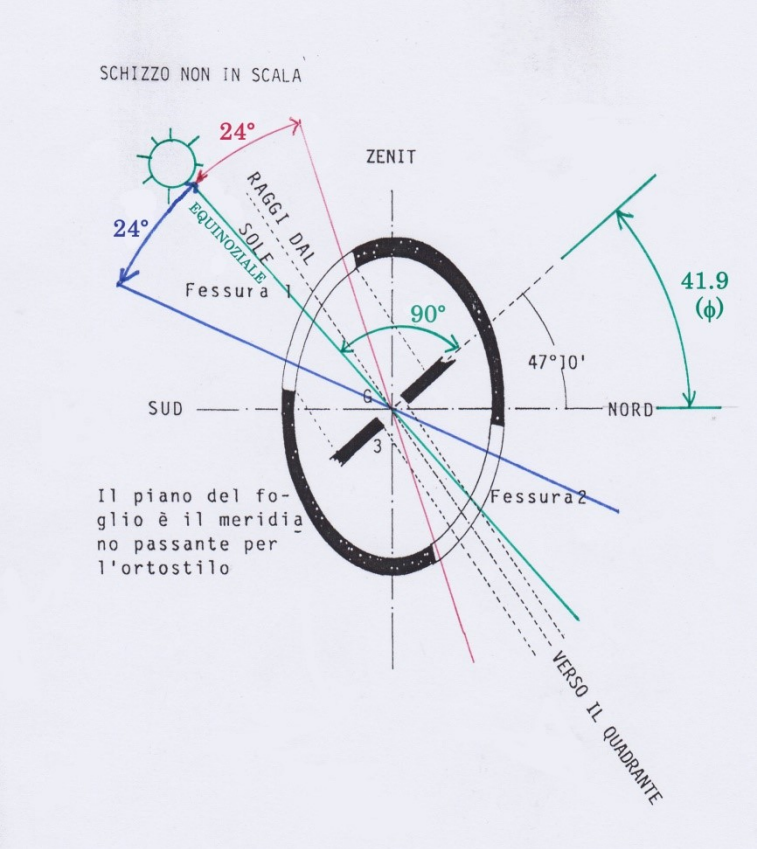


Figura 10 – Lo schizzo del Marianeschi con aggiornamenti. In colore le quotature angolari da me aggiunte onde chiarire le discrasie dello schizzo originale (colore nero).

Figura 11 – L'acquarello di Ferdinando Bonsignore (fine '700; qui solo la parte sx dell'acquarello) fornisce una interessante testimonianza di 4 studiosi (uno di essi potrebbe essere un religioso, forse lo stesso Calandrelli) che osservano con attenzione il formarsi dell'ombra dell'ellissoide, alla ricerca della macchia luminosa che, secondo il progettista, si dovrebbe distinguere a causa del foro che attraversa l'ellissoide.

The mortar board sundial: l'orologio solare a cappello quadrato

L'articolo tratta di orologi solari a cappello tra cui un orologio solare a cappello quadrato.

di Riccardo Anselmi (matutianus@gmail.com)

Mi sono interessato all'orologio solare a cappello filtrante una quindicina di anni fa quando ho anche pubblicato, su una vecchia versione di Cartesius, il software per sviluppare il grafico su superficie piana. Questo articolo si riferisce, invece, ad un quadrante solare costituito da un cappello quadrato orizzontale posto, coassialmente, sopra una colonna verticale cilindrica. Gli orologi a cappello, chiamati, talvolta, orologi a cornice ricordano, vagamente, gli orologi del pastore con i quali condividono, in parte, la sgradita fama di fornire una lettura incerta. Questa lacuna è minimizzata dall'utilizzo del cappello filtrante che può servire a migliorarne le prestazioni. Gli orologi a cappello, non passano inosservati, dato che sono generalmente posizionati in alto sopra una colonna al centro di una piazza o di un giardino; essi sono il risultato dell'applicazione di un'accattivante teoria matematica. Si conoscono diversi esemplari di orologi a cornice su colonna cilindrica mentre su tronco di cono potrebbe forse essere unico quello realizzato nel 2018 in Catalogna da Manuel Pizarro Gavilàn su progetto di Rafael Soler Gayà (www.sundialatlas.net/atlas.php?sun=ES3975).

Fig. 1 - Orologio su colonna di Latronico (PZ)
Fotografia: Lucio Saggese - Sundial Atlas

Ma vediamo un attimo la descrizione ed il funzionamento di questi segnatempo. Un orologio a cappello è composto essenzialmente di due parti: un cilindro verticale ed un disco, più largo, postovi coassialmente sopra come se fosse il coperchio. Il profilo dell'ombra del disco, proiettata sulla superficie del solido, si presenta come una curva con la concavità rivolta verso il basso. Il suo vertice segue il movimento apparente del sole indicando, allo stesso tempo, la direzione del nostro astro. Il vertice, pertanto, può indicare sia l'ora sia la data sul grafico opportunamente calcolato e posizionato. In taluni casi il cappello è composto di una moltitudine di stili disposti a raggiera che hanno lo scopo di facilitare l'individuazione del punto di lettura. In questo caso si parla di orologio solare a cappello filtrante. Recentemente, mi sono chiesto se fosse possibile progettare un orologio di questa tipologia con un cappello di forma diversa. Ho pensato immediatamente ad un quadrato i cui lati compongono la cornice che genera l'ombra sul cilindro sottostante. L'orologio di Latronico (Fig. 1) è la musa ispiratrice, vedere www.sundialatlas.net/atlas.php?sun=IT13194. Non può funzionare con il cappello quadrato attuale perché non è il suo cappello ma è, piuttosto, un elemento architettonico quadrato finito erroneamente in quella posizione. Quello originale, circolare, è probabilmente andato perduto in seguito ad alcuni restauri resisi necessari dopo la caduta violenta del complesso gnomonico investito da un veicolo pesante.

L'orientamento del cappello può essere variato a piacere facendo entrare in gioco la declinazione gnomonica, grandezza locale totalmente assente quando il cappello è rotondo. La natura di questo orologio, purtroppo, non consente di sfruttare il vertice della curva dell'ombra per la lettura dei dati. Una seconda limitazione dipende dalla lunghezza del lato del cappello che limita l'intervallo dell'azimut del sole a 90°. Oltre questo intervallo, interviene il funzionamento del lato adiacente. Sotto il profilo matematico, il grafico è discontinuo presentando alcune cuspidi, allineate verticalmente, a testimonianza del passaggio da un lato a quello successivo. Si tratta, quindi, di un tracciato composito le cui parti sono rivelate da queste anomalie. Per un quadrante con il lato base rivolto esattamente a mezzogiorno, il ventaglio delle ore che va dall'alba al tramonto del solstizio di estate usa tre lati del cappello, altrimenti ne può richiedere quattro.

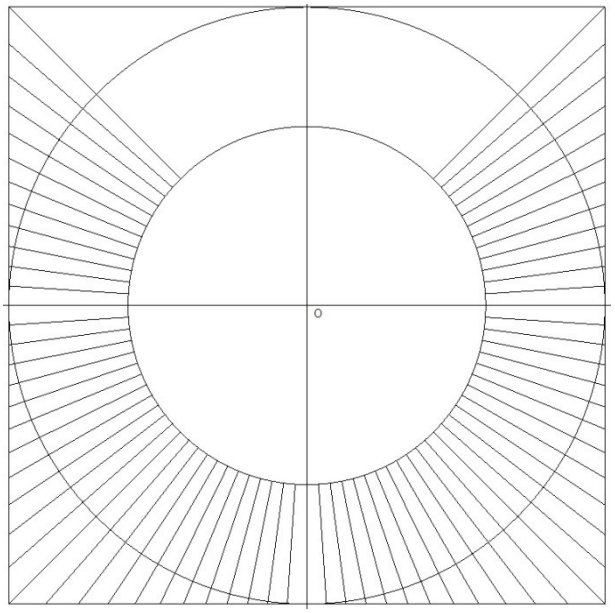


Fig. 2 - Cappelli sovrapposti

Un caso particolare è quello del cappello declinante 45° la cui forma ricorda quella del *mortar board*, cappello caratteristico portato dai neolaureati nei paesi anglosassoni. Questo caso viene proposto in questo articolo, arricchito dalle simulazioni, realizzate da Luigi Massimo Ghia, e corredato dei grafici ottenuti con Cartesius Web [rif. 1]. Nel modello a cappello circolare la parte filtrante è ausiliaria e favorisce la lettura dei dati ma la sua azione non è indispensabile. In quello a cappello quadrato, invece, è facile leggere l'ora solo agli equinozi ed ai solstizi o in presenza di particolari linee di declinazione, dato che l'indicatore è l'incrocio dell'ombra con la linea diurna. Nelle altre date, senza la raggiera di stili filtrante, è problematico identificare il punto dell'ombra che ne permette la lettura. Lo stilo utile è quello allineato con il Sole e la sua ombra, pertanto, risulta verticale mentre quelle degli altri stili appaiono oblique. Il cappello è composto di una cornice quadrata da cui si dipartono gli stili verso il bordo del cilindro: il dato si legge nel punto in cui l'ombra verticale dello stilo incontra quella del lato.

La figura 2 mostra le due tipologie di cappelli sovrapposte. In quello classico, la tesa è una perfetta corona circolare con gli stili di pari lunghezza mentre, nel modello quadrato, la lunghezza degli stili non è costante: essa è minima dove la distanza tra il cerchio ed il quadrato è minima e massima in coincidenza con le diagonali del quadrato. È, pertanto, evidente che, utilizzando un solo lato, si ottiene un quadrante con un numero molto limitato di ore, mentre con due lati, il ventaglio delle ore fornisce già delle prestazioni accettabili. Il caso del *mortar board sundial* copre 12 ore agli equinozi. Utilizzando quattro lati si ha la copertura completa delle ore di luce sino al solstizio estivo.

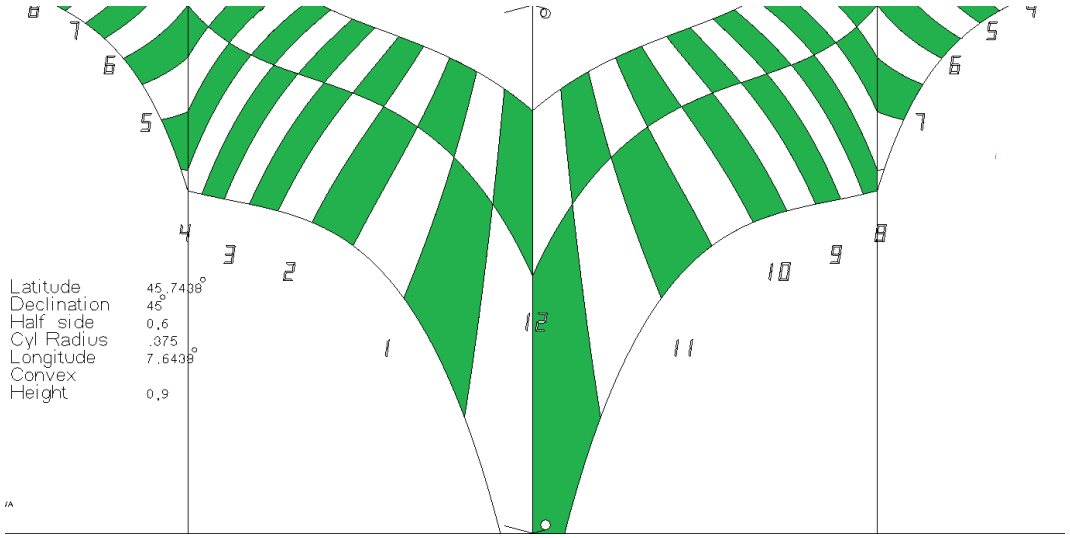


Fig. 3 - Grafico del *mortar board sundial*

In figura 3 è mostrato il grafico del *mortar board sundial* sviluppato su superficie piana, cioè come su un foglio da avvolgere sul cilindro.

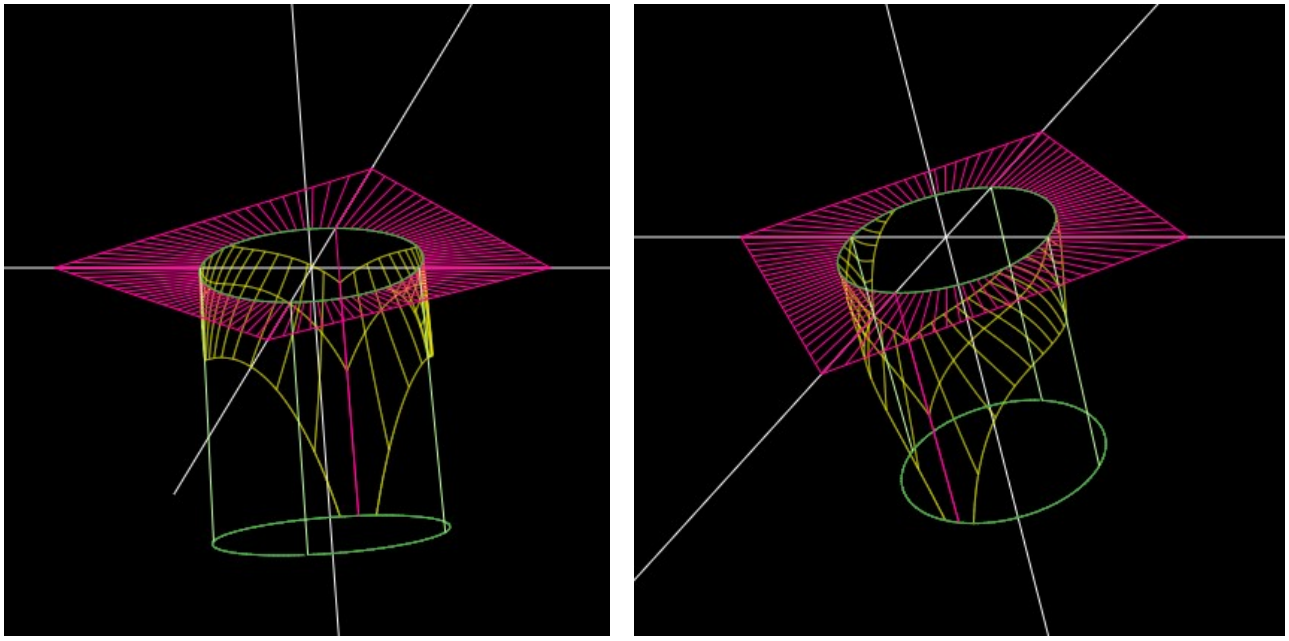


Fig. 4 - Aspetti assonometrici del quadrante

In figura 4, infine, l'aspetto prospettico del quadrante. Il *mortar board hat*, come si può vedere dalla fotografia in figura 5, è dotato di un cordoncino ancorato al centro terminante con un fiocco. Tale decorazione suggerisce una modifica da apportare all'omologo segnatempo. Se dal centro del cappello dell'orologio solare si inserisce un filo da tendere, orizzontalmente, con una mano in direzione del sole, si ottiene un facile riferimento sul punto in cui leggere l'ora e la data anche senza l'aiuto dei raggi filtranti. L'ombra del cordoncino costituisce un comodo aiuto per individuare il suddetto punto. Ritengo l'idea del quadrante a cappello quadrato un intrigante divertissement teorico, un excursus della fantasia e, soltanto per questi motivi, la espongo.

Fig. 5 - *The mortar board hat*

Ma torniamo ora agli esemplari a cappello circolare. Il caso più semplice è senza dubbio quello su cilindro. La teoria è molto semplice e poche sono le formule che servono per svilupparlo. È interessante notare che questo orologio, se sezionato verticalmente con un piano, mostra una certa affinità con l'orologio del pastore: anche in questo antico segnatempo bisogna orientare lo stilo verso il Sole e la sua ombra, che cade sempre verticale, indica la data, impostata manualmente e l'ora del momento, che dipende dall'altezza del Sole. Il vantaggio di questo ultimo quadrante d'altezza è dato dalle dimensioni tascabili che lo rendono portatile. La sua precisione ci lascia, oggi, un po' perplessi ma quando veniva utilizzato sui Pirenei o altrove, non era una priorità. La fantasia degli gnomonisti ha poi creato orologi del pastore conici, tra cui quelli esposti nel 2009 a Palma de Mallorca durante la seconda *trobada gnomonica*.

Nel caso del quadrante solare a cappello, se la colonna di sostegno è conica si può realizzare un orologio conico a cappello con il vertice rivolto in basso o in alto, a seconda che sia rastremata verso il basso o verso l'alto. L'ottima realizzazione di Manuel Pizarro (Fig. 6) mostra un esempio di orologio a cornice su tronco conico, rastremato verso il basso. Inoltre, questo esemplare, realizzato a Barcellona, in Catalogna, nell'area di Marina Vela, è corredato di almucantarat e di linee azimutali che ne arricchiscono le prestazioni e ne accrescono l'interesse. La simulazione nel Bonus associato a questo articolo si riferisce ad un orologio a cappello progettato su tronco di cono in cui il vertice punta in alto facendolo somigliare maggiormente ad un fungo.

Una ricerca condotta da Manuel Pizarro [rif. 2] documenta i circa 15 orologi conosciuti di questo tipo di cui 2 in Italia.

Fig. 6 - Orologio su base conica realizzato da M. Pizarro a Barcellona
www.sundialatlas.net/atlas.php?sun=ES3975

Bibliografia

[1] Software, *Cartesius Web* - www.anselmi.vda.it

[2] Pizarro Gavilàn Manuel, *"Un cappello per il Sole"*, Orologi Solari – n 27 - Aprile 2022

Tra i Bonus del corrente numero della rivista si trovano alcune animazioni prodotte con SketchUp da Luigi Massimo Ghia ed alcuni sviluppi bidimensionali prodotti dall'autore per la costruzione di modelli tridimensionali.

L'orologio su superficie piana

nel *Traittè d'Horologeographie* di Pierre De Flovtrieres

L'autore traduce e commenta un 'nuovo' metodo, che il matematico Pierre De Flovtrieres propone nel suo Traittè d'Horologeographie del 1619, utile a tracciare orologi su qualsiasi piano, senza conoscere la latitudine del luogo, la declinazione e l'inclinazione della parete.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Il titolo che apre il *Traittè d'Orologeographie* di Pierre De Flevtrieres (Parigi 1619), è seguito da un lungo sottotitolo che ne spiega l'intento: insegnare a costruire ogni sorta di orologi solari su qualsiasi superficie piana, con un nuovo metodo che consente di tracciare l'orologio senza conoscere l'altezza del polo, la declinazione e l'inclinazione della superficie. Metodo che viene esposto sinteticamente solo nel Cap. XVIII ed ultimo del testo.

Anche se l'Autore, che si qualifica come matematico, lo presenta come "nuovo metodo", ho qualche dubbio che egli ne sia l'inventore: il libro è un trattato elementare di 50 pagine, in Francese, destinato probabilmente ad operatori meno colti, in un'epoca in cui le opere rilevanti erano in Latino. Esso comprende anche una seconda parte, "*Leçons d' Horologeographie",* di circa 70 pagine, aggiunta dall'editore e redatta da Autore anonimo, in cui l'argomento è ripreso daccapo con criteri didatticamente diversi, fino ad illustrare nei dettagli la costruzione di un orologio su superficie declinante inclinata rispetto al piano orizzontale[1].

Nuovo o no, il metodo è comunque interessante. Nel seguito si riporta la traduzione della parte in causa, seguita da qualche commento.

Traduzione del testo originale

Si traccino sul muro le linee AB, CD perpendicolari nel punto E; su questo punto si inserisca lo stilo EF perpendicolare alla parete. (A. Gunella: nell' intero testo le due linee – AB, verticale e CD, orizzontale – sono sempre i riferimenti adottati dall'Autore per spiegare le operazioni proposte).

Si individui in un certo momento del giorno l'estremità G dell'ombra dello stilo; con centro in E si tracci un arco di cerchio di raggio EG; nello stesso giorno si osservi quando l'estremità dell'ombra individuerà un secondo punto H del cerchio. Si tracci la GH e dal suo punto medio I si tracci la EIO, che sarà la Sostilare.

In uno dei giorni successivi, si individui su tale linea il punto d'ombra estremo K, la cui posizione dipende dalla declinazione solare del momento. Si ribalti la lunghezza dello

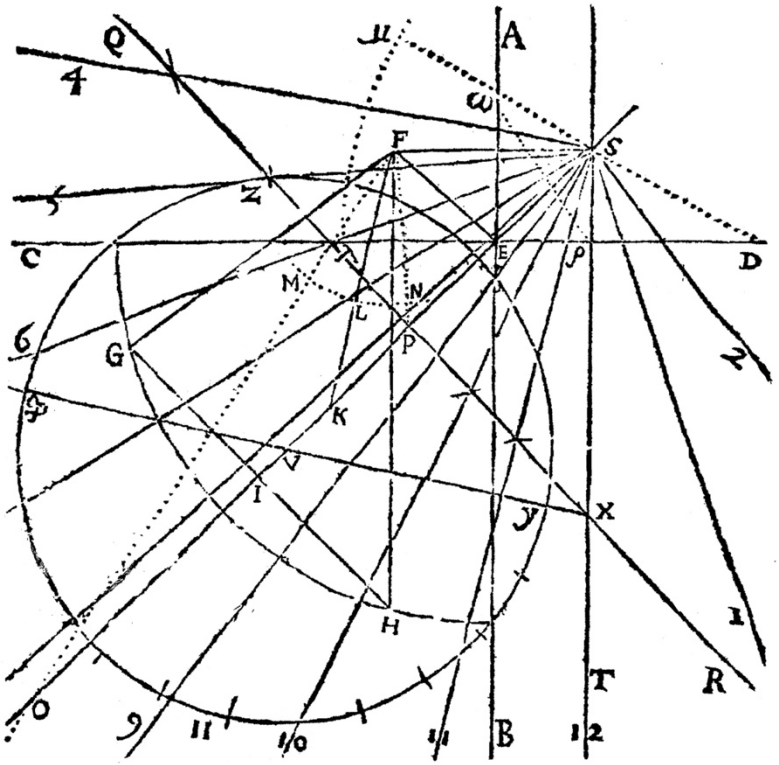


Figura 1- La figura nella quale l'Autore riporta le fasi costruttive dell'orologio solare.

[1] Il testo originale è scaricabile al link https://books.google.it/books?id=90x4fpI6nvIC&pg=PA6&lpg=PA6&dq=flovtrieres

stilo perpendicolarmente alla EO, individuando (sulla parete) il triangolo rettangolo EFK. Da F si tracci un arco di cerchio MN, che attraversa la FK in L.

Nota la declinazione solare, la si riporti sull'arco MN a partire da L, trovando il punto N (nel grafico la declinazione estiva è di 20°. Se la declinazione fosse invernale, la si dovrebbe riportare da L verso M). Si tracci la FN, che attraversa la sostilare nel punto P.

Da quest'ultimo si tracci la normale QPR alla EO, che è la equinoziale. (Se la declinazione fosse invernale il corrispondente di P sarebbe O).

Si tracci ora la perpendicolare FS alla FP, individuando sulla sostilare il punto S che sarà il centro dell'orologio.

(A. Gunella: si tratta del triangolo gnomonico SFP relativo alla sostilare.)

Da S si tracci la linea Meridiana ST, perpendicolare a CD, che attraversa la equinoziale in X.

Si riporti PV=PF sulla sostilare e da V si tracci un cerchio a piacere che sarà suddiviso in 24 parti uguali, a partire dalla intersezione Y della linea XV. Applicando la riga al centro V e a ciascuna delle suddivisioni del cerchio, si segnino i punti sulla equinoziale QR; per tali suddivisioni si traccino a partire da S le linee orarie: quelle del mattino saranno a sinistra e quelle del pomeriggio a destra (A. Gunella: della linea meridiana).

Per conoscere l'angolo di declinazione della parete si riporti Eω = EF sulla AB: si ottiene ρωE.

Per sapere l'altezza di polo della regione, si faccia ρD = ρω ; da D si tracci l'arco di cerchio λμ; applicando la riga a D e al centro dell'orologio si individuerà l'arco λμ , altezza di polo della regione.

Negli orologi declinanti e inclinati non si può avere la linea meridiana conoscendo un solo punto; Individuata la sostilare GH (e il centro dell'orologio in G), sul vertice F dello stilo si disponga un filo a piombo, che individuerà su AB il punto K: la linea meridiana è GKS.

Si faccia IL = IF e si tracci il cerchio (A. Gunella: dell'orologio equinoziale) *MNPO di centro L. Le suddivisioni del cerchio inizieranno dalla intersezione M della linea LR, dove R è la intersezione fra la linea Meridiana e la Equinoziale QR.*

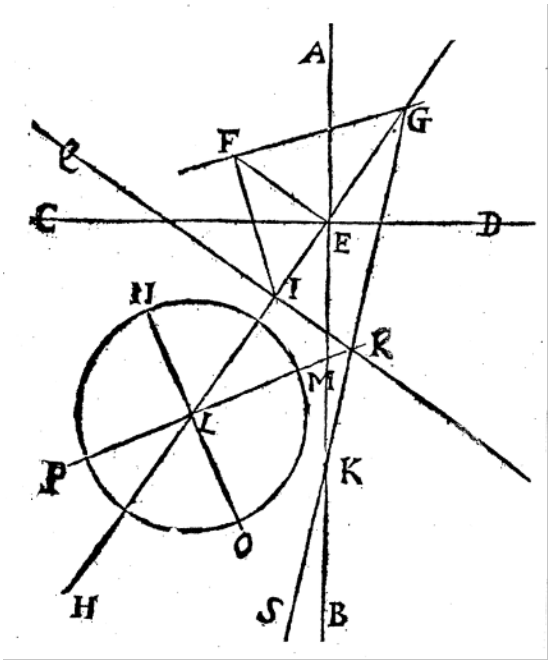


Figura 2 - La definizione degli elementi costruttivi nell'orologio declinante e inclinato.

Qualche commento al testo

L'autore elenca le operazioni da farsi in entrambi i casi, senza giustificarne le sequenze.

In sostanza, quello che maggiormente interessa in questo testo è la parte iniziale, in cui è esposta brevemente la determinazione della linea sostilare su parete verticale tramite il criterio che oggi conosciamo come "metodo Zarbula"(o "Zerbola"). Quindi già nel 1619 esso era noto.

Ma c'è di più: il testo propone uno sfruttamento integrale del metodo. Aggiungendo il solo rilievo, in data successiva, della lunghezza dell'ombra lungo la sostilare, è possibile individuare (con i noti limiti di qualità del risultato) Declinazione della parete verticale (qualsiasi?) e Latitudine del luogo[2].

Nella Fig. 1 egli espone la determinazione delle linee orarie partendo dalla sostilare e dalla individuazione su di essa del centro dell'orologio. Aggiunge poi alla parte essenziale alcune operazioni elementari, con cui determina Declinazione della parete e Latitudine. Ovviamente senza nessuna giustificazione di quanto propone.

La correttezza di tali aggiunte è relativamente facile da controllare (Figura 3A): il cateto FS del triangolo FSP corrisponde allo stilo polare dell'orologio, cioè a SD; se si costruisce il triangolo SDX, esso deve essere il triangolo gnomonico dell'orologio, rettangolo in D. Attraverso di esso è possibile verificare la posizione di ω e di V. In altri termini, per

[2] Una ingegnosa semplificazione del problema dei tre punti, già trattato nei secoli precedenti, ma per superfici orizzontali, da Igino il Gromatico, Nonius, Clavius, ecc..

l'orologio su parete verticale, l'Autore utilizza a rovescio, partendo dalla sostilare, la costruzione classica, che trova ortostilo e sostilare partendo dal triangolo gnomonico: così trova Latitudine e Declinazione della parete.

Per la Fig. 2, che riguarda l'orologio su parete quasi verticale, declinante, l'Autore (a parte il fatto che si è servito di indicazioni alfabetiche diverse da quelle usate nella Fig. 1) se la cava individuando la sostilare, come per la Fig. 1. Sulla sostilare costruisce il triangolo gnomonico, con il metodo illustrato per la Fig. 1, trovando il centro G dell'orologio.

Trova infine la linea meridiana GK dopo aver individuato il punto K dove un filo a piombo, che scende dal vertice dello stilo, intercetta la linea AB di massima pendenza.

Da questi elementi individua la equinoziale e il centro L dell'orologio equinoziale, senza procedere oltre: lascia al lettore il compito di tracciare le linee orarie ed evita di aggiungere note utili a trovare Inclinazione, Declinazione della parete e Latitudine.

Ho cercato (Figura 3B) di individuare se anche in questo caso è possibile trovare Inclinazione, Declinazione e Latitudine, con i dati rilevati, ricorrendo al metodo grafico per costruire tali orologi su superfici declinanti inclinate quasi verticali, proposto da Hérigone[3], quasi contemporaneo di Flovtrières.

I dati provenienti dalla Fig. 2 sono la sostilare, il triangolo gnomonico IFG della sostilare, la posizione del punto K lungo la linea AB di massima pendenza, la linea meridiana GK, la equinoziale QIR e il punto L, centro dell'orologio equatoriale. Si noti che FG è lo stilo polare dell'orologio.

Se nella Fig. 2 si prolunga OLN fino ad incontrare la equinoziale, si ottiene su quest'ultima il punto Q delle ore 6 equinoziali, cui convergono notoriamente anche (Fig. 3B) la linea d'orizzonte vero QX (non la CD che è linea provvisoria di costruzione) e la perpendicolare QEH alla linea meridiana GK (si noti che essa passa per E, base dell'ortostilo).

Notoriamente l'angolo fra la linea d'ombra FQ delle 6 equinoziali e la orizzontale QX corrisponde alla Declinazione della parete.

Ora traccio un semicerchio di diametro GR e riporto su di esso la lunghezza FZ = FG dello stilo polare: Z è il vertice del triangolo gnomonico GZR, punto cui converge anche il prolungamento della QEH…

Lascio al lettore il piacere di andare oltre sulla base della Fig. 3B.

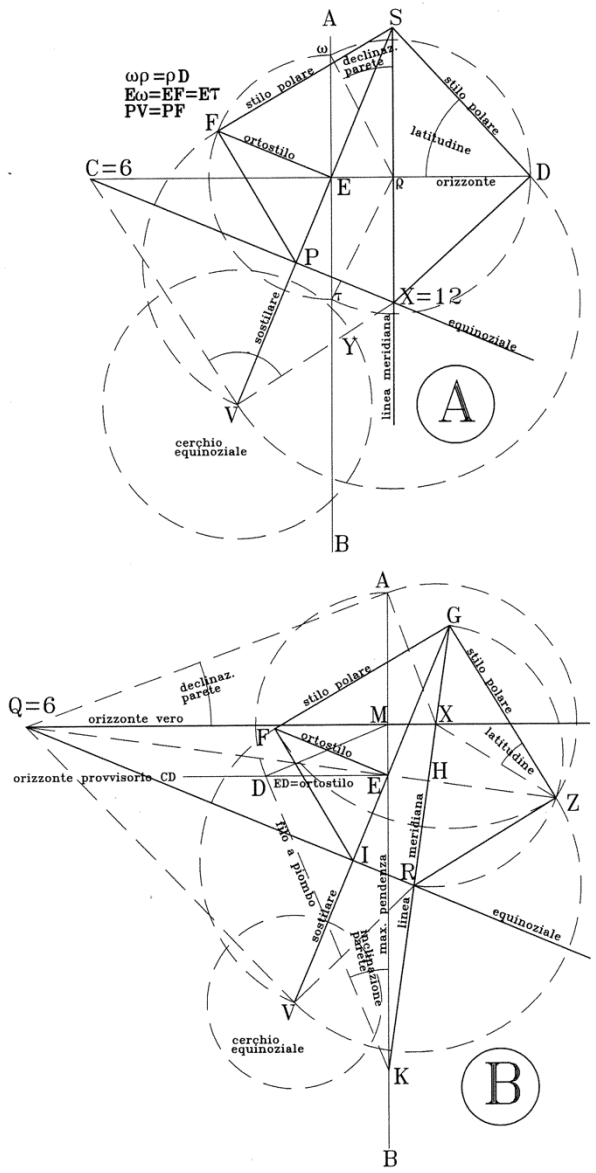


Figura 3 - Nelle figure sono ricostruiti i passi della costruzione indicando i dati che da essa si possono ricavare relativi a Latitudine e Declinazione (in A), e anche di Inclinazione (in B).

[3] Pierre Hérigone è lo pseudonimo di Cyriaque Clément de Mangin, autore di un "Cursus Mathemathici" in cinque volumi, pubblicato in due tranches (1634-37), che tratta di tutto un po'. Testo di difficile lettura, parallelo in Francese e in Latino.
Nel 5° volume sono trattati in particolare le Sferiche di Teodosio, la Teoria dei Pianeti secondo i due punti di vista Tolemaico e Copernicano, e la Gnomonica. Per quest' ultima, egli espone i metodi analitici e quelli grafici, affrontati in modo molto stringato, ma coerente.
Resterebbe da comprendere perché egli abbia adottato lo pseudonimo dall'eroina greca Erigone.

Il persiano al-Biruni, astronomo e matematico

Si presentano la vita e le opere di al-Biruni, uno dei più famosi studiosi persiani. Poliglotta, considerato il padre dell'indologia, trattò matematica, astronomia, geografia, fisica, medicina con originalità di metodo e di ricerche. Ideò anche un nuovo metodo, di tipo trigonometrico, per la determinazione delle dimensioni della Terra mediante la conoscenza dell'altezza di una montagna e la misurazione dell'angolo di depressione dell'orizzonte. Metodo che utilizzò per la verifica dei risultati ottenuti dagli astronomi di al-Ma'mūn due secoli prima.

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

"Once a sage asked why scholars always flock to the doors of the rich, whilst the rich are not inclined to call at the doors of scholars. "The scholars" he answered, "are well aware of the use of money, but the rich are ignorant of the nobility of science"."

al-Bīrūnī da: Alan L. Mackay, *A Dictionary of Scientific Quotations*, London 1991 p. 33

"Questo è un altro metodo per la determinazione della circonferenza della Terra. Esso non richiede di camminare nel deserto."

al-Bīrūnī in *Al-qānūn al-Mas'udī* (1035)

Il persiano al-Biruni nacque in una piccola cittadina nei pressi di Kath (che dal 1957, in suo onore, oggi porta il nome di Beruniy) in Corasmia, una regione dell'Asia centrale oggi regione uzbeca di Khwārizm nel nord-ovest del paese, il 5 settembre 973. In lingua persiana il termine Biruni significa "*da un distretto esterno*" e lui era conosciuto come *il Biruniano* e latinizzato in Alberonius. Famoso studioso persiano poliglotta, parlava il persiano e l'arabo ma anche il sanscrito e il greco nonché il siriaco, l'ebraico e il latino; si occupò di matematica e astronomia, che studiò quale discente di Abū Naṣr Manṣūr (970-1036), di geografia, medicina, mineralogia, fisica, storia e filosofia. Considerato il fondatore dell'Indologia (la disciplina che studia storia, cultura e lingue dell'India) grazie al *Kitāb al-Hind* (Libro dell'India) e al *Tahqīq mā li'l-Hind* (Indagine su ciò che possiede l'India), che insieme all'opera *al-Āthār al-bāqiya* (Vestigia del passato) un trattato di cronologia dei popoli antichi, rappresenta una delle sue maggiori opere. Fu traduttore e interprete di innumerevoli opere indiane, molte delle quali di scienza, che tradusse in sanscrito. Per il suo immenso sapere era soprannominato *al Ustadh* "il professore".

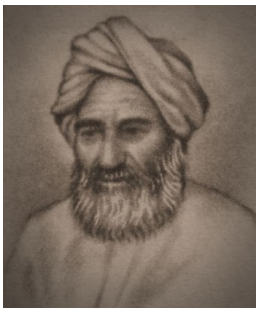


Fig. 1 - Al-Biruni (973-1048). Uno dei più grandi uomini di scienza del periodo medievale islamico.

Giovanissimo, calcolò la latitudine di Kath (oggi l'uzbeca Khiva), allora la maggiore città della Corasmia, basandosi sull'osservazione del Sole; scrisse un trattato sulle proiezioni cartografiche in cui appare la prima descrizione di quella che oggi viene denominata *proiezione azimutale equidistante* come anche di quella *stereografica*; sviluppò idee che possono essere viste quali un'anticipazione di un sistema di coordinate polari e migliorò l'approssimazione del valore del raggio terrestre. Individuò sette modi differenti per identificare la direzione del Nord e del Sud, come anche delle tecniche matematiche per determinare con esattezza l'inizio delle stagioni. Studiò i movimenti del Sole, della Luna e le eclissi, e perfezionò strumenti astronomici. Misurò altezze meridiane del Sole, calcolò l'obliquità dell'eclittica (ossia l'angolo d'intersezione dell'equatore celeste con l'orbita apparente del Sole) ricavando un valore di 23,5833° e determinò un preciso valore di 365 giorni, 5 ore, 46 minuti e 46,5 secondi per la durata dell'anno solare.

Scrisse sulla Via Lattea, sulla rotazione della Terra sul proprio asse e determinò accurati valori di coordinate geografiche. Disegnò una mappa del mondo e realizzò globi celesti e terrestri. Determinò il peso specifico di diciotto elementi e, in matematica, sviluppò un metodo per la sommatoria di serie numeriche e la risoluzione di equazioni algebriche e studiò argomenti della goniometria (studio degli angoli) e della trigonometria (studio dei triangoli e loro risoluzione) lavorando sulle corde delle circonferenze. Sviluppò un metodo per la trisezione di un angolo, calcolò un valore di 3,1466 per il π e una metodologia di triangolazione di distanze sulla superficie terrestre. Le numerose osservazioni effettuate lo portarono a nuove teorie, correzioni osservative e miglioramenti nei valori riportati nelle tabelle astronomiche di altri astronomi, come anche a problemi innovativi come il calcolo del volume dei pianeti e la loro distanza dalla Terra secondo i principi tolemaici, oppure alla teoria dei moti della Luna grazie alle precisioni ottenute, rispetto a quelle precedenti, nelle sue osservazioni.

Abū al-Rayḥān Muhammad Ibn Ahmad al-Bīrūnī, questo il suo nome completo, morì a Ghazna, oggi Ghazni nell'Afghanistan, il 13 dicembre 1048.

Sintesi dei suoi studi

Nell'opera *Al-Qānūn al-Mas'udī* (Il canone di Mas'udī) composta intorno al 1035 in undici libri e dedicata a Mas'ud (998-1040) figlio maggiore e successore del re Mahmud (971-1030) troviamo, tra altre innumerevoli cose, la prima dimostrazione del teorema dei seni in geometria piana da lui scoperto insieme al suo maestro Abū Naṣr Manṣūr (nel capitolo ottavo del Libro III), disquisisce di trigonometria sferica (nei capitoli nove e dieci del Libro III) e descrive il suo metodo, per il tramite della conoscenza dell'altezza di una montagna, per la determinazione delle dimensioni della Terra (nel settimo capitolo del Libro V).

Meno che trentenne scrisse *Kitāb al-āthār al-bāqiya*, in cui disquisisce di calendari e storia, opera che fu tradotta in inglese dall'orientalista tedesco Eduard Carl Sachau (1845-1930) nel 1879 con il titolo *Chronology of Ancient Nations* o *Vestiges of the Past*. Scrisse sull'astrolabio, sul sistema decimale e sull'astrologia. Si contano oltre 150 scritti, la maggior parte in arabo, tuttavia molti lavori sono andati perduti.

Fig. 2 - Busto e statue di al-Biruni. *(A sinistra)* Busto, insieme ad altri 21 di eminenti persone, nel parco della Biblioteca Nazionale (una nuova struttura inaugurata ufficialmente nel 2012) del Tajikistan nella capitale Dushanbe (dal 1929 al 1961 denominata Stalinabad). *(Al centro)* Statua posizionata al Memorial Plaza del Centro Internazionale di Vienna che ospita l'ufficio delle Nazioni Unite. Il monumento, posto nel Scholars Pavilion e composto da quattro statue rappresentanti gli studiosi persiani Avicenna (980-1037), al-Razi (865-925), Khayyam (1048-1123) oltre al-Biruni, è stato donato dal governo iraniano il 9 giugno 2009. *(A destra)* Statua ubicata a Laleh Park a Téhéran, opera dello scultore iraniano Muhammad 'Ali Makdari, inaugurata nel 1993.

Nel 994 l'astronomo Abū Maḥmūd Ḥāmid ibn al-Khiḍr al-Khujandī (940-1000) determinò la latitudine della città di Rayy, nei pressi dell'attuale Teheran. Al-Biruni, che conobbe l'astronomo nel 997 durante una sua breve permanenza nella città, trovò la misurazione imprecisa e ne spiegò il motivo, dovuto al sestante utilizzato per le misurazioni, su cui scrisse in dettaglio nel suo *Kitāb tahdīd nihāyāt al-amākin li-tashīh masāfāt al-masākin* (Determinazione delle coordinate dei luoghi per la correzione delle distanze tra città). Il 19 febbraio e il 14 agosto del 1003 al-Biruni osservò eclissi lunari a Gorgān; tra il 7 giugno e il 7 dicembre del 1016 effettuò quindici osservazioni di transiti solari al meridiano a Jurjaniyya mediante uno strumento realizzato con il supporto del sovrano, settimo califfo della dinastia abbaside e mecenate delle scienze, Abū al-Abbas al-Ma'mūn (786-833), colui che iniziò il movimento di traduzione dal greco delle opere filosofiche e scientifiche nonché il fondatore di una delle più importanti istituzioni culturali del mondo arabo-islamico, la *Bayt al-Hikma* (Casa della Sapienza) di Baghdad. Attraverso le registrazioni delle sue osservazioni astronomiche troviamo al-Biruni a Kabul il 14 ottobre 1018, a Lamghan (a nord di Kabul) l'8 aprile 1019 dove osservò un'eclissi parziale di Sole e a Ghazna, il 17 settembre 1019 dove osservo un'eclissi di Luna. Sempre a Ghazna, tra il 1018 e il 1020 effettuò, con il supporto del re afgano della dinastia Ghaznavide Mahmud (971-1030), delle osservazioni che permisero un'accurata determinazione della latitudine della città.

Fig. 3 - Eclissi e fasi della Luna:
- nell'opera manoscritta *Kitab al Tafhim* (Libro delle istruzioni e dei principi dell'arte dell'astrologia, 1019) di al-Biruni, scritta sia in persiano sia in arabo;
- ripresa della precedente nell'emissione filatelica della Tunisia del 1980 [Michel Catalogue 977];
- emissione dell'Iran del 2010 [Michel Catalogue 3163];
- emissione della Guinea-Bissau nel 2008 (con, tuttavia, indicazioni di realizzazioni inesatte) [FSCatalogue 30831A Sheet].

Al-Biruni osservò l'eclissi parziale di Luna del 24 maggio 997 a Kath, mentre l'astronomo Abū al-Wafa (940-998) da Baghdad, la simultaneità osservativa permise di calcolare con maggiore precisione la differenza di longitudine fra le due città.

Per quanto riguarda le dimensioni della Terra, dopo un primo fallito tentativo nella pianura iraniana di Gorgān (piana di Dihistan - Jurjân, anticamente denominata Tambrax e con l'antico toponimo Hyrcania, letteralmente *terra dei lupi*) a sud-est del Mar Caspio nel 994, in cui utilizzò la stessa metodologia astronomica degli studiosi di al-Ma'mūn, nel 1017, durante la sua "forzata" permanenza presso il forte di Nandana, situato in posizione strategica sui fianchi orientali della Salt Range nel Punjab (letteralmente *terra dei cinque fiumi*, ossia dei fiumi Beas, Ravi, Sutlej, Chenab e Jhelum) una regione a cavallo tra l'India e il Pakistan, al-Biruni calcolò il raggio e la circonferenza della Terra ottenendo, rispettivamente, i valori di 3213,2 e di 20189,1 (corrispondente a 56,08 per un grado di meridiano) espressi in miglia arabe (1 miglio arabo = 4000 braccia nere dell'Iraq di 24 dita = 1973,20 metri) utilizzando il suo metodo trigonometrico dell'osservazione della depressione dell'orizzonte.

Descrisse tale lavoro in *Istikhrāj qadr al-arḍ bi raṣad inḥiṭāṭ al-ufuq 'an qulal al-jibāl* (Calcolo della "quantità" della [circonferenza] della Terra osservando la depressione dell'orizzonte da sopra le cime delle montagne) noto come il *metodo di Biruni*. Inoltre, nello scritto *Tashīl al-taṣḥīḥ al-aṣṭurlābī* (Come facilitare la correzione astrolabica) indica un altro metodo basato sull'utilizzo di un astrolabio. Questa determinazione con l'applicazione del suo nuovo metodo aveva lo scopo di verificare l'esattezza dei calcoli effettuati dagli studiosi di al-Ma'mūn inviati nella pianura di Sinjar nei pressi di Mosul nel 827 per la misura un grado di latitudine, per il quale ottennero un valore di 56 2/3 miglia arabe.

Il risultato ottenuto da al-Biruni, ricavato con l'altezza della collina di 652 1/20 braccia e un angolo di depressione di 34', confermò la bontà dei lavori effettuati dagli astronomi del califfo abbaside, in *Al-qānūn al-Mas'udī* scrisse: *"Tale risultato avvicinandosi a quello degli astronomi di al-Ma'mùn, coincidendo perfino con esso, il cuore se ne tranquillizza e noi ce ne serviamo; giacché i loro strumenti avevano maggior precisione ed essi misero più cura per ottenere ciò in modo esatto."*

Il *metodo di Biruni* consiste nella misurazione dell'angolo di depressione dell'orizzonte **α** effettuata dalla cima di una collina o montagna di nota (o misurata) elevazione **h**. Per la procedura fece uso anche dell'algebra e utilizzò l'astrolabio quale strumento per la misura degli angoli.

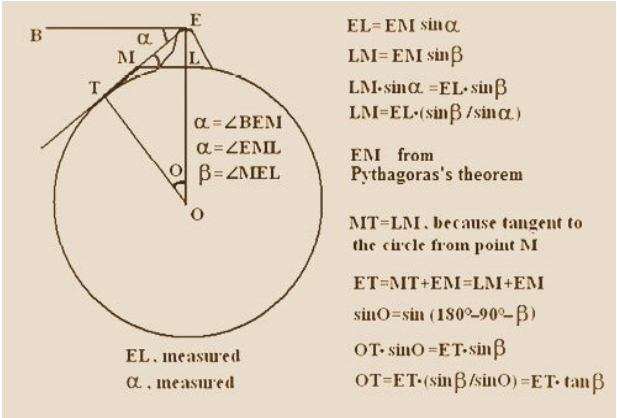


Fig. 4 - Schema del *metodo di Biruni* tratto dal lavoro di Sparavigna indicato in bibliografia. Originariamente, per la misura dell'altezza della montagna, al-Biruni utilizzò una *tavola quadrata graduata* quale strumento per la difficile misura di un angolo molto piccolo. Fu solo nel X secolo d.C. che Abū Ṣaqr al-Qabīṣī nell'opera *Sulla determinazione dell'altezza delle montagne* fornì un procedimento più preciso e flessibile per la variabilità della distanza **d** tra i due punti di stazione da cui si osserva la cima della montagna. Mentre il metodo trigonometrico fu suggerito, rispetto a quello astronomico, dall'astronomo, alla corte del califfo abbaside al-Ma'mūn, Abū al-Tayyib Sanad ibn Ali al-Yahudi (Sind ibn Ali) (?-864).

In particolare, il metodo necessita la misura di quattro valori, due angolari β_1 β_2 e uno lineare **d**, per il calcolo dell'altezza **h** della montagna e dell'angolo di depressione **α** per ricavare il raggio terrestre **R**. Si consideri che il valore dell'angolo **α** è molto piccolo: per altezze fino a 2000 metri esso risulta inferiore a 1° 30' (= 90 primi d'arco).

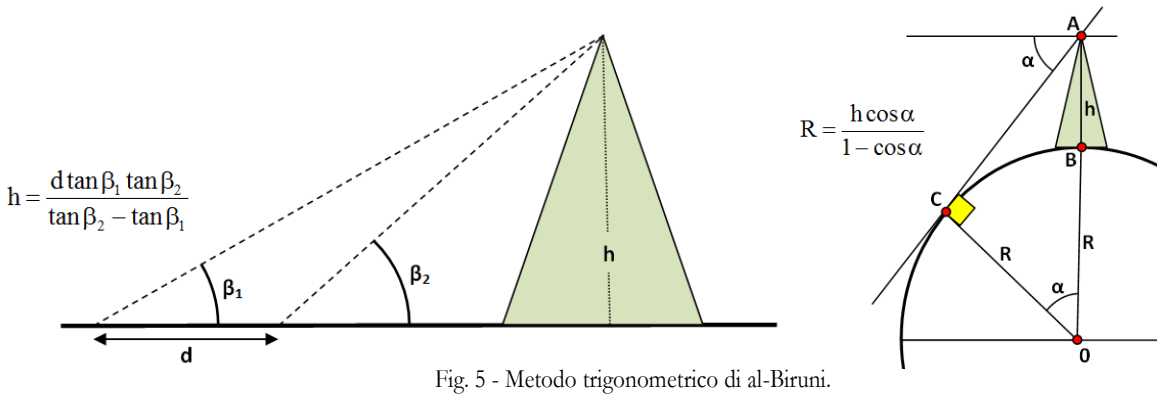


Fig. 5 - Metodo trigonometrico di al-Biruni.

Bisogna, inoltre, tenere conto del fenomeno della rifrazione geodetica in quanto gli strati dell'atmosfera, soggetti alle variazioni di temperatura e pressione, attraversati dalla visuale fanno sì che l'altezza apparente di un oggetto sia maggiore di quella reale. Per un calcolo approssimato del coefficiente di rifrazione geodetica, oggi, possiamo utilizzare la seguente relazione fornita dal geodeta Enrico Pucci (1848-1891) nel 1883:

$$K_0 = (87600 + 2d_0 - 23h)10^{-6}$$

dove d_0, in questo caso, si può considerare la distanza dell'orizzonte geometrico (tra la cima della montagna e l'orizzonte) calcolabile con

$$d_0 = \sqrt{2Rh + h^2}$$

dove R è il raggio di una Terra sferica di 6371000 metri, mentre h è l'altezza della montagna. Pertanto il valore dell'angolo di depressione α misurato potrà essere corretto per la rifrazione geodetica ottenendo un valore più vicino a quello reale, mediante:

$$\alpha_r = \alpha(1 - K_0)$$

Tra i suoi scritti, oltre a quelli in precedenza citati, si menzionano anche:
- *Rāshīkāt al-Hind* (Le regole indiane delle proporzioni),
- *Istikhrāj al-ki āb* (Calcolo dei cubi), Istikhraj al-awtār (Calcolo delle corde),
- *Manṣūbāt al-ḍarb* (I metodi di moltiplicazione),
- *Kitāb maqālīd'ilm al-hay'a* (Libro delle chiavi dell'astronomia),
- *Ifrād al-maqāl fī amr al-ẓilāl* (Individuazione dei propositi sulla questione delle ombre),
- *Kitāb fī Istī'āb al-wujūh al-mumkina fī ṣan'at al-asturlāb* (Libro sulla piena comprensione dei modi possibili di costruire l'astrolabio),
- *Risāla fī at-tatrīq ilā isti'māl funūn al-aṣturlāb* (Epistola sui modi di utilizzazione delle tecniche dell'astrolabio),
- *Taqasīm al-aqālīm* (Divisione dei climi),
- *Ta'yīn al-balad min al-'arḍ wa al-ṭūl kilāhumā* (La determinazione della latitudine e della longitudine delle città),
- *Tashīḥ al-tūl wa al-'ard li masākin al-ma'mūr min al-arḍ* (Correzione delle longitudini e latitudini come per le zone abitate della Terra),
- *Kitāb tasṭīḥ al-kora* (La proiezione piana della Terra),
- *Al-Jamāhir fī 'l-jawāhir* (Florilegio sulle pietre),
- *Kitāb al-ḥijār* (Mineralogia),
- *Kitāb al-ṣaydala fī l-ṭibb* (Libro della farmacopea in medicina),
- *Maqāla fī'n-nisab allatī bayna al-filizzāt wa'l-jawāhir fī'l-ḥajm* (Discorso sulle relazioni tra i metalli e le pietre preziose [dal punto di vista] del volume).

Fig. 6 - *(Da sin a dx)* Emissioni filateliche in occasione del millenario della nascita di al-Biruni:
- dell'Afghanistan [Michel Catalogue 1137],
- dell'Iran [Michel Catalogue 1649],
- del Pakistan [Michel Catalogue 361] dove è raffigurato il luogo (una collina a lat. 32° 43' 37" N, long. 73° 13' 48" E avente una quota di circa 420 metri sul l.m.m.) nei pressi del forte di Nandana nel Punjad pakistano (oggi rudere) luogo in cui al-Biruni effettuò la misurazione delle dimensioni della Terra,
- della Siria [Michel Catalogue 1259],
- della Turchia [Michel Catalogue 2294],
- dell'Unione Sovietica del 1973 [Michel Catalogue 4142],
- dell'Egitto del 1975 [Michel Catalogue 1210].

Un cratere d'impatto selenico (latitudine 18,1° nord, longitudine 92,6° est e 80,4 chilometri di diametro) nella parte settentrionale del *Mare Marginis* sul bordo orientale della faccia visibile della Luna e l'asteroide della fascia principale fra le orbite di Marte e Giove, *9936 Al-Biruni* (1986 PN4 - M.P.C. 60728), scoperto l'8 agosto 1986 dagli astronomi Eric Walter Elst e Violeta G. Ivanova dal Bulgarian National Astronomical Observatory *Rozhen* (Smolyan), sono a lui dedicati. Anche la nuova struttura ospitante la biblioteca, di recente inaugurazione (15 marzo 2018), nella capitale dell'Uzbekistan di Tashkent è a lui consacrata.

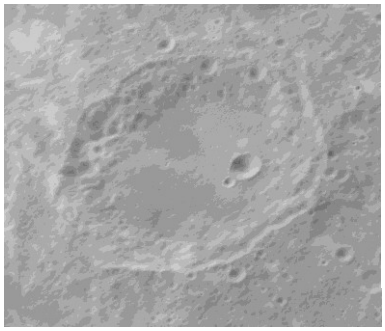


Fig. 7 - Il cratere di impatto lunare *Al-Biruni*, il più grande del *Mare Marginis*, fotografato dall'Apollo 16 (lanciato il 16 aprile 1972 e rientrato sulla Terra il 27 aprile 1972)

Fig. 8 - Il doodle (*scarabocchio*) che Google ha dedicato ad al-Biruni nel settembre 2012 in occasione dell'anniversario della nascita

Un film biografico dal titolo *Abū Raykhan Beruni* del regista uzbeco Shukhrat Abbasov (1931-2018) fu realizzato nel 1974 dall'Unione Sovietica. Il film fu trasmesso in Italia con il titolo *Stanza rossa del potere* l'anno successivo.

Per saperne di più:

- www.albiruni.nl sito di Jan Pieter Hogendijk
- al-Biruni, *L'arte dell'astrologia. Il più completo trattato di astrologia della cultura islamica*, a cura di G. Bezza, Mimesis, Milano 2008
- Mazzucato M.T. , *Il problema dei fari*, Atti della Fondazione Giorgio Ronchi, n. 5/2017, pp. 609-624
- Nallino C.A. , *Il valore metrico del grado di meridiano secondo i geografi arabi,* Cosmos, vol. XI, 1892-1893, fasc. I-IV, pp. 1-41
- Palladino F., Sicoli S. , *Angoli linee stelle. Origini e sviluppo della trigonometria*, Aracne, Roma 2004
- Pucci E., *Fondamenti di geodesia*, vol. 1 del 1883, cap. 6, p. 242
- Sparavigna A.C., *Al-Biruni and the Mathematical Geography*, PHILICA, Article number 443

Il quarto libro di
"La Gnomonica con riga e compasso"

Alessandro Gunella regala ai lettori di Orologi Solari il quarto Libro de "La gnomonica con riga e compasso", dove con il suo inconfondibile approccio geometrico, affronta e illustra novità e varianti, in parte già proposte anche su questa Rivista, da lui studiate negli anni più recenti.

Redazione di Orologi Solari (redazione@orologisolari.eu)

I primi tre libri di questa importante e forse poco cosciuta opera di Alessandro Gunella, "La Gnomonica con riga e compasso", sono stati pubblicati come *Bonus* nei numeri 2, 3 e 4 di Orologi Solari, dono dell'Autore per battezzare, o quasi, l'avvio della nostra Rivista.

Un nuovo contributo arriva oggi, corredato dalle seguenti note dell'Autore.

Nel periodo in cui costruivo i primi tre Libri, i metodi analitici, già noti in parte alla fine del 16° secolo, e raffinati nei secoli successivi da vari Autori, ma trascurati dalla maggioranza degli gnomonisti perché un poco noiosi, stavano prendendo il sopravvento sui metodi geometrici. Quindi il vero inizio del sopravvento dei metodi analitici era dell'ordine di una quarantina d'anni, o giù di lì, con l'apparizione delle prime calcolatrici tascabili, che permettevano, ad esempio, di evitare l'uso dei logaritmi.

Poi il Computer si è messo di mezzo, e gli Orologi Solari, da giocattolo geometrico, si sono trasformati in giocattolo di programmazione sulla base del calcolo analitico, con Geometria illustrativa e calcoli vari sul grado di approssimazione ecc.. Si aggiunga che anche l'Astronomo ci si è messo di mezzo. (nel '600 era l'Astrologo…)

Andiamoci piano: se uno vuole capire come funziona questo strumento o giocattolo che sia, deve prima farsi una idea dei "meccanismi"; deve capire il trucco. Quindi la Geometria di base non è del tutto inutile. Se poi uno cerca di "inventare" qualcosa di nuovo, deve prima immaginare la figura e le sue varianti, il che è Geometria, e solo successivamente applicherà l'Analisi Matematica, se proprio vuole.

E quindi ho scoperto che qualche lettore, i miei tre Libri l'hanno avuto: uno mi ha pure scritto che i miei tre libri erano una "miniera"…

Il Quarto Libro è quindi una mia ***insistenza*** *nel voler vedere il lato geometrico dei problemi, con la illustrazione delle varianti che in questi ultimi anni ho trovato (e in parte già pubblicato con articoli su questa Rivista) e inserito nel nuovo libro, ritenendole tali da destare qualche ulteriore interesse rispetto al contenuto di quelli precedenti.*

Nella prefazione ho precisato che questo testo (come del resto anche i primi tre Libri) è una raccolta di metodi ideati da altri (che a loro volta…). Nihil sub Sole novi.

Di mio ho solo cercato di dare una minima impronta personale alle sequenze illustrative, e un minimo di ordine nella esposizione.

La "miniera" vi attende.

Ricordiamo che l'Autore si è interessato in questi anni della traduzione e dei confronti di testi cinque-seicenteschi, relativamente indigesti a suo dire, ma a nostro avviso quasi certamente impossibili da affrontare ai più, che abbiamo ripetutamente e orgogliosamente presentato nella nostra Rivista.

L'Autore ha avuto l'occasione di individuare, con queste letture, nuove particolarità e metodi geometrici ingegnosi, meritevoli di un ricordo, di una citazione, di nuove riflessioni, che ha voluto raccogliere in questo nuovo Libro, per recuperare, con le sue parole … *quello che non ho fatto in tempo a mettere negli altri tre libri.*

Nella sua introduzione l'Autore infatti ancora precisa:

Ho deciso di provvedere alla redazione di una quarta parte del testo "La Gnomonica con riga e compasso", perché mi spiaceva di avere tralasciato alcuni argomenti più o meno rilevanti, di cui ho chiarito i particolari solo recentemente, o di cui ho avuto occasione di interessarmi…

L'argomento di cui trattiamo da un paio di migliaia di anni o forse più, è sostanzialmente uno e uno solo: la proiezione dei raggi solari attraverso un punto.

Ma i punti di vista di chi si interessa dell'argomento sono molti e diversi; a volte l'originalità della trattazione, o la costruzione di strumenti particolari, sono utili in situazioni connesse ad esempio con il recupero di antichi quadranti, o con lo studio di reperti archeologici. O sono semplicemente piacevoli varianti. Si sono trovate anche soluzioni geometriche ingegnose, per non dire sorprendenti, di semplici problemi costruttivi. Elencarle ed esporle può essere un diversivo rispetto a problemi più complessi. Il lettore può ovviamente trascurarle, considerandole giocattoli inutili ai fini della tecnica costruttiva consolidata dagli anni e dai programmi del suo computer… Ma, allora, lo si può considerare "lettore"?

In sostanza, questo quarto libro non si scosta dal contenuto degli altri tre, e comprende capitoli poco sostanziosi, ma scorrevoli, e capitoli di peso rilevante che richiedono una certa pazienza e assiduità. E comunque non sono essenziali per costruire gli Orologi Solari. Mi accorgo di aver dato molto peso, in parecchi argomenti, alle proprietà della proiezione polare, e forse ci sarà chi non la sopporta. Pazienza. Ci sono anche delle ripetizioni, che però permettono al lettore di non ricorrere continuamente ai tre libri precedenti…. Ho cercato di rendere meno complicato quello che a volte lo è. Ma non è detto che ci sia riuscito. Devo ammettere che l'origine di questa "sensazione di argomento complicato" è dovuta in parte alle MIE carenze nello studio della Geometria. I libri di Euclide sarebbero la base, ma a volte ce lo dimentichiamo. Chi ha pazienza, provi a leggere. Inutile chiedere la collaborazione di chi pazienza non ha.

SPHERA CAELI DUODENIS SIGNIS CIRCUMVOLVITUR
EXORNATA MIRE TANTIS CANDIDIS SIDERIBUS
QUIBUS NOMINA DEDERE FABULAE GENTILIUM.
MIRA PRORSUS PAGANORUM ET SAEVA DEMENTIA,
QUI IN CAELO TRANSULERUNT TAM DIVERSAS BESTIAS
CUM OLIMPO CONSTAT ESSE ANGELORUM AGMINA.

La sfera celeste gira con dodici segni
mirabilmente adorna di tante candide costellazioni,
alle quali diedero il nome le favole dei gentili.
Strana e fiera veramente la pazzia dei pagani,
i quali posero in cielo bestie tanto diverse,
mentre è noto che nell'Olimpo stanno le schiere degli angeli.

L'immagine suggestiva che Gunella ha scelto per aprire il suo nuovo Libro (Wien, ÖNB, Cod. Ser. nova 2652, fol. 1v-2r) accompagnata dai versi che introducono un carme attribuito a Fra Pacifico da Verona.

Nella pagina seguente è riportato l'indice riassuntivo dell'intera opera. Gli indici dettagliati dei primi tre libri si trovano al fondo del Libro 3 e l'indice dettagliato del Libro 4 è al fondo di tale libro.

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

LA GNOMONICA CON RIGA E COMPASSO

LIBRO PRIMO - Nel quale si affrontano i problemi preliminari essenziali per la costruzione di un orologio solare con metodi grafici, in epoca di orologi elettronici

CAP. 1 - Il tempo e il Sole
CAP. 2 - Parametri - Coordinate
CAP. 3 - Gli orologi semplici
CAP. 4 - Come costruire un orologio su un muro verticale declinante
CAP. 5 - Le curve di declinazione - Il calendario nella meridiana
CAP. 6 - Le curve di declinazione - Altre idee
CAP. 7 - L'Analemma
CAP. 8 - Quadranti su superficie piana inclinata

LIBRO SECONDO - Nel quale si illustrano gli orologi ed i quadranti usati in passato, con particolare occhio all'orologio italico, ma senza trascurare gli altri

CAP. 1 - Meridiane italiche - Il metodo "Principe"
CAP. 2 - Meridiane italiche - L'evoluzione ottocentesca
CAP. 3 - Meridiane italiche - Varianti grafiche - Curiosità
CAP. 4 - Le ore ineguali - Ore Ineguali, Antiche, Temporali, Giudaiche, Canoniche, ecc…
CAP. 5 - I diagrammi "inutili" degli orologi solari - Azimut, Almicantarat, orologi geografici, ecc…
CAP. 6 - Tracciamento degli orologi solari per proiezione (Con digressioni a fine capitolo)
CAP. 7 - Orologi portatili su superficie sferica cava

LIBRO TERZO - Nel quale si affronta una miscellanea di argomenti - Prevale il desiderio di nuove conoscenze

CAP. 1 - Meridiane moderne - Ora locale, ora di fuso, ora media
CAP. 2 - Gli orologi d'Altezza
CAP. 3 - La ricerca dell'orientamento di una parete - Varianti varie
CAP. 4 - I "Giocattoli"
CAP. 5 - La Bifilare
CAP. 6 - Un quadrante d'altezza dimenticato: l'Astrolabio polare
CAP. 7 - Altri Astrolabi: La Saphea o Astrolabium Catholicum, Oughtred, ecc…
CAP. 8 - Analemmatico e famiglia
CAP. 9 - Manipolazioni tridimensionali
CAP. 10 - Gli Ascendenti, le Stelle e la Luna
CAP. 11 - Rifrazione e Riflessione- Ombre
COMMIATO
Indice dei primi tre libri

LIBRO QUARTO - Quello che non ho fatto in tempo a mettere negli altri tre libri

CAP. 1 - Ulteriori ampliamenti dell'argomento. Varianti, Proprietà particolari, Osservazioni e Note
CAP. 2 - Altri metodi eminentemente grafici per costruire gli orologi solari
CAP. 3 - Due problemi che coinvolgono la proiettività tra fasci di rette (Rette Coniugate)
CAP. 4 - Ancora sugli orologi d'Altezza, tra cui un altro modo di trattare gli orologi italici, in tempi in cui tali orologi non erano più in uso
CAP. 5 - Una deviazione dalla retta via? No. I triangoli sferici sono pane quotidiano per chi si interessa di gnomonica dal punto di vista matematico. Qui ci occupiamo di Clavio.
CAP. 6 - Applicazioni varie dell'Analemma. (Ad integrazione dei capitoli 7° e 8° del Primo libro)
CAP. 7 - Tentativo di introduzione di metodi grafici per spiegare criteri costruttivi di strumenti realizzati da terzi
CAP. 8 - Ancora tentativi di introduzione di metodi grafici. Orologi che si scostano da temi considerati usuali perché più frequenti
CAP. 9 - Matelica e Prosymna
CAP. 10 - Qualche integrazione alle cosiddette "Dialling scales" già illustrate nel Cap. 4° del Libro 3°
CAP. 11 - Il solito Clavio, per finire
Indice libro quarto

Storia di un mancato complesso gnomonico dedicato ad Angelo Secchi

Viene qui illustrata la proposta di un progetto gnomonico dedicato alla memoria di Padre Angelo Secchi S.J., elaborata dallo gnomonista Renzo Righi e dall'artista Maria Luisa Montanari, riguardante la torre radar cilindrica di Gattatico (RE). Purtroppo il progetto non ha avuto seguito ed al suo posto è stata realizzata un'opera dedicata ai sette fratelli Cervi, martiri della resistenza, la cui casa natale trasformata in museo si trova lì vicino.

di Renzo Righi (os.righi@virgilio.it)

Nel territorio comunale di Gattatico si trova l'abitazione dei fratelli Cervi (martiri della resistenza) ora sede di un museo che ne celebra il ricordo [1]. Gattatico si trova all'estremo nord occidentale della provincia di Reggio Emilia ed il capoluogo emiliano ha dato i natali in via Porta Brennone al civico 14, nel 1818, a Padre Angelo Secchi [2], Gesuita studioso di astronomia, gnomonista, meteorologo e fondatore della spettroscopia astronomica. Fu direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano [3] e si occupò altresì della costituzione del primo Meridiano di Roma che divenne in seguito il primo meridiano di riferimento per l'ora del Regno d'Italia.

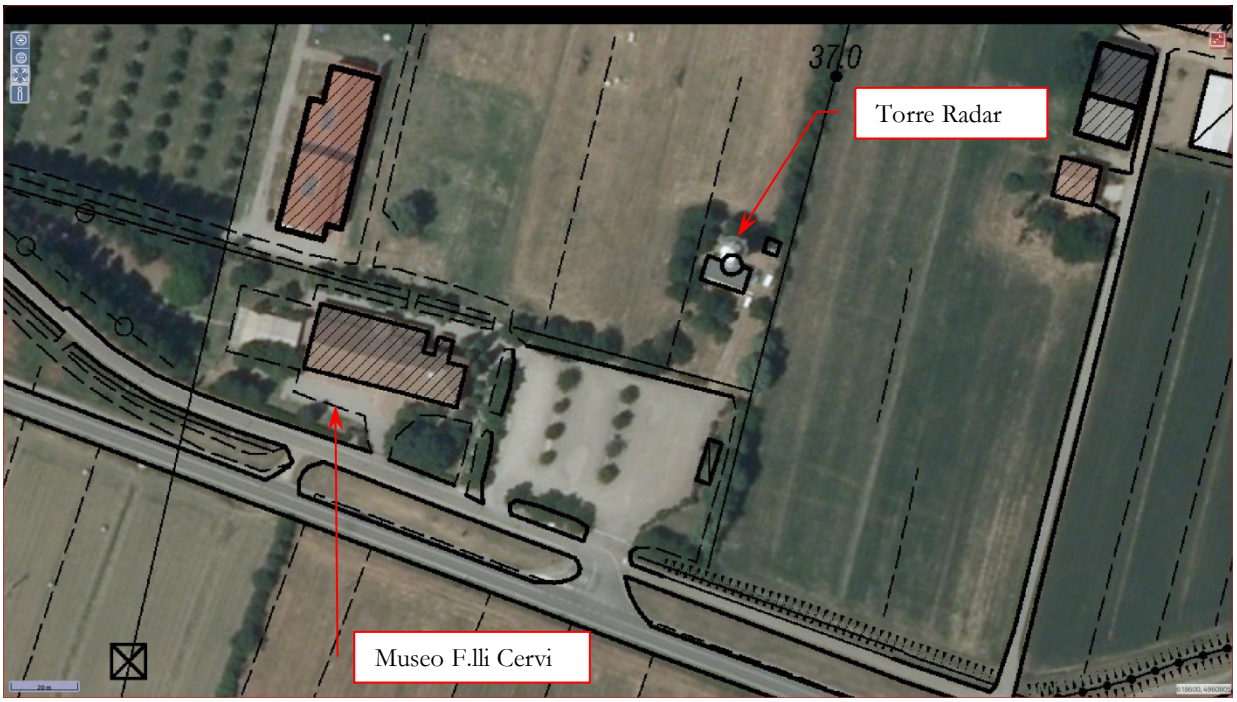


Fig. 1 – Estratto di mappa dalla CTR (Cartografia Tecnica Regionale) della regione Emilia-Romagna

Nei pressi del Museo dei fratelli Cervi (Fig. 1) si trova uno dei due radar doppler e polarimetrici della regione Emilia-Romagna che servono a monitorare le precipitazioni in tempo reale di tutto il territorio regionale. Esso è installato su una torre cilindrica gestita da ARPAE Emilia Romagna [4]. Questo strumento può essere considerato come la

naturale evoluzione del Meteorografo [5] inventato da Padre Angelo Secchi, per il quale gli fu conferita la medaglia d'oro all'Esposizione di Parigi nel 1867.

Il Meteorografo era uno strumento per la registrazione dei fenomeni atmosferici. Meteorografi furono acquistati da vari Osservatori del mondo dove hanno funzionato per decenni con regolarità e precisione. Angelo Secchi è anche per questo motivo unanimemente riconosciuto come il precursore della moderna meteorologia italiana, fondatore di una rete di Osservatori e autore di numerosi studi e pubblicazioni sulla fisica dell'atmosfera.

La tanta operosità non ha impedito però al nostro Gesuita di coltivare una passione marginale ma fondamentale per l'astronomia antica e per la storia della misura del tempo: la gnomonica, ovvero lo studio e la costruzione di orologi solari e meridiane.

Ubicazione e scelta del progetto qualificativo.

Il radar (identificato dalla sigla GAT) è gestito dall'azienda ARPA, ed è stato installato a Gattatico nella bassa reggiana a ridosso dell'Istituto Alcide Cervi: luogo di memoria, di ricerca e di cultura (Latitudine 44° 47' 27" N - Longitudine 10° 29' 54" E).

Dal desiderio dell'Istituto per una riqualificazione dell'area adiacente e dall'interesse di ARPA di qualificare maggiormente la struttura radar per eventuali visite guidate a scopo didattico, nasce la proposta del progetto "Torre del Tempo", ideato dallo scrivente assieme a Maria Luisa Montanari, artista di Cogruzzo - Castelnovo di Sotto (RE). La proposta cioè di associare ad un moderno strumento per la misura della variabilità del tempo atmosferico, il più antico strumento per la misura del tempo fisico: un orologio solare, collegando così due diverse grandezze che chiamiamo tempo, entrambe indissolubilmente legate alle vicende umane.

Gli orologi solari sono opere del passato tornate prepotentemente di moda, strumenti che mantengono intatto il fascino, la poesia e le potenzialità decorativa e didattica che sempre le hanno caratterizzate. Oggi nel mondo sono fra le opere maggiormente utilizzate nel campo dell'arredo urbano. Anche a Reggio Emilia, piccola capitale della misura del tempo, possiamo trovare meridiane in parchi, rotatorie e scuole (vari istituti scolastici sono attrezzati con orologi solari per l'insegnamento dell'astronomia di base).

Tale progetto ci riporta con la memoria ad Angelo Secchi, un Grande di Reggio Emilia.

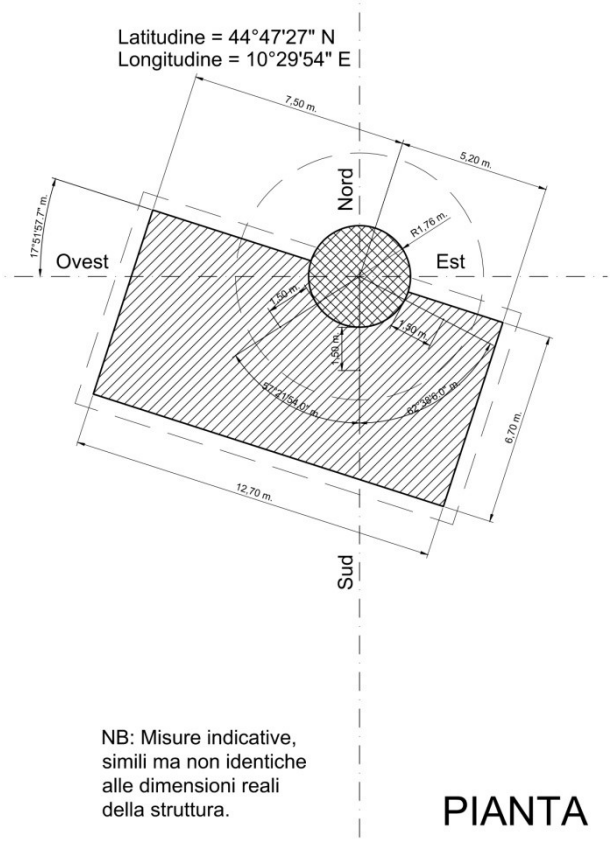


Fig. 2 – Dimensioni in pianta per studio di massima

Descrizione del progetto.

La scelta del progetto è stata dettata dal migliore compromesso possibile tra la soluzione tecnica più semplice e lo strumento più fruibile da parte di osservatori eterogenei. La geometria del quadrante consente la lettura in tempo vero locale (di Gattatico, che solo un orologio solare è in grado di dare) dalle 7 a.m. alle 17 p.m.; quindi, durante il periodo estivo, rispettivamente circa dalle 8.30 alle 18,30 in ore civili (ore segnate dagli orologi convenzionali).

La torre cilindrica (Fig. 2 – Fig. 3) ha una altezza di 20 m ed un raggio di 176 cm. Il gruppo gnomonico posizionato ad una altezza di 10 m occupa un area di circa 5.00 m in altezza e di circa 7.00 m in larghezza: misure adeguate per rispondere sia alle esigenze gnomoniche sia di visibilità.

Esso copre quindi una superficie pari al 17% circa dell'intera superficie cilindrica utile esterna. E' composto da tre orologi solari (Fig. 4):

- uno rivolto a Est che indica le ore del mattino sino alle 10

- uno rivolto a Ovest che indica le ore del pomeriggio dalle ore 14
- uno centrale rivolto a Sud che indica le ore dalle 11 alle 13.

L'indicatore di ciascun orologio solare è formato da una sfera di acciaio di 10 cm tenuta in posizione da altrettante barre di acciaio di 20 mm di diametro disposte parallelamente all'asse del cilindro e distanti radialmente dalla sua superficie 150 cm (lunghezza gnomone normale). Queste barre sono ancorate superiormente alle strutture portanti in acciaio del terrazzo di ispezione alla strumentazione radar ed inferiormente al tetto in calcestruzzo armato della cabina ai piedi della torre.

Mentre il punto gnomonico (la palla indicatrice) dell'orologio disposto a Sud si trova lungo il meridiano locale a 477 cm dalla superficie del terrazzo, gli altri due sono ruotati di un angolo di declinazione pari a 57° 21' 54" Ovest e di 62° 38' 06" Est rispetto alla direzione Sud e disposti a 372 cm dalla superficie del terrazzo.

Le demarcazioni orarie proposte sono linee posticce di adeguato materiale e con le campiture evidenziate da diversi colori per migliorare l'impatto visivo a distanza e quello decorativo.

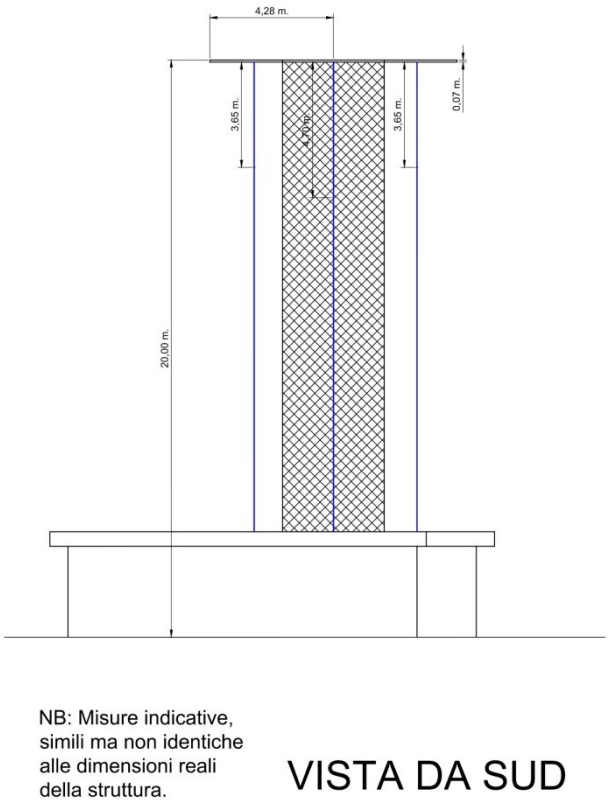


Fig. 3 – Dimensioni in elevazione per studio di massima

Tale disposizione è stata pensata in modo da avere le tre curve degli equinozi idealmente disposte lungo un percorso continuo. Sono indicate anche le linee dei due solstizi ovvero quello invernale e quello estivo. Il progetto prevede inoltre il posizionamento o la realizzazione dipinta di una tabella ad altezza d'occhio con le necessarie istruzioni per la lettura e per il confronto e passaggio dall'ora vera di Gattatico all'ora civile italiana.

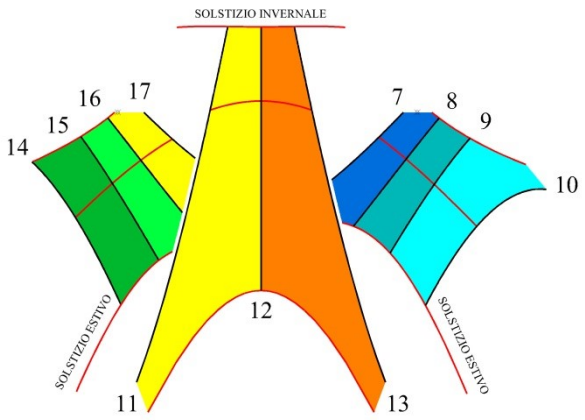


Fig. 4 – Sviluppo della superficie cilindrica del gruppo gnomonico composto da tre orologi solari

Il monumento mancato

Dopo la morte di Padre Angelo Secchi avvenuta a Roma nel febbraio del 1878, fu eletto a Reggio Emilia un Comitato per la raccolta di fondi per la costruzione di un monumento scientifico in grado di onorare la memoria del grande scienziato; fondi che nel 1897 raggiunsero la somma di 77.493,28 lire.

Dopo 30 anni di peripezie e incertezze il Comitato rinunciò all'ambizioso progetto e nel 1927 donò la somma di 184.500,81 lire all'Amministrazione Provinciale che si assunse l'impegno per la costruzione di un Osservatorio meteorologico-agrario. L'Amministrazione Provinciale dormirà sonni pesanti e così il capitale nel 1970 equivaleva a circa 900.000 lire.

Sono passati altri 40 anni ed il monumento al cui manifesto aderirono scienziati di tutto il mondo, il Papa, il Re, nobili e modesti cittadini, si è dissolto tra le nebbie della pianura padana.

Anche questa proposta (Fig. 5) è purtroppo caduta nel vuoto. Si è scelto, forse anche data la vicinanza con il museo dedicato ai fratelli Cervi, di onorarli ponendo sulla torre cilindrica dei medaglioni raffiguranti i volti delle resistenze di ieri e di oggi (per un totale di 45 soggetti dipinti): Papà Cervi e Mamma Cervi, i fratelli Cervi, Quarto Camurri, Sandro Pertini, Mahatma Gandhi, Peppino Impastato, Martin Luther King, Nelson Mandela, Harvey Milk, Margherita Hack,

Aung San Suu Kyi, Primo Levi, Lea Garofalo, Giuseppe Fenoglio, Jan Palach, Gino Strada, Don Andrea Gallo, Miriam Makeba, Malala Yousafzai, Maria Montessori, Zak de la Rocha, Giovanni Falcone, Gino Bartali, Capo Dieci Orsi, Tenzin Gyazo, Hayao Myiazaki, Rita Levi Montalcini, Madre Teresa di Calcutta, Dietrich Bonhoeffer, Nagib Mahfuz, Anna Politkoskaja, Sakineh Mohammadi Ashtiani, Wang Dan, John Lennon, Rosa Parks, Italo Calvino, Muhammad Ali, Henry Dunant. L'opera (Fig. 6) è stata realizzata nel 2013 dal Collettivo FX e commissionata dal Museo Cervi e Arpa in occasione delle celebrazioni del 70° anniversario della fucilazione dei fratelli Cervi e di Quarto Camurri.

Lo spazio c'era per dipingere entrambe le opere… pazienza. Il monumento a ricordo del Gesuita scienziato di Reggio-Emilia dovrà attendere ancora.

Questo articolo non intende criticare il monumento realizzato così come lo vediamo oggi, ma essere di stimolo a qualche *mecenate* per proporre nuove idee gnomoniche per un monumento dedicato allo scienziato Angelo Secchi.

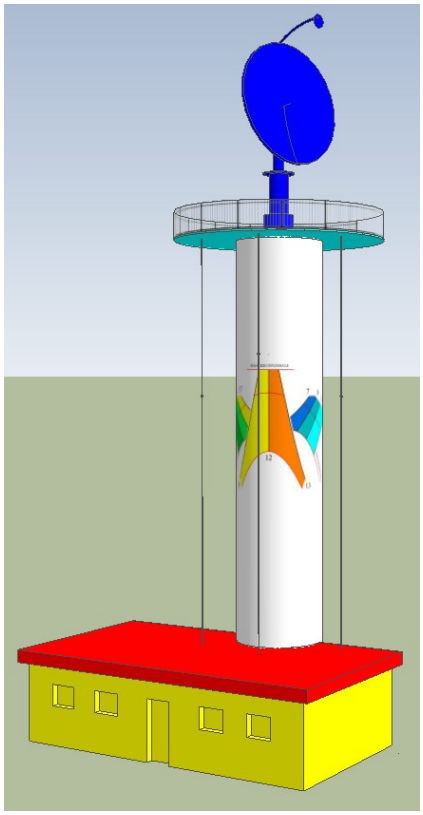


Fig. 5 – Modello 3D della proposta progettuale

Fig. 6 – Realizzazione del collettivo FX

Bibliografia

[1] Istituto Alcide Cervi, https://www.istitutocervi.it/

[2] Wikipedia, *Angelo Secchi*, https://it.wikipedia.org/wiki/Angelo_Secchi

[3] Wikipedia, *Collegio Romano*, https://it.wikipedia.org/wiki/Collegio_Romano

[4] ARPAE, *I radar meteorologici in Emilia-Romagna*, https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/scopri-di-piu/i-radar-meteorologici-in-emilia-romagna

[5] Google libri, "*Descrizione del Meteorografo dell'Osservatorio del Collegio Romano*", https://books.google.it/books?id=QzVWAAAAcAAJ

Tra i Bonus del corrente numero della rivista si trova una animazione prodotta con SketchUp da Luigi Massimo Ghia.

La ricollocazione di un orologio solare

L'autore mostra come con la trigonometria sferica si possano trovare tutti i parametri necessari a ricollocare un orologio solare in una località diversa da quella per cui è stato progettato, preservando la correttezza delle sue indicazioni, anche modificando il meridiano di riferimento.

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

Ricollocare un orologio solare significa spostarlo in un altro luogo impostando il nuovo orientamento in modo che le sue indicazioni continuino ad essere corrette.

Si può immaginare di preservarne le indicazioni trovando il modo di spostarlo parallelo a sé stesso, in questo modo, pur essendo in una località diversa, continuerebbe ad avere il medesimo orientamento verso il Sole. Se questo può facilmente configurarsi nella nostra immaginazione risulta più complesso trovare il nuovo orientamento che soddisfi questa ideale traslazione.

Un metodo efficiente per valutare questa operazione è il ricorso alla trigonometria sferica. Per quanto questa possa apparire ostica viene qui sintetizzata nella sua interpretazione grafica, fornendo anche le formule risultanti necessarie ad impostare il nuovo orientamento del quadrante.

Sulla sfera trigonometrica si può individuare il triangolo gnomonico che descrive l'orientamento di un orologio solare tramite i suoi vertici: N per il polo nord, Z per la località dove si trova l'orologio, O per rappresentare il suo orientamento (Fig. 1). L'arco NZ rappresenta il complemento a 90° della latitudine (φ - 90°). Se l'orologio fosse orizzontale, O coinciderebbe con Z poiché Z rappresenta l'orizzonte della località esaminata. Si è scelto la lettera Z perché è la direzione dello zenit del luogo dove si trova l'orologio, così come O è la direzione dell'ortostilo dell'orologio.

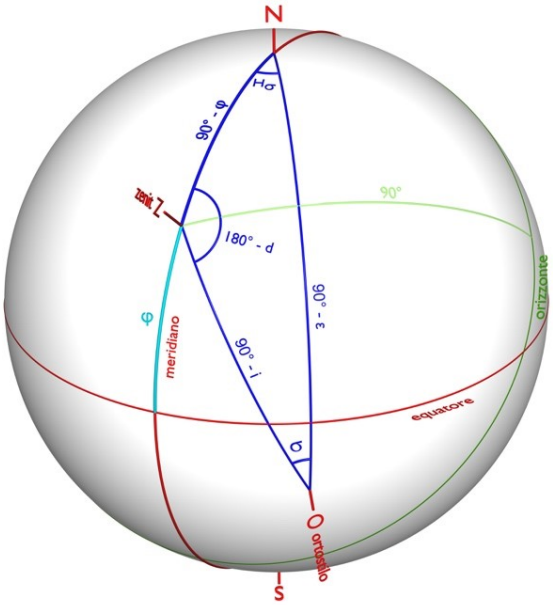


Figura 1- Il triangolo gnomonico NZO sulla sfera trigonometrica dove sono evidenziati gli angoli legati ai parametri ambientali (i, d e φ) e ai parametri gnomonici (σ, ε e Hσ).

Un quadrante genericamente orientato in Z può essere traslato parallelo a sé stesso fino a raggiungere una località dove risulti parallelo all'orizzonte e il suo ortostilo, indicato con O, punti allo zenit[1].

In questo modo si identifica la rappresentazione di un quadrante orientato sulla sfera trigonometrica.

Si definisce i l'inclinazione del quadrante, con valore di 0° per il quadrante verticale, aumentando fino a 90° per il quadrante orizzontale, con valori negativi per i quadranti reclinanti, ossia rivolti verso il basso (Fig. 2). Dare un'inclinazione diversa al quadrante orizzontale in Z significa spostare O da Z, spostamento che sarà pari alla variazione di inclinazione che si vuole eseguire. Per esempio OZ sarà un arco di 90° se si vuole raggiungere un orientamento verticale. Per quanto detto l'arco ZO corrisponde al complemento a 90° dell'inclinazione, ossia ZO= $90° - i$, infatti quando i due punti coincidono si ha ZO = 0° ottenendo $i = 90°$, come già definito per il quadrante orizzontale.

[1] Il punto O è noto anche come località equivalente o punto equivalente.

Analogamente il quadrante verticale si trova a 90° da Z, ossia OZ $= 90°$, ottenendo $i = 0°$.
Il quadrante diventa quindi reclinante per ZO> 90°, corrispondendo a valori di i negativi.
La variazione di inclinazione imposta al quadrante orizzontale in Z può essere eseguita in direzioni diverse. Per esempio il punto O distante 90° da Z e sullo stesso meridiano, verso sud, identifica il quadrante verticale diretto, con declinazione $d = 0$. Ne segue che l'angolo NZO rappresenta il complemento a 180° della declinazione d del quadrante, indicando la direzione verso cui viene 'alzato' il quadrante orizzontale. La declinazione d varia da $-180°$ a $+180°$, è misurata da sud con valori positivi verso ovest.
I punti O che rappresentano i quadranti verticali con tutte le possibili declinazioni si trovano su una circonferenza della sfera trigonometrica con polo in Z, cioè tutti distanti 90° da Z, coincidente con l'orizzonte.

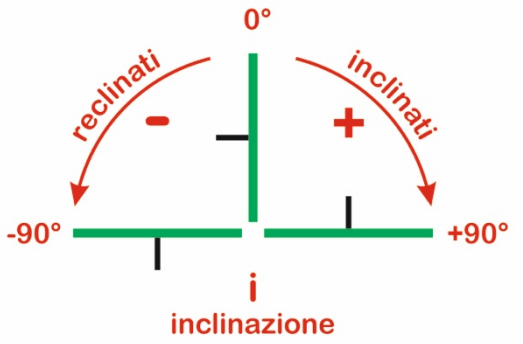


Figura 2 - L'inclinazione i del quadrante assegna 0° all'orientamento verticale con valori crescenti positivi sino all'orientamento orizzontale di 90°. I valori negativi corrispondono ai quadranti reclinanti.

Il punto O rappresenta quindi l'orientamento di un quadrante in Z, espresso tramite gli angoli ZO e NZO legati all'inclinazione i e alla declinazione d e il triangolo gnomonico NZO contiene i tre parametri 'ambientali' che definiscono un orologio solare: la latitudine e il suo orientamento.

Passiamo quindi ad analizzare i tre angoli rimanenti. L'arco NO rappresenta il complemento a 90° dell'elevazione ε dello stilo polare. Se O coincidesse con N, l'elevazione varrebbe 90° poiché l'ortostilo coinciderebbe con lo stilo polare. Allontanando O da N l'elevazione diminuisce dell'arco NO, in questo modo legando questo arco con l'elevazione dello stilo polare, ossia NO $= 90° - \varepsilon$. I valori positivi di ε indicano che lo stilo polare punta verso il polo nord celeste, verso quello sud con valori negativi. Nell'emisfero boreale ciò si traduce in uno stilo polare diretto verso l'alto per valori positivi, verso il basso per quelli negativi, ribaltando i segni nell'emisfero australe. Per NO = 90°, ossia per elevazione nulla, l'asse polare risulta parallelo al quadrante, identificando i quadranti 'polari' con i punti della circonferenza con polo N, ossia con O sull'equatore. Poiché l'arco ZO rappresenta la direzione verso cui si 'alza' il quadrante orizzontale, questa direzione rappresenta quella che sul quadrante è la linea di massima pendenza.
Analogamente l'arco NO è la direzione verso cui si 'abbassa' lo stilo polare sul quadrante, ossia rappresenta la direzione della sustilare sul quadrante. Ne segue che l'angolo ZON rappresenta l'angolo sustilare σ, l'angolo compreso fra linea di massima pendenza e la linea sustilare, fondamentale per la progettazione di un orologio solare. L'angolo σ è inteso positivo in senso antiorario.
Infine si consideri che il meridiano passante per Z rappresenta il meridiano dove si trova il Sole a mezzodì, quello passante per O è invece il meridiano dove si trova il Sole quando proietta l'ombra sulla sustilare, ossia ZNO è l'angolo orario della sustilare Hσ, o ora sustilare, positivo nel pomeriggio.
Si ricorda che gli angoli che rappresentano un intervallo di tempo sono legati alla corrispondenza di 15° ad un'ora, quindi le espressioni angolari sono facilmente convertibili in indicazioni orarie.
Inquadrati tutti e sei gli angoli del triangolo gnomonico possiamo elaborare le formule che permettono di passare dai parametri ambientali a quelli gnomonici, poiché dati tre angoli di un triangolo sferico si possono calcolare i tre incogniti, ossia i tre parametri che definiscono la geometria di un orologio solare: l'elevazione ε, l'angolo sustilare σ e l'ora sustilare Hσ.

$$\sin(\epsilon) = \sin(\varphi)\cdot\sin(i) - \cos(\varphi)\cdot\cos(i)\cdot\cos(d)$$

$$\sin(\sigma) = \frac{\cos(\varphi)\cdot\sin(d)}{\cos(\epsilon)}$$

1) $$\cos(\sigma) = \frac{\sin(\varphi) - \sin(\epsilon)\cdot\sin(i)}{\cos(\epsilon)\cdot\cos(i)}$$

$$\sin(H_\sigma) = \frac{\cos(i)\cdot\sin(d)}{\cos(\epsilon)}$$

$$cos(H_\sigma) = \frac{\sin(i) - \sin(\varphi)\cdot\sin(\epsilon)}{\cos(\varphi)\cdot\cos(\epsilon)}$$

La formula per il calcolo di ϵ è espressa tramite un seno e quindi comprende qualunque valore fra -90° è + 90°, come previsto per l'elevazione, mentre per il calcolo di σ e Hσ sono mostrate le formule legate al seno e al coseno per ricavarne correttamente il valore e il segno.

Questa introduzione, oltre a fissare la geometria delle variabili in gioco, permette di proseguire ad esaminare il problema della ricollocazione di un orologio solare tramite la sfera trigonometrica.

Consideriamo una nuova località Z_2 distinta da Z per una differente latitudine φ_2 e con una differenza di longitudine pari a λ_2 (Fig. 3), con valori positivi di λ verso est.

Affermare che si vuole trasportare fisicamente l'orologio in modo che il quadrante rimanga parallelo a sé stesso significa che O deve continuare a rappresentare il quadrante anche in Z_2, definendo così il nuovo triangolo gnomonico NZ_2O.

Essendo rimasto invariato l'arco NO, si conferma che lo è pure l'elevazione dello stilo polare, condizione essenziale per evitare che le linee orarie cambino la loro distribuzione geometrica.

Ciò che cambia è invece l'angolo sustilare σ_2, ossia NOZ_2, e l'ora sustilare $H\sigma_2$, ossia ONZ_2.

La nuova ora sustilare $H\sigma_2$ è differente dalla precedente ora sustilare Hσ, di conseguenza anche gli indici orari di tutte le linee orarie, rivelando che la traslazione immaginata per conservare le indicazioni dell'orologio in realtà è fallace.

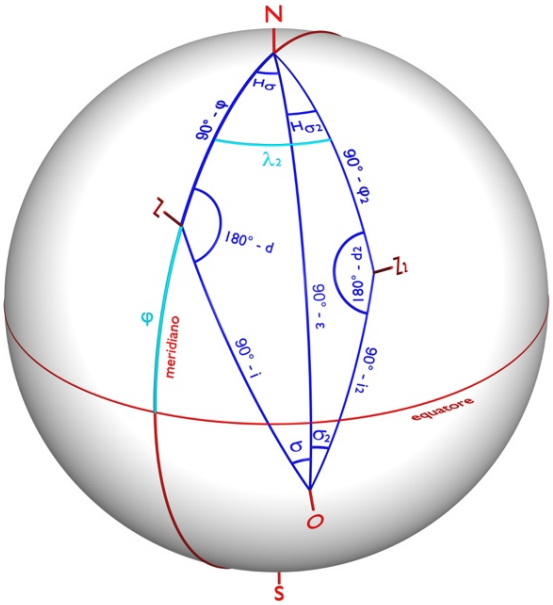


Figura 3 - I triangoli gnomonici NZO e NZ_2O con le due località, Z e Z_2, che fanno riferimento ad un quadrante che mantiene lo stesso orientamento verso il Sole, ossia che è stato trasportato da Z a Z_2 parallelo a sé stesso. In questo esempio sono positivi $H\sigma_2$, λ_2, σ_2 e d_2, sono negativi Hσ, σ e d.

Si ricorda che le linee orarie formano un angolo τ con la linea sustilare e definiscono gli angoli orari T, H e Hσ (Fig. 4) tali che:

$$T = H_\sigma - H \qquad (2)$$
$$\tan(\tau) = \sin(\epsilon) \cdot \tan(T)$$

dove T è l'angolo orario gnomonico, relativo all'ora sustilare Hσ, ossia T è la differenza fra l'angolo orario astronomico H, relativo a mezzodì, e l'ora sustilare Hσ. Cambiando il valore di Hσ le linee orarie fornirebbero indicazioni errate.

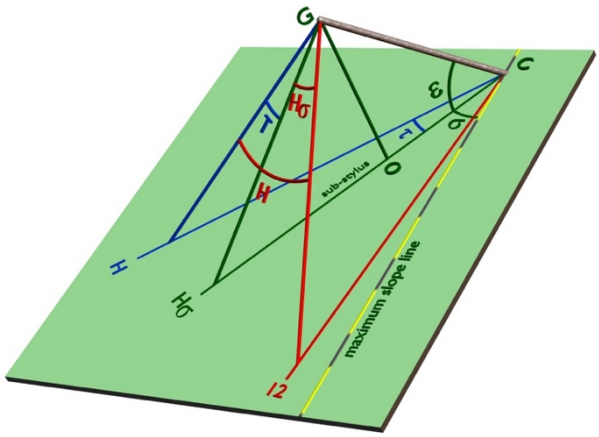


Figura 4 - Quadrante con un orientamento generico in cui sono evidenziati i principali angoli gnomonici. La linea del mezzodì coincide con la linea di massima pendenza nei quadranti verticali e orizzontale ma è differente nei quadranti inclinati e declinanti. In questo esempio (emisfero boreale) sono positivi H, Hσ, ε e τ, sono negativi T e σ.

Si può argomentare che un quadrante può conservare la stessa elevazione dello stilo eseguendo delle rotazioni imperniate su di esso, così facendo si provoca un cambiamento nell'angolo sustilare e nella sua ora corrispondente (vedi anche Fig. 10).

Sulla sfera trigonometrica i punti On dove un quadrante conserva l'elevazione dello stilo polare si identificano con un circolo con polo in N, tutti distanti un arco pari a NO (Fig. 5). Fra i punti di questo circolo si può identificare O_2 tale che si conservi lo stesso angolo ZNO, ossia imponendo Z_2NO_2 = ZNO e quindi mantenendo inalterata l'ora sustilare $H\sigma_2$, con ciò mantenendo gli angoli τ che le linee orarie formano con la linea sustilare.

Se l'impostazione di O_2 permette di conservare i due parametri gnomonici, ε e Hσ, essenziali per permettere all'orologio di funzionare come in origine, nello stesso tempo rivela un diverso orientamento, i_2 e d_2, e angolo sustilare σ_2.

Mentre inclinazione i_2 e declinazione d_2 definiscono il nuovo orientamento, il nuovo angolo sustilare σ_2 suggerisce che tutto l'orologio debba ruotare nel piano del quadrante affinché fra la linea di massima pendenza e la sustilare si rispetti l'angolo σ_2. Questa rotazione porta lo stilo nella corretta posizione polare e, nel caso di un quadrante rettangolare, può generare una qualche perplessità poiché questo non avrà più una base parallela al piano dell'orizzonte.

Le perplessità istintive di questa operazione possono essere superate pensando ad un quadrante di forma rotonda dove a parità di orientamento della sua superficie, si possono immaginare delle rotazioni nel suo piano, ossia attorno al suo ortostilo. Questa rotazione è indispensabile per rispettare l'angolo σ_2 e per portare lo stilo polare nella corretta posizione (Fig. 6).

La trigonometria sferica permette quindi di calcolare σ_2, i_2 e d_2 noti φ_2, ε e $H\sigma$ del triangolo NZ_2O_2

mantenimento delle ore vere locali adattate alla nuova località

3)
$$\sin(i_2) = sin(\varphi_2) \cdot \sin(\epsilon) - \cos(\varphi_{2)} \cdot \cos(\epsilon) \cdot \cos(H_\sigma)$$
$$\sin(d_2) = \frac{\cos(\varepsilon) \cdot \sin(H_\sigma)}{\cos(i_2)}$$
$$cos(d_2) = \frac{sin(\varphi_2)sin(i_2) - \sin(\varepsilon)}{cos(\varphi_2) \cdot \cos(i_2)}$$
$$\sin(\sigma_2) = \frac{cos(\varphi_2) \cdot \sin(H_\sigma)}{\cos(i_2)}$$
$$cos(\sigma_2) = \frac{\sin(\varphi_2) - \sin(i_2) \cdot \sin(\epsilon)}{\cos(i_2) \cdot \cos(\epsilon)}$$

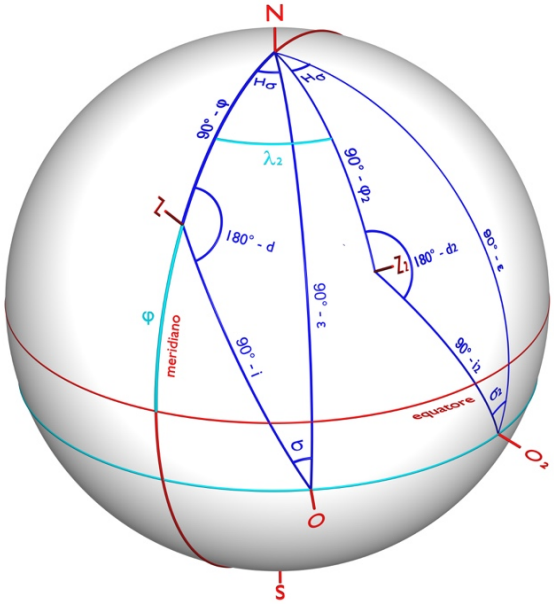


Figura 5 - I triangoli gnomonici NZO e NZ_2O_2 che fanno riferimento ad un quadrante che mantiene anche la stessa ora sustilare $H\sigma$. Se Z_2 avesse la stessa latitudine di Z i due triangoli sarebbero identici e quindi anche l'orientamento i e d, e l'angolo sustilare σ. In questo esempio è positivo λ_2, sono negativi $H\sigma$, σ, σ_2 e d.

Analogamente a quanto già espresso per la 1), la formula per il calcolo di i_2 è espressa tramite un seno e quindi comprende qualunque valore fra -90° è + 90°, come previsto per l'inclinazione, mentre per il calcolo di d_2 e σ_2 sono mostrate le formule legate al seno e al coseno per ricavarne correttamente il valore e il segno.

Si noti che la differenza di longitudine λ_2 fra le località Z e Z_2 non influenza questi calcoli poiché si è considerato un orologio che indica le ore vere locali in entrambe le località.

L'elevazione invariata preserva anche le curve di declinazione il cui sviluppo geometrico ha come asse di simmetria la linea sustilare ed equazioni dipendenti dall'elevazione dello stilo polare.

L'orologio ha così riacquistato la stessa operatività sebbene il nuovo orientamento e la nuova latitudine comportino una diversa illuminazione che può permettere nuove indicazioni orarie o comprometterne altre.

Se si fosse considerata la traslazione dell'orologio parallelo a sé stesso, ossia mantenendo l'orientamento O, il cambiamento dell'angolo sustilare $H\sigma_2$, come già analizzato, avrebbe cambiato le indicazioni delle linee orarie.

Dalla figura 3 possiamo evidenziare che:

4)
$$H_{\sigma 2} = H_\sigma + \lambda_2$$
$$H_{\sigma 2} - H_\sigma = \lambda_2$$

Riconsiderando le 2), si può dedurre che si è introdotta una discronia nelle indicazioni orarie, ossia una differenza con l'ora vera locale che essendo pari alla differenza di longitudine λ_2 fra Z e Z_2 comporta che l'orologio indichi le ore vere del luogo di provenienza.

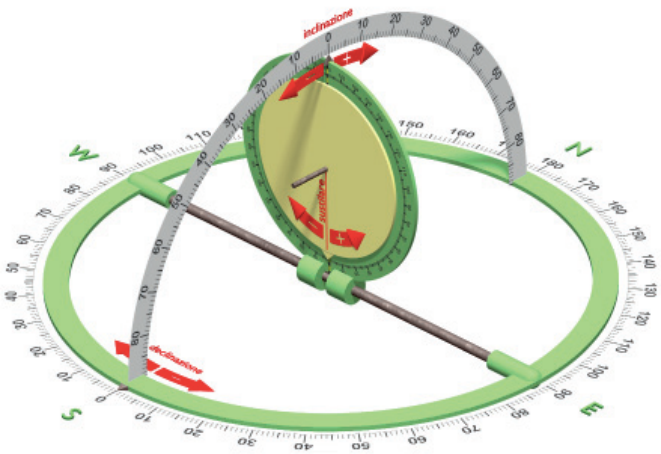


Figura 6 - Un orologio ricollocato in una nuova località richiede un nuovo orientamento determinato da i e d ma anche una rotazione del quadrante nel suo piano per impostare il nuovo angolo sustilare σ.

La traslazione dell'orologio parallelo a sé stesso ha quindi un significato di invarianza delle ore che continuano a far riferimento al meridiano di origine.
Anche per questo approccio si può calcolare l'orientamento e l'angolo sustilare

mantenimento delle ore vere locali
riferite alla località originale

$$\sin(i_2) = \sin(\varphi_2) \cdot \sin(\epsilon) + \cos(\varphi_2) \cdot \cos(\epsilon) \cdot \cos(H_\sigma + \lambda_2)$$

5)
$$sin(d_2) = \frac{\cos(\varepsilon) \cdot sin(H_\sigma + \lambda_2)}{\cos(i_2)}$$
$$\cos(d_2) = \frac{\sin(\varphi_2)\sin(i_2) - \sin(\varepsilon)}{\cos(\varphi_2) \cdot \cos(i_2)}$$
$$\sin(\sigma_2) = \frac{\cos(\varphi_2) \cdot sin(H_\sigma + \lambda_2)}{\cos(i_2)}$$
$$cos(\sigma_2) = \frac{sin(\varphi_2) - \sin(i_2) \cdot \sin(\epsilon)}{\cos(i_2) \cdot \cos(\epsilon)}$$

Se l'orologio indica le ore vere del fuso anziché le ore vere locali, condizione che vale anche per la presenza di eventuali lemniscate per l'ora media del fuso, si rende necessaria una ulteriore considerazione.
Posto che l'orologio in Z abbia una discronia Δλ, ossia Δλ sia la differenza fra l'ora vera del meridiano di riferimento m_H e l'ora vera locale in Z (Fig. 7), l'ora sustilare $H\sigma_2$ deve variare affinché le linee orarie abbiano una diversa discronia che le porti a riferirsi sempre allo stesso meridiano, ossia

6) $\Delta\lambda_2 = \Delta\lambda - \lambda_2$

impostando quindi

7) $H_\sigma + \Delta\lambda = H_{\sigma 2} + \Delta\lambda_2$

si ottiene

8) $Z_2NO_2 = H_{\sigma 2} = H_\sigma + \Delta\lambda_2$

La condizione espressa dalla 8) è identica a quella della 4), ne segue che le 5) valgono anche per le ore di un meridiano di riferimento, ossia con l'impostazione della Figura 3 si mantengono le indicazioni del meridiano di riferimento anche nella nuova località.

mantenimento delle ore di un meridiano di
riferimento adattate alla nuova località

vedi formule 5)

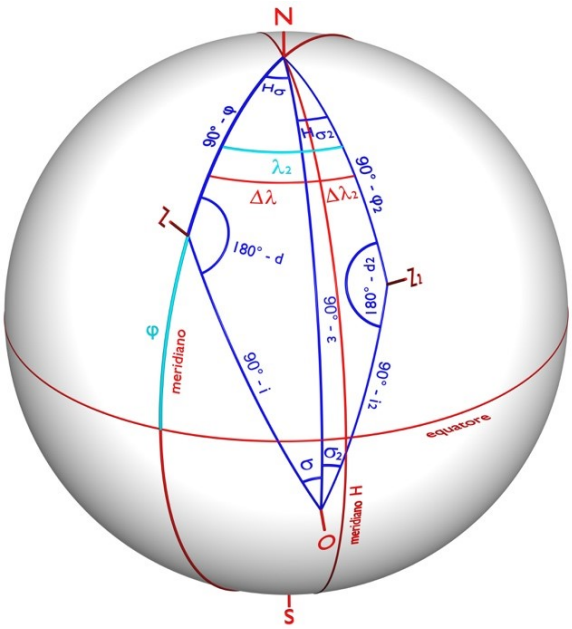


Figura 7 - Riproposizione della Figura 3 considerando un orologio che indica le ore di un meridiano di riferimento m_H, introducendo una discronia Δλ. Nell'esempio sono positivi λ_2 e Δλ, è negativo $\Delta\lambda_2$.

Inizialmente si era definita l'ipotesi di spostare il quadrante parallelo a sé stesso per mantenere le sue indicazioni, ora si può affermare che ciò è vero, oltre che intuitivo, per mantenere le stesse indicazioni verso i precedenti riferimenti di longitudine.
Lo si può considerare intuitivo poiché l'orologio rimane uguale a sé stesso rispetto al Sole, condizione che però richiede di cambiare orientamento e angolo sustilare nella nuova località.
Questa impostazione è differente dall'intento di ottenere le stesse indicazioni con riferimento alla nuova località, sostanzialmente di riottenere l'ora vera locale, tant'è che se la nuova località fosse alla stessa latitudine non cambierebbero l'orientamento e l'angolo sustilare.
La differenza fra questi due approcci può generare delle perplessità la cui risoluzione è interpretata dalle figure 3 e 5 e dalle relative analisi trigonometriche.

Infine è possibile trattare il caso in cui dopo aver tracciato le ore vere del fuso si voglia passare alle ore vere locali, in questo caso senza cambiare la località, ossia rimanendo in Z.
In questo caso è necessario calcolare la nuova ora sustilare $H\sigma_2$ annullando la discronia, ossia con

9) $\mathrm{ZNO}_2 = H_{\sigma 2} = H_\sigma + \Delta\lambda$

individuando O_2 e ottenendo le relative formule per l'orientamento, i_2 e d_2, e l'angolo sustilare σ_2 (Fig. 8).

annullamento della discronia nella stessa località

$$\sin(i_2) = \sin(\varphi)\cdot\sin(\epsilon) + \cos(\varphi)\cdot\cos(\epsilon)\cdot\cos(H_\sigma + \lambda_2)$$

10)
$$\sin(d_2) = \frac{\cos(\varepsilon)\cdot sin(H_\sigma + \lambda_2)}{\cos(i_2)}$$
$$cos(d_2) = \frac{\sin(\varphi)\sin(i_2) - \sin(\varepsilon)}{\cos(\varphi)\cdot\cos(i_2)}$$
$$sin(\sigma_2) = \frac{\cos(\varphi)\cdot sin(H_\sigma + \Delta\lambda)}{\cos(i_2)}$$
$$cos(\sigma_2) = \frac{\sin(\varphi) - \sin(i_2)\cdot\sin(\epsilon)}{cos(i_2)\cdot\cos(\epsilon)}$$

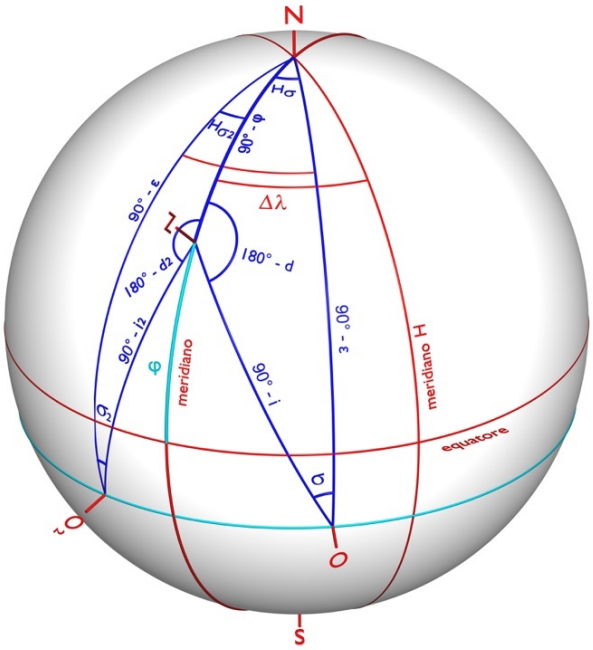


Figura 8 - Trasformazione di un orologio ad ore vere del fuso, o di un qualunque altro meridiano di riferimento, in ore vere locali. Nell'esempio sono positivi $H\sigma_2$, $\Delta\lambda$, σ_2 e d_2, sono negativi $H\sigma$, $\Delta\lambda_2$, σ e d.

Quest'ultimo approccio corrisponde ad una rotazione del quadrante attorno allo stilo polare pari a $\Delta\lambda$.
Per tutte le trasformazioni analizzate le curve di declinazione continuano ad essere corrette grazie al mantenimento dell'elevazione dello stilo polare che le determina.

La presenza di linee orarie italiane o babiloniche, ossia le ore al tramonto o le ore dalla levata, richiedono qualche altra considerazione.
Le ore 18 italiane e le ore 6 babiloniche transitano all'incrocio fra la linea equinoziale e la linea oraria del mezzodì, le 12 ore vere locali, per rispettare l'intervallo di 6 ore dal tramonto o dall'alba dei rispettivi sistemi orari.
Con una impostazione che cambia l'ora sustilare $H\sigma$, la linea del mezzodì cambierebbe direzione invalidando le indicazioni orarie italiane e babiloniche, quindi queste rimarrebbero corrette solo nel caso in cui si mantenessero le ore vere locali anche nella nuova località, come rappresentato nella Figura 5.
Questi sistemi orari sono sensibili anche alla variazione di latitudine, poiché con la latitudine cambia anche l'arco diurno, di conseguenza un generico trasferimento in una nuova località non può mantenere la correttezza delle indicazioni a meno di casi molto particolari: un trasferimento alla stessa latitudine, senza cambiamenti dell'ora sustilare.

Il ricollocamento di un orologio prevede quindi l'impiego di tre angoli, due per l'orientamento della superficie del quadrante e uno per una rotazione nel suo piano.

Quest'ultima rotazione non è intuitiva ma è ciò che normalmente si prevede per un orologio equatoriale, ossia con il quadrante parallelo all'equatore e lo stilo polare ortogonale, quando si desidera introdurre una discronia e indicare ore riferite a meridiani diversi (Fig. 9).
In questo caso la rotazione attorno all'asse polare coincide con la rotazione nel piano del quadrante, inoltre essendo le linee orarie equiangole, ossia distanti 15° l'una dall'altra, non si evidenzia il cambiamento dell'ora sustilare e dell'angolo sustilare.
La complicazione per queste variazioni emerge con tutti gli altri orientamenti coinvolgendo rotazioni attorno allo stilo polare e attorno all'ortostilo.

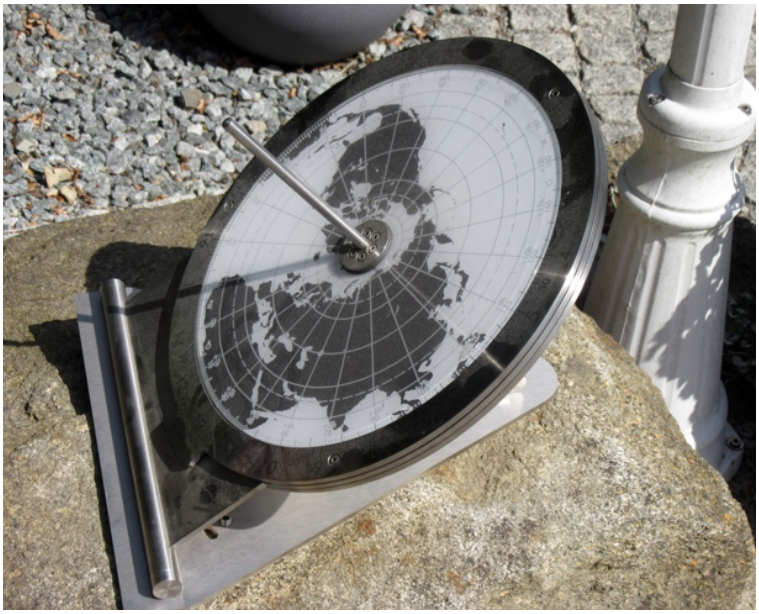


Figura 9 - Un orologio equatoriale con il quadrante ruotabile e pertanto utilizzabile per introdurre una discronia e indicare l'ora vera di un altro meridiano. Da Sundial Atlas DE3026.

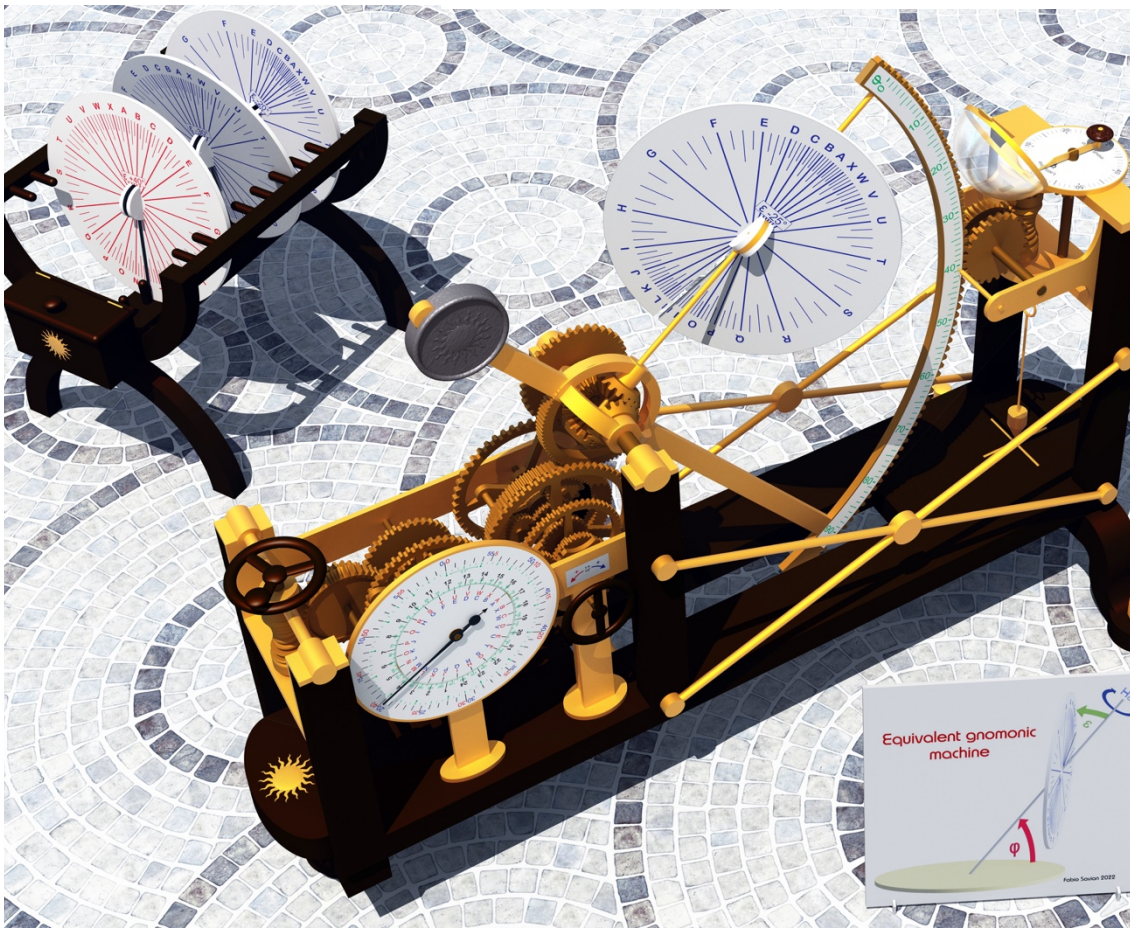


Figura 10 - La macchina gnomonica che permette di cambiare orientamento ad un quadrante con elevazione costante, regolando la latitudine e permettendo una rotazione attorno all'asse polare. Quest'ultima rotazione consente di modificare l'ora sustilare, realizzando meccanicamente gli approcci indicati dalle formule ricavate con la trigonometria sferica. Il quadrante solare è bifronte, con un andamento orario (rosso) per l'elevazione positiva e antiorario (blu) per quella negativa. Il quadrante della macchina permette di assegnare le indicazioni orarie alle lettere dei due quadranti solari.

Un quadrante con elevazione qualunque ma fissa, può essere montato su una macchina (Fig. 10) che permette di adattare lo stilo polare ai cambiamenti di latitudine e anche una rotazione del quadrante attorno allo stilo polare.
Queste rotazioni modificano l'ora sustilare, quindi il meridiano di riferimento a cui sono legate le indicazioni orarie, eseguendo meccanicamente ciò che hanno indicato le formule ricavate con la trigonometria sferica.

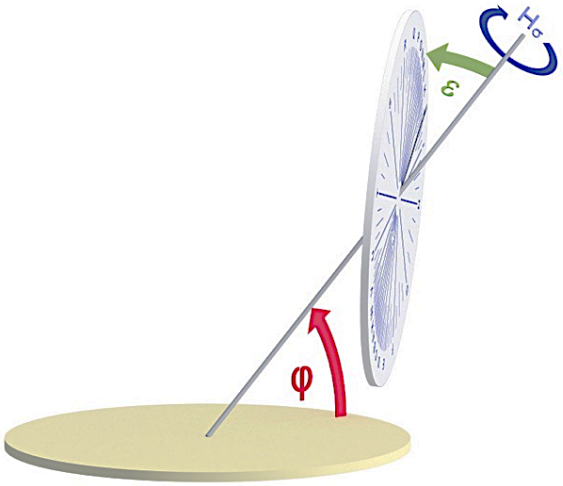


Figura 11- Le variabili controllate dalla macchina gnomonica equivalente: l'ora sustilare e la latitudine. L'elevazione dello stilo è fissa e può essere variata sostituendo i quadranti.

Questa macchina permette di compiere delle azioni semplici, la regolazione della latitudine e la variazione dell'ora sustilare (Fig. 11), ciò che risulta complesso è invece la progettazione dei meccanismi che permettono queste impostazioni. Maggiori dettagli sulla macchina gnomonica si possono trovare nel pdf allegato ai Bonus.

Per finire, si sottolinea che le sfere trigonometriche, utilizzate come esempi, usano angoli che difficilmente corrispondono a situazioni reali, questo perché essi sono finalizzati a rendere il più leggibile possibile i triangoli astronomici rappresentati. Per esempio sono stati esclusi piccoli angoli, più confacenti a spostamenti realistici, ma meno leggibili in queste immagini rappresentative. L'interpretazione degli angoli è inoltre fortemente vincolata alla corretta assegnazione del loro segno.
Si riporta pertanto una tabella che ricorda i simboli e le convenzioni di segno.

simboli e convenzioni
φ latitudine > 0° N
λ longitudine > 0° E
$\Delta\lambda$ discronia > 0°, riferita a meridiani a est
i inclinazione quadrante 0° verticale, +90° orizzontale
d declinazione quadrante > 0° W
H angolo orario astronomico > 0° PM
T angolo orario gnomonico > 0° prima di Hσ (T = Hσ - H)
σ angolo sustilare > 0° senso antiorario
ε elevazione dello stilo > 0° polo nord celeste, rotazione ombra in senso orario
τ linea oraria (dalla sustilare) > 0° senso antiorario
A azimut del Sole > 0° W, da sud

Bibliografia

[1] Gianni Ferrari, "*Formule e metodi per lo studio degli orologi solari piani*", Youcanprint, Modena 2015

[2] Fabio Savian, "*Località e quadranti equivalenti*"- Parte prima - Gnomonica n.9, Gennaio 2001

Nella sezione Bonus del numero corrente si può scaricare il file 'Macchina-gnomonica-equivalente' nel quale l'autore descrive in dettaglio la macchina di Figura 10.

Orologi solari ad anello

Si ripropone, con il supporto di Geogebra, la costruzione degli anelli solari, orologi portatili d'altezza di scarsa fortuna, suggerendo diverse ipotesi per la 'correzione' degli errori, più o meno consapevoli, compiuti in passato nella definizione del tracciato orario.

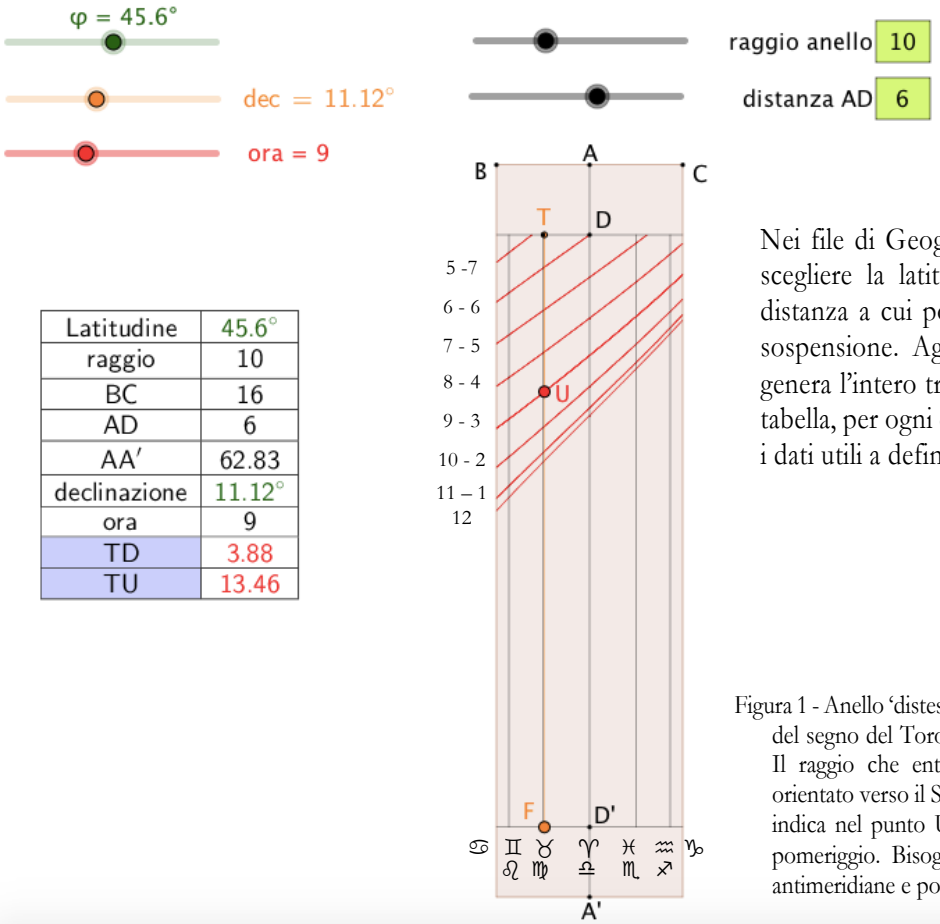
di Elsa Stocco (estocco2000@yahoo.it)

Gli anelli solari non hanno avuto grande successo e diffusione come orologi portatili forse perché erano spesso ridotti in dimensioni fino ad un vero e proprio anello da signore e quindi troppo piccoli per consentire una qualche precisione e rendere possibile/agevole la lettura; si usavano inoltre, più o meno consapevolmente, delle semplificazioni che ne riducevano la precisione. Nel seguito si conduce un'analisi in particolare di questo aspetto e si suggeriscono corrette ipotesi costruttive, aiutandosi con Geogebra. I file relativi sono tra i Bonus.

Anelli con foro mobile sull'asse delle date

I vari autori che in passato si sono occupati di questi strumenti hanno sempre suggerito di partire da un anello 'disteso' sul piano (dove diventa un rettangolo) per facilitare il disegno del tracciato orario: solo alla fine l'anello viene 'ricomposto'.

In Figura 1 l'anello è 'disteso' e va chiuso facendo coincidere A con A', che diventa punto di sospensione dell'anello. Il foro F, in questo caso mobile, può muoversi lungo la retta per D'F (asse delle date) dove occupa le posizioni relative ai Segni, ovvero alle date/declinazioni del Sole. Le linee di data si allungano fino alla retta per TD che rappresenta la linea dell'orizzonte: il lato sinistro del rettangolo corrisponde al solstizio estivo, quello destro a quello invernale, AA' agli equinozi. Notiamo come si possa leggere su ciascuna linea di data la durata del semiarco diurno.



Latitudine	45.6°
raggio	10
BC	16
AD	6
AA'	62.83
declinazione	11.12°
ora	9
TD	3.88
TU	13.46

Nei file di Geogebra gli sliders consentono di scegliere la latitudine, il raggio dell'anello, la distanza a cui posizionare il foro dal punto di sospensione. Agendo sullo slider delle ore si genera l'intero tracciato orario. In una apposita tabella, per ogni data e ora, vengono visualizzati i dati utili a definire il tracciato.

Figura 1 - Anello 'disteso'. Il foro F è posizionato all'ingresso del segno del Toro per la data indicativa del 21 Aprile. Il raggio che entra dal foro, quando l'anello viene orientato verso il Sole, produce una macchia di luce che indica nel punto U le 9 del mattino oppure le 3 del pomeriggio. Bisogna infatti saper distinguere tra ore antimeridiane e pomeridiane.

Le date/declinazioni possono essere indicate sulla linea dell'orizzonte[1] (in Fig.2 rappresentata da BC), secondo due diverse modalità:

1. Con una suddivisione a 'declinazione uniforme'
2. Con una suddivisione a 'calendario uniforme'

La prima distribuisce proporzionalmente la declinazione di $23.45°$ sul segmento OC (e per simmetria su OB)[2]. La suddivisione che ne consegue è molto simile a quella che si ottiene con il più classico Maneus (Fig.2) dove i punti su BC si ottengono proiettando quelli che sulla circonferenza (il Maneus appunto) indicano la longitudine eclittica (30° per ogni Segno)[3].
Per valori di $\delta \leq 23.45°$ le due ripartizioni in pratica si equivalgono.
La suddivisione a 'calendario uniforme' prevede invece di ripartire uniformemente sul segmento BC i 365 giorni dell'anno[4].

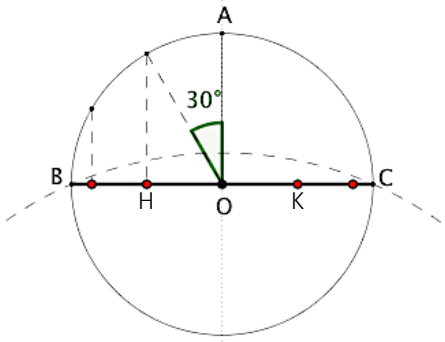


Figura 2 - La ripartizione della declinazione sulla linea dell'orizzonte BC con il Maneus

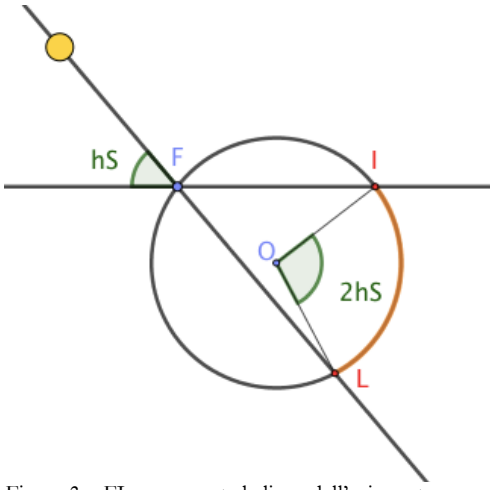


Figura 3 – FI rappresenta la linea dell'orizzonte: la lunghezza dell'arco IL dipende dall'altezza solare.

La lunghezza AA' del rettangolo (in Fig.1) dipende dal raggio dell'anello r secondo la relazione $AA' = 2\pi r$, mentre la lunghezza del segmento TU è uguale a quella dell'arco IL (Fig.3) sotteso da un angolo al centro pari al doppio dell'altezza solare hS calcolata per ora e data, che vale

$$IL = \frac{\pi r \cdot hS}{90°} \quad 1)$$

dove $sin(hS) = \sin(\delta)\sin(\varphi) + \cos(\delta)\cos(\varphi)\cos(\omega)$
con δ declinazione solare, φ latitudine, ω angolo orario.

La relazione 1) vale naturalmente quando viene usata sulla sezione retta dell'anello passante per il foro. Ecco perché, la possibilità di spostare il foro in corrispondenza della data/declinazione rende precisa, nei limiti delle dimensioni dell'anello, la lettura dell'ora.
Uguale precisione si può ottenere disponendo, lungo la linea occupata dal foro, una fessura: la lettura dell'ora avviene dove la lama di luce intercetta il cerchio riservato alla data. Il cilindro/anello è correttamente orientato se l'ombra della parte anteriore copre completamente quella retrostante, quando esso è sospeso e rivolto al Sole.
La lunghezza dell'arco IL dipende, oltre che dal raggio dell'anello, dall'altezza solare, mentre non dipende dalla posizione del foro: spostare il foro F sulla circonferenza equivale, entro certi limiti, a spostare soltanto la linea dell'orizzonte.
Se il foro fosse fisso (per esempio in D') la lettura sarebbe corretta solo sulla sezione retta del cilindro che passa per il foro, in questo caso agli equinozi. Di fatto, usando la 1) per ogni altra data, si commette un errore di lettura che dipende dalla larghezza dell'anello e va aumentando a mano a mano che si arriva ai suoi bordi ovvero ai solstizi.
Sarebbe possibile ridurre tale errore utilizzando due fori opposti, uno per i mesi estivi e l'altro per quelli invernali dimezzando la larghezza dell'anello e tenendo il foro alla sua metà: naturalmente la massima precisione si avrà sempre per la linea di data che cade sulla sezione retta del cilindro che passa per il foro.
Un'ultima precisazione: nel caso di foro mobile la larghezza dell'anello non è sottoposta ad alcun vincolo se non quello di una 'ragionevole proporzionalità con il raggio dell'anello. Lo stesso non può dirsi nel caso di un foro fisso, come vedremo.

Prima di affrontare il problema di un foro fisso con aggiustamento delle linee orarie per ovviare all'errore sopra descritto, vediamo come la forma delle linee orarie può variare in conseguenza di una diversa spaziatura fra le linee di data.

---

[1] Al punto O facciamo corrispondere l'equinozio di primavera $\delta = 0°$, a B e C i solstizi estivo ed invernale $\delta = \pm 23.45°$

[2] In questa ripartizione alla declinazione δ corrisponde un punto K su OC tale che $OK = OB \cdot {}^{\delta}/_{23.45°}$.

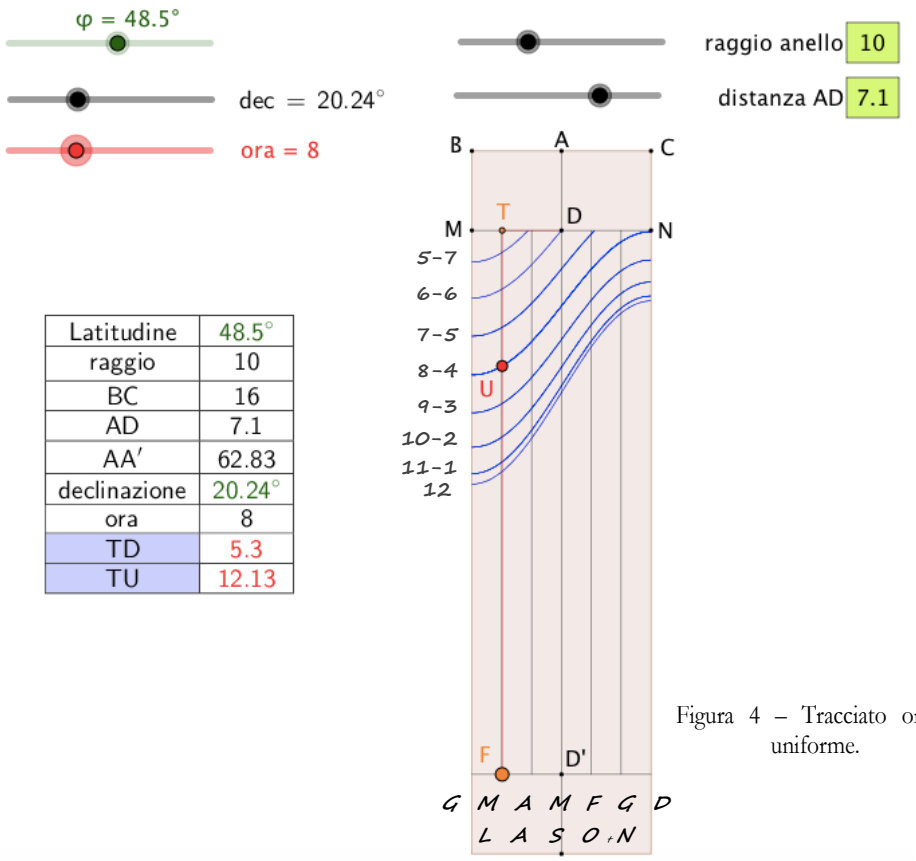
[3] Alla declinazione δ, corrisponde questa volta su OB un punto H tale che $OH = OB \cdot \sin(\alpha) = OB \cdot \sin(\delta)/\sin(23.45°)$.
Ricordiamo che la declinazione δ è legata alla longitudine eclittica α dalla relazione $sin\delta = sin\, 23.45° \cdot sin\alpha$.

[4] Ad n giorni, contati dall'equinozio di primavera, corrisponde su OB un punto T tale che $OT = OB \cdot 4n/365$ cui resta associata una declinazione $\delta = 23.45° \cdot sin(360° \cdot n/365)$ calcolata con la formula di Cooper.

In Fig. 4 si può vedere l'andamento delle linee orarie quando la spaziatura avviene a 'calendario uniforme'.

Restano naturalmente invariate le osservazioni fatte sul foro mobile (lettura precisa) o foro fisso (lettura approssimata con errore tanto maggiore quanto più siamo distanti dalla sezione retta del cilindro che passa per il foro) e possibilità di ridurre l'errore con due fori.

I tracciati nelle Figg. 1 e 4 si possono realizzare con i file *Anello_1* e *Anello_2* rispettivamente, allegati ai Bonus.



Latitudine	48.5°
raggio	10
BC	16
AD	7.1
AA'	62.83
declinazione	20.24°
ora	8
TD	5.3
TU	12.13

Figura 4 – Tracciato orario a calendario uniforme.

Anelli con foro fisso

Affrontiamo dunque il problema che si presenta nella rotazione dell'anello per portare la macchia di luce sulla circonferenza assegnata alla data in corso: come già detto, la relazione 1) che consente di calcolare la lunghezza dell'arco CD dall'altezza solare, vale ed è corretta solo se usata sulla sezione retta dell'anello, la circonferenza FCD.

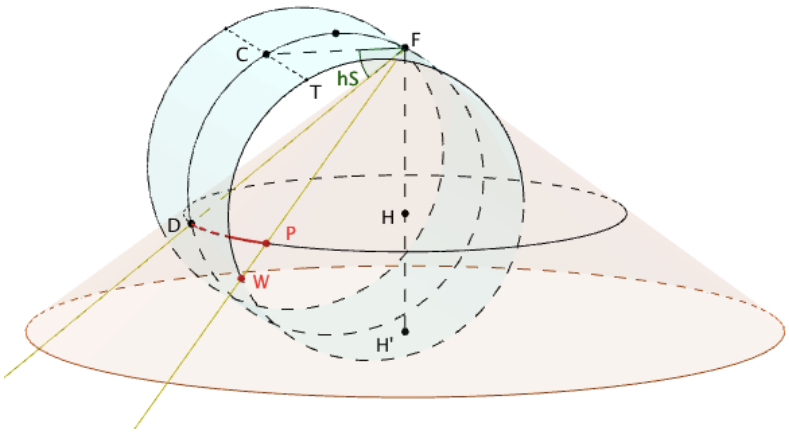


Figura 5- Il raggio, entrante da F, colpisce il fondo dell'anello in D; dopo la rotazione attorno a FH, colpisce l'anello in W, un punto 'sotto' al piano DPH, con TW>CD.

Nella rotazione che si imprime all'anello attorno a FH, il raggio entrante FD descrive un cono con apertura pari al complemento dell'altezza solare hS, e finisce per colpire l'anello in un punto W che sta 'sotto' al piano DPH (DP è l'arco descritto da D sul piano DPH perpendicolare a FH), 'allungando' di fatto l'arco CD.

Tale allungamento dipende dall'ampiezza della rotazione, legata a sua volta alla distanza che ha la circonferenza assegnata alla data da quella in cui si trova il foro[5].

[5] Muzio Oddi si occupa del problema nel suo trattato '*Degli Horologi solari*' del 1693. Qui critica aspramente gli esperti che, come Fineo e Munster, si occuparono del problema senza accorgersi dell'errore. Fornisce anche una sua dimostrazione, piuttosto contorta, di come determinare correttamente il punto W.

Nei file *Anello 3D_1*, *Anello 3D_2* e *Anello 3D_3* di Geogebra, allegati ai Bonus, il problema viene risolto, con qualche variante, nella vista 3D, dove vengono determinate le misure precise, necessarie a definire il tracciato. Queste misure vengono poi riportate sul rettangolo ottenuto dall'anello 'disteso'.
In tutti i file il nostro anello è stato immaginato nello spazio come un cilindro su cui vengono predisposte le circonferenze che competono alle diverse declinazioni/date, anche qui seguendo le disposizioni delle linee di data a 'calendario uniforme' o a 'declinazione uniforme' Fig. 6).

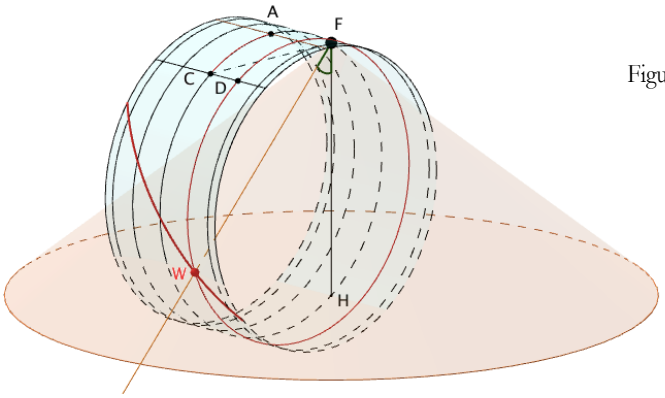


Figura 6 - Sull'anello le circonferenze che competono alle diverse declinazioni (date) qui disposte a 'declinazione uniforme'. Con vertice nel foro F, il cono descritto dal raggio entrante ad una certa ora quando l'anello viene fatto ruotare. L'intersezione di questo cono con la circonferenza riservata alla data scelta, fornisce il punto corretto W. La linea oraria unisce i punti relativi ad una stessa ora sulle diverse date.

La posizione del foro viene qui individuata tramite l'angolo che esso forma rispetto allo zenit, sotteso dall'arco AF (Fig.7). Sulla larghezza dell'anello vanno posti in questo caso dei vincoli. Basti pensare al cono generato dal raggio solare di mezzogiorno al solstizio estivo quando l'altezza solare è massima e l'apertura del cono minima. Risulta evidente che se l'anello supera in larghezza il raggio del cono, il raggio di luce entrante non può mai arrivare a lambire la circonferenza assegnata alla data quando si ruota l'anello.
Se si indica con hS_{max} l'altezza massima del Sole nel corso dell'anno ($hS_{max} = 90° - \varphi + 23.5°$) e FH è l'altezza del cono legata alla posizione scelta per il foro, il raggio di base risulta $HN = FH/\tan(hS_{max})$. Volendo rilevare l'ora del mezzogiorno la larghezza dell'anello dovrebbe risultare quindi minore o uguale di $2HN$.
Questo comporta qualche problema per basse latitudini, quando l'altezza meridiana tende a 90° ed HN a zero. Volendo tenere una 'ragionevole' larghezza per l'anello, questa finisce per privarci della lettura del mezzogiorno ed eventualmente di altre ore vicine[6].

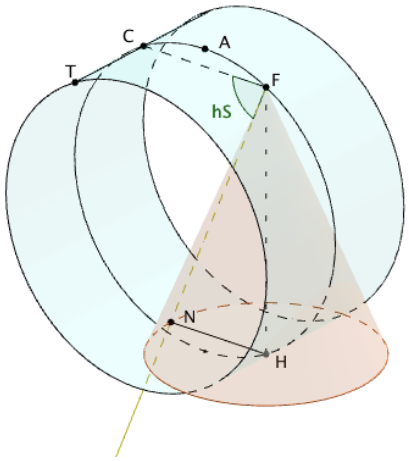
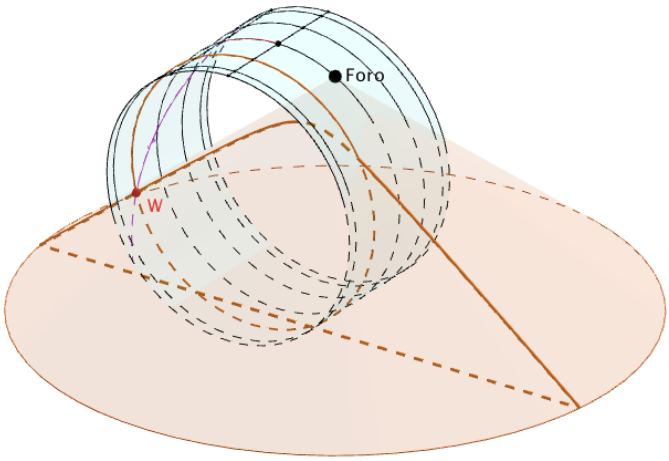


Figura 7- Il cono descritto dal raggio di mezzogiorno al solstizio estivo nella rotazione dell'anello, può intersecare la circonferenza della data (per T) solo se $CT \leq HN$



Osserviamo ancora che ogni piano perpendicolare all'asse del cilindro lo taglia lungo una circonferenza, mentre interseca il cono lungo una iperbole: il punto W si può ancora pensare come l'intersezione di questa iperbole con la circonferenza riservata sull'anello alla data in corso (Fig. 8).

Figura 8 - In evidenza l'iperbole che si ottiene dall'intersezione del cono con un piano perpendicolare all'asse del cilindro.

[6] Tre slider consentono di variare il raggio r, la distanza angolare θ tra foro e zenit e la larghezza dell'anello entro valori assegnati: per vederli si deve attivare la vista "Grafici" dal menu "Visualizza". La scelta di θ influisce poco sulla forma del tracciato, ma sposta la linea d'orizzonte. Si è scelto di poter far variare la larghezza dell'anello tra $2/5r$ ed r, pur con ciò che ne consegue sulla lettura delle ore vicine a mezzodì a basse latitudini.

In Fig.9 si mostra il tracciato orario, ottenuto nel file *Anello3D_1*. Inizialmente ottenuto sulla superficie interna dell'anello, viene poi trasferito, per facilitarne la costruzione, sull'anello 'disteso'. La scala sulla linea dell'orizzonte per le linee di data, è regolata a declinazione 'uniforme'[7].
Quando la scala delle date sulla linea dell'orizzonte viene regolata a 'calendario uniforme' il tracciato risulta leggermente diverso (Fig 10). Questa figura è stata realizzata nel file di Geogebra, *Anello3D_2*.

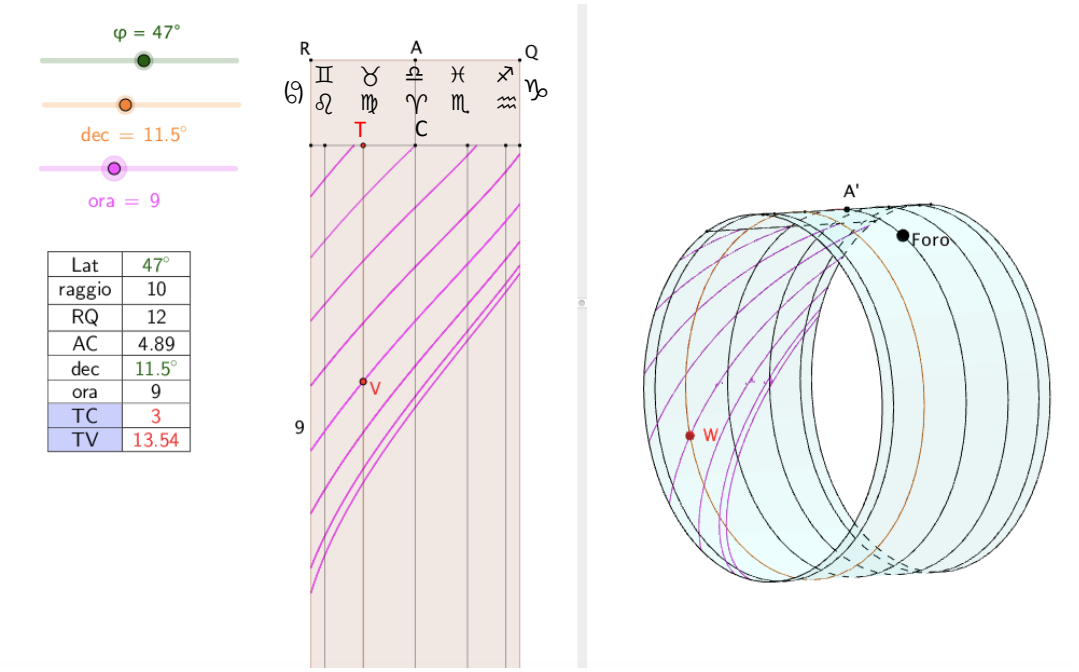


Figura 9 - W e V si corrispondono nell'anello e nell'anello 'disteso'. Scelta la latitudine, il raggio dell'anello, la sua larghezza RQ e la posizione del foro ovvero l'arco A'-Foro, vengono calcolati in tabella, al variare della data/declinazione e ora, le distanze TC e TV che consentono di disegnare i punti orari.

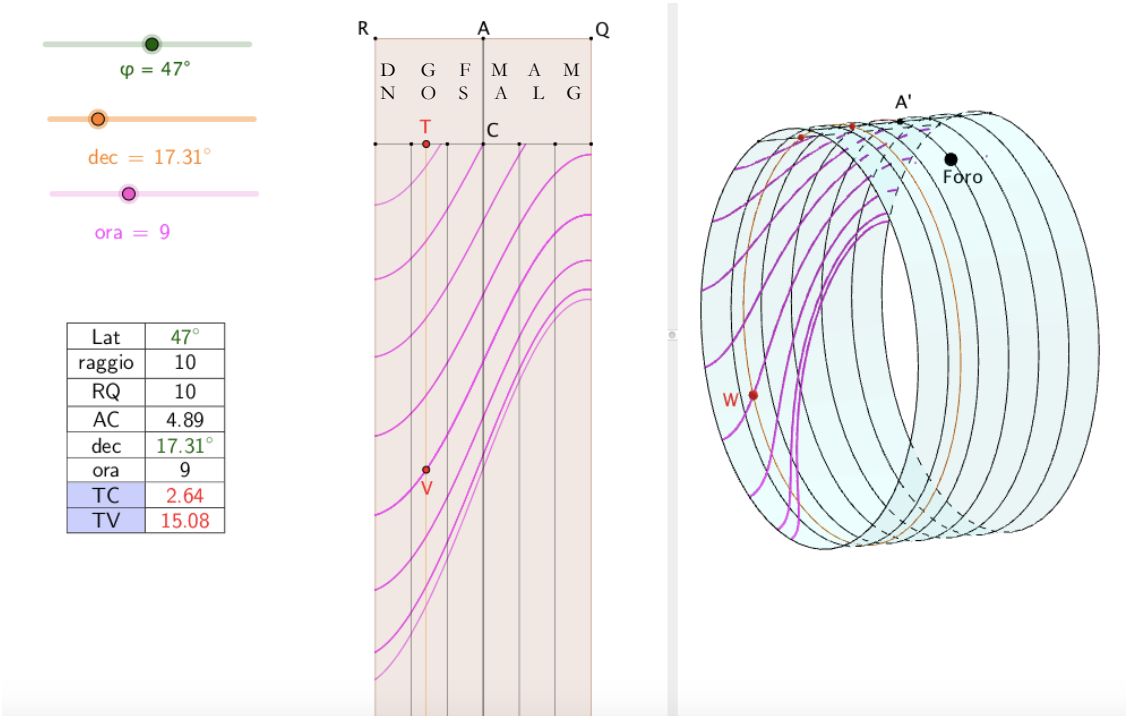


Figura 10 – Il tracciato ottenuto regolando sull'orizzonte la scala delle date a 'calendario uniforme'.

[7] I calcoli, che Geogebra effettua in modo automatico, vengono esplicitati in questo studio nell' Appendice.

Osserviamo ancora che la disposizione molto ravvicinata delle linee orarie in uno strumento così piccolo, rende imprecisa la lettura dell'ora soprattutto attorno al mezzogiorno, per cui in un ultimo file, *Anello3D_3*, si propone di muovere il foro lungo la sezione retta dell'anello per il foro, per 'distanziare' le linee orarie.

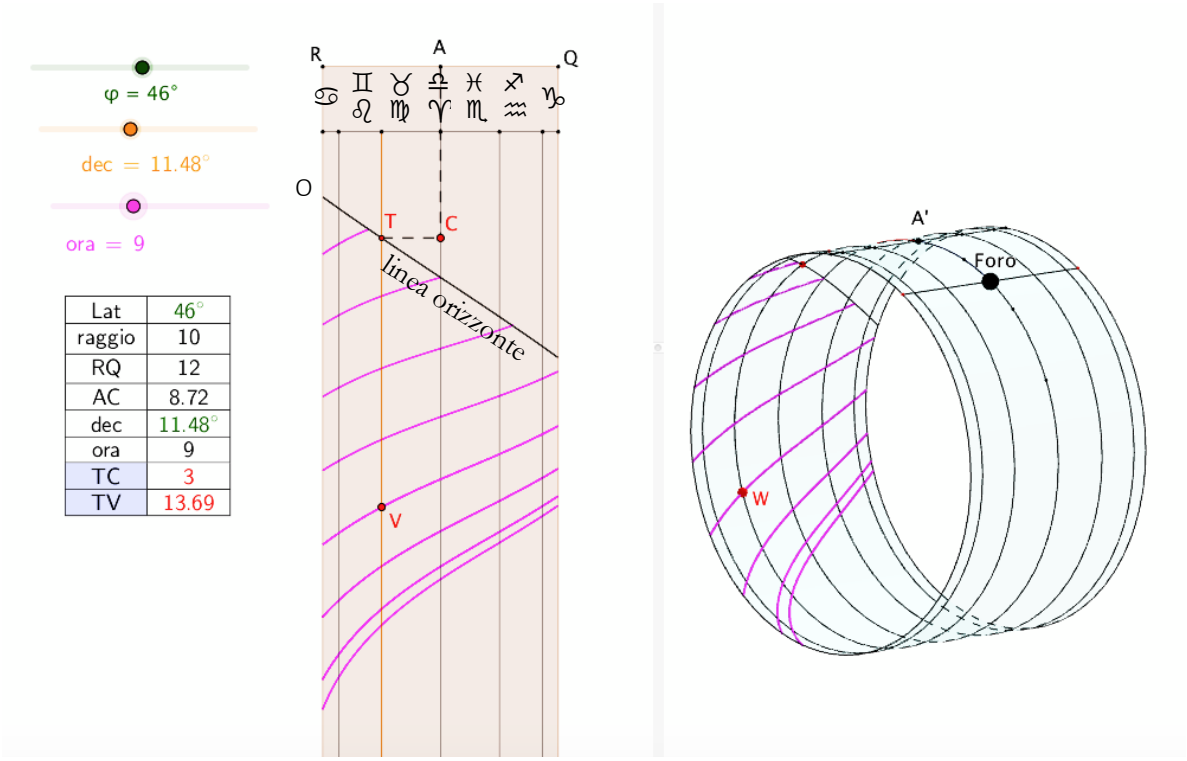


Figura 11 - Lo spostamento del foro lungo la sezione retta del cilindro abbassa la linea dell' orizzonte e 'allontana ' le linee orarie. Sul bordo sinistro del solstizio estivo, le linee orarie mantengono la stessa disposizione, mentre tendono ad allontanarsi procedendo verso quello invernale, sul bordo destro.

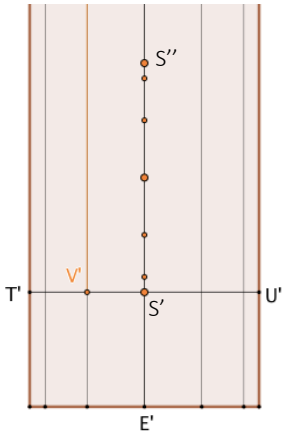


Figura 12 – I punti dove posizionare il foro visti sull'anello 'disteso'; essi occupano sempre la mezzeria dell'anello.

Anche in questo caso, fissati la latitudine e il raggio dell'anello, agendo sullo slider 'ora' viene generato il tracciato orario. OT indica la linea dell'orizzonte, che si abbassa per effetto dello spostamento del foro.
Il tracciato viene sempre calcolato applicando la correzione dovuta.
Si osservi come risulti sempre evidente la durata del semiarco arco diurno in relazione alla data (e naturalmente alla latitudine): 6 ore sulla linea per AC relativa agli equinozi, più di 7 al solstizio estivo sulla sinistra e più di 4 in quello invernale sulla destra.
Se negli esempi di figura 9 e 10 si era immaginato un foro fisso in S', qui il foro mobile si dovrà spostare da S' (al solstizio estivo) fino a S" (al solstizio invernale), posizionandosi nei vari punti in relazione alla declinazione/data (Fig.12), posizione che segue il criterio già usato sulla linea dell'orizzonte.

Appendice

Se immaginiamo il nostro anello nello spazio xyz come un cilindro di raggio r, simmetrico rispetto al piano yz (su cui si trova il foro F) e avente come asse l'asse x, esso ha equazione $y^2 + z^2 = r^2$ e interseca un generico piano di equazione $x = k$, parallelo a yz, in una circonferenza alla quale viene associata una particolare declinazione/data.
Nella rotazione impressa all'anello per portare la macchia di luce sulla data in corso, il cono, descritto dal raggio entrante, ha vertice nel foro di coordinate $(0, y_0, z_0)$, direttrice una circonferenza che possiamo prendere sul piano xy con raggio $r_1 = z_0/\tan(hS)$, ed equazione

$$z_0{}^2x^2 + z_0{}^2(y - y_0)^2 - r_1{}^2(z - z_0)^2 = 0$$

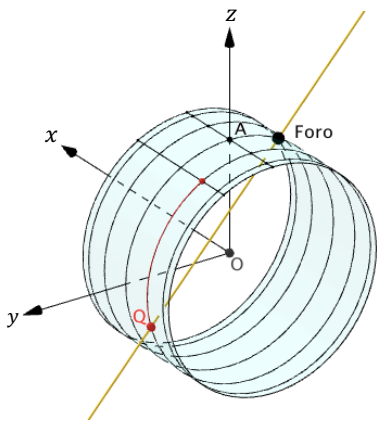


Figura 13 - L'anello riferito agli assi.

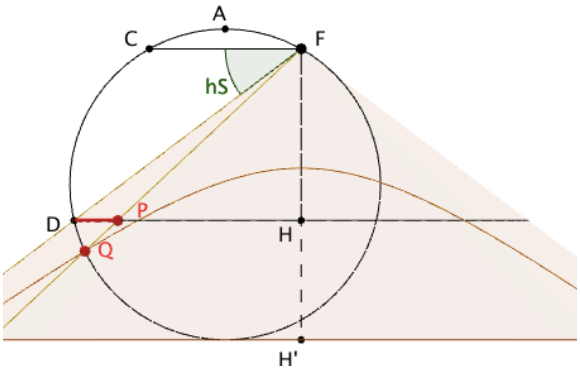


Figura 14 - Vista perpendicolare al piano per il foro e al piano parallelo x=k con l'iperbole sua intersezione con il cono.

Osserviamo anche che l' intersezione del cono con il piano $x = k$ è un' iperbole (già visualizzata in Fig. 7) di equazione

$$\left(\frac{y - y_0}{k}\right)^2 - \left(\frac{r_1(z - z_0)}{z_0 k}\right)^2 = -1$$

L'intersezione di questa iperbole (o del cono stesso) con la circonferenza assegnata alla data fornisce due punti di intersezione. Si tratta di scegliere quello dalla parte opposta del foro (Q in Fig. 14). Tale punto consente di trovare la lunghezza 'corretta' dell'arco LQ (in Fig.15).

Il problema si può risolvere anche nel seguente modo.
Nella rotazione θ che si imprime all'anello attorno a FH, per portare la macchia di luce sulla circonferenza assegnata alla data, il raggio entrante FD descrive un cono con apertura pari al complemento dell'altezza solare hS (DP è l'arco descritto da D sul piano per D perpendicolare a FH) e colpisce l'anello nel punto Q. La rotazione dipende naturalmente dalla distanza QS della circonferenza assegnata alla data da quella in cui si trova il foro.
Su queste due circonferenze gli archi LQ e CS sono uguali.
Si vuole misurare l'arco LQ (che in Geogebra viene calcolato automaticamente come intersezione della superficie conica con il cerchio assegnato alla data).
Determiniamo a questo scopo l'angolo β in funzione della rotazione θ, una volta che sia assegnata la distanza $SQ = k$.
Sono dati:

- Il raggio dell'anello r
- L'altezza solare hS relativa ad una certa ora, per una data scelta
- Il punto F dove si trova il foro e quindi FC

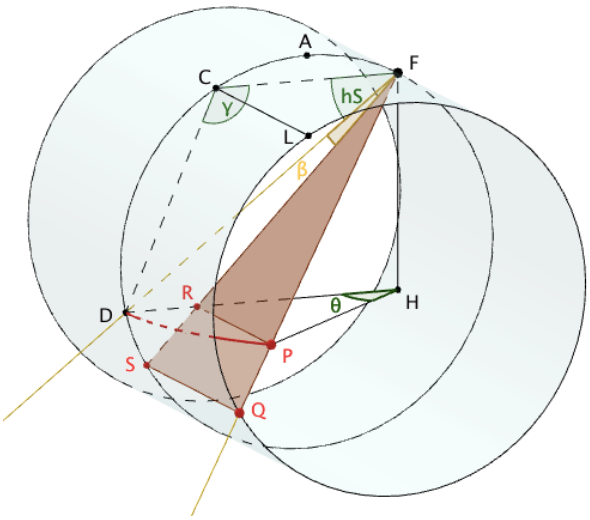


Figura 15 - Nello spazio il raggio, entrante da F, colpisce il fondo dell'anello in D; dopo la rotazione attorno a FH di un angolo θ, lo stesso raggio colpisce l'anello in Q, un punto 'sotto' al piano HDP con $\widehat{LQ} > \widehat{CD}$.

Restano determinati:

- $CD = 2rsin(hS)$; $\delta = C\hat{D}F = asin\,(FC/2r)$; $\gamma = 180° - (\delta + hS)$; $FD = 2rsin(\gamma)$
- $FH = FDsin\,(hS) = 2rsin(\gamma)\sin(hS)$; $DH = HP = 2rsin(\gamma)\cos(hS)$
- $RH = FH/tan(hS + \beta) = 2rsin(\gamma)\sin(hS)\,/tan(hS + \beta)$
- $RH = DHcos(\theta) = 2rsin(\gamma)\cos(hS)\cos(\theta)$

Uguagliando le ultime due si ottiene la relazione che lega β alla rotazione θ $\boxed{\cos(\theta) = \dfrac{tan(hS)}{tan(hS + \beta)}}$

Dalla similitudine dei triangoli FRP e FSQ abbiamo $SQ = FS \cdot RP/FR$ (sempre con $SQ = k$)

$FR = RH/\cos\,(hS + \beta) = 2rsin(\gamma)\sin(hS)\,/\sin\,(hS + \beta)$

- $RP = DHsin(\theta) = 2rsin(\gamma)\cos(hS)\sin(\theta)$
- $FS = 2rsin(\gamma - \beta)$

L' equazione che consente di ricavare β è dunque

$$k = 2rsin(\gamma - \beta) \cdot \cos(hS + \beta) \cdot \sqrt{\frac{tan^2(hS + \beta)}{tan^2 hS} - 1}$$

Ricavato β risulta che
la corda $CS = 2r\,sin\,(hS + \beta)$
mentre l'arco è $\widehat{CS} = \pi r(hS + \beta)/90°$

Allo stesso risultato si può arrivare trattando il problema sul piano del foro, come suggerito in Fig.16.

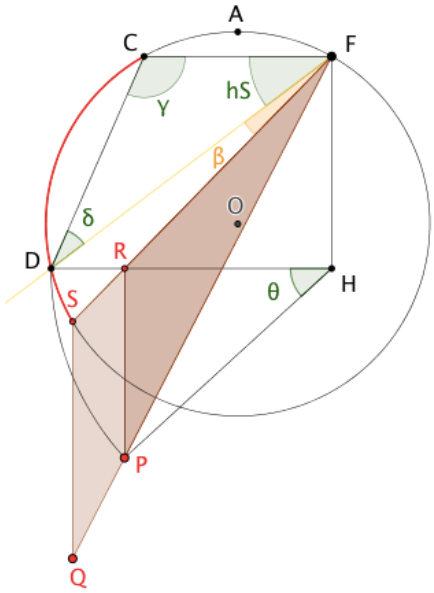


Figura 16 - Il problema risolto sul piano passante per il foro.

Bibliografia

[1] Girolamo Fantoni, "*Orologi solari* , Ed. Technimedia, Roma, 1988

[2] Alessandro Gunella, "*Le varianti all'orologio d'altezza ad anello e l'orologio "ad orecchia"*", Gnomonica Italiana Anno II, n. 7- novembre 2004

[3] Oddi Muzio "*De gli Horologi solari*", in Venetia, 1638
scaricabile al link https://books.google.it/books?id=o24_AAAAcAAJ

Nella sezione Bonus del numero corrente si possono scaricare i file di Geogebra: Anello_1.ggb e Anello_2.ggb, dove la definizione del tracciato viene realizzato sul piano, e Anello3D_1.ggb, Anello3D_2.ggb e Anello3D_3.ggb, dove il tracciato viene realizzato inizialmente in 3D e poi trasferito sul piano.

Contributi brevi

Osservazioni sui tracciati dello stesso orologio, nei testi di Fineo e Munster

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Nel 2020 ho redatto un articolo intitolato **" Due strani incontri…"**, pubblicato nel n° 23 di Orologi Solari, in cui contestavo una parte del cosiddetto "tronco" (un orologio multiplo da giardino) illustrato in modo sostanzialmente identico dai testi di due Autori del '500 (Munster – *Horologiographia - 1533*, II Ediz.) e Fineo – *Gnomonices - 1560*); in particolare contestavo il diagramma orario inspiegabile, non raggiungibile dall'ombra dello stilo, tracciato in entrambi i grafici sulla semisfera convessa che costituisce il coronamento (si fa per dire) delle due opere.

Mi ero dilungato anche ad osservare che Pedro Nunnes (*De erratis Orontii Finaei etc - 1571*) aveva contestato giustamente le prime pagine del testo di Fineo, ma non aveva fatto cenno alla strana forma del grafico orario di quella semisfera.

Aggiungo che entrambi gli autori avevano illustrato le linee orarie della semisfera convessa, confrontandole (non è dato sapere con che ragionamento logico) con la costruzione di un orologio sulla superficie di una semisfera cava, il cui punto gnomonico era costituito dal centro della sfera.

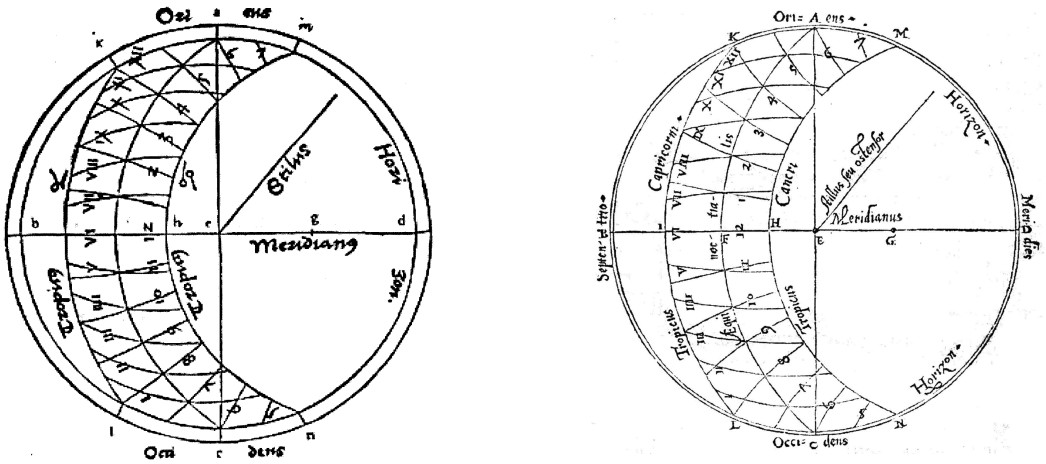


Figura 1 – Le immagini degli Orologi nella semisfera cava: a sinistra Munster, a destra Fineo

Oggi, due anni dopo, sono io che devo ammettere di non essermi accorto che in entrambi i libri anche il grafico della semisfera cava è errato. Il che, per due autori che ritenevano di essere "aggiornati" sulle Scienze Matematiche e sulla Geometria (soprattutto Fineo) non è certo una bella presentazione[1].

L'errore consiste nella rappresentazione grafica – proiezione ortogonale sul piano orizzontale – delle linee di declinazione (anche le "linee orarie" sono rappresentazioni "approssimate"). È ovvio che esse, sulla superficie della semisfera sono archi di cerchio, perché l'intersezione fra cono e sfera, quando il centro della sfera coincide con il vertice del cono, è sempre un cerchio; ma la proiezione retta di un cerchio inclinato rispetto al piano di proiezione è una ellisse…

Posso supporre una "giustificazione" in capo ad entrambi: all'epoca il disegno delle ellissi avveniva per punti, e il trasferimento su una incisione (xilografica o su rame) poteva essere difficoltoso; in questo caso le figure servivano solo come accessorio illustrativo secondario, per cui essi si sono accontentati di una rappresentazione "semplificata".

[1] Nel 1562 Schoener pubblicava a Norimberga il suo testo *Gnomonices*, in cui proponeva, tra gli argomenti trattati., un accurato studio degli orologi solari tracciati sulla superficie (interna ed esterna) di una sfera, considerando punti gnomonici disposti in varie posizioni rispetto alla superficie.

Il grafico corretto

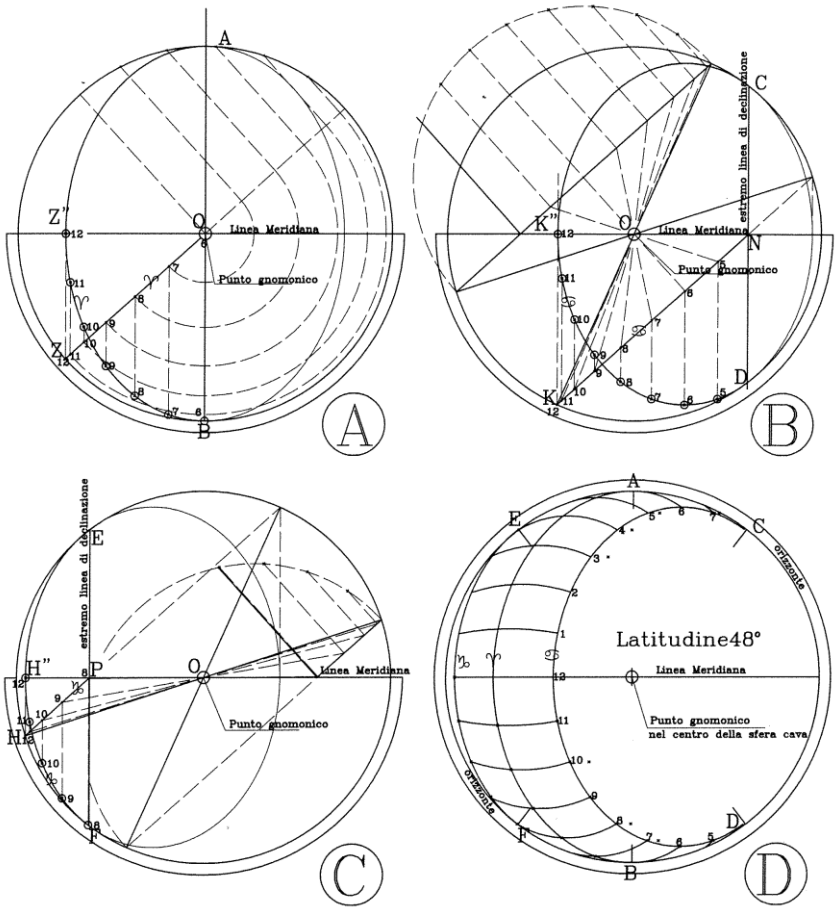


Figura 2 – La rappresentazione in pianta dell'orologio sulla superficie della sfera cava con l'uso dell'Analemma

Allego quindi uno studio, limitato alla illustrazione delle linee delle ore comuni, della corretta rappresentazione in pianta di un orologio disegnato sulla superficie della sfera cava, con punto gnomonico nel centro della sfera, per la Latitudine di 48° (adottata da entrambi gli Autori).

Mi sono servito esclusivamente dell'Analemma. (Aggiungo che addirittura la costruzione che propongo è esemplare, come applicazione tridimensionale dell'Analemma).

Nel grafico A ho individuato prima la proiezione OZ della linea equinoziale sul piano del Meridiano locale: si tratta ovviamente di un segmento di retta. Poi ho sviluppato in pianta l'ellisse corrispondente alla Equinoziale. La parte utile è solo la metà dell'ellisse a sinistra, AZ"B. I grafici B e C illustrano lo studio rispettivamente delle linee di Cancro e di Capricorno, e la individuazione su di esse dei punti orari. Nel grafico B il segmento KN è la proiezione sul Meridiano della linea di Cancro, mentre la parte "utile" della ellisse che rappresenta la curva in pianta è CK"D. Analogamente nel grafico C le due linee sono HP ed EH"F.

Ammetto di aver tracciato le linee orarie come archi di cerchio per tre punti, mentre anche esse sono archi di ellisse. Considerando la possibile dimensione dell'ombra del punto gnomonico, lo scostamento dalle vere linee orarie è insensibile.

La figura D rappresenta la corretta rappresentazione in pianta dell'orologio. In altri termini si tratta della proiezione Monge dell'Analemma sul piano orizzontale.

Orologio del Saldatore

di Stefano Paris (sg.paris72@gmail.com)

Questo contributo descrive un particolare orologio solare cilindrico d'altezza, del tipo comunemente definito "del Pastore", realizzato con materiale sia di recupero che di facile reperibilità in qualunque magazzino di bricolage, e deve il proprio nome ad un particolare oggetto che ne costituisce il corpo principale; la struttura cilindrica, tipica di questa tipologia di orologi, è infatti realizzata a partire da un contenitore di stagno per saldatura: un astuccio cilindrico in materiale plastico dotato di tappo di fondo e di tappo sommitale apribile, anche loro di materiale plastico.

A partire da questo astuccio, si è realizzato un orologio a gnomone mobile, definibile a serramanico rubando la definizione dal mondo dei coltelli, che una volta richiuso scompare totalmente all'interno del corpo cilindrico. La scelta di realizzare l'orologio con gnomone a scomparsa, in modo da renderlo trasportabile senza patemi di rompere lo gnomone stesso, che è sicuramente la parte più delicata di questa tipologia di orologi, non è nuova; anzi l'ispirazione è venuta proprio da realizzazioni molto precedenti a questa, come il famoso orologio del pastore romano di Este, più volte citato in articoli, uno dei quali su questa stessa rivista [Rif. 1, 2, 3] ma anche come diverse realizzazioni anche moderne tipiche dell'artigianato dei Pirenei francesi.

Veniamo nel dettaglio ai materiali utilizzati e all'assemblaggio degli stessi: come già detto, per il corpo principale si è usato un astuccio cilindrico in materiale plastico, di altezza pari a 10 cm e diametro 2 cm, dotato di chiusura di fondo e tappo sommitale che, data la particolare funzione originaria, presenta un forellino che tornerà utile per far passare un gancio ad anello per tenere sospeso lo strumento. Per realizzare il movimento dello gnomone si è recuperato un tondo in legno di diametro leggermente inferiore al diametro interno dell'astuccio, lo si è tagliato alla misura desiderata, e si è ricavata una scanalatura longitudinale mediana necessaria ad ospitare lo gnomone, realizzato sagomandolo dal compensato, di dimensioni adeguate al progetto (Fig. 1).

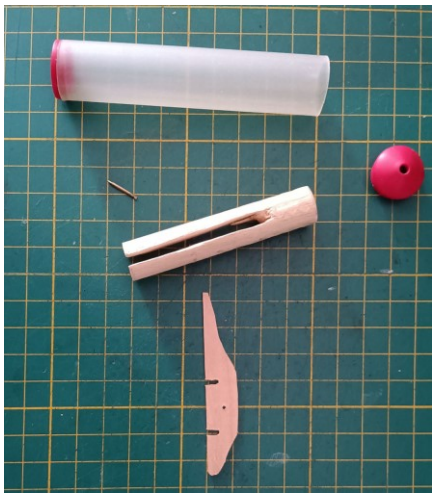


Fig. 1 - Materiali utilizzati

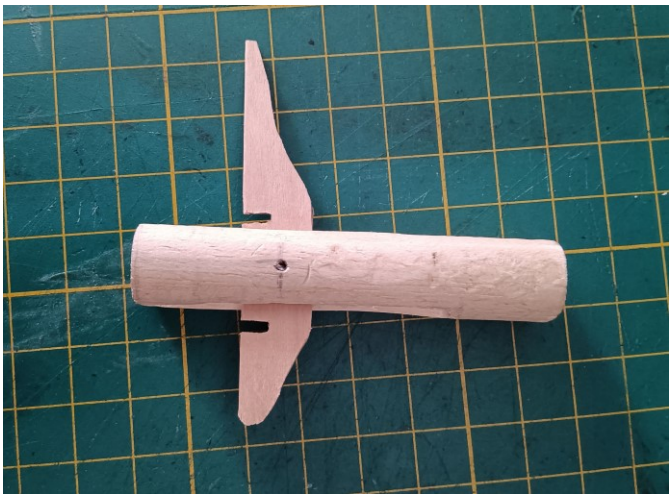


Fig. 2 - Gnomone a scomparsa

Recuperati i materiali si è passati alla vera e propria fase di progettazione e di realizzazione della grafica.

Con noto software di calcolo gnomonico freeware, inserendo i necessari parametri di altezza del quadrante, diametro dello stesso e lunghezza dello stilo, si è calcolata la grafica di base delle linee orarie e di quelle diurne, se ne sono impostati gli spessori ed i colori e si è ottenuto il file in formato .jpg che, una volta importato in software di grafica, è stato vestito con una immagine decorativa e poi stampato su carta, pronto ad essere incollato sul cilindro. Dopo l'incollaggio del quadrante si è proceduto a stendere più mani di lacca trasparente per "decoupage", per meglio proteggerlo e renderlo resistente.

Tornando alla realizzazione dello gnomone, come detto in legno compensato di spessore esiguo e di lunghezza utile pari a quella impostata nel software di calcolo, lo si è sagomato in modo che potesse appoggiarsi al cilindro e mantenersi in posizione per mezzo di due piccole scanalature. In posizione mediana rispetto all'ideale asse verticale dell'orologio è stato realizzato un forellino, necessario ad incernierare lo gnomone per mezzo di un piccolo perno, lasciandolo così libero di ruotare all'interno della scanalatura realizzata nel tondino di legno (Fig. 2).

Fig.3 - L'orologio aperto.

Fig. 4 - L'orologio chiuso.

Per evitare che il cilindro e lo gnomone ad esso solidale, una volta sospesi, si sfilino dall'astuccio esterno, si è creata una guarnizione di tenuta in cuoio leggero che, incollata al cilindro e facendo tenuta, evita lo sfilamento.

A completamento della realizzazione si è posto in sommità al cilindro/gnomone il tappo dell'originale astuccio, tenuto insieme da un occhiello a vite necessario a sospendere l'orologio (Figg. 3 e 4).

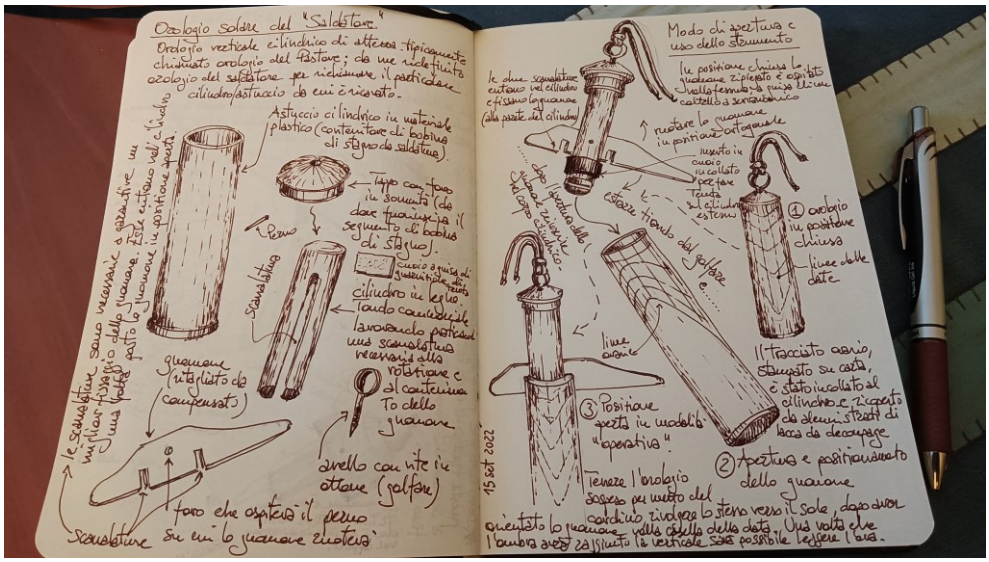


Fig. 5 - Disegni di progetto.

Bibliografia

[1] Mario Arnaldi, Karlheinz Schaldach, "*A roman cylinder dial: witness to a forgotten tradition",* Journal for the History of Astronomy, vol. 28, 1997.

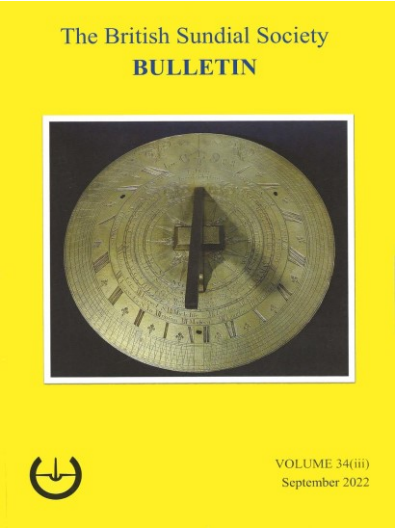
[2] Paolo Albéri Auber, "*Orologio solare di altezza di epoca romana trovato ad Este"*, Orologi Solari, n. 8 agosto 2015.

[3] Paolo Albéri Auber, "*Ipotesi su un orologio solare del I secolo rinvenuto ad Este"*, Atti e Memorie dell'Accademia Galileiana di Scienze Lettere ed Arti già dei Ricovrati e Patavina, Volume CXIX (2006 - 2007) parte II, Memorie della Classe di Scienze matematiche, Fisiche e Naturali.

Rassegna riviste di Gnomonica

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS)

Vol. 34 (iii) Settembre 2022



Editoriale
Meridiane orizzontali di Thomas Wright: un aggiornamento — John Davis e Darius Panahy
Necrologio: Christopher St John Hume Daniel MBE; 1933-2022 — John Davis
Solstizio d'estate in Fleet Street
Necrologio: Anthony Oldfield Wood; 1935-2022 — John Davis
Rassegna di cartoline 60: St. Helier — Peter Ransom
Sulle orme di Thomas Ross. Parte 40: La fine del viaggio — Dennis Cowan
Meridiana polare a Bat Galim, Haifa — CHN
Un cappello per il Sole: Un tour visuale degli orologi solari a cornice d'Europa. Parte 2 — Manuel Pizarro
Una meridiana del primo cristianesimo monastico dell'Irlanda, non ancora censita — Michael J. Harley
Una meridiana da tavolo danese — Martin Jenkins
Un orologio solare d'altezza portatile belga — Sue Manston
Nuove ricerche sulle meridiane medievali — Mario Arnaldi, Karlheinz Schaldach, Denis Schneider
Una nota sulla meridiana scomparsa del Privy Garden, a Whitehall — Peter de Clercq
Meridiane vecchie e nuove al Waterways, Great Yarmouth — Chirstine Northeast

Questo numero, di 40 pagine, contiene 9 articoli e alcuni contributi minori. L'editoriale segnala alcuni mutamenti nell'organigramma della BSS, in particolare la nomina di Fred Sawyer tra i "Patron" (Patrocinatori) della BSS.

Il primo articolo, di *J. Davis* e *D. Panahy*, (ben 9 pagg.) presenta una rassegna delle meridiane orizzontali prodotte nel '700 da Thomas Wright. Sono elencate 27 meridiane ed è riportata la descrizione dettagliata di alcune di esse.

Segue, a cura di *J. Davis*, il necrologio (3 pagg.) dello gnomonista inglese noto come Chris Daniel (1933-2022). Con una vita passata nella Marina e nel National Marittime Museum di Greenwich, è stato tra i fondatori (1988) della BSS, di cui fu a lungo presidente. Ha ricevuto l'onorificenza di MBE (Member of the Order of the British Empire).

Le due pagine successive, ancora a cura di *J. Davis*; riportano un altro necrologio: quello dello gnomonista inglese noto come Tony Wood (1935-2022). Dopo una carriera nel campo dell'ingegneria aeronautica e dell'insegnamento, nel 1996 ha aderito alla BSS, nel cui ambito ha collaborato su diversi progetti e pubblicato molti articoli sul Bollettino.

Con questa 40° e ultima puntata (5 pagg.) *D. Cowan* conclude la sua serie di articoli sulle orme di Thomas Ross, alla ricerca delle antiche meridiane scozzesi. Questa puntata finale è dedicata alla vita e alle opere di Thomas Ross.

L'articolo di *M. Pizarro* (6 pagg.), con una rassegna sulle meridiane a cappello, o a cornice, è la seconda parte di quello già pubblicato su "La Busca de Paper" (n. 100, inv. 2021) e in italiano su Orologi Solari (n. 27, Apr. 2022).

L'articolo di *M. J. Harley* (3 pagg.) descrive un meridiana monastica medievale su cippo scoperta in Irlanda, che si aggiunge alla ventina di altre meridiane simili (nove delle quali ancora al loro posto). Le cattive condizioni del cippo in pietra ne hanno ritardato sino a oggi l'identificazione come meridiana.

M. Jenkins (3 pagg.) presenta una piccola meridiana di tipo armillare in suo possesso (altezza 23 cm) e cerca di stabilire l'origine dell'oggetto, probabilmente dalla Danimarca. Mostra anche alcuni strumenti simili offerti su Internet.

S. Manston, ci mostra (2 pagine) un originale orologio solare d'altezza su tavoletta di legno, proveniente dal Belgio, e formula due ipotesi sulla sua modalità di impiego per la lettura dell'ora.

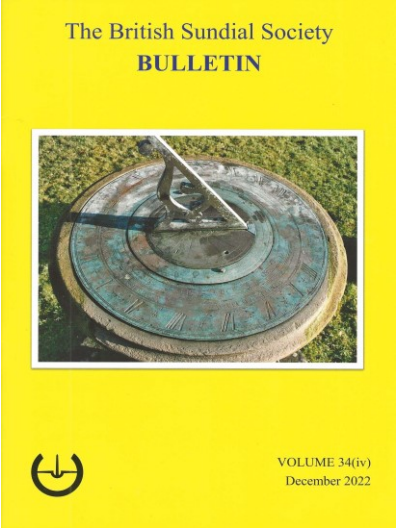
M. Arnaldi, K. Schaldach e *D. Schneider* riassumono (2 pagg.) i più recenti sviluppi delle ricerche, loro personali e di altri storici delle gnomonica, nel campo delle meridiane medievali.

P. de Clercq ci parla (2 pagg.) di una complessa e delicata meridiana multipla, realizzata verso metà '600 nel Privy Garden del palazzo Whitehall (Londra); oggi è sparita, ma ancora verso metà '700 è stata descritta da un viaggiatore.

L'articolo di *C. Northeast* (3 pagg.) riguarda le meridiane orizzontali del parco Waterways, a Greath Yarmouth (sul mare, 180 Km NE di Londra): le due meridiane di inizio '900, scomparse, sono state sostituite con nuove meridiane.

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS)

Vol. 34 (iv) Dicembre 2022



Editoriale	
La macchina per predire le maree e l'Equazione del Tempo	W. Riegler
Giornata d'incontro a Newbury, 17 settembre 2022	
Verbale del 32° Annual General Meeting della BSS, 17 settembre 2022	
Nota su un'altra meridiana scomparsa nel Privy Graden, di Whitehall	Fred Sawyer
"Meredith Hughes di Bala" e le sue cinque meridiane	Irene Brightmer
Meridiana d'altezza belga: un orologio solare di Hevelius	Steve Lelievre, Sue Manston
Immagine dalle vacanze: Delft	
L'assistente del viaggiatore: indicazione continua dell'ora	Graham Stapleton
Rassegna di cartoline 61: Parigi	Peter Ransom
L'equazione del Tempo nel calendario del vostro telefono cellulare	Andrew Hodgson
Una meridiana canonica portatile?	John Davis
Lettere dei lettori (1)	Turner
Tre meridiane scandinave	Johan A. Wiklander
Dilettersi con le meridiane a testa in giù	David Brown
Rassegna di libri	John Davis
Lettere dei lettori (2)	Stapleton
Meridiana polare di Charlemagne Viet	Sue Manston

Questo numero, di 40 pagine, contiene 8 articoli e diversi contributi minori. Vi è inoltre il verbale del "General Meeting" annuale della BSS, tenutosi a Newbury il 17 settembre; in esso si segnala che la BSS ha circa 250 membri, pochi dei quali partecipano però alle annuali giornate d'incontro; sono stati perciò proposti incontri on line.

Il primo articolo, di W. *Riegler* (4 pagg.), descrive una macchina, composta da eccentrici e pulegge, per la previsione delle maree. Di questa macchina, che opera essenzialmente sommando componenti sinusoidali, si propone una variante per la valutazione dell'Equazione del Tempo, adatta all'uso sugli eliocronometri.

Segue la relazione sulla giornata d'incontro che la BSS ha tenuto con successo a Newbury il 17 settembre 2022, con la sintesi delle dieci relazione presentate.

Segue un breve articolo (2 pagg.) di *F. Sawyer*, su una meridiana esistente in passato nel Privy Garden del palazzo Whitehall (Londra). Si aggiunge all'articolo del numero precedente su un'altra meridiana scomparsa dallo stesso luogo.

I. Brightmer descrive (6 pagg.) le cinque meridiane conosciute di Meredith Hughes, un costruttore gallese del Settecento: sono eleganti meridiane orizzontali in metallo, due delle quali di tipo "geografico", cioè con le marche di mezzogiorno per numerose città.

Il successivo articolo, di *S. Lelievre* e *S. Manston* (3 pagg.), riprende in considerazione l'orologio solare d'altezza su tavoletta di legno, di origine belga, descritto nel numero precedente. Gli autori avanzano l'ipotesi che si tratti di un orologio solare del tipo Hevelius, sia pur realizzato in modo imperfetto.

L'articolo di *G. Stapleton* (3 pagg.) descrive una tabella, contenuta in un manuale settecentesco per i viaggiatori, con le indicazioni per ricavare l'ora dalla lunghezza dell'ombra di un bastone da passeggio con suddivisione decimale, constatando che la precisione della tabella è scarsa. Cita inoltre diverse tabelle simili del passato.

H. Hodgson (1 pag.) comunica di avere sviluppato un software per aggiungere i dati dell'equazione del tempo sul calendario dei telefoni cellulari e spiega come ottenerlo per il proprio telefono.

In un breve articolo (1 pag.) *J. Davis* descrive un curioso reperto trovato con un cercametalli: un piccolo disco di piombo (diametro 78 mm) con poche incisioni, interpretabile come una rozza una meridiana canonica portatile.

Nella Scandinavia si conoscono poche meridiane di tipo canonico; nel suo articolo (4 pagg.) *J. A. Wikander* ce ne descrive tre: una verticale su lastra di pietra, una frammentaria in avorio e una orizzontale in pietra. Su tutte compare la suddivisione oraria "ottavale", basata su blocchi di tre ore, uno dei quali centrato sul mezzogiorno.

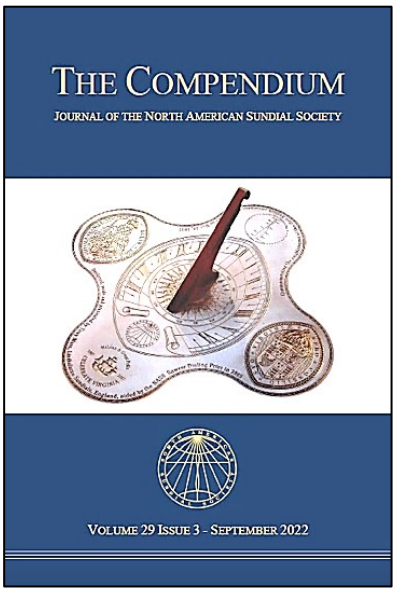
D. Brown (4 pagg.) ci racconta, anche con belle fotografie, le meridiane incontrate nel suo recente viaggio in Tasmania, dove tutta la gnomonica… è rovesciata.

Segue, a cura di *J. Davis*, la breve presentazione del libro "Vertical stereographic sundial" di Maciej Lose, liberamente scaricabile da Internet, in lingua inglese, all'indirizzo tinyurl.com/ymrveseh.

Infine, una lettera di *G. Stapleton* riprende il tema dell'orologio solare belga a cui è dedicato uno degli articoli.

"The Compendium" Journal of the NASS (North American Sundial Society)
Vol. 29 N. 3 - Settembre 2022

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



Meridiane per principianti
L'ombra di un piano a confronto con la meridiana — Robert L. Kellogg
Uno sguardo estatico sulla meraviglia delle ore antiche — Fred Sawyer
Risposta al Quiz: Meridiane che si auto-orientano — Rolf Wieland
Aggiornamento di una Meridiana: Bairro Cidade Nov — Robert L. Kellogg
Forma e Topologia dell'Analemma — Werner Riegler
Uno strumento nella rete Internet, per costruire le meridiane di Hevelius — Steve Lelievre
In memoria
Intervista: Tony Moss autobiografico — Tony Moss
Ricordo del Capitano Bailey — Fred Sawyer
Congresso della Nass: Nashville, 11-14 Agosto 2022 — Bob Kellog e Jack Aubert

Come sempre, il notiziario inizia con l'ennesima puntata della rubrica Meridiane per principianti (*R. L. Kellogg*): questa volta si occupa dell'ombra di una superficie piana orizzontale rettangolare (un tavolo, un cornicione…) sul piano sottostante, evidenziando come la direzione del raggio solare sia individuata dall'ombra degli spigoli, qualsiasi sia l'orientamento dei bordi. Il discorso poi si allarga, prendendo in esame altri casi: ad es. una serie di tavole inclinate, inserite su un piano orizzontale e variamente inclinate e orientate: l'ombra più sottile di esse indica l'ora. L'Autore si riferisce ad articoli precedenti pubblicati su Compendium da colleghi.

Lo sguardo estatico di *F. Sawyer* è un rigoroso e dettagliato rapporto sulle idee dei vari Autori in merito alle ore antiche a partire dai testi del nono secolo ai giorni nostri. La questione riguarda il fatto che tali linee orarie sono curve, mentre sono usualmente rappresentate con segmenti di retta. La relazione elenca con cura le idee pro e contro tale curvatura che si sono succedute nel tempo. Sawyer espone la dimostrazione della certezza di tale curvatura fatta da Clavio nel suo Astrolabium (1583), dimostrazione che è stata ancora oggetto di discussioni nei secoli successivi, perché non tutti ne accettavano il risultato. Solo intorno alla metà dell'800 sono iniziati gli studi per individuare le equazioni relative a tali linee orarie, con Biot, che in realtà non approdò a risultati concreti. Sawyer infine si dilunga a riportare in dettaglio gli studi matematici iniziati agli inizi del '900 da Hugo Michnik, per terminare con l'illustrazione della teoria fatta da Joseph Drecker nel 1925.

La risposta al Quiz (*R. Wieland*) del numero precedente, riguardante il pannello con due meridiane (una analemmatica e una polare) affronta il problema del grado di precisione dell'orientamento ottenibile dalle correzioni impresse al pannello nelle varie ore del giorno e in date diverse, per allinearsi alla linea meridiana, prendendo in esame, ad esempio, l'operazione eseguita in un pomeriggio nel periodo primaverile, ad una data latitudine.
L'Autore esamina, con una accurata analisi matematica, la diversa "sensibilità" dei due orologi a convergere sulla stessa indicazione oraria, individuando l'ora pomeridiana in cui si ha la massima diversità degli spostamenti dell'ombra sui rispettivi diagrammi orari a parità di rotazione, e di conseguenza l'orientamento ottenibile è più corretto.

Una breve annotazione (*R. Kellogg*) riguarda la meridiana orizzontale su base in cemento sistemata nel 2009 nella spiaggia brasiliana di Bairro Cidade Nova, che è già stata spostata due volte, in quanto il mare sta erodendo la spiaggia. Tale meridiana era stata oggetto di un precedente articolo.

La Relazione (*W. Riegler*) esamina forma e topologia dell'Analemma rispetto ai parametri orbitali, sia per la Terra che per Marte, mettendone in relazione i rapporti dimensionali e le equazioni che ne derivano. Solo con particolari condizioni si ottiene la forma ad 8 che conosciamo. L'Autore estende le sue considerazioni ai loro aspetti nel tempo, in passato e nel futuro, con il variare di tali rapporti, illustrando i grafici ottenuti per vari periodi, dall'analisi matematica del problema.

Le caratteristiche (*S. Lelievre*) di uno "strumento" per il corretto calcolo e la verifica delle approssimazioni delle indicazioni orarie degli Orologi di Hevelius, pubblicato nella rete Internet (https://gnomoni.ca/hevelius) sono illustrate ed ampiamente discusse dall'Autore. Egli esamina con cura le influenze di Latitudine e Calendario sulla qualità delle indicazioni orarie dell'orologio. Fa presente che esso era diffuso nella zona orientale dell'Europa, per latitudini superiori a 46°, e che per latitudini inferiori nascono dei problemi. Propone inoltre la possibilità di costruire una sorta di bussola, basata sul diagramma orario di questo orologio.

Seguono tre brevi note in memoria di gnomonisti recentemente scomparsi:

- Cristopher St. JH Daniel (1933-2022) è stato uno dei fondatori della BSS nel 1989 ed è l'autore del logo dell'associazione. Progettista di molte meridiane, tra le quali la famosa meridiana con i delfini di Greenwich. Dopo diversi anni di carriera in una società di navigazione è entrato tra il personale del National Marittime Museum di Greenwich. Ha scritto molti articoli di gnomonica e, nel 1986, pubblicato un suo libro sulle meridiane che ha venduto 26500 copie.
- Ortwin Feustel (1933-2022) è stato autore di molti articoli su Compendium e su altre riviste di gnomonica, spesso con orientamento matematico. Residente in Germania, faceva parte del gruppo di lavoro sugli orologi solari della DGC (Società Tedesca per la Cronometria).
- Warren Thom (1946-2020), è stato per lungo tempo membro della NASS, durante una carriera professionale nell'insegnamento e come allenatore sportivo.

Tony Moss intervista sé stesso, e traccia una autobiografia. Dopo una lunga attività di insegnamento e di interesse nell'aeronautica, ha cominciato ad interessarsi di Orologi solari e, circa 25 anni addietro, ha impiantato una ditta che li costruiva in ogni parte del mondo. Oggi ha chiuso ogni attività, a 84 anni. Al testo segue una serie di fotografie che illustrano alcune delle meridiane metalliche costruite dalla sua ditta.

L'ultima relazione (*F. Sawyer*) tratta vita e opere gnomoniche del Capitano Bailey (1835 - 1903) ricordato con quel titolo per la sua partecipazione alla Guerra Civile. Successivamente agli eventi bellici egli si dedicò alla attività di orologiaio e costruttore di meridiane, in metallo o in legno, con alterne fortune. L'articolo, basato sulle pubblicazioni di una scrittrice degli inizi del '900, Alice Morse Earle, illustra le sue opere, riprendendo anche le illustrazioni di un catalogo da lui pubblicato nel 1897.

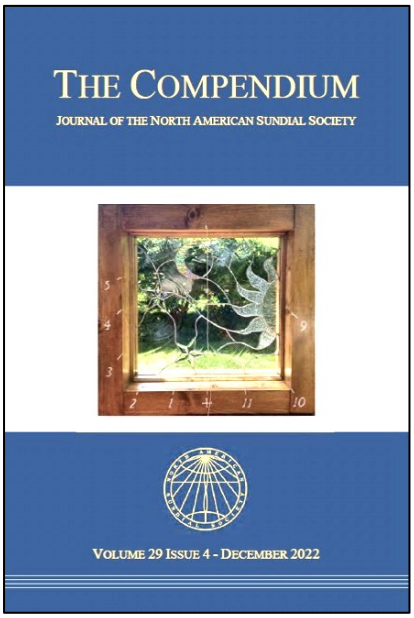
Per gli abbonati alla Digital Edition della rivista, i Bonus riservano le due presentazioni in .pptx che F. Sawyer ha illustrato alla recente conferenza della NASS, corrispondenti ai due articoli presenti in questo numero della rivista.

Il notiziario termina con una lunga relazione della stessa conferenza, tenutasi a Nashville nell'Agosto scorso, e con la sintesi delle memorie presentate.

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

Vol. 29 N. 4 - Dicembre 2022

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



Meridiane per principianti: "falsi perfetti" e meridiane multiple — Robert L. Kellogg
Un quadrante del XVII secolo sulla finestra — Marc Montgomery
Realizzare una meridiana su una bottiglia — Don Petrie
Orologi solari cilindrici portatili, Parte I – Storia — Alfonso P. Moreno e Robert L. Kellogg
L'Orologio dell'astronauta: una meridiana universale — Fabio Savian
Giocattolo da salotto di uno gnomonista: una meridiana indipendente dalla latitudine — Fred Sawyer
Un'interessante meridiana orizzontale a Londra — Fred Sawyer
Un primo quadrante Hevelius: ancora più antico? — Steve Lelievre
Notizie brevi
In memoria

Nel solito capitolo di apertura "per principianti", *Robert Kellogg* comincia dalla illustrazione di una bella meridiana da giardino datata 1717: la meridiana metallica sul piedistallo antico in marmo è però molto più recente, e risale probabilmente ai primi anni del '900. L'Autore poi dilata il discorso, illustrando l'esistenza di una vera e propria attività artigianale intorno alla fine dell' '800 e nei primi anni del '900, con l'uso di leghe metalliche di bassa qualità e tentativi di camuffare la produzione in serie incidendo parole con caratteri e testi diversi.

L'articolo di *Marc Montgomery* sulle "meridiane da finestra" illustra la meridiana da lui costruita, con riferimento ad un testo del 1688 di T. Strode, che spiega come sia possibile, con un filo appeso nel centro dell'orologio, le cui linee orarie sono tracciate all'interno del serramento, traguardare il Sole o una stella (come d'uso per l'astrolabio) e il punto gnomonico, individuando l'ora sia di giorno sia di notte. L'Autore dell'articolo applica il metodo illustrato dal testo per costruire la nuova meridiana. Cita il fatto che Strode introduce una mescolanza di relazioni trigonometriche e metodi grafici (in contrasto con i sostenitori dei metodi grafici). Alla fine dell'articolo cita una pubblicazione di Leybourn (1700) in cui questo nuovo Autore attribuisce il merito dell'introduzione della trigonometria a Samuel Foster, deceduto nel 1652.

Un piacevole articolo di *Don Perie* spiega come costruire un orologio del pastore su una bottiglia, utilizzando un grafico standard per linee orarie (in cui è possibile inserire una dedica, se lo si vuole regalare ad un amico) e del filo di rame, tratto da cavi elettrici, per l'ortostilo rotante.

Alfonso P. Moreno e *Robert L. Kellogg* presentano gli orologi solari portatili d'altezza in particolare a cilindro. In questa prima parte ne ripercorrono la Storia. Si inizia citando Vitruvio, che accenna a testi esistenti all'epoca, relativi ad orologi portatili. Prosegue con la identificazione, nel 1984, di questo genere di orologio in un cilindro proveniente dalla tomba di un medico risalente al 1° sec. d.C., conservato nel Museo di Este, e la conseguente individuazione di un certo numero di orologi analoghi, risalenti alle stesse epoche, in altri musei d'Europa. Non manca un lungo cenno al Prosciutto di Portici che si basa sullo stesso principio. Prosegue notando i secoli bui del medioevo, per giungere a due brevi scritti dei secoli 8° e 10°, ad Ermanno Contratto (11° sec.) e all'opera di Chaucer (fine 14° sec.). Non trascura il ritrovamento di uno strumento analogo, in argento, a Canterbury. L'orologio era ormai popolare nei secoli successivi, ma restano pochi reperti perché erano costruiti con materiali deperibili. Ovviamente l'articolo riporta la fotografia del quadro "Gli Ambasciatori", opera di Hans Holbein. Spiega infine che il nome "Orologio del Pastore dei Pirenei" è stato acquisito nel 18° secolo, e che non risulta che i pastori di quella zona ne facessero uso; forse era un souvenir di Lourdes, per i pellegrini che passavano per quei luoghi. Termina con la citazione di un orologio simile molto grande, comandato da meccanismi a manovella, costruito con criteri moderni nel 2002.

Fabio Savian si propone ai lettori d'oltreoceano con il suo fantasioso Orologio dell'astronauta, un orologio solare d'altezza, evoluzione dell'orologio del pastore, che diventa universale. Uno gnomone sagomato sulla coda di un "gallo" con una curva particolare, che ne definisce il tracciato e ne ha ispirato anche il design, un gallo appunto, permette di impostare la propria latitudine e di usarlo in qualsiasi luogo. Lo strumento è stato sviluppato da Fabio Savian già nel 2009 e pubblicato su Gnomonica Italiana n. 18, luglio 2009. Si può visitare la scheda tecnica dello strumento in Sundial Atlas (www.sundialatlas.net/atlas.php?ori=52), dove si possono anche ottenere i modelli necessari per realizzarne uno. L'autore lo chiama l'Orologio dell'astronauta poiché oltre a dare la possibilità di leggere l'ora vera locale ovunque ci si trovi, permette di far variare la declinazione solare oltre i valori usati sulla Terra, notoriamente compresi tra ±23.5°.

Fred Sawyer propone una meridiana orizzontale progettata per funzionare indipendentemente dalla latitudine, nata da una sua vecchia idea e da lui presentata all'ultima conferenza della NASS: una costruzione grafica che inizia con l'ombra di uno spillo verticale e la trasforma in un angolo o arco che indica l'ora corrente del giorno e che funziona su qualsiasi piano orizzontale per qualsiasi latitudine. L'Autore gioca con gli elementi geometrici imposti dalle variabili gnomoniche in campo e predispone un diagramma sul quale l'utente, operando con un'alidada graduata centrata sul piede dell'ortostilo e che lavora a partire dal termine della sua ombra, può ricavare l'ora. L'autore promette un secondo articolo dove proporrà una variante specificamente intesa a colmare l'impossibilità di leggere le ore che precedono e seguono le 6, nonché la difficoltà nella lettura dell'ora intorno alla stessa ora.

Un secondo contributo di *Fred Sawyer* presenta un'interessante meridiana orizzontale, che si trova nel cimitero di Brompton, uno dei cosiddetti magnifici sei sepolcreti di Londra, risalente al 1925 e di recente restaurata con il riposizionamento dello stilo. La caratteristica più interessante della meridiana è l'insolita disposizione dello gnomone e delle linee orarie rispetto alla cornice, disposta con i lati paralleli ai vialetti e ai confini dell'aiuola di sepoltura.

Un breve articolo di *Steve Lelievre* aggiorna un recente studio da lui pubblicato su un quadrante d'altezza in legno, classificato come quadrante Hevelius e privo di datazione, un quadrante di particolare interesse sia per il materiale di cui è fatto, il legno, sia per la scala utilizzata per impostare la data, una scala che usa l'ora dell'alba anziché la declinazione solare. Un nuovo esemplare dello stesso tipo, questo in metallo e meglio ancora datato, riapre il discorso sull'attribuzione di questo genere di quadranti a Hevelius. Esso riporta infatti ad una data precedente a qualsiasi altro esemplare noto, confermando ulteriori dubbi sul fatto che Hevelius sia l'effettivo inventore di questo genere di quadranti. L'autore conclude che si può continuare a chiamare questi quadranti "Orologi di Hevelius" in onore del famoso e abile astronomo, ma che bisogna essere cauti quando si tratta di identificarne l'effettivo inventore.

Seguono brevi note di ricordo di due membri della NASS scomparsi nell'agosto 2022: William Peter Van Wyk e Albert "Mac" Oglesby.
Albert Mac Oglesby ha ricevuto il Sawyer Dialing Prize per il 2007, è autore di molti articoli per The Compendium e ha modellato molte delle nuove meridiane progettate da Fred Sawyer. I suoi quadranti pubblici si trovano in tutto il Vermont meridionale. Era particolarmente affezionato ai quadranti con le "ore al tramonto" tanto da progettarne uno per la pista di atterraggio dove era solito pilotare il suo piccolo velivolo sperimentale.

Chiudono le notizie brevi e le indicazioni sui Bonus digitali allegati alla rivista tra i quali un file PowerPoint di Fred Sawyer relativa al suo primo articolo.

"Zon&Tijd" Bollettino delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga

N. 142 - 2022.3

Editoriale – Autunno	Redazione
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese	Segreteria
"Sawyer Dialing Prize 2022" a Frans Maes	Eric Daled
Notizie dall'Associazione Gnomonica Fiamminga	Eric Daled
Ricordo di Han Hoogenraad	Volkert Hoogeland
Il disco del cielo di Nebra temporaneamente in mostra ad Assen	Redazione
Successo per l'escursione dell'Associazione Gnomonica Olandese a Utrecht	Redazione
Anversa ..."secondo il percorso del Sole". Parte 1. L'orologio solare di Eiermarkt	Joris Willems
Riscoperta dell'orologio solare sulla Nicolaas Beets House a Utrecht, ed un concorso di idee per il suo restauro	Astrid van der Werff
Cerchio di Lambert e Linea di Leenders	Willy Leenders
Al terzo rintocco saranno le 10, 21 minuti e 32 secondi	Eric Daled
Come si elimina φ ? – Risposte	Frans Maes
Rien Willemen, fabbro artistico	Hans Schipper
Formule di declinazione solare a confronto	André Reekmans
Quiz: bussola degli scout ed equazione del tempo	Frans Maes

Questo numero inizia con un breve editoriale a cura della *Redazione* che ci riporta all'autunno, all'equinozio del 23 settembre alle 03:04 ora legale del nostro fuso orario, ed al cambio dell'ora con ritorno all'ora così detta "solare".

La *Segreteria* dell'Associazione Gnomonica Olandese da notizia dell'incontro organizzato nella citta di Tricht cui vengono invitati anche i membri della dell'Associazione Gnomonica Fiamminga. L'incontro è previsto per il 17 settembre 2022. Sarà organizzato un nuovo corso di gnomonica che avrà inizio verso la fine di settembre. Viene anche data notizia della morte di Klaas Romeijn e di Han Hoogenraad. Queste tristi notizie vengono però affievolite dall'aggiunta di ben sei nuovi membri iscritti di cui due stranieri (Germania e Svizzera).

E. Daled comunica che il "Sawyer Dialing Prize 2022" è stato assegnato a Frans Maes durante la 27° conferenza annuale della "North American Sundial Society" (NASS), che si è svolta dall'11 al 14 agosto a Nashville, nel Tennessee. La motivazione recita così "... per la creazione di un corso introduttivo alla gnomonica, costruito sull'idea dell'autoapprendimento supervisionato; per il successo pluriennale di quel corso; e per la sua ispirazione allo sviluppo da parte della NASS di una versione nordamericana" (...e noi italiani quando metteremo su un corso di gnomonica? N.d.t). Non potendo partecipare di persona, gli sono stati inviati il certificato, la "Spectra Sundial" di Jim Tallman, e il premio in denaro ($ 250). Il premio in denaro sarà usato per la redazione del libro – risultato dal corso di gnomonica – su cui sta lavorando. Maes è il terzo olandese a ricevere il SDP dopo Fer de De Vries (2000) ed Hendrik Hollander (2005).

Alcune notizie dalla Associazione Gnomonica Fiamminga a dura di *E. Daled* il quale comunica che l'assemblea generale si terrà il 15 ottobre 2022 ad Anversa. Comunica inoltre che stato pubblicato un libro illustrato a cura di André Reekmans, con la collaborazione di Willy Leenders con circa 50 modelli di orologi solari del compianto Aimé Pauwels, e che sono stati individuati e catalogati un orologio solare antico e due recentemente realizzati. Jos Pauwels informa i membri della associazione che un orologio solare in pietra presumibilmente del XIX secolo era stata messa all'asta a Bruges. Patric Oyen ha scoperto un nuovo monumento gnomonico inaugurato a De Klinge. Si tratta di un cippo parallelepipedo in pietra dal peso di 600 kg. a commemorazione dei 150 anni della linea ferroviaria Mechelen-Terneuzen dismessa dal 1975. Esso è composto da orologio solare orizzontale sulla sua faccia superiore ed un orologio solare verticale sulla su faccia esposta a Sud. Viene comunicato l'aggiornamento del software di François Blateyron "Shadows Pro" alla versione 5 che permette di visualizzare in 3D gli orologi solari in progetto. Lo scultore Frank Ranson informa che uno dei suoi orologi solari ad anello in pietra è attualmente in mostra al padiglione De Notelaer, Notelaerdreef 2, 2880 Hingene (Bornem) fino al 30 ottobre.

V. Hoogeland scrive un bellissimo ricordo di Han Hoogenraad che ci ha lasciato il 24 giugno scorso all'età di 86 anni. Ingegnere ed insegnante era interessato alla trigonometria ed alla geometria tridimensionale che portava spesso nella gnomonica.

La *Redazione* informa che il "disco del cielo di Nebra" è in mostra al Drents Museum di Assen fino al 18 settembre. Questo disco di bronzo con intarsi in oro, trovato nel 1999 nella Germania orientale, è la più antica rappresentazione concreta di fenomeni astronomici conosciuta. Databile tra il 1700 ed il 2100 a.C.

Tre pagine ricche di immagini a cura della *Redazione* illustrano la gita svoltasi ad Utrecht. Tra gli orologi solari visitati il più antico dei Paesi Bassi alla Jacobikerk nel cui interno si trova un antico meccanismo a orologeria con tamburo suonante per un carillon del 1650.

J. Willems in questa prima puntata molto lunga del suo articolo racconta, nel dettaglio, il rifacimento dell'orologio solare errato all'Eiermarkt (mercato delle uova) nella città di Anversa dal curato Henricus de Coninck all'inizio XVIII secolo. In citta un tempo esistevano tre orologi meccanici pubblici (l'orologio della cattedrale principale, quello della torre sud della cattedrale Nieuwe Beurs e quello sulla casa gotica degli assessori, demolita poco dopo). Gli orologi solari venivano utilizzati per mantenerli in orario.

A. van der Werff con questo articolo riporta l'attenzione sul minuscolo orologio solare verticale (23 x 28 cm.) applicato sulla Nicolaas Beets House a Utrecht. Esso era già stato catalogato, ma "dimenticato". I primi tentativi di ripristino nel 1985 e nel 2009 fallirono. Viene aperto ora un concorso di idee su come far rivivere l'orologio solare.

W. Leenders analizza in questo articolo il quadrante analemmatico ed i cerchi di Lambert ad esso associati. Il cerchio di Lambert è una circonferenza passante per tre punti, ovvero i due fuochi dell'ellisse ed il punto di data di una analemmatica. Esso interseca l'ellisse in due punti che indicano l'ora di alba e tramonto per quella data. La "linea di Leenders" è una linea che passante per il punto di data sulla analemmatica e ruotata di una declinazione a piacere ne individua a quella data, intersecando l'ellisse oraria, l'ora di inizio e di fine di illuminazione di un muro parallelo a tale linea.

E. Daled scrive un articolo sulla fine in Francia del segnale orario inviato telefonicamente da Orange a partire dal 01 luglio. (In Italia Wind e TIM continuano a fornire questo servizio n.d.t.). La Francia era stata la prima ad introdurre questo servizio nel 1933. Belgio e Olanda forniscono ancora questo servizio, il Belgio nelle tre lingue ufficiali del paese. Fanno lo stesso anche la Svizzera, gli Stati Uniti ed il Canada. L'articolo si conclude con una battuta: "A quando un orologio solare parlante?"

F. Maes, espone le numerose risposte ricevute al quesito pubblicato sullo scorso numero della rivista su come eliminare la latitudine dalle formule classiche di declinazione ed altezza ottenendo $\sin(AH)\cos(\delta) = \sin(Az)\cos(h)$. Le soluzioni hanno seguito due strade; tramite l'algebra classica e tramite la trigonometria sferica. Si segnala un interessante testo in inglese scaricabile gratuitamente in pdf sulla trigonometria sferica http://aprsa.villanova.edu/files/Smart-SphericalAstronomy.pdf.

H. Schipper ci porta a conoscenza di un fabbro dalle spiccate capacità artistiche dell'età di 84 anni, Rien Willemen. Egli produce ancora orologi solari di vario tipo. Recentemente ha realizzato un quadrante declinante a ovest, un quadrante a forma di libro e una sfera armillare.

A. Reekmans compone una interessantissima ricerca sui vari metodi di calcolo della declinazione solare, e li mette a confronto. Sono state confrontate cinque equazioni, a partire dall'equazione testata in Zon&Tijd 2021.4, e includendo una serie di Fourier del terzo ordine. Inoltre è stato determinato l'effetto che l'errore in declinazione comporta sui valori calcolati di altitudine e azimut solare. Le cinque formule sono: quella di Wikipedia, la sua estensione con l'aggiunta di due armoniche, la formula con armoniche di Fourier, la formula di Yannic De Wilde, e la formula di Rezoug ed altri.

Concludono la rivista la soluzione del precedente quiz a cura di *F. Maes*. Quanto è utile la "regola dei boy scout" per trovare il sud con un orologio classico? Non molto, anche se l'orologio è impostato sull'ora solare locale. Gli errori aumentano alle latitudini più basse, sono maggiori in estate che in inverno e sono maggiori a metà mattina e pomeriggio. Il nuovo quiz: alcuni orologi solari per dare l'ora esatta utilizzano spesso parti che devono essere cambiate ogni sei mesi. Facendo uso della simmetria approssimativa dell'equazione del tempo, è possibile avere un'unica forma che corregge EdT per l'intero anno? E quanto sarebbe preciso?

"Zon&Tijd" Bollettino delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga

N. 143 - 2022.4

Editoriale – Inverno	Redazione
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese	Segreteria
Notizie dall'Associazione Gnomonica Fiamminga	Eric Daled
Ricordo di Eric Van Gassen	Jo Vaerewyck
Un quadrante di altitudine portatile belga	Sue Manston
Ricordo di Dees Verschuuren	Frans Maes
C'era una volta... un orologio solare	Astrid van der Werff
Un quadrante vagante all'abbazia di Rolduc	Willy Leenders
Ricordo di Ton Pel	Peter de Groot
L'orologio solare di Momignies	Eric Daled
Perché il 18 settembre è il giorno più corto?	Frans Maes
Un tempo rugoso	Mieke Steenhout
Laboratorio: Predisposizione di un orologio solare analemmatico	Henk Hietbrink
Orologi solari piani intorno al 1450	Karlheinz Schaldach
Arte e gnomonica ad Amersfoort	Hans Schipper
Quiz: Valzer dell'equazione del tempo e caccia al tesoro	Frans Maes
Riunione dell'Associazione Gnomonica Fiamminga	Eric Daled
Riunione dell'Associazione Gnomonica Olandese	Segreteria

Questo numero inizia con un breve editoriale a cura della *Redazione* che ci riporta alla stagione invernale, che inizia astronomicamente con il solstizio del 22 dicembre alle 22:48 ora legale del nostro fuso orario, ed alle festività ad esso collegate: il Natale nella cultura cristiana, l'Hanukkah nella cultura ebraica e lo Yule nella cultura germanica precristiana. La Redazione augura a tutti, a qualunque cultura si appartenga, di trascorre delle buone feste di Solstizio Invernale.

La *Segreteria* dell'Associazione Gnomonica Olandese comunica che la riunione di gennaio è annullata. Sono state ricevute tre proposte per il restauro dell'orologio solare di Nicolaas Beets House. Tramite il bollettino della British Sundial Society si porta a conoscenza della morte a 88 anni di Chris Daniel.

Dalla Associazione Gnomonica Fiamminga a cura di *E. Daled* una notizia di Hendrik Desmet che attira la nostra attenzione sulla mostra "Alessandria: futuri passati" al BOZAR (Bruxelles), una mostra che ripercorre gli antichi anni di gloria di questa città sulla base di circa 200 opere provenienti dalle più grandi collezioni museali europee. Sono presenti anche alcune meridiane e un astrolabio. La mostra è aperta fino all'8 gennaio 2023. https://www.bozar.be/nl/kalender/alexandrie-vervlogen-toekomsten

J. Vaerewyck scrive una pagina in ricordo di Eric Van Gassen scomparso a soli 62 anni. Si sono conosciuti durante il corso di gnomonica nel 2020, quando scoprono di essere concittadini. Il ricordo cita ad un certo punto: "Il Sole indica il vero tempo locale, il vero tempo è il tempo che ci dedichiamo l'uno per l'altro." La pagina si conclude con la speranza che i tanti bei momenti della vita di Eric vengano ricordati a lungo.

S. Manston traduce un articolo apparso sulla BSS Bulletin 34(iii), settembre 2022. Si tratta di un orologio solare che risale al XVIII secolo e che dovrebbe essere stato realizzato per l'area di Bruxelles o Liegi. Misura 52 per 72 mm, è in legno dipinto, ha una corda con una perlina su un lato lungo ed era accompagnato dall'indicazione "manca lo gnomone". Non è chiaro il suo funzionamento. L'autrice fornisce due suggerimenti su come questo quadrante avrebbe potuto essere utilizzato.

F. Maes ricorda Dees Verschuuren che ci ha lasciato all'età di 90 anni. E' stato membro della Associazione Gnomonica Olandese dal 1986. Ha contribuito al Bulletin anche organizzando escursioni. Ha progettato diversi orologi solari interessanti tra cui quella al Varendonck College di Asten con Fer de Vries. Aveva anche l'hobby per l'intaglio della pietra e quindi si è dilettato a costruire alcuni "scaphen". E' stato per vent'anni bibliotecario presso il monastero di Crosier a Sant'Agata. Ha inventariato e descritto i circa cinquanta strumenti astronomici e di altro tipo che il monastero possiede, tra cui diversi orologi solari.

A. van der Werff scopre un orologio solare analemmatico in un parco vicino a Bladel. L'orologio non è catalogato. Ulteriori ricerche la portano a scoprire la genesi di questo orologio solare a la storia che lo accompagna. Questo articolo è il racconto di tutto ciò. Insieme alla sua classe, l'insegnante signora Kiet ha scritto una fiaba "Il regalo della

principessa Jara". Questa fiaba ha vinto un premio in un concorso sul parco di Efteling. Con la somma di denaro vinta con il premio è stata creata una riserva naturale, alla quale è stata aggiunto un orologio solare analemmatico.

W. Leenders analizza un orologio solare inciso su una lastra di pietra spezzata in due lungo la sua linea meridiana. Esso si trova su una parete esattamente rivolta a sud dell'abbazia di Rolduc. Le linee orarie risultano però asimmetriche. Un'analisi ha rivelato che l'orologio sarebbe corretto se posizionato a 29° N, e a 17° est di declinazione. Come questo orologio sia stato collocato a Redulc, che si trova a quasi 51°N rimane un mistero.

P. de Groot scrive un breve ricordo di Ton Pel che ci ha lasciato a78 anni. Laureato in ingegneria era interessato agli astrolabi e ha scritto un libro che insegna come autocostruirne uno. https://tonpel.nl/astrolabium

E. Daled scrive un brevissimo articolo sull'installazione nella città Vallona di Momignies di un orologio solare equatoriale "invertito", con un anello delle ore traforato che proietta i numeri sulla sua superficie.

F. Maes in un curioso articolo ispirato da un trasmissione televisiva di una emittente belga analizza la curva dell'equazione del tempo al fine di stabilire quale sia il giorno che dura più di 24 ore e quello che dura meno. Frans spiega che la derivata del grafico dell'equazione del tempo ha il suo massimo nell'intorno del 18 settembre con 22 secondi in meno. Il giorno più lungo è invece intorno al 22 dicembre con 22 secondi in più.

M. Steenhout ricorda, con uno struggente racconto dallo stile crudo ed essenziale tipico di una sceneggiatura cinematografica, l'assemblaggio un venerdì sera degli anni sessanta del suo primo orologio solare. Ritagliato da un kit predisposto in un libro per ragazzi di suo fratello, fu incollato un po' maldestramente con la fretta di ottenerne al più presto il funzionamento, dando perciò indicazioni incerte.

H. Hietbrink descrive un laboratorio scolastico, tenuto da Frans Maes a Tricht. A causa del brutto tempo si è dovuto operare all'interno dell'edificio. Tre orologi analemmatici sono stati predisposti in una sala, utilizzando un asse maggiore addirittura di 4 metri.

K. Schaldach analizza due manoscritti tardo medievali (1450) relativi agli appunti delle lezioni di uno studente degli allora Paesi Bassi all'università di Colonia. Essi rivelano la metodologia un po' maldestra di prendere appunti dello studente, ma anche che intorno al 1450 gli gnomonisti padroneggiavano perfettamente la costruzione degli orologi solari a stilo polare.

H. Schipper in questo articolo si interroga sui rapporti tra la gnomonica e l'arte (o meglio tra gli gnomonisti e gli artisti), interrogandosi sul motivo per cui molti artisti sono restii ad eseguire un oggetto con caratteristiche gnomoniche esatte. Vengono portate ad esempio tre opere d'arte che pur ispirandosi al movimento del Sole connesso al trascorrere del tempo non riescono ad indicare l'ora o la data in modo corretto.

F. Maes presenta la soluzione per il quiz dello scorso numero (che nessuno è riuscito a risolvere completamente) sugli orologi solari che per dare l'ora esatta utilizzano parti che devono essere cambiate ogni sei mesi. Facendo uso della simmetria approssimativa dell'equazione del tempo, è possibile avere un'unica forma che corregge l'EdT per l'intero anno, e l'errore è contenuto entro i due minuti, basta leggere il valore dell'ora per sei mesi su un lato e per sei mesi sull'altro. Il nuovo quiz è sulla ricerca dello gnomone di un ipotetico orologio solare orizzontale su una piazza di Tarquinia.

E. Daled ci informa circa l'incontro annuale dell'Associazione Gnomonica Fiamminga che si è tenuto ad Anversa il 15 ottobre. Le relazioni annuali 2022 e la proposta di bilancio 2023 sono state approvate. La visita agli orologi solari portatili nel deposito del vicino museo MAS è stata alquanto deludente.

Conclude questo numero un resoconto a cura della *Segreteria* dell'Associazione Gnomonica Olandese sull'incontro tenutosi a Tricht il 17 settembre. Nicolàs de Hilster ha tenuto una conferenza sullo sviluppo degli strumenti per la navigazione nautica della prima età moderna. Hans Schipper ha tenuto una presentazione gnomonica alle Giornate Nazionali della Matematica. Peter de Groot ha presentato alcuni orologi solari visti durante il suo viaggio in Danimarca. Lidi Schoorel cerca di far restituire un orologio solare regolabile a Vlissingen. Karine van Drunen ha mostrato orologi solari intriganti dall'Italia (vedere nuovo quiz). Jan De Graeve, presidente dell'Associazione Gnomonica Fiamminga, ha presentato la copia di un opuscolo con modelli di orologi solari del defunto Aimè Pauwels al presidente olandese Hans Stikkelbroeck. Tutti i soci ne riceveranno una copia.

Prima della controcopertina troviamo la tabella contenente i valori di declinazione solare ed EdT per l'anno 2023.

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

N° 46 - ottobre 2022

Il quadrante lunare di Villafranca di Verona	Riccardo Anselmi
Quadranti di Saint-Sernin-sur-Rance	Didier Benoit
Restauro del quadrante Penne	Didier Benoit
Studio gnomonico di una varietà di quadrante d'altezza: il quadrante ad anello.	Dominique Collin
Immagini del Sole nelle meridiane a camera oscura - Descrizione delle diverse formule	Jean-François Consigli
Considerazioni sui tracciati dei quadranti di orologi astrolabici	Bernard Cura
Le sorprese dell'orologio solare del Museo Jules Verne di Nantes	Éric Mercier
Quadrante a linee rette	Jean-Pierre Miel
Un cappello per il Sole: un tour visivo delle meridiane a cornice in Europa	Manuel Pizarro
Il segreto dell'orologio solare di Villeprévost	Philippe Sauvageot
Gnomonica esoplanetaria	Denis Savoie
La lettera astronomica di Nicolas de Malezieu	Denis Savoie
Equazione generale di un piano di incidenza e applicazione al disegno dei quadranti: dalle ore solari a quelle babilonesi e siderali passando per l'equinoziale.	Denis Schneider

Apre questo numero un articolo di *R. Anselmi* che effettua uno studio del quadrante lunare presente nel complesso gnomonico di Fornaci a Villafranca di Verona. Questo sembra essere unico al mondo per la sua indicazione delle ore al tramonto del satellite. (L'articolo è già stato pubblicato in lingua italiana su Orologi Solari n. 25)

Nel secondo articolo *D. Benoit* effettua uno studio comparativo di due orologi solari meridionali incisi su pietra a Saint-Sermin-sur-Rance (Aveyron). Lo studio dimostra un intervento comune attribuito a D. Boye (metà del XVII secolo).

Sempre *D. Benoit* in un secondo articolo esegue uno studio completo e ci racconta le varie fasi relative al restauro dell'orologio solare esistente sulla chiesa di Sainte Catherine d'Alexandrie a Penne nel Tarn. Esso versava in cattive condizioni e si ipotizza sia stato realizzato verso la fine del XVII secolo o all'inizio del XVIII.

D. Collin ci propone un approfondito e dettagliato studio teorico su una serie di varianti dell'orologio di altezza ad anello. Vengono indagati diversi progetti possibili, tenendo conto della correzione degli errori dovuti all'obliquità dei raggi luminosi. Viene anche affrontato uno studio critico sul loro funzionamento.

J. F. Consigli scrive un interessante articolo sulle linee meridiane a camera oscura. Vengono citati diversi autori che negli ultimi anni hanno studiato le proprietà delle immagini del Sole prodotte dai fori gnomonici delle meridiane a camera oscura, dette anche meridiane d'interni. Questi studi forniscono informazioni sulla posizione, la forma, le dimensioni, lo spostamento e l'illuminazione delle immagini proiettate al suolo. L'obiettivo di questo articolo è didattico, ovvero riunire e descrivere in un unico documento le diverse formule proposte da questi autori. L'ultima parte dell'articolo è dedicata all'applicazione numerica di queste formule su un esempio concreto: la meridiana di San Petronio realizzata da Gian Domenico Cassini nel 1655, a Bologna.

B. Cura esegue alcune considerazioni sugli orologi solari astrolabici. Dimostra nel suo articolo che "l'aracne" degli astrolabi planisferici non può essere trasposto direttamente sul quadrante degli orologi astrolabici senza introdurre un sostanziale errore nell'indicazione della posizione del Sole nello zodiaco. Rari sono i vecchi orologi che ci sono pervenuti i cui costruttori ne hanno tenuto conto.

E. Mercier descrive il complesso gnomonico del museo Jules Verne di Nantes. L'autore è sconosciuto e la datazione è dubbia. Esso è stato progettato per fornire direttamente il tempo medio tramite un dispositivo meccanico di correzione che però non fornisce l'ora esatta. Questo articolo descrive e discute su questo meccanismo difettoso e su altre anomalie evidenziate. Poiché il quadrante è stato vandalizzato alcuni anni fa, l'articolo presenta quindi in modo succinto le modifiche che sono state decise nell'ambito di un restauro, per renderlo un insieme funzionale e scientificamente corretto.

J. P. Miel descrive un quadrante di altezza metallico a linee orarie rettilinee datato 1671. Tale quadrante appartenne a Josse Perret, missionario in Brasile della Compagnia di Gesù. Questo tipo di quadrante è rappresentato nel famoso dipinto degli Ambasciatori di Hans Holbein.

M. Pizarro offre una breve panoramica della storia e del funzionamento degli orologi solari a cappello filtrante, seguita da una serie di fotografie e dalla loro posizione in Europa. (L'articolo è già stato pubblicato in lingua italiana su Orologi Solari n. 27)

P. Sauvageot scrive un articolo su un orologio orizzontale del 1839 realizzato dal dottor Lescarbault ed ubicato nel giardino del castello di Villeprévost. Tale orologio non indica perfettamente le ore, probabilmente per colpa della maldestra sostituzione dello gnomone, ma questo rimarrà un segreto.

D. Savoie si interroga sulle migliaia di esopianeti, cioè pianeti che non appartengono al nostro sistema solare, che orbitano intorno a due stelle. Gli ipotetici abitanti di questi mondi possono trovarsi di fronte a problemi legati alle doppie ombre: come misurare il tempo su un tale pianeta, come determinare le date delle stagioni, l'equazione del tempo ha ancora un significato, ecc..

In un secondo articolo *D. Savoie* prende spunto da una lettera, manoscritta da Nicolas de Malezieu indirizzata all'astronomo Jacques Philippe Maraldi, in cui afferma che l'obliquità dell'eclittica non variava nel tempo (purtroppo sbagliando!). Per affermare ciò egli costruì all'inizio del XVIII secolo, non lontano dal castello di Sceaux, una linea meridiana all'aperto con la quale fece numerose osservazioni.

G. Vincent in questo articolo ha lo scopo di facilitare il disegno degli orologi solari, qualunque sia il loro orientamento e la loro geometria. A tal fine egli definisce i parametri dei piani di incidenza corrispondenti a tutte le rette dei quadranti. Specificati per un orologio solare meridionale, saranno generalizzati in modo molto semplice ad orologi solari inclinati declinanti, ed estesi ad altri tipi di superficie.

Tra le "Notizie varie" nella sezione "Ultime scoperte o realizzazioni" vengono analizzate le proposte di restauro relative agli orologi solari di N.D. de Fontgombault e alla linea meridiana del castello di Vaux-Le-Vicomte. Come al solito, nella stessa sezione, spiccano le nuove realizzazioni di Claude Gahon, che arriva così all'esemplare n. 104.

Tra le lettere alla Redazione si segnalano: il carteggio di Gérard Baillet e Gilbert Vincent sulla rifrazione della luce dovuta all'atmosfera ed il conseguente errore sugli orologi solari; e la segnalazione, da parte di Michel Lalos, del sito http://fram.interfree.it/index.htm di Franco Martinelli già professore all'istituto nautico Artiglio di Viareggio... per noi una vecchia conoscenza; fa piacere quando un nostro collega viene apprezzato anche all'estero! Vengono poi qui ricordati alcuni gnomonisti che ci hanno lasciato: Pierre Berriot, Claude Guicheteau e Bernard Simon.

Conclude la rivista una rassegna delle riviste straniere.

"Deutsche Gesellschaft für Chronometrie Mitteilungen"

N. 170 Estate 2022 (Contributi di argomento gnomonico)

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

I contributi di argomento gnomonico su questo numero delle Mitteilungen (Comunicazioni) sono solamente due:

Karlheinz Schaldach

Gli orologi Solari conservati presso il Museo *Palais Mamming* a Merano
(Die Sonnenuhren im Palais Mamming Museum in Meran)

La raccolta del Museo *Palais Mamming* di Merano consiste di circa 100.000 oggetti; di questi 8 sono Orologi Solari portatili che l'autore descrive nel seguente modo:
- 2 orologi a *dittico*, pieghevoli, epoca 18° secolo
- 2 orologi portatili orizzontali: uno del 17° secolo, il secondo del 19°/20° secolo
- 2 orologi portatili equatoriali *ad anello*, ambedue ritenuti del 18° secolo
- 1 orologio a forma di crocefisso, datato 1645
- 1 complesso gnomonico a forma di cubo con 5 orologi solari su altrettante facce del cubo; possibile datazione: fine 18° secolo

Renate Frank

Gernsbach (lat. N 48,75° / long. E 8,35°), la città degli Orologi Solari
(Gernsbach (N 48,75 / E 8,35), die Stadt der Sonnenuhren)

Gernsbach è una città tedesca nel Land del Baden-Wuerttemberg. Nella città ci sono 25 Orologi Solari dei quali almeno 4 si possono definire *storici:* 2 si trovano sulla Chiesa cattolica mentre altri 2 si trovano sul municipio storico. Il patrimonio di Orologi Solari moderni (20° e 21° secolo) si deve al collega Gerhard Schaeuble.

Di questi ultimi l'autrice ne descrive 4:
1 - Orologio Analemmatico a Kurpark: l'ombra dell'utente segna l'ora se posizionato correttamente sulla stagione
2 - Orologio nei pressi della Chiesa Cattolica: gnomone mobile metallico, tipo analemmatico
3 - Orologio nel piccolo edificio al cimitero Evangelico: 4 gnomoni a specchio proiettano sulla parete Nord altrettanti tracciati per il mezzodì, con indicazione del tempo medio
4 - Orologio Solare a forma di sfera con cerchio meridiano mobile (rotante) per la ricerca di non-ombra

"Deutsche Gesellschaft für Chronometrie Mitteilungen"

N. 171 - Autunno 2022 (Contributi di argomento gnomonico)

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

I contributi di argomento gnomonico su questo numero delle Mitteilungen (Comunicazioni) sono:

Karlheinz Schaldach.

Gli inizi della Gnomonica moderna nel 15° secolo
(Die Anfaenge der modernen Gnomonik im 15. Jahrhundert)

L'autore fornisce un quadro riassuntivo delle testimonianze di gnomonica correttamente calcolata nel 15° secolo.

I documenti lasciati da Robert Stikford di Oxford e da un anonimo di Norimberga costituiscono la prova principale che a quel tempo le meridiane erano calcolate e non si tracciavano più in modo *istintivo*. La testimonianza di Martin von Hall (Tirolo) e di un testo anonimo conservato a Parigi confermano questo assunto.

Le meridiane erano di diverse tipologie, tra queste persino la meridiana *a blocco* ossia tridimensionale con un OS tracciato su ogni faccia.

La testimonianza principale è quella di Johannes Mueller detto il Regiomontano, sempre nel 15° secolo: il suo orologio *universale* (per tutte le latitudini) costituisce una dimostrazione sorprendente della complessità progettuale cui si era giunti.

Viene descritta anche la meridiana ad anello (già raccontata nel 14° secolo da Petrus Bonus da Ferrara). L'autore pone il problema dello scarso sviluppo che seguì questi importanti personaggi. Interessante il prospetto delle edizioni di argomento gnomonico nel 16° secolo, laddove l'editoria italiana la fa da padrona.

Monika Luebker - Peter Seitz

Relazione sul convegno del Gruppo Gnomonico a Magdeburgo
(Bericht ueber die Tagung des Fachkreises Sonnenuhren in Magdeburg)

Dopo la sospensione dei Convegni 2020 e 2021 causa Covid, finalmente con il Convegno di Magdeburgo (maggio 2022) si riprende la normalità. 78 i partecipanti, mentre l'organizzazione è stata ad opera di Peter e Katrin Lindner assieme con Hans Peter Bauer.

I contributi scientifici: Willy Bachmann con Carlo Heller, Mathias Thiel, Peter Seitz, Hermann Dellwing e Reiner Euler. Dopo il tour di Magdeburgo e dintorni è stata fatta una visita, con debite protezioni antiradiazioni, al Detektor di onde gravitazionali GEO600.

Monika Luebker

Indovinello Gnomonico 2022
(Sonnenuhren-Raetsel 2022)

Gerold Porsche ha presentato al Convegno un singolare indovinello. Sul tracciato di un OS su parete SE fra le ore 9 e le 11 in epoca estiva-autunnale fa mostra di sé un semicerchio inclinato: qual è il suo significato?

Renate Franck

L'Orologio Solare di Max Liebermann (DGC 18193)
(Max-Liebermann-Sonnenuhr - DGC 18193)

Max Liebermann è stato un pittore tedesco di famiglia ebraica (1847-1935). La sua proprietà di Wannsee (SW di Berlino) venne sequestrata in epoca nazista e recuperata dalla famiglia dopo la 2° Guerra Mondiale. L'Orologio Solare a sfera armillare, presente allora nel giardino, era scomparso sicché recentemente è stato sostituito con uno moderno, simile all'originale.

Renate Franck

L'Orologio Solare della Regina - The Queen's Sundial (N 51°29'/ W 0°07')
(Die Sonnenuhr der Koenigin - The Queen's Sundial – N 51°29'/ W 0°07')

La Regina d'Inghilterra, recentemente scomparsa, aveva festeggiato proprio quest'anno il suo 70° anno di regno (Giubileo). La ricorrenza ebbe luogo il 6 febbraio e in giugno si ebbero i festeggiamenti. Già nel 2002 il progettista Quentin Newark, su incarico di un gruppo di parlamentari, realizzò un Orologio Solare dotato di una specifica dedica che fa riferimento al Giubileo della Regina. Si tratta di un Orologio Solare analemmatico realizzato sul pavimento stradale nei pressi dell'Abbazia di Westminster. Sul circolo esterno (6 m di diametro) a mo' di cornice viene riportata una poesia di Shakespeare che tratta del trascorrere del tempo, tratta dal *Re Enrico VI*.

"Deutsche Gesellschaft für Chronometrie"

Volume annuale 2020, N. 61 (Contributi di argomento gnomonico)

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

Il volume annuale della DGC, come sempre in veste tipografica veramente lussuosa, riporta molti articoli di orologeria meccanica.

Anche la gnomonica ha il suo spazio nel volume annuale con i due articoli seguenti.

Louis-Sepp Willimann

Il calcolo di Orologi Solari con Vettori e Matrici
(Sonnenuhrberechnung mit Vektoren und Matrizen)

Una volta stabilite le basi del calcolo vettoriale con matrici, con riferimento a una superficie piana comunque orientata, l'autore propone il calcolo delle misure di base (esempio: parete verticale moderatamente declinante) della linea meridiana, della linea equatoriale, del centro della meridiana e del punto di proiezione ortogonale sul piano dell'estremità dello gnomone polare.

In seguito, sempre con l'ausilio di matrici, determina gli angoli orari (linee orarie) e le linee diurne.

L'autore prosegue con il calcolo delle ore italiche e babiloniche con esempio su parete verticale non declinante.

Conclude con il calcolo delle ore temporarie (ore antiche).

Ralf Lempken

Nuove analisi sulle basi della misura del tempo da scritti pre-moderni.
(Neue Denkansaetze zu den Grundlagen der Zeitmessung aus alten Schriften)

L'autore cita due importanti libri di gnomonica del passato in lingua tedesca: *Gnomonica Universalis* di J. P. Stengel (1675) e *Gnomonica Fundamentalis und Mechanica* di J. F. Penther (1760) ma si sofferma invece su un libro meno noto: *Gruendliche Anleitung zum nuetzlichen Gebrauche der Erd - und Himmelskugeln* (Guida di base per un utile uso di un globo terrestre e uno del cielo).

In questo libro l'autore (Lindner – 1726) si sofferma principalmente sulla descrizione del globo terrestre che è mobile nella rotazione attorno al suo asse, ma anche nel senso dell'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano della eclittica.

Il Lindner sottopone al lettore la risoluzione di diversi problemi gnomonici, come ad esempio: la determinazione della declinazione solare (n.10), la determinazione delle zone del globo terrestre dove in certi periodo dell'anno il Sole non tramonta mai ovvero non sorge per nulla (n.16), la determinazione della durata del giorno e della notte in un certo punto del globo (n.21), determinare l'ora sul globo quando il raggio solare è in una certa posizione (n.34).

L'autore conclude mettendo in evidenza che da questo antico testo si possano trarre nuovi interessanti motivi di riflessione.

"La Busca de Paper" della Societat Catalana de Gnomonica (SCG)

N. 102 - Estate 2022

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

Un modello di orologio solare trovato a Iulia Libica	Cèsar Carreras, Eduard Farré
La facciata della casa di Via S. Cristoforo, a La Vall d'Uixò	Vincent Aragonés
Vocabolario Gnomonico	Conxita Bou
Addio ad un buon amico	La Redazione
Nomine dei Soci Onorari della SCG	
Le mille e una …. vicende	Rosa M. Boyer
Gli artisti catalani e la gnomonica (4)	Eduard Farré
Le stagioni dell'anno e la loro durata	Gabriel Guix
Due orologi solari in tempo di pandemia	Francesc Clarà

Nel primo articolo gli autori (*Carreras* e *Farré*) prendono spunto dal ritrovamento di un piccolo reperto (circa 10x20 cm) in cotto, tratto da recenti scavi a Iulia Libica, sulla cui superficie è disegnato il grafico approssimativo di un orologio solare, per estendere le loro considerazioni al confronto con altri reperti appartenenti allo stesso periodo storico (inizio primo secolo), con ampi riferimenti a pubblicazioni in merito (Alberi, Gibbs, ecc). Gli autori concludono la loro relazione con un accurato studio degli sviluppi del concetto di Tempo nei primi secoli d.C. con citazioni dei testi dell'epoca.

La facciata di una casa di origini rurali nella cittadina di La Vall D'Uixò è stata recentemente abbellita con pannelli in ceramica tradizionale della zona, tutti orologi solari: alcuni con illustrazioni riferite alle attività agricole locali, uno dedicato agli Dei Demetra ed Eolo, e infine un pannello raffigurante la Tour Eiffel e la figura di Edith Piaf, un mito per il proprietario (*V. Aragonés*).

Segue (*C. Bou*) una informazione per i lettori, sulla pubblicazione di un'opera di ricerca durata un trentennio: il Vocabolario Gnomonico Multilingue, in cui sono confrontati testi in 8 lingue, con differenti origini storiche, al fine di individuare i parallelismi fra espressioni e termini corrispondenti. Il vocabolario è liberamente consultabile sul sito della SCG al link https://www.gnomonica.cat/index.php/gnomonica/vocabulari-gnomonic-multilinguee

È di R. *M. Boyer* una spiritosa, ma quasi rassegnata, trattazione delle vicissitudini che ricadono su una meridiana settecentesca a Valencia, resa "inutilizzabile" da lavori in corso e da disposizioni urbanistiche che volutamente ne ignorerebbero la presenza.

Due note di Redazione: l'estremo saluto a Joan Vázqez Fernández, collaboratore storico del notiziario e il conferimento di Socio Onorario della SCG a Francesc Clarà e Rafael Soler.

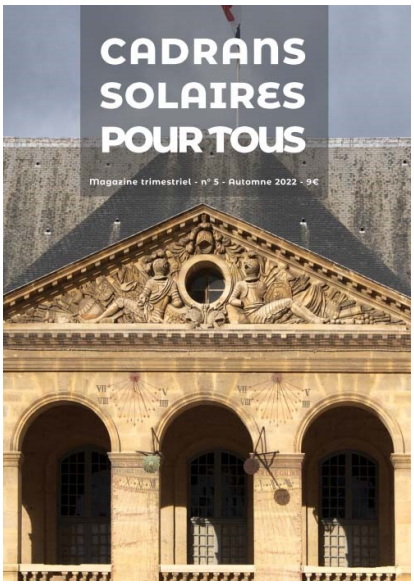
E. Farré pubblica la quarta puntata del suo studio sugli artisti catalani che si sono occupati di gnomonica, illustrando le opere dell'architetto Folguera, del pittore Obiols, e del poeta Torres, tutti della prima metà del secolo scorso.

Un breve articolo tecnico (*G. Guix*) illustra lo studio sulla individuazione della esatta durata delle stagioni (secondo i segni zodiacali) ed il metodo adottato per tale analisi.

Il notiziario termina con la illustrazione delle operazioni (*F. Clarà*) di costruzione di due orologi solari in edifici privati, eseguite in periodo di pandemia. In particolare l'autore si dilunga sul secondo orologio, che è la realizzazione (una sorta di omaggio) di un progetto di Domènec Fita, deceduto nel 2020.

"Cadrans Solaires pour Tous"

N. 5 - Autunno 2022



Editoriale	
Attualità	
Breve storia degli orologi solari in Giappone	Haruyuki Okuda
Piccoli orologi antichi emozionanti da studiare	Christine Hoët-van Cauwenberghe
Quadrante polare e cilindrico	Henri Gagnaire
Anassimandro, alle origini della scienza	Michèle Tillard
Cadsol disponibile "on line"!	Jean-Luc Astre
Testimonianza di una dilettante appassionata	Monique Turpin
Genesi di un primato	Jeremy T. Robinson, Woody Sullivan
L'ultimo quadrante solare	Geneviève Massé
Un bastone magico	Yves Opizzo, Roger Torrenti
Le ore nel tempo	Pierre-Louis Cambefort
Equazione del tempo e solstizi	David Alberto
Incontro con un antiquario specializzato	Éric Delalande
La parola a uno gnomonista	Riccardo Anselmi
La parola a un costruttore di orologi solari	Jean-Roch Moreau
Zoom su…	
Giochi ed Enigmi - Soluzioni dei Giochi ed Enigmi	
La collina dei Moai	

Nell'Editoriale si annuncia che con questo numero la rivista sale di 4 pagine, arrivando così a 40 pagine.

Come nei numeri precedenti, troviamo due pagine con esempi di messaggi e foto inviati al Forum associato al corso on line (MOOC) sugli orologi solari di R. Torrenti (cadrans-solaires.info).

Il primo articolo, di *H. Okuda,* riassume la storia degli orologi solari in Giappone. Storia che inizia solo nel Settecento, soprattutto con orologi portatili avente funzione prevalentemente decorativa. Nell'Ottocento l'arrivo della cultura europea comincia a rendere popolari gli orologi solari anche in Giappone; poi, nel dopoguerra, il Ministero delle Poste incoraggia e finanzia la realizzazione di orologi solari nelle scuole. Si stima che in Giappone vi siano attualmente più di 1500 orologi solari.

L'articolo di *C. Hoët-van Cauwenberghe* relativo agli orologi solari portatili di epoca romana descrive due strumenti: un modesto orologio del pastore presente nel Musée de Picardie di Amiens e un orologio universale a sospensione in metallo, del tipo conosciuto come Pros Pan Klima, presente nel museo di Oxford in Inghilterra.

H. Gagnaire presenta un semplice orologio solare su superficie piana parallela all'asse polare e con lo gnomone costituito da un cilindro, anziché da un semplice stilo. In particolare fa notare i vantaggi che un cilindro presenta rispetto all'uso di uno gnomone sottile: la lettura dell'ora è quasi sempre effettuabile su entrambi i lati del cilindro, ed è possibile anche con il Sole relativamente basso sull'orizzonte.

L'articolo di *M. Tillard* ci parla del filosofo, astronomo e naturalista Anassimandro, nato nel 610 a.C. nella città di Mileto, importante centro commerciale culturale del mondo greco (e oggi in Turchia). Allievo di Talete, Anassimandro è uno tra i primi nel cercare di spiegare i fenomeni naturali in modo scientifico, e non come prodigi divini; tra le altre cose, ritiene che la terra sia una sfera sospesa nello spazio e stabilisce l'inclinazione dell'eclittica. Sembra abbia fatto anche studi di gnomonica. Nessuna delle sue opere ci è pervenuta direttamente, ma è stato apprezzato da Aristotele e da numerosi scienziati che si sono avvicendati nel tempo.

Con il successivo articolo, *J.L. Astre* annuncia che il suo software Cadsol per il progetto degli orologi solari è ora disponibile in versione on-line, cioè utilizzabile direttamente dal browser senza necessità di installazione. Il programma "CadsolOnLine" e la relativa documentazione sono raggiungibili al link cadsol.fr . La nuova versione non include, per il momento, tutte le funzioni della versione precedente "Cadsol pour Windows", raggiungibile dallo stesso link e che richiede però l'installazione sul PC.

M. Turpin racconta di come, sin da adolescente, si sia vivamente interessata agli orologi solari e di come questa passione l'abbia portata a viaggiare nel tempo e per le vie del mondo.

J.T. Robinson e *W. Sullivan* ci parlano di come hanno realizzato l'orologio con il quale hanno ottenuto il primo premio nel "Concours Cadrans solaires pour tous 2022" per la categoria di orologio solare più piccolo (vedi numero precedente della rivista). Il quadrante in questione ha le dimensioni di 175 μm x 125 μm ed è inciso su una lamina di vetro di 100 μm di spessore; il foro gnomonico (diametro 10 μm) è su una faccia della lamina, la rete delle ore sull'altra. Questo microscopico orologio solare è descritto in dettaglio al link bit.ly/3t19uPQ.

G. Massé parla della sua ultima passione in tema di orologi solari: il quadrante analemmatico, che ha conosciuto nel 2004 con l'aiuto di André Bouchard allora presidente della Commission des Cadrans Solaires du Québec. Da allora ha costruito numerosi esemplari di questo quadrante, in diverse circostanze e città.

L'articolo di *Y. Opizzo* e *R. Torrenti* descrive le molte osservazioni che si possono fare utilizzando l'ombra di un bastone infisso nel terreno: rilievo della direzione del Nord, ricerca della Latitudine e della Longitudine, lettura dell'ora e della data.

P.L. Cambefort discute l'evoluzione nel tempo del concetto di ora: antiche ore ineguali, ore canoniche, ore uguali moderne nelle loro molte varianti.

D. Alberto spiega perché, per effetto dell'equazione del tempo, i giorni con le ore estreme di tramonto e alba non coincidano con i giorni dei solstizi. Accompagna il suo testo con una serie di chiari grafici che indicano l'aspetto quantitativo del fenomeno.

Il successivo articolo è una lunga intervista a *É. Delalande*, titolare e figlio del fondatore della "Galerie Delalande" di Parigi (www.antiquites-delalande.fr): un grande negozio di antiquariato fondato nel 1978 e specializzato, tre le altre cose, in oggetti di marineria e scientifici, compresi gli orologi solari. L'articolo è accompagnato da diverse fotografie degli orologi solari di pregio trattati da Delalande, a prezzi che possono arrivare a centinaia di migliaia di Euro.

Il nostro *R. Anselmi* (www.anselmi.vda.it) è il protagonista della usuale pagina dedicata a uno gnomonista.

J.R. Moreau è invece il protagonista della pagina dedicata a un costruttore di orologi solari. Nel 2016 ha aperto un laboratorio per l'incisione e il restauro di orologi solari su pietra (cadran-solaire-normand.fr).

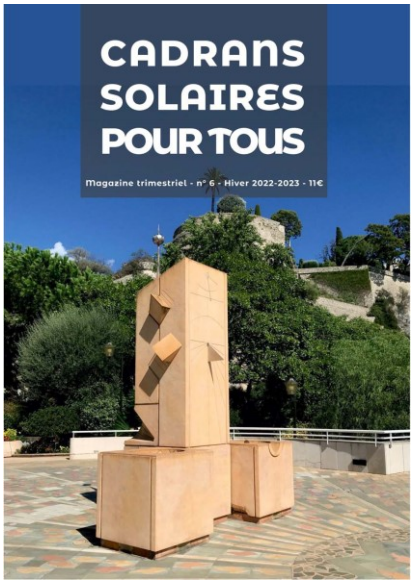
Come nei numeri precedenti, seguono una seconda rassegna di brevi notizie e curiosità gnomoniche (Zoom su…). Tra le altre cose è citato il software "Cartesius Web" di Riccardo Anselmi, con la sua possibilità di progettare on-line orologi solari conici.

Seguono alcuni quiz di argomento gnomonico, subito seguiti dalla relative soluzioni.

Chiude il numero una pagina con le fotografie e lo schema di un orologio solare, progettato da Claude Gahon, composto da una serie di statuine che richiamano i monumentali Moai dell'isola di Pasqua.

"Cadrans Solaires pour Tous"

N. 6 - Inverno 2022-2023



Editoriale	
Attualità	
Quadrante "romano" in un museo a cielo aperto	Yves Opizzo
Video accelerato dell'ombra di uno gnomone in una classe scolastica	Joël Petit
Il parco Ludiver a La Hagues	Jean-Michel Ansel
Uno gnomone verticale e i suoi molteplici quadranti	Pierre-Louis Cambefort
Gli orologi solari dei Paesi Catalani	Ricard Llorens
Restauro di un quadrante solare a Crêt du Locle	Elisabeth Regamey
Realizzare un orologio solare senza stilo su un cilindro	Joël Robic
Gli orologi solari in Italia: ieri e oggi	Francesco Caviglia
La gnomonica spiegata in terza e quarta classe della Scuola Elementare	Roger Torrenti
Amore per la Matematica e la sua condivisione	Yvon Massé
Fabbricazione di una sfera armillare	David Alberto
Un artista che scolpisce la luce e il colore	Pierre Brault
La parola a uno gnomonista	René R.J. Rohr
La parola a un costruttore di orologi solari	Jean-Michel Ansel
Zoom su…	
Giochi ed Enigmi - Soluzioni dei Giochi ed Enigmi	
Il fiore dell'età	

Nella prima pagina di copertina di questi numero compare un originale orologio solare multiplo, opera di Denis Savoie e di Odille Mir, installato nel 1999 su una piazzetta nel Principato di Montecarlo.

Nell'Editoriale si segnala: che la Commissione dei Quadranti Solari della SAF ha compiuto 50 anni; che nel Comitato di Redazione della rivista è arrivata anche Jean-Michel Ansel, esperta di cultura classica; che il n. 5 della rivista è stato scaricato circa 500 volte.

Come nei numeri precedenti, troviamo poi due pagine con messaggi e foto inviati al Forum associato al corso on line (MOOC) sugli orologi solari di R. Torrenti (cadrans-solaires.info); in questo numero sono presentate le foto di una dozzina di orologi solari, di tutto il mondo.

Il primo articolo, di *Y. Opizzo,* descrive il calcolo e la costruzione di un orologio solare di tipo "romano", cioè a ore temporali, per il museo a cielo aperto della città di Hechingen-Stein (Germania). Lo gnomone è un obelisco di 6,5 m di altezza sormontato da una sfera con diametro di 30 cm. Si fa notare come alla latitudine di Hechingen-Stein (48,4°) le linee orarie possano essere approssimate con rette, mentre a una latitudine più elevata (66°) lo scostamento dall'andamento rettilineo diverrebbe evidente.

L'articolo di *J. Petit* insegna come realizzare un filmato accelerato (time-lapse) che mostra lo spostarsi dell'ombra di uno gnomone. Nell'esempio mostrato lo gnomone, verticale, proietta la sua ombra su una rosa dei venti tracciata sul piano orizzontale, attorno alla base dello gnomone; la ripresa è effettuata con un telefono cellulare dotato dell'app "Framelapse".

Presso il capo di La Hagues, all'estremità della penisola del Cotentin (Normandia) nel parco del planetario Ludiver, è stato realizzato un "sentiero degli orologi solari" lungo il quale sono presentati e descritti orologi solari di diversi generi. Nel suo articolo, *J. M. Ansel* ce ne offre un descrizione, accompagnata da 9 fotografie; una presentazione dei diversi strumenti può essere scaricata al link bit.ly/3xyrWBO.

P. L. Cambefort descrive 6 generi diversi di quadranti orari che si possono disegnare per un orologio solare azimutale su piano orizzontale: quadrante classico; quadrante con scale circolari; quadrante a proiezione stereografica; quadrante analemmatico a stilo mobile; quadrante analemmatico con stilo fisso e ellissi scalate, quadrante analemmatico con stilo fisso e ellissi passanti per la base dello gnomone.

R. Llorens, della Società Catalana di Gnomonica, presenta una breve rassegna degli orologi solari della Catalogna, accompagnata da 18 fotografie, estratte dal catalogo che raccoglie ben 7650 schede ed è disponibile sul sito dell'associazione (www.gnomonica.cat).

E. Regamey descrive il restauro di un elegante orologio solare verticale dipinto su un muro nella località detta Les Combes, a Crêt du Locle nel cantone di Neuchâtel (Svizzera). L'orologio, datato 1735 e già restaurato nel 1910, era assai degradato; il restauro ha riguardato il riposizionamento dello stilo polare, il tracciato delle ore e la cornice. L'autrice dell'articolo e del restauro è professionalmente impegnata nella creazione e restauro di orologi solari e di dipinti su muro, come mostrato nel suo sito www.cadransolaire.ch

L'articolo di *J. Robic* spiega come realizzare un orologio solare a terminatore su un cilindro verticale. Per il progetto suggerisce di usare il software sviluppato dal nostro Giuseppe Zuccalà, la cui versione italiana si può scaricare dal link zuccala.altervista.org/Nuovi orologi solari/Orologio solare senza gnomone da una idea di J.Robik.htm

Nel successivo articolo, su invito di R. Torrenti alla Redazione di Orologi Solari, *F. Caviglia* presenta una breve rassegna sulla storia e sulla situazione degli orologi solari in Italia.

R. Torrenti presenta una sua esperienza didattica in terza e quarta classe (CE2-CM1) della Scuola Elementare. Il suo intervento si è basato sulla proiezioni di immagini riguardanti i movimenti della Terra e l'importanza degli orologi prima della comparsa degli orologi meccanici e elettronici, seguita dal montaggio da parte di ciscun scolaro di una semplicissima meridiana orizzontale in cartoncino.

Nel suo articolo *Y. Massé* ci parla di Jacques Ozanam (1640-1718) vissuto prima a Lione e poi a Parigi e la cui vita è stata caratterizzata dalla passione per la matematica e per la sua divulgazione. Conosciuto dai sui contemporanei come persona semplice e felice, è stato anche amico dell'astronomo Gian Domenico Cassini. Le sue opere più note in campo gnomonico, con un approccio essenzialmente geometrico, sono il "Traité de gnomonique" del 1673 e le "Récréations mathématiques et physiques" del 1694, queste ultime di grande successo. Nelle sue opere l'attenzione è più nella didattica che nel voler presentare vere novità; anche queste però non mancano.

D. Alberto ci presenta una complessa sfera armillare costruita con legno stratificato tagliato al laser. Il progetto della sfera, accompagnato da un fascicolo descrittivo, è stato condotto pensando a un suo utilizzo essenzialmente didattico. Esemplari della sfera o i piani per il taglio al laser possono essere forniti agli organismi interessati (scuole, planetari, associazioni astronomiche…). Un video della sfera è visibile sul sito www.astrolabe-science.fr/video-sphere-armillaire.

Il successivo articolo ci parla di *P. Brault*: un giovane artista parigino attivo in particolare, ma non solo, nella decorazione urbana, con grandi opere d'arte a colori vivaci. Tra la sue opere murali vi sono anche diversi orologi solari, con originali giochi di ombre generati da sagome colorate traslucide (www.pierre-brault.com).

L'usuale pagina dedicata a uno gnomonista è dedicata al ricordo di *René R. J. Rohr* (1905 - 2000), l'autore del trattato sugli orologi solari noto a tutti gli appassionati del settore e di molte altre pubblicazioni sulla misura del tempo. È riportato il link a una serie di pagine Web su di lui, realizzate da figlia e nipoti in occasione del centenario della sua nascita (renerohr.com)

J. M. Ansel è invece il protagonista della pagina dedicata a un costruttore di orologi solari. Da molti anni, il laboratorio "Atelier Helios" da lui creato (anselhelios@live.fr) realizza e restaura orologi solari. Ha ricevuto diversi premi internazionali e si dedica intensamente anche alla divulgazione della gnomonica; è autore di uno degli articoli di questo numero.

Come nei numeri precedenti, seguono una seconda rassegna di brevi notizie e curiosità gnomoniche (Zoom su…). Tra le altre cose è citato il "Sundial Atlas", come preziosa base di dati per chi si mette in viaggio alla ricerca di orologi solari.

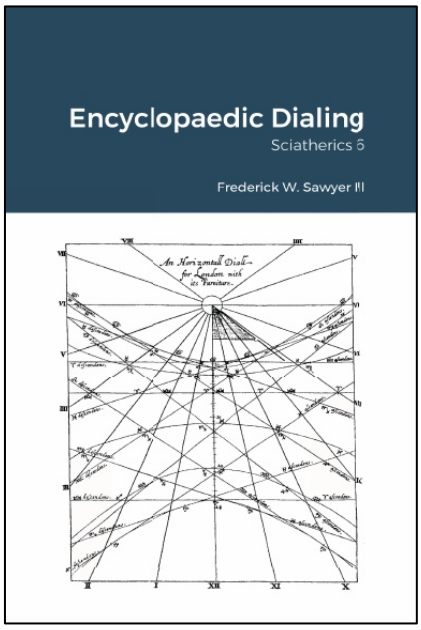
Seguono alcuni quiz di argomento gnomonico, subito seguiti dalla relative soluzioni.

Chiude il numero una pagina con la fotografia e lo schema di un semplice orologio solare equatoriale, progettato da Claude Gahon e con il quadrante sagomato in forma di fiore, dipinto in vivi colori. Il quadrante è traslucido, così da poter osservare d'inverno l'ombra di quella parte dello stilo polare che si estende sotto il quadrante.

Pubblicazioni

Recensione a cura della Redazione (redazione@orologisolari.eu)

FREDERICK W. SAWYER III
ENCYCLOPAEDIC DIALING
(Sciatherics 6)



Pubblicato: 21/05/2022
Lingua: Inglese
Formato: 15.2 x 22.9 cm, 235 pagine
Pubblicato da Lulu (www.lulu.com)
Acquistabile on line su Lulu in due versioni:
Paperback (copertina morbida)
https://www.lulu.com/shop/frederick-sawyer/encyclopaedic-dialing/paperback/product-d2k9j9.html?q=&page=1&pageSize=4
a 14 € + spese di spedizione
Hardcover (copertina rigida)
https://www.lulu.com/shop/frederick-sawyer/encyclopaedic-dialing/hardcover/product-5mr2y7.html?q=&page=1&pageSize=4
a 20 € + spese di spedizione

Frederick W. Sawyer III creatore della rivista della NASS (North American Sundial Society) "The Compendium" come promesso integra le precedenti sue 5 pubblicazioni (già recensite su Orologi Solari n. 24) con due nuovi volumi pubblicati tra la fine di maggio e l'inizio di giugno di quest'anno. Questa volta il contenuto non è estratto dai numeri della rivista "The Compendium" ma proviene da altre fonti.

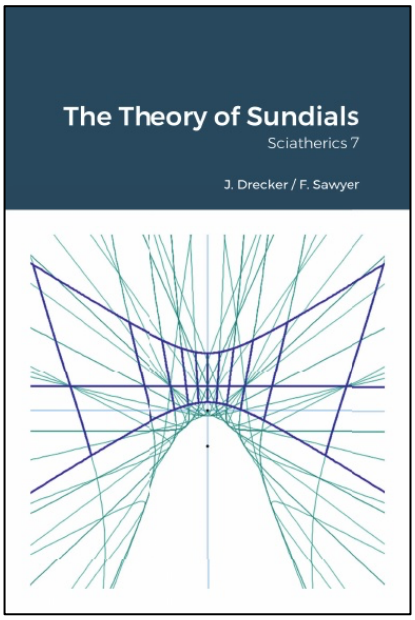
Il sesto volume attinge dall'enciclopedia Britannica e riunisce tutti gli articoli a carattere gnomonico pubblicati nelle prime 13 edizioni dell'enciclopedia stessa.

Esaminando l'argomento per un periodo di un secolo e mezzo, l'opera ci offre una trattazione completa della gnomonica, evidenziando come i diversi temi che la percorrono si siano evoluti acquisendo sempre più importanza - almeno dal punto di vista degli editori dell'Enciclopedia Britannica.

Questo sesto volume è sostanzialmente diviso in tre parti con una breve introduzione iniziale:

- The Ferguson Era (1771-1841)
  Dialing by James Ferguson (composto da 12 sezioni) per un totale di 72 pagine
- The Meikle Era (1842-1877)
  Dialing by Henry Meikle (composto da una ventina di pagine introduttive e da 97 principi generali di gnomonica) per un totale di 109 pagine
  Cinque pagine sul Dipleidoscopio (che serve per misurare l'esatto momento del mezzogiorno o culminazione solare) a cura di Edmund Denison concludono questa parte
- Thr Godfray Era (1878-1928)
  Dial and Dialing by Hugh Godfray (composto di 36 pagine)

FREDERICK W. SAWYER III
THE THEORY OF SUNDIALS
(Sciatherics 7)



Pubblicato: 02/06/2022
Lingua: Inglese
Formato: 15.2 x 22.9 cm, 265 pagine
Pubblicato da Lulu (www.lulu.com)
Acquistabile on line su Lulu in due versioni:
Paperback (copertina morbida)
https://www.lulu.com/shop/frederick-sawyer/the-theory-of-sundials/paperback/product-gmjmqd.html?q=&page=1&pageSize=4
a 14 € + spese di spedizione
Hardcover (copertina rigida)
https://www.lulu.com/shop/frederick-sawyer/the-theory-of-sundials/hardcover/product-gmj7zr.html?q=&page=1&pageSize=4
a 21 € + spese di spedizione

Il settimo volume della serie "Sciatherics" non è altro che la traduzione integrale dal tedesco all'inglese del famoso libro di Joseph Drecker "Die Theorie der Sonnenuhren" (La teoria degli orologi solari) scritto nel 1925.

Nato nel 1853 in Westfalia (Germania) e morto nel 1931, Joseph Drecker, dopo studi nel campo della matematica e delle scienze naturali, si è dedicato all'insegnamento scolastito. Per tutta la sua vita si è interessato a fondo di gnomonica e di mineralogia. Negli anni ha messo insieme una grande collezione di orologi solari e di libri di gnomonica (234 orologi solari e circa 350 libri) che dopo diverse vicissitudini è oggi in parte visibile presso la collezione degli strumenti scientifici della Harvard Univesity, a Cambridge (nel Massachussets, USA).

Questo libro non è un'introduzione generale alla gnomonica moderna. Piuttosto, raccoglie secoli di ricerche eseguite principalmente sugli antichi orologi solari che dividevano l'arco diurno, di ogni giorno dell'anno, in 12 parti uguali, le ore, che risultavano dunque di durata variabile a seconda della stagione. Il sistema delle ore stagionali è stato in uso per oltre 1.000 anni e tuttavia in quel periodo non vi è mai stata una chiara comprensione della vera natura matematica delle linee orarie o delle curve, che è stata indagata a fondo solo verso l'inizio del '900.

Altri argomenti includono antichi quadranti portatili, ore italiche e babiloniche, orologi a ore uguali, quadranti di Foster/Lambert e bifilari.

Il libro contiene 18 capitoli e tratta di alcuni argomenti che in pochissimi hanno affrontato, come per esempio l'astrologia in gnomonica (ore Planetarie, il calcolo degli ascendenti e delle case).

Il contenuto dei diversi capitoli è il seguente:

- Ch. 1 – Theory and construction of sundial in ancient texts
    1. Vitruvius
    2. Ptolemy
- Ch. 2 – General nature of the hour lines
  Special forms of the antique sundial
- Ch. 3 – Spherical Dials
    1. The gnomon tip lies on the center of the sphere
    2. The gnomon tip lies on the surface of the sphere
       Investigation of the hemispheric sundial in the Berlin Museum
    3. The gnomon point is not in the center of the sphere

- Ch. 4 – Conical Dials
- Ch. 5 – The Ancient Equatorial Dial
- Ch. 6 – Vertical Cylinder Dials
- Ch. 7 – The Horizontal Dial
- Ch. 8 – The Vertical Dial
- Ch. 9 – Calculation of Hour Points on Vertical Dials
  The Sundials at the Tower of the Winds in Athens
- Ch. 10 – Special Lines on Antique Sundials
- Ch. 11 – Connected Sundials
- Ch. 12 – Portable Antique Sundials
- Ch. 13 – Sundials for Counting Italian and Babylonian Hours
- Ch. 14 – Using the Sundial in Astrology
- Ch. 15 – Sundials with a gnomon parallel to the earth's axis
  Addendum: Arab Polar-oriented Dials
- Ch. 16 – Portable Sundials
  1. The cylinder
  2. The astronomical quadrant
  3. Solar rings
  4. The universal ring
  5. The general hour square (Regiomontanus)
  6. Sundials with magnetic needle
  7. Azimuth sundials
  8. Sundials with Homogeneous Hour Lines
  9. The Bifilar sundial
- Ch. 17 – True and Mean Time
- Ch. 18 – Atmospheric Refraction

Prof. Dr. Joseph Theodor August Drecker

RAPPRESENTARE IL TEMPO
Architettura, geometria e astronomia.
E-book

A cura di: Laura Farroni, Manuela Incerti, Alessandra Pagliano

Editore: libreriauniversitaria.it
Data di Pubblicazione: settembre 2022
Dimensione: 107.24 MB
Formato: PDF, pagine 246
Liberamente scaricabile all'indirizzo
https://edizioni.libreriauniversitaria.it/libro/rappresentare-il-tempo/
ISBN 9788833594880

Sono stati pubblicati gli Atti del convegno "Rappresentare il tempo", tenutosi a Roma, a Palazzo Spada, il 23 marzo di quest'anno. La giornata di studi sul tema della rappresentazione del tempo in architettura, geometria e astronomia, organizzata dai dipartimenti di Architettura delle Università di Roma, Ferrara e Napoli, ha visto la gnomonica giocare un ruolo non indifferente: la geometria e il disegno, infatti, attraverso l'elaborazione del pensiero astratto, hanno contribuito potentemente allo sviluppo delle capacità di misurare il tempo, di comprendere il movimento dei corpi celesti e di rappresentarli sulla terra. Significativo il luogo stesso in cui si è svolto il convegno, Palazzo Spada, che ospita il bellissimo astrolabio catottrico progettato da Emmanuel Maignan nel 1644.
Il testo inaugura l'uscita di una collana **Architettura, geometria e astronomia** che vuole essere luogo di riflessione delle varie discipline nello sviluppo e negli intrecci dei relativi ambiti di conoscenza.
Ricordiamo che un ampio resoconto del convegno è già stato pubblicato nel n. 27 di questa rivista.
Oggi, in formato e-book, gli Atti sono liberamente scaricabili all'indirizzo su indicato.
Essi contengono gli interventi degli oratori al convegno, quasi tutti di tema astronomico, archeoastronomico e gnomonico.
Di seguito la lista dei contributi e i relativi autori:

- Tempo (Fabrizio Bònoli)
- Astronomia pre-strumentale (Elio Antonello)
- Geometrie intuitive della percezione oraria, dall'Antichità al Medio Evo (Mario Arnaldi)
- Penser et figurer le temps dans l'espace: le Zodiaque et les Occupations des mois (Angélique Ferrand)
- Un approccio esperienziale al cielo: gli Utotombo della pedagogia del cielo (Nicoletta Lanciano)
- Il tempo astronomico e l'impresa eterna nel Mosaico di Alessandro (Paolo Giulierini)
- Heliographia mechanica: gli strumenti della gnomonica (Filippo Camerota)
- Il ruolo dell'ottica e della prospettiva per lo studio della gnomonica e dell'astronomia: tre casi studio (Cristina Càndito)
- Emmanuel Maignan's gnomonic wonders in the project for Villa Pamphilj by Francesco Borromini (Alessio Bortot)
- Spazio e tempo nel Roden Crater di James Turrell (Agostino De Rosa)
- Rappresentazione del Tempo a Palazzo Spada tra immagini e accadimenti (Laura Farroni, Matteo Flavio Mancini)
- Geometrie della luce per il restauro degli orologi solari (Alessandra Pagliano)
- Architettura e astronomia: il ruolo del disegno (Manuela Incerti)

Una seconda giornata di studi su RAPPRESENTARE IL TEMPO è stata annunciata per giugno 2023 (8 o 9 giugno - location da definire) e si terrà a Napoli.

Notizie gnomoniche

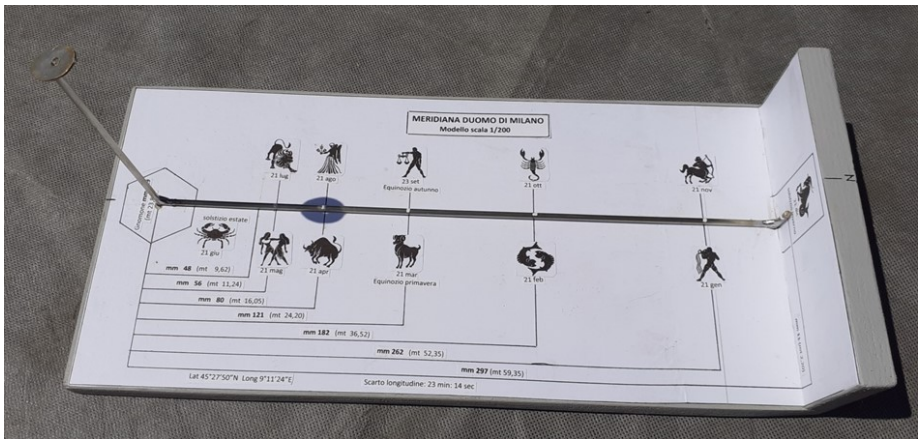
a cura della Redazione (redazione@orologisolari.eu)

Modellini didattici realizzati da un nostro lettore

Mario Sommaruga, già coautore dell'articolo sull'anello di Ipparco evoluto comparso sul n. 28 di Orologi Solari, ci ha segnalato due modelli da lui realizzati a scopo didattico: la riproduzione in scala 1:200 della meridiana del Duomo di Milano e un modello animato per simulare l'alternarsi delle stagioni.

Chi desiderasse ricevere maggiore materiale in merito può contattare l'autore scrivendogli all'indirizzo sommarugamario@gmail.com.

Il modello animato che simula l'alternarsi delle stagioni



Il modello della meridiana del Duomo di Milano, fotografato nel momento in cui coglie il transito del Sole in meridiano

Lo Smartflower

Lo Smartflower è un impianto fotovoltaico prodotto da un'azienda con sede in Austria: un "fiore" i cui petali, ricoperti di celle fotovoltaiche, al mattino si aprono e si orientano verso il Sole, per poi seguirlo durante il giorno in modo da avere sempre la migliore esposizione possibile. Di notte e in caso di forte vento i petali si ripiegano.

Il "fiore" ha un diametro di circa 2,5 m e generare una potenza che può arrivare a circa 2,5 kw.

Maggiori dettagli si trovano al link: smartflower.com

Una conferenza sugli Orologi Solari

Lo scorso sabato 3 settembre, nella sala dei Lombi a Giglio Castello (GR), il collega gnomonista Nicola Ulivieri ha tenuto una conferenza sugli Orologi Solari nell'ambito della mostra di foto del capitano D'Albertis.

La registrazione dell'evento è scaricabile dall'indirizzo https://youtu.be/erebl4bLeqU.

Seconda giornata di studi RAPPRESENTARE IL TEMPO

Riportiamo integralmente la *call for extended abstract* per questa seconda giornata di studi (nella rubrica *Pubblicazioni*, in questo stesso numero della rivista, la descrizione degli Atti della prima giornata).

Napoli, giugno 2023 (8 o 9 giugno - location da specificarsi a breve)

L'obiettivo della Seconda giornata di studi *RAPPRESENTARE IL TEMPO* è quello di continuare a riflettere su quell'ampia porzione del patrimonio culturale di tutti i tempi, rintracciabile in opere di architettura, siti archeologici e manifestazioni artistiche, che risulta fortemente connesso alle conoscenze scientifiche in campo astronomico sviluppate dai popoli di tutte le epoche storiche.

Questi beni rendono manifesto l'immateriale contatto tra Cielo e Terra oltre che costituire un naturale luogo d'incontro di numerose discipline quali Arte, Filosofia, Geometria e Astronomia. La relazione tra questi saperi, apparentemente molto distanti, si fonda fin dall'antichità sulla geometria e il disegno, che hanno contribuito allo sviluppo delle capacità dell'uomo di misurare il tempo e di comprendere il movimento dei corpi celesti nello spazio, prima dei moderni strumenti ottici e digitali per l'osservazione. Geometrie della luce, dunque, come conoscenza indispensabile per comprendere il valore di beni architettonici e artistici che basano le proprie forme sull'etereo contatto con il Cielo.

La possibilità di rappresentare tali fenomeni, altrimenti intangibili e di difficile comprensione per il largo pubblico, può promuovere oggi interventi di restauro scientifico e di divulgazione dei contenuti attraverso modelli digitali. La giornata di studi ha così suddiviso in tre grandi tematiche la lettura di questo ricco patrimonio culturale − architettura, astronomia e geometria − riportandone il dibattito nell'ambito delle discipline del disegno al fine di riflettere sul ruolo delle stesse nella conoscenza di questi peculiari manufatti, indagando sul loro stato di fatto e sui processi teorici e applicativi messi in atto durante la loro realizzazione.

Si invitano pertanto gli studiosi a proporre un *extended abstract* sui temi proposti o su tematiche ad essi connesse.

L'*extended abstract* dovrà essere scritto rispettando le sottoelencate caratteristiche:

lunghezza compresa tra i 6000 e gli 8000 caratteri, con 2 immagini in base 16 cm, font di dimensione 12 punti, Arial, interlinea singola

Dovranno essere evidenziate introduzione, obiettivi, esplicitazione dei metodi adottati e strategie di ricerca, riferimenti bibliografici e conclusioni che comprendano risultati ottenuti e strade aperte.

La data di consegna della proposta deve essere effettuata all'indirizzo rappresentareiltempo@gmail.com entro il 20 gennaio 2023. I contributi saranno sottoposti a *double blind peer review*, i cui esiti verranno comunicati entro il 30 marzo 2023.

La quota di iscrizione alla giornata di studi è la seguente:

- 50 € per relatori in presenza con pubblicazione del paper;
- 30 € per la sola pubblicazione;
- 20 € per la sola partecipazione in presenza.

Sulle modalità di pagamento seguirà avviso specifico.

In attesa di vedervi a Napoli, inviamo il nostro più cordiale saluto.

Le organizzatrici,

8 novembre 2022 Laura Farroni, Manuela Incerti e Alessandra Pagliano

Gnomonica nel Web

Un nuovo programma gnomonico

Abbiamo recentemente visitato un interessante sito web che propone un nuovo programma di progettazione gnomonica.

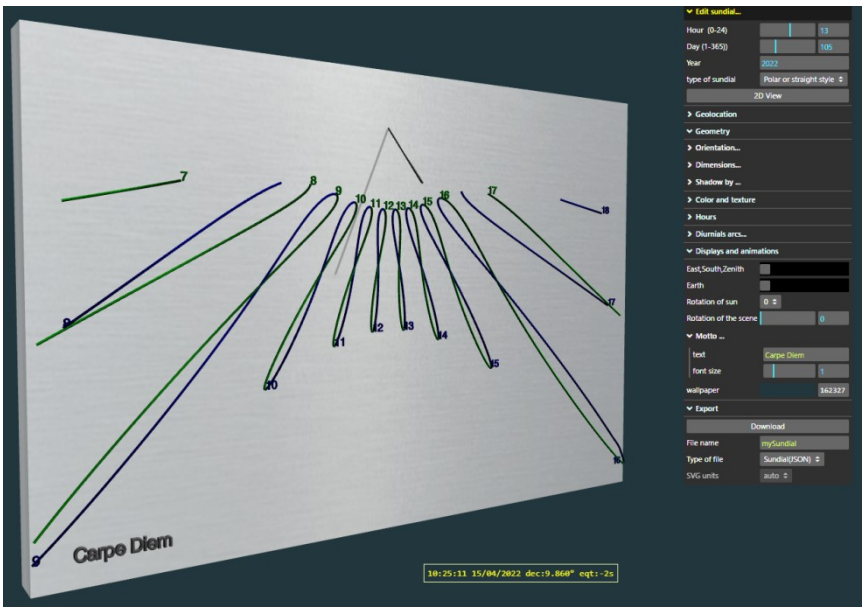
Si chiama *CadSol On Line* ed è disponibile all'indirizzo https://cadsol.fr/. Così come chiaramente dichiarato dal suo nome, si tratta di un programma con interfaccia web, ovvero operabile direttamente da un browser (Chrome, Firefox, Safari, Opera..) su tutti i sistemi operativi.

Ne esiste in realtà anche una versione per Windows che può essere scaricata dall'indirizzo: https://sourceforge.net/projects/cadsol/ ma ci sembra che la versione web sia più intrigante, soprattutto per l'aspetto grafico, benché meno completa di quella scaricabile (l'autore informa che *CadsolOnLine è in fase di codifica, non tutte le funzionalità di Cadsol per Windows sono ancora online*).

L'unico help del programma che abbiamo trovato è quello incluso nella versione per Windows: solamente disponibile in francese, ed unicamente dedicato alla descrizione teorica del metodo usato per il progetto.

Questa descrizione rimanda all'articolo dello gnomonista olandese Fer j. De Vries (1937-2015) dal titolo "*A uniform method to compute flat sundials*" che è integralmente riportato (in inglese) all'interno del file di help (e si può trovare anche in https://www.dezonnewijzerkring.nl/media/algemeen/FdV-compute-flat-sundials.pdf).

Il programma si presenta con una finestra contenente al centro il quadrante e sulla destra tutti i parametri di progetto. Il quadrante viene visualizzato in 3D e può essere facilmente ruotato in ogni direzione con il tasto sinistro del mouse.



Il programma CadSolOnLine

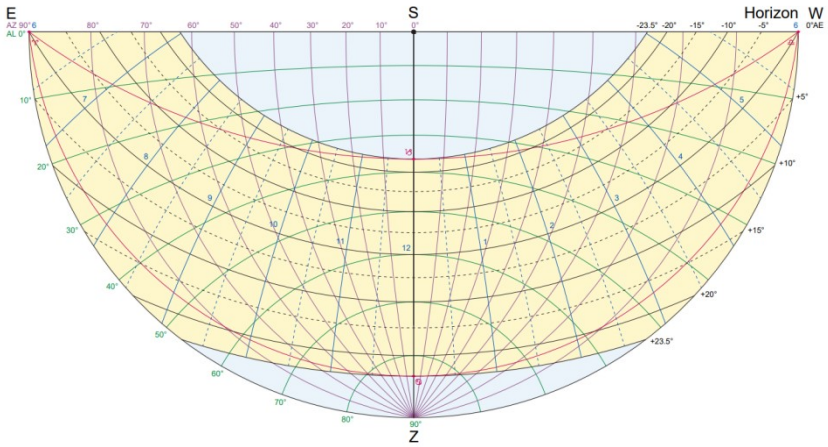
Il quadrante è illuminato dal sole corrispondente all'ora e alla data impostate dall'utente: un apposito comando permette inoltre di incrementare automaticamente l'ora per visualizzare il movimento dell'ombra nel tempo.

Gli orologi calcolabili dal programma sono:

- quadrante classico comunque orientato
- bifilare su piano verticale
- analemmatico comunque orientato

Le linee orarie visualizzabili sono quelle francesi (locali o del meridiano e con eventuale lemniscata), temporali, italiche, babilonesi e siderali; le linee diurne sono quelle dei solstizi, degli equinozi e di qualunque altra data a scelta.

Il progetto può essere esportato in numerosi formati tra cui SVG (per programmi di grafica vettoriale), STL (per la stampa 3D), CSV (per la visualizzazione in una tabella elettronica).



Quadrante stereografico verticale per la latitudine 30° Nord

Orologi verticali stereografici

Sulla lista di lingua inglese https://lists.uni-koeln.de/mailman/listinfo/sundial è arrivata una mail dello gnomonista polacco Maciej Lose che parla dei quadranti a proiezione stereografica.

In particolare egli ci propone un documento che descrive varie versioni di queste meridiane:

- stereografica verticale
- stereografica verticale a quattro lati *senza gnomoni*
- doppia (stereografica e polare) verticale
- doppia (stereografica e polare) ripiegata, da tasca
- poliedrica stereografica

Il documento è scaricabile dall'indirizzo http://cursiva.pl/e-ksiegarnia/vertical-stereographic-sundial-properties-construction-and-related-instruments/

Illustrato con moltissime figure e disegni, ne propone la progettazione utilizzando i metodi antichi del disegno con riga e compasso... o con la moderna versione di un opportuno software per la disegnazione elettronica.

Lettere alla Redazione

Meridiana del Duomo di Milano

Sulla lista di discussione "GnomonicaItaliana" è giunta recentemente la lettera seguente dell'amico Roberto Baggio, che ci ha autorizzati a pubblicarla anche in questa rubrica:

Una domenica d'autunno soleggiata, tornata l'ora solare, si va a Milano, in treno con la nipotina di 3 anni; vogliamo farle vedere la maestosità del Duomo, il bello di andarci in treno... e quella meravigliosa e magica macchia tonda di luce sul pavimento a cavallo della linea gialla che attraversa tutto il Duomo.

"Vedrai che bella! Si muove da sola... prova a fermarla con il piede! "

Arrivati in piazza a mezzogiorno, manca poco al transito, coda per fare i biglietti (solo 2, la piccola non paga... salvo 1€ per andare in bagno... totale 7+7+1 = 15 €).

Dopo un quarto d'ora di coda, si entra.

E adesso come spieghiamo ad una bimba di tre anni che la famosa macchia luminosa tanto decantata nel viaggio in treno dal nonno e dal papà non si può vedere perché "tappata" da uno dei 36 arazzi appesi uno per campata tra pilastro e pilastro? Sono dei lenzuoloni di circa 16mq l'uno che raccontano la vita di S. Carlo Borromeo; resteranno appesi fino alle feste di Natale: quindi dai primi di novembre (S. Carlo è il 04/11) a tutto dicembre, niente meridiana! Imparate la vita di S. Carlo che è ben più importante! E non ci provate neanche ad ipotizzare che magari la vita di un così importante personaggio si possa apprendere anche "solo" con 35 arazzi... (sarebbero comunque circa 560,00 mq di immagini...) in fondo, alla meridiana, per funzionare gliene bastano 0,40 mq liberi, affinché possa passare il suo raggio che raggiunge il pavimento; lo fa dal 1786!

Comunque, anche per gli altri 10 mesi... non ce n'è per nessuno! C'è piazzato un argano elevatore sulla facciata lato sud, proprio in corrispondenza del tratto da cui entra il sole a mezzogiorno; non solo: appena dentro la balaustra perimetrale del tetto, in prossimità dell'argano, non vuoi realizzare un bel piano d'appoggio per le attrezzature da cantiere? ponteggi, baracca operai, malte, attrezzi, ecc... Va già bene se, in corrispondenza di "quel buco strano" (circa 3 cm...) sulla tegola del tetto ci hanno messo un qualche tappo, giusto per impedire che cada qualche cosa all'interno della chiesa... (sai, la sicurezza è importante!). Se si sale comunque sul tetto del duomo, arrivando in prossimità del cantiere, visto che stanno mettendo mano alla guglia principale e più alta, quella sopra la quale c'è la Madonnina, hanno piazzato un altro "arazzo" con un elenco infinito di nomi preceduti da Arch, Dott, Ing, Rev... tutta gente che sovraintende, dirige, coordina, sorveglia, progetta, amministra, ecc... Vorrai mica che si perdano per un forellino tappato!

Alla faccia del turismo internazionale che dovrebbe essere il nostro "petrolio"!

Statemi bene, nonostante tutto.

Baggio Roberto

Il commento della Redazione

Che dire... tutto giusto e quanto mai deprimente... D'altronde non è la prima volta che qualcuno di noi lamenta questa situazione incresciosa...

Sulla lista è stata anche segnalata la ben diversa situazione di Bologna, dove a San Petronio la scorsa estate in occasione di ogni transito si sono sempre viste molte decine di persone (forse centinaia) nonché gruppi accompagnati da guide...

Cosa possiamo fare per far capire che stiamo oscurando una meraviglia non solo gnomonica ma storica ed astronomica che ci viene invidiata nel resto del mondo?

L'ente che si occupa dal 1387 della conservazione del Duomo e delle opere ivi custodite è la Veneranda Fabbrica del Duomo di Milano.

"*La Veneranda Fabbrica del Duomo di Milano è lo storico ente preposto alla conservazione e valorizzazione della Cattedrale. Istituito nel 1387 da Gian Galeazzo Visconti, Signore di Milano, per la progettazione e costruzione del monumento, si adopera da oltre 630 anni nella conservazione e nel restauro del Duomo, nell'attività di custodia e di servizio all'attività liturgica e nella valorizzazione del suo patrimonio, provvedendo al reperimento delle risorse necessarie al suo mantenimento.*"
(https://www.duomomilano.it/it/infopage/veneranda-fabbrica-del-duomo-di-milano/23/)

E allora scriviamo una lettera a questo ente esponendo il nostro disappunto come gnomonisti per il modo in cui questa opera viene trattata e come ci venga preclusa la possibilità di visitarla.

Ecco una bozza di come potrebbe essere questa lettera:

Spett.le Consiglio di Amministrazione della Veneranda Fabbrica del Duomo,
invio questa lettera come cultore di tutte le opere scientifiche che hanno nei secoli adornato le nostre città ed in particolare come appassionato di gnomonica e di astronomia.

Come a Voi perfettamente noto, il Duomo di Milano conserva al suo interno, insieme a tanti altri tesori, una Linea Meridiana costruita nel 1786 dagli astronomi dell'Osservatorio di Brera. Questa opera, con una altezza del foro gnomonico di quasi 24 m, è tra le più imponenti nel centinaio di realizzazioni presenti in Italia.

È stato recentemente segnalato da un lettore sul n. 29 della rivista "Orologi Solari" https://www.orologisolari.eu/ che la Linea Meridiana non è attualmente visionabile a causa degli arazzi esposti all'interno del Duomo che narrano la vita di S. Carlo Borromeo e che saranno ivi esposti fino a fine anno. Per altro anche il foro gnomonico è attualmente ostruito dalle attrezzature del cantiere.

Non è questa la prima volta che appassionati di gnomonica e di astronomia si trovano impossibilitati a visionare questa opera che, come è giusto ricordare, potrebbe attrarre molti visitatori ogni giorno ed in particolare in occasione dei solstizi (così come avviene regolarmente per la Linea Meridiana presente nella Basilica di S. Petronio a Bologna).

Vorrei quindi invitare le SS. LL. a voler prendere quei pochi e modesti provvedimenti (eliminazione dell'unico pannello sui 36 totali che ostruisce il passaggio del raggio solare, modificare leggermente la struttura che ospita le attrezzature di cantiere in modo da "liberare" il foro gnomonico) che consentirebbero la fruizione dell'opera senza grossi sforzi ed a tenerne conto in futuro in occasione di ogni nuova esposizione.

Sperando in un Vostro positivo riscontro, porgo distinti saluti.

Indirizzo: Veneranda Fabbrica del Duomo
Via Carlo Maria Martini, 1
20122 Milano

Servirà a qualcosa?

Forse è solo una illusione, ma se non ci si muove in qualche modo è ben difficile che la situazione possa migliorare in futuro.

Ben vengano comunque eventuali suggerimenti per ogni altra azione che si ritenga utile: la nostra lista di discussione "GnomonicaItaliana" o questa rubrica sono sicuramente il luogo giusto per commentare e proporre ogni altra iniziativa ritenuta utile.

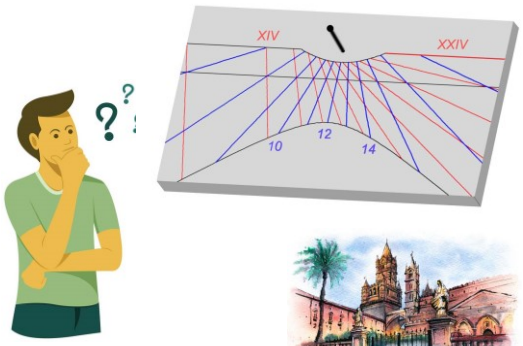
Quiz

Inviare le risposte all'indirizzo di posta elettronica redazione@orologisolari.eu
La soluzione sarà pubblicate nel prossimo numero della rivista insieme con l'elenco dei solutori.

Ore italiche "in trasferta"

Uno gnomonista abitante di Milano si è costruito in giardino un orologio solare piano, verticale rivolto esattamente a Sud, che indica le ore vere locali e le ore italiche.

Il nostro uomo si trasferisce poi a Palermo e si porta dietro il suo orologio. Lo sistema sul terrazzo, ancora rivolto a Sud, ma leggermente inclinato all'indietro, di una quantità pari alla differenza di latitudine tra Milano e Palermo.



Constata con piacere che le ore vere locali sono ancora indicate con precisione; ma con le ore italiche come vanno le cose?

[Quiz proposto da Francesco Caviglia]

Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 28 di Orologi Solari

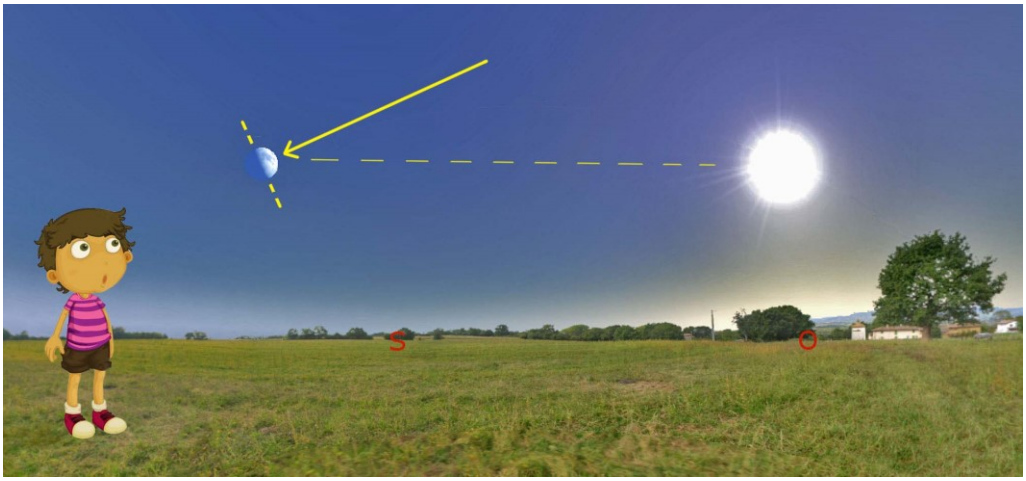
Chi illumina la Luna?

Carletto osserva la Luna e nota che la linea di separazione tra zona buia e zona illuminata (il "terminatore" per gli esperti) non è ortogonale alla linea retta tracciata tra Luna e Sole. La luce appare perciò arrivare non dal Sole, ma dalla direzione indicata dalla freccia nella figura qui sotto.

Un compagno di Carletto, convinto "terrapiattista", gli spiega: questa è una chiara dimostrazione che la Luna non è illuminata dal Sole, come dicono gli astronomi, sempre ostinati nel negare l'evidenza, ma direttamente dagli Angeli (di qui la luce argentea, mentre il Sole è notoriamente giallo).

Cosa diresti a Carletto per fargli capire il perché di quel che osserva?

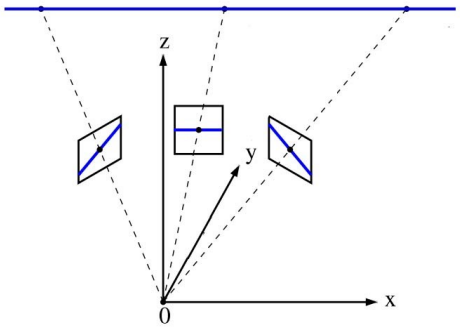
[Quiz proposto da Francesco Caviglia]



Soluzione

Per spiegare a Carletto il perché di quel che osserva dobbiamo prendere la questione alla larga e cominciare a parlare dell'Eclittica, che è il cerchio massimo della sfera celeste sul quale vediamo spostarsi nel corso dell'anno il Sole e anche, in prima approssimazione, la Luna (che si allontana al massimo di circa 5° dal tale cerchio).

Osservata dalla superficie terrestre l'Eclittica ci appare come una curva in cielo, sulla quale sono più o meno allineate le costellazioni dello Zodiaco e che vediamo rappresentata su molti atlanti stellari. Nella figura al fondo di questa pagina vediamo l'eclittica come si presenta nel cielo che sta osservando Carletto.

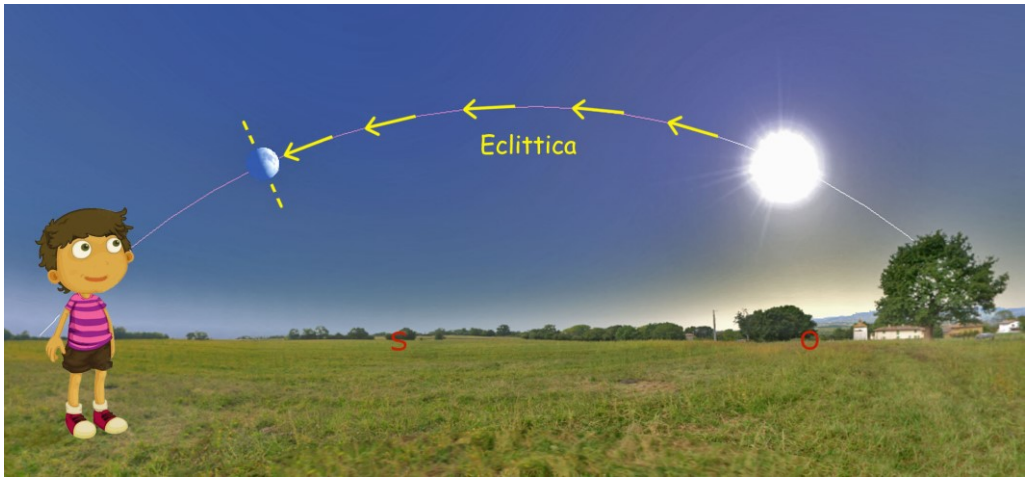


Ma perché l'Eclittica, che è la traccia di un piano (il piano dell'Eclittica) visto di taglio, ci appare come una curva e non come una retta? Ciò può essere spiegato osservando che la "pendenza" di una linea retta nello spazio tridimensionale cambia in base alla direzione di osservazione (v. figura a fianco).

Qualsiasi oggetto giacente sul piano dell'Eclittica è visto dalla Terra come posizionato sulla curva dell'Eclittica e ogni curva, o retta, tracciata sul piano dell'Eclittica, è vista come una porzione della curva Eclittica. Questo accade anche per il Sole e per la Luna, e per il percorso rettilineo della luce che va dal Sole alla Luna. Se potessimo osservare la luce nel suo percorso, la vedremmo dunque come le freccette delle figura a fondo pagina. Di conseguenza vediamo il terminatore sulla Luna con orientamento ortogonale all'Eclittica, e non volto esattamente dove vediamo il Sole.

Il fatto che il Sole sia molto più distante da noi di quanto non lo sia la Luna, non è dunque la causa prima di questo fenomeno, come spesso si pensa; tuttavia non si può negare una sua influenza sulla percezione e visibilità del fenomeno. Infatti l'effetto è particolarmente evidente quando la distanza angolare tra Luna è Sole è sostanziosa (altrimenti la piccola porzione di eclittica tra Luna e Sole ci apparirebbe quasi rettilinea) ed è particolarmente evidente pure se vediamo esattamente un quarto di Luna, così da avere un terminatore quasi rettilineo (come nella figura a fondo pagina). Queste due condizioni favorevoli possono verificarsi insieme solo se la Luna è molto più vicina a noi del Sole, infatti se fossero alla stessa distanza, o quasi, il quarto di Luna si avrebbe solo con una piccola distanza angolare tra Luna e Sole e in questi casi forse non ci saremmo mai posti il problema. Dunque la più grande distanza del Sole ha un suo effetto sulla visibilità e percezione del fenomeno.

Chi volesse approfondire potrà cercare su Google le parole "Moon tilt illusion" o "Moon terminator illusion": troverà parecchie informazioni.



Torino ore 18:00 (legale estiva) del 7/7/2022

Solutori

Daniele Tosalli, che ha correttamente individuato nella curvatura dell'Eclittica, come osservata dalla Terra, l'origine del fenomeno.

Effemeridi

a cura di Paolo Albéri Auber (ingauber@tin.it)

Sono sotto elencati i valori giornalieri per il 2023 della Declinazione del Sole, espressa in gradi e decimali di grado e della Equazione del Tempo, data in minuti e secondi, calcolati per le 12:00 del Tempo Medio Europa centrale. L'uso di queste effemeridi da parte dello gnomonista si può presentare sia quando si desidera ottenere il valore esatto dell'istante del passaggio del Sole al meridiano, sia quando si vuole determinare l'orientamento di una parete senza dovere ricorrere all'ausilio di un annuario o di un apposito programma di calcolo. Si sconsiglia l'uso dei valori qui riportati per tracciare sugli orologi solari le curve di Tempo Medio e quelle giornaliere o di declinazione, perché in questo caso è preferibile utilizzare le tabelle dei valori medi pubblicate su questa rivista nel numero 5 dell'agosto 2014.

Declinazione geocentrica del sole in gradi e decimali alle ore 12 del TMEC nel 2023

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1	-23,00	-17,10	-7,59	4,53	15,07	22,05	23,11	18,02	8,28	-3,18	-14,42	-21,79	1
2	-22,92	-16,82	-7,21	4,92	15,37	22,18	23,04	17,76	7,92	-3,57	-14,74	-21,95	2
3	-22,82	-16,53	-6,83	5,30	15,67	22,34	22,96	17,50	7,55	-3,95	-15,05	-22,09	3
4	-22,72	-16,23	-6,45	5,69	15,96	22,43	22,87	17,24	7,19	-4,34	-15,36	-22,23	4
5	-22,61	-15,93	-6,06	6,07	16,25	22,54	22,78	16,97	6,82	-4,73	-15,67	-22,36	5
6	-22,50	-15,62	-5,67	6,45	16,53	22,65	22,69	16,70	6,44	-5,11	-15,97	-22,48	6
7	-22,37	-15,31	-5,29	6,82	16,81	22,75	22,58	16,42	6,07	-5,49	-16,27	-22,60	7
8	-22,24	-15,00	-4,90	7,20	17,08	22,84	22,47	16,14	5,70	-5,87	-16,56	-22,71	8
9	-22,10	-14,68	-4,51	7,57	17,35	22,93	22,36	15,85	5,32	-6,26	-16,85	-22,81	9
10	-21,96	-14,36	-4,11	7,94	17,62	23,01	22,23	15,56	4,94	-6,63	-17,13	-22,91	10
11	-21,81	-14,03	-3,72	8,31	17,88	23,08	22,10	15,27	4,56	-7,01	-17,41	-22,99	11
12	-21,65	-13,70	-3,33	8,68	18,13	23,15	21,97	14,97	4,18	-7,39	-17,68	-23,07	12
13	-21,48	-13,36	-2,93	9,04	18,38	23,21	21,83	14,67	3,80	-7,76	-17,95	-23,14	13
14	-21,31	-13,03	-2,54	9,40	18,62	23,26	21,68	14,36	3,42	-8,14	-18,22	-23,21	14
15	-21,13	-12,68	-2,15	9,76	18,86	23,31	21,52	14,05	3,03	-8,51	-18,47	-23,26	15
16	-20,94	-12,34	-1,75	10,12	19,10	23,35	21,36	13,74	2,65	-8,88	-18,73	-23,31	16
17	-20,74	-11,99	-1,36	10,47	19,32	23,38	21,19	13,42	2,26	-9,24	-18,97	-23,35	17
18	-20,54	-11,64	-0,96	10,82	19,55	23,40	21,02	13,10	1,88	-9,61	-19,21	-23,38	18
19	-20,34	-11,28	-0,56	11,17	19,76	23,42	20,84	12,77	1,49	-9,97	-19,45	-23,41	19
20	-20,12	-10,93	-0,17	11,51	19,98	23,43	20,66	12,45	1,10	-10,33	-19,68	-23,43	20
21	-19,90	-10,57	0,23	11,85	20,18	23,44	20,47	12,12	0,71	-10,69	-19,90	-23,44	21
22	-19,68	-10,20	0,62	12,19	20,38	23,43	20,27	11,78	0,32	-11,04	-20,12	-23,44	22
23	-19,45	-9,84	1,02	12,53	20,58	23,43	20,07	11,44	-0,07	-11,39	-20,33	-23,43	23
24	-19,21	-9,47	1,41	12,86	20,76	23,41	19,86	11,10	-0,46	-11,74	-20,54	-23,42	24
25	-18,97	-9,10	1,81	13,19	20,95	23,39	19,65	10,76	-0,85	-12,09	-20,74	-23,39	25
26	-18,72	-8,73	2,20	13,51	21,12	23,36	19,43	10,41	-1,24	-12,43	-20,93	-23,36	26
27	-18,46	-8,35	2,59	13,83	21,29	23,32	19,21	10,07	-1,63	-12,77	-21,12	-23,33	27
28	-18,20	-7,97	2,98	14,15	21,46	23,28	18,98	9,71	-2,01	-13,11	-21,30	-23,28	28
29	-17,93		3,37	14,46	21,62	23,23	18,75	9,36	-2,40	-13,44	-21,47	-23,23	29
30	-17,66		3,76	14,77	21,77	23,17	18,51	9,00	-2,79	-13,77	-21,64	-23,17	30
31	-17,39		4,15		21,91		18,26	8,64		-14,10		-23,10	31

Equazione del Tempo in minuti e secondi alle ore 12 del TMEC nel 2023

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1	3: 25	13: 32	12: 22	3: 58	-2 52	-2: 11	3: 50	6: 23	0: 06	-10: 15	-16: 25	-11: 06	**1**
2	3: 53	13: 39	12: 11	3: 40	-2: 59	-2: 02	4: 02	6: 19	-0: 13	-10: 34	-16: 27	-10: 43	**2**
3	4: 21	13: 46	11: 58	3: 22	-3: 05	-1: 52	4: 13	6: 15	-0: 33	-10: 53	-16: 27	-10: 20	**3**
4	4: 49	13: 53	11: 46	3: 05	-3: 11	-1: 42	4: 24	6: 09	-0: 52	-11: 12	-16: 27	-9: 56	**4**
5	5: 16	13: 58	11: 32	2: 48	-3: 16	-1: 31	4: 34	6: 04	-1: 12	-11: 30	-16: 26	-9: 32	**5**
6	5: 42	14: 02	11: 19	2: 30	-3: 21	-1: 21	4: 45	5: 57	-1: 33	-11: 48	-16: 24	-9: 07	**6**
7	6: 08	14: 06	11: 05	2: 13	-3: 25	-1: 10	4: 54	5: 50	-1: 53	-12: 06	-16: 21	-8: 41	**7**
8	6: 34	14: 09	10: 50	1: 57	-3: 29	-0: 58	5: 04	5: 43	-2: 14	-12: 23	-16: 18	-8: 15	**8**
9	6: 59	14: 11	10: 35	1: 40	-3: 32	-0: 47	5: 13	5: 35	-2: 34	-12: 39	-16: 13	-7: 49	**9**
10	7: 24	14: 12	10: 20	1: 24	-3: 35	-0: 35	5: 22	5: 26	-2: 55	-12: 56	-16: 08	-7: 22	**10**
11	7: 48	14: 13	10: 05	1: 08	-3: 37	-0: 23	5: 30	5: 17	-3: 16	-13: 11	-16: 02	-6: 54	**11**
12	8: 11	14: 12	9: 49	0: 52	-3: 38	-0: 10	5: 38	5: 07	-3: 38	-13: 27	-15: 55	-6: 27	**12**
13	8: 34	14: 11	9: 33	0: 37	-3: 39	0: 02	5: 45	4: 56	-3: 59	-13: 42	-15: 47	-5: 59	**13**
14	8: 57	14: 10	9: 16	0: 22	-3: 39	0: 15	5: 52	4: 45	-4: 20	-13: 56	-15: 38	-5: 30	**14**
15	9: 18	14: 07	9: 00	0: 07	-3: 39	0: 27	5: 59	4: 34	-4: 42	-14: 10	-15: 29	-5: 01	**15**
16	9: 39	14: 04	8: 43	-0: 07	-3: 38	0: 40	6: 05	4: 22	-5: 03	-14: 23	-15: 18	-4: 33	**16**
17	9: 59	14: 00	8: 26	-0: 21	-3: 36	0: 53	6: 10	4: 09	-5: 24	-14: 36	-15: 07	-4: 03	**17**
18	10: 19	13: 55	8: 08	-0: 35	-3: 34	1: 06	6: 15	3: 56	-5: 46	-14: 48	-14: 55	-3: 34	**18**
19	10: 38	13: 50	7: 51	-0: 48	-3: 31	1: 19	6: 19	3: 42	-6: 07	-14: 59	-14: 42	-3: 05	**19**
20	10: 56	13: 44	7: 33	-1: 01	-3: 28	1: 32	6: 23	3: 28	-6: 28	-15: 10	-14: 28	-2: 35	**20**
21	11: 13	13: 37	7: 16	-1: 13	-3: 25	1: 45	6: 26	3: 14	-6: 50	-15: 20	-14: 13	-2: 05	**21**
22	11: 30	13: 30	6: 58	-1: 25	-3: 20	1: 58	6: 29	2: 59	-7: 11	-15: 30	-13: 58	-1: 35	**22**
23	11: 45	13: 22	6: 40	-1: 37	-3: 16	2: 11	6: 31	2: 43	-7: 32	-15: 38	-13: 42	-1: 06	**23**
24	12: 00	13: 14	6: 22	-1: 48	-3: 10	2: 24	6: 33	2: 27	-7: 53	-15: 47	-13: 25	-0: 36	**24**
25	12: 15	13: 05	6: 04	-1: 59	-3: 04	2: 37	6: 33	2: 11	-8: 14	-15: 54	-13: 07	-0: 06	**25**
26	12: 28	12: 55	5: 46	-2: 09	-2: 58	2: 49	6: 34	1: 54	-8: 35	-16: 01	-12: 49	0: 24	**26**
27	12: 41	12: 45	5: 28	-2: 18	-2: 51	3: 02	6: 33	1: 37	-8: 55	-16: 07	-12: 30	0: 53	**27**
28	12: 53	12: 34	5: 10	-2: 28	-2: 44	3: 14	6: 33	1: 19	-9: 15	-16: 12	-12: 10	1: 23	**28**
29	13: 04		4: 52	-2: 36	-2: 37	3: 27	6: 31	1: 02	-9: 35	-16: 16	-11: 49	1: 52	**29**
30	13: 14		4: 34	-2: 44	-2: 28	3: 38	6: 29	0: 43	-9: 55	-16: 20	-11: 28	2: 21	**30**
31	13: 23		4: 16		-2: 20		6: 26	0: 25		-16: 23		2: 50	**31**