OROLOGI SOLARI

Albéri Auber Paolo Gli orologi solari conici dell'Antichità. Generalità – Parte II – ***Arnaldi Mario*** Gli 'Schemi delle ombre' nel Medio Evo latino - Addenda – ***Arioni John*** Un orologio solare su due facce di un cubo – ***De Donà Giuseppe*** Rifrazione e depressione all'orizzonte **– *Gunella Alessandro*** L'Eliofanografo – ***Gunella Alessandro*** Chi ha inventato il diagramma di Oughtred ? – ***Gunella Alessandro*** Johan Peterson Stengel: GNOMONICA UNIVERSALIS

n.21 - aprile 2020

rivista di gnomonica… e dintorni

CGI – Coordinamento Gnomonico Italiano
www.gnomonicaitaliana.it (temporaneamente disattivata)

www.orologisolari.eu

https://groups.google.com/forum/#!forum/gnomonicaitaliana

Comitato di redazione
redazione@orologisolari.eu

Casalegno Gianpiero
Caviglia Francesco
Ghia Luigi Massimo
Nicelli Alberto
Stocco Elsa

Curatori rubriche

Lettere alla redazione: Ghia Luigi Massimo

Pubblicazioni: redazione

Notizie gnomoniche: Ghia Luigi Massimo

Gnomonica nel WEB: Casalegno Gianpiero

Motti: Caviglia Francesco

Quiz: Nicelli Alberto

Effemeridi: Albéri Auber Paolo

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

9 **Gli orologi solari conici dell'Antichità. Generalità - Parte II**
Albéri Auber Paolo

17 **Gli 'Schemi delle ombre' nel Medio Evo latino - Addenda**
Arnaldi Mario

35 **Un orologio solare su due facce di un cubo**
Arioni John

40 **Rifrazione e depressione all'orizzonte**
De Donà Giuseppe

53 **L'Eliofanografo**
Gunella Alessandro

56 **Chi ha inventato il diagramma di Oughtred ?**
Gunella Alessandro

61 **Johan Peterson Stengel: GNOMONICA UNIVERSALIS**
Gunella Alessandro

RUBRICHE:

63 **Itinerari gnomonici**
70 **Rassegna riviste di gnomonica**
79 **Gnomonica nel web**
80 **Pubblicazioni**
81 **Lettere alla redazione**
83 **Quiz**

In copertina: Alcune immagini dei tramonti a Manaccora (FG) scattate da Giuseppe De Donà

In quarta di copertina: La meridiana realizzata da John Arioni sulle facce di un cubo

Editoriale

Ed ecco il numero 21: un tempo a 21 anni si diventava maggiorenni, e noi crediamo che grazie alla collaborazione di tutti la nostra rivista abbia raggiunto la "maggiore età" e possa essere ormai considerata un punto di riferimento per la nostra comunità gnomonica insieme con Sundial Atlas: dieci anni e 40000 quadranti catalogati, e con la rinnovata lista gnomonica sulla quale si possono ora tranquillamente spedire immagini.

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

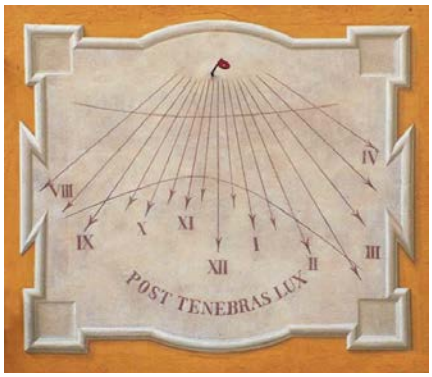
1. *Convocazione Seminario Nazionale*
   Potete qui trovare la nuova convocazione del Seminario Nazionale nei giorni 2-4 ottobre 2020
2. *Gnomonica Universalis*
   La cartella contiene i seguenti file:
   a) il primo fascicolo della traduzione in lingua italiana, a cura di Alessandro Gunella, del libro "Gnomonica Universalis" di Johan Peterson Stengel
   b) l'indice del libro
3. *Itinerari gnomonici*
   In questa cartella si trovano i seguenti file:
   a) Elenco e coordinate degli orologi descritti nell'articolo di Bosca
   b) Localizzazione degli orologi in un file .kmz visibile con Google Earth

Questo numero della rivista contiene relativamente pochi articoli: certo diversi gnomonisti italiani si sono lasciati distrarre dalla preparazione di lavori per il XXIII Seminario; consideriamo però che se i seminari erano una volta la principale occasione per pubblicare articoli di gnomonica in italiano, ormai la nostra rivista (maggiorenne) dovrebbe essere considerata al primo posto: le sue pagine sono più reperibili e diffuse dei volumi degli atti dei seminari. Contiamo dunque che gli amici gnomonisti, approfittando anche della forzata clausura, mettano ordine tra i loro appunti e schizzi e offrano a tutti qualcosa di bello dalle pagine di Orologi Solari.

Nel presente numero, Paolo Albéri Auber ci offre innanzitutto la seconda parte del suo contributo sugli antichi orologi solari conici; Mario Arnaldi con il suo aggiornamento alla ricerca e catalogazione degli "schemi delle ombre" (tabelle in uso nel Medioevo per conoscere l'ora del giorno grazie alla lunghezza dell'ombra di uno gnomone verticale) ci fa capire quanto la gnomonica fosse viva anche negli ancora "bui" secoli a cavallo tra il primo e secondo millennio.

Alessandro Gunella è presente ancora con tre brevi articoli. Il primo su uno strumento semplice ma suggestivo: quella palla di vetro che in molte postazioni metereologiche registra le ore di insolazione e che ha il complicato nome di Eliofanogafo; il secondo, di gnomonica grafica, per discutere la prima comparsa del cosiddetto Orologio di Oughtred; il terzo per presentare un'altra delle sue traduzioni: un libro di fine Seicento che ha avuto una grande diffusione, pur se scritto da un autore sul quale si hanno pochissime notizie, Johannes Pederson Stengel. Egli presenta la costruzione degli orologi solari in modo intenzionalmente semplice; delle quasi 400 pagine del libro offriamo la prima parte nel Bonus di questo numero, la seconda e ultima parte arriverà con il prossimo numero.

"Bepi" de Donà ci presenta i risultati raccolti in molti anni di metodica osservazione dalla sua bella terrazza pugliese di Manaccora e discute i complessi effetti della rifrazione atmosferica sull'ora del tramonto apparente; documenta il tutto con belle fotografie, una delle quali abbiamo sfruttato per la suggestiva immagine di copertina di questo numero. John Arioni ci mostra infine come un semplice orologio solare di tipo polare possa diventare un bell'oggetto di "design".



(Elaborazione di una foto di E. Schibuola)

Seguono le usuali rubriche: l'itinerario gnomonico di Bosca a spasso per Torino; la Gnomonica nel Web, con osservazioni che dovrebbero mettere in agitazione gli gnomonisti italiani, e una lettera di Albéri che esprime il suo parere sulla discussa questione dell'ora legale estiva. Su quest'ultimo punto ci piacerebbe conoscere anche l'idea dei lettori.

La redazione formula infine a tutti un augurio e l'invito a un doveroso ottimismo nonostante tutto: *Torneran le Ore Serene*, o se vogliamo dirlo in latino, *Post Tenebras Lux* (S. A. IT000136).

La Redazione

ABSTRACT

The conical sundials of Antiquity. Generalities - Part II

Albéri Auber Paolo

In the first part the author described conical sundials as they were conceived and built in antiquity; he then analyzed the effect of an incorrect evaluation of the latitude of the place and he finally described the practical process followed for their realization. In this second part the author proposes an innovative formula that allows us to derive the project latitude ("intended") following exclusively linear measurements made on the sundial, together with a well-known formula that provides the half-width of the cone.

The «shadow schemes» in the Latin Middle Ages - Addenda

Arnaldi Mario

In Gnomonica Italiana n. 16 the 'shadow schemes', reported in a large number of medieval Latin manuscripts, were illustrated and listed by Karlheinz Schaldach. This article does not add anything new to the dividing method of the various models described in that article, but it enriches the list of handwritten testimonies with new texts recently found by the author.

A sundial on two faces of a cube

Arioni John

A clock built around the geometry of the cube is presented, consisting essentially of two intersecting quadrants, with each quadrant providing the shadow to the other for reading the time and season.

The Sunshine recorder

Gunella Alessandro

The author describes an old instrument used in meteorological observatories to record the hours of the local sunshine, basically a cylindrical polar sundial. The gnomon is a glass sphere which focuses the light and burns a 'line' through a piece of treated paper.

Who invented the Oughtred diagram ?

Gunella Alessandro

The author in this article recalls a "portable" sundial by Schoener, which identifies hours using only the Azimuths: a diagram that appears 90 years before the so-called Oughtred diagram. The article also explains how Schoener indirectly applied the operating method called DATSÜR to build the diagram.

Johan Peterson Stengel: GNOMONICA UNIVERSALIS

Gunella Alessandro

In this article, the author introduces the work of Johan Peterson Stengel GNOMONICA UNIVERSALIS, a true encyclopedia of graphic Gnomonics, that he has translated to Italian. The translation is offered as a Bonus starting from this issue.

RÉSUMÉ

Les cadrans solaires coniques dans l'antiquité. Généralité - Partie II

Albéri Auber Paolo

Dans la première partie, l'auteur a décrit les cadrans solaires coniques ainsi qui ont été conçus et construits dans l'Antiquité, il a analysé quel est l'effet d'une évaluation incorrecte de la latitude du lieu et finalement a décrit le processus suivi dans la pratique pour leur réalisation. Dans cette deuxième partie, l'auteur propose une formule innovante qui permet d'obtenir la latitude du projet ("intentionnel") suite à des mesures exclusivement linéaires effectuées sur le cadran, à côté d'une formule bien connue qui fournit la demi-amplitude du cône.

Les «schémas d'ombres» au Moyen-Âge latin - Addenda

Arnaldi Mario

Dans Gnomonica Italiana n. 16, les "schémas d'ombres" rapportés dans un grand nombre de manuscrits latins médiévaux, ont été illustrés et répertoriés par Karlheinz Schaldach. Cet article n'ajoute rien de nouveau à la méthode de division des différents modèles décrits dans le travail ci-dessus mentionné, mais enrichit la liste des témoignages manuscrits avec de nouveaux textes récemment trouvés par l'auteur.

Un cadran solaire sur deux côtés d'un cube

Arioni John

Une horloge construite autour de la géométrie du cube est présentée, constituée essentiellement de deux cadrans qui se croisent, chaque cadran fournissant l'ombre à l'autre pour lire l'heure et la saison.

L'Héliographe

Gunella Alessandro

On décrive un instrument utilisé dans les observatoires météorologiques pour enregistrer les heures d'ensoleillement du lieu, au fond un cadran solaire polaire cylindrique. Le gnomon est une sphère de verre qui concentre les rayons du soleil et brûle une papier convenablement préparé.

Qui a inventé le diagramme de Oughtred?

Gunella Alessandro

L'auteur de cet article rappelle une montre "portable" de Schoener, qui utilise seulement les azimuts pour identifier l'heure: un diagramme qui anticipe celui d'Oughtred de 90 ans. Il explique également comment Schoener a indirectement appliqué la méthode appelée DATSÜR pour construire le diagramme.

Johan Peterson Stengel: GNOMONICA UNIVERSALIS

Gunella Alessandro

Dans cet article, l'auteur présente l'oeuvre de Johan Peterson Stengel, GNOMONICA UNIVERSALIS, une vraie encyclopédie de la gnomonique graphique, dont il a édité la traduction en Italien, offerte en Bonus à partir de ce numéro.

Refraction and depression at the horizon

De Donà Giuseppe

The author reports the results obtained over the years by timing the instants of sunset on the sea and he compares them with the theoretical values provided by the formulas available in the literature. Thus he comes to the conclusion that although these can provide a reliable result in "normal" evenings, there are exceptional situations in which the phenomenon has a completely unexpected evolution.

Réfraction et dépression à l'horizon

De Donà Giuseppe

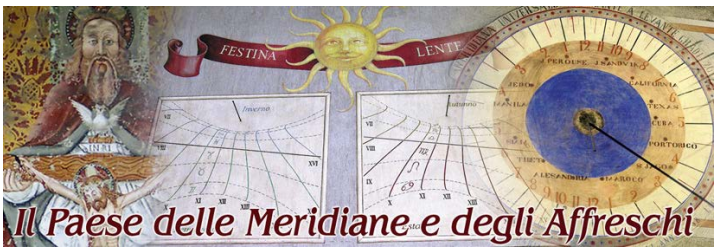
L'auteur rapporte les résultats obtenus au fil des ans en chronométrant l'instant du coucher du Soleil sur la mer et les compare avec valeurs théoriques fournies par les formules disponibles dans la littérature. Ainsi, il arrive à la conclusion que, même si ces formules peuvent fournir un résultat fiable en soirées "normales", il existe des situations exceptionnelles dans lesquelles le phénomène a une évolution complètement inattendue.

Emergenza coronavirus ed eventi gnomonici

Come tutti noi sappiamo purtroppo molto bene e sperimentiamo ogni giorno, la diffusione del virus COVID 19 sta cambiando drasticamente la nostra vita di tutti i giorni: molti di noi sono necessariamente a casa dal lavoro e noi tutti viviamo in un mondo irriconoscibile che limita i nostri spostamenti e modifica le nostre abitudini.

Nella primavera di quest'anno ci aspettavano due eventi importanti per la nostra vita gnomonica: la **Festa delle Meridiane ad Aiello del Friuli** ed il **Seminario Nazionale di Gnomonica ad Ala di Stura**.

Gli eventi degli ultimi giorni e le necessarie limitazioni imposte alla libertà di movimento di ognuno di noi hanno doverosamente obbligato gli organizzatori a spostare questi due eventi all'autunno prossimo.



Le nuove date sono quindi il **20 settembre** per Aiello ed il **2-4 ottobre** per Ala di Stura.

Speriamo quindi di poterci incontrare in quelle date avendo lasciato alle nostre spalle questo periodo buio e doloroso.

Nel frattempo cerchiamo di interpretare questo periodo di forzato riposo come una parentesi a nostra disposizione per sviluppare i nostri progetti gnomonici e cerchiamo di sfruttarlo al meglio.

Un sincero augurio da parte della redazione ed arrivederci ad Aiello e ad Ala di Stura !

In ricordo di Karl Schwarzinger gnomonista austriaco (1928 – 2020)

Il 26 di gennaio scorso il collega gnomonista austriaco Karl Schwarzinger ci ha lasciato. Lascia la moglie Helli, sua compagna inseparabile e sempre presente con lui ai Convegni del GSA (Gnomonices Societas Austriaca) e tre figli: Wolfgang, Michael e Christian.

Nato a Payerbach ad der Rax nella Bassa Austria nel 1928 ha studiato Geodesia a Graz, ottenendo il titolo di Hofrat Diplom Ingenieur. Da sempre residente a Sistrans, un sobborgo di Innsbruck, la capitale del Tirolo, ha svolto la professione di Ispettore di topografia del territorio di Feldkirch, Kitzbühel e Innsbruck.

Nel 1990 ha fondato il Gruppo Gnomonico in ambito Oesterreichischer Astronomischer Verein (Gnomonices Societas Austriaca – GSA) e ne ha condotto tutte le attività fino al 2000. Nel frattempo ha realizzato molti orologi solari e altri ne ha restaurati.

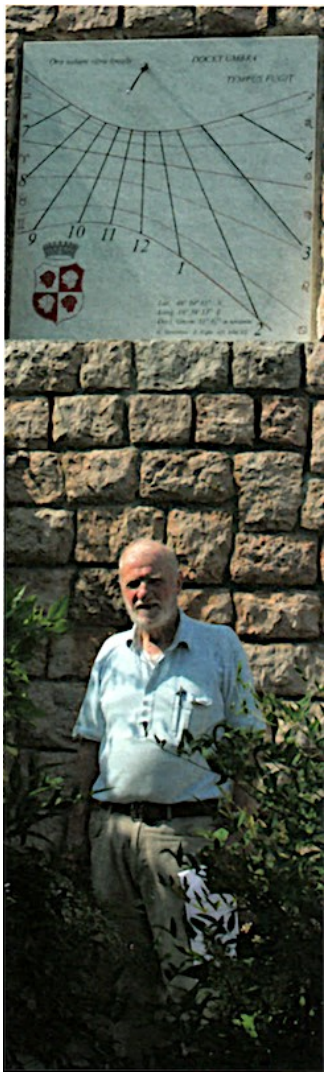
Con l'aiuto di altri colleghi sul territorio ha realizzato il Catalogo degli Orologi Solari in Austria (Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in Oesterreich), pubblicato nel 2006 dalla Oesterreichischer Astronomischer Verein, con scritto di presentazione di Helmut Soderegger, il suo successore alla carica di conduttore del Gruppo. Il catalogo descrive con dovizia di dettagli ben 3341 oggetti fissi in Austria.

Nel 2005 ha preso parte al Seminario Italiano di Lignano (UD) e vi ha presentato una memoria sugli Orologi Solari austriaci, fissi e mobili. Ha parlato in lingua tedesca tradotto in tempo reale da chi scrive.

Paolo Albéri Auber, Trieste

In ricordo di Giuseppe Tavernini, gnomonista trentino (1934 – 2020)

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



Ci ha lasciato il 2 Aprile l'amico Giuseppe Tavernini. Ha vissuto a Trento con la moglie Adriana e i figli Anna, Lucia e Paolo.

Vogliamo ricordarlo attraverso le parole con cui si presentava e alcune delle tante testimonianze di stima e affetto arrivate alla nostra lista di Gnomonica Italiana.

Sono nato il giorno di S. Giovanni il Battista, patrono degli gnomonisti nell'anno in cui l'Italia vinse il suo primo campionato Mondiale di calcio (era il 1934). Trascorsi i primi vent'anni della mia vita a Riva del Garda, la cittadina che vide la nascita del padre di Giuseppe Giusto Scaligero l'ideatore del Giorno Giuliano, ma forte antagonista della riforma gregoriana, che lo portò ad uno scambio di feroci diatribe con il Clavio. Dopo gli studi superiori, iniziai subito la carriera nella Società Edison, che terminai nella primavera successiva al crollo del "Muro di Berlino" (era il 1990). Verso la fine degli anni '80 avvenne il mio incontro con la gnomonica e fu un colpo di fulmine provvidenziale: mi preservò dalla "sindrome del pensionato". Successivamente per riempire lo spazio vuoto mi dedicai allo studio della cronologia, ed in particolare alla calendariologia e alla "epattologia" che mi portarono alla lunga ricerca sulla formula di Gauss per il calcolo della Pasqua, conclusasi felicemente pochissimi giorni fa[1].

Frutto di questa passione per la gnomonica i suoi software che hanno fatto storia nella nostra comunità, in particolare "OROLOGI SOLARI", uno dei primi sistemi di calcolo introdotti e usati da tanti appassionati. Elaborato secondo il testo del Fantoni, proponeva il calcolo degli orologi solari su qualsiasi superficie piana per i quattro sistemi orari: astronomico, italico, babilonese e temporario, con relativo grafico. Giuseppe lo presentò al VI Seminario di Gnomonica nel lontano 1994 (la prima versione, senza grafici, venne presentata in maniera informale ai partecipanti del IV Seminario tenuto nel 1992 a Crespano del Grappa (TV)).

Grande passione quindi, e soprattutto grande competenza e dimestichezza nel trattare argomenti molto impegnativi come il "CALENDARIO PERPETUO", un altro suo programma di calcolo completo di manuale e glossario.

Tra le tante testimonianze di stima e affetto arrivate in lista, riportiamo per tutti il ricordo di alcuni gnomonisti e amici.

Come un vero orso, il Tridentino era un ghiottone e non perdeva l'occasione di farsi preparare dalla moglie sig.ra Adriana, con la scusa dell'ospite, la torta Sacher, torta che spesso non mancava nel pacco regalo quando ricambiava la visita a casa mia. Il corridoio di casa era una mostra di modellini di orologi avuti da amici o auto-costruiti; lo studio una immensa raccolta (montagne) di pagine di giornali e riviste che spaziavano da argomenti politici, religiosi o scientifici (grande studioso di A. Einstein e di tutto ciò che comprendeva la storia dell'energia atomica). Una libreria zeppa (quasi farcita) di testi di matematica e programmazione a tutti i livelli, di astronomia, di gnomonica e di astrologia matematica; come la prima volta sempre mi meravigliavo quando percorrevo quel corridoio per entrare nello studio.

Il suo contributo gnomonico ci è noto, ma non sempre sono conosciuti i suoi programmi utili nella misura del tempo e per l'astronomia didattica, che purtroppo oggi non sono in tutto o in parte supportati dagli ultimi sistemi operativi perché programmati in QuickBASIC. Giuseppe è stata una persona tanto curiosa, ma anche tanto ostinata nel raggiungere i suoi obiettivi. Tra i maggiori e seri studiosi di emerologia (ricordo che il noto astronomo prof. Tempesti per la stesura del libro "Il Calendario e l'Orologio" più volte è passato a casa di Tavernini per assicurarsi la sua consulenza) Giuseppe in una lunga ricerca sulla Pasqua cristiana ed ebraica (monografia di circa 80 pagg.) ha affiancato il suo nome al "Principe dei matematici" J.F. Gauss. La sua monografia (che conservo con dedica) "Studi e Ricerche sulla Formula di Gauss per il

[1] Giuseppe Tavernini, "La formula di Gauss per il calcolo della Pasqua cristiana", Astronomia UAI, n. 6, 2000

Calcolo della Pasqua Cristiana – nel Bicentenario della sua Pubblicazione – e Computo Ecclesiastico" è nata da ricerche durate anni su documenti in Italia e originali presso l'Università di Gottinga in Germania dove Gauss aveva insegnato.

Così lo ringrazierà il prof. Tempesti nel suo libro: "*...ringrazio Giuseppe Tavernini, di Trento, valente cultore di problemi calendariologici, per l'abbondante materiale bibliografico fornitomi e per le numerose dotte dissertazioni sia a viva voce che epistolari.*"

E ancora dalla lista:

Dell'Amico Giuseppe, rimpiango la schiettezza, la ricerca attenta e genuina, l'impegno nello studio, la testimonianza nel valore dell'amicizia.

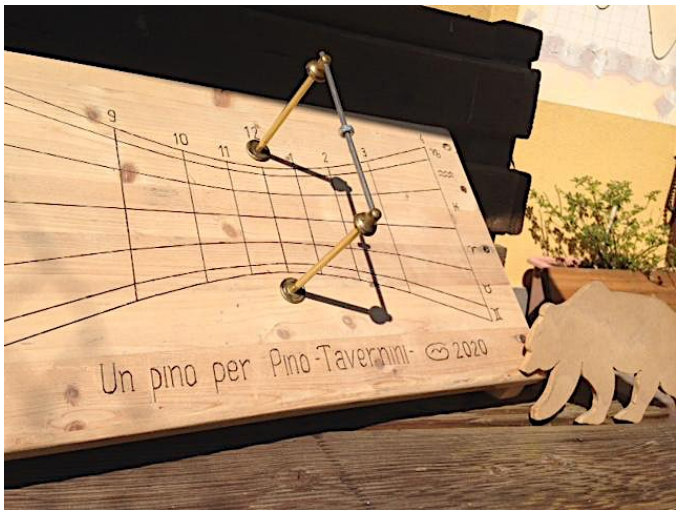
Il suo saggio - MISURA DEL TEMPO E OROLOGI SOLARI[2] *- è un vero e proprio trattato di Gnomonica di 70 pagine di grande formato. A mio parere è un'opera importante che vale davvero un'attenta lettura. Giuseppe Tavernini è stato un grande gnomonista.*

Sono rimasto costernato dalla notizia della scomparsa di Pino, l'Ursus Tridentinum, come amava firmarsi. Appariva alla prima impressione una persona un poco schiva, burbera, dura e decisa nelle discussioni gnomoniche, ma era soltanto apparenza, conversando con lui emergeva la sua profonda conoscenza matematica e gnomonica. Non rinunciava mai a portare in discussione il metodo di calcolo della data della Pasqua.

Una persona che resterà negli annali insieme agli altri grandi della Gnomonica.

La Redazione

Monclassico (TN).
La foto ritrae, da sinistra,
Giuseppe Tavernini di Trento,
conosciuto bonariamente come "Ursus Tridentinum",
in centro, Roberto Finozzi di Thiene (Homo gromaticus)
e Riccardo Anselmi di Sanremo (Matutianus).
La foto è stata scattata a fine Maggio 2008 durante il XV Seminario di Gnomonica.



Torcegno (TN)

L'opera di Mauro Giongo,
in ricordo dell'amico.
Aprile 2020

[2] Danilo Mussi, Giuseppe Tavernini, "Il Tempo del Sole", Centro Studi Judicaria, Tione di Trento, 2011

Gli orologi solari conici dell'Antichità Generalità – Parte II

Nella prima parte l'autore ha descritto gli orologi solari conici così come furono concepiti e costruiti nell'antichità, analizzato quale sia l'effetto di una valutazione errata della latitudine del luogo e descritto infine il processo pratico seguito per la loro realizzazione. In questa seconda parte l'autore propone una formula innovativa che permette di ricavare la latitudine di progetto ("intended") a seguito di misure esclusivamente lineari fatte sull'orologio, accanto ad una formula ben nota che fornisce la semiampiezza del cono.

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

I valori di latitudine e di semi-ampiezza del cono calcolati a partire da dati lineari leggibili sullo strumento.

Per la trigonometria riguardante gli orologi conici rimando ai diversi casi esaminati nella parte generale dello studio fatto da Gibbs ([GIBBS 1976]).

Qui vorrei aggiungere un approccio un po' diverso, e cioè il caso di volere (o potere) misurare solo ed esclusivamente dati lineari e da essi ricavare i dati angolari non conosciuti, vale a dire l'angolo di semi-ampiezza del cono, ω, e sua inclinazione sull'orizzonte - latitudine "intended", φ.

Questo approccio potrebbe presentare dei vantaggi (e anche una certa comodità) laddove non si voglia cimentarsi nella misura di angoli nello spazio a tre dimensioni , specie dopo l'inevitabile degrado subito dall'oggetto in esame, dopo 20 secoli e forse più.

In Fig. 1 il rilievo di una misura di lunghezza su una meridiana conica antica con uno strumento adatto[1].

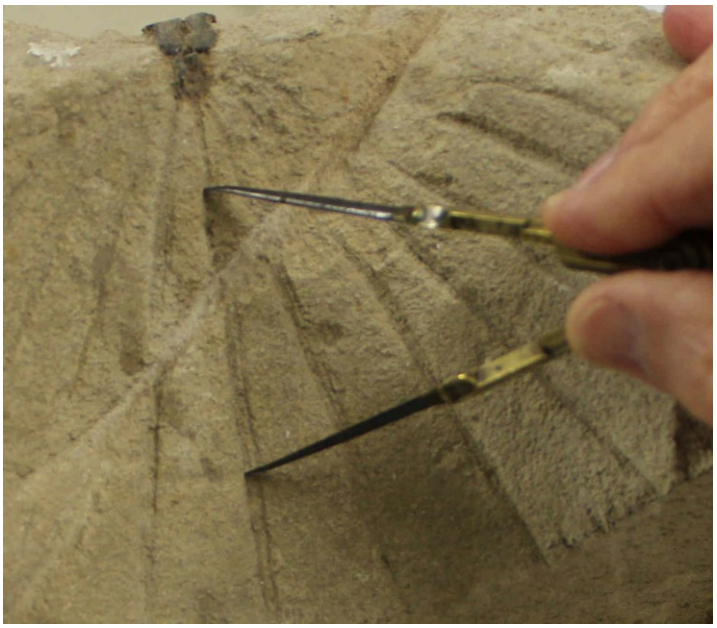


Figura 1 – Misurare una distanza lineare, rinunziando a misurare angoli, su un orologio antico potrebbe essere una scelta opportuna e, a volte, inevitabile.

[1] Si tratta di un gradito omaggio pervenutomi dal collega, noto gnomonista, Alessandro Gunella; strumenti del genere non se ne trovano quasi più in commercio.

I casi possono essere due:

A - lo gnomone è intatto e la sua estremità **G**, vedasi Fig. 2, è accessibile per le misure

B.1 B.2 - lo gnomone manca del tutto e quindi la posizione di **G** è sconosciuta (Fig. 2); il caso è piuttosto frequente

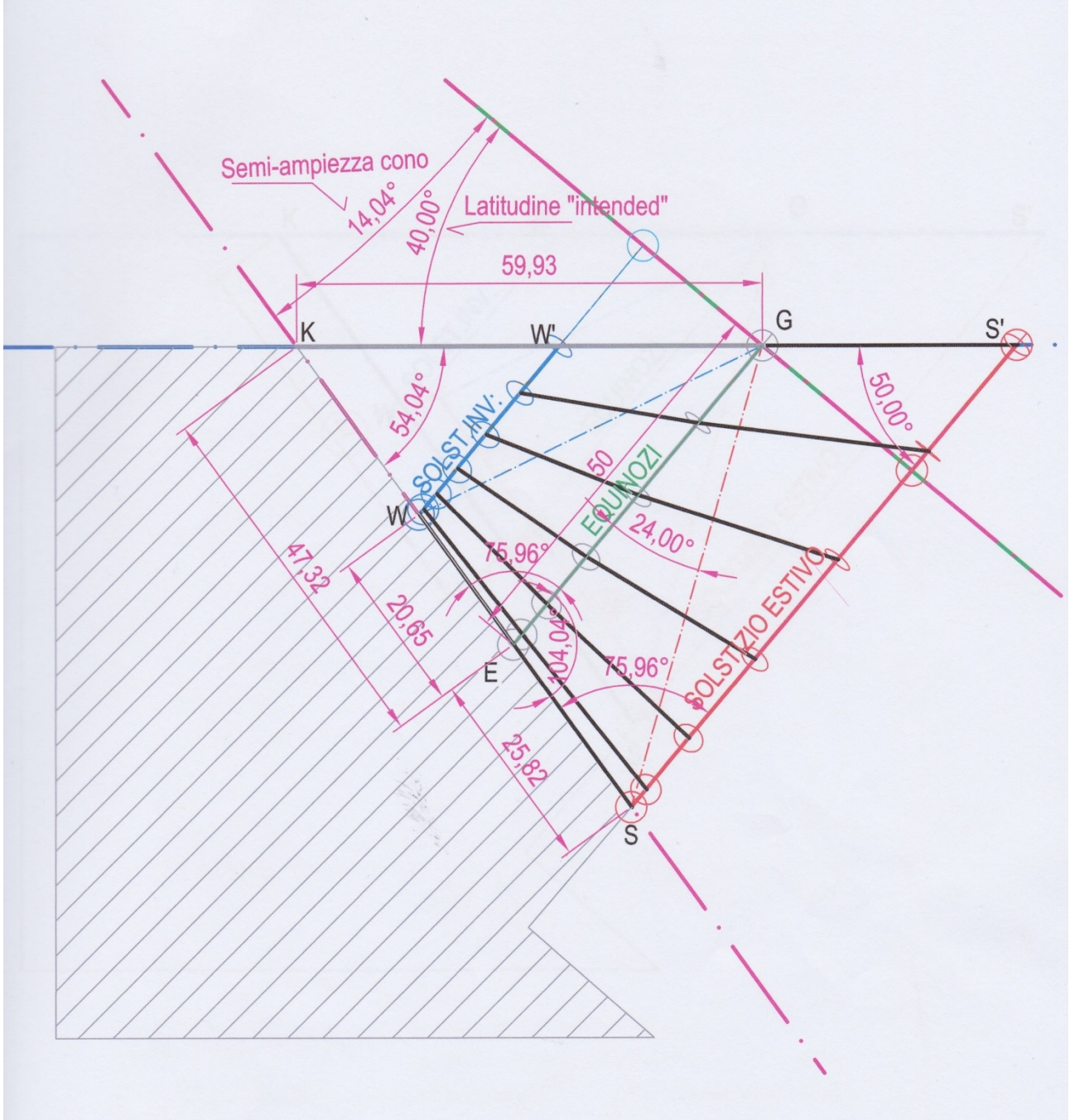


Figura 2 – In sezione meridiana un orologio conico con cono di semiampiezza pari a 14,04° e inclinazione pari a 40°, ossia latitudine "intended". I punti **W'** e **S'** non hanno un riscontro fisico e quindi non rientrano nei calcoli.

A - Nel primo caso vanno misurate le seguenti lunghezze:

- **KG** lunghezza dello gnomone in orizzontale,
- **KE** distanza dal punto equinoziale alla base dello gnomone, sul meridiano
- **GE** distanza del punto equinoziale all'estremità dello gnomone (punto proiettante), sul meridiano

Si applicano note formule di trigonometria, essendo **KEG** il complemento di ω e inoltre **KGE** il complemento di φ, e si ricavano i valori angolari:

$$\sin(\omega) = [(\mathbf{KE}*\mathbf{KE}) + (\mathbf{GE}*\mathbf{GE}) - (\mathbf{KG}*\mathbf{KG})] / (2 * \mathbf{KE} * \mathbf{GE})$$

$$\cos(\varphi) = [\mathbf{KE} * \cos(\omega)] / \mathbf{KG}$$

B.1 - Nel secondo caso, dando per scontato che l'inclinazione di eclittica venisse valutata, all'epoca, in **24°**, vanno misurate, vedi Fig. 3, le seguenti lunghezze, normalmente ben misurabili su gran parte dei reperti :

- **WE** distanza fra solstizio invernale e equinozi, sulla linea meridiana
- **ES** distanza fra solstizio estivo e equinozi, sulla linea meridiana
- **EK** la distanza fra equinozi e base dello gnomone, sulla linea meridiana

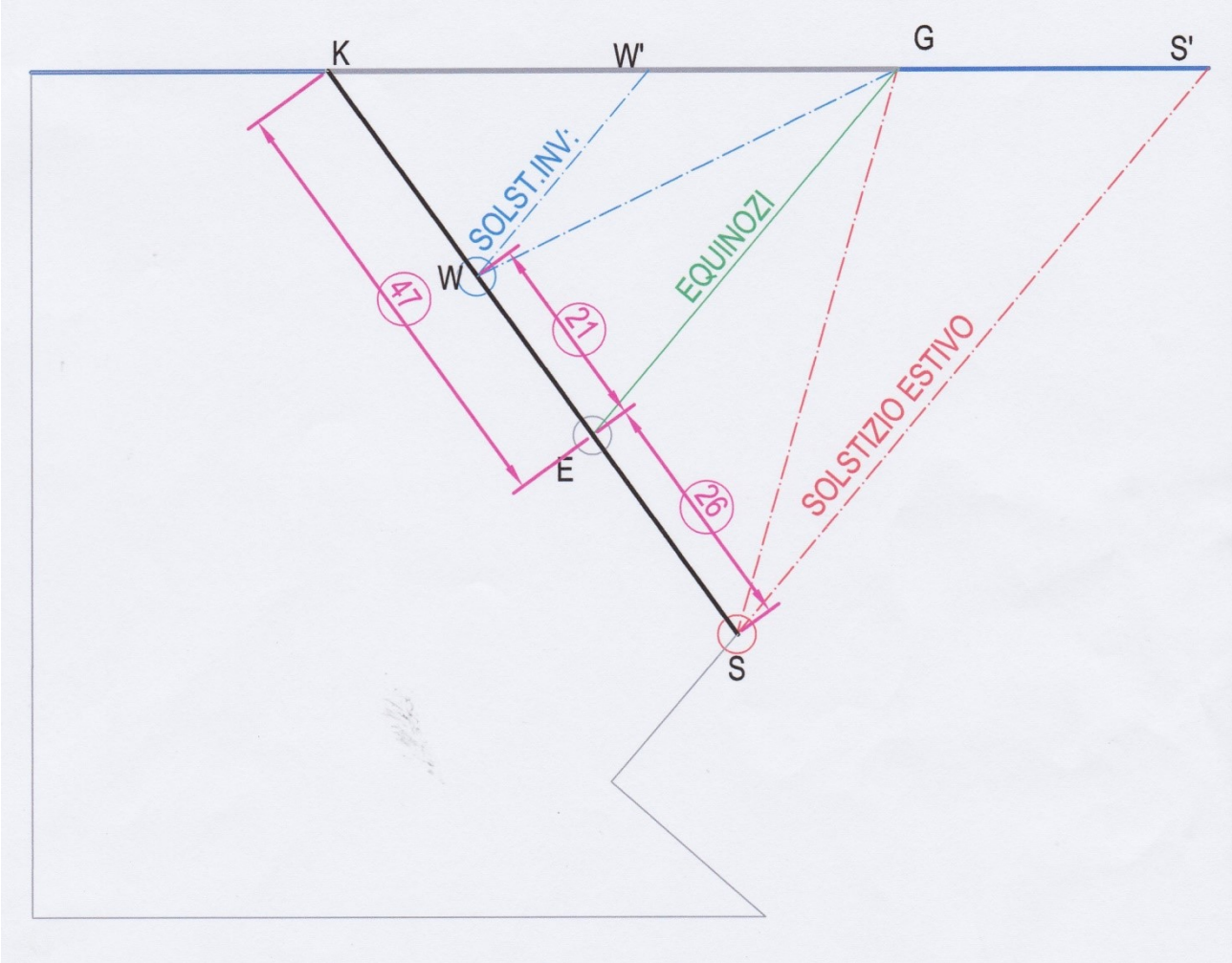


Figura 3 – Per calcolare i valori degli angoli di base (ω, φ) su di un orologio conico privo di gnomone è sufficiente rilevare sul reperto i tre valori lineari qui indicati: **WE**, **ES**, **EK**.

Disponendo di questi dati occorre primariamente determinare l'angolo **GES**; si applica il teorema dei seni ai due triangoli **GWE** e **GSE** che hanno:

1. in comune il lato **GE**
2. due angoli uguali **WGE** e **SGE** (pari all'angolo d'eclittica)
3. la particolarità che i due angoli **GES** e **GEW** sono supplementari

e si ottiene, dopo qualche passaggio, la formula:

$$\tan(\mathbf{GES}) = \tan(\mathbf{24}) * [(\mathbf{WE} / \mathbf{ES} + 1) / (\mathbf{WE} / \mathbf{ES} - 1)]$$ [2]

la semi-ampiezza del cono sarà quindi

$$\omega = \mathbf{GES} - 90°$$

Peraltro avremo, applicando il teorema dei seni al triangolo **WEG**:

$$\mathbf{EG} = \mathbf{WE} * \sin(\mathbf{GES} - 24°) / \sin(24°)$$

e quindi applicando il teorema dei seni, stavolta al triangolo **KEG**, con una procedura semplice anche se un po' laboriosa:

$$\tan(\varphi) = [1 - (\mathbf{EK} / \mathbf{EG}) * \sin(\omega)] / [(\mathbf{EK} / \mathbf{EG}) * \cos(\omega)]$$

Facilmente si calcolano quindi gli angoli **KEG** e **KGE**.

La lunghezza dello stilo orizzontale **KG** sarà allora fornita dalla formula:

$$\mathbf{KG} = \mathbf{EK} * \sin(\mathbf{KEG}) / \sin(\mathbf{KGE})$$

Le formule qui proposte sono state verificate, nei risultati, tramite il programma Mathcad di cui si parlerà in seguito; anche l'elaborato AutocadLT di cui in Fig. 2 fornisce i medesimi valori.

I punti **W'** e **S'** non hanno un riscontro fisico e quindi non rientrano nei calcoli.

Il programma Excel è universalmente usato per i calcoli di ogni tipo: in Appendice propongo quindi in Fig. 6 una guida semplicissima per ottenere da un foglio Excel i risultati delle formule suddette.

L'Orologio Conico 3007 del catalogo Gibbs.

Un caso tipico per l'applicazione delle suddette formule potrebbe essere l'orologio 3007 del catalogo Gibbs ([GIBBS 1976]): gli addetti del Museo di Leiden (NL) rilevarono le misure lineari e le inviarono alla dr. Gibbs la quale, per qualche motivo contingente, non vide materialmente l'orologio e quindi la scheda 3007 è priva dei dati angolari.

Le suddette formule sono state quindi proposte anche al programma Mathcad che le ha risolte. Ecco i valori:

$\omega = 30.367°$ EG = 83.077 mm $\varphi = 38.295°$ (vedasi Fig. 4)

L'Orologio Conico di Abu Mina.

L'Orologio Conico di Abu Mina venne studiato da Jacek Kosciuk; vedasi [KOSCIUK 1992]. Il calcolo della semiampiezza del cono fornisce il valore 39,24° esattamente uguale al calcolo fatto qui (le formule usate sono in pratica la stessa formula).

Al contrario il valore di latitudine "intended" , 31°, misurato da Kosciuk (angolo β) nel presupposto, evidentemente errato, che l'angolo β (fig.3 in [KOSCIUK 1992]) sia identico all'inclinazione dell'asse del cono rispetto all'orizzonte è molto diverso dal calcolo ottenuto dai dati gnomonici lineari sulla linea del mezzodì, come qui da me proposto: 38,25°, la latitudine di Atene anziché quella di Alessandria.

La lunghezza dello stilo orizzontale KG sarà di conseguenza 92,21 mm e non 85 mm come calcolato da Kosciuk[3].

L'errore deriva probabilmente dal degrado del reperto oppure da qualche presupposto geometrico riguardante il blocco di pietra in realtà disatteso.

---

[2] Va precisato che questa formula è ben nota. Qui occorre tener presente che se il valore dell' ARCTAN(...) viene negativo occorre scegliere il valore positivo del risultato cioè aggiungendo 180° al valore negativo del risultato.

[3] In tutto l'articolo le misure di lunghezza sono espresse in millimetri

WE è la distanza fra punto invernale(Winter) e punto Equinozi-sul meridiano
ES è la distanza fra punto estivo (Summer) e punto Equinozi-sul meridiano
EK è la distanza fra punto Equinozi e base Gnomone
GES è l'angolo in **E** del triangolo**GES**(Gnomone estremità-punto Equinozi-punto Summer)
ωses(WE,ES) è l'angolo de semi-ampiezza del cono, in gradi sessagesimali
ϕses(WE,ES,EK) è l'angolo di latitudine "intended", inclinazione asse del cono,in gr.sess.
ATTENZIONE!: se **GES** viene **negativo** è necessario aggiungere 180 gradi (oppure π radianti)
GE congiunge il punto di Equinozi **E** e Punto proiettante **G**

Orologio Solare Conico GIBBS 3007 (*)
WE=34 ES=58 EK=70 eps=24°

$$ro(WE,ES) := \frac{WE}{ES}$$

$$arg(WE,ES) := \tan\left(24\cdot\frac{\pi}{180}\right)\cdot\left(\frac{ro(WE,ES)+1}{ro(WE,ES)-1}\right)$$

$$GESses(WE,ES) := GES(WE,ES)\cdot\frac{180}{\pi} \qquad GES(WE,ES) := atan(arg(WE,ES))$$

$$GESsesposit(WE,ES) := GESses(WE,ES) + 180 \qquad GESposit(WE,ES) := GES(WE,ES) + \pi$$

$$\omega ses(WE,ES) := GESsesposit(WE,ES) - 90 \qquad \omega rad(WE,ES) := GESposit(WE,ES) - \frac{\pi}{2}$$

(*) $\omega ses(34,58) = 30.367$ $\qquad \omega rad(48.5,68.5) = 0.367$

$$EG(WE,ES) := WE\cdot\frac{\sin\left(GESposit(WE,ES) - 24\cdot\frac{\pi}{180}\right)}{\sin\left(24\cdot\frac{\pi}{180}\right)}$$

(*) $EG(34,58) = 83.077$

$$rap(WE,ES,EK) := \frac{EK}{EG(WE,ES)}$$

$$arg1(WE,ES,EK) := \frac{1-\left(rap(WE,ES,EK)\cdot\sin\left(\omega rad(WE,ES)\right)\right)}{rap(WE,ES,EK)\cdot\cos\left(\omega rad(WE,ES)\right)}$$

$$\phi ses(WE,ES,EK) := atan(arg1(WE,ES,EK))\cdot\frac{180}{\pi}$$

(*) $\phi ses(34,58,70) = 38.295$

Figura 4 – Il calcolo tramite Mathcad di EG, ω e φ nel caso dell'orologio conservato in un museo olandese: catalogo Gibbs 3007.

Il metodo grafico.

B.2 Gli stessi risultati, l'ampiezza di ω e di φ, si possono ottenere anche in modo grafico con un procedimento semplice e più immediato. Vedasi Fig. 5.

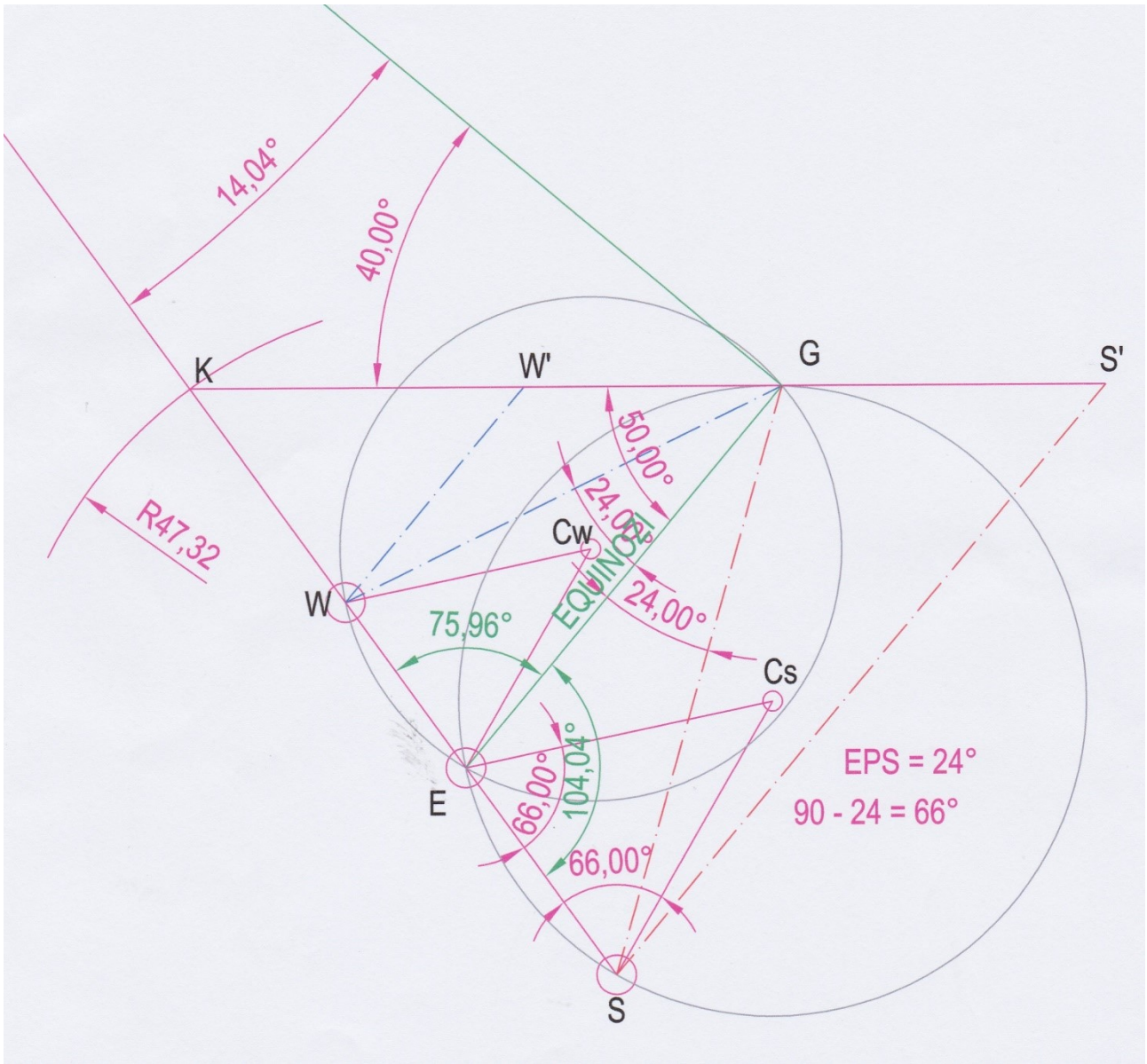


Figura 5 – A partire dai segmenti **WE**, **ES**, **EK** tutti allineati si può risalire con procedimento grafico ai valori di ω e di φ.

Ruotando il segmento **WE** dell'angolo (90º – 24º) pari a 66° intorno a **E** e poi anche intorno a **W** (in senso contrario) si individua il cerchio di centro **Cw**: come noto, da tutti i suoi punti viene sottesa la corda **WE** sotto uno stesso angolo, qui pari all'angolo di eclittica (24°) . La stessa procedura va fatta partendo dal segmento **ES** individuando così il centro **Cs**.

I due cerchi si incontrano, oltre che – ovviamente – in **E**, in un secondo punto da cui i due segmenti **WE** e **ES** si proiettano sotto il medesimo angolo (24°), il che vale a dire che abbiamo individuato il punto proiettante **G**. Si individua così anche l'angolo **GES** che permette di calcolare, come detto, ω = **GES** - 90º

Congiungendo **G** con il punto **K** , che ci è noto grazie alla lunghezza misurata **EK**, si individua l'orizzonte e quindi l'inclinazione dell'asse del cono, vale a dire la latitudine "intended" φ.

Conclusioni.

L'orologio conico del mondo antico è non solo quello numericamente più presente ma anche il più interessante in quanto contiene in sé il concetto di stilo polare. L'inclinazione dell'asse del cono, teoricamente, dovrebbe coincidere con la latitudine di progetto ("intended") ma ciò accade solo presso una minoranza dei reperti: infatti nella stragrande maggioranza, alla luce delle misurazioni disponibili oggidì, questa caratteristica di base viene ignorata dal marmista antico. Laddove la differenza fra inclinazione dell'asse del cono e latitudine dell'utilizzo del reperto è consistente le linee diurne non dovrebbero essere tracciate come dei cerchi (o assimilabili a cerchi) ma come delle ellissi. La ricerca grafica 3D (AutocadLT) su un oggetto particolare ci svela che le conseguenze sulla lettura della stagione sono pesanti mentre quelle sull'ora non lo sono nonostante detta differenza sia molto grande.

In un oggetto antico il limitarsi a fare letture lineari e rinunziare a fare valutazioni di angoli, che possono essere critiche, può rivelarsi necessario, specie se lo gnomone originario è scomparso, come nella maggior parte dei reperti. Qui si sono proposte delle formule adatte a questo contesto.

Le formule sono state impostate sul programma di calcolo Mathcad mentre in Appendice viene proposta anche una elaborazione Excel da potersi riprodurre facilmente dal lettore.

Si è proposta anche una procedura esclusivamente geometrica (AutocadLT) per la risoluzione di questo problema.

In un caso particolare è stato evidenziata una grossolana differenza fra il valore di latitudine misurato nel presupposto che il blocco di pietra sia perfettamente squadrato e quello ottenuto partendo da dati gnomonici lineari inequivocabili.

Quest'ultimo caso (orologio di Abu Mina) ci obbliga a fare una considerazione generale. Diversi studiosi hanno rilevato direttamente i dati angolari su orologi antichi nel presupposto che il blocco di pietra sia perfettamente squadrato: alla luce di questo caso sembrerebbe necessario che forse tutte le misure angolari rilevate sinora su reperti antichi siano riviste, in particolare la misura dell'angolo β.

Ringraziamenti

Ringrazio il collega ing. Renis Ridolfo per i preziosi consigli e le proficue discussioni

Appendice

In Fig. 6 la mia proposta per il calcolo con Excel dei <u>dati angolari</u> di un orologio conico a partire, esclusivamente, da <u>dati lineari</u>.

Ancora in Fig. 6 si riscontrano, nelle caselle **B11**, **B14**, **B18** i valori ottenuti per quotatura in Fig. 2.

Bibliografia

[ALBERI AUBER 2006] Paolo Albéri Auber, "*Vitruvio (IX,8,1) e Cetio Faventino (De Horologii Institutione). Su alcune tipologie di Orologi Solari Antichi*", Seminario Nazionale di Gnomonica, Chianciano (SI), Ottobre 2006

[ALBERI AUBER 2009] Paolo Albéri Auber, "*La Nomenclatura degli Orologi Solari Greco-Romani, Schema Sinottico*", Seminario Nazionale di Gnomonica, S. Felice al Circeo (LT), ott. 2009

[CETIO FAVENTINO – CAM 2002] "*Cetius Faventinus- Abrégé d'Architechture Privée*", Trad. e commento di Marie Therése Cam, Les Belles Lettres , Parigi, 2002

[GIBBS 1976] Sharon Gibbs "*Greek and Roman Sundials*", Yale University Press, 1976

[RAYET 1875] M. G. Rayet, "*Les Cadrans Solaires Coniques*", Annales de Chimie et de Physique, Sept. 1875

[KOSCIUK 1992] Jacek Kosciuk, "*La meridiana conica di Abu Mina*", Bollettino della Società Archeologica Copta Tomo XXXI, Il Cairo, 1992. Traduzione e adattamento di Riccardo Anselmi in Gnomonica UAI N. 7 Sett. 2000

[ANSELMI 2000] Riccardo Anselmi "*La meridiana conica di Abu Mina*", Gnomonica UAI N. 7 , Sett. 2000

[ANSELMI 2007] Riccardo Anselmi "*Come costruire un antico orologio conico*", Gnomonica Italiana N. 13, Mar. 2007

20,65	WE ; A1; distanza Equinozi-Winter		1	
25,82	ES ; A2; distanza Equinozi-Summer		2	
47,32	EK ; A3;dist. Equinozi-radice Gnomone		3	
	0,80	A1/A2	4	WE/ES ; B4
	24,00	24	5	eclittica sess.; B5
	0,42	RADIANTI(B5)	6	eclittica in radianti ; B6
	-4,00	TAN(B6)*(B4+1)/(B4-1)	7	arg ; B7
	-1,33	ARCTAN((B7))	8	GES rad ;B8
	-75,97	GRADI(B8)	9	GES gradi sess;B9
	104,03	180+B9	10	GES positivo gradi sess ; B10
	14,03	B10-90	11	semiampiezza cono gr.sess ;B11
	0,24	RADIANTI(B11)	12	semiampiezza cono radianti ;B12
	1,82	RADIANTI(B10)	13	GES positivo radianti ;B13
	50,00	A1*SEN(B13-B6)/SEN(B6)	14	EG lunghezza ;B14
	0,95	A3/B14	15	rapporto EK/EG ; B15
	0,84	(1-(B15*SEN(B12)))/(B15*COS(B12))	16	arg1 per calcolo arctan; B16
	0,70	ARCTAN(B16)	17	arcttan (arg1) lat.intended,rad.;B17
	40,01	GRADI(B17)	18	B18;arctan(arg1) ;latitudine "intended" in gr. sess.; B18
Colonna A i 3 DATI di PARTENZA	Colonna B CALCOLI	qui sopra COLONNA C LE FORMULE IN LINGUAGGIO "EXCEL": ESSE diverranno operative se trascritte nelle caselle corrispondenti in colonna B purchè si aggiunga il segno "="		qui sopra COLONNA G: in chiaro il significato geometrico delle formule operative in colonna B e riprodotte in COLONNA C

Figura 6 – Qui il foglio Excel. I dati di partenza lineari **WE**, **WS**, **EK** (Fig. 2, 3) vanno inseriti nelle caselle **A1**, **A2**, **A3** mentre le formule in colonna **C** vanno ricopiate, tali e quali con la sola aggiunta del segno =, nelle caselle corrispondenti in colonna **B**. La casella **B11** ci restituirà allora la semi-ampiezza del cono; la casella **B14** ci restituirà la lunghezza del segmento **EG** (Fig. 2) e la casella **B18** ci restituirà la latitudine "intended" (inclinazione dell'asse del cono).

Gli 'Schemi delle ombre' nel Medio Evo latino - Addenda -

Nel numero 16 di Gnomonica Italiana furono illustrati ed elencati da Karlheinz Schaldach gli 'schemi delle ombre', riportati in un gran numero di manoscritti medievali latini. L'articolo non aggiunge nulla di nuovo al metodo di suddivisione dei vari modelli descritti in quell'articolo, ma arricchisce l'elenco delle testimonianze manoscritte con nuovi testi recentemente ritrovati dall'autore.

di Mario Arnaldi (marnaldi@libero.it)

Abbreviazioni più comuni

BNE	Biblioteca Nacional de España
UB	Universitaire Bibliotheken
BL	British Library
BM	British Museum
BnF	Biblioteque National de France
BSB	Bayerische Staatsbibliothek

Nel numero 16 di Gnomonica Italiana (GI) [rif. 9] Karlheinz Schaldach propose uno studio rigoroso sugli 'schemi delle ombre': metodi mnemonici per la misura del tempo molto diffusi nel medioevo latino[1]. La definizione di 'schema delle ombre' è un po' sibillina per lo gnomonista moderno, ma non si tratta d'altro che di quelle particolari tabelle, in uso soprattutto nel Medioevo, che permettevano la lettura delle ore del giorno grazie all'ombra proiettata dal proprio corpo o da qualsiasi altro oggetto — un bastone, per esempio — eretto perpendicolarmente al suolo.

L'ombra era misurata usando la lunghezza del proprio piede come modulo[2], ed è per questo che i valori numerici inseriti in queste tabelle si chiamavano *pedes* (piedi). Accoppiando i mesi secondo la medesima declinazione solare gli 'schemi' riportavano la misura della lunghezza dell'ombra ad ogni ora del giorno[3].

In pratica, non erano altro che degli orologi solari rudimentali, e per questo, spesso, erano detti *horologia viatorum* (orologi dei viandanti), perché particolarmente utili a chi, viaggiando, non aveva modo di osservare l'ora su un orologio solare[4].

Il primo a studiare a fondo gli 'schemi' della lunghezza delle ombre, basandosi su testimonianze archeologiche e documentali (il metodo si ritrova citato nella letteratura più antica, ancora prima che il giorno fosse suddiviso in ore [rif. 7 e 10]), fu Otto Neugebauer, che ne stabilì l'origine greca [rif. 7]. Gli 'schemi' greci si diffusero subito anche nel

[1] Mi riferisco, ovviamente, a quegli schemi aritmetici che erano alla base di quegli orologi solari 'umani' dove l'osservatore stesso fungeva da gnomone e misurava il tempo diurno attraverso la misura della sua stessa ombra.
[2] Di regola si considerava l'altezza umana pari a 6 o 7 piedi [vd. 7, p. 739].
[3] Parliamo di ore utilizzate nell'antichità e nel medioevo, il riferimento è quindi alle cosiddette 'ore temporali', anche se questo metodo fu usato fino alla fine del Seicento con ore all'italiana (in Italia) oppure oltramontane (altrove).
[4] Dagli 'schemi delle ombre' non c'è da aspettarsi una qualità scientifica dei dati in essi riportati; si trattava di regole aritmetiche semplici e facili da ricordare, con risultati allora abbastanza sufficienti.

mondo latino, e in seguito anche in quello arabo [rif. 6]. La loro diffusione era così ampia che li troviamo un po' dappertutto – dall'India alla Spagna, dall'Irlanda al Nord Africa – e in diverse culture incisi sulla pietra o trascritti su papiri e pergamene.

Lo studio di Schaldach era corredato di un elenco di oltre 48 manoscritti, datati fra i secoli VII e XV, a dimostrazione della loro grande diffusione nell'Europa medievale[5]. Questo secondo articolo si propone due cose: aggiornare la lista dei manoscritti aggiungendone altri di mia conoscenza[6] e proporre alcune nuove considerazioni. Per questo motivo, dunque, è stato composto seguendo la falsa riga del lavoro di Schaldach aggiungendo solo piccole modifiche.

Legenda dei simboli usati

Nel suo articolo, al quale rimando il lettore interessato evitando così inutili ripetizioni, Schaldach ritenne necessario suddividere gli 'schemi delle ombre' in quattro gruppi, compresi i relativi sotto–gruppi. Per l'occasione egli adottò un sistema di simboli per definirne le diverse tipologie; li elencherò qui nuovamente:

T = disposizione dello 'schema' in forma di testo.

= disposizione dello 'schema' in forma di tabella.

* = valori numerici dello 'schema' disposti in un semicerchio sezionato.

R = disposizione delle informazioni in una o più figure circolari (*Rota*).

I – XI	I – XII
II – X	II – XI
III – IX	III – X
IV – VIII	IV – IX
V – VII	V – VIII
VI	VI – VII
11 – Ore misurate al loro scadere, ovvero all'inizio della successiva	12 – Ore misurate alla loro metà

Tab. I

A questi simboli l'autore aggiunse un numero (11 o 12) a seconda che i valori degli 'schemi' si riferissero alla fine o alla metà dello spazio di ogni ora[7]. Nella Tabella I se ne mostra un esempio.

Pur non volendo alterare l'impostazione del lavoro di chi mi ha preceduto, mi sento però di proporre una variante all'elenco dei simboli usati da Schaldach. A mio parere, la definizione della tipologia *Rota* usata nel primo articolo, è troppo generica[8].

Per non creare, in chi legge, immagini mentali scorrette, ritengo che si debbano chiamare *Rotae* solo quei diagrammi circolari in cui i valori dei *pedes* sono contenuti all'interno di una raggera[9], dando visivamente anche il senso di uno sviluppo circolare delle informazioni testuali.

Reputo, invece, che si debbano considerare sempre di tipo tabellare quegli 'schemi' lineari e statici, anche se contenuti all'interno di caselle circolari o tondeggianti.

[5] Nell'articolo citato, Schaldach volutamente non prende in esame il ms. Cotton Tiberius A III, 178-179 di Oxford, già ben studiato da Kellogs & Sullivan [rif. 5], perché esulava dai modelli da lui elencati, e i mss. Bruxelles, Bibl. Roy. 10684, foll. 84v-85r; il Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Lat.* 645, il London, BL, *Harley* 647, il München, BSB, *Lat.* 210 e il Madrid El Escorial, Bibl. San Lor. I, III 8, fol. 8v, perché da lui non ancora studiati. Io sarò costretto a non inserire nella lista i mss. Bern, Burgerbibl. 645, fol. 54 (Nord Francia, sec. VIII) e Schaffhausen, Staatsbibl. 61, foll. 21-22 (sec. X), perché non sono stato in grado di visionarli, e il ms. Berlin, Staatsbibl., *Lat.* 307, fol. 34r (sec. XI), perché lo 'schema' da lui proposto ha delle particolarità che andrebbero esaminate con più attenzione e quindi rimando il suo studio più in là.

[6] A dire il vero Shaldach, all'epoca in cui scriveva il suo articolo, precisava nella nota 12 a piè pagina: «Il presente lavoro è un compromesso nato da un lavoro non ancora finito, con più di 60 schemi». L'opera di cui parlava Schaldach, però, non è ancora stata pubblicata e quindi questo mio intervento non capita a sproposito.

[7] Schaldach appone il numero 11 se la scala comprende le ore così composte: 1-11, 2-10, 3-9, 4-8, 5-7, 6; appone il numero 12 se, invece, le ore sono composte così: 1-12, 2-11, 3-10, 4-9, 5-8, 6-7.

[8] Schaldach pone nella categoria *rota* qualsiasi 'schema delle ombre' contenuto all'interno di un disegno circolare, sia che si presenti scritto dentro una raggera circolare, sia che si trovi inscritto all'interno di una tabella con celle rotondeggianti.

[9] In un diagramma simile a una 'ruota', appunto. Si veda, per esempio, la figura 3 in [9, p. 11].

		Mesi					
		Dic. Gen.	Nov. Feb.	Ott. Mar.	Set. Apr.	Ago. Mag.	Lug. Giu.
Ore	I – XI	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1
	II – X	1/2	2/2	3/2	4/2	5/2	6/2
	III – IX	1/3	2/3	3/3	4/3	5/3	6/3
	IV – VIII	1/4	2/4	3/4	4/4	5/4	6/4
	V – VII	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5	6/5
	VI	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6

Tab. II

Tale composizione grafica, che troviamo identificata con il termine *Rota* da Schaldach sia nel manoscritto St. Gallen 184[10] sia nel manoscritto Paris, BnB *Lat.* 2171 elencato fra i modelli mozarabici (ms. **D**d e qui Fig. 2)[11], non differisce, a mio parere, dalla composizione dello 'schema' mozarabico tracciato nel *Liber Ordinum* (ms. 4) custodito nell'archivio dei manoscritti del monastero di Silos (vedi Ms. **D**c, p. 16 – in [9]) e che Schaldach stesso considera, giustamente, tabella (Figura 15 in [11]).

La sola differenza fra i due grafici consiste nel disegno delle celle che contengono i valori orari: in uno sono tonde, nell'altro quadrate.

Quindi, per non allontanarmi dal metodo di catalogazione usato da Schaldach, attribuirò il simbolo R solo a quei diagrammi circolari che considero realmente *rotae* ed aggiungerò il nuovo simbolo #r per le tabelle con celle circolari.

Tutti gli 'schemi' riportati saranno proposti, come nello studio di Schaldach, ovvero in forma tabellare e nella stessa forma di matrice di 6 x 6 *pedes*, con le ore nelle righe ed i mesi nelle colonne (vedi *Tab. II*), anche se nel manoscritto originale sono rappresentati in modo diverso.

Nei manoscritti in cui è spiegato anche il metodo mnemonico, si insegna a trovare tutti i valori delle tabelle partendo dalla prima ora del Solstizio d'inverno (gennaio-dicembre)[12]. Da quella, poi, si sottrae un determinato valore di 'piedi' seguendo una semplice regressione aritmetica – facile da ricordare – per ogni valore successivo trovato.

Per questo motivo ho aggiunto, di lato alle tabelle degli 'schemi' proposte da Schaldach, la quantità di moduli (*pedes*) da sottrarre al valore di partenza (evidenziato in grassetto), sia in orizzontale (da sinistra verso destra, ovvero dal Solstizio invernale fino a quello estivo) sia in verticale (dall'alto verso il basso, ovvero dalla prima-undicesima ora fino alla sesta).

Non ripeterò le varie caratteristiche di ogni modello, se non nella mera composizione del loro schema, rimandando il lettore all'eccellente articolo di Schaldach per tutte le altre informazioni.

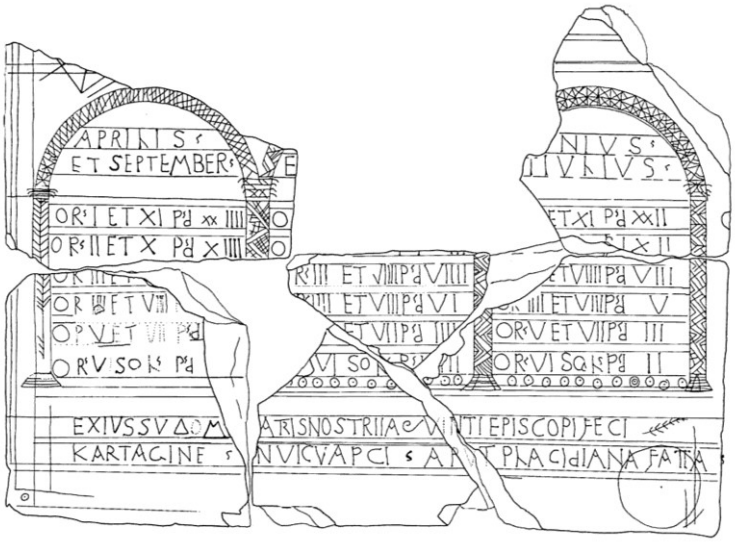


Fig. 1 - Tavola composta nel secolo VII, dal vescovo Giacinto di Ammaedara.

Tuttavia vorrei iniziare questa nuova esposizione mostrando l'antico 'schema' greco, ritrovato da Neugebauer, perché da quello si svilupparono poi tutti gli altri modelli che Schaldach ha esposto nel suo lavoro.

[10] Vedi, per esempio, la figura 2 in [9, p. 14].

[11] Vedi l'immagine di questo Ms. in GI, n. 3, 2003, p. 3 e in [11, p. 30]; purtroppo sia in [11], sia in [9] non viene citato il numero del Ms. di conseguenza mi è impossibile aggiungere maggiori informazioni a riguardo.

[12] Gli stessi valori di decremento si aggiungevano in modo inverso dalla sesta ora fino all'undicesima — se il metodo esposto considerava la sesta ora non pareggiata alla settima (schema 11) — o dalla settima alla duodecima — se la sesta e la settima ora avevano la stessa lunghezza d'ombra (schema 12).

Il modulo mnemonico–aritmetico degli 'schemi' greci era molto semplice, come si vede nella tabella che mostriamo qui a fianco[13].

27	26	25	24	23	22	-10
17	16	15	14	13	12	-4
13	12	11	10	9	8	-3
10	9	8	7	6	5	-2
8	7	6	5	4	3	-1
7	6	5	4	3	2	
-1	-1	-1	-1	-1		

Oltre agli esempi riportati da Neugebauer si può riconoscere lo stesso 'schema' nella tavola composta da Giacinto vescovo d'Ammaedara (Fig. 1), l'odierna Aïdra, in Tunisia e descritta da Baratte e Bajaoui [rif. 3][14].

Riproponiamo qui di seguito i modelli degli 'schemi' così come furono proposti da Schaldach e aggiungiamo alla sua lista nuovi manoscritti che ad essi si rifanno.

A causa di vari problemi nell'ottenere i permessi alla pubblicazione dei vari manoscritti ho scelto di mettere nelle note a piè di pagina tutti i link ai siti delle varie biblioteche che li hanno messi a disposizione in formato digitale.

A - Il modello di Aachen

32	30	28	26	24	22	-11
21	19	17	15	13	11	-2
19	17	15	13	11	9	-2
17	15	13	11	9	7	-2
15	13	11	9	7	5	-2
13	11	9	7	5	3	
-2	-2	-2	-2	-2		

Oltre ai quattro manoscritti elencati da Schaldach in riferimento a questo modello:

a. Monza, Capitolare F9/176, fol. 59r: T11 [Lobbes, 869]
b. Madrid, BNE 3307, fol. 50v: T11 [Metz, 820-840]
c. Madrid, BNE 3307, fol. 51r: #12 [Metz, 820-840]
d. Wandalbertus di Prüm, Migne PL 121, coll. 633f: T11 [Prüm, c/ca 848][15]

aggiungiamo anche:

e. Köln, Dombibl. Cod. 123, fol. 146v: T11 (sec. IX)[16]
f. Einsiedeln, Stiftbibl. 302 (450), pp. 17-21: T11 (sec. IX–X).[17]

Il manoscritto **e** è la semplice esposizione in forma testuale dello 'schema delle ombre' e reca semplicemente il titolo: "*INCIPIT OROLOGIUM (sic)*". Il manoscritto **f** altro non è che il testo esatto di Wandalberto di Prüm e, come quello, porta i titoli di "*Incipit horologium metro editum per XII mensium punctos*" e "*Horarum iam nunc texemus in ordine metas humani [i]gnaris monstrat quas corporis umbra*".

B - Il modello di Flavigny

27	26	25	24	23	22	-10
17	16	15	14	13	12	-3
14	13	12	11	10	9	-4
10	9	8	7	6	5	-2
8	7	6	5	4	3	-1
7	6	5	4	3	2	
-1	-1	-1	-1	-1		

Questo 'schema' è molto simile a quello greco ritrovato da Neugebauer, e se ne può facilmente dedurre una diretta dipendenza. Schaldach cita un solo manoscritto relativo a questo modello, ovvero:

a. Leiden, UB *Scaliger* 28, fol. 2r: #11 (Flavigny, sec. IX)

e, per ora, continua ad essere l'unico: non ho trovato, infatti, altri manoscritti simili, tranne uno, tracciato nel fol. 78r del manoscritto 448, custodito nella Biblioteca Municipale di Digione (Dijon, Bibl. Mun. 448, fol. 78r: R11 [sec. XI]) che, però, contiene molti errori di copiatura, così da non permetterne una corretta identificazione.

I valori dei *pedes* ivi riportati si alternano, infatti, fra lo 'schema' di Flavigny e quello di San Gallo C_2, che vedremo più avanti[18].

---

[13] È bene conoscerlo, perché alcuni 'schemi' latini (Flavigny, Mozarabico e Palladio) seppure modificati, ne mostrano la palese dipendenza.
[14] Si tratta di una lastra di pietra calcarea di 41 cm di larghezza per 29 di altezza, e ridotta in frammenti.
[15] Vedi in [9] le descrizioni dei manoscritti elencati.
[16] http://www.ceec.uni-koeln.de/ceec-cgi/kleioc/0010/exec/pagepro/%22kn28-0123_292.jpg%22/segment/%22body%22 (dicembre 2019)
[17] https://www.e-codices.unifr.ch/it/sbe/0302/17/0/Sequence-1006 e succ. (dicembre 2019)

C - Il modello di San Gallo

Il modello di San Gallo è quello più diffuso; Schaldach lo suddivise in 6 varianti (C_1, $C_{1,5}$, C_2, C_C, C_L, C_S), che si distinguono solo per il diverso valore in *pedes* della lunghezza dell'ombra alla sesta ora (mezzogiorno) nei giorni vicini al Solstizio d'Estate.

Iniziamo dunque con la prima variante.

Variante C_1

A questa variante Schaldach collegò dieci manoscritti quasi tutti d'origine irlandese:

29	27	25	23	21	19	-10
19	17	15	13	11	9	-2
17	15	13	11	9	7	-2
15	13	11	9	7	5	-2
13	11	9	7	5	3	-2
11	9	7	5	3	1	
-2	-2	-2	-2	-2		

a. St. Gallen 225, 120 - T 11 [San Gallo, sec. VIII]
b. St. Gallen 348, 22-23 - #11 [San Gallo, sec. IX]
c. St. Gallen 251, 11 - T11 [San Gallo, c/ca 810]
d. St. Gallen 902, 163 - T 11 [San Gallo, sec. IX]
e. St. Gallen 397, 23-24 - #11 [San Gallo, sec. IX]
f. St. Gallen 397, 146 - #11 [San Gallo, sec. IX]
g. Köln, Dombibl. Cod. 15, fol. 99v - T11 [Germania, sec. IX]
h. Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Reg. Lat.* 309, fol. 128r - * [St. Denis, sec. XI]
i. Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Reg. Lat.* 1263, fol. 7v - * [Orleans, sec. X/XI]
j. Migne PL 90, coll. 953/54 - *11
k. Migne PL 90, coll. 953/56 - T11)[19].

E oggi a questi possiamo aggiungere:

l. Köln, Dombibl. 83 II, fol. 84r: R11 (a. 805).[20]
m. Padova, Pont. Biblioteca Antoniana, ms. I-27, fol. 96r: * e #12 (Verona a. 881).
n. London, BL, *Royal* 13 A XI, foll. 13v-14r: T11 e * (Francia-Normandia sec. XI–XII).[21]
o. Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Reg. Lat.* 338, foll. 90r-91r: T11 (nord Francia, prima metà sec. IX).[22]
p. London BL, *Harley* 5431, fol. 4r: #11 (4° quarto sec. X).[23]
q. London, BL, *Harley* 3017, fol. 88r: R (a. 800-924).[24]
r. Paris, BnF, *Lat.* 12117, fol. 130v: * (St. Germain-des-Prés metà XI sec.).[25]
s. London BL, *Sloane* 263, fol. 26r: #r greco (sec. XI).
t. Montpellier, Bibl. Interuniv. H 384, foll. 100r-v: T11 (sec. XII).[26]
u. Bologna, Bibl. Univ. ms. 26 II, foll. 62r-v: * (sec. XV). (fig. 5)
v. Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Pal. Lat.* 833, foll. 24v-25r: #11 (Heidelberg sec. IX).[27]
w. London BL, *Egerton* 821, fol. 36v: T11 (Sud Francia s. XII).[28]

Il manoscritto **l** si presenta molto complesso, la *rota* è iscritta all'interno di una figura quadrata che rappresenta il *mundus* con i suoi punti cardinali ed i venti ad essi relativi. Il testo sopra detta figura recita: «*Hic est mundus divisus in quatuor partes: oriens, occidens, meridies, septemptrio et nomina ventorum scripta et quantos pedes umbra habet in uno quoque mense ad horas inveniendas et quantas discrescit aut adcrescit in uno quoque mense*». La figura in **m**, come quelle in **h** ed in **i** menzionate da Schaldach, è chiamata *HOROLOGIUM VIATORUM*; solo in **m**, però, il diagramma semicircolare dello 'schema' è accompagnato da una seconda versione in formato tabellare. Stesso titolo e simile diagramma lo troviamo anche in **r**.

---

[18] Il maggior numero di valori corretti, tuttavia, mi fa credere che lo scriba avesse di fronte il modello di Flavigny.
[19] Vedi in [9] le descrizioni dei manoscritti elencati.
[20] http://www.ceec.uni-koeln.de/ceec-cgi/kleioc/0010/exec/pagemed/%22kn28-0083ii_167.jpg%22/segment/%22body%22 (dicembre 2019).
[21] https://www.bl.uk/catalogues/illuminatedmanuscripts/ILLUMINBig.ASP?size=big&IllID=56143 e f. successivo (dicembre 2019).
[22] https://digi.vatlib.it/view/MSS_Reg.lat.338 (dicembre 2019).
[23] http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=harley_ms_5431_f004r (dicembre 2019).
[24] http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=harley_ms_3017_f066r (dicembre 2019).
[25] https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b10542293s/f272.item (dicembre 2019).
[26] https://bvmm.irht.cnrs.fr/consult/consult.php?mode=ecran&panier=false&reproductionId=4818&VUE_ID=1049406&carouselThere=false&nbVignettes=4x3&page=9&angle=0&zoom=moyen&tailleReelle= (dicembre 2019).
[27] https://digi.vatlib.it/view/bav_pal_lat_833 (dicembre 2019).
[28] http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=egerton_ms_821_fs001r (dicembre 2019).

Nel manoscritto **n** si possono rilevare due schemi delle ombre: il primo, testuale, al fol. 13v e il secondo, raggiato nel foglio successivo; quello che interessa noi ora è riportato al fol. 13v, mentre il diagramma raggiato, disegnato al foglio 14r mostra lo 'schema' della variante successiva ($C_{1,5}$). Nell'intera pagina si dà al lettore una meticolosa spiegazione del funzionamento mnemonico dello schema e si intitola *DE HORIS MENSIUM* e poi *ITEM DE SINGULIS HORIS IN DIE QUOMODO MENSURANTUR CUM PEDIBUS*, cui segue lo schema testuale della nostra variante. Anche il manoscritto **o** è in forma testuale ed è intitolato *DE MENSURA PEDUM IN UNO QUOQUE MENSE QUE PERTINET AD DISTINCTIONEM HORARUM*.

Il manoscritto **p**, invece, mostra il suo schema in una tabella con celle rettangolari, eleganti e ben decorate; in alto campeggia il titolo *INCIPIT OROLOGIUM*. Anche il diagramma di **q** reca lo stesso titolo, ma è inserito in una semplice *Rota* di 6 spicchi.

Lo 'schema' di **s** è composto in forma di tabella, ma le sei celle contenenti i dati orari dei *pedes* sono rotonde, molto semplici graficamente e non reca alcun titolo, ed è privo dei nomi dei mesi. La sua caratteristica principale sta nel fatto che, sebbene si trovi in un codice latino, i numeri dei *pedes* sono scritti in caratteri alfanumerici greci. *INCIPIT OROLOGIUM* è anche il titolo dello 'schema' trascritto in forma testuale, continuo e senza una disposizione specifica, presente in **t** e in **w**, con alcuni errori di copiatura dei valori numerici dei *pedes*.

La figura in **u** è molto simile a quella riprodotta nei mss. **a** e **b** della successiva variante $C_{1,5}$ e, come il manoscritto **n** che abbiamo appena visto, è accompagnata da un testo di spiegazione che, però, è intitolato *QUOT PEDUM SIT UMBRA IN SINGULIS MENSIBUS*[29]. Il diagramma del ms. **t** è preceduto da un testo intitolato *Quot pedum sit umbra in singulis mensibus* e lo 'schema' è racchiuso in un disegno che sembra ricordare uno strumento portatile rotondo.

Lo 'schema in **v** si sviluppa in modo testuale ma ordinato per gruppi mensili. Lo schema in **v** si svolge in modo tabellare anche se ordinato su una unica colonna e privo di bordi grafici per ogni sezione mensile; prende il suo titolo da una breve sezione iniziale che mostra la *CONCORDIA MENSIUM*.

Variante $C_{1,5}$

Schaldach ricondusse a questa variante otto Manoscritti, ovvero:

29	27	25	23	21	19	-10
19	17	15	13	11	9	-2
17	15	13	11	9	7	-2
15	13	11	9	7	5	-2
13	11	9	7	5	3	-1.5
11	9	7	5	3	1,5	
-2	-2	-2	-2	-1.5		

a. Bern, Burgerbibl., *Cod. lat.* 250, fol. 14r: R11 (Fleury, sec. XII)
b. Oxford, St. John's College 17, fol. 37r: R11 (Ramsey, c/ca 1110)
c. London, British Museum, *Cotton Tib.* C1, fol.12r: R11 (Peterborough, c/ca 1120)
d. Einsiedeln, Stiftsbibl., 319, p. 148r: * (Einsiedeln, sec. XI)
e. Einsiedeln, Stiftsbibl., 319, p. 148: T11 (Einsiedeln, sec. XI)
f. Migne PL 90, coll. 447/448 (*glossae*): #11
g. Laon, Bibl. Mun. 422, fol. 53r: * (Laon, 820–840)
h. Wolfenbüttel, Herzog August Bibl., *Cod. Guelf.* 17.24 Aug 4°, un foglio di carta fra le pp. 73v e 74r: *11 (c/ca 1420)[30].

A questi aggiungo:

i. Berlin, Staatssbibl., *Phillips* 1833 (lat. 138), fol. 38v: * e #11 (Fleury sec. VIII).
j. Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Urb. Lat.* 290, fol. 11r: * e #11 (sec. XI–XIII).[31]
k. München, BSB, *Clm Lat.* 10270, fol. 19v: * e #11 (sec. XI).[32]
l. Cambridge, Trinity College R.15.32, fol. 13r: #r (prov. Canterbury, St. Augurstin, scr. a Winchester, New Minster, sec. XI in.).
m. London, BL, *Sloane* 263, fol. 49r: *11 greco–latino (sec. XI).
n. London, BL, *Royal* 13 A XI, fol. 14r: * (Francia–Normandia sec. XI-XII).
o. Paris, BnF, *Lat.* 5543, fol. 140v: #r (Fleury secc. IX-X-XI).
p. Vaticano, Bibl. Apost. Vat. *Reg. Lat.* 123, fol. 218v: * (sec. XI).[33]

[29] Il lungo testo esplicativo si conclude con un: «*Sed hec quoque melius colloquiando, quoa scribendum panduntur.*», vale a dire "È più facile raccontarlo che curvare la schiena per scriverlo".
[30] Vedi in [9] le descrizioni dei manoscritti elencati.
[31] https://digi.vatlib.it/view/MSS_Urb.lat.290 (dicembre 2019).
[32] https://daten.digitale-sammlungen.de/0005/bsb00051024/images/index.html?id=00051024&groesser=&fip=eayaweayasdasxdsydeayaqrseayayztsxdsyd&no=6&seite=44 (dicembre 2019).

i mostra due 'schemi' della medesima variante S. Gallo, ma in due formati differenti: semicircolare e tabellare.

Il semicircolare sembra essere il modello grafico da cui fu tratta la figura mostrata da Hervagius (e poi dal Migne) nell'opera dedicata a Beda il Venerabile[34] e, come in quello, dal centro del semicerchio scende verticalmente un elemento con la scritta *GNOMO[.]*.

Il titolo di questo diagramma, così come quello presente in **j** e **k**, riporta la scritta *HOROLOGIUM QUOD CONTRA UNUMQUEMQUE MENSEM HABET AD UMBRAM HUMANI CORPORIS PEDEM SINGULARUM HORARUM DIEI.*

La parte tabellare si colloca ai due lati del semicerchio ed è, quindi, suddivisa in due gruppi di sei mesi ciascuno; a differenza di quanto riportato nella versione Migne il titolo qui è doppio, ed ognuno dei due recita *CONCORDIA VI MENSIUM.*

Identico disegno lo troviamo nel manoscritti **j** e **k**.

Lo schema del manoscritto **l** è esposto in forma tabellare, dove, però, le 6 caselle della tabella non sono quadrate ma rotonde.

Le ore mostrate sono solo le tre principali preposte alla recita delle Ore canoniche(Terza, Sesta e Nona) e il testo accompagnatorio fra le sei *rotae* recita così: *HORALOGIUM (sic) HORARUM INCOAT HIC AD TERTIAM AC SEXTAM NONAMQUE DIEI HORAM PEDUM MENSURA ABSQUE ULLO AMBIGUITATIS SCRUPULO PEDUM MENSURA PROBANDAM.*

Lo schema delle ombre di **m** è identico a quello del manoscritto **a** dell'elenco di Schaldach, ma meglio tracciato, ed è accompagnato ai fogli 48v e 49v da una abbondante spiegazione.

Anche in questo foglio, come il 26r del medesimo codice che ho incluso tra gli schemi del modello San Gallo C_1, lo scriba ha annotato i valori dei *pedes* con caratteri alfanumerici greci.

La figura di **n** (quella che fa riferimento alla variante S. Gallo che interessa noi ora, è quella che segue lo schema testuale ai fogli 13v–14r) mostra un diagramma a raggiera che, però, non è iscritto in un semicerchio preciso, ma in una figura più ampia simile ad un 'ferro di cavallo'.

In alto, all'interno di una cornice che percorre l'intero contorno della figura si legge la scritta *OROLO-GIUM* interrotta da un 'mascherone' zoomorfo, dalla cui bocca fuoriescono un corto gnomone e le 11 linee che dividono lo spazio circostante in 12 'fette' per l'inserzione dei dati mensili.

Il diagramma in **o**, che porta il titolo *CONCORDIA MENSIUM IN HORARUM … QUOD EST HOROLOGIUM*, si compone di 6 celle circolari slegate fra loro, ma ordinate 3 per parte, nella cornice circolare sono iscritti i nomi delle coppie mensili; non è chiaro a quale variante sangallese possa appartenere perché il numero di *pedes* della sesta ora estiva sembra abraso e nello stesso codice sono tracciati altri due 'schemi delle ombre': uno corrispondente al San Gallo C_2, l'altro al C_L.

Lo 'schema' in **p** è contenuto all'interno di un semplice semicerchio raggiato, e reca il titolo *OROLOGIUM (sic) VIATORUM.*

Una particolarità non comune, anzi al momento unica, nei diagrammi semicircolari degli 'schemi delle ombre' è il prolungamento del terzo, sesto e nono settore oltre il limite del semicerchio di contenimento, e terminanti con una croce: come in un orologio solare da parete[35].

---

[33] https://digi.vatlib.it/view/MSS_Reg.lat.123 (dicembre 2019).

[34] La compilazione più conosciuta delle opere del Venerabile Beda è quella della nota Patrologia Latina pubblicata dal Migne, ma altri autori prima di lui pubblicarono le opere del monaco di Jarrow: Sichardus (che nel 1529 pubblicò a Basilea, il *De natura rerum et temporum ratione*), Noviomagus (Johannes Bronchorst di Neumagen) che pubblicò le opere di Beda nel 1537, e Hervagius (che pubblicò un'opera in 8 volumi a Basilea nel 1563). La raccolta di Migne attinge al testo di Hervagius in modo totalmente acritico. E mostra gli stessi disegni che Hervagius trasse dal manoscritto che fu la sua fonte principale.

[35] Ogni settore di uno 'schema delle ombre' con diagramma semicircolare contiene i valori in *pedes* per tutte le ore del giorno: non va, quindi confuso con le linee orarie di un orologio solare, i cui settori si riferiscono ad una sola ora del giorno.

Variante C_2

Schaldach elencò undici manoscritti appartenenti a questa variante:

29	27	25	23	21	19	-10
19	17	15	13	11	9	-2
17	15	13	11	9	7	-2
15	13	11	9	7	5	-2
13	11	9	7	5	3	-1
11	9	7	5	3	2	
-2	-2	-2	-2	-1		

a. St. Gallen 20, 357: #11 (San Gallo, c/ca 830)
b. St. Gallen 184, 249: R (San Gallo, Sec. XI)
c. Basel, UB FIII 15a, fol. 23v: * (Fulda, sec. IX)
d. München, BSB, *Clm* 14456, fol. 70r: * (Regensburg, 817-824)
e. St. Gallen 459, 141: * (San Gallo, sec. X)
f. Einsiedeln, Stiftsbibl., 263, fol. 184r: * (Einsiedeln, sec. X)
g. Oxford, Bodl. Libr., 309, fol. 142v: T11 (Vendome, sec. XI)
h. Madrid, BNE 19, fol. 75r: T11 (sec. XII)
i. Darmstadt, Landesbibl. 1020, fol. 62v: R (Lüttich, sec. XII)
j. München BSB, *Clm* 24514, fol. 150r: * (sec. XIV)
k. Augsburg, Ö-W III 1.4° 1, fol. 40v: * (Füssen, sec. XV)[36].

E a questa lista aggiungiamo:

l. Karlsruhe, Landesbibl., *Fragmenta Augiensia*, Fr. 107, fol. 1v: * (Reichenau, sec. IX).
m. Zurich, Zentr. Bibl. C 12, fol. 167v: R (San Gallo 820–830).[37]
n. Oxford, Bodl. Libr., *Bodl.* 579, fol. 58r: #r (Exter o Glastonbury o Caterbury, sec. XI).[38]
o. London, BL, *Cotton Titus* D. XXVI-XXVII, fol. 12b: #r (Winchester, New Minster, sec. XI in.).
p. Karlsruhe, Landesbibl. 504, fol. 160v: #r (Bamberg, San Michael, secc. XI-XII).
q. Boston, Medical Libr., *Ballard* 7, fol. 105v: R e # (sec. XIV?).
r. Paris, BnF, *Lat.* 5543, fol. 139r: * (Fleury secc. IX-X-XI).

l è il frammento di una sola pagina di un manoscritto molto antico: sul lato destro del foglio, assieme ad altri disegni e diagrammi di tipo astronomico e computistico mischiati senza un ordine ben preciso, si trova, ruotato di 180°, il diagramma semicircolare intitolato, con scrittura irlandese, *OROLOGIUM VIATORUM*.

La *rota* in **m** è identificata dal titolo ωρω–λω–γι–ουμ (ovvero *OROLOGIUM*), scritto con caratteri greci e frammentato in sillabe, nei 4 angoli all'esterno alla figura circolare; nel centro della figura, la scritta — in caratteri latini — *ORO–LO–GIUM* toglie ogni dubbio.

Anche **p** usa l'alfabeto greco, ma solo nella numerazione delle ore e dei *pedes*. Lo schema si compone su un foglio composto di 12 anelli che dovevano essere concatenati fra loro; si prevedeva, quindi, che i mesi fossero inseriti singolarmente, ma lo scriba preferì accoppiarli e di conseguenza sei cerchi rimasero vuoti e la decorazione non fu portata a termine.

Lo schema in **n** è composto da 6 celle circolari contenenti i valori dei *pedes* per le sole tre ore terza, nona e sesta; fra le celle circolari si sviluppa la scritta: *INCHOAT EN (sic) HIC ORALOGIUM (sic) HORARUM BREVE AD TERTIAM AC SEXTAM NONAMQUE DIEI HORAM ABSQUE ULLA AMBIGUITATE PEDUM MENSURA PROBANDAM*, che ricorda molto da vicino quella del codice **k** del modello $C_{1.5}$ e del manoscritto Cotton Tiberius A III [rif. 5], ma è il diagramma di **o** che, oltre ad esporre i valori per le sole tre ore principali come **n**, porta lo stesso identico titolo del manoscritto **k** del modello $C_{1.5}$.

Anche il diagramma di **q** mostra i valori per le sole tre ore principali del giorno, ma si presenta in modo particolarmente curioso: è formato, cioè, da una grande *rota* che contiene sei semicerchi grossolani entro i quali sono riportati i valori per le ore. In un settimo cerchio posto al centro della grande *rota* si legge: *horologium ad tertiam sextam et nonam diei horam per omnes menses anni mensura pedum probandam sole [...]*. Una fascia attorno al cerchio maggiore reca la spiegazione della lettura delle ombre. Il medesimo schema, in forma tabellare, ma questa volta per tutte le ore, è riportato invece sotto alla grande *rota*.

Il diagramma in **r** è semicircolare e reca il titolo *HOROLOGIUM VIATORUM*.

[36] Vedi in [9] le descrizioni dei manoscritti elencati.
[37] https://www.e-codices.unifr.ch/it/zbz/C0012/167v (dicembre 2019).
[38] https://digital.bodleian.ox.ac.uk/inquire/Discover/Search/#/?p=c+2,t+Ms.%20579,rsrs+0,rsps+10,fa+,so+ox%3Asort%5Easc,scids+,pid+2344730b-ab3d-4a21-ba4c-9d0511755b94,vi+3832c302-c025-499d-84eb-e3ad7ff10334 (dicembre 2019).

Variante C_C

Alla variante calendariale del modello di San Gallo Schaldach abbina sette Manoscritti, ovvero:

a. St. Gallen 913, 125-126: T (Irlanda, sec. VII / VIII)
b. Oxford, Bodl. Libr., *Digby* 63, foll. 40-45: T (North County, sec. IX)
c. London, BM, *Cotton Nero* A II, foll. 3-8b: T11 (Wessex, sec. XI)
d. Oxford, Bodl. Libr., *Douce* 296, foll. 1-6v: T11 (Lincolnshire, sec. XI)
e. London, BL, *Arundel* 60, foll. 2-7v: T11 (Winchester, c/ca 1060)
f. Vaticano, Bibl. Apost. Vat. *Reg. Lat.* 12, foll. 7-12v: T11 (Bury St. Edwards, c/ca 1050)
g. Erfurt, 2° 64, fol. 96r: #11 (Köln, sec. X)[39].

A questi aggiungiamo:

h. Durham, Cathedral Library, *Hunter* 100, foll. 2r-7v: (Duhram, sec. XII in.).[40]
i. London, BL, *Cotton Vitellius* E. XVIII, foll. 2-7v: (Winchester, sec. XI med.).[41]
j. Rouen, Bibl. Mun., 274 (Y6), foll. 6-11: (Canterbury, Christi church, sec. XI in.).

In **h** sono mostrati solo i valori per le ore terza e nona (17, 15, 13, 11, 9, 7) a piè pagina di ogni mese; **i**, invece, mostra tutte le tre ore a piè pagina, e grazie alla sesta ora possiamo constatare che fa parte della variante $C_{1,5}$. Anche **j** mostra a piè pagina le sole tre ore principali del giorno[42].

Variante C_L

Come C_1, ma senza lo speciale salto fra la seconda e la prima ora di ogni mese.

21	19	17	15	13	11	-2
19	17	15	13	11	9	-2
17	15	13	11	9	7	-2
15	13	11	9	7	5	-2
13	11	9	7	5	3	-2
11	9	7	5	3	1	
-2	-2	-2	-2	-2		

Schaldach elencava solo un manoscritto relativo a questa variante di San Gallo:

a. Lilienfeld, Stadtbücherei 144, fol. 21r: *11 [Lilienfeld, sec. XIV])

ma si dimostrava convinto dell'esistenza di più manoscritti ad essa legati, per via dello 'schema' estremamente semplificato, e così è accaduto. Nelle mie ricerche ho trovato un codice che lo riporta.

Si tratta del

b. Paris, BnF, *Lat.* 5543, fol. 141r: * (Fleury secc. IX-X-XI).

Il diagramma è identico a quello presente nel codice 263 *Sloane*, della British Library, redatto nel medesimo periodo, nel codice 17 del St. John's College, di Oxford, anch'esso redatto nel secolo XI, e nel codice latino 250 di Berna - che però fu redatto nel secolo XII.

Variante C_S

Questo 'schema' è identico al tipo C_1, con la differenza che la prima fila in basso — quella relativa all'ora sesta — contiene valori pari anziché dispari.

29	27	25	23	21	19	-10
9	17	15	13	11	9	-2
17	15	13	11	9	7	-2
15	13	11	9	7	5	-2
3	11	9	7	5	3	-1
12	10	8	6	4	2	
-2	-2	-2	-2	-2		

Anche in questo caso l'unico manoscritto noto è il medesimo individuato da Schaldach (Leiden, Univ. Bibl., *Scaliger* 38, fol. 30v: T11 [sec. XI]), e non sono in grado di aggiungerne di nuovi.

[39] Vedi in [9] le descrizioni dei manoscritti elencati.
[40] https://iiif.durham.ac.uk/index.html?manifest=t1m2f75r801v&canvas=t1t3n203z58r e success. (dicembre 2019).
[41] http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=cotton_ms_vitellius_e_xviii_fs001r (dicembre 2019).
[42] Lo stesso schema, relativo alle sole tre ore principali del giorno, dovrebbe essere mostrato in un altro manoscritto di mia conoscenza (ms. Cambridge, Corpus Christi College, 422 B), le notazioni orarie si trovano inserite nel calendario liturgico (sec. XI med.) ma non l'ho ancora consultato.

D - Il modello mozarabico

28	27	25	24	23	22	-10
18	17	15	14	13	12	-4
14	13	11	10	9	8	-3
11	10	8	7	6	5	-2
9	8	6	5	4	3	-1
8	7	5	4	3	2	
-1	-2	-1	-1	-1		

Anche questo 'schema', come quello di Flavigny, mostra evidenti similitudini con quello originario dalla Grecia e da tutto il mondo bizantino poi.

Sotto questo modello Schaldach elenca sei manoscritti[43]:

a. San Pedro de la Nave - #11 (*in situ*, sec. VII)
b. tre Mss. menzionati da Cabrol & Leclercq [rif. 4]
c. Silos, *Liber Ordinum*, ms 4 archiv. Mss. monast. Santo Domingo - #11 (San Prudencio, a. 1052)
d. Paris, BnF *Lat.* 2171: #r11 (Sant'Isidoro di Siviglia, sec. X)[44].

A questi aggiungiamo:

e. Madrid, Escorial D.I.2, fol. 7v: R+R (San Martin de Albeda, a. 976). *Codex Albeldense seu Vigilanus.*
f. Madrid, Escorial D.I.1, fol. 5v: R+R (San Millán de la Cogolla, a. 992). *Codex Aemilianensis.*
g. Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Lat.* 3101, fol. 37v: #r (sec. XIII).[45]

Entrambi i manoscritti **e** ed **f** mostrano una sequenza doppia di *rotae* con i valori dei *pedes* inseriti per gruppi di 6 mesi (gennaio–dicembre, febbraio–novembre, marzo–ottobre / aprile–settembre, maggio–agosto, giugno–luglio) da un lato, e dall'altro quattro *rotae* che mostrano la lunghezza dei giorni nei periodi topici dell'anno (solstizi e equinozi) all'altezza di un clima nordico con divario diurno e notturno pari a 18–6 ore [rif. 2, pp. 45-49 e *passim*].

Il manoscritto **g**, titolato *HOROLOGIUM PEDUM*, mantiene la struttura grafica delle 6 celle rotonde, ma elenca tutte le 12 ore del giorno.

E – Palladio

29	27	25	24	23	22	-10
19	17	15	14	13	12	-3
16	14	12	11	10	9	-4
12	10	8	7	6	5	-2
10	8	6	5	4	3	-1
9	7	5	4	3	2	
-2	-2	-1	-1	-1		

Schaldach evitò lo 'schema' di Rutilio Tauro Emiliano Palladio (sec. IV), forse perché tardo antico e presente solo nelle trascrizioni del suo *De re rustica*, o perché non ha una struttura di qualche genere (lo 'schema' si sviluppa per singolo mese alla fine di ogni capitolo del suo libro) ma ho trovato almeno due manoscritti medievali che lo propongono senza essere la trascrizione di quella famosa opera.

I codici sono:

a. St. Gallen 248, p. 69: #11 (Laon, c/ca 850).[46]
b. Dijon, Bibl. Mun. 448, fol. 77v: #11 (sec. XI).

Il manoscritto **a** riporta lo 'schema' esatto formulato dal Palladio, e probabilmente fu copiato da un esemplare molto antico.

La tabella è composta in modo non tradizionale (sei riquadri di due mesi ciascuno posti uno sopra l'altro a formare una stretta colonna sul lato sinistro della pagina, verso la rilegatura) ed è titolata *HOROLOGIUM DE CONCORDIA MENSIUM.*

In **b** troviamo, inserito in una tabella a celle rettangolari[47], lo stesso schema palladiano (non privo di errori di copiatura), dal titolo *INCIPIT HOROLOGIUM IERONIMI DE CONCORDIA MENSIUM*[48].

---

[43] Vedi in [9] le descrizioni dei manoscritti elencati.
[44] Si tratta del *Liber Commicus* di Silos (*Silensis* IX)
[45] https://digi.vatlib.it/view/MSS_Vat.lat.3101 (dicembre 2019).
[46] https://www.e-codices.unifr.ch/it/csg/0248/69 (dicembre 2019).
[47] Nelle celle della tabella le ore con ombre di pari lunghezza non sono accoppiate, ma segnate tutte dalla prima alla dodicesima.
[48] Il riferimento a un tale Gilolamo (san Girolamo?) come autore di uno 'schema delle ombre' è comune ad altri manoscritti: oltre a questo, lo troviamo anche nel ms. St. Gallen, 397 e Darmstadt, Landesbibl. 1020.

Mss. Relativi alle sole tre ore principali (in inglese)

1. London, BL, *Harley* 3271, fol. 92v – T11 (sec. XI in.).[49]

Il testo di **1** non entrerebbe a fare parte della nostra lista perché scritto in antico inglese. Il titolo è *HER IS AWRITTEN WEGFERENDRA MANNA DAEGMAEL* e nel testo seguente sono mostrate solo le lunghezze in *pedes* della terza e nona ora che per simmetria sono uguali. "*On ianuario et decembro seo sceadu bid XVII fota lang. On februaru et on november, XV fet. On martio et october, XIII fet. On aprilis et on september, XI fet. On maio et on augusto, VIIII fet. On iunio et iulio, VII fet*". La sequenza per la terza e nona ora è dunque 17, 15, 13, 11, 9, 7, che riconosciamo nella sequenza dello schema insulare di San Gallo.

Le famiglie

Finora abbiamo evidenziato le diverse tradizioni degli 'schemi delle ombre' secondo la sequenza numerica dei *pedes*; ora non resta che individuarne le relazioni dal punto di vista della loro composizione grafica. Le 'famiglie' di questo tipo non sempre sono accoppiate alla medesima tipologia di 'schema delle ombre', soprattutto per quelli sviluppati in forma tabellare. Essi hanno, infatti, caratteristiche trasversali e sembrano essere stati adottati per una maggiore chiarezza espositiva dei dati rispetto alla forma puramente testuale degli 'schemi', quella che si sviluppa senza soluzione di continuità fra una coppia di mesi e l'altra. Oltre alla forma testuale che, non avendo alcuna struttura nella stesura del testo non sarà presa in considerazione in questa fase del lavoro, gli 'schemi delle ombre' si possono raggruppare in tre tipologie: quelli composti in forma tabellare e quelli inseriti all'interno di diagrammi semicircolari e circolari. Ognuno di questi gruppi è suddivisibile in altri sottogruppi: vediamoli.

Gli 'schemi' a tabella

Gli 'schemi' proposti in forma tabellare si possono dividere essenzialmente in due gruppi: quelli privi di qualsiasi bordatura della celle e quelli con una bordatura più o meno elaborata. Il gruppo di quelli che possiedono una seppur minima bordatura delle celle si può scindere in altri tre sottogruppi, ovvero: 'a celle squadrate', 'a celle rotonde' e 'a celle semicircolari' (vedi tabella riassuntiva III).

Tabelle senza alcun bordo

Gli 'schemi' tabellari privi di un qualsiasi bordo contenitivo dei dati mensili convivono facilmente con quelli muniti di celle di qualsiasi forma, di conseguenza, essendo privi di ogni informazione grafica, formano un gruppo a sé, privo di ogni altra indicazione che non sia specificamente riferita al tipo di 'schema' adottato (Aachen Flavigny, San Gallo ecc.). I manoscritti appartenenti a questo gruppo sono:

St. Gallen 348 (sec. IX); St. Gallen 397, 23 (sec. IX); St. Gallen 397, 146 (sec. IX); Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Pal. Lat.* 833, foll. 24v-25r (sec. IX).

Tabelle a celle squadrate

In molti casi la bordatura delle celle mensili è prettamente lineare, senza alcun valore estetico. In altri, invece, la cornice della tabella è molto elaborata al punto di divenire un vero e proprio capolavoro di illustrazione. Nel caso delle tabelle a celle squadrate è difficile stabilire una vera e propria corrispondenza grafica che possa accomunare i vari esemplari entro vere e proprie 'famiglie' perché, quando le cornici sono semplici e lineari, il mero scopo pratico è evidente, mentre in quelle decorate tutto è lasciato nelle mani dell'illustratore, che opera in totale libertà con il suo estro seppure vincolato dagli stilemi del periodo e del luogo in cui viveva. Non è possibile, dunque, trovare consonanze in altri manoscritti simili.

[49] http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=harley_ms_3271_f090r (dicembre 2019).

Le tabelle squadrate semplici possiamo incontrarle nei manoscritti:

St. Gallen 248 (c/ca 850) e Dijon, Bibl. Mun. 448 , fol. 77v (sec. XI).

Quelle riccamente decorate, invece, nei manoscritti:

London BL, *Harley* 5431 (4° quarto sec. X); Silos, *Liber Ordinum*, ms 4 archiv. Mss. monast. Santo Domingo (a. 1052) e Boston, Medical Libr., *Ballard* 7 (sec. XIV?).

Tabelle a celle rotonde

Un discorso differente, invece, si può fare per quegli 'schemi delle ombre' tabellari che venivano trascritti entro celle mensili circolari. Anche in questo caso abbiamo esemplari più o meno arricchiti, ma praticamente tutti mostrano una certa discendenza nell'impostazione grafica prescelta dall'illustratore.

L'unica figura di questa tipologia con un impianto di cornici circolari artisticamente decorate è quella presente nel ms. Paris, BnF *Lat.* 2171, tutte le altre sono più semplici per scelta o per incompiutezza. È il caso, per esempio, del ms. 263, London BL, *Sloane*, fol. 26r, dove la sua incompletezza appare evidente nella mancanza del titolo e nelle celle che — sebbene tracciate con cura utilizzando vari cerchi concentrici — mantengono un ampio spazio interno, lasciato apposta per ospitare il nome dei mesi preposti. In altre parole, l'impianto grafico delle cornici di questo schema doveva essere molto simile a quello che si vede al fol. 37r del ms. 17 custodito alla Bodleian Library di Oxford, St. John's College, entrambi composti verso il secolo XI. Il manoscritto Paris, BnF, *Lat.* 5543, al fol. 140v mostra uno 'schema' a celle circolari finite ma tutte separate.

Un chiaro legame di parentela, invece si evince dal disegno proposto nei mss.: R.15.32 Cambridge Trinity College, 579 Oxford Bodleian Library (Messale di Leofric) e *Cotton Titus* D XXVII, British Library. Tutti datati al secolo XI, tutti con il medesimo titolo (più o meno variato) e tutti mostranti le sole tre ore principali.

Isolati restano i mss. Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Lat.* 3101 (s. VIII) e St. Gallen 184.

Fig. 2 – Schema a celle squadrate in Silos, *Liber Ordinum*, ms 4 archiv. mss. monast. Santo Domingo (ms *Dd.*)

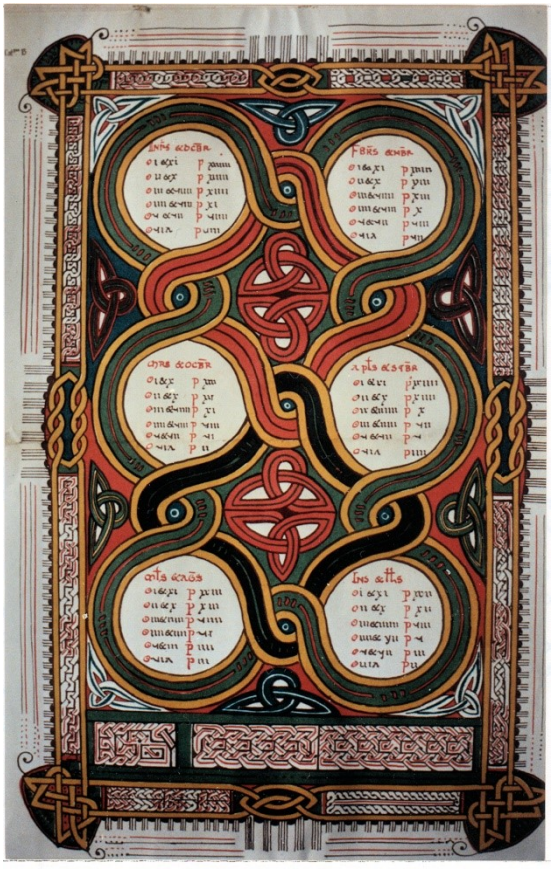


Fig. 3 – Schema a celle rotonde già in Silos, oggi Paris, BnF *Lat.* 2171 (ms *Dc.*)

Tabelle a celle semicircolari

Questo gruppo è formato, per ora, da un solo esemplare, tracciato sul fol. 105v del ms. Boston, Medical Libr., *Ballard* 7 (sec. XIV?).

Il disegno nella pagina si compone di una tabella squadrata per tutte le ore del giorno e di un diagramma circolare contenente 6 cornici semicircolari entro cui sono scritti i valori in *pedes* delle sole tre ore fondamentali. Come classificare questo diagramma? *Rota*? Tabella? È veramente molto difficile.

Altri due gruppi — suddivisi in altri sottogruppi — si individuano fra quelli dove lo 'schema' è inserito all'interno di un semicerchio raggiato e un altro ancora nei manoscritti con lo schema inserito dentro una *Rota*.

Gli 'schemi' a semicerchio

Gli 'schemi delle ombre' più diffusi furono composti entro una figura raggiata semicircolare, molto simile ad un orologio solare medievale; anch'essi, in modo trasversale, possono contenere i dati orari secondo le matrici dei vari tipi di 'schema' che abbiamo visto prima.

Questa tipologia si potrebbe scindere in: 'semicircolari semplici', 'semicircolari compositi' e 'semicircolari a rotella'. Al loro interno è poi possibile individuare precisi rapporti di parentela che ci permettono di suddividerli in alcune precise famiglie.

Il gruppo dei 'semicircolari semplici', che chiamerò dal titolo dei suoi schemi "*Horologium viatorum*", si può ulteriormente suddividere in tre famiglie: quella che denomineremo 'essenziale', quella che potremmo definire 'crucifera' (es. Fig. 4) e quella 'a ferro di cavallo' per via della sua forma vistosamente più ampia di un comune semicerchio.

Gli 'schemi' grafici della famiglia degli *Horologia viatorum* 'essenziali' sono quattro; sono presenti nei manoscritti:

München BSB, *Clm* 14456 (a. 817-824)
Karlsruhe, Landesbibl., *Fragmenta Augiensia*, Fr. 107 (sec. IX)
St. Gallen 459 (sec. X)
Einsiedeln 319 (sec. XI); Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Reg. Lat.* 123 (sec. XI).

Gli 'schemi' grafici, noti, della famiglia degli *Horologia viatorum* 'cruciferi' sono, invece, cinque e si possono vedere nei manoscritti:

Basel, UB FIII 15a (sec. IX)
Padova, Pont. Bibl. Antoniana ms. I-27, (a. 881)
Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Reg. Lat.* 1263 (sec. X / XI)
Vaticano, Bibl. Apost. Vat. *Reg. Lat.* 309 (sec. XI)
Paris, BnF, *Lat.* 12017 (metà XI sec.).

I manoscritti:

Padova, Pont. Bibl. Antoniana ms. I-27
Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Reg. Lat.* 309
Paris BnF *Lat.* 12117

si possono fare risalire ad un unico modello contenente, nella stessa pagina, il carme pacifichiano dedicato all'*HOROLOGIUM NOCTURNUM*.

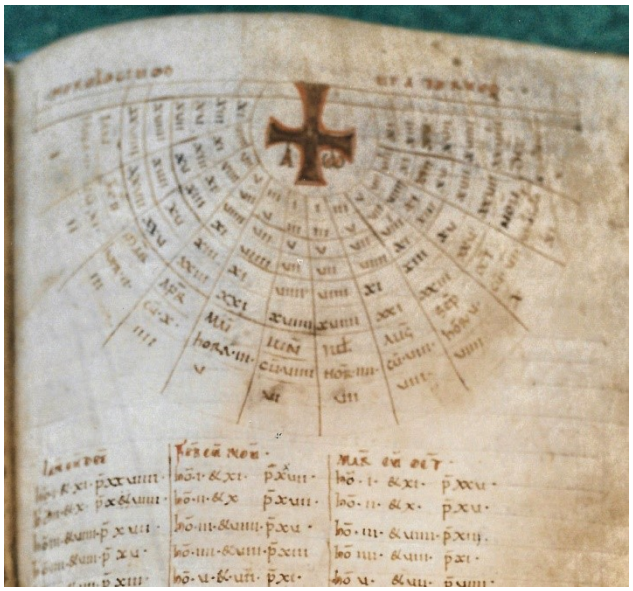


Fig. 4 – Schema semicircolare essenziale e 'crucifero' contenuto in Padova, Pont. Biblioteca Antoniana, ms. I-27 (ms. C_1m). Per gent. concessione.

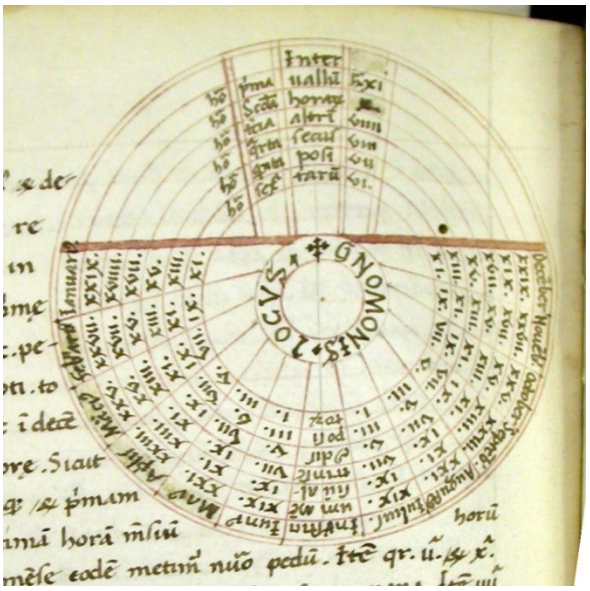


Fig. 5 – Sotto: schema semicircolare 'a rotella' in Bologna, Bibl. Univ. ms. 26 II (ms. C_1u).

La tipologia degli *Horologia viatorum* 'a ferro di cavallo', comprende il solo manoscritto London, BL, *Royal* 13 A XI (sec. XI–XII). Gli si potrebbe affiancare il London, BL, *Cotton Tiberius* CVI, ma sebbene entrambi rechino il titolo semplice di *HOROLOGIUM*, quest'ultimo non è uno schema delle ombre, bensì una rara rappresentazione di un orologio solare Anglo-Sassone.

Per 'semicircolari compositi' intendo riferirmi ad una famiglia in particolare, ovvero quella che potremo identificare con il nome "*Sole et Luna*", dalla presenza contemporanea dei diagrammi delle ore di luce della Luna e del Sole nei vari periodi dell'anno. Anche questa famiglia può essere suddivisa in due ceppi: una con la sola presenza delle tabelle del Sole e della Luna, l'altra probabilmente originaria del monastero di Fleury, con l'aggiunta delle tabelle della *Concordia VI mensium*.

Al primo gruppo appartengono i manoscritti:
- Laon, Bibl. Mun. 422 (a. 820-840)
- London BL, *Sloane* 263, fol. 49r (sec. XI)
- Bern, Burgerbibl., *Cod. lat.* 250 (sec. XII).

Al secondo:
- Migne PL 90
- Berlin, Staatssbibl., *Phill.* 1833 (lat. 138), (sec. VIII)
- München, BSB, *Clm Lat.* 10270 (sec. XI)
- Vaticano, Bibl. Apost. Vat., *Urb. Lat.* 290 (secc. XI–XIII)
- Oxford, St. John's College 17 (c/ca a. 1110).

Ho chiamato 'a rotella' gli schemi grafici che sembrerebbero rappresentare, in modo più o meno ingenuo, uno strumento portatile costituito di due rotelle imperniate al centro (es. Fig. 5). Potrebbe essere, questo, una variante del gruppo *Sole et Luna* o forse una sua derivazione, perché il disegno di base si riconosce in tutta quella famiglia di codici e solo in uno il disegno è privo dei diagrammi del Sole e della Luna , nonché della *Concordia VI mensium*, ed è il Bologna, Bibl. Univ. ms. 26 II (sec. XV).

La tabella IV riassume quanto scritto.

Gli 'schemi' entro *Rotae*

Gli 'schemi delle ombre' che si sviluppano entro diagrammi circolari a raggiera, simili a ruote o corolle di fiori, sono sette e non tutti facilmente riconducibili ad un modello comune.

Possiamo solo raggrupparli in due tipologie secondo il numero di settori: 12 o 6.

Le *Rotae* suddivise in 12 settori sono presenti nei manoscritti:
Köln, Dombibl. 83, II (a. 805)
Zurich, Zentr. Bibl., C 12 (San Gallo 820-830)
Dijon, Bibl. Mun. 448 , fol. 78r (sec. XI).

Quelle suddivise in 6 settori, cioè con le coppie di mesi accorpate, sono tracciate in:
London, BL, *Harley* 3017 (a. 800–924)
Darmstadt, Landesbibl., 1020 (Lüttich, sec. XII).

I codici *Albeldense seu Vigilanus* e l'*Aemilianensis*, custoditi all'Escorial di Madrid, ed entrambi redatti nel secolo X, non accoppiando i mesi, si sviluppano in due *Rotae* di 6 spicchi ciascuna (vedi tabella riassuntiva V).

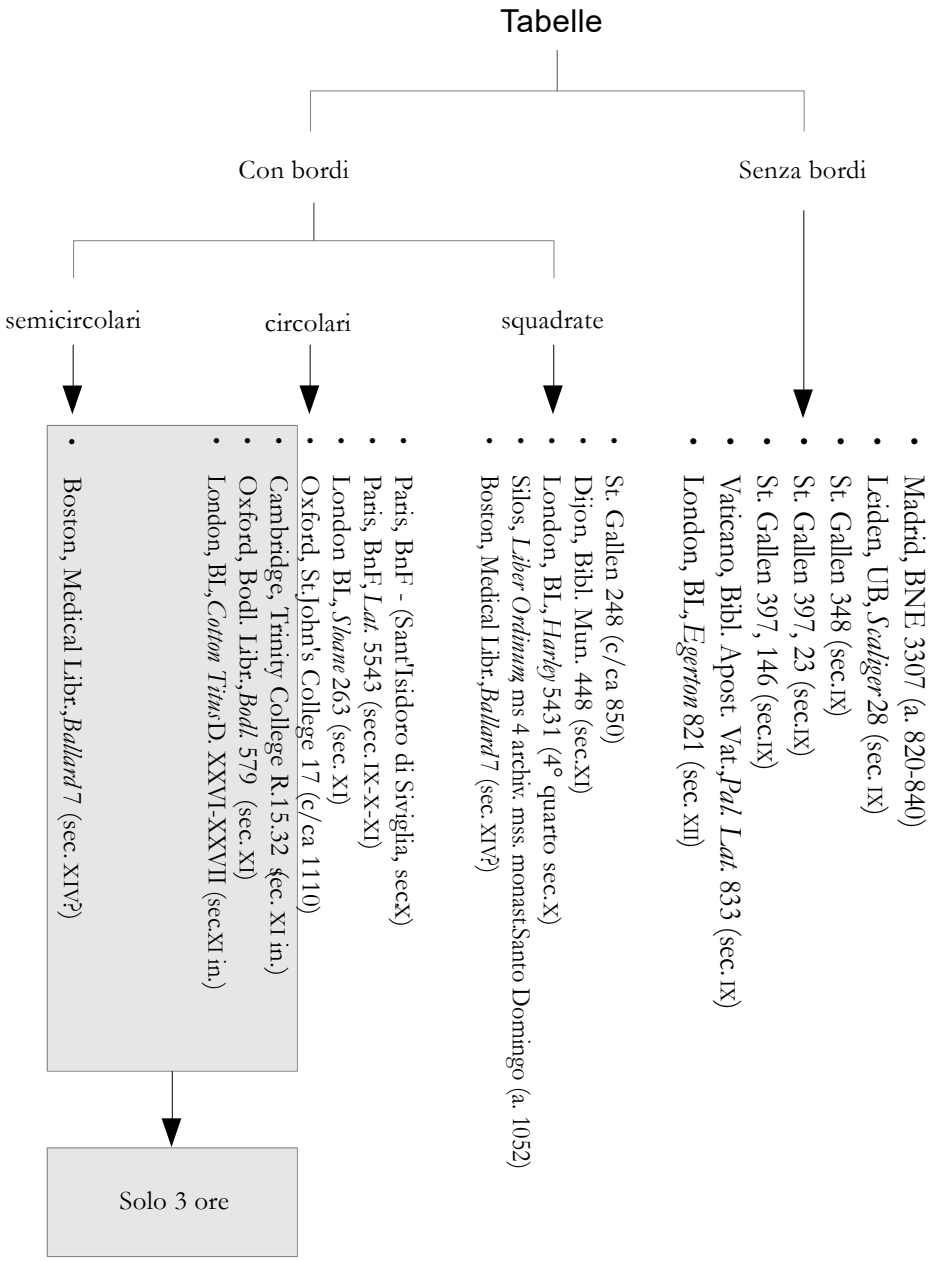
Fra questi, solo due diagrammi si possono chiudere in una variante specifica, e sono quelli contenuti nei mss:
Köln, Dombibl. 83, II (a. 805)
Dijon, Bibl. Mun. 448 , fol. 78r (sec. XI).

Dal punto di vista grafico si può notare una stretta parentela con il manoscritto 83 II della Dombibliothek di Colonia, la cui impostazione è pressoché identica a quella di Digione (anche il testo di spiegazione attorno alla figura circolare è il medesimo)[50].

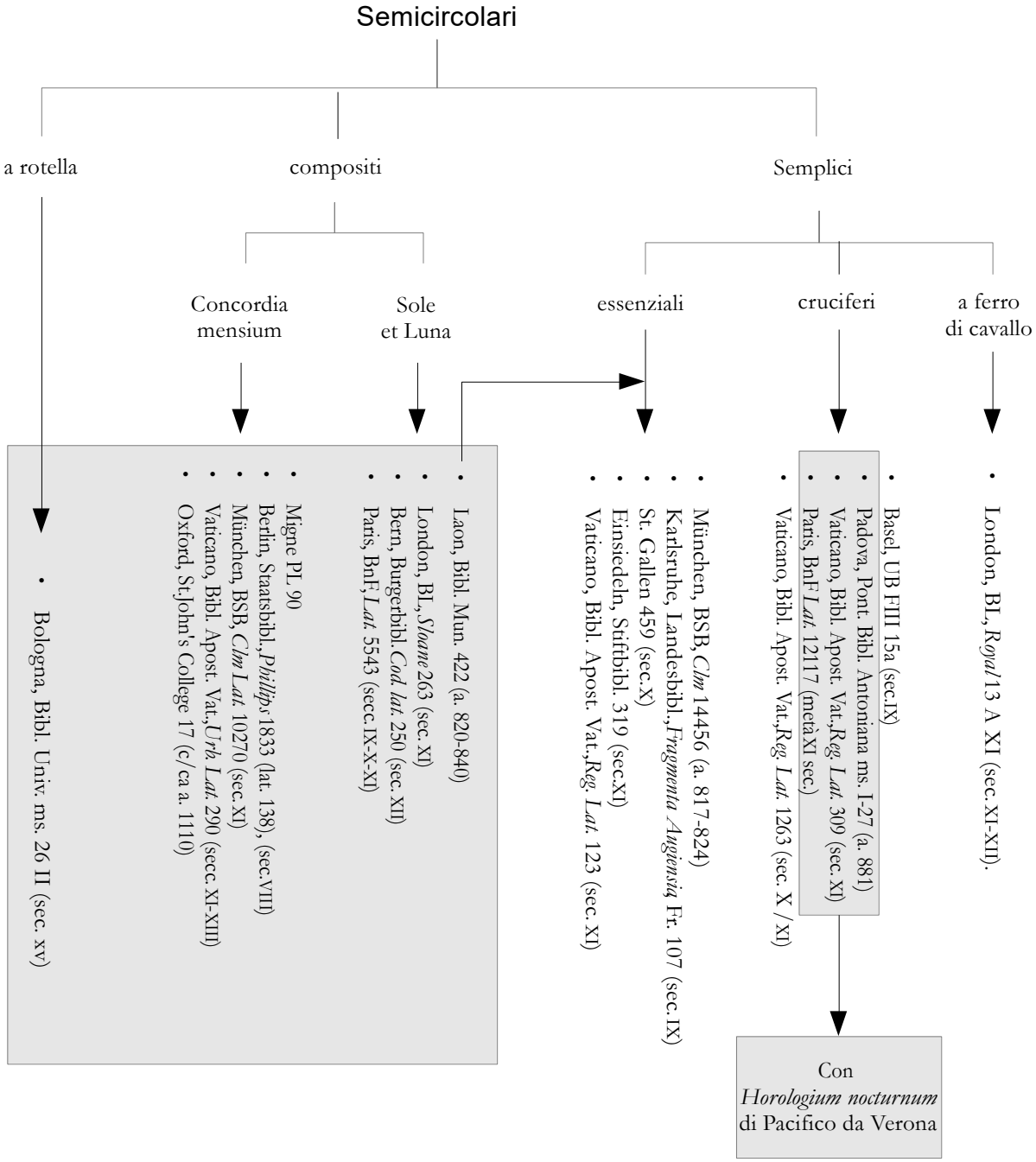
Dai dati sulle lunghezze dei giorni nei vari mesi riportati nello schema di Colonia, si evince che questo fu considerato per una fascia climatica corrispondente ad un'estensione oraria, del giorno più lungo (M_d) pari a ore equinoziali 18 e di quello più corto (m_d), per ore equinoziali 6 (una latitudine, dunque, molto a Nord, come quella che troviamo in molti 'schemi' irlandesi).

Quello di Digione, invece, considera una cintura climatica assai più bassa , equivalente, nell'antichità[51] e nel Medio Evo[52], ad una fascia di latitudini entro cui si collocavano Rodi, Siracusa e le Cicladi (M_d = ore 14:30, m_d = ore 8:30)[53].

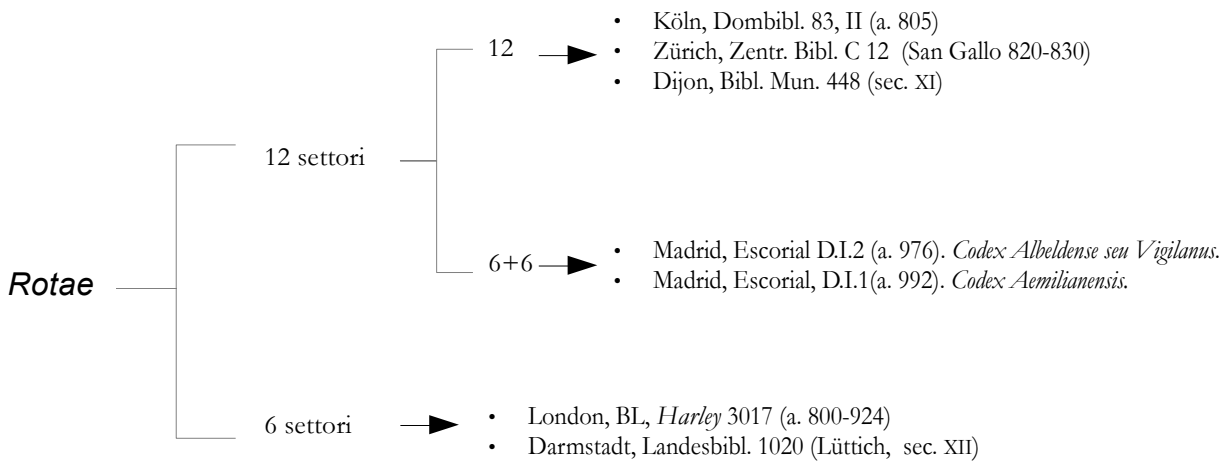
[50] Lo 'schema delle ombre' mostrato nel manoscritto di Colonia, però, non è quello di Flavigny ma il modello San Gallo nella sua variante C_1 (vedi avanti).
[51] Strabone, Plinio e Tolomeo.
[52] Venerabile Beda.
[53] Credo che il modello originale di questo schema grafico sia nato proprio per quel Clima, perché nel testo esplicativo attorno alla grande *Rota* che contiene i valori dei *pedes* si parla proprio di un illustre siracusano (Archimede?). L'orologio mostrato nel ms. di Digione, e forse, anche il suo modello grafico che è comune ad entrambi i manoscritti citati, dovrebbe, dunque, avere un'origine assai più antica. Per i riferimenti ai Climi nell'antichità e nel medioevo vd. [rif. 2, appendice F].



Tab. III – Le varie 'famiglie' degli 'schemi' delle ombre nell'occidente latino.



Tab. IV – La famiglia degli 'schemi' semicircolari ed i suoi sottogruppi.



Tab. V – Gli 'schemi' delle ombre a forma circolare (rota) ed i suoi sottogruppi.

Bibliografia

[1] Arnaldi, Mario, *Tempus et Regula. Orologi solari medievali italiani. Le origini, la storia*, vol. 1, Ravenna 2010.

[2] Arnaldi, Mario, *De cursu solis, Medieval azimuthal sundials. From the primitive idea to the first structured prototype*, BSS Monograph No. 10, The British Sundial Society, 2012.

[3] Baratte, Francois & Bajaoui, Fathi, *Un éveque horloger dans l'Afrique byzantine: Hyacinthe d'Ammaedara*, in «Comptes-rendudes séances de l'Académie des Iscriptions et Belles-Lettres», 2004, 148e année, n. 3, pp. 1121-1151 - https://www.persee.fr/doc/crai_0065-0536_2004_num_148_3_22770 (2019).

[4] Cabrol & Leclerc, *Un horologium Mozarabe*, Monumenta Ecclesiae Liturgica (1904), V, coll. 530-532.

[5] Kellogg, R. L. & Sullivan, M., *The Tiberius Manuscript Horologium*, in «Compendium», 4 (1997) 2, pp. 1-13.

[6] King, David, *In Synchrony with the Heavens*, vol. 1, Leiden, 2004.

[7] Neugebauer , Otto, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, II, Berlin, 1975.

[8] Schaldach, Karlheinz, *Die antiken Sonnenuhren Griechenlands: Festland und Peloponnes*, Frankfurt a. M., 2006.

[9] Schaldach, Karlheinz, *Gli "schemi delle ombre" nel Medio Evo latino*, in «GI» V (2008) 16, pp, 9-16.

[10] Severino, Nicola, *Storia della gnomonica*, Roccasecca 1994 (fotocopie in proprio).

[11] Valdés, Manuel. Mª, *Horologios, tablas de pies*, (pubblicato in proprio), Madrid, 1997.

[12] Zinner, Ernst, *Verzeichnis der astronomischen Handschriften des deutschen Kulturgebietes*, München, 1925.

Un orologio solare su due facce di un cubo

Si presenta un orologio costruito attorno alle geometrie del cubo, consistente essenzialmente in due quadranti intersecantisi, con ciascun quadrante che fornisce l'ombra all'altro per la lettura di orario e stagione.

di John Arioni (jarioni@libero.it)

Il solido con una faccia colorata di grigio in Fig.1 è un cubo, ma quanto qui verrà esposto non cambierebbe nella sostanza anche se il solido fosse un qualunque parallelepipedo rettangolo.

Immaginiamo di trovarci al polo nord e di avere scelto come direzione privilegiata quella indicata dalla freccia, nel senso che il nostro mezzogiorno locale coinciderà con l'istante del passaggio del sole sul meridiano individuato dalla direzione della freccia.

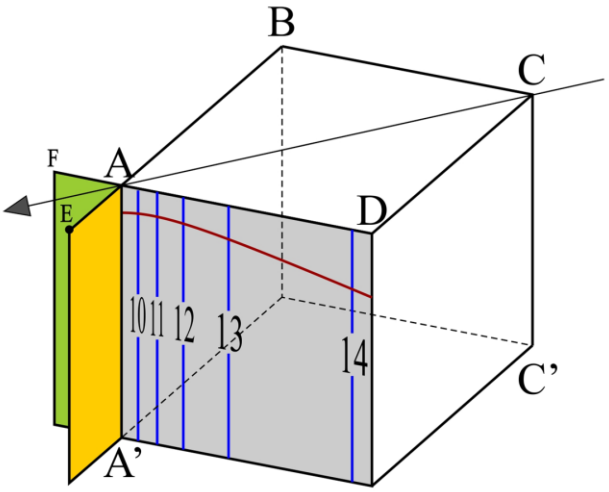


Fig. 1

Il rettangolo giallo accostato allo spigolo AA' del solido, e ortogonale alla faccia in grigio, funge da gnomone - uno gomone a vela quindi. La faccia colorata di grigio, per quanto detto, sarà in piena luce solare dalle ore 3 alle ore 9 del tempo vero locale. Dopo le ore 9 l'ombra dello gnomone inizierà ad allungarsi sulla faccia, dove sono tracciate le linee orarie dalle ore 10 alle ore 14. Prima delle ore nove avremmo trovato l'ombra del rettangolo-gnomone sopra la superficie del rettangolo verde, dove è possibile disegnare le linee orarie dalle ore 6 alle ore 8.

Le linee orarie sono quelle classiche del quadrante polare che tutti conosciamo. La linea curva in rosso ha andamento iperbolico ed è la traccia del percorso dell'ombra del vertice "E" dello gnomone durante il solstizio d'estate – anche questa ci è familiare.

In Fig. 2 si può vedere come appare il solido da un'angolazione che ci permette di osservare un'altra faccia del cubo: anche su questa faccia sono tracciate le linee orarie dalle 10 alle 14 ed è il rettangolo verde che funge ora da gnomone. Poco prima delle ore 10 locali, nell'esempio, la faccia colorata di grigio del solido comincerà ad essere illuminata dalla luce solare e l'ombra dello gnomone comincerà ad accorciarsi, ritirandosi verso la base dello gnomone stesso. La linea rossa indica dove si muoverà l'ombra del vertice "F" dello gnomone nel giorno del solstizio d'estate. Alle ore 15 questa faccia del cubo sarà completamente illuminata e l'ombra dello gnomone (il rettangolo verde) inizierà ad allungarsi sul rettangolo giallo, su cui possiamo disegnare le linee orarie dalle ore 16 alle ore 18.

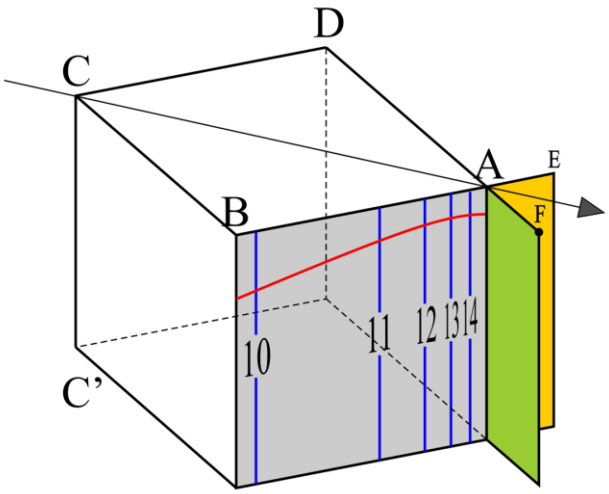


Fig. 2

Una caratteristica singolare di quest'orologio a due quadranti consiste nella possibilità di leggere l'ora con la risoluzione che cambia a seconda della faccia su cui

effettuiamo la lettura: infatti le linee orarie delle ore 13 e 14 sono ben distanziate sul quadrante di Fig.1, mentre non lo sono sul quadrante di Fig.2 . Viceversa sono ben distanziate le linee orarie delle ore 10 e 11 sul quadrante di Fig. 2 al contrario di quanto avviene sul quadrante di Fig. 1.

Non solo al polo.

Naturalmente una copia di questo orologio può essere utilizzata a qualunque latitudine, a condizione che ne sia mantenuto l'orientamento rispetto all'originale che si trova al polo. La nostra copia, in questo caso, poggerebbe sul suolo con il solo vertice C', e quindi si troverebbe in equilibrio instabile, come si vede in Fig. 3 qui a fianco.

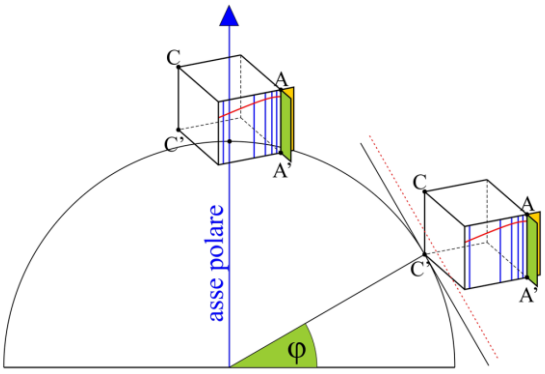


Fig. 3

Una soluzione semplice, affinché l'orologio assuma una posizione stabile, consiste nel tagliare il cubo con un piano parallelo al suolo (la linea rossa in tratteggio), asportandone così una "fetta" dalla forma di un tetraedro con un vertice in C'.

Ritagliando il disegno di Fig. 4 lungo il contorno in rosso e piegando lungo le linee nere si può costruire il solido che risulta dopo il taglio del cubo quando ci si trova ad una latitudine di φ gradi (nell'esempio φ = 45°) : appoggiando il solido a terra lo spigolo AA' formerà con il terreno un angolo di 45°, ossia uguale alla latitudine. Orientando il solido verso sud, lo spigolo AA' sarebbe esattamente orientato come lo stilo polare di un quadrante orizzontale per quella latitudine.

È il valore dell'angolo

$$\eta = \arctan[\sqrt{2} * \tan(\varphi)]$$

che fa sì che tutto torni. Nel disegno mancano la faccia del solido (un triangolo) che sarebbe a contatto con il terreno ed anche la settima faccia del solido, di cui tuttavia non abbiamo bisogno.

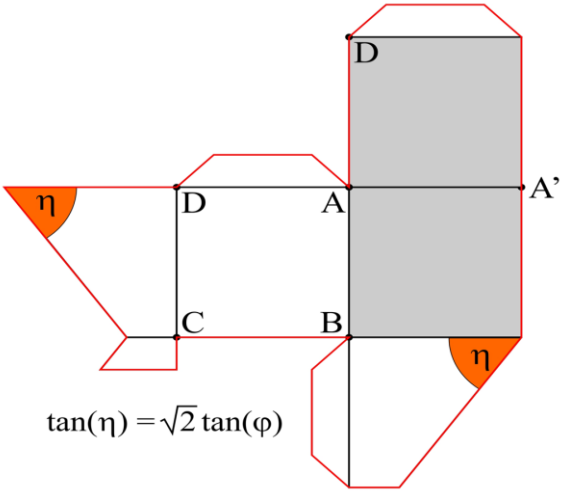


Fig. 4

Dopo che il solido sarà stato accuratamente orientato a sud, le due facce in grigio avranno una declinazione pari a un angolo

$$\beta = \arctan[1/\mathrm{sen}(\varphi)]$$

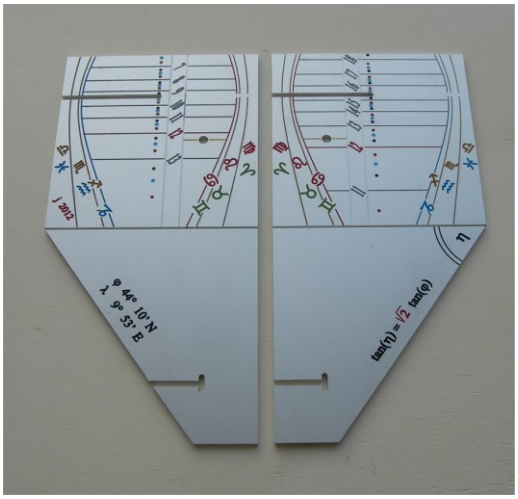


Fig. 5

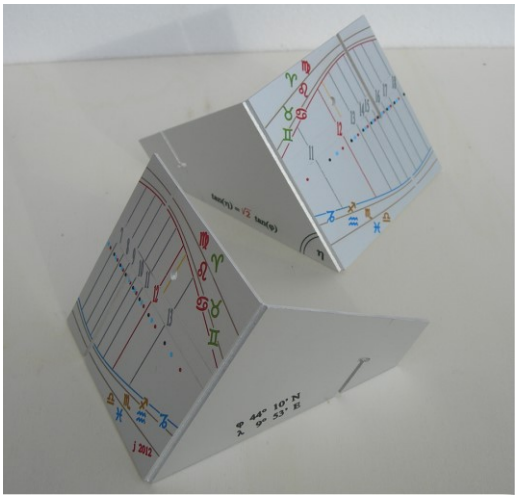


Fig. 6

una verso est, l'altra verso ovest e saranno entrambe inclinate di un angolo

$$\mathbf{i} = \arccos[\ \mathrm{sen}(\boldsymbol{\varphi})/\mathrm{sen}(\boldsymbol{\eta})\ ]$$

rispetto alla verticale.

Provate ora a disegnare un quadrante per latitudine $\boldsymbol{\varphi}$, declinante a est o ovest di un angolo $\boldsymbol{\beta}$ ed inclinato di un angolo **i**. Scoprirete che linee orarie sono effettivamente tutte parallele fra di loro, così come avviene nei quadranti polari quali sono i quadranti di Fig. 1 e di Fig. 2.

Ritorniamo ora al solido che abbiamo costruito grazie alla Fig. 4: per completare l'orologio mancano ancora due elementi, e cioè il rettangolo giallo e quello verde di Fig. 1 e Fig. 2.

Tuttavia, per costruire un modello dell'orologio esiste una soluzione più semplice, che è illustrata nelle Figg. 5 e 6.

L'orologio è disegnato per indicare il tempo vero del fuso, anziché il tempo vero locale

I due pezzi di Fig. 5 sono realizzati con fogli rigidi d'alluminio di spessore di 2 mm. In Fig. 6 si vedono i due pezzi dopo che sono stati piegati a squadra: per rendere possibile l'operazione di piegatura, su ciascun pezzo è stata praticata un'incisione profonda 1 mm in corrispondenza della piega.

In Fig. 7 i due pezzi sono saldamente incastrati: due fessure praticate su ciascun pezzo, di larghezza di 2 mm come lo spessore dei fogli, consentono l'operazione di incastro.

In sostanza, come suggerisce la Fig. 7, l'orologio consiste di due quadranti intersecantesi, ognuno dei quali fornisce all'altro l'ombra per la lettura delle informazioni.

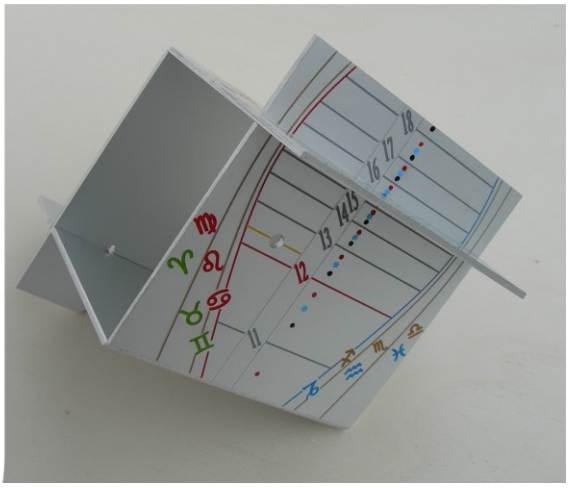


Fig. 7

Agli equinozi l'ombra di ciascuno degli gnomoni copre in larghezza tutto un quadrante, mentre questo non avviene nei restanti giorni dell'anno, quando è visibile l'ombra di uno dei vertici di un quadrante proiettarsi sull'altro quadrante, sulla parte alta in primavera ed estate, sulla parte bassa in autunno e inverno. Lo scatto di Fig. 8 è stato fatto nel giorno del solstizio d'estate 2019: l'ombra del vertice in gioco si trova sulla linea solstiziale (in rosso).

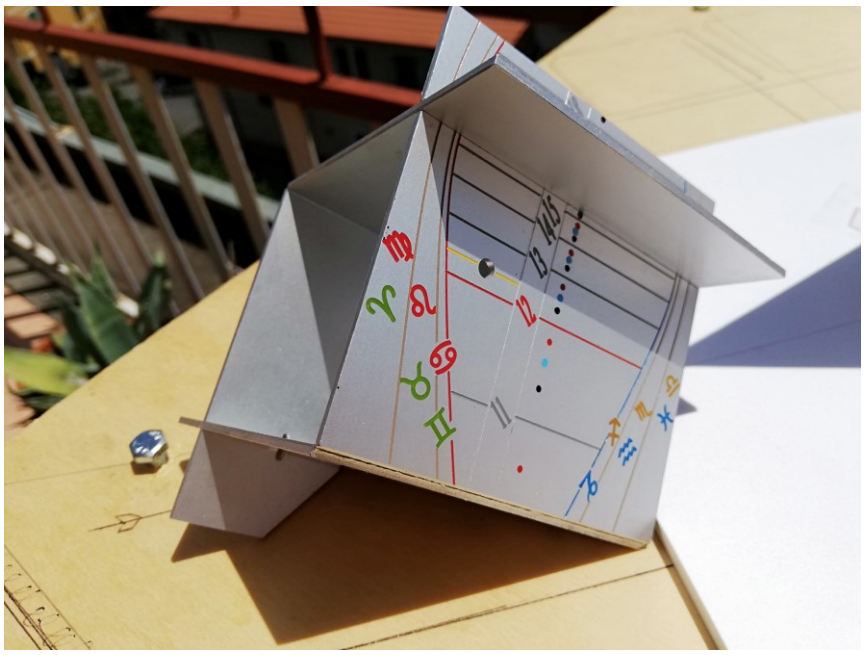


Fig. 8

Lo gnomone a vela e le dimensioni apparenti del sole.

Si è già detto che una peculiarità del nostro orologio a due quadranti consiste nel fatto che, nella fascia oraria che va dalle ore 11 alle ore 14, l'orario si può leggere su entrambi i quadranti. È per questo che, una volta realizzato un modello dell'orologio, andremo senz'altro a confrontare i due quadranti nella fatidica fascia oraria: ebbene, pur trattandosi di differenze di frazioni di millimetri, risulterà evidente che il quadrante rivolto verso ovest si trova puntualmente in anticipo rispetto all'altro.

Per spiegare questa divergenza dobbiamo ancora affrontare un problema che si presenta quando lo gnomone è del tipo a vela come nel nostro caso. Il problema consiste in sostanza nel fatto che l'ombra di uno gnomone a vela, nella pratica, ha dimensioni un po' ridotte rispetto a quelle che risultano facendo i calcoli senza tener conto delle dimensioni apparenti del sole. Le dimensioni apparenti del sole sono di circa 32', pertanto i raggi solari che incidono su un qualunque punto del nostro pianeta, non provengono da un'unica direzione, bensì da varie direzioni, tutte comprese entro un cono con un'apertura di 32'. Lo gnomonista, quando fa i suoi calcoli per disegnare una delle linee orarie di un orologio solare, assegna al parametro "angolo orario" un valore ben preciso ed unico: questa è, di fatto, una semplificazione, che si traduce nell'assegnare alla direzione di propagazione dei raggi solari un unico valore.

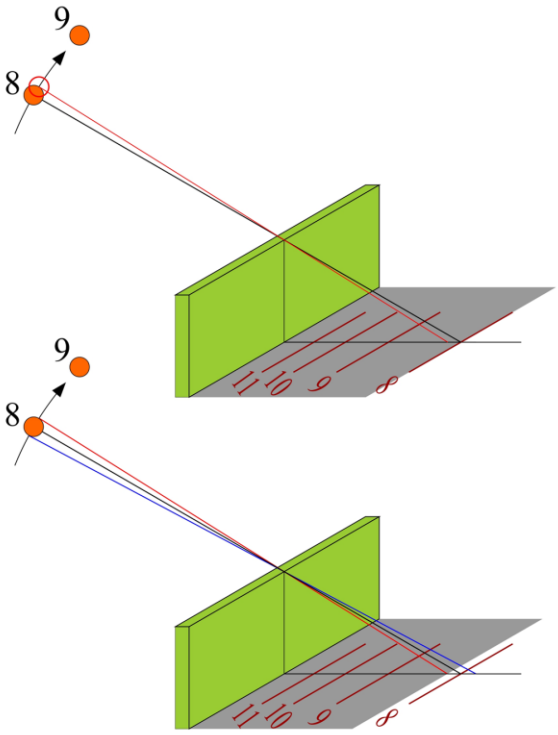


Fig. 9

Questa approssimazione non ha alcun effetto pratico quando nell'orologio è uno stilo a fornire l'ombra: in questo caso è la direzione dell'ombra che ci fornisce l'orario, a prescindere dalle sue dimensioni. Nel caso di gnomone a vela le dimensioni dell'ombra sono invece importanti, in quanto l'indice dell'orologio è la linea di demarcazione fra luce e ombra e questa dipende proprio dalle dimensioni dell'ombra.

In Fig. 9 l'oggetto in verde rappresenta lo gnomone a vela di un quadrante polare e le linee rosse sono le linee orarie disegnate sul quadrante. In alto nella figura si assume che i raggi solari giungano da una sola direzione, ed è questa direzione che determina la posizione della linea oraria (nell'esempio quella delle ore 8). Nella parte bassa della figura è schematizzato invece quello che accade nella realtà: i raggi solari in rosso e in blu individuano le direzioni estreme da cui i raggi solari raggiungono il quadrante, e si vede come il confine fra luce e ombra sia spostato verso lo gnomone: sono le ore 8 e il nostro orologio ci dice che sono le ore 8 più qualcosa.

Quanto vale questo qualcosa, ossia l'errore dell'orologio?

La risposta non è difficile. Per disegnare la linea oraria là dove si vede il limite dell'ombra (Fig. 9 in basso) lo gnomonista deve pensare di tornare sulla parte alta della figura e spostare il centro del disco solare in avanti di 16', (la metà di 32'), dove è disegnato il cerchio bordato in rosso: tradotto in pratica, lo gnomonista dovrà sommare tutte le volte un angolo di 16' al suo angolo orario. Per percorrere un arco di 16' il sole impiega 1 minuto e 4 secondi, quindi quel minuto circa è l'errore che dobbiamo correggere nel nostro orologio se vogliamo che sia preciso.

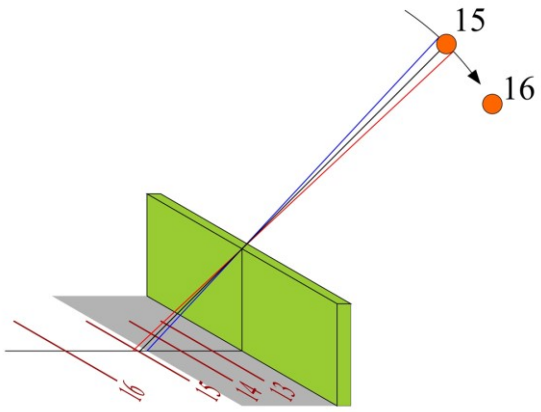


Fig. 10

In Fig. 10 si può vedere quello che succede nella parte rivolta a est del quadrante: ora sono i raggi (in blu) provenienti dal bordo sinistro del disco solare che spostano la linea di demarcazione ombra-luce verso lo gnomone, ma questa volta l'orologio si trova in ritardo perché quando sono le ore

15 sul quadrante si legge che manca ancora qualcosa alle ore 15. Questo qualcosa è ovviamente lo stesso minuto circa che abbiamo già calcolato. Riassumendo: senza la correzione di quel minuto avremmo l'orologio in anticipo nelle ore del mattino e in ritardo nelle ore del pomeriggio.

Nel nostro orologio a due quadranti cambiano le ore, ma non cambia la sostanza: quando possiamo leggere l'orario sui due quadranti contemporaneamente (tra le ore 11 e le ore 14) troveremo una differenza di circa due minuti fra gli orari letti sui due quadranti. La misura di quei due minuti di differenza è la misura delle dimensioni apparenti del sole.

Sul quadrante rivolto a ovest (quello in anticipo) rileviamo il passaggio del bordo destro del disco solare, mentre sul quadrante rivolto ad est (in ritardo) rileviamo il passaggio del bordo sinistro del disco solare e quei 2 minuti di differenza si traducono in un arco di 30', che è già una buona approssimazione rispetto ai 32' effettivi.

L'amico Gian Casalegno mi ha segnalato un bell'articolo del compianto Gianni Ferrari [rif. 1] che può interessare a chi volesse approfondire l'argomento. Nell'articolo di Ferrari c'è un'analisi rigorosa di quello che succede nella zona di penombra che si viene a creare in prossimità della linea di demarcazione fra luce e ombra di Fig. 9 (in basso) e Fig. 10. Tenuto conto anche della risposta fisiologica del nostro occhio, la conclusione di Ferrari è che la linea di demarcazione che effettivamente percepiamo si trova un po' spostata verso la zona illuminata, ossia l'ombra, così come la vediamo, ha dimensioni apparenti di poco maggiori rispetto a quella delle figure. Tuttavia la differenza è di entità tanto modesta che si traduce in una differenza di qualche secondo nella lettura dell'orario, per cui, con il nostro aggiustamento di ±16' dell'angolo orario, raggiungeremo un buon grado di precisione.

Bibliografia

[1] Gianni Ferrari, "*L'ombra e la penombra di un elemento rettilineo. Alcune osservazioni*.", Gnomonica Italiana n. 4, Febbraio 2003

L'orologio progettato da John Arioni, benché semplice ed essenziale nella sua funzionalità, è sembrato alla redazione un oggetto piacevole ed elegante, meritevole di essere reso disponibile come gadget ai nostri amici lettori. Pertanto, in occasione del prossimo Seminario Nazionale, che si svolgerà come sapete ad Ala di Stura nei giorni 2-4 ottobre, potrete visionare e, se vorrete, richiedere un esemplare di uno strumento sviluppato da Fabio Savian ed ispirato a quello qui descritto. Sarà un piacevole ricordo dei tre giorni trascorsi insieme, da aggiungere alla serie di dispositivi gnomonici che sicuramente noi tutti conserviamo nelle nostre case.

Rifrazione e depressione all'orizzonte

L'autore riporta i risultati ottenuti negli anni cronometrando l'istante del tramonto del Sole sul mare e li compara con i valori teorici forniti dalle formule disponibili in letteratura. Arriva così alla conclusione che benché queste possano fornire un risultato affidabile nelle serate "normali", vi sono situazioni eccezionali in cui il fenomeno ha una evoluzione completamente inaspettata.

di Giuseppe De Donà (bepidedona@gmail.com)

Introduzione

Proseguendo nei lavori pubblicati su Astronomia UAI nel 2003 e 2010 riguardanti la determinazione sperimentale del valore della rifrazione all'orizzonte, aggiorno oggi, dopo 20 anni di osservazioni, i risultati della ricerca integrandola con rilievi e riflessioni inerenti l'osservazione da postazione sopraelevata rispetto al livello del mare.

Ringrazio inoltre i colleghi Pietro Poy e Renzo Crosato per i rispettivi contributi: la fig. 7 "*Distribuzione grafica dei valori rilevati*" e l'Appendice A "*Deflessione vera e apparente, altezza vera*".

Semiarco diurno

Il semiarco diurno *H* (angolo orario) che un astro compie dal suo sorgere al transito e dal transito al tramonto, è dato dalla formula:

$$\cos(H) = -tg(\delta)\, tg(\varphi) \qquad (1)$$

con δ che indica la declinazione dell'astro e φ la latitudine della località di osservazione. La formula è riferita al centro del Sole e non tiene conto del fenomeno della rifrazione *R* e dell'altezza della postazione osservativa *h*. Per calcolare il tempo del sorgere o del tramonto del Sole considerando anche *R* e *h* e volendo il dato riferito al lembo superiore del Sole, va usata questa formula [1]:

$$\cos(\mathrm{H}) = -\mathrm{tg}(\delta)\, tg(\varphi) - \frac{sen(R+\alpha+s)}{\cos(\delta)\cos(\varphi)} \qquad (2)$$

dove *R* all'orizzonte vale mediamente 34 primi d'arco, *s* è il valore del semidiametro del Sole che si ricava dalle effemeridi e α è l'angolo di depressione riferito a una quota sopraelevata rispetto al livello del mare.

In Figura 1, *O* è il luogo sopraelevato dell'osservatore, *OO' = h* la sua altezza rispetto al livello del mare, l'angolo *OCT* = α la deflessione vera dell'orizzonte marino visibile dall'osservatore in *O* e *CO' = CT = r* il raggio terrestre alla latitudine del luogo d'osservazione. Si ricava l'angolo α dalla relazione [2]:

$$\cos(\alpha) = \frac{r}{r+h} \qquad (3)$$

Il dato ottenuto non tiene conto degli effetti che la rifrazione produce anche al suolo, ove, seppur in modo lieve, ogni punto subisce uno spostamento verso l'alto con conseguente aumento della porzione di orizzonte visibile.

Nell'*Appendice A*, Renzo Crosato approfondisce il lavoro di studiosi del passato [3] e più recenti [4]. Per effetto della rifrazione terrestre, sull'orizzonte marino è visibile il punto *T'* più distante rispetto al punto *T*, col percorso *OT'* incurvato e la *depressione apparente* α_1 minore di quella *geometrica* α in quanto chi osserva vede l'orizzonte in direzione N. In Figura 13 il centro virtuale dell'arco *OT'* è spostato in *C'* (sul prolungamento *T' - C*) con raggio *x=r/k*, quindi con una curvatura pari a *k* volte quella della Terra e in cui *k "è un parametro da determinare sperimentalmente"*. Crosato verifica poi (Figura 14) che *x' = r/(1-k),* quindi, come affermato da [4], che *"..tutto avviene come se la Terra fosse un pianeta fittizio con raggio x' senza rifrazione atmosferica" in cui* α_1 *sottende l'arco O'T".*

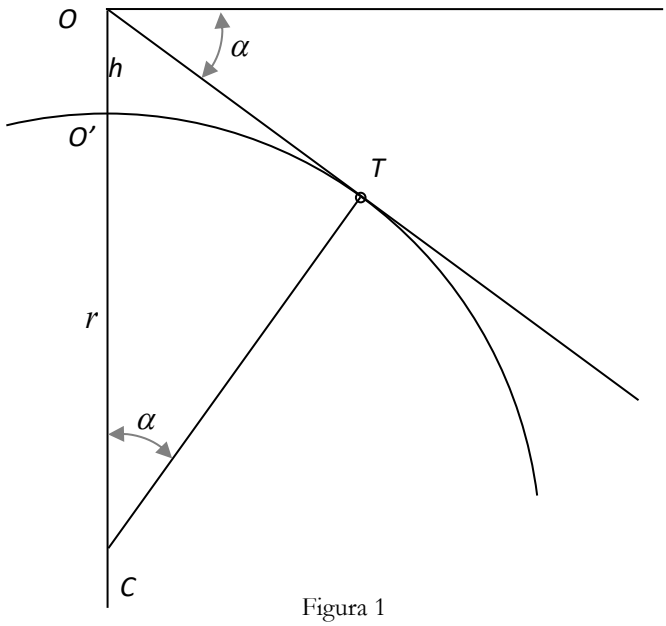


Figura 1

Nell'appendice si dimostra inoltre che se α_2 è l'angolo *O'CT'* che sottende l'arco di orizzonte con rifrazione, si ottiene:

$$\alpha_1 = \alpha\sqrt{1-k} \qquad (4)$$

$$\alpha_2 = \alpha\frac{1}{\sqrt{1-k}} \qquad (5)$$

Crosato dimostra inoltre che, se *h* è espresso in metri e α in primi d'arco:

$$\alpha = 1.926\sqrt{h} \qquad (6)$$

Il valore di *k* varia col mutare delle condizioni atmosferiche e, in serate normali, si ritiene che il suo valore sia pari a 1/6. Con questo dato, per un luogo di altezza *h*, i valori di α_1 e α_2 diventano:

$$\alpha_1 = \alpha\sqrt{5/6} = 1.926\sqrt{h}\sqrt{5/6} = 1.76\sqrt{h} \qquad (7)$$

$$\alpha_2 = \alpha\sqrt{6/5} = 1.926\sqrt{h}\sqrt{6/5} = 2.11\sqrt{h} \qquad (8)$$

in cui, come già detto, *h* è espresso in metri e gli angoli α_1 e α_2 sono ottenuti in primi d'arco. Se *k=0* non c'è rifrazione, quindi *T'* coincide con *T* e $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2$.

L'angolo di depressione da usare nella (2) per ottenere l'ampiezza del semiarco diurno è quindi α_2. Usando un valore di rifrazione media all'orizzonte di 34', il semidiametro del Sole *s* del giorno considerato e, dalla (8), α_2 riferito all'altezza h, dalla (2) si può definire il valore di H per ogni quota. Allora, nello stesso giorno a una stessa latitudine, se H_0 è l'angolo orario a livello del mare e H_1 quello di un luogo di altezza h (s.l.m.), con $H_1 - H_0$ si può definire la differenza dei tempi del tramonto (o della levata) tra i due luoghi [5]. Nella tabella di Figura 2 sono calcolati $H_1 - H_0$ all'equinozio di primavera, solstizio d'estate e d'inverno alle latitudini 0°, 20°, 40°, 60°, per luoghi d'altezza 10 m, 100 m, 1000 m e 3000 m.

Considerazioni sui valori di *R* e di *k* in un luogo sopraelevato.

Dal 2000 trascorro le vacanze estive presso la Baia di Manaccora sul Gargano (FG) – Figura 3 – un luogo ideale per l'osservazione del tramonto del Sole fino al contatto dell'ultimo lembo con l'orizzonte in mare.
Su 329 serate passate in quel luogo, per ben 182 volte (55,3%) ho potuto registrare il tempo esatto del tramonto. Con quel dato è possibile risalire al valore della rifrazione reale *R* in quanto sono noti:

- la latitudine φ (41° 56' 47.4")
- la declinazione del Sole δ [6]
- il semidiametro *s* [6]

H1 - Ho. Minuti di ritardo del tramonto del Sole (o di anticipo sulla levata) calcolati rispetto a quota 0m con riferimento al lembo superiore considerando la rifrazione					
Bepi De Donà - Johannes-					
Decl. Sole	Quota	Lat. 0° N	Lat. 20° N	Lat. 40° N	Lat. 60° N
	10 m	0.4	0.5	0.6	0.9
0°	100 m	1.4	1.5	1.8	2.8
	1000 m	4.4	4.7	5.8	8.9
	3000 m	7.7	8.2	10.1	15.5
	10 m	0.5	0.5	0.7	1.6
+23,44°	100 m	1.5	1.7	2.2	5.0
	1000 m	4.8	5.3	6.9	16.3
	3000 m	8.4	9.1	12.0	29.4
	10 m	0.5	0.5	0.7	1.4
-23,44°	100 m	1.5	1.6	2.1	4.4
	1000 m	4.9	5.2	6.7	13.5
	3000 m	8.4	9.0	11.6	23.0

Figura 2

- l'altezza *h* del luogo sopraelevato, da cui α_2 dalla (8)
- l'angolo orario *H* dell'istante ottenuto interpolando l'ora registrata del tramonto *ht* con gli istanti dei culmini hc_1 e hc_2 dei due giorni a cavallo del rilievo:

$$H = \frac{24\ ht}{24 + hc_2 - hc_1} \qquad (9_0)$$

Dalla (2) si può ora ricavare $(R + s + \alpha_2)$:

$$sen(R + s + \alpha_2) = -[\cos(H)\cos(\delta)\cos(\varphi) + sen(\delta)\ sen(\varphi)] \qquad (9)$$

e ottenere *R*, sottraendo $(s + \alpha_2)$ dall'*arcsen* della (9). (9_1)

Nel 2002, con 17 osservazioni a disposizione, ricavai un valore medio di *R* pari a 36.65', in accordo con i valori di alcuni autori [3] e molto vicino a quello delle tabelle pubblicate negli almanacchi UAI prima del 2000 [2]. La precisione di quel dato fu ritenuta modesta per via della sua deviazione standard di 6.25' pari al 17% del valore misurato.

Nel 2009 pubblicai un aggiornamento dopo 50 osservazioni [7] descrivendo un metodo per ricavare il valore della rifrazione vicino all'orizzonte (altezze da 0° a 2°) con l'uso della macchina fotografica. Ora, dopo 182 osservazioni, il valore medio si è abbassato a 33.43' (e la deviazione standard a 5.52'), una misura che si allontana dal nostro vecchio almanacco ma s'avvicina al dato di altri autori, come i 34.45' di G. G. Bennet [8] e i 34' dell'*Astronomical Almanac* [9].

Figura 3 – Tramonto alla Baia di Manaccora (FG)

L'espressione di G. G. Bennet prende in considerazione unicamente la distanza zenitale apparente z' del punto da analizzare:

$$R = \frac{1}{\tan\left[(90° - z') + \frac{7.31}{(90° - z') + 4.4}\right]}$$

Il risultato è espresso in primi d'arco. Ottenuto il valore di *R*, Bennet consiglia una correzione usando la seguente successiva formula:

$$-0.06\, sen(14.7\, R + 13) \qquad (10)$$

dove le grandezze tra parentesi sono espresse in gradi e il valore che si ricava è ancora in primi d'arco.

L'*Astronomical Almanac*, nella sezione M13, indica genericamente *R=34'* per osservazioni a livello del mare, ma nella sezione B87, per altezze inferiori a 15°, propone quest'altra espressione:

$$R = \frac{P\,(0.1594 + 0.0196\, h' + 0.00002\, h'^2)}{[(273 + t)(1 + 0.505\, h' + 0.0845\, h'^2)]} \qquad (11)$$

dove *h'* è l'altezza apparente dell'astro, *P* la pressione atmosferica espressa in millibar e *t* la temperatura in gradi centigradi. Considerando una pressione media di 1013 Mb :

a 0 °C si ricava → R = 35.5'
a 10 °C → R = 34.23'
a 20 °C → R = 33.06'
a 30 °C → R = 31.97'

Supponendo una temperatura media delle sere estive di circa 24 °C, dalla (11) si ottiene un valore di R=32.73'.

Il valore medio di 33.45' è quindi vicino ai dati dell'*Almanac* e di Bennet, i soli che, oltre al dato medio, propongono un algoritmo con cui calcolare il valore della rifrazione a tutte le altezze e si spingono fino alla linea dell'orizzonte. Un azzardo secondo molti autori, che sono più propensi ad appoggiare opinioni simili a quella espressa dal grande matematico Friedrich Wilhem Bessel (1784 – 1846) che sconsigliava di determinare certe costanti della rifrazione con osservazioni dirette all'orizzonte [10], o di Francesco Zagar (1900 – 1976) che in [3] afferma che "*per distanze zenitali oltre gli 85° nessuna teoria dà risultati soddisfacenti ed è quindi preferibile assumere dei valori determinati empiricamente dalle osservazioni*".

Si segnala infine la tabella con i valori delle rifrazioni a diverse altezze proposta da Gian Domenico Cassini (1625 – 1712), con dati straordinariamente vicini a quelli attuali [11][12] e un significativo e sorprendente valore stimato per la rifrazione all'orizzonte di R=32.33' [13].

Analisi delle osservazioni

Nella tabella di Figura 4 sono elencati, in ordine di tempo, i valori ottenuti dai rilievi.

Il dato di R=33.43' è ricavato dalla media di valori disomogenei, come testimonia la deviazione standard di 5.53. In 53 occasioni il valore della rifrazione è stato inferiore a 30', 83 volte è compreso tra 30' e 35', 23 volte tra 35' e 40', e ben 23 volte oltre 40'. Il valore minimo di 26.91' è stato registrato il 12/08/2006, mentre il valore massimo di 55.87' il 7/7/2017.

Le forti variazioni dipendono ovviamente dalle diverse condizioni atmosferiche.

In linea generale, quando c'è vento di tramontana, il cielo terso e la temperatura fresca (sono le sere in cui è alta la possibilità di osservazione del raggio verde - Figura 5) il valore della rifrazione è basso, sovente sotto i 30'. Poi, quando cessa il vento da nord e il cielo diventa meno pulito, di solito sale la temperatura e aumenta il valore della rifrazione.

Questa osservazione contraddice il dato ottenuto con la (11) in cui R aumenta se i gradi Celsius calano. Per una analisi più accurata su questo aspetto bisognerebbe eseguire dei rilievi in altra stagione, specie in quella invernale.

BAIA DI MANACCORA (FG)
VALORI RILEVATI DELLA RIFRAZIONE ALL'ORIZZONTE

	18/06/00	29.74	12/08/06	26.91	15/06/11	29.68	15/06/13	46.46	15/06/15	30.96	20/06/18	31.51
	19/06/00	30.76	13/08/06	27.86	16/06/11	33.51	16/06/13	43.42	18/06/15	28.31	23/06/18	29.34
	20/06/00	31.61	14/08/06	29.53	20/06/11	30.27	17/06/13	38.65	21/06/15	28.20	24/06/18	28.99
	21/06/00	35.56	15/08/06	29.66	21/06/11	33.13	19/06/13	36.23	22/06/15	31.32	26/06/18	29.73
	22/06/00	33.91	16/08/06	39.46	22/06/11	43.49	20/06/13	47.42	23/06/15	37.70	27/06/18	28.17
	23/06/00	36.00	09/08/08	28.70	23/06/11	51.57	23/06/13	29.80	24/06/15	29.17	29/06/18	28.83
	16/06/01	45.26	10/08/08	29.12	25/06/11	29.33	30/06/13	29.86	26/06/15	29.72	30/06/18	34.66
	17/06/01	29.88	11/08/08	28.37	26/06/11	29.28	01/07/13	31.01	27/06/15	31.96	01/07/18	32.70
	20/06/01	29.65	12/08/08	36.18	27/06/11	30.57	02/07/13	33.73	28/06/15	32.04	05/07/18	35.34
	21/06/01	36.29	13/08/08	48.07	28/06/11	31.09	04/07/13	30.06	29/06/15	30.89	15/06/19	37.02
	22/06/01	42.30	14/08/08	31.89	29/06/11	31.46	05/07/13	32.93	30/06/15	32.72	17/06/19	30.53
	23/06/01	37.14	18/08/08	29.36	03/07/11	29.72	06/07/13	31.73	01/07/15	30.66	21/06/19	37.12
	24/06/01	31.21	19/08/08	29.81	06/07/11	30.11	07/07/13	31.80	02/07/15	32.23	23/06/19	28.96
	25/06/01	49.37	20/08/08	31.65	07/07/11	42.00	08/07/13	30.30	03/07/15	31.93	24/06/19	29.93
	26/06/01	40.99	21/08/08	32.44	08/07/11	46.99	09/07/13	29.61	04/07/15	32.44	25/06/19	31.99
	27/06/01	45.52	22/08/08	34.90	09/07/11	44.45	12/07/13	28.71	03/07/16	30.58	26/06/19	30.80
	29/06/01	32.06	02/08/09	46.32	09/06/12	37.03	19/06/14	29.17	04/07/16	29.74	27/06/19	31.48
	06/08/03	34.50	06/08/09	28.56	11/06/12	40.97	21/06/14	30.31	06/07/16	30.13	28/06/19	34.83
	10/08/03	34.50	07/08/09	29.24	12/06/12	46.37	22/06/14	34.42	07/07/16	30.32	29/06/19	31.33
	13/08/04	30.53	15/08/09	30.70	13/06/12	31.17	25/06/14	33.30	08/07/16	35.72	30/06/19	30.80
	15/08/04	27.94	17/08/09	31.15	14/06/12	31.67	27/06/14	30.60	09/07/16	32.28	01/07/19	37.48
	17/08/04	32.79	18/08/09	29.71	15/06/12	33.54	28/06/14	32.10	10/07/16	30.11	02/07/19	32.62
	18/08/04	49.81	17/06/10	34.84	16/06/12	34.13	29/06/14	39.11	11/07/16	30.02	05/07/19	30.96
	20/08/04	29.04	18/06/10	27.78	17/06/12	35.02	30/06/14	29.27	12/07/16	44.29	06/07/19	43.29
	09/08/05	30.60	23/06/10	31.22	19/06/12	35.66	01/07/14	30.23	13/07/16	37.22		
	15/08/05	27.25	24/06/10	30.23	23/06/12	33.64	02/07/14	35.48	24/06/17	29.06		
	16/08/05	27.44	25/06/10	29.88	26/06/12	29.91	03/07/14	30.16	26/06/17	29.27		
	17/08/05	28.16	27/06/10	28.71	27/06/12	29.89	05/07/14	29.51	29/06/17	46.63		
	19/08/05	30.33	28/06/10	34.18	29/06/12	42.86	06/07/14	31.70	01/07/17	29.25		
			29/06/10	37.93	30/06/12	27.14	08/07/14	36.47	02/07/17	29.25		
			30/06/10	31.10	05/07/12	32.97	09/07/14	33.84	03/07/17	30.83		
			01/07/10	33.48					04/07/17	31.35		
									05/07/17	30.63		
									06/07/17	37.64		
									07/07/17	55.87		
	Tutti	< 40'	Tutti	< 40'	Tutti	< 40'	Tutti	< 40'	Tutti	< 40'	Tutti	< 40'
n. periodo	29	23	32	30	31	23	31	28	35	32	24	23
n. prog.	29	23	61	53	92	76	123	104	158	136	182	159
media periodo	34.49	31.60	32.15	31.15	35.12	31.73	33.46	32.15	32.87	31.36	32.43	31.96
media prog	34.49	31.60	33.26	31.35	33.89	31.46	33.78	31.65	33.58	31.58	33.43	31.64
Dev.Stand. Per	6.50	2.97	4.94	3.07	6.40	2.42	4.96	2.89	5.73	2.51	3.60	2.82
Dev.Stand. Pr	6.50		5.81		6.04		5.77		5.76		5.53	2.77

Figura 4 – Tabella dei rilievi e calcoli di R all'orizzonte a Manaccora (FG)

Nella tabella sono colorate in azzurro le osservazioni in cui R > 40'. Nelle sere in cui la rifrazione raggiunge valori di R > 40', c'è l'impressione (condivisa con altri osservatori) che il tramonto sia regolare fino alla sparizione dei primi tre quarti del diametro del disco solare, poi si verifica uno "stallo" che fa "galleggiare" l'ultimo lembo per alcune decine di secondi causando un incremento del valore di R di quelle sere (vedi Figura 12 e le osservazioni fatte in quel paragrafo).

Se si tolgono dalla lista i 23 valori con R > 40' si ottiene un dato medio di R=31.64' e una deviazione standard più bassa pari a 2.77, cioè l'8.7% del valore misurato.

I risultati sono riepilogati nella parte bassa della tabella di Figura 4, e sono riportati nel grafico di Figura 6 in cui la linea rossa rappresenta il dato medio e la linea tratteggiata quello ottenuto escludendo i valori di R > 40'.

Il grafico di Figura 7 è stato fatto da Pietro Poy e mostra la distribuzione dei 182 valori rilevati a Manaccora. Egli ha anche ricalcolato i dati statistici con un intervallo di ±5.5' dal dato medio di 34.5' risultante dall'algoritmo di Bennet (10) [8], concludendo che "*La media di 32.11' con deviazione standard 2.61 si avvicina di più ai dati in letteratura*".

Figura 5 – Raggio verde a Manaccora (FG)

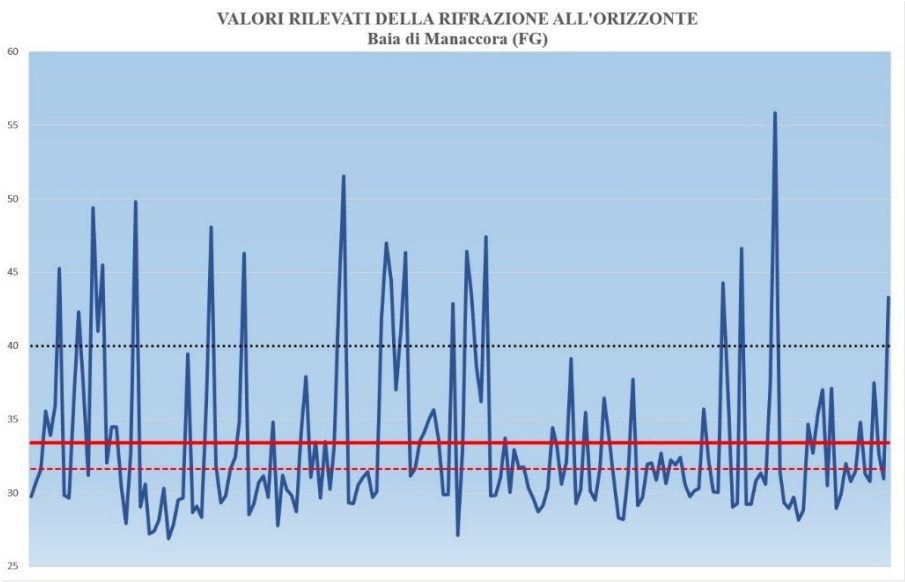


Figura 6 – Andamento dei valori di R rilevati a Manaccora (FG)

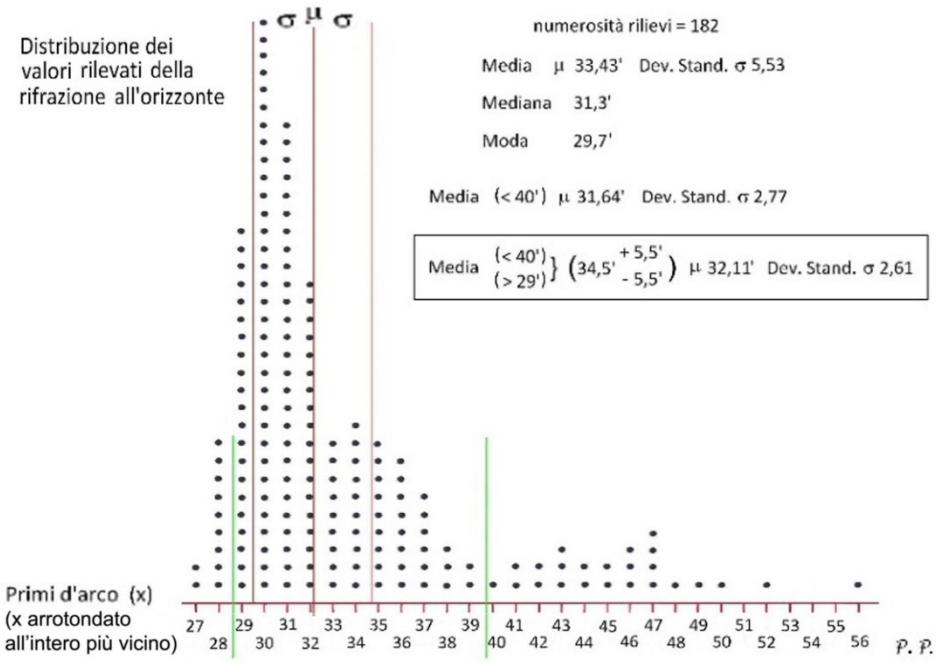


Figura 7 – Distribuzione grafica dei valori rilevati [Pietro Poy]

Questa ricerca mostra quindi in modo evidente come non sia possibile prevedere le effemeridi dei tempi di levata e tramonto in modo preciso.

Per esempio, nelle sere del 26 e 29 giugno 2017, i tempi teorici del tramonto con *R=34'* differivano tra loro di 4s, mentre i tramonti registrati con rifrazioni rispettivamente di 29.27' e 46.63', hanno comportato una differenza di ben 107s. Si veda la Figura 8.

Data	Tempo teorico del tramonto			Tempo registrato del tramonto			R
26/06/17	19^h	35^m	58^s	19^h	35^m	28^s	29.27'
29/06/17	19^h	35^m	54^s	19^h	37^m	15^s	46.63'
		Differenze	04^s			107^s	17.36'

Figura 8 – Due sere a confronto

Osservazioni sull'angolo di depressione

Come già riferito, l'altezza *h* del mio terrazzo alla Baia di Manaccora rispetto al livello del mare è di 10.3 m. Ho eseguito la misura partendo dal livello medio locale e, tramite lo strumento topografico Wild NA24, con successive stazioni, sono risalito alla quota del davanzale della mia postazione (Figura 9). Il dato è usato nella (8) per la determinazione della depressione teorica α_2. Riepilogando quanto già detto, per un luogo di altezza h, gli angoli α, α_1 e α_2 sono rispettivamente l'angolo di depressione geometrico, quello apparente e quello che sottende l'arco OT' soggetto a rifrazione usato nei calcoli. Usando la (6), la (7) e la (8) con *h*=10.3 m e *k*=1/6, si ottengono questi valori:

$$\alpha = 1.926\sqrt{h} = 6.18' = 0.103°$$

$$\alpha_1 = \alpha\sqrt{5/6} = 1.76\sqrt{h} = 5.65' = 0.094°$$

$$\alpha_2 = \alpha\sqrt{6/5} = 2.11\sqrt{h} = 6.77' = 0.113°$$

in cui: $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$

Come riferito il valore di *R* dipende in maniera importante dai fattori meteorologici locali, quindi non è stabile ma fortemente variabile. Come vedremo è possibile verificare che la stessa disomogeneità interessa la rifrazione al suolo, quindi che anche *k*, α_1 e α_2 sono molto dissimili nelle varie sere. Per fare questa ricerca, nel 2010, dopo 10 anni di osservazioni, portai alla Baia il Teodolite Wild T2, uno strumento che serve per misurare angoli orizzontali e verticali, quindi azimut e altezze. È costituito da una struttura fissa, montata su tre viti di livello, sulla quale poggiano un cerchio orizzontale e un'alidada mobile che ruota attorno ad un asse verticale solidale alla struttura fissa. L'alidada porta un cannocchiale da osservazione e gli strumenti per la misura di entrambi gli angoli. Dal 2010, durante le vacanze, il T2 staziona stabilmente sul terrazzo della mia postazione (Figura 9).

Figura 9 – Teodolite Wild T2

Ogni sera, prima del tramonto, metto in bolla lo strumento, poi dall'orizzonte astronomico (0°) misuro l'effettivo valore della depressione α_1. Nei 90 rilievi effettuati ho ricavato un dato medio di α_1 pari a 0.0894°, un valore più basso rispetto a quello ottenuto con k=1/6 di 0.094°.

Se α_1 = 0.0894° e α = 0.103° (con *h*=10.3 m) si ottiene:

dalla (4) $$k = 1 - \frac{{\alpha_1}^2}{\alpha^2} = 0.247 = \frac{1}{4.04}$$

dalla (5) $\alpha_2 = \alpha \dfrac{1}{\sqrt{1-k}} = 0.119°$

e nella (8) il coefficiente di $\sqrt{h}$ diventa: $coeff\ \sqrt{h} = \dfrac{\alpha_2}{\sqrt{h}} = 2.22$

Come detto, anche in questo caso come per la determinazione di R, non vi è compattezza tra i singoli dati che sono evidentemente fortemente alterati da sere particolari in cui α_1 ha assunto valori bassissimi. Infatti, se si escludono le sere in cui $\alpha_1 < 0.07°$ (quasi tutte comprese tra quelle in cui R > 40'), la misura media di α_1 diventa 0.09762°, qui più alta rispetto a quella ottenuta con k = 1/6.

Se $\alpha_1 = 0.09762°$ e $\alpha = 0.103°$ (con h = 10.3 m) si ottiene:

$$k = 0.103 = \frac{1}{9.7} \qquad \alpha_2 = 0.109° \qquad coeff\ \sqrt{h} = 2.04$$

In Figura 10, tre sere con α_1 bassissimo (Foto 2, 3, 4), sono confrontate con la Foto 1 di una sera "normale" in cui *R*, α_1, α_2, *k* ed il coefficiente di $\sqrt{h}$ hanno valori vicini alla media. Tutte le immagini sono state scattate dalla stessa postazione (il mio terrazzo a 10.3 m) con un obiettivo avente focale fissa di 300 mm, ritagliate e adattate alla stessa porzione di scoglio, di mare e di cielo. Per ogni foto è indicata la data, la rifrazione *R* della sera e la misura dell'angolo α_1 ottenuta col T2.

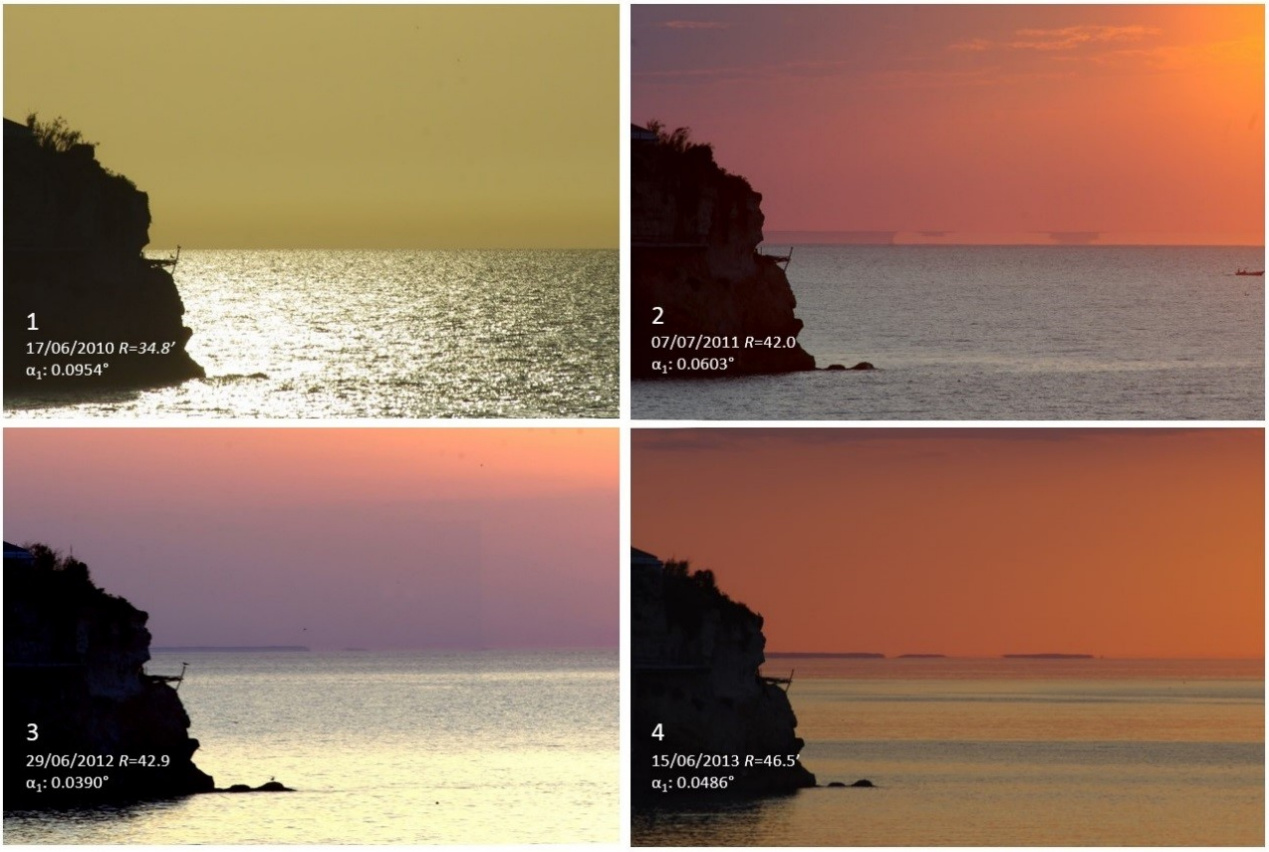


Figura 10 - Alcune serate a confronto

Nell'elenco dei parametri (fig. 11) è stata aggiunta la distanza *D* dell'orizzonte visibile delle quattro sere ottenuta con questa relazione:

$$D = \alpha_{2\,RAD}\ r \qquad (12)$$

dove r = 6.368.626 m è il raggio geocentrico della Terra alla latitudine di Manaccora (vedi procedimento per il suo calcolo a pag. 79 di [14]).

In Figura 11 sono riepilogati i dati delle quattro sere:

Data	$\alpha_1{}^o$	R'	*k*	$\alpha_2{}^o$	*coeff* $\sqrt{h}$	*D [m]*
17/10/2010	0.0954	34.8	0.143	0.111	2.08	12 374
07/07/2011	0.0603	42.0	0.658	0.176	3.29	19 576
29/06/2012	0.0390	42.9	0.857	0.272	5.09	30 268
15/06/2013	0.0486	46.5	0.778	0.219	4.08	24 289

Figura 11 – Parametri delle quattro sere di Figura 10

Come detto l'immagine n. 1 di Figura 10 si riferisce a una sera "normale" (l'80/90 % delle sere totali) in cui i parametri sono vicini alla media e il livello del mare è pressappoco sempre quello. Dalla foto si nota che la linea dell'orizzonte sfiora la punta dell'antenna del piccolo trabucco. Nelle immagini delle altre sere è invece ben evidente come la linea apparente di livello del mare sia più alta.

Osservando le foto delle tre sere, a sinistra vicino allo scoglio appaiono, sopra la linea dell'orizzonte, delle ombre scure che, se non osservate attentamente, sembrano delle nuvole. Nel 2010 mia figlia Francesca, allora di soli otto anni, puntando lo sguardo in quella zona, mi disse: "…quelle nuvole papà… sono identiche a quelle di ieri sera". Effettivamente parevano le stesse che avevamo osservato e commentato anche la sera prima. "Se sono uguali non sono nuvole" risposi a Francesca. Controllai sul mio software dedicato ai rilievi estivi l'azimut della base dello scoglio collocata a 295.7° misurati da nord. Aprii Google Earth e col "righello" constatai che in quella direzione c'erano le isole di Capraia e San Nicola del gruppo delle Tremiti.

Chiesi ai locali se ciò fosse possibile, ma da tutti ebbi la stessa risposta: "da qui le Tremiti non le ha mai viste nessuno. Per vederle devi salire, andare su alle antenne". Con Google misurai la distanza delle Tremiti dal mio terrazzo di 49.200 m.

Nell'ultima colonna di Figura 11 il valore di D risulta effettivamente sempre inferiore alla distanza reale delle Isole. Le "nuvole" delle foto non sono quindi le Isole, ma un "miraggio superiore", cioè quel fenomeno dovuto alla riflessione e rifrazione che si verifica su oggetti al suolo distanti, oltre la linea dell'orizzonte. I raggi attraversano strati d'aria con temperature fortemente dissimili tra loro e, a causa dei diversi indici di rifrazione, ribaltano in cielo le immagini al suolo, in questo caso le Isole Tremiti. In tutte le foto la linea del miraggio superiore interseca lo scoglio sempre nello stesso punto, quindi è sempre allo stesso livello. Casualmente coincide con l'orizzonte astronomico, quota 0° del piano strumentale del T2. Di conseguenza varia ogni sera il dislivello con l'orizzonte visibile.

In Figura 12 si vede una sequenza di immagini del tramonto della sera del 07/07/2011.

Nella prima in alto a sinistra è ripetuta la Foto 2 di Figura 10 ed è indicata la linea del miraggio e la linea α_1 dell'orizzonte visibile misurata col T2. Le due linee sono ben visibili anche in tutte le altre foto, dalla A alla H, che mostrano in sequenza il tramonto di quella sera.

Nell'immagine A il Sole ha ancora la classica forma ellittica degli istanti in cui il bordo inferiore tocca l'orizzonte, mentre nella B l'immagine non è più simmetrica ed è come se il tramonto fosse già iniziato. In C il Sole appare visibile solo a metà. In questa fase, chi osserva il tramonto senza esperienze analoghe, pensa che quello sia un tramonto "normale" che termina da lì a poco. Invece qualche istante dopo, in D, la zona tra le due linee viene "sfondata" dalla luce del Sole.

Nei tempi registrati nella fotocamera in quella serata, tra l'immagine B e D passano $1^m\ 54^s$. Poi, sempre dallo scatto B, la E è fatta dopo $3^m\ 10^s$, la F dopo $4^m\ 05^s$, la G dopo $5^m\ 15^s$, la H dopo $6^m\ 10^s$, ma quell'ultima linea rimane là e sparisce dopo un altro minuto circa. In una serata normale il tempo *T* in minuti di differenza tra il passaggio sulla linea dell'orizzonte tra i due lembi inferiore e superiore del Sole, è dato da questa formula [4][15]:

$$T = \frac{2s}{\sqrt{cos^2(\varphi)\ sen^2(\delta)}} \qquad (13)$$

dove *s* è il semidiametro del Sole in primi d'arco.

Applicando la (13) a quella serata il passaggio teorico avviene in 3^m 19^s, un tempo di circa 4^m più basso rispetto a quello registrato. In questa situazione usare il "clic" del tempo del tramonto su formule matematiche è evidentemente un azzardo. La sottile striscia di luce finale che si distende e rimane a lungo sull'orizzonte è simile allo Novaya Zemlya, un fenomeno più esteso in azimut, che prende il nome dall'omonimo arcipelago del Mar Glaciale Artico dove pare sia stato osservato la prima volta [16].

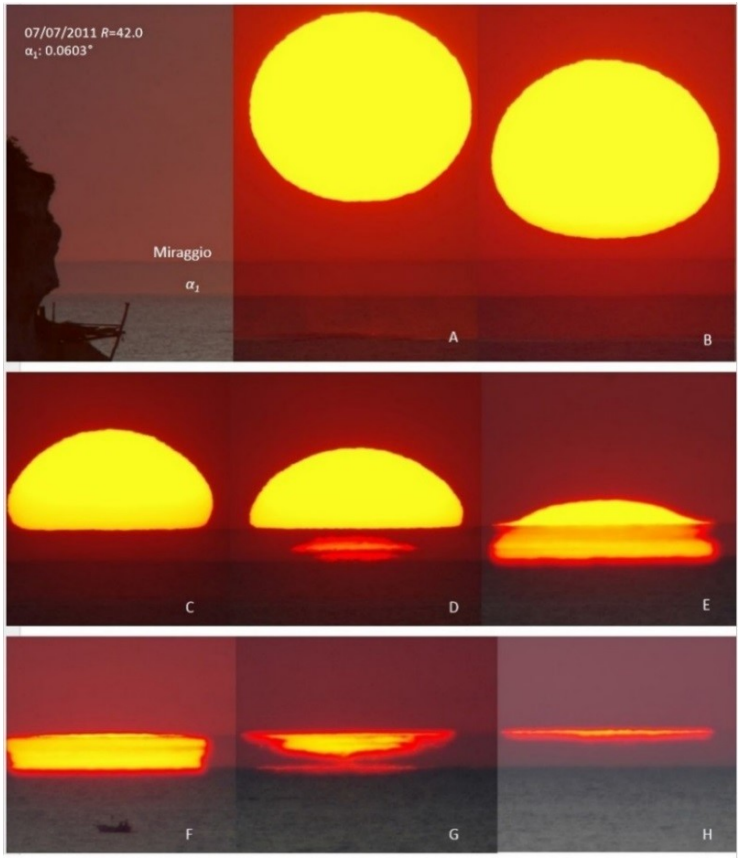


Figura 12 – Tramonto del Sole del 07/07/2011

Conclusioni

Il fenomeno qui descritto per tre sere, non è frequentissimo, ma ogni tanto accade. Dai dati ricavati nella tabella di Figura 11, si evidenzia che in quelle sere quando α_1 tende a 0°, k si alza. Quando k s'avvicina a 1, l'angolo α_2 e la distanza D aumentano fino a valori infiniti con la curvatura che tende ad annullarsi. È altrettanto evidente che se si ricava R dalla 9_1, quando α_2 aumenta R diminuisce fino a scendere a valori non verosimili ($R < 20'$).

Pertanto, come già detto, questo tentativo di usare gli algoritmi in bibliografia per ottenere risultati attendibili appare infruttuoso. Come per R, le formule proposte sono indicative, non ci si deve aspettare la precisione assoluta, anzi, paradossalmente, la ricerca del rigore può trasformarsi in un palese errore. A fronte di questa considerazione negativa vi è però la conferma che il metodo può essere usato nelle sere "normali" tenendo comunque ben presenti i suggerimenti di cautela espressi da Bessel, Zagar e Sambo.

Spero, infine, che questo lavoro sia di stimolo per ulteriori verifiche e riflessioni.

Appendice A: Deflessione vera e apparente, altezza vera (a cura di Renzo Crosato)

Si definiscano in Fig. 13 le seguenti grandezze:

α = deflessione vera
α_1 = deflessione apparente
$-(\alpha_2-\alpha_0)$ = altezza vera
$R = CO'$ = raggio terrestre
$h = OO'$ = altitudine

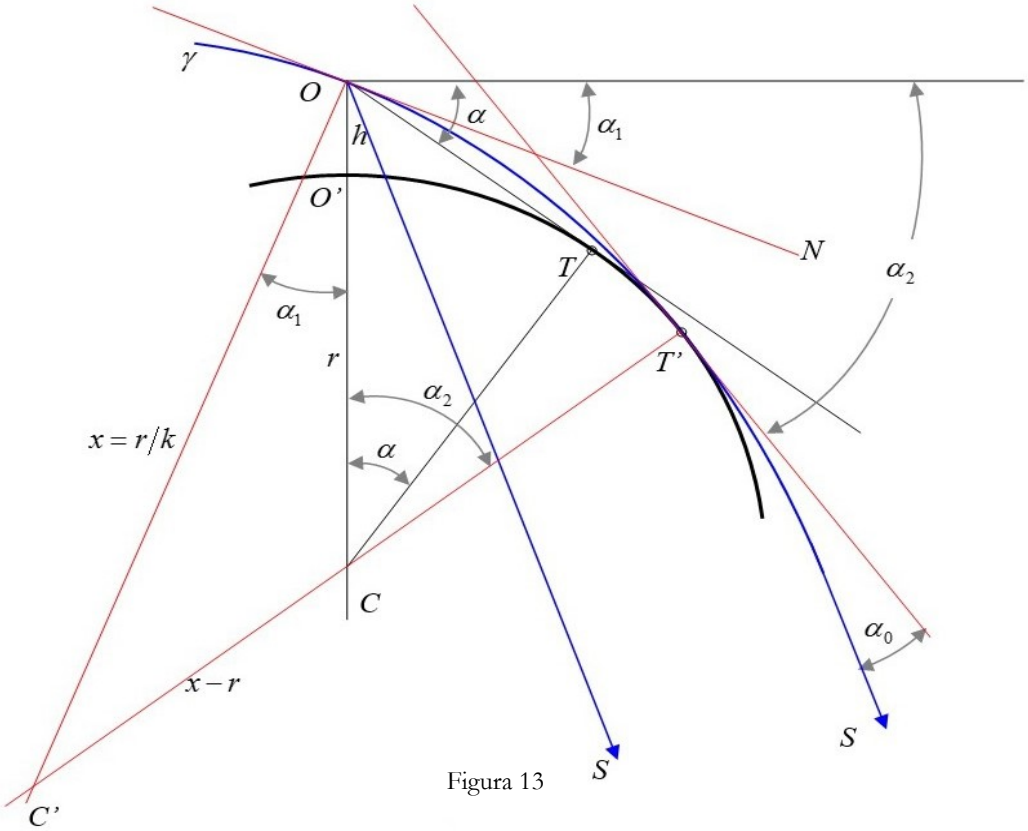


Figura 13

Se non ci fosse rifrazione l'orizzonte sarebbe visto sotto l'angolo α; la rifrazione incurva la traiettoria della luce rendendo visibile una porzione maggiore dell'orizzonte, poniamo fino a *T'*. Approssimiamo la traiettoria dei raggi luminosi con un arco di circonferenza γ. La tangente a γ nel punto di osservazione *O* è inclinata di α_1 (ossia dell'angolo sotto il quale appare *T'* a chi osserva) sotto l'orizzontale ed è tangente in *T'* alla circonferenza terrestre; chiamiamo *C'* il centro di γ e *x* il raggio. Poniamo inoltre $x=r/k$, dove *k* è un parametro da determinare sperimentalmente.

Dal triangolo *OCT* si ottiene:

$$\cos(\alpha) = \frac{r}{r+h}$$

Sviluppando il coseno in serie di Taylor intorno a $\alpha = 0$, $\cos(\alpha) = 1 - \frac{1}{2!}\alpha^2 + \frac{1}{4!}\alpha^4 - \cdots$

e tenendo conto che, essendo $h \ll r$, α è molto piccolo, ci si può fermare al secondo termine, abbiamo:

$$\cos(\alpha) \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2} \quad \Rightarrow \quad 1 - \frac{\alpha^2}{2} = \frac{r}{r+h}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{2h}{r+h}} \approx \sqrt{\frac{2h}{r}} \qquad \boxed{\alpha \approx \sqrt{\frac{2h}{r}}}$$

Dato che r = 6368 10^3 *m*, risulta α = 5.6 10^{-4} $\sqrt{h}$ *rad* oppure, volendo esprimere α in primi d'arco:

$$\alpha = 1.926\sqrt{h}$$

Applicando il teorema del coseno al triangolo *OCC'*:

$$x^2 = (r+h)^2 + (x-r)^2 + 2\,(r+h)\,(x-r)\cos(\alpha_2)$$

$$\cos(\alpha_2) = \frac{\frac{1-k}{k} - \frac{h}{r}}{\frac{1-k}{k}\left(1+\frac{h}{r}\right)}$$

e dato che vale l'approssimazione $\cos(\alpha_2) \approx 1 - \frac{{\alpha_2}^2}{2}$:

$${\alpha_2}^2 \approx 2\,[1-\cos(\alpha_2)] = \frac{2\frac{h}{r}}{(1-k)\left(1+\frac{h}{r}\right)} \approx \frac{2\frac{h}{r}}{1-k} = \frac{\alpha^2}{1-k}$$

e concludendo:

$$\boxed{\alpha_2 = \frac{\alpha}{\sqrt{1-k}}}$$

Applicando il teorema dei seni allo stesso triangolo:

$$\frac{sen(\alpha_1)}{x-r} = \frac{sen(\alpha_2)}{x} \quad \Rightarrow \quad sen(\alpha_1) = sen(\alpha_2)\frac{x-r}{x} = sen(\alpha_2)\,(1-k) \quad \Rightarrow \quad \alpha_1 \approx \alpha_2\,(1-k) \quad \text{da cui}$$

$$\boxed{\alpha_1 = \alpha\,\sqrt{1-k}}$$

Noto α misurando la deflessione apparente α_1 si deduce il parametro *k*.

La rifrazione agisce come se la Terra avesse un raggio maggiore.

Costruiamo una circonferenza per *O'*, dove ha tangente orizzontale, e tangente in *T''* alla retta *ON* che si trova sotto l'orizzontale della deflessione apparente α_1, e chiamiamo *C''* il suo centro e *x'* il raggio.

Dimostreremo che $x' = \frac{r}{1-k}$

$$\cos(\alpha) = \frac{r}{r+h} \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2} \qquad \Rightarrow \qquad \alpha = \sqrt{\frac{2h}{r}}$$

$$\cos(\alpha_1) = \frac{x'}{x'+h} \approx 1 - \frac{{\alpha_1}^2}{2} \qquad \Rightarrow \qquad \alpha_1 = \sqrt{\frac{2h}{x'}}$$

Poiché in precedenza abbiamo già dimostrato che $\alpha_1 = \alpha\sqrt{1-k}$, possiamo scrivere

$$\sqrt{\frac{2h}{x'}} = \alpha\sqrt{1-k} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{2h}{r}\frac{r}{x'}} = \alpha\sqrt{1-k} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{r}{x'}}\,\alpha = \alpha\,\sqrt{1-k} \quad \Rightarrow \quad \frac{r}{x'} = 1-k$$

Da cui concludiamo che

$$x' = \frac{r}{1-k} \qquad c.v.d.$$

Quindi tutto avviene come se la Terra avesse il raggio $x' = \frac{r}{1-k}$ e non ci fosse rifrazione.

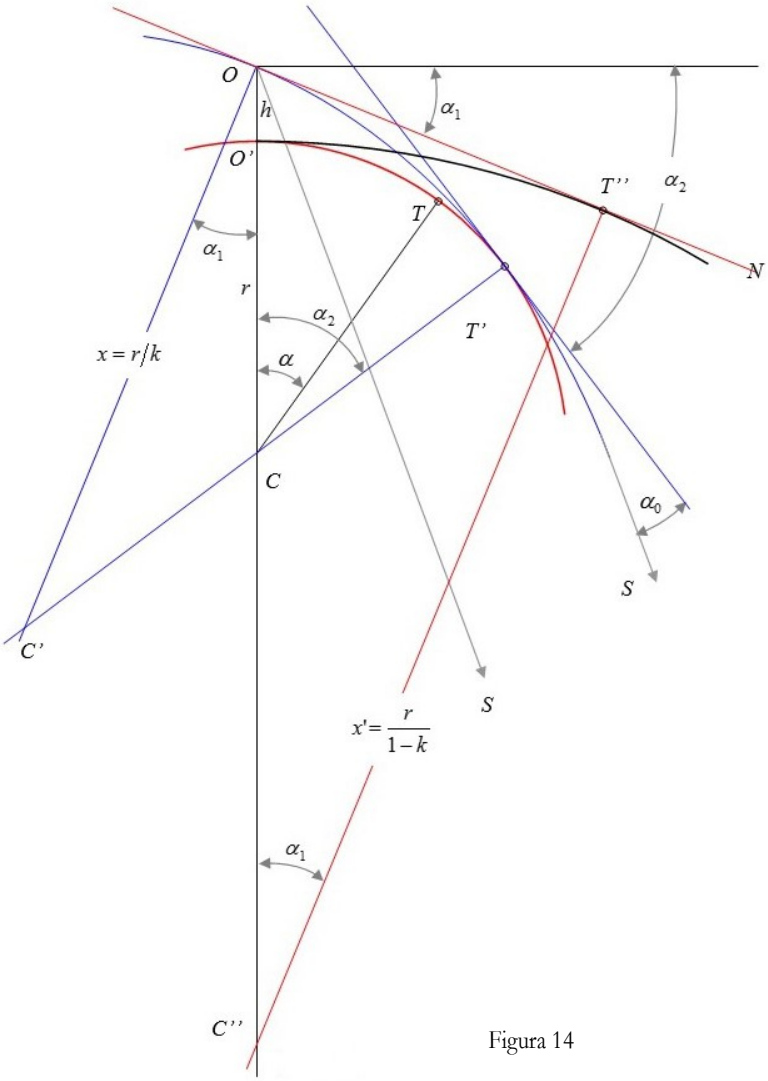


Figura 14

Bibliografia

[1] Sambo A., *Problemi di astronomia sferica e teorica,* Biroma Ed., Galliera Veneta, 1990

[2] De Donà G., *Astronomia*, 1, pag. 4-11, Ed. DBS, Seren del Grappa (BL), 2003

[3] Zagar F., *Astronomia sferica e teorica*, Ed. Zanichelli, Bologna, 1948

[4] Ferrari G., *Orologi Solari*, n. 2, agosto 2013

[5] Moscatt A., De Donà G., Casalegno G., Righi R., Ferro Milone F., *https://groups.google.com/forum/#!forum/gnomonicaitaliana*, 2019

[6] De Donà G., *Almanacchi UAI, pagine del Sole*, 2002-2020

[7] De Donà G., *Astronomia*, 1, pag. 19-24, Ed. DBS, Seren del Grappa (BL), 2010

[8] Bennett, G.G., *Journal of the Institute for Navigation*, 35, 225-259, 1982

[9] AA.VV., *The Astronomical Almanac*, U.S. Government Printing Office, 2009

[10] Sambo A., Comunicazione personale

[11] Manfredi E., *De Gnomone Meridiano Bononiesi ad Divi Petroni*, Bologna, 1736 traduzione di Alessandro Gunella, 2005

[12] De Donà G., *Atti del XIX Seminario di Gnomonica*, pag. 92, Cefalù, 2014

[13] Helborn J.L., *Il Sole nella Chiesa*, Ed. Compositori, Bologna, 2005

[14] Meeus J., *Astronomical Algorithms*, William Bell, Richmond, 1991

[15] AA.VV., *Explanatory Astronomical Almanac*, pag. 489. U.S. Government Printing Office

[16] Meniero M., Ricco A., *Astronomia*, Ed. DBS, Seren del Grappa (BL), 2003

L'Eliofanografo

Si descrive un semplice strumento usato negli osservatori meteorologici per misurare le ore di insolazione del luogo, che di fatto è un orologio solare polare cilindrico con lo gnomone costituito da una sfera di vetro e scala di registrazione costituita da una striscia di carta sulla quale i raggi solari lasciano una bruciatura.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

L'eliofanografo viene usato negli osservatori meteorologici per misurare le ore di insolazione della località; si tratta di uno strumento che di fatto è un orologio solare polare cilindrico con lo gnomone costituito da una sfera di vetro di notevoli dimensioni rispetto alla lunghezza dell'ortostilo (Fig. 1).

La sfera di vetro ottico è sostenuta ai poli da due supporti posti alle estremità di un arco meridiano graduato, che permette di disporre l'asse della sfera con un'inclinazione uguale ai gradi di latitudine del sito in cui è posta (Fig. 2).

Sul piano equatoriale della sfera è situata una superficie sferica cava nella quale vengono poste delle strisce di carta, opportunamente graduate in ore per la registrazione dei dati (le "carte solari").

La carta viene bruciata dai raggi del Sole concentrati dalla sfera: dalla posizione e lunghezza delle bruciature è possibile risalire all'orario, alla durata e in qualche grado anche all' intensità dell'insolazione.

La carta termica deve essere ovviamente sostituita tutti i giorni. Nelle ore in cui non c'è insolazione diretta la carta termica non si impressiona, e lo strumento diventa indice della nuvolosità del cielo.

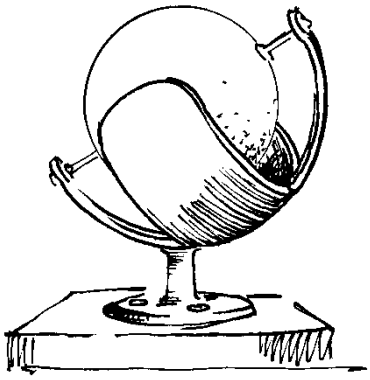


Fig. 1 – Struttura di base dell'eliofanografo in uno schizzo dell'autore.

Fig. 2 – Eliofanografo venduto in rete come curiosità scientifica. L'inclinazione della sfera può essere regolata in base alla latitudine.

I primi eliofanografi, basati sul potere convergente di una sfera rifrangente, furono inventati da John F. Campbell[1] nel 1853, ed erano costituiti da una sfera di vetro ripiena di liquido che, focalizzando i raggi solari, lasciava come traccia una bruciatura all'interno di una coppa semisferica di legno.

Nel 1880, questo primo rudimentale modello di strumento fu perfezionato da sir George Stokes[2], che usò una sfera di vetro pieno, ed ebbe l'idea di usare strisce di carta per registrare le tracce delle bruciature.

Nel 1885, infine, furono costruiti modelli in cui l'asse della sfera poteva essere opportunamente inclinato ed essere adattato a diverse latitudini.

[1] John Francis Campbell, scozzese, vissuto fra il 1821 e il 1885, fu un personaggio eclettico: inventore, letterato e scrittore. Ai suoi tempi la meteorologia muoveva i primi passi come moderna disciplina scientifica.

[2] George Gabriel Stokes (1819-1903) è stato un matematico e fisico irlandese. Docente dell'Università di Cambridge, diede importanti contributi alla dinamica dei fluidi, all'ottica e alla fisica matematica. Fu nominato Baronetto per meriti scientifici.

Lo studio teorico dell'eliofanografo.

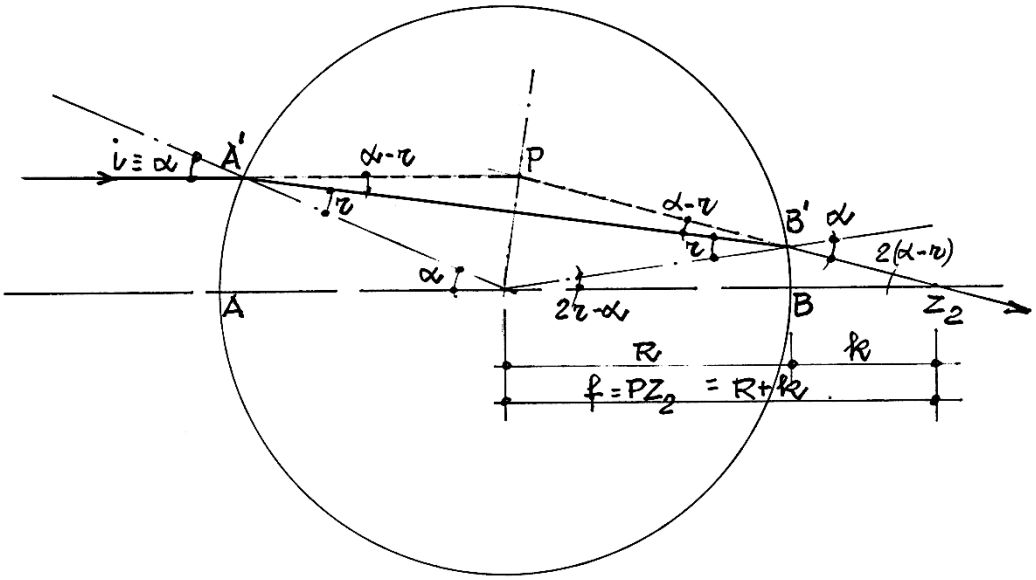


Fig. 2 – Doppia rifrazione di un raggio solare che attraversa una sfera.

La radiazione solare che incide sulla sfera è due volte rifratta, come se la sfera fosse una grossa lente il cui fuoco dovrà trovarsi sulla superficie cava che circonda la sfera e dove si trova la carta.

Come noto, è applicabile solo per angoli "piccoli" il cosiddetto "campo di Gauss"; in questo caso (Fig. 3) l'indice di rifrazione:

$$n = \sin i \,/\, \sin r$$

può essere sostituito dalla più semplice relazione:

$$n = i/r$$

Applicandolo anche per angoli qualsiasi, ci si deve accontentare di un accentuato astigmatismo del sistema.

Ammettendo la semplificazione di cui sopra, il punto ideale P di incrocio fra i due raggi estremi si trova a metà fra i punti A' e B' cioè in sostanza non è lontano dal centro della sfera.

Si avrà quindi, sempre ammettendo le semplificazioni di cui sopra:

$$k \cdot 2(\alpha - r) = R \cdot (2r - \alpha) \qquad \text{da cui} \qquad k = R \cdot (2r - \alpha)/[2\,(\alpha - r)]$$

$$\text{e infine} \qquad k = R\,(2 - n)/[2(n - 1)]$$

Da cui deriva il valore della distanza focale:

$$f = k + R = R\,n\,/[2\,(n - 1)]$$

Nel caso che, ad esempio l'indice di rifrazione medio sia n = 1,5 la distanza focale, cioè la lunghezza dell'ortostilo, su cui basarsi per tracciare il reticolo delle linee orarie e dei cerchi di declinazione sulla superficie dello schermo (cioè sulle strisce di carta) sarà:

$$f = R\,1{,}5\,/\,[2\,(1{,}5 - 1)] = 1{,}5\,R$$

Alcuni aspetti pratici nella realizzazione dello strumento

Come già detto, si tratta di uno strumento che può essere considerato un orologio solare polare cilindrico, il cui gnomone è costituito da una sfera di vetro di dimensioni notevoli rispetto alla lunghezza dell'ortostilo.

La distanza focale GO può essere considerata la lunghezza dell'ortostilo (Fig. 4).

L'immagine del Sole ottenuta dallo strumento ha molti difetti, ma è ugualmente utile per fornire dati attendibili sulle ore di insolazione.

La superficie dello schermo deve essere approssimativamente sferica, per ridurre gli effetti dell'elevato astigmatismo dell'immagine solare nei periodi solstiziali.

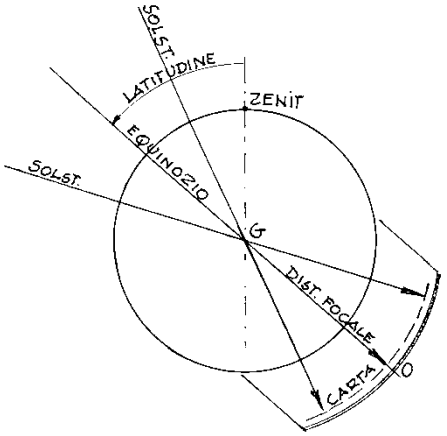


Fig. 3 – La sfera di vetro, gnomone per l'orologio solare.

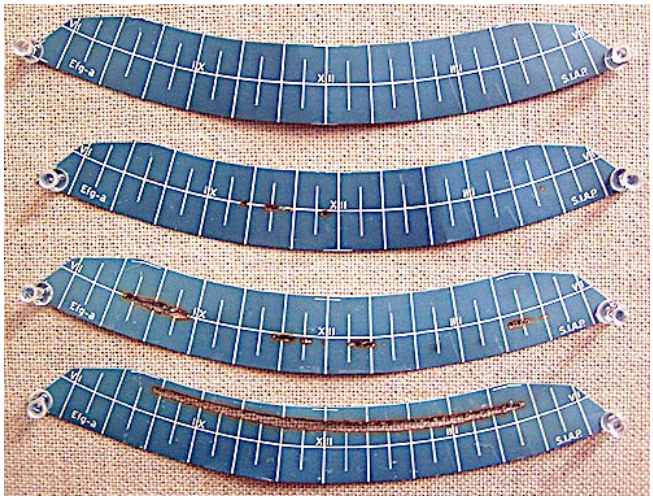


Figura 5 – Esempio di carte solari bruciate dalla radiazione solare. (Foto Los Angeles Pierce College Weather Station, da [2]).

Ci sono perciò tre posizioni in cui sistemare le carte solari. Una è utilizzata per i mesi estivi, un'altra per i mesi invernali e la terza è usata in primavera e in autunno.

Le diverse posizioni delle carte solari compensano il cambiamento degli angoli da cui proviene la luce solare durante l'anno.

Le carte (Fig. 5) sono semirigide e scivolano in canali presenti sul dispositivo di montaggio; sono mantenute in posizione dalla tensione creata dalla forma dell'arco in cui sono forzate quando vengono disposte sulla superficie della sfera.

Nota finale

È probabile che l'idea di sfruttare una sfera per una sorta di meridiana a ustione, sia nata da un uso settecentesco (o forse più antico) di una sfera trasparente da parte di chi si occupava di cucito, sarte e ricamatrici.

Una sfera piena d'acqua posta fra la candela e il punto in cui si doveva operare la cucitura permetteva una concentrazione della scarsa luce in un campo ristretto, e quindi una maggiore possibilità di lavorare anche di notte.

L'iniziale uso di una sfera piena d'acqua anziché di vetro si spiega forse con un indice di rifrazione dei vetri in uso non compatibile o forse con un più banale problema di costi. Sta di fatto che l'uso dell'acqua era un problema: la sfera veniva riempita e l'acqua lasciata sedimentare per tempi piuttosto lunghi per migliorarne la trasparenza. Quando la sfera era in uso, si doveva evitare di spostarla, per evitare il rischio di un rimescolamento dei sedimenti.

Riferimenti

[1] Antonio Parretta, Linda Polastri, "Rifrattometro a sfera dielettrica", presentazione scaricabile dal link: agenda.infn.it/event/9263/contributions/78327/attachments/56801/67059/parretta-antonio_atticon8912.pdf

[2] Franco Foresta Martin, "Intervista all'eliofanografo di Monte Guardia Grande", Lettera del Centro Studi e Documentazione Isola di Ustica, n. 38-39, maggio-dicembre 2011; articolo scaricabile dal link: www.centrostudiustica.it/images/PDF/pdf-copertine-rivista-lettera/Lettera-N.38-39/L38-39_Altri_Eliofanografo_FForestaMartin.pdf

Chi ha inventato il diagramma di Oughtred?

L'autore in questo articolo ricorda un orologio "portatile" di Schoener, che si serve esclusivamente degli Azimuth per individuare l'ora: un diagramma che anticipa di 90 anni il diagramma detto di Oughtred. Spiega anche come Schoener per costruire il diagramma abbia applicato indirettamente il metodo operativo denominato DATSÜR.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Se non vado errato, Oughtred (1575 - 1660) ha pubblicato solo nel 1647 il diagramma[1] attribuito universalmente al suo nome in una breve relazione allegata ad un più rilevante trattato di Matematica sulla soluzione aritmetica delle equazioni.

Georg Hartmann (1489 - 1564)[2] aveva disegnato lo stesso diagramma nei suoi appunti (mai pubblicati fino al 2002) che risalgono agli anni 1518 - 1528.

Ma possiamo ammettere che tali appunti, mai resi pubblici dall'interessato e oggi depositati in famose biblioteche austriache e bavaresi, siano rimasti di fatto ignorati sia dai contemporanei dello studioso, sia nelle epoche successive. È inoltre probabile che all'epoca tale diagramma rientrasse negli studi, più generali, relativi agli Astrolabi e che gli studiosi non abbiano intravisto in esso una rilevanza, o una possibilità di applicazioni gnomoniche.

Un diverso destino ha avuto invece il testo *Gnomonice* di Schoener, pubblicato nel 1562. Esso era noto e apprezzato dai suoi contemporanei, anche se non è di facile lettura e se in esso manca qualsiasi giustificazione teorica delle operazioni e degli schemi proposti, sovente piuttosto originali e (che io sappia) in buona parte mai ripetuti o richiamati in pubblicazioni di autori contemporanei o di epoche successive.

Ebbene, a pag. LXXXVr e seguenti, in un breve articolo, quasi nascosto, ecco il diagramma di Oughtred (nell'Appendice alla Figura 3) con 90 anni di anticipo, usato per costruire un orologio "portatile", forse l'unico all'epoca, che si serve esclusivamente degli Azimuth per individuare le ore. È questa l'opinione di Schoener in merito agli Azimuth, tanto che lo propone al fine di dimostrare la possibilità di trovare le ore solo per mezzo di essi (in confronto con altri strumenti portatili che si servono delle sole Altezze).

Aggiungerei che l'Autore non presenta lo strumento come sua "invenzione"; si direbbe piuttosto che egli ne tratti come di un prodotto usuale (come i dittici di Norimberga o simili), e che se ne occupi quasi come "nota a margine", en passant, senza dargli rilevanza.

---

[1] Il testo sulle Equazioni del 1647 è l'edizione in inglese di una pubblicazione in latino del 1631: *Aritmeticae in numeris et speciebus institutio. ecc*… Allegato al testo del 1647 un breve resoconto, *A most easie art of delineating of plaine sun-dials ecc.* con l'annotazione: inventato dall'autore quando aveva 22 anni. Non ho reperito altri elementi circa una possibile pubblicazione in data precedente

[2] G. Hartmann ai suoi tempi era considerato un buon "meccanico", anche se la sua cultura era principalmente filosofica e religiosa (era un prete cattolico, Parroco a Norimberga, in ambiente ormai protestante); era specializzato nella costruzione di strumenti , fra cui Orologi solari, Astrolabi, ecc… Ha pubblicato un libro in cui ha riversato le sue ricerche sulla prospettiva e sulla rifrazione della luce (*Perspectiva Communis – 1542*), che però viene proposto da lui come rielaborazione di un trattato del 13° secolo, di John Pekam. È nota anche una tazza da lui costruita, in cui è tracciato l'orologio leggibile solo se la si riempie d'acqua: si tratta quindi di una sorta di sintesi delle sue ricerche sulla rifrazione. Fra le ricerche scientifiche attribuite a lui vi è la scoperta della inclinazione dell'ago magnetico (e quindi del campo magnetico) in relazione alla Latitudine. L'editore americano John Lamprey ha scoperto l'esistenza di suoi disegni ed appunti in varie Biblioteche Austriache e Germaniche, e ne ha fatto un testo: *Hartmann's Practika,* del 2002.

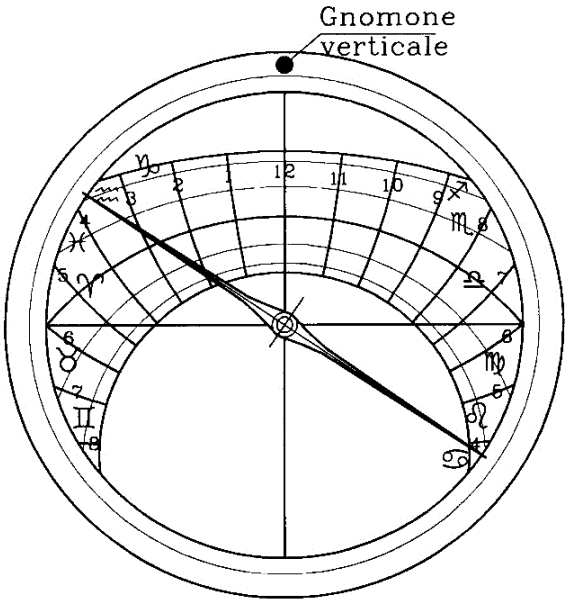


Fig. 1 – Lo strumento descritto da Schoener, nella ricostruzione dell'autore.

Si tratta sostanzialmente di una bussola in cui il diagramma suddetto sostituisce il cerchio graduato (Fig. 1); una piccola asta verticale è in testa alla linea delle ore 12 (lo gnomone? Può essere anche un'asta curva o orizzontale ad una certa distanza dalla piastra di base, eventualmente studiata a protezione del vetro della bussola, purché sia sul piano della linea delle 12 perpendicolare alla piastra).

Per leggere l'ora, lo strumento, posato su una superficie orizzontale, deve essere ruotato facendo in modo che l'ombra dell'asta di sovrapponga a tale linea. La lancetta della bussola indicherà l'ora nel punto in cui si incrocia con la linea di declinazione relativa alla data. (il che ovviamente dà risultati corretti se la declinazione magnetica è nulla…)

Come annotato sopra, anche in queste note "secondarie" (rispetto al tono generale del libro) il criterio adottato dall'Autore per spiegare come costruire il diagramma polare si discosta ampiamente dai metodi proiettivi proposti da altri autori, dell'epoca o di epoche precedenti.

Preciso che egli di fatto non fornisce spiegazioni, ma elenca unicamente la sequenza delle linee da tracciare per individuare Tropici ed Equinoziale, lasciando al lettore il compito di capire perché la sequenza è quella, come può essere esteso lo stesso criterio al fine di costruire le curve mensili intermedie, e come tracciare le linee orarie servendosi dei poli del piano equinoziale.

Solo affrontando (e decifrando) il capitolo successivo del libro, che si occupa appunto dell'Astrolabio e dei relativi metodi costruttivi, si ottiene una plausibile giustificazione della correttezza di quanto egli espone per costruire il diagramma detto di Oughtred.

In particolare posso aggiungere (mi sembra di essere misterioso quanto Schoener…) che egli individua i centri dei cerchi di declinazione ispirandosi sulla sequenza di applicazione di un grafico di origine persiana, consistente nella introduzione di un arco di cerchio (detto DATSÜR) esterno al diagramma finale; arco che facilita una parte delle operazioni pratiche di tracciamento. Ma occorre una certa dose di fantasia per scoprire che ha fatto ricorso all'aspetto finale delle linee tracciate con quella sequenza.

Anche Clavio, nel suo libro *Astrolabium* (1593) fa un modesto uso di questo cerchio, come accessorio che facilita le operazioni ripetitive, quali appunto quelle connesse con il tracciamento della rete azimut/Almicantarat dell'astrolabio polare. Ma, a differenza di Schoener, è prodigo di spiegazioni.

Nell'Appendice che segue si spiega come Schoener abbia applicato indirettamente il metodo DATSÜR per costruire il diagramma di Oughtred.

Per chi volesse conoscere meglio il livello nello studio della Gnomonica all'epoca (metà del '500), si consigliano:

- Munster – *Compositio Horologiorum* – Basilea 1531
- Fineus – *De solaribus Horologis* – Parigi 1534
- Commandino – *Ptolomei liber de Analemmate* – Roma 1562
- Autori Vari – *Sphera Mundi* – Firenze 1518

Appendice Come e qualmente Schoener abbia applicato indirettamente DATSÜR per costruire il diagramma di Oughtred

I riferimenti sono alla Figura 2 (di carattere generale, non specificamente connessa con il testo di Schoener).

In essa le illustrazioni ① e ② confrontano il metodo "usuale" (illustrato da Stoffler[3] ma anche da altri Autori) per tracciare gli Almicantarat, con il criterio operativo denominato DATSÜR, che offre qualche vantaggio costruttivo. (allora non avevano il CAD…).

Si propone di costruire l'Almicantarat di 30°.

Le illustrazioni ③ e ④ ripetono le stesse due sequenze per il tracciamento di uno dei tropici del diagramma di Oughtred.

① (Stoffler e altri): **AB** sia la traccia dell'Orizzonte: gli estremi sono proiettati da **P**, trovando $\mathbf{A_0}$ e $\mathbf{B_0}$ sull'asse della figura (la linea Meridiana). Il cerchio dell'Orizzonte ha il diametro $\mathbf{A_0\,B_0}$.

RS è la traccia dell'Almicantarat; con operazione analoga all'individuazione dell'Orizzonte, si trovano $\mathbf{S_0}$ ed $\mathbf{R_0}$, e si costruisce il cerchio di diametro $\mathbf{S_0R_0}$.

Ovviamente, se si deve costruire il diagramma degli Almicantarat per es. con un cerchio ogni 3°, sarà necessario ripetere l'operazione per 29 volte…

② (impiego del cerchio DATSÜR): il reperimento del cerchio dell'Orizzonte avviene come per la figura precedente trovando il diametro $\mathbf{A_0B_0}$ per proiezione da **P**.

Con centro **P** si tracci all'esterno della figura dell'Astrolabio un arco di cerchio, appunto il DATSÜR. Prolungando fino ad esso le rette $\mathbf{PB_0}$ e $\mathbf{PA_0}$, si individua l'arco $\mathbf{B_1A_1}$ pari ad un angolo di 90°.

Supponiamo di suddividere tale arco in parti corrispondenti ciascuna a mezzo grado.

Se prendo l'arco $\mathbf{B_1S_1}$ di 15° in un estremo, e l'analogo $\mathbf{A_1R_1}$ nell'altro, ottengo due angoli al centro $\mathbf{S_1\hat{P}B_0}$ ed $\mathbf{R_1\hat{P}A_1}$ entrambi di 15°, che però sono anche angoli alla circonferenza per il cerchio di diametro $\mathbf{A_0B_0}$ (Orizzonte).

Ne deduco che:

* I punti $\mathbf{S_0}$, $\mathbf{R_0}$ sono gli stessi della figura precedente, e quindi il cerchio di diametro $\mathbf{S_0R_0}$ è identico a quello della illustrazione ①.
* Inoltre la linea $\mathbf{S_2R_2}$, parallela al diametro $\mathbf{B_0A_0}$, è una "diversa" rappresentazione dell'Almicantarat di 30° della figura precedente. Il suo pregio sta nel fatto che posso trovare facilmente il punto medio **M** che proiettato da **P** individua il centro $\mathbf{M_0}$ del cerchio in questione.

Constatato che la linea $\mathbf{S_2R_2}$ è sempre parallela alla linea meridiana, è inutile che io ripeta l'individuazione dell'angolo in $\mathbf{A_1R_1}$. Mi basta trovare $\mathbf{S_2}$ per tracciare tale parallela fino al punto **M**, e poi $\mathbf{S_0}$ ed $\mathbf{M_0}$ per tracciare il cerchio.

Disponendo del cerchio suddiviso in mezzi gradi, posso trovare in sequenza tutti i punti $\mathbf{S_0}$ che mi servono e fare in sequenza tutte le parallele.

In ogni caso si riducono di molto le operazioni di tracciamento degli Almicantarat.

---

[3] Johannes Stoffler (1452-1531), astronomo e cartografo tedesco, fu il primo compilatore di effemeridi astronomiche dopo l'invenzione della stampa. È autore di vari scritti di grande diffusione nell'Europa del '500, tra questi la *Elucidatio fabricæ ususque Astrolabii*, pubblicato nel 1513, che ebbe fino al 1620 ben 16 edizioni incluse traduzioni in Tedesco e Francese.
Nella traduzione di Alessandro Gunella e John Lamprey, è stato pubblicato nel 2007 da J. Lamprey, Cheyenne (USA) "*Stoeffler's Elucidatio - The Construction and Use of the Astrolabe*".

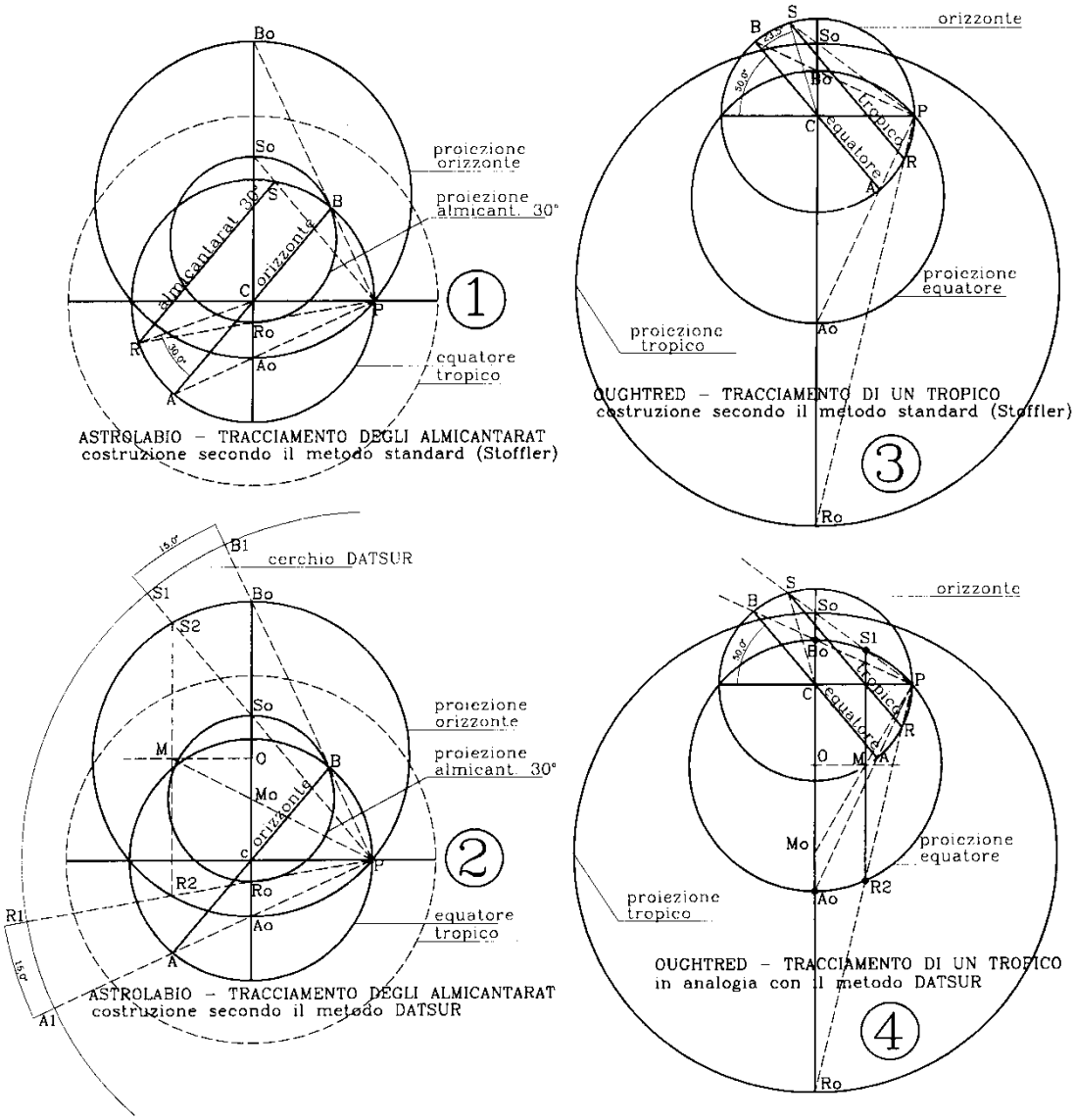


Figura 2 – Metodi costruttivi a confronto

Ripetiamo le stesse considerazioni per ③ e ④:

③ (metodo Stoffler). Poiché il cerchio di riferimento, nel caso del diagramma di Oughtred è l'Orizzonte locale, la linea **AB** sarà la traccia dell'equatore (o Equinoziale) e la linea **SR**, parallela alla linea **AB**, sarà la traccia del tropico (angolo $\mathbf{B\hat{C}S}$ = 23,5°).

In altri termini Equatore e Tropico hanno sostituito rispettivamente Orizzonte e Almicantarat di ①.

Gli estremi **A** e **B** dell'Equatore vengono proiettati in $\mathbf{A_0}$ e $\mathbf{B_0}$, trovando così il diametro $\mathbf{A_0B_0}$ del cerchio proiezione dell'Equatore. Per il Tropico **SR** si segue l'operazione analoga trovando il diametro $\mathbf{S_0R_0}$ del cerchio del tropico. Esattamente come in ①.

④ (metodo DATSÜR). In questo grafico ci si serve delle proprietà delle linee tracciate con il metodo DATSÜR, senza tracciare il semicerchio, perché l'angolo $\mathbf{B\hat{P}S}$ è già la metà di $\mathbf{B\hat{C}S}$.

Trovato il cerchio proiezione dell'equatore proiettando da **P** i punti **A** e **B** in $\mathbf{A_0B_0}$ come in ③, si tracci anche il diametro **OM** perpendicolare al diametro $\mathbf{A_0B_0}$.

Per ottenere la proiezione del tropico basta tracciare la **SP**, che attraversa in $\mathbf{S_0}$ l'asse di simmetria, e in $\mathbf{S_1}$ la proiezione dell'Equatore.

La parallela alla $\mathbf{B_0A_0}$ da $\mathbf{S_1}$ attraversa in **M** il secondo diametro dell'equatore e in $\mathbf{R_2}$ il cerchio dell'Equatore. Proiettando **M** in $\mathbf{M_0}$ si ottiene il centro del cerchio del tropico, che avrà diametro $\mathbf{S_0R_0}$. Si noti che la **PR** passa da $\mathbf{R_2}$, che è l'altro estremo della "parallela".

Si ripete anche qui quanto osservato sopra: per tracciare il cerchio del tropico è sufficiente trovare il punto $\mathbf{S_1}$, che permette di tracciare la parallela all'asse del grafico. Attraverso quest'ultima si individua il centro **M** ecc…

In modo analogo si procederà per gli altri cerchi di declinazione.

L'illustrazione del capitolo di Schoener relativa all'orologio azimutale riportata in Figg. 3 e 4 deve essere confrontata con una parte della ④, al fine di capire le origini e le funzioni delle varie linee tracciate. Si deve inoltre studiare la terza parte del libro, avere la necessaria capacità di intuizione, per connettere delle parti che apparentemente non hanno collegamenti, impiegate nella seconda parte dello stesso testo. Si aggiunga il fatto che anche nella terza parte l'Autore espone le sequenze delle operazioni senza giustificare quello che fa.

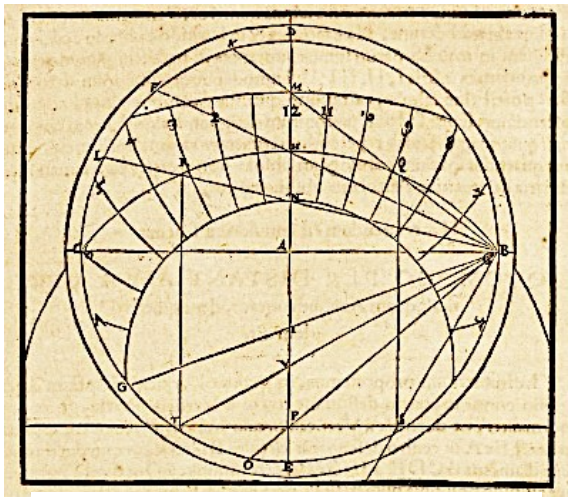


Fig. 3 – Il disegno di Schoener nel suo *Gnomonice.*

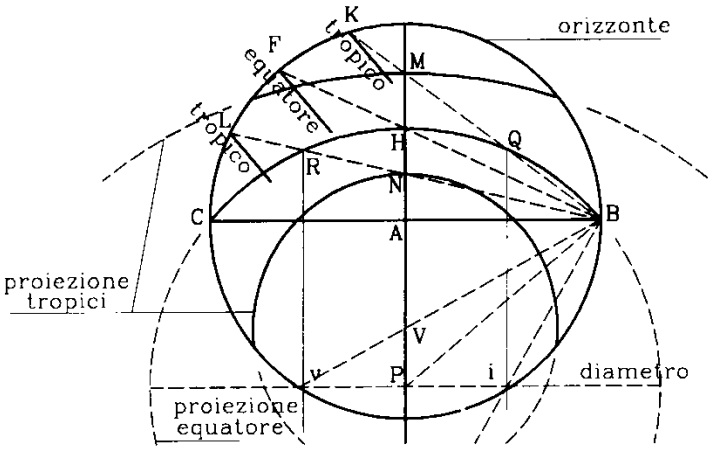


Fig. 4- Ricostruzione del disegno di Schoener con indicazioni alfabetiche leggibili.

Il cerchio di diametro **BC** è l'Orizzonte locale. L'arco **CF** corrisponde all'angolo di Latitudine e gli archi **FK** e **FL** alle declinazioni massime dei Tropici rispetto ad **F**. Le tracce di Tropici ed Equatore non sono necessarie (*nel grafico le ho accennate*). Considerando che la proiezione dell'equatore è un cerchio con centro sull'asse di simmetria, si riporti l'angolo $\mathbf{H\hat{B}P} = \mathbf{A\hat{H}B}$; si otterrà un triangolo isoscele **HBP**, il cui vertice **P** è il centro del cerchio Equatore (*Proprietà dei triangoli rettangoli*).

Le rette **KB**, **LB** individuano sulla proiezione dell'Equatore i punti **R** e **Q** da cui tracciare **Rv** e **Qi**, parallele all'asse del grafico. I punti **v** ed **i** si trovano sul diametro **vPi** dell'equatore.

La linea **Bv** individua il centro **V** del tropico estivo di raggio **VN**. Il centro dell'altro tropico non è disegnato ed è l'incrocio fra la **Bi** e la **HP**.

Bibliografia essenziale

[1] G. Hartmann, J. Lamprey, "*Hartmann's Practika… "*, Tradotto ed Edito da J. Lamprey, 2002.

[2] Andrea Schoener, "*Gnomonice Andreae Schoneri Noribergensis ...",* Norimberga, 1562, scaricabile all'indirizzo web: archive.org/details/gri_33125009484227

[3] William Oughtred, "*The key of the mathematics new forged and filed ecc…*", London, 1647.

[4] Johann Stoeffler, "*Elucidatio fabricate ususque astrolabii*", Oppenheym, 1513.

[5] F. Sawyer, J. Schilke, N. Severino,"*Andreas Schoner's Stereographic Sundial Design* ", NASS Compendium, vol. 16 n. 4 dic. 2009

Johan Peterson Stengel: GNOMONICA UNIVERSALIS

L'autore in questo articolo presenta l'opera di Johan Peterson Stengel, GNOMONICA UNIVERSALIS, vera e propria enciclopedia della Gnomonica grafica, di cui ha curato la traduzione, offerta come Bonus a partire da questo numero.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Il testo, che si propone come Bonus, è la traduzione della edizione del 1706 del libro **"Gnomonica Universalis, sive praxis amplissima describendi Horologia Solaria**…" di Johan Peterson Stengel.

Pubblicata in Latino, probabilmente postuma, questa edizione ne segue diverse altre, almeno 3 redatte in Tedesco, tra cui la prima del 1675 e almeno altre 2 in Latino. Figg. 1, 2, 3.

Questo libro è stato, nel 1706, il risultato di quella che oggi verrebbe definita una "operazione editoriale" fatta da un anonimo che si definisce Horologiophilo, che tradisce il proprio nome pubblicando quasi in posizione nascosta, in origine al fondo del volume, una lettera al lettore benevolo che avrebbe dovuto essere la prefazione, anziché la postfazione: Matteo Wagner.

Egli associa alla traduzione in Latino del testo, basato essenzialmente sulla gnomonica grafica di Johann Peterson Stengel, edito inizialmente in lingua tedesca nel 1675, un ampliamento, un vero e proprio testo parallelo, contenente le relazioni trigonometriche essenziali riguardanti gli stessi orologi sviluppati graficamente da Stengel, ed un consistente numero di note su strumenti, per lo più portatili, non trattati nel testo principale.

L'operazione ha certamente avuto un costo notevole, considerando che il solo testo di Stengel ha richiesto oltre 200 incisioni illustrative su rame e che anche il secondo testo non ha risparmiato nel numero delle incisioni.

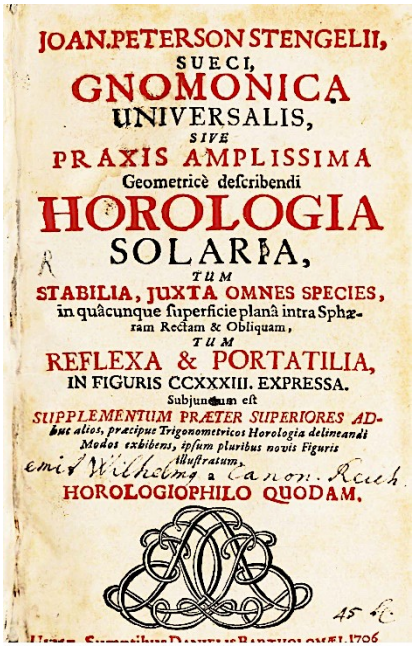

JOAN.PETERSON STENGELII,
SUECI,
GNOMONICA
UNIVERSALIS,
SIVE
PRAXIS AMPLISSIMA
Geometricè describendi
HOROLOGIA
SOLARIA,
TUM
STABILIA, JUXTA OMNES SPECIES,
in quâcunque superficie planâ intra Sphæ-
ram Rectam & Obliquam,
TUM
REFLEXA & PORTATILIA,
IN FIGURIS CCXXXIII. EXPRESSA.
Subjunctum est
SUPPLEMENTUM PRÆTER SUPERIORES AD-
huc alios, præcipue Trigonometricos Horologia delineandi
Modos exhibens, ipsum pluribus novis Figuris
illustratum,
HOROLOGIOPHILO QUODAM.

Fig. 1- L'intestazione del libro nell'edizione in Latino del 1706

La traduzione in Latino dell'edizione del 1706, lingua franca dell'epoca per qualsiasi studioso, intendeva superare le barriere della lingua locale, per migliorare le vendite.

Quanto al testo di Johan Peterson Stengel, è rilevante il fatto, evidenziato nella postfazione redatta dall'Horòlogiophilo (e nell'edizione del 1706 messa a capo del libro), che l'Autore, nell'edizione del 1675, si era proposto di raggiungere, con la trattazione esclusivamente grafica della materia e con l'edizione in lingua volgare, un pubblico di preparazione medio-bassa, scarsamente dedito alle matematiche.

Tale premessa si rende evidente nell'impostazione dell'intero testo, in quanto è spiegata con dovizia ogni prassi esecutiva, ma non sono mai chiarite le ragioni teoriche che giustifichino i metodi esecutivi. Tuttavia l'ampiezza della trattazione e la ricchezza delle illustrazioni fanno di questo testo una vera e propria enciclopedia della Gnomonica grafica.

Si evidenzia altresì un parallelo (o un tentativo di concorrenza?) con un testo assai simile negli intenti, che in Francia ha goduto di ben quattro ristampe, dal 1645 al 1691: il Traité d'Horologiographie, di Dom Pierre de Sainte Marie-Magdeleine.

Si può osservare che l'Autore ha in certo senso tradito i propositi iniziali: un testo per "non matematici" poteva essere limitato ad una trentina di pagine, con le nozioni essenziali; invece egli ha esteso e dilatato la materia ben oltre le nozioni necessarie ad un dilettante.

La parte redatta dell'anonimo Horologiophilo amplia ancora quanto scritto da Stengel, aggiunge nozioni sugli orologi a riflessione e su quelli portatili, e completa la trattazione con note sul trattamento trigonometrico degli orologi solari, dando così un panorama che per un lettore del 700 (e anche per molti degli gnomonisti odierni), può essere considerato completa.

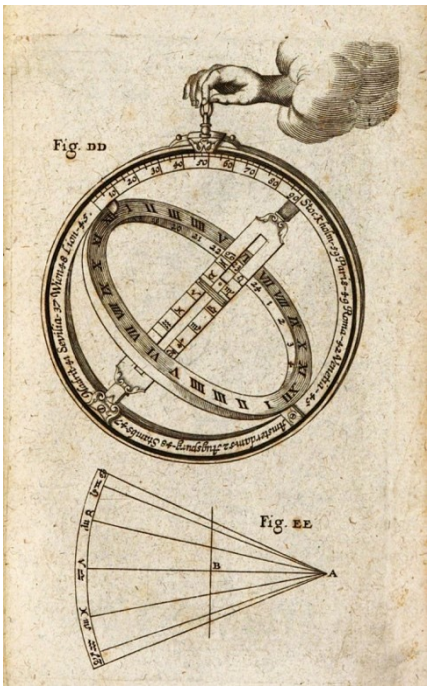


Fig. 2 - Una tavola del testo di Stengel

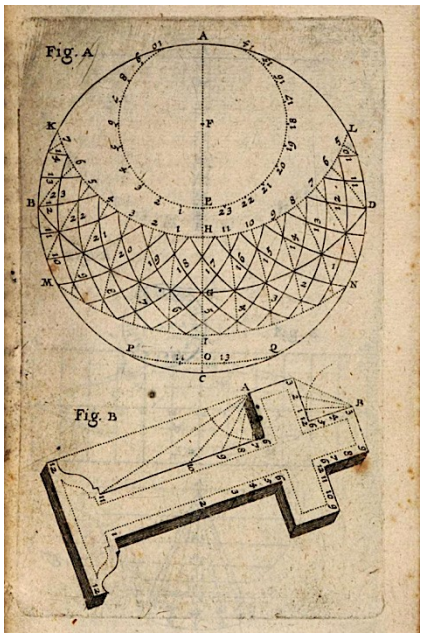


Fig. 3 - Una tavola del testo di Stengel

Dell'autore del libro si conosce ben poco. Non sono state reperite notizie della sua vita, della sua attività, di eventuali connessioni con l'ambiente scientifico della sua epoca. Nulla. Anche le sue origini sembrano controverse: quasi certamente Svedese, come sembra tradire il suo cognome. Di certo il suo testo, ripetutamente pubblicato a Ulm e Ausburg, lo vede operativo in Germania.

Il sottoscritto, nella traduzione allegata ai Bonus, con diverse note e osservazioni aggiunte al testo, tenta di dar conto delle ragioni teoriche che giustificano i metodi esecutivi proposti nel libro. Dove ritenuto opportuno, ha anche cercato nei testi editi precedentemente la provenienza delle tecniche illustrate (ma non spiegate) da Stengel.

Inoltre la cattiva qualità della carta su cui è stampato non ha permesso di riprodurre in modo leggibile le tavole grafiche, per cui il traduttore ha provveduto a rifarle daccapo una per una.

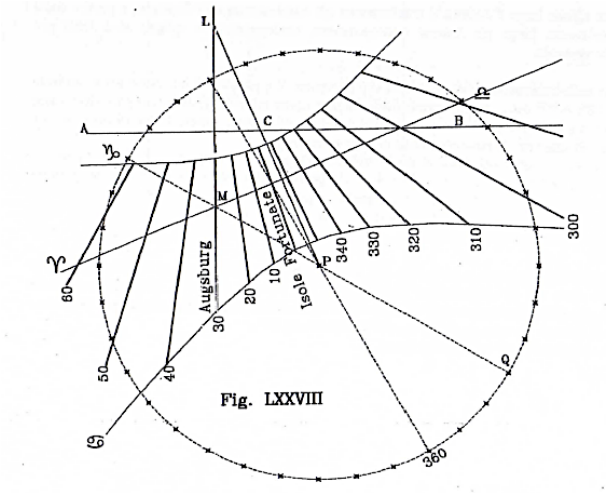


Fig. 4 - La figura LXXVII nella ricostruzione del traduttore

Al link
https://www.digitale-sammlungen.de/index.html?c=autoren_index&ab=Stengel%2C+Johann+Peterson&l=de
si possono trovare ben 17 diverse edizioni del libro di Stengel.

Nel sito di Orologi Solari www.orologisolari.eu nella sezione bonus del numero corrente si può scaricare la prima parte della traduzione di Alessandro Gunella della Gnomonica Universalis, nell'edizione del 1706.

Itinerari gnomonici

Orologi solari Torino (Parte 3, i quartieri della zona Sud)

Proposto da Emanuela Bosca e Giovanni Bosca (boscagiovanni@virgilio.it)

Nella seconda puntata di questo itinerario torinese abbiamo parlato degli orologi solari della zona della Torino settecentesca: quella un tempo cinta dalle mura. In questa terza puntata allarghiamo la ricerca ai quartieri della zona Sud della città moderna: San Salvario, Crocetta, Ligotto, Nizza Millefonti e Mirafiori Sud; anche in questa zona i quadranti solari non mancano.

Quartieri San Salvario e Crocetta

Sono i due quartieri, immediatamente a Sud della città settecentesca, il primo a Est e il secondo a Ovest della linea ferroviaria verso Genova, che taglia in due questa zona della città.

Al confine Nord del quartiere **San Salvario**, sullo spigolo dell'edificio al n. 38 di corso Vittorio Emanuele II, troviamo un bell'orologio solare del 2004 (Fig. 36).

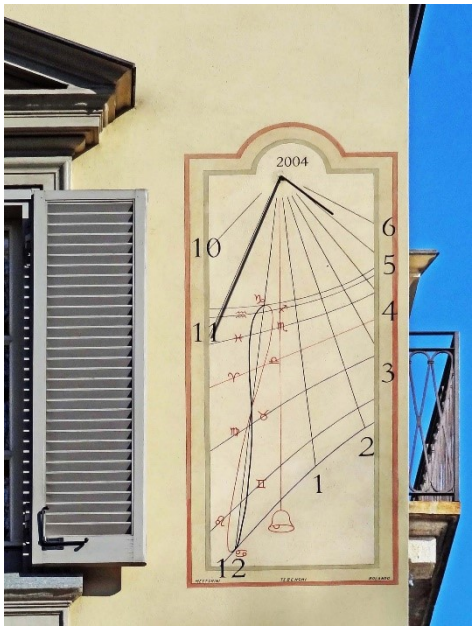


Fig. 36 – Corso Vittorio Emanuele II n. 38. Quadrante del 2004 a Ore Vere del Fuso, con lemniscata per il Mezzogiorno Medio del Fuso e la linea del Mezzogiorno Vero Locale. (Sundial Atlas IT006284)

Poco discosto, sul medesimo corso, nel cortile interno dell'edificio al n. 24 bis (Casa Bijno) troviamo la traccia di un grande quadrante solare del 1784, oggi quasi del tutto illeggibile; la fotografia inserita nel Sundial Atlas [1] del 1989 (Fig. 37) lo mostra assai degradato ma con le linee orarie e l'elegante decorazione ancora visibili.

Fig. 37 – Corso Vittorio Emanuele II n. 24 bis. Quadrante del 1784 in una foto del 1989. (Sundial Atlas IT000673)

Sul lato del quartiere San Salvario che confina con il fiume Po, si trova il **Parco del Valentino,** un polmone verde che si estende lungo il fiume tra il ponte Re Umberto I e il ponte Isabella, su un'area di quasi 500 mila metri quadri [2]. Il "Valentino" ebbe una prima realizzazione nel XVII secolo, ma fu risistemato a metà Ottocento su progetto del paesaggista parigino Barillet-Deschamps che, su terreni ceduti alla municipalità dal demanio, riuscì a creare un ampio giardino romantico di stile anglosassone con viali, colline, boschetti e ruscelli.

Nella seconda metà dell'Ottocento il parco fu sede delle numerose esposizioni che caratterizzarono la vita culturale ed economica della Torino dell'epoca; in particolare, l'Esposizione Generale Italiana del 1884 lasciò in eredità alla città la Rocca e il Borgo Medioevale, che furono sede della Mostra di Arte Antica e rappresentano tuttora un saggio della vita civile e militare del Piemonte nel XV secolo. Numerosi sono i punti d'interesse di questo parco, tra i quali il Castello del Valentino e l'Orto Botanico, entrambi coinvolti nella nostra ricerca delle "meridiane" torinesi.

L'**Orto Botanico** dell'Università di Torino (in viale Mattioli n. 25) risale agli inizi del XVIII secolo; la data di nascita ufficiale è il 1729 quando, con una Regia Patente, Vittorio Amedeo II nominò Bartolomeo Caccia "Professore di Botanica", riconoscendo ufficialmente la cattedra universitaria di "Lettura dei semplici" istituita da Emanuele Filiberto nel 1560 e poi decaduta nel 1687 per le guerre e la depressione economica.

Vittorio Amedeo II mise a disposizione del Caccia il giardino di fianco al Castello del Valentino, lato Nord, privandosi anche delle scuderie, in parte riadattate a serra. Fra le attività previste nell'Orto, che è stato poi ampliato nel 1786 e nel 1831, c'erano la coltivazione degli esemplari, la riproduzione di specie rare, la catalogazione e l'illustrazione dei vegetali.

Aiuole e piante rare, serre con specie acquatiche e tropicali, esemplari della flora mediterranea e alpina, un affascinante "boschetto" con scenari pittoreschi e un centinaio di alberi, un erbario tra i più importanti del mondo, con circa 700mila campioni vegetali: il "tempio" della botanica ha mantenuto quasi intatta la struttura originaria. Tra le sue mura sono passati naturalisti di grande valore, come l'Allioni, il Balbis, il Gibelli e il Mattirolo; a un maestro botanico del Cinquecento, Pietro Andrea Mattioli, è dedicato il viale su cui si affaccia l'ingresso.

Sul fronte della palazzina che ospita i laboratori di ricerca dell'Orto, troviamo posizionato un pregevole orologio di tipo decisamente insolito: nella scritta sul quadrante è definito "Quadrante Solare Pallia", probabilmente dal nome del realizzatore sul quale non si conosce però nulla, e "Regolatore dell'ora precisa al quarto di minuto" [3]. La struttura in marmo ha incise le linee che indicano le Ore Vere dell'Europa Centrale; la zona del quadrante che copre le tre ore centrali del giorno è espansa, così da poter anche leggere la data; servendosi della tavola sottostante che riporta i valori dell'equazione del tempo, si possono così ottenere le Ore Medie dell'Europa Centrale, vale a dire le Ore Civili d'Italia (figg. 38, 39 e 40). L'installazione è su un supporto regolabile, che consente il perfetto orientamento verso il Sud del quadrante. Purtroppo lo "stilo" è oggi assai danneggiato per cui le indicazioni non possono più essere precise.

Un altro orologio molto simile era installato sino a poco prima del 1980 presso l'ingresso carraio posto sul fianco destro della facciata del Castello del Valentino, che descriveremo tra poco (Sundial Atlas IT006114) [1]. Questo quadrante, datato 1902, è oggi presumibilmente conservato nei depositi del Politecnico di Torino, che ha oggi una sede nel castello.

Fig. 38 – Viale Mattioli n. 25, Orto Botanico. Quadrante Pallia. (Sundial Atlas IT006115)

Fig. 39 – La zona inferiore del quadrante Pallia di Fig. 38, con la tabella dell'equazione del tempo. Il significato dei puntini accanto alle cifre dei secondi è per il momento del tutto oscuro.

Fig. 40 – La zona superiore del quadrante Pallia di Fig. 38.

Il **Castello del Valentino** sorse, sull'area di un antico palazzotto con cascina, a seguito del matrimonio avvenuto nel 1619 tra Cristina di Francia e Vittorio Amedeo I, figlio di Carlo Emanuele I (Figg. 41 e 42) [4]. Quest'ultimo incaricò Carlo di Castellamonte di progettare e dirigere, tra il 1620 e il 1622, la costruzione di una grande residenza di campagna. Carlo di Castellamonte fu in seguito coadiuvato dal figlio Amedeo, che lo sostituì dopo la sua morte (1641). Inizialmente è stato costruito il corpo di fabbrica centrale con due padiglioni laterali. Sul lato verso il cortile d'onore la parete è intonacata, mentre verso il fiume è rimasta con i mattoni a vista e con un aggetto esterno a cui si accede da due scalinate. Dal 1646 furono costruiti i due padiglioni anteriori, più bassi e collegati al corpo centrale da una galleria porticata. Al centro della facciata vi è un duplice porticato con colonne. Da uno scalone si accede al loggiato che immette nel grande salone d'onore, totalmente affrescato, ai cui lati dipartono due serie di ambienti, ognuno dei quali ha una denominazione proposta dall'affresco situato al centro del soffitto. Il tema è ripreso e illustrato negli altri affreschi e negli stucchi presenti nella stessa sala; autore è il pittore luganese Isidoro Bianchi coadiuvato dai figli Pompeo e Francesco.

[1] Il Sundial Atlas elenca un altro esemplare di quadrante solare del tutto simile a questi rari esemplari e contrassegnato dal nome Pallia: è presente sulla parete di una casetta a Rivara (Torino) in via Roma 11 (Sundial Atlas IT003773).

Venendo a tempi relativamente più recenti, il castello nel 1859 fu concesso come sede permanente alla "Regia Scuola di Applicazione per gli Ingegneri" di Torino. Nell'Ottocento ospitò anche diverse esposizioni; le due gallerie porticate furono allora sostituite con corpi su due piani fuori terra. Successivamente, nel 1864, fu ceduta alla scuola anche l'area posta a Sud del castello, sulla quale insisteva nel Seicento uno dei due giardini quadrati simmetrici che fiancheggiavano la residenza. Su quest'area, per ampliare la Scuola di Applicazione fu costruita, in fasi successive (1868-1880) una nuova manica parallela al Po, originariamente come "Edificio per gli esperimenti idraulici". Oggi il castello è una delle sedi del Dipartimento di Architettura del Politecnico di Torino.

Fig. 41 – La zona frontale del Castello del Valentino.

Fig. 42 – Il retro del Castello del Valentino visto dal fiume Po.

Proprio nel punto d'innesto al castello di questa nuova manica, sul lato Sud del castello, troviamo due quadranti solari; uno solo dei due è ancora visibile nella sua interezza e mostra un reticolo di Ore Italiche, seppur molto sbiadito; l'altro, addossato al fabbricato longitudinale costruito nell'Ottocento, è rimasto tagliato a metà dalla costruzione dell'edificio. Evidentemente questa coppia di orologi solari era stata realizzata sull'affaccio Sud del castello, per essere visibile dal giardino esistente fino a metà del XIX secolo.

Fig. 43 – Viale Mattioli 39. Castello del Valentino. Il quadrante di sinistra. (Sundial Atlas IT000671)

Fig. 44 – Viale Mattioli 39. Castello del Valentino, lato Sud. La coppia di quadranti delle Figg. 43 e 45.

Fig. 45 – Viale Mattioli 39. Castello del Valentino. Il quadrante di destra. (Sundial Atlas IT0004634)

A non grande distanza dal Castello del Valentino, nel cortile privato del caseggiato di Via Madama Cristina n. 48, il Sundial Atlas segnala un quadrante solare (Sundial Atlas IT006421) realizzato da Mario Tebenghi nel 2004, qui non rappresentato e il cui stato attuale non è noto.

Lasciato il quartiere San Salvario e spostandoci più a Ovest, entriamo nel quartiere **Crocetta**; qui, nella zona dove sorgono molte eleganti ville di fine Ottocento, troviamo su una di esse, in corso Govone n. 7 all'angolo con Corso Trieste, un grande orologio solare, purtroppo quasi del tutto sbiadito (Fig. 46). Si distinguono però ancora le linee per le Ore Vere Locali, con la lemniscata per il Mezzogiorno Medio del Fuso dell'Europa Centrale e il motto "*O Zaul adoriese omnia*". Questo motto, alquanto misterioso, è stato liberamente tradotto in "Oh Sole che sorgi, illumina tutti", ma anche in "Oh Sole, tu fai crescere tutte le cose" [3]: in ogni caso un'invocazione al Sole.

Al limite Ovest del quartiere Crocetta sorge il grande complesso del Politecnico di Torino, facoltà di Ingegneria di grande prestigio internazionale. Nel cortile di uno degli edifici del campus, quello sede del Dipartimento di Georisorse e Territorio, troviamo un grande orologio solare (Fig. 47) con lemniscate su tutte le linee orarie, per indicare le Ore Medie del Fuso dell'Europa Centrale, con una scala anche per le Ore Legali Estive [5].

Fig. 46 – Corso Govone n. 7, angolo corso Trieste. Quadrante con linee per le Ore Vere Locali e lemniscata per il Mezzogiorno Medio del Fuso dell'Europa Centrale. (Sundial Atlas IT003453).

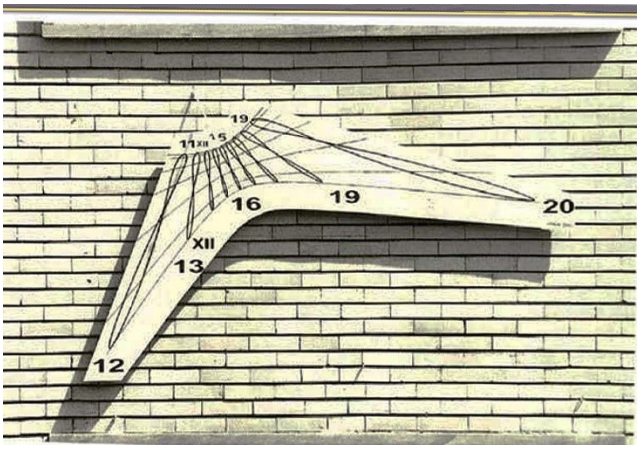


Fig. 47 – Corso Duca degli Abruzzi n. 24. Politecnico di Torino, Dipartimento di Georisorse e Territorio. Quadrante con lemniscate per l'Ora Media del Fuso. (Sundial Atlas IT006104).

Quartieri Lingotto, Nizza Millefonti e Mirafiori Sud

Sita in via Vado n. 9, proprio di fronte alla zona fieristica del Lingotto, la chiesa parrocchiale di Santa Monica, moderna costruzione religiosa, è dotata di un notevole campanile sul quale non è stato installato un orologio meccanico, ma è dipinta una bella coppia di "orologi solari stagionali", con le linee orarie a forma di "semi-lemniscata", che forniscono l'Ora Media del Fuso (Figg. 48 e 49). Le parole, scritte separatamente sui due quadranti, "*Deo - Gratias",* suonano come invocazione: "(Rendiamo) grazie a Dio".

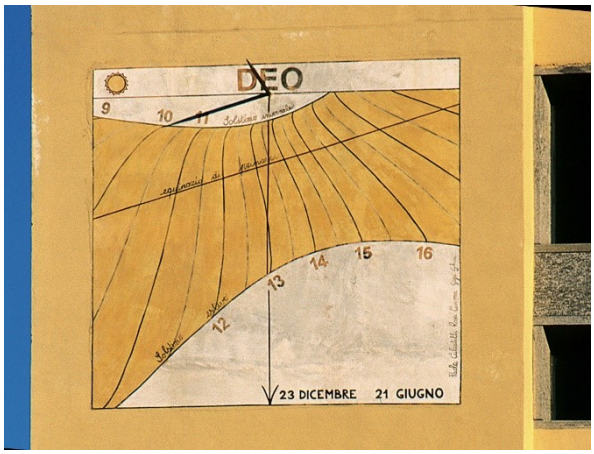


Fig. 48 – Via Vado n. 9. Campanile della Chiesa di Santa Monica. Quadrante con semi-lemniscate invernali per le Ore Medie del Fuso. (Sundial Atlas IT006337)

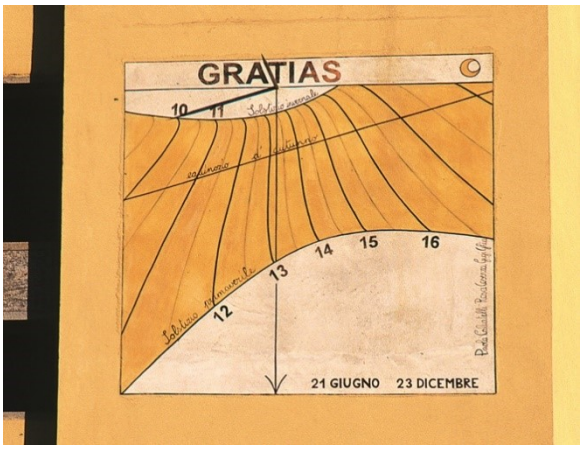


Fig. 49 – Via Vado n. 9. Campanile della Chiesa di Santa Monica. Quadrante con semi-lemniscate estive per le Ore Medie del Fuso. (Sundial Atlas IT006338)

Il centro residenziale "Le Meridiane" all'angolo tra gli edifici di Corso Corsica n. 45 e via Bossoli n. 65, deve il suo nome al complesso gnomonico inserito nella sua area esterna [6]: esso comprende un *quadrante solare piano orizzontale*, con forma circolare del diametro di 18 m, al quale si aggiunge un altro *orologio solare orizzontale sculturale* costituito da un disco in pietra del diametro di 150 cm. Autore delle opere, realizzate tra il 1994 e il 1995, è lo gnomonista piemontese Lucio Maria Morra.

Le funzioni gnomoniche espresse dallo strumento più grande (Fig. 50) sono: orologio per il Tempo Vero del Fuso dell'Europa Centrale, meridiana per il Mezzogiorno Vero Locale, meridiana universale e calendario zodiacale.

Al centro della struttura circolare, sulla direttrice Nord-Sud, che costituisce la linea Meridiana, sono installati due gnomoni, realizzati in carpenteria metallica tubolare (del diametro di 10 cm) a formare due triangoli isosceli rettangoli, appoggiati verticalmente sull'ipotenusa. I lati obliqui del lato Sud di questi triangoli costituiscono gli *stili polari*, che puntano la stella Polare.

Fig. 50 – Corso Corsica 45 angolo via Bossoli, complesso "Le Meridiane". Orologio solare orizzontale con calendario zodiacale (Sundial Atlas IT003863)

L'angolo di elevazione dei due stili rispetto al piano orizzontale coincide con la latitudine del luogo della installazione: in questo caso 45° (ecco perché i due triangoli che formano gli stili sono isosceli rettangoli).

Lo stilo settentrionale, prolungato rispetto al triangolo, serve all'indicazione delle ore; l'estremità dello stilo meridionale, più corto, serve all'indicazione sul calendario zodiacale.

Le linee orarie per le Ore Vere del Fuso sono segnate al suolo nella corona circolare e contrassegnate dalla numerazione in cifre arabe dalle 7 alle 18. Una linea Nord-Sud, che termina con un marcatore semicircolare, indica il Mezzogiorno Vero Locale.

La *meridiana universale* è costituta da un settore circolare, con funzione anche di panchina, sul quale sono riportati i nomi di 30 città, da Lhasa (longitudine 83° 30' Est di Greenwich) a Lima (84° 39' Ovest di Greenwich), con Torino al centro. Essa si avvale dello stesso stilo dell'orologio e indica, al passaggio dell'ombra sul nome di una città, l'istante del relativo Mezzogiorno Vero Locale.

Il *calendario zodiacale* è inserito nella zona centrale del complesso e comprende la linea equinoziale, ortogonale alla linea Meridiana orizzontale, e le 6 iperboli zodiacali o linee diurne. L'ombra della punta dello gnomone più piccolo cade sulla fascia zodiacale del giorno.

Su un lato esterno del complesso residenziale è sistemato l'*orologio solare orizzontale sculturale* (Fig. 51) realizzato su un disco di pietra di Luserna con il diametro di 150 cm e spessore di 15 cm. Le linee orarie per il Tempo Vero del Fuso, dalle 5 alle 20, sono divise in due fasce: antimeridiane e pomeridiane. Il generatore d'ombra è costituito da un prisma a forma di triangolo rettangolo isoscele, appoggiato sull'ipotenusa; i due cateti verso il centro del disco costituiscono un doppio gnomone e la loro ombra indica le ore rispettivamente del mattino e del pomeriggio. Nello spazio libero dalle indicazioni orarie è tracciato il diagramma dell'*equazione del tempo.*

Fig. 51 – Corso Corsica 45 angolo via Bossoli, complesso "Le Meridiane". Orologio solare orizzontale sculturale (Sundial Atlas IT003864)

Il settore della corona circolare contrassegnato da una lettera M incisa, proseguimento in piano dello spessore del prisma generatore dell'ombra, riceve l'intera ombra del prisma al Mezzogiorno vero locale.

Fig. 52 – Via Rodolfo Morandi n. 6. Il bel quadrante di villa Scintilla, con decorazioni floreali. (Sundial Atlas IT006339)

Il quartiere di **Mirafiori** ha avuto il suo maggior sviluppo a seguito della realizzazione, nel 1939, dello stabilimento per la produzione di automobili Fiat. Tuttavia, nell'ampio tessuto rurale sorgevano già dall'Ottocento diverse ville isolate, come la Villa Scintilla, fatta costruire nel 1889 in stile Liberty da Luigi Guino, situata ora in via Rodolfo Morandi n. 6, all'angolo con via Farinelli.

La villa Scintilla conserva un bel quadrante solare con stilo polare, restaurato di recente e che indica le Ore Vere Locali tra le IX e le V del pomeriggio (Fig.52). Presenta il motto:

Torna tornando il Sol per me la vita
ma non torna per te l'ora fuggita.

Spostandoci di poco, in strada Castello di Mirafiori n. 42, troviamo la chiesa parrocchiale della Visitazione di Maria Vergine e San Barnaba, le cui origini derivano dalla necessità di fornire un servizio religioso a insediamenti legati al fondo del Drosso (con diversi mulini). Nel 1617 la chiesa primitiva è stata rimaneggiata e adibita a cappella della Reggia di Miraflores e del borgo, da Vittorio Amedeo I duca di Savoia. Questi, figlio di Carlo Emanuele I e nipote di Emanuele Filiberto, affidò la sua sistemazione e reggenza ai monaci di San Bernardo di Chiaravalle (cistercensi) che dovettero adattare le loro esigenze alle richieste dell'architetto di corte Carlo di Castellamonte.

La facciata in cotto è barocca, suddivisa in due ordini da un cornicione, ed è sormontata da un doppio timpano. Anche l'interno, a una navata con cappelle laterali, è barocco.

Sotto la chiesa, a 12 m di profondità, esiste uno dei 47 rifugi antiaerei realizzati a Torino nel 1942; allora la borgata era ancora caratterizzata da attività agricole, ma era a forte rischio di bombardamenti per la presenza dell'aeroporto nello spazio ora occupato dal Parco Colonnetti [7].

L'ampio convento, attualmente adibito a casa canonica e oratorio, si estende nella parte posteriore della chiesa; sulla parete di fondo si trova un orologio solare realizzato da Mario Tebenghi nel 1992. È dotato delle linee per l'ora italica (dalle 15 alle 24) e delle linee francesi o moderne per l'Ora Vera del Fuso, dalle VIII alle VI pomeridiane (Fig. 53).

Il motto *Sol non occidat super iracundiam vestram* ci ammonisce: "Il Sole non tramonti mai sopra la vostra ira"; al sopraggiungere della sera, sarebbe infatti opportuno cancellare ogni rancore e riappacificarsi con il prossimo.

Il ritorno al passato di questo quartiere di Torino, per un giorno a novembre, è rappresentato dalla rievocazione storica "Miraflores - C'era una volta un castello", con battaglie tra le truppe francesi e sabaude e scene di vita del Settecento presso il mausoleo della "Bela Rosin", moglie morganatica di Vittorio Emanuele II, contessa di Mirafiori e Fontanafredda.

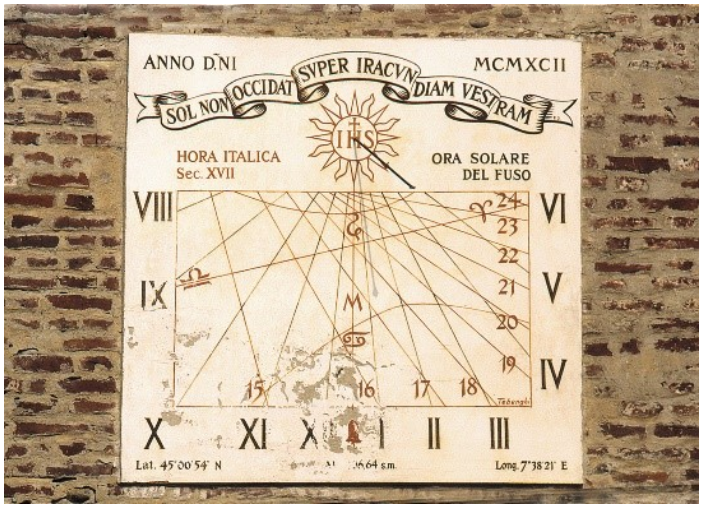


Fig. 53 – Strada Castello di Mirafiori n. 42. Chiesa parrocchiale della Visitazione di Maria Vergine e San Barnaba. Orologio solare con Ore Italiche e Ore Vere del Fuso. Lo gnomone polare è dotato di un "nodo", la cui ombra agli equinozi scorre sulla linea retta equinoziale. (Sundial Atlas IT006139).

Nell'immenso giardino del Castello di Miraflores il duca Carlo Emanuele I (1562-1630) esperto botanico, aveva messo a dimora fiori e piante di ogni varietà. Si narra che essendo orgoglioso di ciò rivolgesse spesso alla sua sposa, Caterina figlia di Filippo II di Spagna, l'esortazione: "mira flores" (guarda i fiori); da quest'espressione deriva la denominazione del castello, del quale rimane solamente traccia nel toponimo della strada Castello di Mirafiori.

Per concludere

Esplorata la zona Sud della città, nella prossima puntata ci sposteremo nei quartieri della zona Ovest, anch'essi con diversi edifici ornati di meridiane, più o meno in buono stato.

Le fotografie sono: di Giovanni Bosca (Figg. 38-42, 46 e 48-53, scattate negli anni intorno al 2005), di Francesco Caviglia (Figg. 36,43-45, del 2019), di Ferdinando Cancelli (Fig. 37 tratta dal Sundial Atlas, foto del 1989) e di Sergio Dequal (Fig. 47, tratta da un pubblicazione del Politecnico di Torino dell'anno 2001).

Bibliografia

[1] Sito web del Sundial Atlas, atlante degli orologi solari sundialatlas.net

[2] Città di Torino, Settore Gestione Verde, Pro Natura Torino, "*I Parchi della Città di Torino*" (pieghevoli).

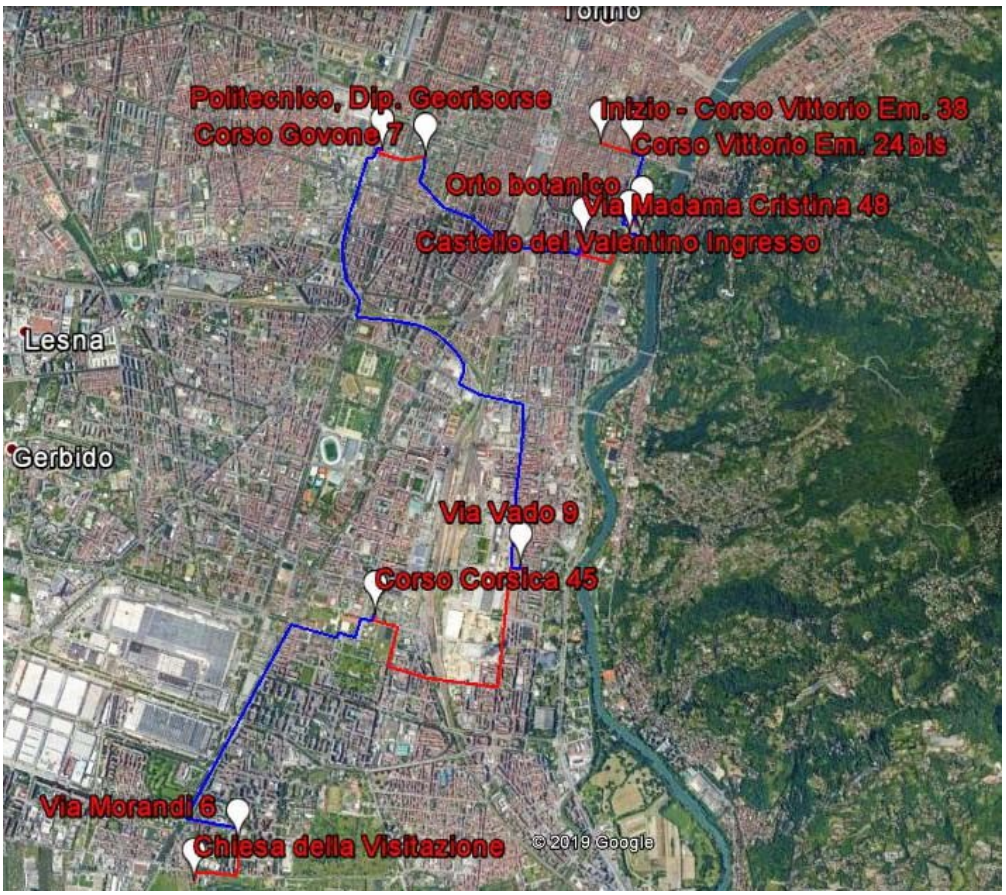
[3] Silvano Bianchi, "*Sui muri del Canavese e dintorni*" (Sezione: "*Ai confini del Canavese/Torino*"); CD autoprodotto, 2006. Vedasi anche la pagina Web: silvanobi.xoom.it/virgiliowizard/meridiane-a-torino (in particolare la voce "*Itinerario aggiornato al 2006*")

[4] Roggero Bardelli, "*Il Castello del Valentino*", Lindau, Torino 1992.

[5] Sergio Dequal**,** "*Impariamo a conoscere la meridiana del Dipartimento di Georisorse e Territorio*", Rivista GEAM, Politecnico di Torino, giugno-settembre 2001.

[6] Lucio Maria Morra, "*Un orologio solare in condominio*", Nuovo Orione n. 53, Ottobre 1996, Sirio s.r.l., Milano.

[7] C. Raffaelli, "*Mirafiori tra il suo aeroporto e le bombe*", CittAgorà, Periodico del Consiglio comunale di Torino, n. 67, 22 Ottobre 2007.



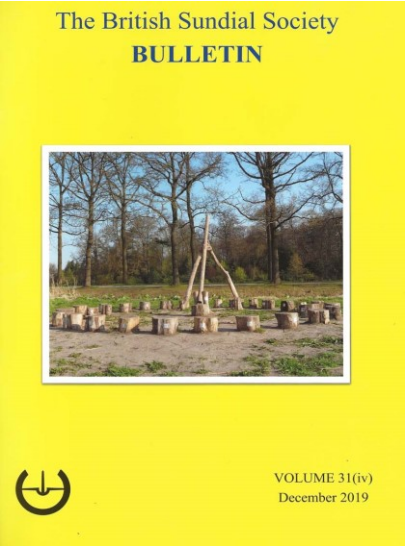
La zona Sud di Torino.

Nel sito di Orologi Solari http://www.orologisolari.eu nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare un file *.kmz, con la traccia dell'itinerario da percorrere, e un file *.pdf con le coordinate geografiche degli orologi solari descritti nel presente articolo

Rassegna riviste di Gnomonica

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS) ***Recensione a cura di Francesco Caviglia (francesco.caviglia@tin.it)***

vol. 31 (iv) December 2019



Editoriale
Restauro di un orologio solare in pietra dipinta presso Prestaytin — John Davis, Harriet James, Kevin Karney
Rassegna di cartoline 49: Woodlands Sch. a Burgess Hill, Hampstead — Peter Ransom
La meridiana di Disraeli — Graham Stapleton
Newbury 2019: gli oratori — Mike Shaw
L'obelisco di Voss "Tempo per sempre" — Mark Lennon Boyd, Ben Jones
Intervallo di pranzo a Newbury 2019 — Martins Gills
Meridiana a corda a 's-Graveland — Peter de Groot
Uno strumento per gnomonisti? — Sue Manston
Una meridiana equinoziale a elica — Mike Cowham
Sulle orme di Thomas Ross. Parte 29: Qualche meridiana del Midlothian — Dennis Cowan
Necrologio - Andrew James, FRSA HonMBHI — Johanna A. Migdal
Una meridiana tracciata dentro un cono — John Arioni
Segnare il tempo con foglie di quercia — Alastair Hunter
Ancora su tempo standard di Alba e Tramonto — Frank King
Giornata di incontro a Newbury, 21 Settembre 2019

Questo numero, di 44 pagine, contiene 9 articoli di almeno un paio di pagine e alcuni contributi minori.

J. Davis, H. James e *K. Karney* ci parlano (7 pagg.) del restauro di una meridiana verticale in pietra dipinta nel Nord del Galles, forse settecentesca. In particolare descrivono le analisi condotte sui pigmenti prima della ricostruzione.

L'articolo di *G. Stapleton* (2 pagg.) descrive una piccola meridiana orizzontale portatile appartenuta a Benjamin Disraeli (Uomo politico inglese, detto Dizzy) e a lui dedicata. Lo strumento presenta alcuni aspetti misteriosi, nelle scritte e nel fatto che lo gnomone appare montato al contrario.

M. Lennon-Boyd e *B. Jones* presentano (5 pagg.) un obelisco in granito a sezione triangolare con meridiane in ardesia fissate su due delle sua facce, da loro realizzato e installato davanti a una villa della Cornovaglia.

P. de Groot (5 pagg. e foto di copertina) descrive una meridiana didattica installata a s'Graveland (Olanda) che unisce una classica meridiana orizzontale con una meridiana interattiva del tipo "a corda" (descritta anche su Z&T 2019.2).

S. Manston ci presenta (2 pagg.) uno strumento ottocentesco, sottoposto all'esame della BSS, che unisce un inclinometro e una bussola: pur adatto a misure a gnomoniche, la sua funzione originaria resta sconosciuta.

M. Cowham presenta (2 pagg.) una meridiana monumentale in pietra costruita nel 2015 a Fouzilhon in Hérault (15 Km a Nord di Bézier): alta 2 metri ha la scala oraria e stagionale tracciata su un'elica che circonda un cilindro polare fessurato. La fessura è sagomata il modo che solo una macchia di Sole colpisca la scala, sulla giusta curva stagionale.

Sulle orme di T. Ross (2 pagg.) *D. Cowam* descrive cinque meridiane viste nel Midlothian (zona a Sud di Edimburgo) tra le quali una complessa meridiana multipla del tipo "a Leggio" (nella Mid-Calder house).

Di *J. Migdal* è il necrologio per Andrew James (1954-2019), professionista nel software, ma da sempre appassionato di orologeria e di gnomonica (belle le sue meridiane su ardesia). Socio della BSS, poteva fregiarsi anche dei titoli di FRSA (Fellow of the Royal Society of Arts) e HonMBHI (Honorary Member of the British Horological Society).

J. Arioni presenta (5 pagg.) un orologio tracciato dentro un cono. (Riprende quanto descritto su Orologi Solari n.18).

Il breve articolo di *A. Hunter* ci mostra (1 pag.) una meridiana nella quale il punto gnomonico è costituito da una gemma presente, insieme con diverse foglie, su un ramo di quercia inciso su un vetro montato davanti al quadrante.

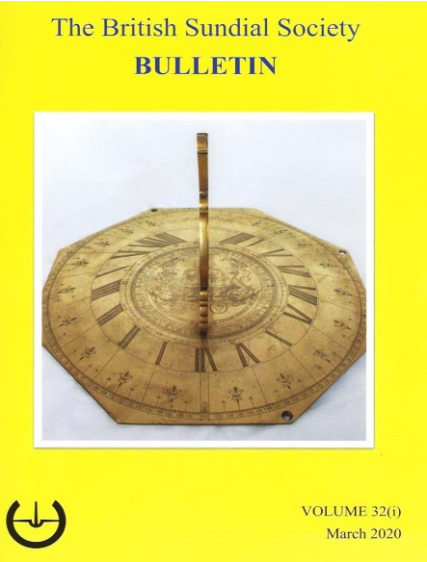
K. Karney (2 pag.) torna ancora una volta, con diversi grafici, sul tema delle ore di alba e tramonto nel corso dell'anno.

Segue il riassunto delle memorie presentate alla Giornata di incontro della BSS a Newbury, il 21 Settembre 2019.

Allegato al fascicolo vi è un cartoncino con i valori dell'Equazione del Tempo e della Declinazione Solare per il 2020.

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS) ***Recensione a cura di Francesco Caviglia (francesco.caviglia@tin.it)***

vol. 32 (i) March 2020



Editoriale
Restauro dell'orologio solare ad obelisco del Drummond Castle. Parte 1: Storia e cerimonia per la nuova installazione — Alastair Hunter
Rassegna di cartoline 50: Priorato di St Mary, Hurley, Berkershire — Peter Ransom
Meridiane inaffidabili: Il nostro patrimonio è in mani sicure? — John Wilson
Meridiana per la vecchia scuola di Durgan, in Cornovaglia — Carolyn Martin, Ben Jones
Un lungo viaggio - Una meridiana nata per il castello di Glamis è oggi in Nuova Zelanda — John Davis, Rosaleen Robertson
Meridiane vendute nel 2019 — Mike Cowham
Una nuova meridiana per il centro di Londra — Piers Nicholson
Sulle orme di Thomas Ross. Parte 30: Neidpath Castle — Dennis Cowan
Gerald Dunn, personaggio eclettico e costruttore di meridiane — Jan Buston
La meridiana del transito di Venere, a Campbell Town, Tasmania — Christine Northeast
Una nuova meridiana per la vecchia scuola di Wiggenhall St. Mary Magdalen, nel Norfolk — David Payne
Una meridiana canonica venduta all'asta — John Davis
Nuovo libro — CHN

Questo numero, di 44 pagine, più 16 pagine del rapporto programmatico e finanziario per il 2019 degli amministratori della British Sundial Society, contiene 11 articoli di almeno un paio di pagine e alcuni contributi minori.

La meridiana a obelisco del Drummond Castle (25 Km a Est di Perth, in Scozia) è la più antica (1630) e la più ricca (61 quadranti) delle meridiane scozzesi di questo tipo; a questa meridiana è dedicato il lungo articolo di *A. Hunter* (8 pagg.) che ne racconta la storia, ne elenca le caratteristiche e descrive l'accurato restauro concluso nel 2019.

L'articolo di *J. Wilson* (2 pagg.) mostra tre esempi di pregevoli meridiane installate in luoghi aperti al pubblico, che però danno informazioni errate perché mal orientate, e si domanda quanto situazioni simili siano frequenti.

C. Martin e *B. Jones* presentano (2 pagg.) la nuova meridiana verticale su lastra d'ardesia (un quadrato di 0,5 m di lato, montato con la diagonale in verticale) installata su un ex edificio scolastico a Durgan, nell'Est della Cornovaglia.

J. Davis e *R. Robertson* nel loro articolo (7 pagg. e foto di copertina) descrivono una bellissima meridiana in ottone, con diametro di circa 40 cm, della prima metà del Settecento. Discutono poi la sua origine per il castello di Glamis (Scozia), la figura dell'incisore (John Lyon) e come essa sia arrivata in Nuova Zelanda, verso il 1920.

M. Cowham (3 pagg.) presenta l'annuale rassegna delle più belle meridiane vendute sul mercato. L'oggetto più pregiato è un quadrante-astrolabio francese del 1300, in ottone e con raggio di 120 cm, venduto per 731.250 Sterline.

P. Nicholson descrive (3 pagg.) il progetto di una grande meridiana che vorrebbe far dipingere su una parete, ora spoglia, di un edificio nella centrale Fleet Street a Londra. La meridiana, con orientamento vicino all'Est, avrà delle scritte che ricordano le iniziative editoriali sviluppatesi in passato in quella zona di Londra.

Sulle orme di T. Ross, *D. Cowam* descrive (3 pagg.) la meridiana in pietra del tipo multiplo "a leggio" del castello di Neidpath, a Peeble (20 Km a S. di Edimburgo). La meridiana, di metà '600 e ora al coperto, è ancora in discreto stato.

L'articolo di *J. Buston* (4 pagg.) ricorda la vita e l'attività di Gerald Dunn, un eclettico personaggio che, dopo una carriera nell'esercito svolta quasi tutta in India, si è dato a diverse attività; tra queste la progettazione e la costruzione di meridiane e bussole solari. Nell'articolo sono presentati diverse fotografie delle sue interessanti realizzazioni.

C. Northeast descrive (3 pagg.) un grande eliocronometro costruito usando materiali recuperati da attrezzi agricoli (per 500 Kg) a Campbell Town in Tasmania. Lo strumento ricorda i transiti di Venere sul Sole del 2004 e del 1874.

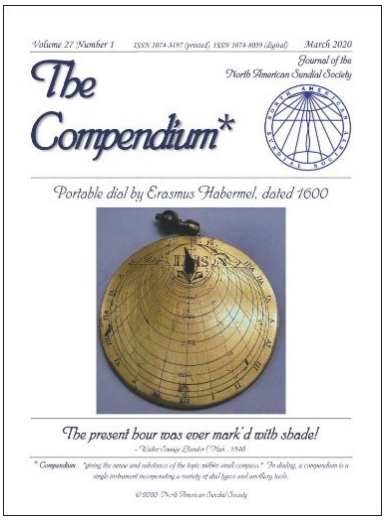
Il breve articolo di *D. Payne* (2 pagg.) descrive la grande meridiana armillare (3 m di diametro) installata di recente davanti alla vecchia scuola di Wiggenhall St. Mary Magdalenn nella contea di Norfolk (circa 150 Km a N. di Londra).

J. Davis presenta (2 pagg.) una meridiana canonica del XII-XIV secolo, definita "di transizione", tracciata su un cubo in pietra di circa 20 cm di lato e venduta all'asta (cosa rara per questo genere di meridiana) nel 2019 per 700 Sterline.

Al termine del fascicolo si trova una breve recensione del libro di Jill Wilson "*Biographical Index of British Sundial Makers from the Seventh Century to 1920, 3rd Edition*", 230 pagg., pubbl. nel 2019 come BSS Monograph No. 12. Assai arricchito rispetto all'edizione del 2007, l'indice contiene ora informazioni su circa 1900 costruttori di meridiane.

"The Compendium" – Journal of the NASS (North American Sundial Society)
Vol. 27 – N° 1 - Marzo 2020

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



Gnomonica per principianti: Quando una meridiana riesce male	Robert L. Kellogg
Meridiane del tipo "Solar Decliner"	Fred Sawyer
Soluzione del Quiz - Sabotaggio	Steve Lelievre, Rolf Wieland
Marchi del costruttore - Richiesta di informazioni	Steve Lelievre
Storia degli orologi solari portatili	Helmut Sonderegger
Concorso fotografico	
Esercitazioni di OpenSCAD - Un semplice gnomone	Robert L. Kellogg
Bonus digitale	
The Tove's Nest (Notizie brevi) - Articolo su matematica e storia dell'Astrolabio	
Metodi per trovare la vera linea meridiana ecc… (1795) [Facsimile]	William Jones

Oltre che sulla ormai consueta rubrica di R. Kellog, che questa volta si occupa degli Orologi Solari che per varie ragioni (errori di calcolo, difetti d'esecuzione, ristrutturazioni o "restauri" fatti da incompetenti) risultano errati e ne analizza i difetti, questo numero è impostato essenzialmente su due ampi articoli, dei veri e propri "saggi", rispettivamente di F. Sawyer, e di H. Sonderegger.

Fred Sawyer si occupa degli Orologi Solari del tipo da lui denominato "Solar Decliner" (che possiamo tradurre in "Declinatori Solari") in altri termini dei diagrammi, come quello sul Prosciutto di Portici o sull'Orologio del Pastore, che mettono in connessione l'altezza solare con il Segno Zodiacale (o la data) e con l'ora. La sua ricerca si estende a varie epoche storiche, a un numero elevato di diagrammi e su varie superfici, in connessione con il genere di "informazione" che se ne vuole ricavare (che non riguarda solo i sistemi orari in uso.)

Helmuth Sonderegger affronta la "Storia" degli Orologi Solari portatili, a cominciare dall'Antico Egitto (circa 1450 A.C). Il suo esame, assai accurato, valuta un notevole numero di reperti, discute le origini storiche e cita gli inventori, quando noti; inoltre esamina le probabili vie che ne hanno facilitato la diffusione in Europa, e i testi che per primi ne hanno elencato le caratteristiche e le proprietà, fino agli strumenti post-rinascimentali , costruiti "in serie" .

Completano il notiziario:

- una breve relazione di Robert Kellogg sulla costruzione di uno gnomone triangolare per orologi orizzontali (condotta come esercitazione per il software di modellazione 3D OpenSCAD);
- la riproduzione in facsimile di un testo del 1795, in cui il tecnico William Jones (Costruttore di Strumenti Matematici) dopo alcune considerazioni generali, illustra lo strumento da lui prodotto per l'applicazione pratica del criterio per orientare correttamente le meridiane, citato da Vitruvio e illustrato originariamente da Igino il Gromatico (oggi lo chiamano "Cerchio Indù");
- la segnalazione di un articolo su "Matematica e Storia dell'Astrolabio" (di 40 pagine e liberamente scaricabile, in lingua inglese ma di autori italiani).

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie, della Associazione tedesca per la Cronometria
Inverno 2019 – n. 160 *(Contributi di argomento gnomonico)*

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

Nella pregevole rivista tedesca, prevalentemente improntata sull'orologio meccanico, compaiono in questo numero due articoli interessanti di Gnomonica, nella rubrica "Aus den Fachkreisen" ossia "Dai gruppi di specialisti".

Siegfried Netzband

Calendario e orologio solare fra le dune della città di Nida in Lituania

Un orologio solare monumentale sorge fra le dune sulle rive del Mar Baltico, a Nida in Lituania: si tratta di un orologio solare azimutale servito da uno gnomone verticale molto alto (13.8 metri d'altezza) di sezione triangolare. Purtroppo il vento ha fatto crollare la parte sommitale dell'obelisco ma ciò, come si può ben comprendere, non influisce sulla lettura corretta dell'Azimut. Il suo spigolo meridionale proietta correttamente, nonostante la troncatura, l'ombra sull'orologio-calendario che è realizzato su una specie di cono circolare molto allargato con le ore e le stagioni indicate in rilievo con dolce declivio a partire dall'obelisco. Le stagioni sono indicate secondo la simbologia ingenua della locale cultura germanica primitiva (alfabeto runico). L'effetto spettacolare di questo monumento dedicato alla geometria Terra-Sole è veramente notevole.

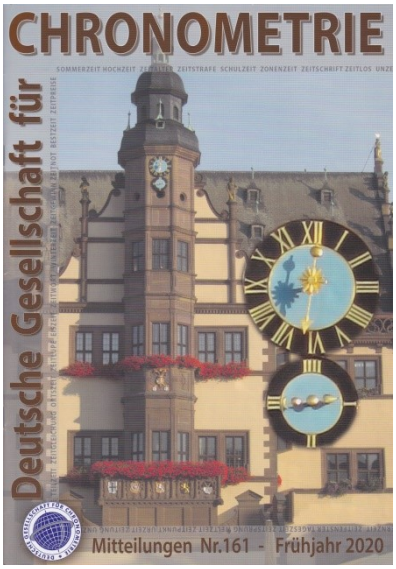
Karlheinz Schaldach

L'enigmatico Orologio Solare al Duomo di S.Giorgio a Dinkelsbühl

Dinkelsbühl è una città della Baviera orientale che conserva molte testimonianze intatte di architettura medievale. Una di queste è il Duomo di San Giorgio.
Normalmente gli orologi solari medievali sono tracciati su pareti meridionali; qui invece, circostanza assolutamente eccezionale come segnala Schaldach, l'orologio solare è tracciato sulla parete orientale (abside) del Duomo di San Giorgio. Lo gnomone è disposto perpendicolarmente alla superficie come in tutti gli orologi medievali.
Le ore del mattino disegnate come linee uscenti dalla base dello gnomone perpendicolare non hanno, ovviamente, senso. Invece la linea quasi "equinoziale" tracciata sulla destra porta, in modo quasi corretto, l'indicazione delle ore grazie alla lunghezza d'ombra agli equinozi. L'autore dell'articolo segnala la circostanza che all'epoca il salario degli operai era più consistente d'estate rispetto i mesi invernali, a causa della durata del giorno e quindi delle ore lavorate: e avanza allora l'ipotesi che la meridiana servisse proprio per distinguere i mesi con giorni lunghi da quelli con le giornate più corte ai fini della corresponsione del salario corretto.

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie, della Associazione tedesca per la Cronometria
Primavera 2020 – n. 161 *(Contributi di argomento gnomonico)*

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



Due pagine di interesse gnomonico precedono gli articoli della rivista.

Necrologio

In questo numero delle *Mitteilungen* DGC una pagina intera in apertura è dedicata al ricordo del collega gnomonista austriaco Karl Schwarzinger, scomparso dopo lunga malattia nel gennaio scorso.

Karl Schwarzinger è stato il fondatore del gruppo GSA degli gnomonisti austriaci (1990) e suo presidente fino al 2000. Ha restaurato e tracciato molti orologi solari, ma soprattutto ha compilato il catalogo degli orologi solari fissi austriaci (2006): ben 3341 descritti nel catalogo.

Invitato da Paolo Alberi-Auber, fu presente al nostro Seminario di Lignano (UD), Apr. 2005, dove fece una presentazione sugli Orologi Solari in Austria.

Una grave perdita per la famiglia, per i colleghi austriaci, ma anche per tutti noi.

La Biblioteca della DGC

La Biblioteca della Deutsche Gesellschaft für Chronometrie conserva, nella sua sede di Norimberga, ben 23400 oggetti, fra cui 8470 libri: numeri forniti da *Bernard Huber*. Fra questi ultimi ben 516 riguardano particolarmente la Gnomonica. Se valutiamo questi numeri potremmo affermare, io penso senza grossi rischi di essere smentiti, che questa Biblioteca è la più ben fornita al mondo per quanto attiene la Gnomonica. Due nuovi libri di gnomonica sono entrati a far parte recentemente della Biblioteca: il libro di Sebastian Münster del 1589 e quello di Eberhard Welper del 1708. Il file Excel del *posseduto*[1] (Bestand) si può consultare sul sito https://www.dg-chrono.de/bibliothek/bestand/.

Gli articoli di interesse gnomonico che seguono sono due:

Karlheinz Schaldach

Beda e la misura del tempo nell'Alto Medio Evo

L'autore mette in risalto innanzitutto la grave perdita dello spirito della ricerca nel medioevo, ben presente invece nel mondo antico greco; tanto da essere considerati, da parte di diversi filosofi medievali, i "segreti di Dio" (le leggi della Natura) come impenetrabili, esattamente l'opposto dell'approccio galileiano, come ben sappiamo.

L'autore descrive alcuni manoscritti dell'Alto Medio Evo (7° secolo) e illustra l'orologio, tuttora visibile a Neustadt am Rübenberge (Orologio di Achaz) fatto ingenuamente, come norma nel Medio Evo, con stilo orizzontale, la forma a semicerchio e le ore equidistanziate. Il contributo dell'Abate Beda viene riportato. Infine viene dedicato un capitolo alla datazione della Pasqua nell'Alto Medio Evo.

Karlheinz Schaldach

Le tabelle d'ombra del Medio Evo Latino.

L'autore descrive alcuni interessanti manoscritti medievali che riportano le tabelle delle lunghezze d'ombra di un essere umano nelle varie stagioni e alle varie ore (temporarie). I valori sembrano calcolati per latitudini da 45° fino alla latitudine della Manica.

Descrive quindi nel dettaglio le tabelle di Wandelbert von Trüm conservate alla Biblioteca Universitaria di Basilea (CH). Seguono infine altre tabelle di lunghezza d'ombra medievali conservate alla Biblioteca di San Gallo (CH).

[1] "il posseduto" è una espressione un po' gergale per chi frequenta biblioteche pubbliche e private

"Zon&Tijd" della Netherlands' Sundial Society e della Flemish Sundial Society
Bulletin 2019.4 – nr 131

Recensione a cura di Francesco Caviglia (francesco.caviglia@tin.it)

Editoriale - Tempo relativo	
Dal Consiglio Direttivo olandese	Segretariato
Aggiunte e correzioni	Redazione
Come spostare un meridiana dall'Egitto	Frans Maes
Costruzione di meridiane nella scuola "Het Rhedens"	Hans Schipper
Il Sole splende dove lo si vuole, grazie a un Eliostato	Frans Maes
Dal tempo solare locale al tempo dell'orologio (atomico) - Parte 2	Willy Ory, Eric Daled
Le meridiane del ten. H. de Lange	
Parte 3. Il ten. H. de Lange e il planetario Zeiss de L'Aia	Frans Maes
Una meridiana analemmatica con pietre da selciato "standard"	Lou Güse
Quiz: Eise Eisinga e il duca di Parma	Frans Maes
Relazione sull'esercitazione:	
"Come misurare la declinazione di un muro"	Hans Schipper
Rapporto sull'incontro del 28 settembre a Tricht	Karine van Drunen, Ruud Hooijenga
Rapporto sulla 25a Riunione Generale	
della Flemish Sundial Society del 23 ottobre a Kortrijk	Eric Daled
Tabelle dell'Equazione del tempo	
e della Declinazione Solare per il 2020	Tijs de Vries

● Il fascicolo inizia con l'editoriale, che formula gli auguri di buon anno, ricordando però come il nostro Capodanno sia un giorno qualunque per altre culture con calendari diversi. Segue poi una serie di notizie: il prossimo incontro dei membri dell'Associazione Olandese a Tricht, il 25 genn. 2020, le riunioni del Comitato Direttivo e l'organizzazione di un prossimo "safari" a caccia di meridiane olandesi da parte dei membri della BSS. Qualche correzione e un paio di informazioni aggiuntive al precedente numero (in particolare sulla meridiana di Jaipur) chiudono questa prima parte.

● *Frans Maes* discute come usare ad Apeldoorn una meridiana acquistata come souvenir in Egitto. L'analisi dell'oggetto lo porta alle seguenti conclusioni: è progettato per un muro verticale volto a Sud alla latitudine di 42,3°, proviene dai Balcani del Sud, può funzionare ad Apeldoorn se montato su un muro volto a Sud e inclinato in avanti di 9,9°.

● L'articolo di *Hans Schipper* descrive la visita dell'autore all'istituto scolastico professionale "Het Rhedens", dove nella classe delle lavorazioni meccaniche gli allievi si esercitano anche costruendo meridiane armillari in lamiera.

● *Frans Maes,* in un articolo esplicitamente dedicato a Gianni Ferrari e in parte basato su quanto scritto dallo stesso Ferrari e da Giacomo Bonzani, ci parla del ben noto specchio eliostatico che ha portato il Sole a Viganella, in valle Antrona, nonché di un'analoga installazione per illuminare con un triplo specchio il villaggio di Rjukan in Norvegia.

● Continuando l'articolo pubblicato sul n. 129 di Zon&Tijd, *Willy Ory* e *Eric Daled* finiscono di spiegare la differenza tra il tempo solare vero locale e il tempo indicato dagli orologi. In questa parte parlano in particolare del tempo medio, del tempo standard basato sui fusi orari, del tempo universale, del tempo atomico e del "secondo intercalare".

● In due precedenti articoli (sui numeri 127 e 129 di Zon&Tijd) *Frans Maes* ci ha descritto una meridiana realizzata dal ten. H. de Langhe. In questo numero troviamo il terzo articolo della serie, dedicata all'attività del ten. H. de Lange presso il planetario Zeiss dell'Aia, che ha riguardato in particolare la didattica delle gnomonica.

● *Lou Grise* descrive una meridiana analemmatica costruita nel 2016 davanti all'osservatorio astronomico Saturnus di Heerhugowaard (30 Km a N. di Amsterdam). La meridiana, larga 8 metri, è stata progettata in modo da minimizzare il lavoro e la spesa di costruzione: la linea delle date e i punti orari sono ottenuti con piastrelle decorate su disegno, di tipo standard. A tre anni dall'inaugurazione la meridiana è ancora in perfette condizioni (immagine di copertina).

● *Frans Maes* presenta la soluzione del precedente Quiz (una delle didascalie presenti nel Planetario di Eise Eisinga) e il nuovo Quiz: quale evento avvenuto a Maastricht nel Natale del 1582 ha interesse per la gnomonica?

● In occasione dell'incontro dei membri dell'Associazione Olandese a Tricht, è stata organizzata una esercitazione sulla misura della declinazione di un muro con oltre dieci partecipanti: *Hans Schipper* descrive i risultati dell'evento.

● Seguono: un breve rapporto a cura di *Karine van Drunene* e *Ruud Hooijenga* sulla riunione dell'Associazione Olandese tenutasi a Tricht il 28 sett. 2019 (con 15 partecipanti) e il rapporto della 25a Assemblea Generale dell'Associazione Fiamminga tenutasi il 23 ottobre a Kortrijk, con la presentazione di modelli di meridiane e dei rendiconti economici.

● Chiudono il fascicolo le tabelle dell'Equazione del Tempo e della Declinazione Solare preparate da *Tijs de Vries*.

"Zon&Tijd" della Netherlands' Sundial Society e della Flemish Sundial Society
Bulletin 2020.1 – nr 132

Recensione a cura di Francesco Caviglia (francesco.caviglia@tin.it)

Editoriale - Anniversario ogni quattro anni	
Dal Consiglio Direttivo olandese	Segretariato
Dal Consiglio Direttivo fiammingo	Segretariato
Una richiesta per mettere ordine nel tempo dell'Europa	Willy Leenders
Le meridiane del ten. H. de Lange	
Parte 4. La meridiana a bordo della nave "Oranje"	Frans Maes
Una meridiana verticale con due gnomoni polari	André Reekmans
Orologi solari elicoidali	Frans Maes
Gnomonica e filatelia - Parte 1: Benelux	Eric Daled
Quiz precedente: Natale a Maastricht e data della Pasqua	Frans Maes
Nuovo Quiz: L'eliostato di Monaco	Frans Maes
Visto in vacanza: Orologio solare portatile d'epoca romana	Frans Maes
Rapporto sull'incontro del 25 gennaio a Tricht	Ruud Hooijenga
Aggiunte e correzioni	Redazione
Rapporto annuale per il 2019 della Netherlands' Sundial Society	Segretariato
Rapporto 2019-20 del Tesoriere della Netherlands' Sundial Society	Peter de Groot

● Il fascicolo inizia con l'editoriale, dedicato agli anni bisestili e ai nati il 29 febbraio, che possono festeggiare il compleanno solo ogni 4 anni. Segue una serie di notizie dai Consigli Direttivi delle due associazioni cha partecipano al bollettino: la riunione dell'Associazione Olandese il 21 marzo a Tricht; l'organizzazione di un'escursione a Utrecht, il necrologio dello gnomonista austriaco Karl Schwarzinger, l'incontro annuale dell'Associazione Fiamminga il 24 ottobre.

● *Willy Leenders* ci riassume dapprima la storia dell'ora legale estiva in Europa; premesso poi che la UE ne vuole l'abolizione e che non ha ancora scelto l'ora da adottare per l'intera Europa, discute le possibili alternative. Poiché le ore riferite a 0°, 15° e 30° di longitudine Est non gli sembrano una buona scelta, l'autore chiede di basarsi sul meridiano di longitudine 10° Est, facendo anche notare che un fuso non centrato su un multiplo di 15° non sarebbe un'eccezione.

● In tre precedenti articoli (sui numeri 127, 129 e 131 di Zon&Tijd) *Frans Maes* ci ha descritto l'attività gnomonica del ten. H. de Langhe. In questo numero troviamo il quarto articolo della serie, dedicato a una variante della sua meridiana, utilizzabile anche a bordo di una nave poiché auto-orientante secondo il principio dell'anello equinoziale.

● L'articolo di *André Reekmans* descrive un orologio la cui immagine è già stata pubblicata su Zonnijdeningen n. 60, 2011- 4, nella realizzazione di Aimé Pauwels. Si tratta di un orologio piano con due gnomoni polari: uno per le ore del mattino e l'altro per il pomeriggio. Ciò che rende originale e suggestivo l'orologio è il fatto che i punti orari sono disposti su una ellisse, con quelli relativo al primo gnomone coincidenti con quelli per il secondo sfasati di n ore.

● L'articolo di *Frans Maes* è dedicato agli orologi solari polari con scala oraria disposta a elica (immagine di copertina); l'autore prende spunto dagli articoli di Mike Cowham (sul Bulletin of the British Sundial Society) e di Francesc Clarà (sul bollettino della Societat Catalana de Gnomònica) e aggiunge immagini e informazioni su altre strutture simili.

● *Eric Daled* inizia una rassegna di francobolli dedicati alla gnomonica e strumenti correlati. La prima puntata è dedicata al Belgio, Olanda e Lussemburgo (Benelux) che emettono francobolli rispettivamente dal 1849, 1851 e 1852.

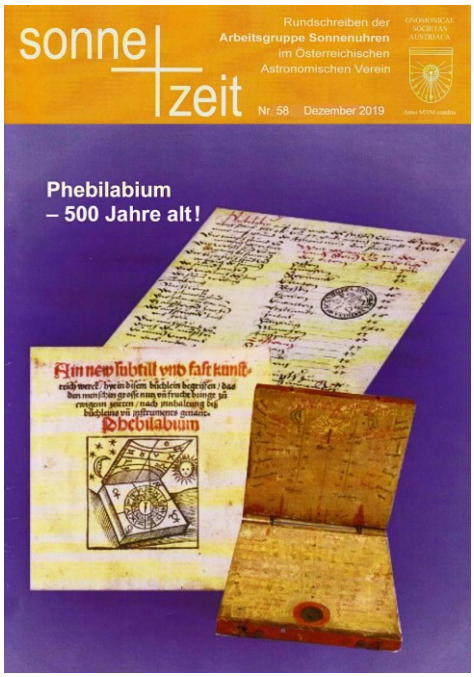
● *Frans Maes* presenta anzitutto la soluzione del precedente Quiz (Maastricht non ha avuto il Natale del 1582, per il passaggio in quei giorni al calendario Gregoriano); con l'occasione discute anche le variazioni della data della Pasqua secondo i due calendari, riportando anche tabelle per la loro determinazione. Dopo avere descritto l'eliostato presente al Deutsches Museum di Monaco di Baviera e il suo spettrometro, propone poi il nuovo Quiz, riguardante sia la geometria dell'eliostato sia le righe di assorbimento presenti nello spettro solare.

● Un breve trafiletto di *Frans Maes* ci presenta un orologio di altezza di epoca romana, che durante le vacanze ha visto esposto nel Museo Nazionale Atestino in Este (Padova) accompagnato da una chiara tabella esplicativa: riconosciuto come un "orologio del pastore" solo nel 1984, è la prima testimonianza d'epoca romana per questo tipo di orologio.

● Seguono: il rapporto a cura di *Ruud Hooijenga* sulla riunione dell'Associazione Olandese tenutasi a Tricht il 25 gennaio 2020, con un breve sommario dei temi trattati; alcune Aggiunte e Correzioni al numero precedente e rapporti del Segretariato e del Tesoriere della Associazione Olandese per il 2019.

"Sonne + Zeit" Bollettino del gruppo di lavoro per gli orologi solari della Associazione Astronomica Austriaca N° 58 - Dicembre 2019

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



Peter Husty (Presidente dell'Associazione)
Senza nessuna perplessità il Presidente Husty prende posizione in modo chiarissimo a favore dell'abolizione della devastante consuetudine dell'ORA LEGALE (Sommerzeit - Ora Estiva); ciò a seguito della raccomandazione in merito da parte della autorità europee. Egli peraltro non si fa eccessive illusioni per un rapido provvedimento da parte delle autorità statali austriache, dato che il parere europeo non è vincolante.

Armin Denoth (Neu-Götzens), *Kurt Descovich* (Vienna), *Gerold Porsche* (Buxtehude)
Un orologio medievale indica la via e dà consigli
Un "FEBILABIO" (un astrolabio per il ...Sole, cioè uno strumento gnomonico) è stato scoperto da uno degli autori al Convento di Novacella-Neustift presso Bressanone-Brixen (BZ), quindi in territorio italiano (!). Probabilmente lo strumento ha già compiuto, ovvero sta per compiere, il compleanno dei 500 anni! Lo strumento, oltre a essere un orologio Solare e Lunare mostra anche gli Ascendenti per l'Astrologia, oltre a ore babiloniche e italiche. Gli autori ammettono che, nel rispetto delle competenze dell'autore, si sono lasciati affascinare dal modo di vedere il mondo da parte del progettista. Gli autori citano due scienziati dell'epoca che descrivono lo strumento: il "PHEBILABIUM".

Wilhelm Weninger (Wiener Neustadt)
Una nuova sistemazione per un orologio solare equatoriale a Wiener Neusstadt
Nell'occasione di una mostra regionale della Niederösterreich anche il parco cittadino venne rinnovato: venne però danneggiato l'Orologio Solare equatoriale. L'autore lo ha restaurato con l'aiuto del fabbro Bruno Beer.

Kurt Descovich, (Vienna)
Un nuovo problema "da pensarci" e la soluzione del quesito precedente.

Peter Lindner (Hoyerswerda) *Walter Hofmann* (Vienna) *Kurt Descovich* (Vienna)
Relazionano sul Convegno dell'Associazione a Passau in Germania (Baviera), organizzato assieme con la DGC (Associazione tedesca di Cronometria) nel giugno 2019. Le relazioni presentate:

Kurt Niel (A), Earthlat1200- Un progetto mondiale per la visualizzazione della rotazione terrestre attraverso gli Orologi Solari.

Joachim Heierli (CH), Un nuovo Orologio Solare con le linee orarie in forma di meridiani terrestri.

Magdalena März (D), L'Orologio Solare tascabile da Hilgartsberg (fine 15° sec.). Viaggio nel tempo fino a Peuerbach.

Dan-George Uza (RO), Gli Orologi Solari in Romania.

Karlheinz Schaldach (D) , Un viaggio verso gli Orologi Solari in Armenia.

Carlo Heller (D), Novità sugli orologi Solari.

Gerold Porsche (D), *Rolf Wieland* (D), La gara mondiale di Gnomonica.

Kurt Descovich (A), Abbagliamento: quando può accadere che il Sole abbaglia in modo fastidioso (Pannelli solari)?

Reinhard Folk (A), Un Orologio Solare portatile di Paul Reinmann nel Convento di Kremsmünster.

Ronald Salzer (A), Orologi Solari da viaggio del 15° secolo di portata europea.

Michael Hromek (D), La biblioteca del Gruppo Orologi Solari della DGC.

Equazione del Tempo e Declinazione
La rivista riporta in un comodo allegato l'Equazione del Tempo e la Declinazione Solare per l'anno nuovo (2020)

"La Busca de Paper" della Societat Catalana de Gnomònica (SCG)
N° 94 Inverno 2019

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

Riflessioni	Oriol Pi de Cabanyes
Editoriale	
Buenaventura Suárez (1679-1750)	R. Kriegler, M. Villegas
Laboratorio per bambini della UdG	L. Feria, M. Porta
Lettura delle date su un quadrante equatoriale torico	R. Soler Gayà
Orologio solare di Ancils (Osca)	P. Novella
L'angolo della poesia: "L'orologio solare"	M. Pujad
Gli orologi degli astronauti (II)	E. Farré
Laboratorio di bricolage (14). Orologi solari elicoidali	R. Soler Gayà
Il manoscritto CR16 sugli orologi solari	E. Farré
Il quadrante Nord della Torre dei Venti	J. Elorz
Il misterioso orologio solare di Porrera	P. Novella

La rivista ospita (in ricordo del collega *R. Kriegler*, coautore con *M. A. Villegas*) la riedizione in formato ridotto di un lungo articolo pubblicato da *Carpe Diem* nel 2009: il testo connette gli eventi storici delle Colonie Spagnole nel Sudamerica con la vita del gesuita Buenaventura Suárez, considerato il primo Astronomo "creolo". Di questo scienziato, che si era costruita da sé la strumentazione con cui lavorava, sostituita successivamente in parte da strumenti prodotti in Inghilterra, rimangono i resti di una Meridiana in pietra e un libro: *Lunario de un siglo*. Si presume che il resto sia andato distrutto all'epoca della espulsione dei Gesuiti, decretata dal governo spagnolo nel 1767. L'articolo è ben documentato e la documentazione è completata dall'aggiunta di una Relazione, in tedesco e del 1788, che riferisce di veri e propri combattimenti fra truppe assoldate dai Gesuiti e truppe spagnole.

Segue un breve resoconto (*L. Feria, M. Porta*) che riferisce di una iniziativa presa in collaborazione fra la Società Catalana di Gnomonica e varie Fondazioni, per insegnare la materia a bambini fra 6 e 9 anni particolarmente dotati.

Un breve articolo (*R. Soler Gayà*) tratta della ricerca teorica in merito agli errori di lettura della data in un particolare orologio equatoriale torico di grandi dimensioni (immagine di copertina).

Una relazione illustrata da piacevoli figure (*P. Novella*) mostra due orologi in una località montana dei Pirenei, Ancils. Uno dei due è inserito in una nicchia scavata nello spigolo di un antico edificio a torre, in modo di essere orientato direttamente a Sud.

Segue la seconda puntata (*E. Farré*) della Relazione che illustra le caratteristiche degli orologi da polso adottati nelle varie missioni spaziali negli anni fra il 1960 e il 1970, oggi esposti nei musei delle varie ditte.

F. Clarà nella sua rubrica sul bricolage (14ª puntata) illustra la costruzione di un orologio a spirale.

Un lungo e dettagliato articolo (*E. Farré*) illustra un modesto manoscritto esistente nella Biblioteca Nazionale di Andorra, probabilmente un testo scolastico del 18° - 19° secolo. L'articolo è integrato da un elenco dei testi reperibili nelle biblioteche catalane.

Segue (*J. Elorz*) una trattazione "matematica" relativa al quadrante Nord della Torre dei Venti di Atene, a seguito della pubblicazione, in un numero precedente, della nota trattazione dell'argomento da parte del collega Paolo Albéri.

Un piacevole articolo (*P. Novella*) illustra nei particolari una "misteriosa" meridiana esistente a Porrera, dotata di scritte in versi e di indicazioni che sono state soggette a varie interpretazioni. L'Autore propone un confronto fra la distribuzione dei Segni e due versi mnemonici in Latino, riferendosi a un ipotetico "geroglifico" citato, ma non trovato, dalla gente locale, e a un testo di Gnomonica molto noto in Catalogna, di Tomas Vincente Tosca (1794). Il mistero continua.

Gnomonica nel Web a cura di Gian Casalegno

(gian.casalegno@gmail.com)

La gnomonica su Wikipedia

Nella scorsa puntata di questa nostra rubrica ho cercato di elencare, nel poco spazio a disposizione, i siti che contengono le informazioni più utili per uno gnomonista.

Vorrei oggi soffermarmi su quello che per definizione è considerato da noi tutti la più attendibile fonte di notizie in generale, a cui ci rivolgiamo ogni volta che vogliamo trovare informazioni su un argomento sconosciuto: **wikipedia**.

Come sapete ogni pagina di questo sito è resa in genere disponibile in diverse lingue: italiano, inglese, francese ecc.

Queste differenti versioni non sono semplicemente la traduzione da una lingua all'altra dei contenuti della pagina ma sono la libera espressione degli autori e delle loro conoscenze.

Ci si aspetterebbe quindi che la pagina https://it.wikipedia.org/wiki/Meridiana sia tra le più complete, dettagliate e corrette delle varie versioni, visto il considerevole patrimonio gnomonico che l'Italia può vantare.

Ebbene così non è.

Ecco l'indice della pagina italiana:

Indice [nascondi]

1 Introduzione
2 Orologio solare fisso
  2.1 Equatoriali o equinoziali
  2.2 Orologi solari orizzontali da giardino
  2.3 Verticali o murali
  2.4 Orologio negativo solare
3 Orologi solari portatili
  3.1 A dittico
  3.2 Ad elevazione
  3.3 Telescopica
4 Meridiana a tempo medio
  4.1 Orologio solare equatoriale a coppa
  4.2 Orologio solare greco
  4.3 Le vere Meridiane: orologi del mezzodì
  4.4 A riflessione
  4.5 Meridiana calcolatrice
5 Meridiane digitali
6 Meridiane naturali
  6.1 Galleria d'immagini
7 Note
8 Bibliografia
9 Voci correlate
10 Altri progetti
11 Collegamenti esterni

Ed ecco ora l'indice della pagina inglese https://en.wikipedia.org/wiki/Sundial:

Contents [hide]

1 Introduction
2 Apparent motion of the Sun
3 History
4 Terminology
5 In the Southern Hemisphere
6 Adjustments to calculate clock time from a sundial reading
  6.1 Summer (daylight saving) time correction
  6.2 Time-zone (longitude) correction
  6.3 Equation of time correction
7 With fixed axial gnomon
  7.1 Empirical hour-line marking
  7.2 Equatorial sundials
  7.3 Horizontal sundials
  7.4 Vertical sundials
  7.5 Polar dials
  7.6 Vertical declining dials
  7.7 Reclining dials
  7.8 Declining-reclining dials/ Declining-inclining dials
  7.9 Spherical sundials
  7.10 Cylindrical, conical, and other non-planar sundials
8 Movable-gnomon sundials
  8.1 Universal equinoctial ring dial
  8.2 Analemmatic sundials
  8.3 Foster-Lambert dials
9 Altitude-based sundials
  9.1 Human shadows
  9.2 Shepherd's dial – timesticks
  9.3 Ring dials
  9.4 Card dials (Capuchin dials)
  9.5 Navicula
10 Nodus-based sundials
  10.1 Reflection sundials
11 Multiple dials
  11.1 Diptych (tablet) sundial
  11.2 Multiface dials
  11.3 Prismatic dials
12 Unusual sundials
  12.1 Benoy dials
  12.2 Bifilar sundial
  12.3 Digital sundial
  12.4 Globe dial
  12.5 Noon marks
  12.6 Sundial cannon
13 Meridian lines
14 Sundial mottoes
15 Using a sundial as a compass
16 See also
17 Notes
18 References
  18.1 Citations
  18.2 Sources
19 External links
  19.1 National organisations
  19.2 Historical
  19.3 Other

Il confronto è impietoso, sia come dettaglio degli argomenti sia come pura e semplice lunghezza della descrizione: 15.572 parole nel sito inglese contro le 3.929 del sito italiano.

Ma se andiamo poi a leggere il contenuto dei due siti, lo scoraggiamento aumenta.

Il sito italiano inizia con una distinzione piuttosto confusa sui termini *meridiana*, *orologio solare* e *quadrante solare*.

Seguono brevi descrizioni degli orologi equatoriali, orizzontali e verticali, e dell'orologio cosiddetto *negativo solare* ovvero a camera oscura ☹… quindi il capitolo *Orologi solari portatili* dove tra quelli *ad elevazione* si fa un po' di confusione tra un astrolabio ed un orologio ad anello.

Nel capitolo *Meridiana a tempo medio* vengono sommariamente descritte, non si capisce in base a quale ragionamento, l'orologio solare *a coppa*, l'orologio solare greco *pellekinos* (?), l'orologio *a riflessione*… insomma un gran pasticcio.

Chiude questo capitolo un breve cenno alla *meridiana calcolatrice* che presenta angoli orari costanti ed una maschera a forma di cardioide, e che opportunamente ruotata permette la lettura dell'ora media… se non avete capito di cosa si parla, andate su https://www.precisionsundials.com/equant%20dial.htm.

La pagina inglese invece, della cui lunghezza già abbiamo detto, inizia con una spiegazione didattica dei movimenti apparenti del sole nel cielo, il funzionamento di un orologio orizzontale (come sempre l'orologio solare per definizione degli anglosassoni) e le varie correzioni che possono essere apportate alla lettura.

Seguono le descrizioni degli orologi piani classici, quelli a gnomone mobile, quelli d'altezza e molti altri meno comuni (tra questi l'orologio di Benoy che mi ricorda quello di Okuda da noi pubblicato sul n. 3 di questa rivista).

Anche sui link esterni e sui rimandi ad altre pagine il sito inglese si dilunga nelle sezioni *See also*, *Sources* ed *External links* per un totale di 46 collegamenti (mentre il sito italiano si ferma a 18 link).

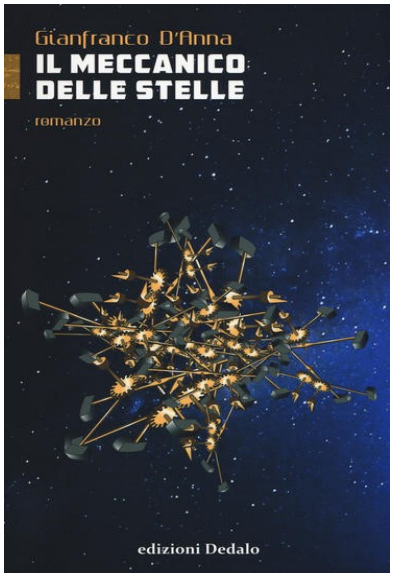
In definitiva le pagine del sito inglese mi sembrano utili per far cogliere ad un neofita la vastità di argomenti della materia gnomonica ed invogliarlo magari ad approfondire l'argomento con un testo più completo. Invece, per quanto riguarda il sito in italiano, a mio parere sarebbe necessaria la buona volontà di qualche collega per sistemarlo e ridare così decoro alla *nostra gnomonica*.

Pubblicazioni

Recensione a cura di Elsa Stocco e Gianpiero Casalegno (elsastocco@yahoo.it gian.casalegno@gmail.com)

GIANFRANCO D'ANNA

IL MECCANICO DELLE STELLE



Pubblicato: 2019
Lingua: Italiano
Formato: 13 x 21 cm, 208 pagine, copertina flessibile
Pubblicato da: Edizioni Dedalo, Bari (www.edizionidedalo.it)
Acquistabile on line presso l'editore o altre librerie on line, a 13,6 Euro

"Il meccanico delle stelle" è un romanzo storico imperniato sulla figura dell'orologiaio svizzero Jost Bürgi (1552-1632), inventore dello scappamento duplice, costruttore del primo orologio a secondi, nonché matematico e astronomo. Di modeste origini e autodidatta, con le sue innovazioni, ha segnato il progresso nella storia dell'orologeria.

Gianfranco D'Anna, fisico e ricercatore, che si dedica alla scrittura di romanzi ambientati nel mondo della scienza, fa rivivere il suo personaggio in un intreccio di vicende dove scienza e narrazione si mescolano in modo creativo.

A Kassel (in Germania) Bürgi è orologiaio di corte presso l'Osservatorio Astronomico di Gugliemo IV d'Assia. Il suo mondo è popolato di ruote dentate e ingranaggi, di meccanismi studiati per controllare il tempo.

"Gli ingranaggi non possono mentire, non c'è posto, fra i denti e gli assi in rotazione, per menzogne e incoerenze. La ragione del meccanico si ritrova nei congegni creati dalla sua mente: se c'è errore, la ruota non gira, il ruotismo si ferma. Nell'opera del maestro orologiaio c'è posto solo per la verità" : sono queste le parole che l'autore usa per entrare nella dimensione del suo personaggio.

Espedienti narrativi fantastici, colpi di scena e peripezie di alcuni personaggi, mentre rendono la lettura intrigante e coinvolgente, lasciano intravedere i temi scientifici coinvolti, e disegnano attorno al protagonista un contesto storico e scientifico credibile. I congegni di orologeria descritti, i ragionamenti e i dialoghi ipotetici che Bürgi coltiva con i matematici e gli astronomi del suo tempo sul sistema tolemaico o copernicano, la fantasiosa sfida con Ticho Brahe nella stesura di precise mappe stellari, la descrizione del cerchio delle progressioni che prelude all'uso dei logaritmi, l'apparizione della stella nova nel cielo di Kassel, ci raccontano il mondo di questo orologiaio e di un'epoca storica che vede gli inizi di una scienza moderna, ma ancora intrisa di dogmi religiosi e magia: i potenti infatti scrutano ancora il cielo per conoscere il futuro. Ma l'orologiaio sfida questi dogmi realizzando un planetario copernicano.

In definitiva un libro piacevole e che si legge volentieri, pur se lontano dai testi di contenuto matematico/gnomonico a cui siamo abituati.

Lettere alla Redazione

Una lettera di Paolo Albéri Auber sulla questione dell'Ora Legale

Riceviamo e volentieri pubblichiamo la lettera inviataci da Paolo Albéri Auber su un argomento che ci tocca tutti da vicino: la eventuale futura abolizione dell'ora legale. Riportiamo la lettera senza alcun commento invitando tutti i nostri lettori ad esprimere il loro pensiero inviando una mail alla nostra rivista o alla nostra lista gnomonica gnomonicaitaliana@googlegroups.com.

Scrive Albéri rivolgendosi a tutti i nostri lettori:

> Mi rivolgo ai lettori di Orologi Solari pur non essendo l'argomento, l'Ora Legale, strettamente pertinente alla misura del tempo tramite la Gnomonica: la questione peraltro può essere considerata un tema collaterale, penso interessante, tanto più che nessuno, o quasi, in pratica ne parla.
>
> Mi collego alla chiara presa di posizione del Presidente degli gnomonisti austriaci, Peter Husty, collega e amico, nel suo consueto messaggio introduttivo nel bollettino di Dicembre 2019 (Sonne+Zeit n. 58, vedi mia recensione su questo numero della rivista).
>
> Egli prende lo spunto dall'invito Europeo a rinunziare all'ora legale essendo ormai chiaro che i modesti vantaggi non compensano nel modo più assoluto gli svantaggi che l'ora legale comporta. Husty infatti si dichiara apertamente e fortemente favorevole alla eliminazione di questa ormai anacronistica prassi.
>
> Infine egli si dichiara però pessimista sulla capacità dei reggitori della cosa pubblica di rendersi conto dell'importanza di questo provvedimento e quindi esprime il timore che la cosa andrà per le lunghe.
>
> Io aggiungo che, trattandosi di un invito da parte dell'Europa e nulla più di un invito, se sarà difficile per un governo rinunciare alla norma dell'ora legale, sarà ancor più difficile che le diverse rinunzie dei vari stati siano sincrone, provocando un bailamme di differenze d'ora nel passare da uno stato europeo all'altro!
>
> Husty, peraltro, non entra nel merito di una valutazione costi-benefici: cosa che pretenderei di fare qui per i lettori di Orologi Solari.
>
> Ecco dunque di cosa si tratta.
>
> 1. Gli interventi pubblici riguardanti l'ora legale, quando semplicemente se ne parla e non necessariamente a favore, cosa che ormai non fa più nessuno, parlano del risparmio in termini di energia, un risparmio che viene valutato meno di 2,00 Euro all'anno per cittadino.
>
> A questo punto già possiamo porci una domanda: spenderemmo 1,00 Euro a marzo e 1,00 Euro a ottobre pur di non dover cambiare l'ora su tutti gli orologi... di casa, al polso e in macchina? Io penso proprio di sì!
>
> Ma la questione del risparmio è, a mio avviso, marginale, almeno per noi gnomonisti che, tutto sommato, di cronometria ci occupiamo.
>
> 2. A marzo dalle ore 2 del mattino della domenica si fa un salto di un'ora sicché dalle ore 1h 59m 59s si passa direttamente, anziché alle 2h 00m, alle ore 3h 00m : in pratica mancano 60 minuti alla giornata, che dura 23 ore anziché 24, il che ci obbligherà in pratica a rinunziare a un'ora di sonno al lunedì mattina, un fatto che incide sulla vita di un individuo in modo molto personale: molti non ci pensano nemmeno ma altri potrebbero sentirne le conseguenze per tutta la settimana.
>
> Ma c'è anche un aspetto, per così dire legale, che sembra nessuno prenda in considerazione.
>
> Qualcuno potrebbe approfittare di questa discontinuità della misura del tempo, mentre il tempo è un qualcosa che scorre – ovviamente – in modo continuo: una persona che ne ha motivo (incapacità di adempiere un obbligo contrattuale o simili, ad esempio) potrebbe stabilire in una scrittura privata che un certo bene verrà consegnato alle 2:30 della domenica incriminata, con la

scusa di un reimbarco in aeroporto ad esempio, al che la controparte se ne accorgerebbe troppo tardi quando ormai ha assolto i suoi obblighi e rimarrebbe a bocca asciutta dato che le 2:30 del mattino in quella notte famigerata non esistono!

Certo... l'obbligato poi dovrebbe comunque dar seguito alla consegna ma potrebbe tirare in lungo e guadagnare quel tempo che prima non aveva a disposizione!

Mica male come trucco messo a disposizione di un malintenzionato grazie all'ora legale.

3. A ottobre l'inconveniente è di diversa natura. L'ora dalle 2:00:00 alle 2:59:59 viene percorsa per due volte di seguito nell'arco di tempo di due ore distinte!

   Nella misura del tempo ci dovrebbe essere una assoluta univocità di indicazione temporale per ogni istante che trascorre, e ciò come principio di base, e infatti c'è un possibile grave inconveniente che potrebbe verificarsi proprio perché viene trasgredito questo principio.

   Facciamo l'esempio di un milite della strada che deve verbalizzare un incidente (gli incidenti più gravi avvengono proprio nella notte fra il sabato e la domenica come si legge sui giornali ogni settimana): lui guarda l'orologio e verbalizza senza rifletterci sopra... Un domani chi legge il verbale si chiede: l'incidente è accaduto nel primo "giro" dell'ora dalle 2 alle 3 oppure nel secondo "giro"?

   L'ora del ricovero di un ferito in un ospedale potrebbe, ad esempio, fornire una lettura dell'accaduto con un intervallo - inesistente - di un'ora... o peggio: con una sequenza temporale invertita!

4. Infine riferisco ciò che si leggeva sui giornali a suo tempo: le statistiche testimonierebbero che il lunedì di marzo, dopo il cambio dell'ora legale, i ricoveri per fatti cardio-vascolari o simili sono consistentemente più numerosi rispetto i normali lunedì mattina.

Concludo: speriamo che

A. quanto prima l'ora legale sparisca in Italia, come da invito della Comunità Europea;
B. che il provvedimento sia sincrono presso tutti i paesi Europei che hanno l'ora legale.

Paolo Albéri Auber

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

Inviare le soluzioni all'indirizzo di posta elettronica a.nicelli@tiscali.it oppure all'indirizzo di posta ordinaria: Alberto Nicelli Via Circonvallazione 59/E 10018 Pavone Canavese (TO). Le risposte saranno pubblicate nel prossimo numero della rivista insieme all'elenco dei solutori.

Arte moderna

Un artista moderno vuole realizzare una scultura minimale composta da tre sfere poste in cima ad altrettante aste. Le tre aste sono infisse nel terreno, ben orizzontale, sui vertici di un triangolo equilatero con il lato di 1 metro e con una delle altezze allineata in direzione Nord-Sud (vedi figura).

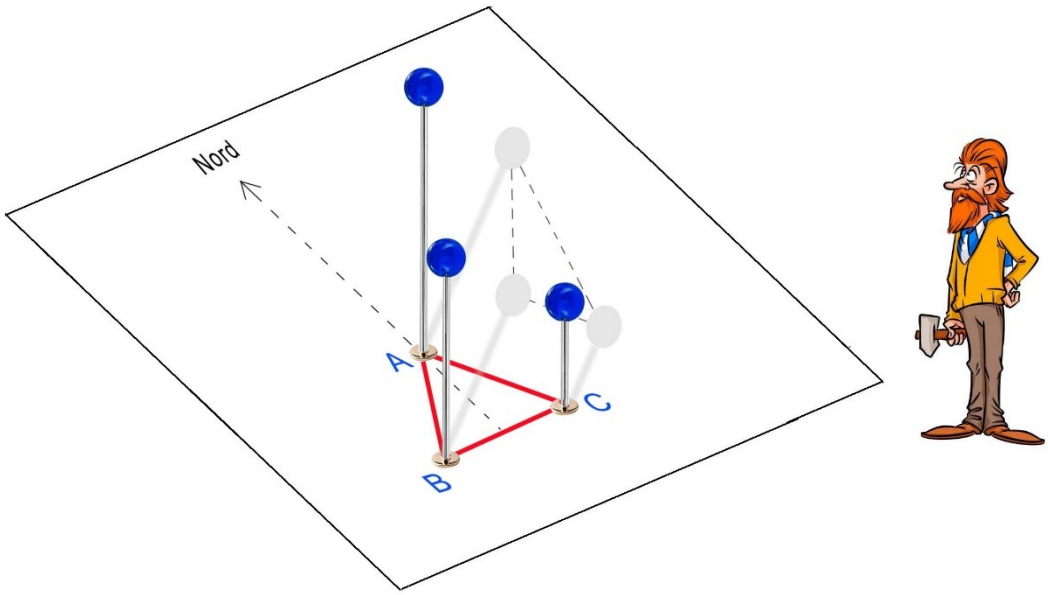
L'artista vuole che tutti i giorni alle Ore 16:00 vere locali (l'artista è affascinato da queste ore che sono più "vere" di quelle illusorie dell'orologio) il triangolo formato dall'ombra delle tre sfere collassi in un semplice segmento, a indicare l'ora magica alla quale secondo lui: "Mente, Spirito e Anima si allineano su un'unica direzione".

L'artista, che ha già fissato la sfera in A con il centro all'altezza di 2 metri, si rivolge a uno gnomonista per sapere se è possibile ottenere ciò che vuole.

In caso affermativo, chiede a quale altezza dovrà sistemare i centri delle altre due sfere, e domanda anche se la direzione sulla quale andranno ad allinearsi le tre ombre sarà sempre la stessa o se varierà, e come, nel corso dell'anno.

Se voi foste lo gnomonista cosa rispondereste all'artista?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]



Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 20 di Orologi Solari

Quanto manca allo spettacolo?

Una cittadina del Sud Italia è attraversata da un vicolo stretto e diritto; quando i raggi del Sole penetrano d'infilata nel vicolo, si hanno interessanti effetti di luce che destano stupore e ammirazione tra i turisti.

In una piazzetta all'imbocco del vicolo, su un muro verticale ben esposto al Sole, c'è un orologio solare a ore vere locali realizzato da un abile gnomonista, e quindi preciso.

Il Sindaco della cittadina vorrebbe aggiungere sul quadrante dell'orologio delle "linee orarie" che indichino quanto tempo manca al verificarsi del fenomeno.

A questo scopo invia a un conoscente gnomonista la figura allegata, che riproduce il quadrante dell'orologio solare, e i seguenti dati:

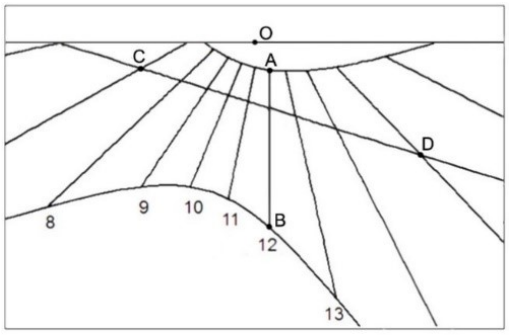
Orientamento del vicolo: 42 gradi a Nord-Est

Coordinate x e y (in millimetri) di alcuni punti del quadrante, rispetto al punto O, base dell'ortostilo:

A (54, 104) B (54, 696) C (−433, 97) D (625, 423)

Supponendo che lo gnomonista siate voi, riuscite a tracciare le linee richieste senza dovervi procurare ulteriori informazioni?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]



Soluzione

La prima operazione da fare è la ricerca della latitudine esatta della località (φ), a partire dall'immagine dell'orologio. Ci si convince facilmente (vedi nella Fig. 1 la sezione sul piano meridiano) che:

$$BP/AP = \tan(\varphi + 23{,}4°) / \tan(\varphi - 23{,}4°)$$

Mettendo in grafico questa funzione di φ si ricava facilmente che il valore (BP/AP = 696/104 = 6,70) di questo orologio si verifica per φ = 40°(Nota 1).

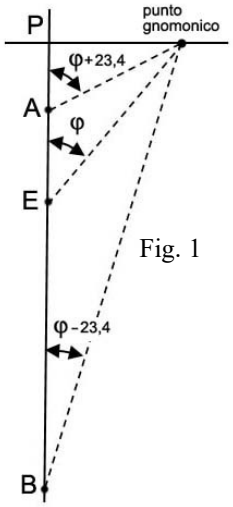


Fig. 1

Successivamente conviene ricercare l'ora del giorno d'equinozio alla quale l'Azimut del Sole (Az) è tale che i suoi raggi infilino il vicolo (Az = 42°, riferito al Sud)

Basandosi sulla classica formula per l'Azimut del Sole, che agli equinozi si riduce a:

$$\tan(Az) = \tan(H) / \sin(\varphi),$$

si calcola l'angolo orario del Sole H, che in questo caso risulta di 30°, vale a dire le ore 14 vere locali.

Una linea verticale tracciata per le 14 equinoziali ci indica il momento del fenomeno; a questo punto (Fig. 2) basta tracciare sulle linee solstiziali punti distanti da questa linea un numero intero di ore e congiungerli con rette (Nota 2).

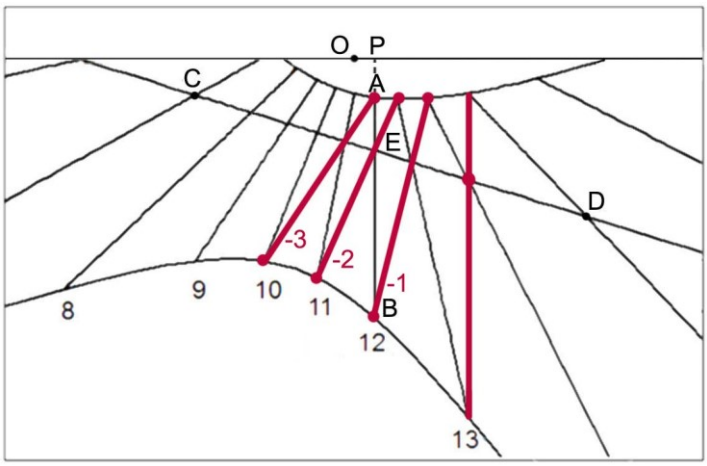


Fig. 2

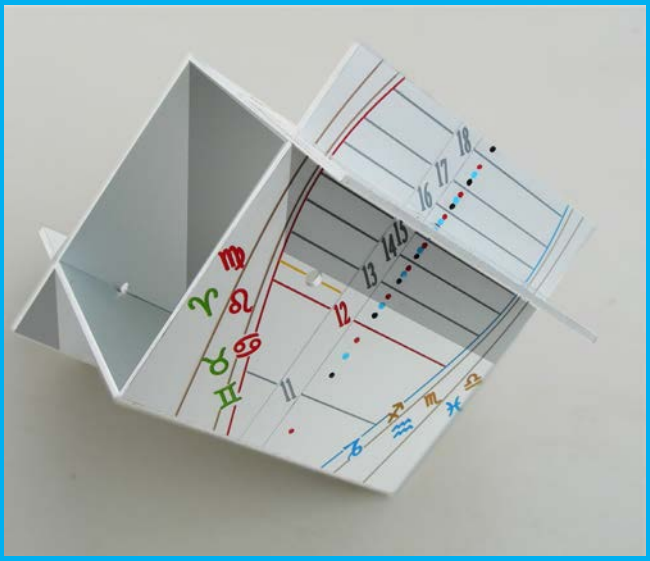
Solutori

1) Mauro Cafasso
2) Daniele Tosalli

(Nota 1) Un modo di procedere matematicamente più elegante sta nel calcolare l'ordinata del punto E, per poi ricorrere alla formula, ricavabile con qualche passaggio matematico: $\tan(\varphi) = \tan(23{,}4°)\,[(BE+EA)/(BE-EA)]$

(la formula compare anche a pag 304 di "*Formule e metodi per lo studio degli orologi solari piani*", di Gianni Ferrari).

(Nota 2) In alternativa si può passare attraverso la declinazione gnomonica del quadrante, calcolata dalla pendenza della linea equin oziale.


♍
♎
♋
♊
11
12
13
14
15
16
17
18
♑
♒
♏
♐