OROLOGI SOLARI

Albéri Auber Paolo Calcolo dei limiti della presenza del Sole su parete verticale declinante a partire da un singolare Orologio Solare triestino – ***Arnaldi Mario*** Sul nome delle ore - Per un lessico gnomonico più corretto - seconda parte – ***Arnaldi Mario, Savian Fabio*** La sostenibile leggerezza della "Regola di Ravenna" – ***Casalegno Gianpiero*** Realizzazione di un quadrante su piano inclinato – ***Gunella Alessandro*** Lettera ad un collega: un orologio lunare… – ***Gunella Alessandro*** "PRIMITIÆ GNOMONICÆ CATOPTRICÆ …" di Athanasius Kircher – ***Savian Fabio*** Le ore francesi a loro insaputa – ***Stocco Elsa*** I nomogrammi dell'Ing. Fadini – ***Redazione di Orologi Solari*** Una meridiana molto particolare di Jean Pakhomoff (Contributo breve)

n.26 - dicembre 2021

rivista di gnomonica… e dintorni

www.orologisolari.eu

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

Comitato di redazione
redazione@orologisolari.eu

Casalegno Gianpiero
Caviglia Francesco
Ghia Luigi Massimo
Nicelli Alberto
Stocco Elsa

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

6 **Calcolo dei limiti della presenza del Sole su parete verticale declinante a partire da un singolare Orologio Solare triestino**
Albéri Auber Paolo

14 **Sul nome delle ore - Per un lessico gnomonico più corretto - seconda parte -**
Arnaldi Mario

27 **La sostenibile leggerezza della "Regola di Ravenna"**
Arnaldi Mario, Savian Fabio

38 **Realizzazione di un quadrante su piano inclinato**
Casalegno Gianpiero

41 **Lettera ad un collega: un orologio lunare…**
Gunella Alessandro

46 **"PRIMITIÆ GNOMONICÆ CATOPTRICÆ …" di Athanasius Kircher**
Gunella Alessandro

48 **Le ore francesi a loro insaputa**
Savian Fabio

54 **I nomogrammi dell'Ing. Fadini**
Stocco Elsa

RUBRICHE:

65 **Contributi brevi**
Una meridiana molto particolare di Jean Pakhomoff
Redazione di Orologi Solari

66 **Rassegna riviste di gnomonica**

76 **Pubblicazioni**

77 **Notizie gnomoniche**

81 **Gnomonica nel Web**

82 **Quiz**

84 **Effemeridi**

In copertina: Orologio solare con tracciato a ore temporali e canoniche e simboli dei pianeti reggenti, dall'articolo di Mario Arnaldi "Sul nome delle ore - Per un lessico gnomonico più corretto"

In quarta di copertina: Un orologio lunare di A. Kirkher, dall'articolo di Alessandro Gunella "Lettera ad un collega: un orologio lunare"

Editoriale

Cari lettori, questo n. 26 chiude un altro anno difficile, nel quale ci sono stati preclusi molti incontri e nel quale speriamo che la nostra rivista abbia contribuito, insieme con la "mailing-list", a mantenere vivo il legame tra gli gnomonisti. Commentiamo dunque insieme il contenuto di questo numero, con articoli in quantità relativamente limitata (ma alcuni assai importanti), accompagnati anche da due Bonus "di peso".

Prendendo spunto dall'interpretazione delle linee di una insolita meridiana di Trieste, Paolo Albéri affronta il problema dell'inversione della formula che fornisce l'Azimut del Sole in funzione dell'ora.

Due degli articoli di questo numero (di Mario Arnaldi e di Fabio Savian) riguardano la terminologia usata nello specificare i diversi generi di ore e di orologi solari, proseguendo il discorso iniziato nel numero precedente (e che proseguirà ancora in futuro). In un successivo articolo, gli stessi autori ci presentano insieme una regola facile e universale, finora poco investigata ma forse già conosciuta nell'antichità (e da loro chiamata "Regola di Ravenna") per tracciare le vere ore temporali sugli orologi solari medievali.

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

1. *Fadini - Nomogrammi per meridiane*
   Il fascicolo di Giuseppe Fadini sull'uso dei nomogrammi per il progetto di orologi solari, che Elsa Stocco ci illustra nel suo articolo
2. *Kircher - Primizie sulla gnomonica catottrica*
   Uno dei primi testi di gnomonica pubblicato da Kircher, nella traduzione di Alessandro Gunella
3. *Effemeridi 2022*
   La cartella contiene i consueti file Excel contenenti i valori di declinazione solare e Equazione del Tempo per l'anno 2022, preparati da Paolo Albéri Auber

L'articolo di Gian Casalegno e il contributo breve sul doppio orologio di Jean Pakhomoff ci presentano la realizzazione pratica di due meridiane.

Gunella ci regala un'altra delle sue preziose traduzioni: questa volta è quella del libro di Kircher riguardante le meridiane a riflessione: probabilmente il primo testo espressamente dedicato all'argomento, come spiega Gunella nel breve articolo di presentazione. Anche il secondo breve articolo di Gunella riguarda un'idea di Kircher, questa volta relativa agli orologi lunari.

I "Nomogrammi" sono stati per qualche tempo uno strumento utile per il progetto delle meridiane; uno degli ultimi gnomonisti a studiarli è stato il compianto Ing. Giuseppe Fadini, che ha lasciato una bozza di fascicolo sull'argomento, ricco di spiegazioni e con una copiosa serie di esempi. Oggi questi diagrammi sono ovviamente superati dai PC e dai calcolatori tascabili, ma sono comunque interessanti per le informazioni sintetiche che possono fornire "al volo". In questo numero sono presenti un articolo di Elsa Stocco che riassume l'argomento e, tra i Bonus, la copia del fascicolo di Fadini.

La rubrica Gnomonica nel Web ci descrive il rinnovato sito Web del paese di Ala di Stura, assai utile per chi voglia conoscere le sue molte meridiane nell'attesa di poterle vedere "dal vero" in occasione del prossimo Seminario Nazionale, già programmato per il maggio 2020, poi rimandato a data da decidere (maggio 2022 ? ottobre 2022 ?).

Il desiderio di trovarsi di nuovo insieme ha comunque spinto un non piccolo gruppo di gnomonisti a incontrarsi a Varese, come qui ricordato nella rubrica delle Notizie Gnomoniche. La stessa rubrica ci parla anche di una mostra di orologi solari organizzata da Enio Vanzin e di due eventi lieti: la nascita di una nuova rivista gnomonica francese per iniziativa di Roger Torrenti e il cinquantenario del gruppo che riunisce gli gnomonisti tedeschi: a entrambi facciamo i nostri migliori auguri di buon proseguimento.

La consueta rassegna di riviste gnomoniche copre 7 fascicoli (compreso il primo numero della citata nuova rivista francese): per non tardare l'uscita della rivista non abbiamo atteso l'uscita dei numeri di fine anno di alcune riviste, rimandando ad Aprile le relativa recensione. Segue la presentazione di un libro di Clarà che insegna a costruire molti modellini di orologi solari.

Non poteva mancare il Quiz, che questa volta è roba da ragazzini (gli Scout).

Come in tutti i nostri numeri di Dicembre, sono infine presenti (nel file pdf e tra i Bonus come file Excel) le tabelle della Declinazione Solare e dell'Equazione del tempo per l'anno a venire, gentilmente fornite da Paolo Albéri.

Buona lettura a tutti! La Redazione

ABSTRACT

Calculation of the limits of the presence of the Sun on a vertical declining wall starting from a singular triestine sundial
Paolo Alberi Auber
A vertical sundial installed on the terrace of a building in Trieste shows two particular hour lines: the author in this article explains their meaning and illustrates their calculation method.

The name of hours. For a more correct gnomonic lexicon - second part -
Mario Arnaldi
In this second part of the article the author continues his considerations on unequal hours, focusing exclusively on the perception of time in the Middle Ages. Although the ancient geometric and astronomical concept was well-known since the early Hellenistic times, in the practice during late-ancient and then medieval ages this began to get out of hands even to scholars.

The sustainable lightness of "Ravenna's Rule"
Mario Arnaldi - Fabio Savian
Even before the transition from unequal to equal hours, it was realized that a classic medieval sundial could not function properly at latitudes above 25 degrees. Without sufficient knowledge to trace the correct sundials to show the temporary hours, practical methods to limit the error were tested. The article proposes an easy and universal rule, so far little investigated, to read the true temporary hours on medieval sundials.

Realization of a sundial on an inclined plane
Gian Casalegno
It is explained how, by means of the Orologi Solari program, it was possible to easily design a sundial positioned on an inclined declining plane located on the hill behind the author's house. The problems that came up due to an incorrect choice of materials are then described.

Letter to a colleague: a lunar dial...
Alessandro Gunella
The author answers to a colleague who asked him about the possibility of using the Vitruvian Analemma for the Moon, and shares with us the reflections he has collected about.

"PRIMITIÆ GNOMONICÆ CATOPTRICÆ..." by Athanasius Kircher
Alessandro Gunella
The author presents one of his latest and precious translations, about one of the first gnomonic texts published by Kircher when he was still living in Avignon: a real novelty on the catottric gnomonics.

RÉSUMÉ

Calcul des limites de la présence du Soleil sur une paroi verticale déclinante à partir d'un cadran solaire triestinien singulier
Paolo Alberi Auber
Un cadran solaire vertical installé sur la terrasse d'un immeuble à Trieste montre deux lignes horaires particulières: l'auteur dans cet article explique leur signification et illustre leur méthode de calcul.

Sur le nom des heures. Pour un lexique gnomonique plus correct - deuxième partie -
Mario Arnaldi
Dans cette deuxième partie de l'article, l'auteur poursuit ses réflexions sur les heures inégales, se concentrant à l'exclusion sur la perception du temp au Moyen Age. Bien que le concept géométrique et astronomique ancien fût bien clair dès les premiers temps de l'époque hellénistique, celui-ci, dans la pratique de la période tardo-antique et puis médiévale, commença à échapper aux érudits.

La durable légèreté de la "Règle de Ravenna"
Mario Arnaldi - Fabio Savian
Avant même la transition des heures inégales aux heures égales, on s'était rendu compte qu'un cadran solaire médiévale classique ne pouvait pas fonctionner correctement à des latitudes supérieures à 25 degrés. Sans les connaissances suffisantes à tracer cadrans solaires correctes pour montrer les heures temporelles, on expérimentait des méthodes pratiques pour limiter l'erreur. L'article propose une règle facile et universelle, jusqu'ici peu étudiée, pour lire les vraies heures temporelles sur les cadrans solaires médiévales.

Réalisation d'un cadran solaire sur un plan incliné
Gian Casalegno
Il est expliqué comment, grâce au programme Orologi Solari, il a été possible de concevoir facilement un cadran solaire positionné sur un plan incliné et déclinant situé sur la colline derrière la maison de l'auteur. Les problèmes qui se sont posés en raison d'un mauvais choix de matériaux sont ensuite décrits.

Lettre à un collègue : un cadran lunaire...
Alessandro Gunella
L'auteur répond à un collègue qui l'a interrogé sur la possibilité d'utiliser l'Analemma Vitruviano pour la Lune, et partage avec nous les réflexions qu'il a recueillies sur ce sujet.

"PRIMITIÆ GNOMONICÆ CATOPTRICÆ..." par Athanasius Kircher
Alessandro Gunella
L'auteur nous présente une de ses derniers et précieux traduction, celle d'un des premiers textes de gnomonique publié par Kircher alors qu'il vivait à Avignon: une vraie prémices de la gnomonique catoptrique.

The French hours without their knowledge

Fabio Savian

The author analyzes the terminology used in the classification of sundials, to bring it to attention of experts and submit it to criticism, hoping that more and more the 'gnomonic description' of a sundial can become shared and coherent.

The Eng. Fadini's nomograms

Elsa Stocco

The nomograms, that Eng. Fadini in the 90s proposed to calculate the data of a vertical sundial, given latitude and declination of the wall, are remembered. Even then made obsolete by the use of the pocket calculator, today they represent an "Historical" curiosity...

Les heures françaises à leur insu

Fabio Savian

L'auteur analyse la terminologie utilisée dans la classification des cadrans solaires, pour la porter à l'attention des spécialistes et de la soumettre à une critique, avec l'espoir que de plus en plus la description gnomonique d'un cadran solaire peut devenir partagée et cohérente.

Les nomogrammes de l'Ing. Fadini

Elsa Stocco

On rappeles les nomogrammes que l'Ing. Fadini, dans les années '90, proposait pour calculer les valeurs utiles à tracer un cadran solaire vertical, étant connues la latitude du lieu et la déclinaison du mur. Déjà alors dépassés par l'utilisation de la calculatrice de poche, ils représentent aujourd'hui une curiosité ... 'historique'.

Calcolo dei limiti della presenza del Sole su parete verticale declinante

a partire da un singolare Orologio Solare triestino

Un orologio solare verticale installato sulla terrazza di un edificio di Trieste riporta due linee orarie particolari: l'autore in questo articolo ne spiega il significato e ne illustra il metodo di calcolo.

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

Premessa

In tutte le città italiane rivivono gli Orologi Solari che nei secoli sono stati tracciati su chiese, edifici pubblici, palazzi, case private; al contrario la città di Trieste, sotto questo punto di vista, rappresenta un vero *unicum*. Trieste era, nei secoli passati, un piccolo villaggio di pescatori e *salineri* in cui però esisteva una élite di famiglie che non ne volevano sapere, forse giustamente, di appartenere alla Repubblica di Venezia: la dedizione all'Austria del 1382 non fece altro, per secoli, che mantenere lo status di un villaggio costiero marginale mentre le altre città istriane si sviluppavano sotto la Serenissima. Al contrario nel 1719 la città, grazie alla sua fedeltà secolare, venne gratificata della patente di porto principale dell'Austria e da lì ebbe nei due secoli successivi uno sviluppo tumultuoso, cessato proprio quando l'impero AustroUngarico cessò di esistere (1918).

Le conseguenze nel nostro campo? Mancò quasi del tutto ogni diffusione di Orologi Solari tant'è che le due eccezioni (strumenti che hanno poco o quasi nulla a che fare con il contesto civico)

- il doppio OS a ore astronomiche e italiche sull'edificio del Lazzaretto di San Carlo che serviva a *colloquiare* (da un punto di vista orario) con i degenti del Lazzaretto provenienti da altri porti italiani (vedasi [ALBERI AUBER 2010])
- la Linea Meridiana dell'Edifizio di Borsa che, appunto, non era nemmeno un vero orologio ma, essendo molto precisa, serviva principalmente a regolare gli orologi marini per la lettura della longitudine in mare[1],

sottolineano questa carenza.

Il ritrovamento di un Orologio Solare che risale, probabilmente, alla metà del XIX secolo desta una certa curiosità. Ma forse l'eccezione è piuttosto rappresentata dalla presenza a Trieste di uno gnomonista di grande competenza e valore: l'ing. Giuseppe Giuliuzzi.

Con la dovuta cautela, considerando che nel territorio altri gnomonisti non se ne conoscono, si potrebbe azzardare l'attribuzione all'ing. Giuliuzzi della meridiana sulla Chiesa di San Giorgio a Pirano (Sundial Atlas SI000007) e anche le altre due meridiane di Pirano sulle pareti SE (SA SI000050) e SO (SA SI000051) del cosiddetto *Casino dei Nobili*.[2]

L'Orologio Solare di via Commerciale 41 a Trieste (vicolo del Panorama)

In effetti peraltro un Orologio Solare del XIX secolo a Trieste esiste, è ben noto ed è anche datato e firmato: esso si trova sulla parete meridionale all'interno del grande cortile dell'Ospedale Maggiore, una struttura statale (imperatore: Ferdinando 1° d'Asburgo) entrata in funzione nel 1841; nel 1862 passò all'Amministrazione Civica.

L'Orologio è firmato *G.GIULIUZZI* ed è datato 1851. Il motto, molto pertinente al sito, è il seguente: *BREVI NEL GIOIR – LUNGHE NEL SOFFRIR* (vedasi SA IT016980).

[1] Vedasi 5, 6, 24, 33, 43, 46, 51, 87, 89, 90 nel mio curriculum in www.ingauber-meridiane.it

[2] Tutte e tre restaurate da chi scrive.

L'ing. Giuseppe Giuliuzzi era il responsabile dell'Ispettorato Civico Edile, Ente Comunale creato nel 1816. La sua firma si trova in calce a diversi progetti cittadini[3]. A quale titolo venisse chiamato a tracciare l'OS sulla parete di una struttura che in quel momento era statale, e non civica, non è possibile fare ipotesi.

Curava molteplici interessi tant'è che viene inserito nell'elenco degli Artisti dell'Istituto Matteucci.

L'Orologio Solare di cui intendo parlare è un altro (SA IT019558, vedasi Fig. 1): esso si trova sulla parete prospicente una grande terrazza appartenente a un edificio d'abitazione d'epoca, tuttora utilizzato in parte, sito in via Commerciale 41 (vicolo del Panorama)[4]. L'edificio originario di soli due piani venne elevato di un piano e di un *mezzanino* (sottotetto) nel 1852: il progetto è dell' ing. Pietro Palise. È in questa fase che, ragionevolmente, venne applicata la meridiana sul lato SE. In seguito su quel lato venne aggiunto, negli anni '20 del XX secolo, un nuovo corpo di fabbrica dotato di terrazza su cui la meridiana risulta ora prospiciente. Le dimensioni della meridiana per un utilizzo di osservatori sulla nuova terrazza sono eccessive: da cui la deduzione che essa risalga, con maggior probabilità, alla sopraelevazione del 1852. Il committente della sopraelevazione fu la famiglia Gattorno. I proprietari nel 1876 erano le eredi Bükler che vendettero a un certo Giuseppe Hauser.

Figura 1 – La foto dell'Orologio Solare su parete prospiciente la terrazza dell'edificio di via Commerciale 41, Trieste. L'edificio è orientato all'incirca 34° verso Est: le linee orarie sono pertinenti e ben calcolate. La linea che precede le V non dista di un'ora completa dalla stessa e così anche la linea che segue le ore II: il loro significato viene qui esaminato.

Va notato che la cornice *monumentale* dell'Orologio Solare è fatta con pietra artificiale; di questa specifica sono grato al geologo dr. Livio Isaak Sirovich[5]. Le linee risultano come incisioni di uno strato di semplice malta. La tecnica della pietra artificiale è divenuta corrente solo all'inizio del XX secolo: questo limite temporale non si può ignorare.

L'Orologio Solare non è firmato ma per vari motivi sarei propenso ad attribuirlo al Giuliuzzi (con le riserve relative all'ipotesi Peisino che segnalerò in seguito)

[3] Giuseppe Giuliuzzi (1812-1893) è stato un dipendente comunale a Trieste e poi dirigente del Servizio Edile dal 1870. Diversi sono i progetti legati al suo nome: ad esempio il progetto della Chiesa di Roiano (1862). Il suo progetto di ristrutturazione della Piazza Grande prevedeva il nuovo palazzo comunale in una posizione che avrebbe separato in due parti l'attuale piazza ma il progetto non ebbe seguito. In pensione dal 1874 svolse attività di grafica artistica: noto è il suo panorama di Trieste (1893) di cui parlerò qui in seguito.

[4] L'opera mi venne segnalata dal noto Astronomo dr. Paolo Molaro, che qui ringrazio sentitamente: senza la sua guida fra le strette stradine di Scorcola, molte a senso unico, sarebbe stato praticamente impossibile per me raggiungere il sito.

[5] Il dr. Livio Isaak Sirovich, da me incontrato casualmente sul sito essendo lui proprietario di un appartamento in edificio vicino, è ben noto a Trieste essendo l'autore di un libro che ha circolato moltissimo a Trieste: "Cime irredente". Gli sono molto grato per le indicazioni tecniche.

I motivi sono qui elencati:

- *Gli gnomonisti a Trieste.* La scienza gnomonica è stata assai scarsamente frequentata a Trieste: oltre all'autore dei due Orologi sul Lazzaretto di San Carlo, già citati, che forse era Gaspare Tonello, il giovanissimo (proveniente da Venezia) professore di matematica, alla Scuola di Commercio e Nautica, la stessa persona che probabilmente fece i numerosissimi calcoli di lunghezza d'ombra per la Linea meridiana dell'Edifizio di Borsa (1820, SA IT012594), si potrebbe ricordare il prof. Giovanni Peisino, Astronomo presso l'Osservatorio, che probabilmente fece i calcoli per l'Orologio di via P. Veronese (anni '20/'30 del XX secolo - Scuola *L. Da Vinci* - SA IT016979) e nessun altro, oltre ovviamente al nostro Giuliuzzi.
- *L'epoca.* L'edificio (sopraelevazione) sembra risalire (1852) a un epoca corrispondente alla data dell'Orologio dell'Ospedale (1851)
- *Il motto.* Chi escogitò il motto dell'Orologio dell'Ospedale era sicuramente persona dotato di notevole cultura, manifestata anche dal motto dell'Orologio di via Commerciale: *"Pensa che questo dì più non raggiorna"*, una frase tratta dal Purgatorio[6] della Divina Commedia di Dante Alighieri (Canto XII)[7].
- *Le linee orarie di piombo.* Le linee orarie (e delle mezze ore) dell'Ospedale erano, come accade a volte, fatte di piombo: il sistema per fissarle a parete (ora non esistono più) era costituito da propaggini simili a chiodi sporgenti sul retro le quali andavano infilate nei fori appositamente praticati a parete. Ebbene, sull'edificio di via Commerciale esisteva una decorazione che insisteva intorno a parte dell'edificio: la decorazione non esiste più ma necessariamente era costituita da aste di piombo dato che i fori di penetrazione dei *chiodi* sono tuttora riconoscibili. Sia in un caso che nell'altro l'autore avrebbe potuto servirsi di pitture (di qualità durevole) ma preferì usare il metallo in modo da rendere non degradabile la decorazione... a parte il fatto che in ambedue i casi il metallo venne asportato rendendo, di fatto, inutile la precauzione (e la spesa). Una analogia che contribuisce a sostenere l'assunto.
- *Il quadro di Giuseppe Giuliuzzi del 1893.* In questo quadro fatto dal Giuliuzzi, intitolato *veduta di Trieste da Gretta*[8] si riconosce la vista dalla terrazza dell'edificio in questione, forse solo da una quota superiore ma la direzione è la medesima.

L'ipotesi Giuliuzzi sarebbe peraltro compatibile con il materiale della cornice solamente se si ipotizza che il tracciato originale, se risale alla metà del XIX secolo, venisse tracciato a pittura e poi riportato su malta oppure tracciato direttamente su malta, senza la cornice. Secondo notizie raccolte dal dr. Sirovich la porzione di edificio con terrazza venne aggiunta, come detto, negli anni '20 del XX secolo mentre tutto l'edificio venne restaurato, sempre all'incirca in quel periodo, o di poco successivo, dalla famiglia Brunner (altra famiglia benestante e ben nota a Trieste) in previsione di visita importante.

Se si valuta l'epoca della cornice come un indizio precipuo allora occorrerebbe valutare l'ipotesi che il calcolatore potesse essere il dr. Giovanni Peisino, il noto astronomo piemontese attivo a Trieste dal 1924 fino al 1940, autore di un articolo tecnico di gnomonica ([PEISINO 1940]) e forse autore della meridiana dell'Istituto *Da Vinci* in via P. Veronese (SA IT016979).

L'analisi gnomonica.

In Fig. 2 la casa Gattorno[9] di cui si sta discorrendo, ricavata da Google Maps: la meridiana vi è ben riconoscibile. L'orientamento che si può ricavare da questo strumento informatico[10] è di 34° verso Est.

---

[6] La frase nulla ha a che fare con il contesto ideologico (i superbi) ma si tratta semplicemente di un invito che Virgilio fa a Dante perché non perda tempo.

[7] Il motto compare nell'elenco compilato da Don Alberto Cintio in "Le meridiane delle Marche" 1999; il che significa che già all'epoca del Giuliuzzi era presente su qualche meridiana.

[8] Pubblicato in *SISSI Elisabetta d'Austria- L'impossibile altrove*, ed. Silvana, 2000, contributo di Diana DeRosa

[9] I Gattorno, una famiglia di commercianti ben inseriti nel contesto cittadino, provenivano da Genova. La proprietà risulta sin dal 1815. L'attuale *Vicolo Gattorno* segna il confine, di allora, a Nord Ovest della proprietà.

[10] Visto il contesto della ricerca non ho ritenuto necessario rilevare l'orientamento esatto con metodo gnomonico.

Il tracciato è costituito solamente dalle posizioni d'ombra delle linee orarie comprese grosso modo fra l'orizzonte e le 14:15 (circa) del pomeriggio. Solo le linee orarie estreme vengono rappresentate fino alla base dello stilo polare mentre le altre sono tracciate solo dalla linea diurna di un solstizio fino all'altro (Fig. 1) e ciò deve avere un significato per il progettista. Queste linee estreme infatti non rappresentano delle ore esatte: ciò si può dedurre con certezza dallo scostamento angolare che esse formano, al mattino con l'ora V e rispettivamente al pomeriggio con le II, che è troppo scarso. Infatti nel caso delle IV al mattino e delle III del pomeriggio l'angolo formato con l'ora successiva (al mattino) e con quella precedente (al pomeriggio) dovrebbe essere normalmente addirittura più ampio di quello adiacente, allargandosi nell'allontanarsi dalla linea sostilare, come è noto a tutti gli gnomonisti.

Orbene a questo punto è necessario fare una breve premessa e ricordare come erano strutturati gli Orologi Solari dell'antichità: sia quelli a *skaphen*, sia quelli conici e anche quelli a semisfera e foro sommitale, che costituiscono la stragrande maggioranza, sono progettati in modo da segnare l'ora per qualsiasi posizione Azimutale del Sole durante tutto il giorno e in tutte le stagioni.

Che l'esigenza di cui si sta parlando fosse molto sentita nell'antichità, non essendovi presenti gli orologi meccanici, lo si deduce da un notissimo monumento gnomonico dell'antichità, la Torre dei Venti di Atene: il progettista[11] infatti si adatta a realizzare una torre con ben 8 facce e su ognuna di esse egli traccia un orologio allo scopo di poter disporre della lettura dell'ora, a qualsiasi momento della giornata e in tutte le stagioni, a vantaggio degli operatori della zona degli affari di Atene (Agorà), non solo, ma realizza un orologio (*Anaforicum*) movimentato ad acqua all'interno della Torre onde sopperire persino alla mancanza di Sole.

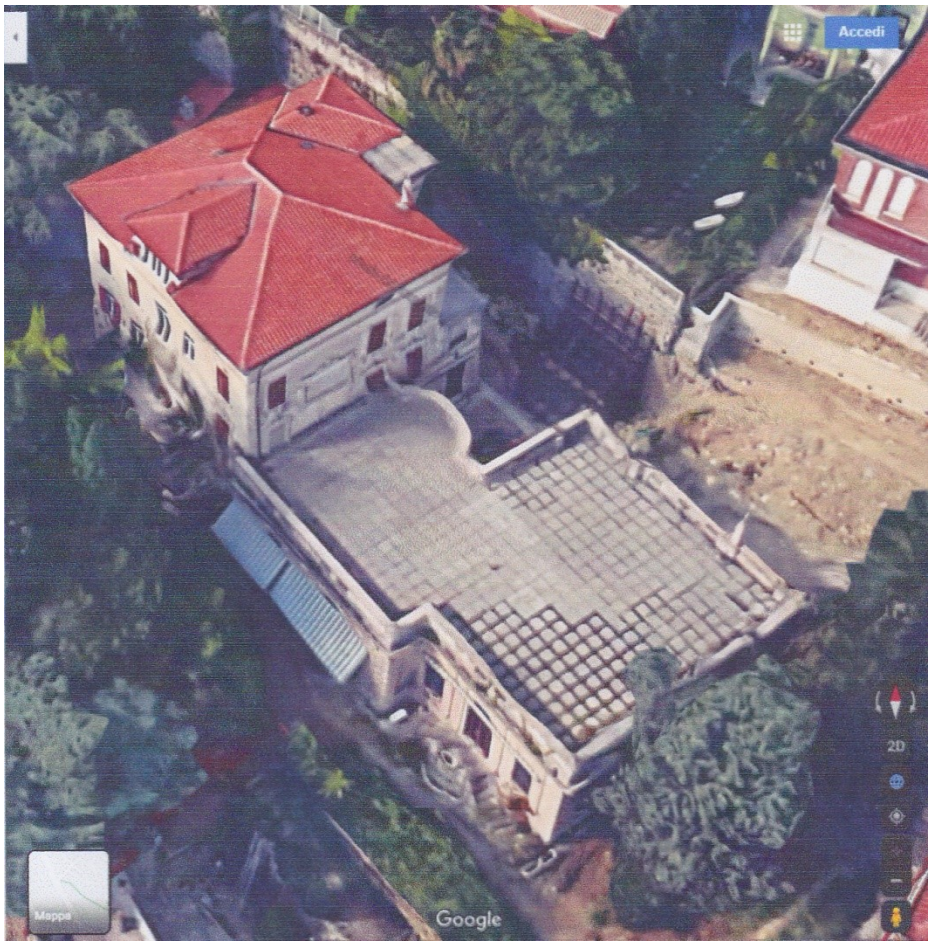


Figura 2 – La casa Gattorno con la meridiana. La meridiana (ben riconoscibile) si trova sulla parete SE (circa 34° vs. Est) che fa parte della soprelevazione del 1852. La grande terrazza fa parte di una nuova ala aggiunta nel XX secolo

Ad un certo punto della nostra storia hanno prevalso invece gli orologi verticali: essi servivano, ovviamente, come supporto, per la regolazione periodica, agli orologi meccanici che stavano sulle pareti dei campanili, delle chiese e degli edifici pubblici: infatti gli orologi meccanici segnano l'ora tutto il dì, e anche di notte o in mancanza di Sole, ma hanno il difetto che debbono essere regolati periodicamente. L'utilizzo degli Orologi meccanici nel nostro mondo moderno (sin dal 14° secolo, principalmente su edifici religiosi) limita infatti l'Orologio

[11] Del quale, grazie a Vitruvio, sappiamo il nome: Andronico Cyrreste. Andrebbe qui precisato che Vitruvio non nomina gli O.S. a proposito della TdV di Andronico ma noi possiamo agevolmente colmare la lacuna di Vitruvio grazie a un ben noto OS "firmato" da Andronico stesso: l'orologio multi facce dell'Isola di Tinos (vedasi [ALBERI AUBER 2006]) il quale ci propone due O.S.verticali (uno orientato a Est e uno a Ovest) identici agli OS omologhi sulla TdV, alla stessa latitudine di Atene: va notato che gli OS verticali sono praticamente assenti nel mondo antico, a parte –appunto- gli Orologi di Andronico.

Solare, nella grande maggioranza dei casi, al ruolo di *regolatore* e quindi non si richiede ad esso, come detto, di indicare l'ora per tutto il dì e in tutte le stagioni.

Che poi l'orologio verticale si sia diffuso universalmente anche al di fuori del monopolio ecclesiastico è un altro discorso.

Gli orologi verticali, quindi, non è necessario che posseggano la qualità degli orologi antichi: è sufficiente che essi forniscano l'ora quando c'è il Sole, a capriccio suo, anche solo in una parte della giornata onde permettere al campanaro di regolare con il Sole l'orologio meccanico.

La presenza del Sole sul quadrante, peraltro, può dipendere da due motivazioni molto diverse:

1. dalla comparsa (sorgere) e dalla scomparsa (tramonto) del Sole sull'orizzonte
2. dal transito del Sole sul piano azimutale dell'Orologio verticale (detto brutalmente: il Sole va a nascondersi dietro il piano della parete e non segna più l'ora).

È ben chiaro quindi che l'orologio verticale segna l'ora solamente per un certo arco di tempo durante la giornata e ciò non dipende solo dalla presenza del Sole sopra l'orizzonte: l'argomento peraltro richiede un approfondimento tecnico che si tratterà a parte nelle pagine che seguono.

Queste linee *orarie* estreme presenti sull'orologio in esame, quindi, linee che letteralmente *orarie* non sono, logicamente potrebbero rappresentare, per un certo giorno dell'anno (da determinarsi), la linea di entrata dell'ombra nel quadrante al mattino al sorgere del Sole (o alla sua comparsa sul quadrante grazie al passaggio sul piano verticale) e rispettivamente al tramonto ovvero la sua uscita al pomeriggio quando il Sole transita sul piano Azimutale del tracciato.

In Fig. 3 la riproduzione informatica dell'OS: ho qui evidenziato in tratto-punto l'arco di presenza del Sole sul quadrante in un certo giorno dell'anno.

Che si tratti di un giorno vicino al solstizio estivo lo si potrebbe dedurre dal fatto che la parete è orientata quasi sul sorgere al solstizio estivo e quindi è logico che la linea d'entrata sia molto prossima all'orizzontale. Che la linea d'uscita possa occupare, al solstizio estivo, una posizione non lontana dalle II del pomeriggio è altrettanto logico da ritenersi trattandosi di OS orientato a SE.

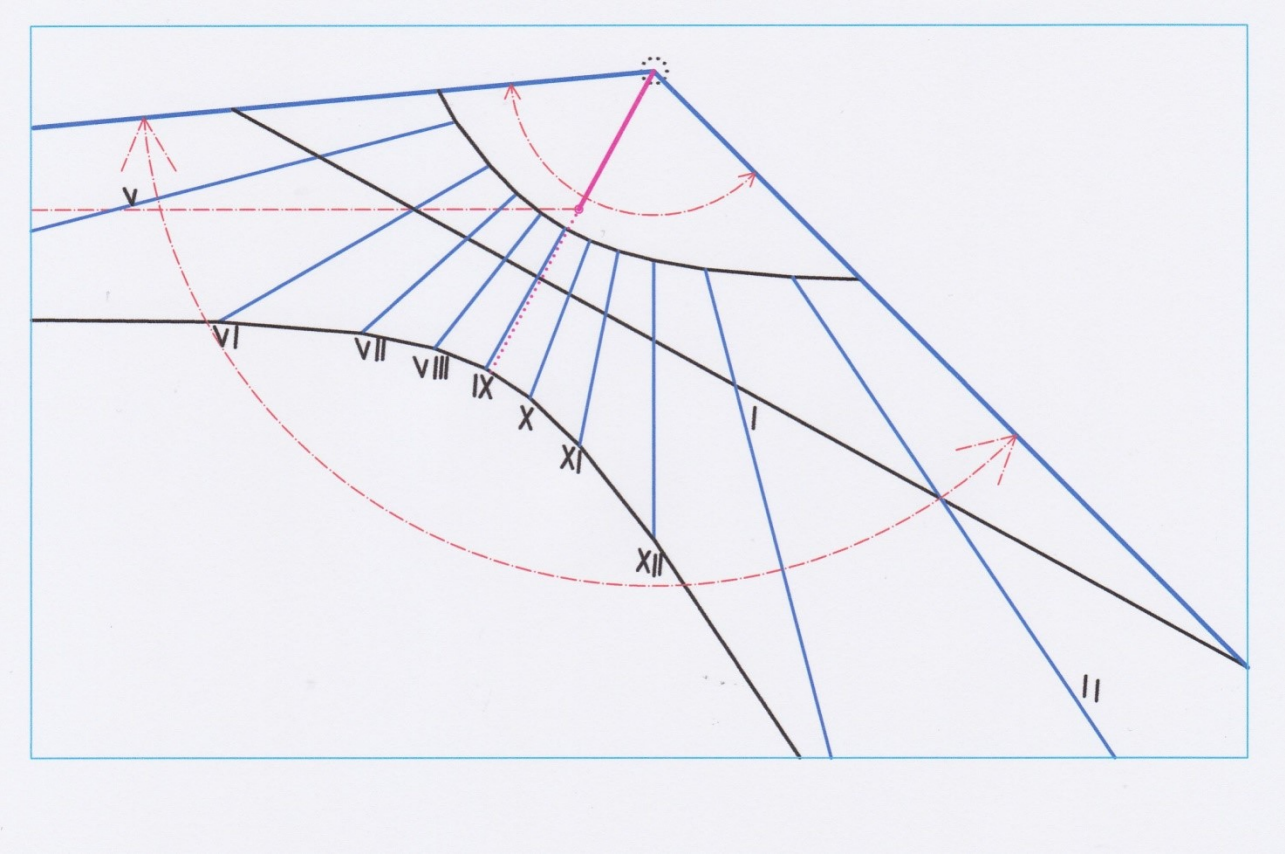


Fig. 3 – Riproduzione al computer dell'orologio in via Commerciale 41, Trieste

A parte, nelle pagine che seguono, si propone il calcolo del tempo d'entrata e d'uscita per passaggio su piano azimutale: a parte una lieve differenza, forse dovuta all'orientamento della parete che sicuramente il progettista ha misurato con precisione[12], si può dedurre che la linea estrema del tracciato a inizio giornata indica, come supposto nelle pagine precedenti, l'ora di entrata nel tracciato (al solstizio estivo) per passaggio azimutale, dato che il Sole sorge prima del passaggio stesso. L'ora estrema a fine tracciato indica l'ora d'uscita al pomeriggio, chiaramente per passaggio azimutale.

Concludendo il Sole, al solstizio estivo, è presente sulla meridiana dalle 4.309 del mattino fino alle 13.913 del pomeriggio; al di fuori di questo intervallo, ancorché possa trovarsi sopra l'orizzonte, esso è assente dal quadrante.

Calcolo dell'ora di entrata e uscita del sole sulla parete

L'Orologio Solare descritto nelle pagine precedenti (SA IT019558) offre allo studioso l'occasione di analizzare quantitativamente il problema della comparsa-scomparsa del Sole sul quadrante verticale per effetto dell'attraversamento del piano azimutale del quadrante stesso.

Ora del sorgere e del tramonto

Che il Sole sia presente sul quadrante solo dopo il sorgere (e prima del tramonto) è ovvio: ripeto qui, per completezza, la formula che permette di ricavare quantitativamente l'ora H del sorgere, a partire da δ (la declinazione solare) e da φ (la latitudine):

$$\cos(H) = -\tan(\delta) * \tan(\varphi)$$

sulla quale non mi soffermo, trattandosi di formula ben nota e utilizzata regolarmente.

L'ora del passaggio del Sole su un piano azimutale

Preventivamente ricordo la formula di risoluzione delle equazioni di 2° grado che abbiamo imparato al liceo:

$$a\,x^2 + b\,x + c = 0 \qquad\qquad x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2\,a}$$

Dopo qualche (noioso) passaggio fatto rimaneggiando le note formule del calcolo dal sistema *alt-azimutale* a quello *ora-declinazione* si ottiene l'ora H di passaggio del Sole su di un piano azimutale Az per una certa declinazione δ_x, l'ora H viene fornita dalla(e) soluzione(i) dell'equazione di 2° grado (nell'incognita coseno dell'angolo orario H) in cui i coefficienti a, b, c sono dati dalle formule in Fig. 4.

$$a(A_z, \delta_x, \varphi) = \tan(A_z)^2 \cos(\delta_x)^2 \sin(\varphi)^2 + \cos(\delta_x)^2$$
$$b(A_z, \delta_x, \varphi) = -2\tan(A_z)^2 \sin(\delta_x)\cos(\delta_x)\sin(\varphi)\cos(\varphi)$$
$$c(A_z, \delta_x, \varphi) = \tan(A_z)^2 \sin(\delta_x)^2 \cos(\varphi)^2 - \cos(\delta_x)^2$$

Figura 4 – I coefficienti a, b, c dell'equazione di 2° grado le cui soluzioni forniscono l'angolo orario in cui il Sole si trova su di un certo piano Azimutale

Il programma di matematica MATHCAD si presta bene a questi calcoli: inserendo il valore di latitudine (Trieste, 45.63°) relativo all'Orologio Solare descritto nelle pagine precedenti ed i valori di azimut corrispondenti ad entrata ed uscita del sole nel quadrante (e quindi Az=-124° all'entrata e Az=56° all'uscita) si ottiene al solstizio estivo (declinazione solare = 23.44°) il foglio di calcolo di cui in Fig. 5.

Il Sole sorge alle H=4.246, prima delle 4.309 e quindi lo si vede sul quadrante solo alle 4.309 (effetto Azimuth)[13]. Analogamente alle 13.913 il Sole transita nuovamente sul piano della parete e quindi ne esce, per il giorno del solstizio.

Vista la complessità (formale... non concettuale) delle formule qui coinvolte ho preferito fare un controllo alla... rovescia... vale a dire un calcolo di Azimuth a partire dall'ora (vedasi Fig. 6). Chi legge l'articolo sarà così garantito sulla correttezza della procedura.

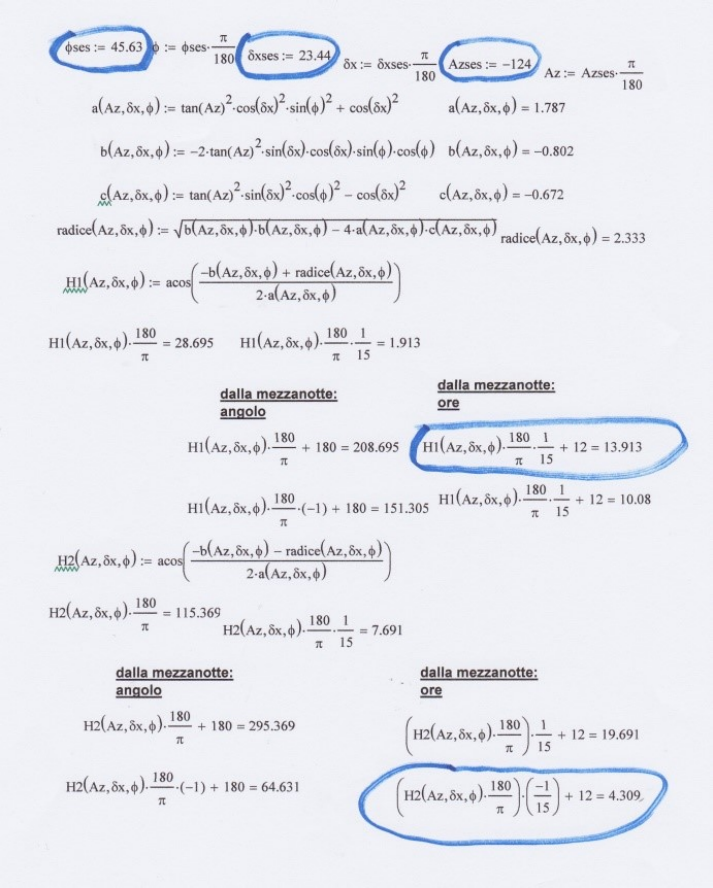
Naturalmente ho fatto i calcoli delle ore d'entrata e d'uscita alle declinazioni standard di cambio stagione (vedere il

[12] Cosa che io non ho ritenuto necessario fare, essendo interessato piuttosto al tema generale.

[13] I valori del sorgere e del passaggio azimutale differiscono di pochissimo, tanto da autorizzare l'ipotesi (che peraltro richiederebbe delle conferme) che lo gnomonista sia anche il progettista dell'edificio stesso, che nascerebbe con l'orientamento del sorgere al solstizio estivo: una contrapposizione consapevole con la (frequente) pratica di orientare (in passato) le chiese sull'azimut del sorgere al solstizio invernale ?

prospetto di Fig. 7 laddove viene, ovviamente, segnalato anche l'ingresso/uscita alternativo per sorgere/tramontare). In Fig. 8 sono indicati graficamente gli archi orari di presenza del Sole sul tracciato.

Una particolare proprietà delle linee orarie che indicano il transito del Sole sul piano azimutale del tracciato è che la loro pendenza coincide con quella dell'asintoto dell'iperbole stagionale di pertinenza: pertanto il calcolo proposto in Fig. 5 può servire anche a questo scopo.



$\phi ses := 45.63$ $\phi := \phi ses \cdot \frac{\pi}{180}$ $\delta xses := 23.44$ $\delta x := \delta xses \cdot \frac{\pi}{180}$ $Azses := -124$ $Az := Azses \cdot \frac{\pi}{180}$

$a(Az,\delta x,\phi) := \tan(Az)^2 \cdot \cos(\delta x)^2 \cdot \sin(\phi)^2 + \cos(\delta x)^2$ $a(Az,\delta x,\phi) = 1.787$

$b(Az,\delta x,\phi) := -2 \cdot \tan(Az)^2 \cdot \sin(\delta x) \cdot \cos(\delta x) \cdot \sin(\phi) \cdot \cos(\phi)$ $b(Az,\delta x,\phi) = -0.802$

$c(Az,\delta x,\phi) := \tan(Az)^2 \cdot \sin(\delta x)^2 \cdot \cos(\phi)^2 - \cos(\delta x)^2$ $c(Az,\delta x,\phi) = -0.672$

$radice(Az,\delta x,\phi) := \sqrt{b(Az,\delta x,\phi) \cdot b(Az,\delta x,\phi) - 4 \cdot a(Az,\delta x,\phi) \cdot c(Az,\delta x,\phi)}$ $radice(Az,\delta x,\phi) = 2.333$

$H1(Az,\delta x,\phi) := acos\left(\frac{-b(Az,\delta x,\phi) + radice(Az,\delta x,\phi)}{2 \cdot a(Az,\delta x,\phi)}\right)$

$H1(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} = 28.695$ $H1(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} \cdot \frac{1}{15} = 1.913$

dalla mezzanotte: angolo — **dalla mezzanotte: ore**

$H1(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} + 180 = 208.695$ $H1(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} \cdot \frac{1}{15} + 12 = 13.913$

$H1(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} \cdot (-1) + 180 = 151.305$ $H1(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} \cdot \frac{1}{15} + 12 = 10.08$

$H2(Az,\delta x,\phi) := acos\left(\frac{-b(Az,\delta x,\phi) - radice(Az,\delta x,\phi)}{2 \cdot a(Az,\delta x,\phi)}\right)$

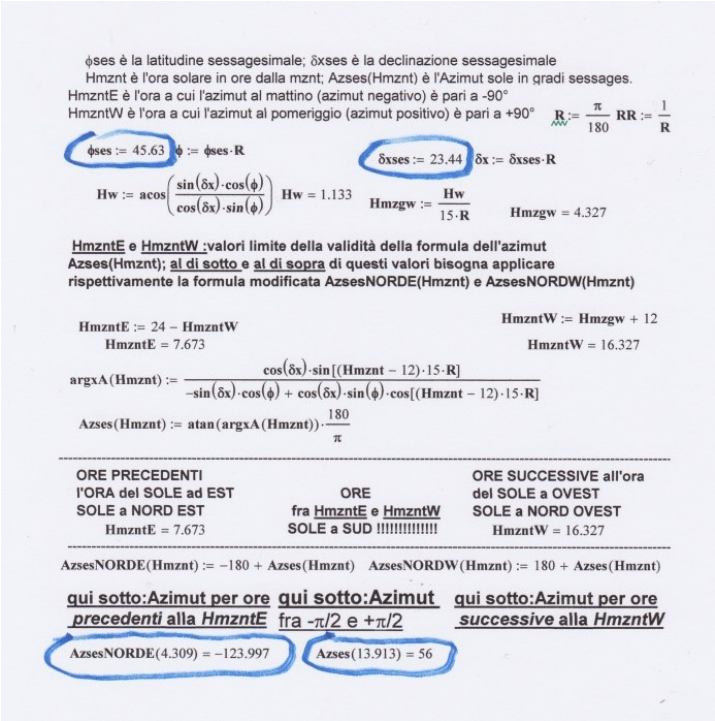
$H2(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} = 115.369$ $H2(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} \cdot \frac{1}{15} = 7.691$

dalla mezzanotte: angolo — **dalla mezzanotte: ore**

$H2(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} + 180 = 295.369$ $\left(H2(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi}\right) \cdot \frac{1}{15} + 12 = 19.691$

$H2(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi} \cdot (-1) + 180 = 64.631$ $\left(H2(Az,\delta x,\phi) \cdot \frac{180}{\pi}\right) \cdot \left(\frac{-1}{15}\right) + 12 = 4.309$

Figura 5 – Il foglio di calcolo di MATHCAD fornisce (per latitudine 45.63° e declinazione 23.44°) l'ora H di passaggio del Sole sul piano azimutale della meridiana orientata 34° verso Est (Az=-124° all'entrata sul quadrante al mattino, Az=56° all'uscita dal quadrante al pomeriggio; le soluzioni sono evidenziate).



ϕses è la latitudine sessagesimale; δxses è la declinazione sessagesimale
Hmznt è l'ora solare in ore dalla mznt; Azses(Hmznt) è l'Azimut sole in gradi sessages.
HmzntE è l'ora a cui l'azimut al mattino (azimut negativo) è pari a -90°
HmzntW è l'ora a cui l'azimut al pomeriggio (azimut positivo) è pari a +90°

$R := \frac{\pi}{180}$ $RR := \frac{1}{R}$

$\phi ses := 45.63$ $\phi := \phi ses \cdot R$ $\delta xses := 23.44$ $\delta x := \delta xses \cdot R$

$Hw := acos\left(\frac{\sin(\delta x) \cdot \cos(\phi)}{\cos(\delta x) \cdot \sin(\phi)}\right)$ $Hw = 1.133$ $Hmzgw := \frac{Hw}{15 \cdot R}$ $Hmzgw = 4.327$

HmzntE e HmzntW :valori limite della validità della formula dell'azimut Azses(Hmznt); al di sotto e al di sopra di questi valori bisogna applicare rispettivamente la formula modificata AzsesNORDE(Hmznt) e AzsesNORDW(Hmznt)

$HmzntE := 24 - HmzntW$ $HmzntE = 7.673$

$HmzntW := Hmzgw + 12$ $HmzntW = 16.327$

$argxA(Hmznt) := \frac{\cos(\delta x) \cdot \sin[(Hmznt - 12) \cdot 15 \cdot R]}{-\sin(\delta x) \cdot \cos(\phi) + \cos(\delta x) \cdot \sin(\phi) \cdot \cos[(Hmznt - 12) \cdot 15 \cdot R]}$

$Azses(Hmznt) := atan(argxA(Hmznt)) \cdot \frac{180}{\pi}$

ORE PRECEDENTI l'ORA del SOLE ad EST SOLE a NORD EST	ORE fra HmzntE e HmzntW SOLE a SUD !!!!!!!!!!!!!!	ORE SUCCESSIVE all'ora del SOLE a OVEST SOLE a NORD OVEST
$HmzntE = 7.673$		$HmzntW = 16.327$

$AzsesNORDE(Hmznt) := -180 + Azses(Hmznt)$ $AzsesNORDW(Hmznt) := 180 + Azses(Hmznt)$

qui sotto:Azimut per ore *precedenti* alla *HmzntE*	qui sotto:Azimut fra $-\pi/2$ e $+\pi/2$	qui sotto:Azimut per ore *successive* alla *HmzntW*
$AzsesNORDE(4.309) = -123.997$	$Azses(13.913) = 56$	

Figura 6 – Il foglio MATHCAD propone il calcolo di Azimuth partendo dall'ora ottenuta grazie al foglio di calcolo che precede. I risultati garantiscono la correttezza della procedura.

Figura 7 – Il prospetto, per l'OS descritto nell'articolo, riporta, per le declinazioni zodiacali, l'ora di passaggio del Sole sul piano azimutale ma anche l'ora del sorgere quando questo si verifica dopo il passaggio azimutale; altrettanto per il tramonto qualora si verifichi prima del passaggio azimutale. Trattasi quindi dell'arco di tempo della presenza del Sole sul tracciato.

OROLOGIO SOLARE VERTICALE					srg= sorgere
latitudine: 45.63°					trm= tramonto
orientamento parete: 34° vs. EST					AZ: l'Azimut del Sole è lo stesso del piano dell'OS
	decimali	ore	min	sec	
capricorno	7,754	7	45	14	srg compare
decl. -23.44°	16,246	16	14	46	trm scompare
acquario-sagittario	7,469	7	28	8	srg compare
decl. -20.15°	16,120	16	7	12	AZ scompare
pesci-scorpione	6,799	6	47	56	srg compare
decl. -11.48°	15,665	15	39	54	AZ scompare
ariete-bilancia	6,000	6	0	0	srg compare
decl. 0°	15,111	15	6	40	AZ scompare
toro-vergine	5,201	5	12	4	srg compare
decl. 11.48°	14,557	14	33	25	AZ scompare
gemelli-leone	4,531	4	31	52	srg compare
decl. 20.15°	14,102	14	6	7	AZ scompare
cancro	4,309	4	18	32	AZ compare
decl. 23.44°	13,913	13	54	47	AZ scompare

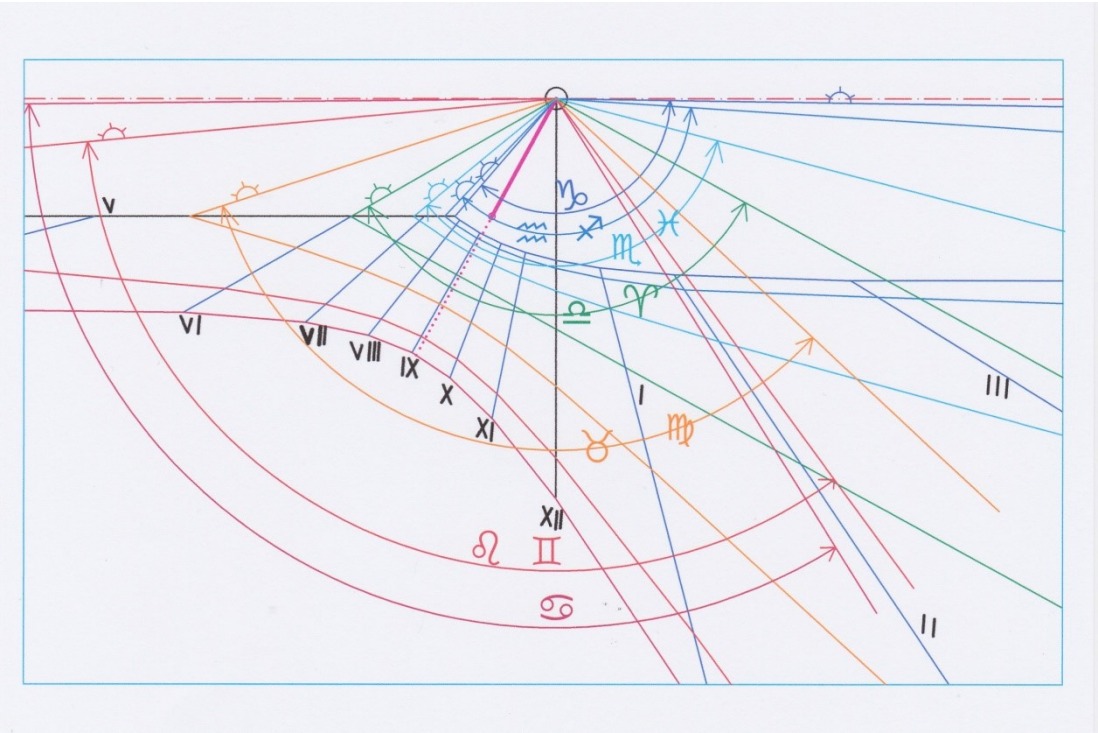


Figura 8 – Gli archi indicano la presenza del Sole sul tracciato. Quando l'entrata (ovvero l'uscita) è dovuta a sorgere/tramontare e non al passaggio azimutale ho indicato schematicamente sulla linea oraria un mezzo sole. Laddove manca il simbolo del Sole ciò significa che l'entrata/uscita è dovuta a passaggio azimutale.

BIBLIOGRAFIA

[ALBERI AUBER 2010] Paolo Alberi, *Due orologi solari sul Lazzaretto di San Carlo (Arsenale di Marina) a Trieste*, Archeografo Triestino, serie IV, vol LXX = CXVIII, edito dalla Società di Minerva (1810), Trieste 2010

[PEISINO 1940] Giovanni Peisino, *Come si costruisce un Orologio Solare*, Coelum, Vol. n. 4, Anno X, Aprile 1940 e precedente

[SAVIAN 2020] Fabio Savian, *L'Eliodromo e l'illuminazione dei quadranti piani*, Orologi Solari, N. 23, Dic. 2020 (www.orologisolari.eu)

[SAVIAN 2020 USA] Fabio Savian, *The Heliodrome and the Lighting of flat dials*, The Compendium, Vol. 27, N. 3, Sept. 2020

[ALBERI AUBER 2006] Paolo Alberi, *Gli Orologi Solari della Torre dei venti di Atene e a Tinos del greco Andronico Cyrreste*, Archeografo Triestino, Serie IV, Volume LXVI (CXIV della raccolta), Società di Minerva 1810, Trieste 2006

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

In questa seconda parte dell'articolo l'autore prosegue con le sue considerazioni sulle ore ineguali, focalizzandosi esclusivamente sulla percezione del tempo nel Medio Evo. Sebbene il concetto geometrico e astronomico antico fosse ben chiaro fin dai primi tempi dell'epoca ellenistica, questo, nella pratica già tardo–antica e poi medievale, incominciò a sfuggire di mano anche agli eruditi.

di Mario Arnaldi (marnaldi@libero.it)

Come abbiamo fatto notare nella prima parte di questo lungo articolo* gli orologi solari medievali non potevano mostrare le vere ore temporali, perché la loro tracciatura si fondava, seppur inconsciamente, sull'angolo *verticale* e non su quello *orario*. Così nel tardo Medio Evo s'idearono metodi empirici per costringerli a farlo, almeno nei periodi quando il Sole aveva declinazioni vicine a 0° (vedi l'articolo di Arnaldi–Savian in questo numero di OS). Questi erano piccoli *escamotage* per raggirare il problema che, tuttavia, su un tracciato a linee radiali equispaziate, non era completamente eliminabile. Le ore mostrate da un orologio solare medievale, sebbene credute *temporali* da chi ne usufruiva, erano assoggettate da una divisione del quadro completamente diversa; già solo per questo le due tipologie andrebbero distinte oggi con molta attenzione. Sebbene il tracciato fosse compiuto secondo l'*angolo verticale* e non *orario* già nei lontani secoli dell'antico Egitto, nel trattare di Medio Evo ho sempre preferito chiamare quelle ore *medievali*, per i motivi che ho accennato nella prima parte di quest'articolo[1]. Entriamo, allora, un po' più a fondo nell'argomento e proviamo anche a definire meglio le Ore *canoniche* e le *planetarie*.

Le ore medievali

Nel Medio Evo la misura del tempo era diventata ormai una faccenda tutta religiosa. Erano cambiate le conoscenze, forse a causa del *melting pot* di culture che l'Europa di quei secoli era diventata. Concetti differenti di misura del tempo si mescolavano a quelli antichi Greco-Romani dando origine a svariate differenze anche nel disegno delle linee orarie. Per motivi storici e pregiudizi culturali, la differenza fra le vere ore temporali e quelle mostrate su un orologio solare medievale non era percepita dai monaci e dagli ecclesiastici che ancora non avevano potuto riappropriarsi dell'antica scienza ellenistica riportata in luce dagli studiosi islamici e questo, probabilmente, ai conservatori poco importava[2]. Per questa loro caratteristica nel primo volume di *T&R* [rif. 4] azzardai la definizione di *ore monastiche*, oppure *ore della Chiesa* o *ecclesiastiche,* perché gli orologi solari di cui trattiamo erano incisi sulle pareti degli edifici di

* Quest'articolo era nato per essere un testo unico, ma a causa della sua eccessiva lunghezza è stato deciso di suddividerlo in più parti. La numerazione dei richiami alla bibliografia di riferimento, dunque, prosegue qui senza interruzione da quella della precedente parte già pubblicata su OS e così continuerà a essere anche nella successiva terza parte. I riferimenti ad articoli o volumi già citati nella parte precedente porteranno la numerazione presente in quella e non sarà compresa in questa seconda puntata. La medesima regola sarà seguita dalla numerazione delle figure, delle tabelle e delle tavole.

[1] Devo ammettere che, sebbene Savian e io avessimo deciso di comune accordo di scrivere articoli in parallelo sull'argomento che entrambi stiamo trattando, e pur condividendo in linea di massima quanto anch'egli scrive, per qualche motivo non riesco ancora a condividere la sua proposta di chiamare semplicemente *temporali* le ore tracciate con l'*angolo verticale* e *temporali vere* quelle misurate con l'*angolo orario*. I due termini, proprio perché molto simili fra loro, possono confondere facilmente chi legge: perché distinguere le ore temporali dando a una delle due tipologie l'attributo di "vere"? Forse che esistono delle *ore temporali fasulle*? Sono convinto che quelle mostrate da un orologio solare a linee radiali debbano avere un loro preciso nome, definito talvolta dal *principio gnomonico*, talaltra dal *principio culturale*. Parlando di orologi solari medievali ho preferito legare il loro nome all'epoca relativa ai manufatti che si stanno descrivendo.

[2] È interessante l'osservazione di Valdés [rif. 62] che notò la dicotomia culturale fra le due Spagne medievali: nei territori occupati dai mori non ci sono, o sono assai rari, orologi solari a linee radiali e, viceversa, nei territori cristiani non penetra il tracciato islamico corretto.

culto, ma ripudiai l'uso contemporaneo di chiamarle *canoniche* (su quest'argomento scriverò dopo). Sappiamo che i modelli d'orologi medievali furono già usati nei primi secoli della nostra Era e molto prima anche in Egitto [rif. 53, pp. 45-46], e allora perché non chiamarle *egizie*[3]? Fabio Savian nella sua catalogazione dei vari sistemi orari, a buona ragione, preferisce usare il *principio gnomonico* che governa il loro tracciato — l'angolo verticale — e che libera da possibili ambiguità ogni definizione che vogliamo dare alle ore mostrate da un simile orologio solare (vedi l'articolo di Savian in questo numero di OS). Di conseguenza, a prescindere da quante suddivisioni esso sia composto, il nome che Savian ha dato a quelle mostrate da un orologio solare a linee radiali è *ore ad angolo verticale*. Savian sa bene che questa definizione non è proprio felice, ma neppure io saprei suggerire un termine migliore. Non è dunque facile identificare le ore mostrate su un orologio solare medievale con un nome corretto che, allo stesso tempo, le possa distinguere dalle vere ore *temporali* senza generare confusione. La questione era già molto difficile e confusa anche per chi viveva in quei secoli e altrettanto lo è per chi vive oggi. Io ho una mia opinione, maturata paragonando molti testi antichi e meno vecchi, e che in parte ho già esposto fin qui. Proverò ora a sviluppare ulteriormente il discorso.

Tutti gli autori medievali di opere astronomiche e computistiche — almeno fino al secolo XII — conoscevano la differenza fra le ore ineguali, che suddividevano il 'giorno artificiale', e le ore uguali, che scandivano, invece, il 'giorno naturale' o 'vero', ma una volta stabilito questo nei confronti del lettore non si preoccupavano di trovare un termine diverso dal semplice e generico '*horae*' per descrivere le ore mostrate da un orologio solare del loro tempo. Non sembra essere stata una priorità per Isidoro di Siviglia (sec. VII), che pur aveva scritto molto sulla divisione dei tempi, e i suoi libri avevano fatto scuola, né per il venerabile Beda (sec. VIII) nel definire la particella di tempo chiamata 'ora' scrisse semplicemente, come molti altri dopo di lui, «*hora duodecima pars diei est*», né per altri dopo di loro. A mia conoscenza gli unici autori che, per qualche esigenza, cercarono un'alternativa furono — in ordine cronologico: Giovanni Sacrobosco, Alfonso x di Castiglia, Dante Alighieri e Robert Stikford.

Nella prima metà del Duecento Giovanni Sacrobosco (John of Holywood) nella sua famosa opera *Tractatus de sphera* definì '*ore naturali*' le 12+12 partizioni del *nychthemeron*, ma con quel termine egli si riferiva alle ore misurate sull'eclittica e non sugli archi diurni paralleli all'equatore. Nel Cinquecento queste furono chiamate planetarie (oggi eclittiche)[4], ma di queste scriverò più sotto.

Gli autori che scrissero i *Libros del saber de Astronomìa* voluti da Alfonso X, come abbiamo visto, chiamarono temporali le ore antiche ineguali, e così le nominò anche Dante nel suo *Convivio*. Robert Stikford, monaco di St Albans[5], in Inghilterra, fra il finire del 1300 e i primi anni del 1400, chiamò *naturales* le ore uguali e *artificiales* quelle diseguali[6]. Dante Alighieri però, che nel *Convivio* parlò esplicitamente di ore temporali, in tutte le sue rime citò sempre una partizione oraria differente, quella cioè che divide il giorno chiaro in sole otto parti. Questo sistema, presente in molti orologi solari di quel secolo, era generato dalla classica partizione in quattro — immaginata dai filosofi e dai poeti, a detta di alcuni autori — ulteriormente suddivisa nelle sue metà; il sistema divenne così comune da essere utilizzato nella vita d'ogni giorno anche dai laici, com'è testimoniato nelle novelle del *Decameron* di Giovanni Boccaccio e anche dalla definizione «*volgari*», cioè *ordinarie*, *comuni*, che ne diede Robert Stikford alla fine del Trecento[7].

Né gli autori medievali, né quelli post–medievali che conoscevano bene la differenza fra un semplice disegno radiale e il tracciato per le ore temporali vere, sembrano mai stati interessati a distinguerli l'uno dall'altro. Dante, per esempio, che pure conosceva l'opera di Alfragano, pare non colga la differenza quando, dopo aver spiegato quali fossero le ore temporali, aggiunge: «*E queste ore usa la Chiesa, quando dice Prima, Terza, Sesta e Nona*» [rif. 11: III, VI, 2-3; IV, XXIII, 14]. Non sembra coglierla neppure Mutio Oddi che, in pieno Seicento, dirà che le ore temporali da lui mostrate su un tracciato corretto, erano quelle che costumava «*la Santa Chiesa nel recitar l'hore divine*» [rif. 60]. L'immagine che se ne ricava è quella che sia prima sia dopo la divulgazione delle opere di gnomonica islamica, le ore mostrate da

---

[3] Arnaldi, *Tempus & Regula* (da qui in avanti *T&R*), vol 1, parte II, cap. 1.1.

[4] Sacrobosco, *varie edizioni* e commentari.

[5] L'abbazia di St Albans era nota per le alte competenze scientifiche nel campo della misura del tempo; ricordiamo fra tutti l'abate Richard di Wallingford, eruditissimo autore del primo orologio meccanico astronomico da torre.

[6] Queste due prime denominazioni, sebbene non comuni, sembrano avere una ragione effettiva perché deriverebbero in modo automatico dal nome medievale delle due tipologie di "giorno" ("naturale", quello di 24 ore, e "artificiale", quello suddiviso in 12+12 ore fra notte e dì). E dunque, "ore naturali" sono per Stikford le ore uguali del giorno "naturale", artificiali invece le ineguali che misuravano il giorno "artificiale".

[7] Robert Stikford, *De umbris versis et extensis*, ms. Ambrosiana & 201 bis sup.; [rif. 45 e rif. 48]. Bilfinger [rif. 7] analizzando le cronache del tempo e le opere letterarie definì *popolare* il sistema orario medievale delle otto ore.

un orologio solare medievale fossero comunque considerate *temporali*, probabilmente perché non se ne percepiva concettualmente la differenza. Affrontiamo, allora, un altro discorso: quello sulle Ore canoniche.

Ore medievali o Ore canoniche?

È di Egnazio Danti (1536–1586) la prima testimonianza esplicita e indubbia di un nome specifico per distinguere il tracciato medievale comune da quello gnomonicamente regolare per le ore temporali. Nell'edizione del 1578 del libro sull'uso e la fabbrica dell'Astrolabio il Danti dà al pubblico la spiegazione di tutti gli orologi solari che lui costruì, fra il 1572 e il 1574, sulla facciata della chiesa fiorentina di Santa Maria Novella. I due strumenti gnomonici principali sono: l'armilla equinoziale e il "quadrante astronomico" (così lui lo chiamò) di Tolomeo. Sul 'quadrante' e sul muro ai suoi lati, incise un florilegio di orologi solari disegnati per i diversi sistemi orari conosciuti al suo tempo. Sui marmi parietali ai lati del quadrante astronomico fece incidere due tracciature sovrapposte: quella di un orologio solare correttamente costruito per le ore temporali, che egli definì «*dell'hore ineguali, o vero planetarie*» e quella di un orologio solare medievale diviso in dodici settori uguali che lui chiamò «*oriolo canonico*» ovvero quello «*dell'hore canoniche*» (sul marmo però è scritto solo H[orae]. PLAN[etarum]) [rif. 47, pp. 284-285] (Fig. 3).

Fig. 3 – Orologi solari a *ore temporali* (qui dette "planetarie" o "dei pianeti") e a *ore medievali* incisi sulla facciata della chiesa di Santa Maria Novella a Firenze. Opera progettata da Egnazio Danti negli anni '70 del Cinquecento. (foto: *Ornella Massa*; da Sundial Atlas IT002156)

Egnazio Danti fu ufficialmente il primo, forse in forza di una consuetudine ormai radicata nel linguaggio comune del suo tempo, a dichiarare a *ore canoniche* il tracciato radiale equispaziato presente su molte chiese romaniche e gotiche. Quasi come a dire: «I tempi degli Uffici canonici li abbiamo sempre letti su questo genere di orologi (Egnazio Danti oltre a essere un valente astronomo era anche un frate domenicano), le ore ineguali (planetarie) invece sono quelle degli antichi per misurare il tempo». Nel 1578, le giornate si misuravano con le ore italiane da almeno 200 anni, probabilmente il Danti scelse quel termine perché ormai era entrato nell'uso gergale e ai lettori di quel tempo non doveva essere difficile da comprendere. Questa, a mia conoscenza, pare essere stata la prima specifica differenza in termini per identificare le ore di un orologio solare medievale e tale nome è rimasto inalterato fino ai giorni nostri. Ma oggi l'esigenza di termini chiari e univoci rende necessario interrogarsi sulla correttezza della definizione "orologio a ore canoniche".

Le Ore canoniche

Le Ore canoniche — bisogna dirlo subito — sono tempi liturgici (ecco perché le distinguo sempre usando il maiuscolo) e per questo non sono annoverabili fra i sistemi orari, come ebbe a sottolineare anche Giovanni Padovani di Verona nel 1563 [rif. 61, pp. 17-18][8]. Non lo sono, perché, essendo mobili, non hanno un *principio gnomonico* univoco su cui poterle calcolare e perché un qualsiasi orologio solare progettato per qualsiasi sistema orario può mostrarle. Quando in Italia vigevano le ore dal tramonto, i religiosi recitavano la liturgia delle Ore con tempi adeguati al quel sistema orario, così come oggi si recita secondo una tabella stabilita con il sistema orario nazionale moderno (in taluni casi, è addirittura permesso recitarle in orari totalmente differenti da quelli consueti). In ogni Regola monastica, fin dagli esordi, le Ore canoniche sono stabilite in momenti della giornata talvolta molto differenti dai tradizionali (terza, sesta e nona ora del dì) e variano continuamente la loro posizione temporale durante l'intero anno liturgico. Ogni Regola monastica o ecclesiastica, inoltre, ha subìto modifiche nei secoli, finché nel XII, con Giovanni Beleth [rif. 44], e nel XIII, con Guglielmo Durando [rif. 50], si giunse a indicare solo delle fasce di tempo entro cui dovevano essere celebrate le funzioni canoniche[9]. Le Ore canoniche, come s'è visto, sfuggono a ogni tentativo di regimentazione in un qualsiasi sistema; sono legate al tempo ma non sono vincolate alla sua misura e, se proprio si volessero mostrare nello spazio di un orologio solare, bisognerebbe tracciarle inseguendone le variazioni con linee sinuose e non rette. Eppure fra le tante opinioni espresse nei libri di gnomonica riguardanti le ore mostrate da un orologio solare medievale, prevale quella che queste siano le cosiddette *Ore canoniche*. Di conseguenza, a prescindere dalla suddivisione oraria mostrata, gli orologi solari di quel periodo sono frequentemente classificati *tout court* come *orologi solari canonici* o a ore *canoniche*[10].

Ho più volte cercato di dimostrare quanto questa convinzione non fosse sempre vera [rif. 4, parte I, cap. 5.], perché solo in determinati casi un orologio solare medievale si può definire "a *Ore canoniche*". Non sono mai esistiti, per esempio, undici o dodici Uffici da recitare durante l'arco diurno, è quindi lapalissiano che gli orologi solari suddivisi in quel numero di settori non segnino i tempi dell'Ufficio divino ma solo il regolare trascorrere delle ore giornaliere; i tempi della liturgia delle Ore erano mostrati da altri, per esempio quelli divisi in quattro o sei parti[11]. A mio avviso, dunque, si possono considerare orologi solari a Ore canoniche solo quelli che mostrano le ore di preghiera o i loro tempi, mentre tutti quelli suddivisi in undici o dodici settori regolari e privi di speciali ed evidenti marcature si devono considerare orologi solari, cioè strumenti per misurare il tempo. In altre parole è ancora vera la distinzione che fece Bilfinger [rif. 7], poi ripresa da Dorn-van Rossum [rif. 49], fra le "*horae quoad tempus*" e le "*horae quoad Officium*", e

---

[8] *Horæ itaque Canonice non pertinent ad tempus, ſed ſunt diuinæ proces, que per ſacerdotes in ecclesijs celebrantur, et ſunt ſeptem uidelicet. Matutinum, prima, tertia, ſexta, nona, veſpere, & completorium. Hæ autem diuinæ preces leguntur quotidie in ecclesijs, quæ etiam a pleriſque vocantur diuina offitia.*

[9] Sugli spostamenti dei tempi della recita delle Ore nei secoli e nelle varie Regole monastiche ed ecclesiastiche vd. *T&R* vol. 1.

[10] A causa della variegata natura dei graffiti orologici medievali ci sono oggi molti modi di definirli, nel tentativo di trovare un termine adeguato a identificarne la forma e il compito. In Italia sono chiamati "*orologi solari a ore canoniche*"; in Francia "*cadrans canoniaux*" e soltanto di recente è iniziata una discussione sulla necessità di chiamare così solo un determinato modello, mentre tutti gli altri sarebbero "*cadrans medievaux*". In Spagna "*relojes de misa*" o "*relojes canónicos*" o ancora "*relojes de sol primitivos*"; in Germania "*Mittelalterlichen Sonnenuhren*"; in Inghilterra genericamente "*mass dials*" o "*scratch dials*", ma "*Anglo-Saxon sundials*" e "*Norman sundials*" se si vuole specificare una particolare tipologia grafica legata a un determinato periodo storico.

[11] Vd. *T&R* vol. 1, *passim.*

questo anche quando le Ore canoniche erano opportunamente evidenziate con particolari marcature su alcune linee orarie di un tracciato orario completo[12].

Si possono definire 'a Ore canoniche' solo determinati orologi solari medievali, anche se i tempi della preghiera canonica non si possono considerare alla stessa stregua di un sistema orario. Talvolta, fra le linee delle ore comuni medievali, qualcuna era palesemente destinata a segnalare il tempo della preghiera corale, ma questo è un problema che si supera facilmente usando il medesimo modo di definire un orologio solare a sistemi orari multipli. In altri termini: dicendo, prima di tutto, che si tratta di un orologio solare, aggiungendo poi a quale sistema, o sistemi, orario appartengono le sue ore. Nel nostro caso non sarebbe altro che un orologio solare a ore medievali e canoniche (Fig. 4).

Fig. 4 – MARRADI (FI): chiesa dell'abbazia di Santa Reparata in Salto. Orologio solare a *ore medievali* e *canoniche*. L'orologio solare non è visibile perché il muro interessato è, oggi, parte di una struttura abitativa a uso civile che fu costruita innalzando l'impianto dell'antico chiostro (si deve ringraziare la solerzia e scrupolosità del proprietario per averlo salvato dalla prevista intonacatura).

Ore temporali, planetarie, ineguali… che confusione!

Ho tenuto le ore *planetarie* in ultima considerazione e mi ero promesso di tralasciarne la descrizione, non perché fossero meno importanti delle altre, ma perché queste non servivano a misurare il tempo nella vita di tutti i giorni, come a loro modo potevano fare invece le ore *canoniche*, e si usavano in un campo molto ristretto, l'astrologia e la magia. Tuttavia, sebbene quest'argomento sia già stato esaurientemente scandagliato da molti autori, e in Italia dobbiamo considerare soprattutto: Alessandro Gunella, Alberto Nicelli [riff. 55, 56 e 59] e Nicola Severino[13], ancora si queste si confondono, come accadeva soprattutto nel secolo XVI, con le stesse che un tempo furono chiamate *temporali* o *ineguali*, intendendo quest'ultime pari a un dodicesimo di arco diurno o notturno; in questo caso, dunque, il termine "*planetarie"* non sarebbe altro che un ennesimo sinonimo delle ore antiche. Tecnicamente, però, è importante dare a Cesare ciò che è suo e, di conseguenza, una distinzione netta fra i due sistemi di computo orario va fatta; non c'è scampo. Per questo credo che si debba scrivere qualcosa anche su di loro.

[12] Molti esempi di questo tipo sono stati mostrati e discussi a suo tempo in *T&R* vol. 1, parte I, cap. 5, poi ancora approfonditi in *T&R* vol. 3, parte IV, appr. IV.

[13] Vari articoli di Severino su quest'argomento si possono trovare nel web.

L'attributo di ore "*planetarie*" nacque, probabilmente, verso la fine del Quattrocento e il *qui pro quo* iniziò allora, protraendosi poi nei due secoli successivi. La convinzione che le *planetarie* altro non fossero che le stesse *temporali* la troviamo molto presente nei libri a stampa del Cinquecento, dove le ore *ineguali* erano chiamate anche, o soltanto, *planetarie* (vd. Tab. 1). È solo da allora che questo termine iniziò a essere usato: prima si parlava solo di ore ineguali e uguali, finché il Sacrobosco, nel secolo XIII, non chiamò "*naturali*" le ore ineguali contate sull'eclittica e non più sull'arco diurno. La piccola opera di Giovanni Sacrobosco sulla Sfera ebbe un'enorme divulgazione e molti si accinsero a commentarla per renderla più leggibile e chiara. Le *ore naturali*, così, stuzzicarono la curiosità dei trattatisti cinquecenteschi che le studiarono a fondo.

Fra i trattatisti di quel periodo nacquero grandi diatribe su quali fossero le vere ore ineguali. C'era chi sosteneva che si misurassero in dodicesimi di archi diurni paralleli all'equatore celeste e chi, invece, affermava che queste fossero tutte diverse l'una dall'altra perché equivalenti al tempo impiegato da 15° di eclittica per emergere o tramontare sull'orizzonte. Ed è noto fin dall'antichità (vd. più sotto) che la fascia dei Segni nasce talvolta retta, talvolta obliqua, e questo fa sì che ogni segno zodiacale impieghi più o meno tempo per levarsi sopra l'orizzonte.

Erano alterchi condotti soprattutto da chi praticava l'astrologia, e si accendevano anche a suon di pubblicazioni a stampa. Non c'è da stupirsene perché è proprio in quel periodo che furono pubblicate molte opere antiche, latine e arabe, dedicate a quest'aspetto dell'astronomia e la stampa permetteva una diffusione più rapida di quella che avevano le vecchie copie manoscritte. Ognuno, però, tirando l'acqua al proprio mulino, alimentò una confusione che alla fine è giunta fino ai giorni nostri.

Fu Pietro Apiano, nel 1532, il primo a schierarsi apertamente per una differenza netta fra i due tipi di ore [rif. 43], criticando esplicitamente chi credeva che le une e le altre fossero la stessa cosa. L'Apiano definì *planetarie* — forse per primo — le ore che il Sacrobosco chiamò "*naturali*", e chiamò "*giudaiche*" le antiche ineguali misurate suddividendo l'arco diurno in dodici parti uguali.

Nel 1553 fu la volta di Oronzio Fineo, nel suo *De duodecim caeli domiciliis et horis inaequalibus* a innescare una seconda polemica sulla differenza netta fra i due generi di ore, difendendo l'idea della loro diversità. Polemica cui diede seguito ancora due anni dopo, nella sua *Cosmografia.*

Cristoforo Clavio, nel suo commento alla Sfera del Sacrobosco [rif. 9], fece la medesima distinzione, ma mentre per l'Apiano le ore *giudaiche* non avevano il diritto di chiamarsi ineguali, la posizione del Clavio fu più morbida e accettò che entrambe, sebbene avessero fra loro caratteri differenti evidenti, potessero portare quel titolo (*Hora vero inaequalis duplex est*, p. 405)[14]. Troviamo il medesimo distinguo in Voellius [rif. 64] e poi, a Seicento inoltrato, anche Emanuel Maignan fece una decisa distinzione fra le *ore planetarie* e le *temporali*, che lui chiamò semplicemente *antiche* [rif. 58]. Johan Caramuel Lobkowitz, che nel 1644 ne produrrà un disegno molto vicino a quello elaborato dal Fineo [rif. 46], in realtà non chiamò *planetarie* le ore mostrate da quel grafico, perché per lui le *planetarie* erano le classiche ineguali dell'antichità [rif. 57, pp. 64-68].

L'idea del coinvolgimento dell'eclittica nella misura del tempo era dunque un'idea quattro-cinquecentesca, nata per alimentare scaramucce fra astronomi e astrologi? No, niente affatto. In realtà tale conoscenza veniva da lontano nel tempo. Già ne scrissero gli astronomi greci (es. Gemino di Rodi – sec. I a.C. in *Introduzione ai Phenomena*), probabilmente su studi ancora più antichi e babilonesi; ma legando queste conoscenze a questioni astronomiche e non alla misura del tempo. Poi i Latini (es. Marco Manilio - I a.C. – I d.C, nel suo *Astronomicon*[15], e Marziano Capella – IV-V sec. nel *De nuptiis*). Ne scrissero anche diversi autori medievali: Guglielmo di Conches – sec. XI-XII – per esempio, non concesse alternative alle ore misurate sull'eclittica, per lui le ore erano quelle e nient'altro[16] [rif. 54]; di Giovanni

[14] L'edizione da me consultata è del 1585, ma la prima edizione del volume data 1570.

[15] Lib. III, 235-240: "*In tam dissimili spatio, variisque dierum umbrarumque modis, quis possit credere in auras omnia Signa pari mundi sub lege meare? Adde quod incerta est horae menfura, neque ullam altera par sequitur: sed sicut summa dierum vertitur; & partes surgunt, rursusque recedunt: cum tamen in quocumque dies deducitur astro sex habeat supra terras, sex signa sub illis.*" (trad. In tanto dissimile durata e così varia lunghezza di giorni e di ombre, chi potrebbe credere che nello spazio tutti i segni si spostino conformi a un'unica legge cosmica? Si aggiunga che incostante è la misura dell'ora e a nessuna segue pari la successiva, ma proprio come si modifica la durata totale dei giorni, ne crescono e di nuovo si contraggono le parti: mentre il sole, però, in qualunque costellazione espanda la sua luce, sei segni ha al di sopra e sei al di sotto della terra.)

[16] Dialogo IV: «Duca. "Di cosa vai sognando, quando parli di ore equinoziali?" - Filosofo. "Se tu sapessi cos'è l'ora, non diresti che sogno, e perché tu impari, ascoltami. L'ora è il tempo in cui sorge mezzo Segno. L'ora del giorno equinoziale è sempre uguale, mentre le ore degli altri giorni sono disuguali. Ogni giorno, infatti, ha dodici ore e altrettante la notte; e ogni giorno sorgono sei Segni, e altrettanti la notte (ecc.)»

Sacrobosco abbiamo già scritto, Vincenzo di Beauvais – sec. XIII – sposò completamente la tesi di Guglielmo di Conches [rif. 63]; anche Francesco di Bartolo da Buti – sec. XIV – Spiegò le terzine dantesche con esempi che si appoggiavano ai movimenti della fascia zodiacale [rif. 42]. Gli autori dei secoli XVI e XVII non fecero altro che prendere i fondamenti da queste antiche fonti, alle quali aggiunsero quelle islamiche che proprio in quei secoli, finalmente, si pubblicarono a stampa, tradotte e commentate.

Per tutto il Cinquecento, con qualche strascico nel secolo successivo, l'astrologia giudiziara — quella degli oroscopi, per intenderci — viene dunque riportata in auge e riscoperta perfino da noti astronomi che, per vari motivi, si dedicarono anche a questa pratica. E fu proprio fra i secoli XV e XVI che gli orologi da torre più importanti presentavano mostre e meccaniche atte a esibire il movimento degli astri: le quadrature, le opposizioni, i trigoni ecc. Financo ad avere complessi rotismi e mostre astrolabiche che sui loro timpani mostravano le ore temporali, sebbene queste non fossero più usate dalla popolazione da almeno un secolo[17].

D'altro canto, però, si deve ammettere che il disegno esatto delle linee delle ore *planetarie* o *eclittiche*, così come sono intese oggi, non compare su nessun orologio solare antico e neppure del Cinquecento (troppo complicato tracciarlo, troppo difficile da leggere); l'idea che si trattasse solo di scaramucce fra matematici sembra, dunque, prendere corpo con maggior forza. Da questo punto di vista credo che la ferma posizione di Severino sulla questione che, a conti fatti, gli gnomonisti continuassero a tracciare i simboli dei pianeti fra le linee degli orologi solari a ore temporali, considerando di fatto che fra le une e le altre ore non ci fosse alcuna differenza, non sia del tutto fuori luogo[18] (vd. il raffronto fra le figure 5 e 6).

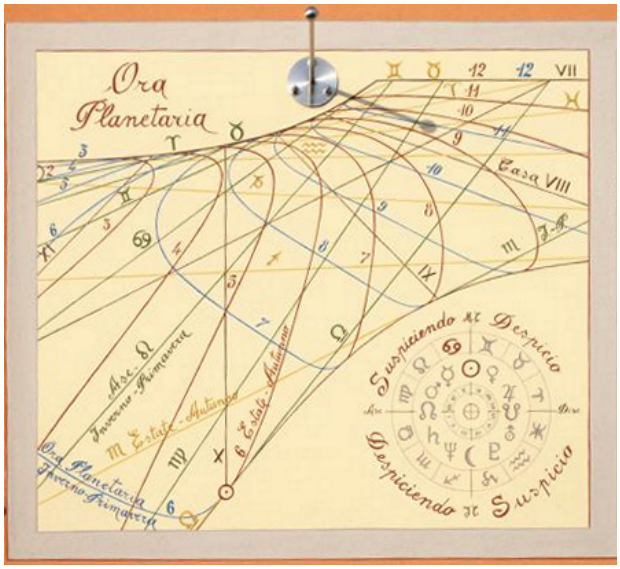


Fig. 5 – SANTO STINO DI LIVENZA (VE): Ca' Solaria - la salute di Livenza. Orologio solare moderno a *ore eclittiche,* planetarie o *dei pianeti.* Progettato da Renis Ridolfo e dipinto da Roberto Tollardo 2015 (foto: *Marco Rossi*, da Sundial Atlas IT014053).

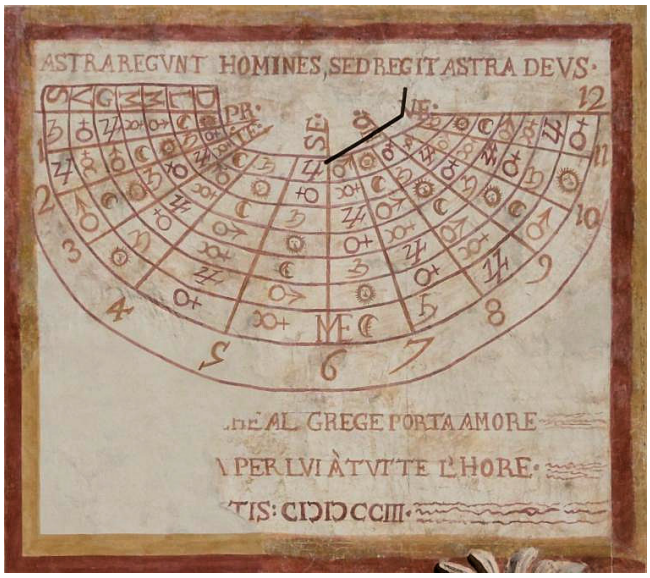


Fig. 6 – VILLAFALLETTO (CN): casa canonica della chiesa dei Santi Pietro e Paolo. Orologio solare, datato 1703, con tracciato a *ore temporali* e *canoniche,* e simboli dei pianeti reggenti fra le linee orarie. Restauro di Lucio Maria Morra, 2018 (foto: *Giorgio Mesturini*, da Sundial Atlas IT016541).

---

[17] L'orologio pubblico di Mantova, costruito in Piazza delle Erbe nel 1473, fu fatto da Bartolomeo Manfredi, matematico e astronomo. In una lettera datata 29 giugno 1473 e indirizzata al marchese Ludovico II Gonzaga, il Manfredi descrive la sua opera così (trascrivo il testo volgare in un italiano più moderno): "*Ho finalmente terminato il quadrante dell'orologio che indica le ore comuni* (le ore dal tramonto del Sole)*, le ore degli astrologi* (quella dal mezzodì) *e quelle dei pianeti* (le ore ineguali o temporali)*; l'allungamento e accorciamento dei giorni; il percorso del sole attraverso i segni dello zodiaco. Indica inoltre, giorno dopo giorno, ora dopo ora, il movimento della Luna, le sue fasi come si vedono in cielo, la sua età e si trova sopra o sotto la Terra; indica anche in quale segno sorge ad Oriente e in quale segno tramonta ad Occidente e come è a mezzogiorno ed a mezzanotte, con le sue congiunzioni, opposizioni e quadrature, con i giorni critici che è utile conoscere. Si possono vedere i giorni propizi per i salassi, per somministrare i medicinali, per fare le operazioni chirurgiche, per tagliare gli abiti e per indossarli; per i lavori dei campi e per i viaggi*".

[18] Vd. Nicola Severino, vari articoli on line sull'argomento trattato.

Al termine di quest'analisi ci si trova inevitabilmente di fronte ad una domanda: con quali strumenti gli antichi astronomi misuravano le durate delle ore planetarie? E con quali si poteva fare agli inizi del Cinquecento? Esisteva un tipo di orologio solare che con facilità potesse limare le differenze fra i due tipi di ore, mettendo d'accordo gnomonisti e astrologi? Questo potrà essere argomento d'indagine per un altro articolo; qui è sufficiente quanto ho scritto.

Concludiamo questa prima e seconda parte dedicata alle ore ineguali con uno schema di base sulle caratteristiche principali di ogni sistema orario basato su questa nozione (Tav. 1) e con una lista di riferimenti bibliografici, dove si evidenzia il termine usato di volta in volta, per nominare le ore antiche e le medievali (Tab. 1). I testi in latino possono riportare i termini sia "*temporarie*" sia "*temporali*", perché come abbiamo visto, almeno dal Cinquecento in poi furono considerati sinonimi. In quel caso, il nome o i nomi delle ore riportati nella prima colonna non sono altro che la traduzione letterale del testo latino, sia che esso riporti l'uno o l'altro vocabolo."

Nella prossima parte, la terza, esamineremo il lessico che descrive oggi le ore uguali e, come abbiamo fatto finora, lo confronteremo con quello che si usava *ab origine*, al tempo del loro utilizzo, per comprenderne l'eventuale correttezza o la sua inadeguatezza.

- ORE INEGUALI
  - *antiche*
    - *Egizie*
      - Ore generate dalla divisione dell'arco diurno o notturno in 12 parti.
      - Ore misurate con semplici rapporti aritmetici.
      - Ore di diversa durata da un giorno all'altro.
    - *Babilonesi*
      - Ore generate dalla divisione dell'arco diurno o notturno in 12 parti.
      - Ore misurate con semplici rapporti aritmetici.
      - Ore di diversa durata da un giorno all'altro.
    - *Greco - romane* (*temporali*)
      - Ore generate dalla divisione dell'arco diurno o notturno in 12 parti uguali.
      - Ore uguali fra loro nello spazio di uno stesso arco diurno e notturno.
      - Ore di diversa durata da un giorno all'altro.
  - *medievali*
    - 12*settori*, 11*settori*
      - Ore generate dalla divisione dell'arco diurno o notturno in 12 o 11 parti.
      - Ore disuguali fra loro nello spazio di uno stesso arco diurno e notturno.
      - Ore di diversa durata da un giorno all'altro.
      - Ore ritenute *temporali*.
    - 8*settori* –
      - Ore generate dalla divisione dell'arco diurno in 8 parti.
      - Ore disuguali fra loro nello spazio di uno stesso arco diurno.
      - (non sappiamo se la notte fosse suddivisa nello stesso modo).
      - Ore di diversa durata da un giorno all'altro.
      - Ore *comuni* e *canoniche*.
    - 6*settori* –
      - Ore generate dalla divisione dell'arco diurno o notturno in 6 parti.
      - Ore disuguali fra loro nello spazio di uno stesso arco diurno e notturno.
      - (non sappiamo se la notte fosse suddivisa nello stesso modo)
      - Ore di diversa durata da un giorno all'altro.
      - Ore *canoniche*.
    - 4*settori* –
      - Ore generate dalla divisione dell'arco diurno o notturno in 4 parti.
      - Ore disuguali fra loro nello spazio di uno stesso arco diurno e notturno.
      - Ore di diversa durata da un giorno all'altro.
      - Ore *canoniche*.
  - *planetarie o eclittiche*
    - Ore misurate sull'Eclittica in archi di 15°, pari a mezzo Segno zodiacale.
    - Ore definibili come il tempo impiegato da 15° di Eclittica per sorgere o tramontare.
    - Ore sempre diverse fra loro anche nello arco diurno o notturno.

Tav. 1 – La suddivisione delle ore ineguali.

Tab. 1 - **Ore Antiche** (12h dì + 12h notte)		
Vocabolo utilizzato	Fonte	Anno
Ineguali, volgari (comuni)	Plinio, *Nat. Hist.* II, 99.3	050 ca.
Artificiali, ineguali	Ermanno Contratto, *De mensura astrolabii*, cap. VIII.	1033
Temporali, oblique (!)	Al-Battani, *Albategnus de numeris stellarum et motibus*. Trad. Lat. Di Palatone di Tivoli sec. XII (pubbl. 1645).	1140 ca.
Temporali	Alfragano, *Il Libro dell'aggregazione delle stelle.*	1140 ca.
Temporali ("*temporales*" volgare catalano)	Alfonso X, *Libros del saber de astronomia.*	1276 - 79
Temporali (volgare fiorentino)	Dante Alighieri, *Convivio*,	1304 - 07
Temporali (volgare fiorentino)	Copia manoscritta del *Liber de saber de astronomia*	1340?
Ineguali (*inequalles,* antico inglese)	Chaucer, *The treatize of the Astrolabe*	1391
Temporali, ineguali (…*horas temporales que et inequales hodie nuncupantur*)	Regiomontano, *Calendarium*, (versione in latino).	1474
Temporali, ineguali (…*hore temporal, le qual in questo tempo si chiamano inequal*)	Regiomontano, *Kalendarium*, (versione in volgare veneto).	1476
Planetarie (*planeten stunde*)	Regiomontano, *Kalendarius*, (versione in lingua tedesca).	1512
Ineguali	G. Reisch, *De compositione Astrolabii tractatus.*	1512
Temporali, ineguali, planetarie	Ioh. Stöffler, *Elicidatio frabricae ususque astrolabii.*	1513
Temporali, ineguali	Ioh. Stöffler, *Elucidatio frabricae ususque astrolabii.*	1524
Planetarie (*planeten stundt*)	Dittico di Norimberga, Paulus Reinmann. In Rohr, *Meridiane*, p. 149.	1530? XV-XVI s.
Ineguali	S. Münster, *Rudimenta mathematica.* Rohr, *Meridiane*, p. 115.	1531
Ineguali	S. Münster, *Compositio horologiorum*, pp. 117-128.	1531
Planetarie, anche dette: temporali, naturali, erratiche e ineguali[19]	P. Apiano, *Horoscopion Apiani*, problema VIII.	1532
Planetarie	C. Agrippa, *De occulta philosophia*, lib. II, cap. XXXIIII	1533
Giudaiche[20]	P. Apiano, *Folium populi*, caput V.	1533
Ineguali	S. Münster, *Horologiographia.*	1533

[19] Tutti questi nomi, però, sono attribuiti alle ore *planetarie*, che Apiano distingue, con grande fermezza e in aperta polemica con molti autori del suo tempo, dalle ore antiche greco-romane che lui definisce *giudaiche.*

[20] Questo è il solo termine che Apiano usa per distinguere le ore antiche greco-romane dalle ore *planetarie* misurate sull'eclittica.

Tab. 1 - **Ore Antiche** (12h dì + 12h notte)		
Vocabolo utilizzato	Fonte	Anno
Temporali, ineguali, volgari (comuni)	Prefazione, *Libri De Re Rustica*, vari autori.	1535
Ineguali, planetarie	I. Koebel, *Astrolabii declaratio.*	1550
Ineguali	M. Poblacion, *De usu astrolabii.*	1554
Ineguali, planetarie	Joh. Dryander, *Annulorum trium.*	1558
Ineguali, planetarie	G. Frisio, *Annuli astronomici.*	1558
Antiche	F. Commandino, *Analemmate.*	1562
Temporali, ineguali, naturali, planetarie (alcuni le chiamano anche "peregrine"	J. Paduani, *Viridarium Mathematicorum*	1563
Antiche ineguali, planetarie	G.B. Vimercato, *Dialogo de gli horologi solari*, p. 3, 84.	1565
Planetarie	D. Barbaro, *Pratica della prospettiva*, parte IX, p. 190.	1569
Temporali, ineguali (intende, però, le vere ineguali)	F. Maurolico, *Opuscula Mathematica.*	1575
Planetarie, ineguali	OS italiano. IMSS Firenze. Carlo Plato. INV. 246.	1578
Ineguali, planetarie	E. Danti, *Dell'uso et fabrica dell'Astrolabio*, p. 281, 288.	1578
Ineguali	C. Clavio, *Gnomonices.*	1581
Ineguali, naturali, temporali	J. Paduanus, *De compositione, et usu multiformium horologiorum solarium*	1582
Ineguali, temporali, planetarie	A. Van Leeuwen,*Theoria Motvvm Coelestivm.*	1583
Temporarie, temporali, ineguali	C. Clavio, *In Sphaeram Ioanni de Sacro Bosco Commentarius*, p. 405 e *passim*	1585
Ineguali, temporali, planetarie	J. Paduanus, *De temporum computatione*,	1586
Disuguali, temporali (alcuna volta 'artificiale')	O. Fineo (versione italiana), *Cosmografia*, p. 81.	1587
Ineguali, temporali, temporarie	G. Scaligero, *M. Manilii Astronomicon libri quinque.*	1590
Temporarie, temporali, ineguali[21]	C. Clavio, *In Sphaeram Ioanni de Sacro Bosco Commentarius*, p. 405 e *passim*	1596
Antiche, ineguali, planetarie	V. Pini, *Fabr. Orol. solari*, p. 5v, 22v.	1598
Ineguali	G. Stempel, *Utriusque astrolabii.*	1602
Ineguali, antiche, planetarie[22]	J. Voellius, *De horologii sciotherici*	1608

[21] Con il termine "ineguali" Clavio qui considera anche le ore computate sull'eclittica, ovvero le vere planetarie.
[22] Voellius, come il Clavio distingue due tipi di ore ineguali, le antiche e le planetarie.

Tab. 1 - **Ore Antiche** (12h dì + 12h notte)		
Vocabolo utilizzato	Fonte	Anno
Ineguali, planetarie, temporarie (latino)	V. Regnard, *Astrolabiorum seu Utriusque planispherij vniuersalis…*	1610
Planetarie (*planeten stundt*)	Dittico, in S. A. Lloyd, *Ivory diptych sundials*, p. 61.	1611
Ore all'antica	M. Oddi, *De gli orologi solari.*	1614
Planetarie (*planeten stundt*)	Dittico, in P. Gouk, *The ivory sundials of Nuremberg*, p. 89.	1618
Temporali, ineguali (latino)	G. Keplero, *Epitome astronomiae Copernicanae.*	1618
Antiche ineguali	T. Bruni, *Armonia astronomica & geometrica*, *passim.*	1622
Antiche, planetarie	T. Bruni, *Nuovo planisferio.*	1625
Antiche, ineguali	H. Borbonio, *Horographum catholicum.*	1630
Temporali, ineguali, planetarie	A. Kircher, *De arte magnetica*	1643
Planetarie	I. C. Lobkowitz, *Solis et Artis Adulteria*	1644
Ineguali, antiche, planetarie	A. Kircher, *Ars magna.*	1645
Antiche, ineguali, planetarie[23].	E. Maignan, *Perspectiva horaria.*	1648
Temporali	G. B. Riccioli, *Almagestum novum*, libro I, p. 484, 574.	1653
Giudaiche	Fr. Leonis, *Scientiae Humanae*	1657
Ineguali, temporali	Ph. van Lansberghe, *Horologiographia plana*, p. 53.	1663
Temporali	F. Polleti, *Historia fori romani.*	1676
Planetarie, antiche, giudaiche	J. P. Stengel, *Gnomonica universalis.*	1680
Antiche	C. Clavio, *Gnomonices*, trad. Italiana di Onorio Marinari (1680). BNC, Firenze, Ms. Palatino 1138, striscia 1327.	1680
Ineguali, planetarie	P. G. Moretti, *Tavole dell'hore planetarie.*	1681
Ineguali	G. Guarini, *Caelestis Matematicae. Passim.*	1683
Planetarie, ineguali	Ferrari, *Descrizione dello Sferologio*, p. 33.	1683
Antiche, giudaiche, ineguali	OS italiano. IMSS Firenze. Giovan Battista Magnelli. INV. 3189.	1692

[23] Maignan, però, seppure con molti dubbi sul reale loro utilizzo, distingue le ore antiche dalle planetarie che, come già riteneva Pietro Apiano, si chiamavano temporali o naturali.

Tab. 1 - **Ore Antiche** (12h dì + 12h notte)		
Vocabolo utilizzato	Fonte	Anno
Antiche, giudaiche, planetarie	Ms Vaticano Cappon. 141	1700?
Antiche, ineguali, planetarie	F. de Gnudi, *Tramutazione gnomonica.*	1700
Antiche, planetarie, giudaiche (dette da' Latini *temporales idest cum tempore mutabiles*)	C. Scaletti, *Epitome gnomonica*, p. 20.	1702
Antiche, ineguali	B. Gruber, *Horographia trigonometrica*, p. 228.	1718
Giudaiche	OS italiano. IMSS Firenze. Giovan Battista Asini. INV. 122.	1722
Ineguali, planetarie	G.B. Pagani, *Metodo di Computare i tempi*, p. 150.	1726
Giudaiche	A. Pappiani, *Della sfera armillare e dell'uso di essa nella astronomia nautica e gnomonica.*	1745
Antiche, ineguali, giudaiche	G. Bonomo, *Automatun inaequale*	1747
Giudaiche	Anonimo, *Elementi generali dell'antica e moderna geografia*, p. 225.	1762
Naturali	*Nuovo Almanacco per l'anno bis. 1776*, p. 52.	1776
Giudaiche, antiche, planetarie, ecclesiastiche (ma per 'ecclesiastiche' intende le Ore canoniche)	G. Toaldo, *Metodo facile per descrivere gli orologi solari.*	1790
Antiche o ebraiche	F. Filonzi, *Pratiche matematiche*, pp. 207 e seg.	1805
Ineguali	G. A. di Corsanico, *Trattato di gnomonica*, pp. 31-32.	1829

Bibliografia

[42] ARNALDI, MARIO (2000), "*Francesco di Bartolo da Buti e la misura del tempo*", in «Gnomonica», 6 maggio 2000, pp. 12-15.

[43] Apiano, Pietro (1533), *Horoscopion Apiani*, Ingolstadt.

[44] Beleth Jean, *Rationale divinorum officiorum*, Migne PL, CCII.

[45] BELLETTINI, ANNA (2007), "*St Albans, John Whethamstede e il trattato de gnomonica di Robert Stikford (Ambr. & 201 bis sup)*", in «Nuove ricerche su codici in scrittura latina dell'Ambrosiana», atti del convegno, Milano, 6-7 ottobre 2005 (pubb. Vita e Pensiero, 2007), pp. 217-228.

[46] DE VRIES, FER J. (2009), "*Planeten-uren*", in «Bulletin van De Zonnewijzerkring», n. 92-1, januari, pp. 33-35.

[47] Danti, Egnazio (1578), *Trattato dell'uso, e fabbrica dell'Astrolabio*, Sesta parte, *Il quadrante astronomico di C. Tolomeo*, Firenze, pp. 282-288.

[48] DAVIS, JOHN (2011), "*Robert Stikford's 'De umbris versis et extensis'*", in «Bulletin of the BSS», 23(iv), pp. 24-28.

[49] DOHRN-VAN ROSSUM, GERHARD (1996), *History of the hour. Clocks and Modern Temporal Orders*, trad. Thomas Dunlap, The University of Chicago press, Chicago & London.; tit. orig. *Die Geschichte der Stunde: Uhren und moderne Zeitordnungen*, Carl Hanser Verlag, München & Wien, 1992. [46] Oddi, Mutio (1614), *De gli orologi solari*, Milano.

[50] Durand Guillaume, *Rationale divinorum officiorum*.

[51] Fineo, Oronzio (1553), *De duodecim caeli domiciliis et horis inaequalibus*, Lutetiae (Parigi)

[52] Fineo, Oronzio (1542), *De mundi sphaera sive Cosmographia*, Parigi, pp. 42r-43v.

[53] GIBBS, SHARON L. (1976), *Greek and Roman Sundials*, Yale University Press, New Haven and London.

[54] Guglielmo di Conches (1980), *Dialogo di filosofia*, in «*Il divino e il megacosmo, testi filosofici e scientifici della scuola di Chartres*», Enzo Maccagnolo (a cura di), Dialogo IV, pp. 332-334.

[55] GUNELLA, ALESSANDRO (1999), "*Quanti generi di ore ineguali esistono?*", Atti del IX Seminario Nazionale di Gnomonica, San Felice del Benaco (BS), 26-27-28 marzo 1999, pp. 285-289.

[56] GUNELLA, ALESSANDRO & NICELLI, ALBERTO (2003), "*Un libro di Oronzio Fineo astrologo, ed una polemica sulla suddivisione delle case celesti e sulle ore ineguali*", GI, a. II, n. 5, giugno 2003, pp. 6-12.

[57] Lobkowitz, Johannes Caramuel (1644), *Solis et Artis Adulteria*, Lovanio.

[58] Maignan, Emanuel (1648), *Perspectiva horaria sive de horographia*, Roma.

[59] NICELLI, ALBERTO (2003), "*I veri orologi a ore ineguali (… secondo Oronzio Fineo)*", Atti del XII Seminario Nazionale di Gnomonica, Rocca di Papa (RM), 3-5 ottobre 2003, pp. 153-160.

[60] Oddi, Mutio (1614), *De gli orologi solari*, Milano.

[61] Paduani, Ioannes (1563), *Viridarium Mathematicorum*, Venezia.

[62] VALDÉS, MANUEL M^A^. (1996), *Relojes de Sol primitivos. Relojes canónicos o de misa*, fotocopiato in proprio, Madrid.

[63] Vincentius Bellovacentis (1494), *Speculum naturale*, Lib. xv, capp. 73-74, Venezia.

[64] Voellius, Iohannis (1608), *De horologiis sciotericis*, Tournon.

ERRATA CORRIGE: due testi elencati nella bibliografia della prima parte, cui sia in questa sia nella terza si farà riferimento, per mia disattenzione non sono stati completati; sono i volumi di Cristoforo Clavio e di Giuseppe Scaligero. Prego il lettore di tenere conto di questa errata e di completarli così:

[9] Cristoforo, Clavio (1585), *In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco Commentarius*, Roma.

[28] Scaligero, Giuseppe (1590), *Manilii quinque libros astronomicon Commentarius & castigationes*, Heidelberg.

Nella versione della rivista n. 25 scaricabile dal Web l'errore è stato corretto il giorno 27/11/2021.

La sostenibile leggerezza della "Regola di Ravenna" *

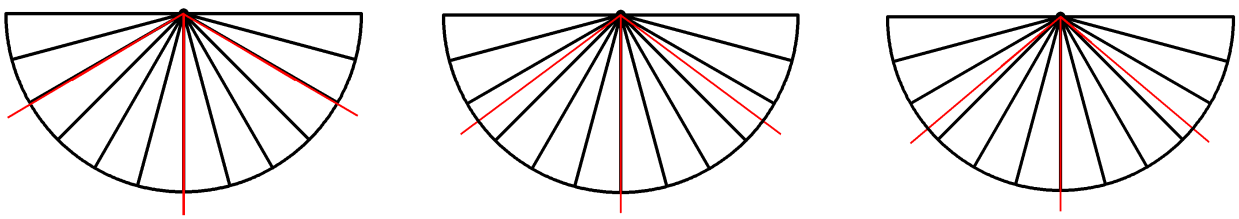
Ancor prima della transizione dalle ore ineguali a quelle uguali ci si era accorti che un classico orologio solare medievale non poteva funzionare correttamente a latitudini superiori a 25 gradi. Senza le conoscenze sufficienti per tracciare orologi solari corretti per mostrare le ore temporali si sperimentavano metodi pratici per limitare l'errore. Nell'articolo si propone una regola facile e universale, finora poco investigata, per leggere le vere ore temporali sugli orologi solari medievali.

di Mario Arnaldi (marnaldi@libero.it) e Fabio Savian (fabio.savian@nonvedolora.it)

Gli orologi solari medievali fissi, quelli cioè che vediamo ancora oggi incisi sui muri delle chiese romaniche e gotiche, non erano in grado — è cosa nota — di mostrare correttamente le *ore temporali vere,* perché il loro *principio gnomonico* non risiedeva nell'*angolo orario*, ma nell'*angolo verticale* (vd. nel n. 25 di questa rivista "*Era una notte buia e tempestosa*", di Fabio Savian).

Il loro disegno era semplice: si tracciava o s'incideva un certo numero di linee radiali su una superficie piana e queste uscivano dal punto d'infissione dello gnomone con aperture tutte uguali. L'ora non era mostrata dall'ombra della punta dello gnomone, come accadeva negli orologi solari antichi correttamente costruiti, ma dalla sua intera lunghezza. Con un simile tracciato gli orologi solari medievali non potevano mostrare le vere ore temporali degli antichi. A basse latitudini l'errore era poco evidente e quindi facilmente tollerabile, ma a quelle più elevate l'imprecisione diveniva vieppiù evidente perfino ad un occhio inesperto.

Facciamo qualche esempio e prendiamo a riferimento un orologio solare medievale regolarmente esposto a sud, con 12 ore ad angoli rigorosamente uguali e posto alla latitudine media di Roma (42 gradi Nord). L'unica ora temporale che corrisponde sempre alla medesima linea mostrata da un orologio solare medievale è la sesta, alla quale si devono aggiungere — escluso il periodo estivo — altri due momenti: la levata e il tramonto del Sole. Per tutte le altre ore la corrispondenza varia continuamente, secondo la latitudine del luogo e secondo il periodo dell'anno. Per semplificare simuliamo il comportamento dell'ombra su due linee orarie soltanto, la terza e la nona, che anche nell'antichità furono sempre considerate le più significative. Abbiamo tracciato l'ombra dello gnomone all'esatta scadenza delle ore temporali suddette e appare chiaro che a quella latitudine l'ombra non corre mai sulle linee orarie della terza e della nona ora medievale (Fig. 1).



A - Solstizio d'inverno. B - Equinozi. C - Solstizio d'estate.

Fig. 1 A, B, C – Orologio solare medievale alla latitudine di 42° (Roma). L'ombra (in rosso) dello gnomone allo scadere della terza e della nona ora temporale non corrisponde mai alle linee delle ore a queste preposte in un orologio solare medievale.

* Dobbiamo subito chiarire al lettore che il termine "Regola di Ravenna" in realtà è un'espressione in codice, condivisa dagli autori di questo contributo per designare con immediatezza, nelle reciproche comunicazioni, un originale approccio costruttivo degli orologi solari medievali. Tale metodo è stato individuato da uno degli autori (M. A.) ed è finalizzato a migliorarne le indicazioni uguagliandole agli equinozi alle ore temporali vere. Niente vincola questa 'regola' a quella città se non il fatto che l'autore vive da decenni in quel luogo. Essa è il frutto della sola indagine speculativa e non è giustificata da alcun manoscritto conosciuto, sebbene sia supportata dall'evidenza insita in alcuni manufatti gnomonici giunti fino a noi.

L'errore dunque era visibile, soprattutto quando incominciarono a diffondersi strumenti più precisi come l'astrolabio o il quadrante; nonostante ciò, moltissimi orologi solari medievali mantenevano il loro disegno invariato a ogni latitudine. È possibile che non si accorgessero di questa evidentissima imprecisione? Credo proprio se ne rendessero conto, e dal manoscritto Cotton Tiberius A, III, ff. 178-179 custodito al British Museum e dal tracciato delle linee orarie di Terza e Nona incise su alcuni orologi solari, soprattutto irlandesi [riff. 6 e 7], s'intuisce che qualcosa si stesse tentando di fare già prima dell'anno Mille. Forse anche il continuo spostamento orario delle Ore canoniche era dovuto a questo e non solo a esigenze stagionali, ma qui entriamo in un campo ancora da esplorare.

Sappiamo, dunque, che ci furono dei tentativi — alcuni anche ingenui — per correggere le incongruenze di lettura che un tracciato orario radiale equiangolato portava con sé, se applicato a latitudini più elevate di quelle prossime all'equatore, ma le prove più evidenti le abbiamo solo fra i secoli XIII e XV, quando avvenne, cioè, il passaggio dalle antiche ore ineguali a quelle uguali.

In Europa, come sappiamo, il passaggio dall'antico sistema delle ore diseguali verso quello delle uguali, o equinoziali, avvenne verso la metà del secolo XIV, ma l'adozione dello stilo polare non fu immediata. Il più antico orologio solare con stilo polare, coscientemente costruito, fu realizzato a Damasco nel 1371 [rif. 5, pp. 117-120], e i primi orologi solari con uno stilo di quel tipo apparvero in Europa solo nella prima metà del secolo XV, per poi lentamente propagarsi un po' ovunque [rif. 5, pp. 121-122]. Prima di allora, a giudicare dai reperti ancora visibili — e alcuni manoscritti sembrano confermarlo — non si poteva certo parlare di esatto calcolo astronomico, ma solo d'intuizioni seguite da semplici tentativi[1].

Era questo un periodo di transizione: i neonati orologi meccanici battevano e mostravano il tempo nuovo, ma gli orologi solari ancora non avevano una geometria adatta a mostrare le nuove ore. Lo sforzo per trovare la soluzione geometrica, convalidata da effettive meccaniche astronomiche, fu indubbiamente enorme. Non si era ancora in grado di tracciare orologi solari corretti, quindi si tentava di aggiornare quelli esistenti inserendo una nuova numerazione o, probabilmente, inclinando lo stilo seguendo intuizioni o semplici regole pratiche[2].

Escamotages per limitare l'imprecisione

Esistono due soli metodi per fare in modo che un orologio solare medievale, o comunque ad *angolo verticale*, possa segnare, purtroppo soltanto agli equinozi, le ore temporali vere: il primo è contenuto nella famosa regola di Erfurt — l'unica attestata storicamente da documentazione scritta — che consiste nel lasciare lo gnomone normale al piano ma disponendo le linee con angolature disuguali, sebbene simmetriche rispetto alla linea meridiana.

Questa regola fu probabilmente ideata a Parigi nel XIV secolo da Johannes Danck di Sassonia, e di essa s'è già scritto abbondantemente così che non serve tornarci su; suggeriamo allora ai lettori interessati la bibliografia di riferimento [rif. 10; rif. 1 e 2, pp. 146-151].

Il secondo è la Regola che nel titolo abbiamo chiamato "di Ravenna", e consta nell'inclinare lo gnomone di un determinato numero di gradi secondo la latitudine locale, lasciando inalterato il tracciato medievale — duodenario o di altra partizione. Quest'approccio, empirico all'epoca, dissimula una precisa costruzione gnomonica che, riteniamo, meriti l'appellativo di regola come sintesi del suo principio, che nel seguito di questo articolo sarà sviluppato analiticamente. Cerchiamo allora di investigarne le peculiarità.

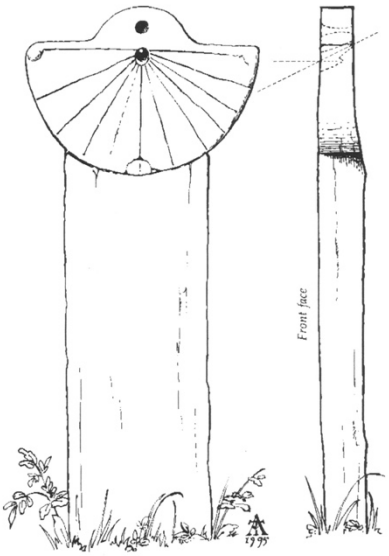


Fig. 2 – L'orologio solare di Clone (Ferns), Irlanda, e la sua sezione (da *The ancient Sundials of Ireland*, BSS 2000, di M. Arnaldi).

L'ipotesi che un orologio solare medievale potesse avere avuto uno stilo inclinato in un determinato periodo della sua storia fu accennata già nella metà del secolo XIX da Albert Way quando descrisse l'orologio solare addossato alle rovine dell'antica chiesa di Clone, presso Ferns, nella contea di Wexford, Irlanda [rif. 12]. Quando, nel 1995, mi trovai di fronte allo stesso

[1] Schaldach [rif. 9], per questi orologi di transizione sostituisce il nome inglese '*sun-dial*' con "*sun-trial*".

[2] I primi orologi in grado di mostrare correttamente le ore uguali comparvero in Europa agli inizi del Quattrocento, ma occorse circa un secolo perché la tecnica si diffondesse capillarmente.

orologio descritto da Way, intuii per la prima volta che la sua ipotesi poteva avere un fondamento e che verso la fine del Medio Evo, forse, si era capita l'importanza di una piegatura dello stilo verso il basso per migliorare la lettura oraria, magari anche solo con metodi approssimativi. Con un'attrezzatura di fortuna raccolta nella sterpaglia lì vicina, ebbi modo di costatare che lo scavo del foro di alloggiamento dello gnomone all'interno della pietra era inclinato verso il basso di circa 20 gradi (Fig. 2), in altre parole lo stilo doveva essere elevato di circa 70 dal piano verticale dell'orologio solare.

Nel 1996 Manuel Maria Valdés [rif. 11] notando che molti orologi solari medievali spagnoli incisi ad altezza d'uomo erano senza foro di alloggiamento per lo gnomone, oppure avevano un foro troppo poco profondo per potervelo fissare stabilmente, immaginò che lo stilo in quei casi fosse appoggiato momentaneamente, dando ad esso inclinazioni variabili durante tutto l'anno. Valdés formulò un sistema che, secondo lui, poteva essere conosciuto anche dai monaci cristiani sul finire dell'anno Mille.

In pratica, partì dal grafico di un vero orologio solare a ore temporali, calcolato per la latitudine locale e tracciò una retta a 45° partendo dal punto in cui la linea della terza o della nona ora incontrava la curva diurna della data cercata (es. Solstizi o Equinozi) facendola terminare intercettando la prosecuzione verso l'alto della linea meridiana. Il punto trovato, congiunto con il vertice dello stilo perpendicolare, dava l'inclinazione cercata. In Fig. 3 si mostra il procedimento.

La teoria era affascinante ma poco convincente.

Se un monaco fosse stato in grado di tracciare un orologio solare a ore temporali vere, per quale motivo avrebbe dovuto usarlo per correggere la lettura su un orologio semplice e matematicamente incorretto, come quelli in uso nel Medio Evo? Tanto valeva costruirne uno esatto, anche perché non avrebbe costretto l'addetto a variare l'inclinazione in ogni mese per leggere le ore.

Lo stesso Valdés, d'altro canto ammetteva che senza un supporto documentale, la supposizione che esistesse un metodo mnemotecnico, seppure empirico, che gli permettesse di inclinare lo gnomone nella giusta posizione, poteva essere considerato un mero frutto dell'immaginazione. Tuttavia si dichiarava certo che la sua esposizione avrebbe potuto aprire possibilità di discussione in grado di produrre buoni frutti.

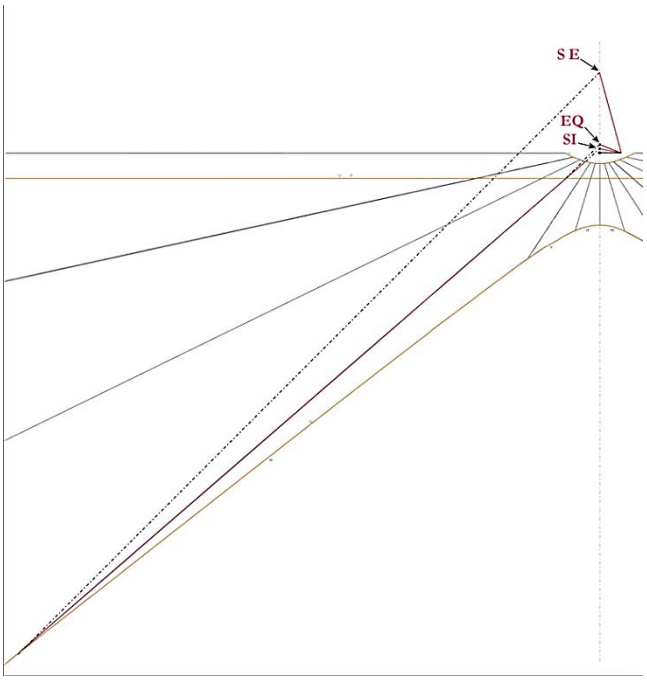


Fig. 3 – Metodo di Manuel Maria Valdés.

Due anni prima, nel tentativo di dare una spiegazione logica a molti orologi solari tardo-medievali evidentemente manipolati per mostrare le ore uguali, anche Herbert Rau e Karlheinz Schaldach considerarono l'ipotesi di una piegatura dello gnomone verso il basso [rif. 8, pp. 283-288]. La formula da loro proposta dimostrava che inclinando di poco lo stilo e lasciando inalterato il disegno di un orologio solare medievale, agli equinozi l'ombra sarebbe passata sulle linee orarie equamente spaziate esattamente alle ore uguali di nuova generazione.

Questa era una delle pochissime cose che si potevano fare in un periodo di transizione, quando era 'semplice' far suonare un orologio meccanico con le ore uguali ma era molto più complicato mostrarle su un orologio solare. Inevitabilmente o ingenuamente era più facile adeguare un orologio solare medievale equiangolato con qualche metodo che potesse soddisfare le esigenze sociali più comuni.

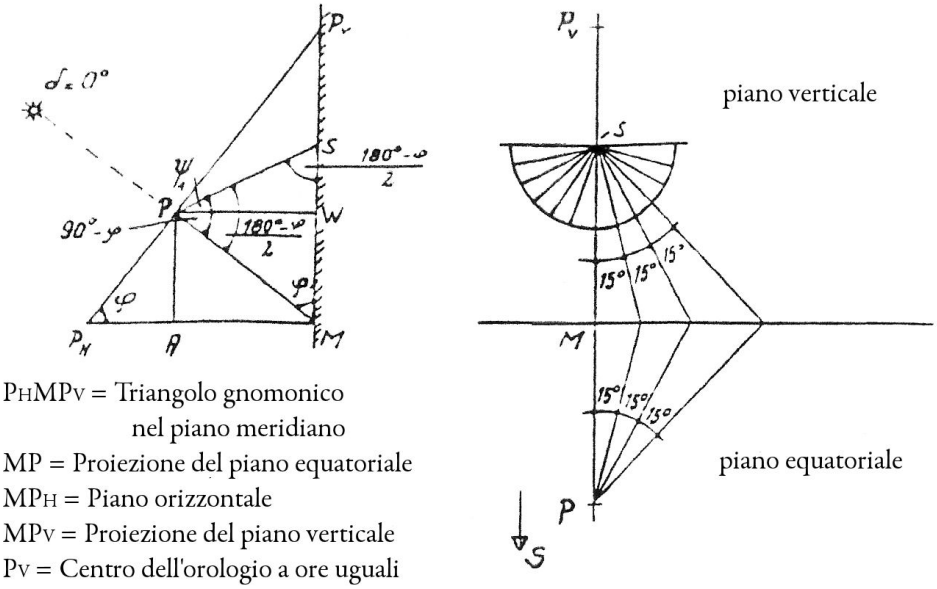
Ancora non si conosceva lo stilo polare così, forse per tentativi, si giunse a capire che se si voleva mantenere la raggiera equispaziata, si doveva inclinare un po' lo gnomone.

A quel tempo l'inclinazione dello stilo si doveva trovare per tentativi, oggi l'angolo di piegatura si ricava dalla semplice formula:

$$P\hat{S}W = \frac{180° - \varphi}{2}$$

dove φ è uguale al valore della latitudine e PSW è l'angolo di inclinazione dello stilo (in Fig. 4 la dimostrazione geometrica data da Rau e Schaldach).

I metodi sia di Rau e Schaldach sia di Valdés tuttavia prevedono conoscenze specifiche di astronomia e di matematica non comuni negli operatori di allora, e quello di Valdés, inoltre, è poco pratico. Nel primo, fuorché agli equinozi, non è possibile leggere correttamente le ore tutto l'anno; nel secondo è possibile farlo ma solo per la terza e la nona ora e a patto di variare mensilmente l'inclinazione dello gnomone[3].



PHMPV = Triangolo gnomonico nel piano meridiano
MP = Proiezione del piano equatoriale
MPH = Piano orizzontale
MPV = Proiezione del piano verticale
PV = Centro dell'orologio a ore uguali
S = Centro dell'orologio medievale.
PPV = Stilo polare
PS = Stilo inclinato dell'orologio solare medievale

Fig. 4 – Metodo di Rau e Schaldach.

Perché uno qualsiasi di questi metodi possa essere considerato una 'regola' — come quella di Erfurt che, siccome tale, fu esportata intatta e senza alterazioni anche ad altre latitudini — la sua applicazione deve essere semplice e alla portata di chiunque, anche senza capacità matematiche elevate[4]: deve perciò essere facile da ricordare e credo di averla trovata.

Il concetto di base è lo stesso individuato nell'esposizione di Rau e Schaldach: l'angolo di piegatura si spiega con la medesima formula, ma la sua qualità principale — cioè quello che lo rende una 'regola' a tutti gli effetti — è che il rapporto della variazione angolare rispetto alla latitudine è costante e dunque facilmente memorizzabile.

Questa regola può essere applicata a ogni latitudine senza comprometterne l'efficacia e senza modificare l'impianto equiangolare dell'orologio solare, perché consiste nell'incremento costante di 5 gradi ogni 10 di latitudine (2° e 30' ogni 5 di latitudine). Per esempio, inclinando 20 gradi verso il basso lo gnomone di un orologio solare medievale a Roma[5], allo scadere di ogni ora temporale vera l'ombra si allungherà esattamente sulla linea oraria medievale ad essa preposta e lo stesso accadrà piegando di soli 25 gradi quello di un orologio solare medievale collocato a una latitudine di 50° N o poco più.

Così operando l'ombra si avvicina, o addirittura eguaglia l'ora temporale mostrata dalla linea oraria (Figg. 5 A, B, C, D), ma sia con la regola di Erfurt sia con quella dello gnomone inclinato, la corrispondenza esatta si ha soltanto agli equinozi. Con la regola dello gnomone inclinato la lettura mantiene un'approssimazione accettabile, anche nei due mesi precedenti e successivi[6]. Poi, sebbene ridotto, l'errore torna a rendersi vieppiù evidente a mano a mano che la declinazione solare raggiunge il suo massimo, ai solstizi.

---

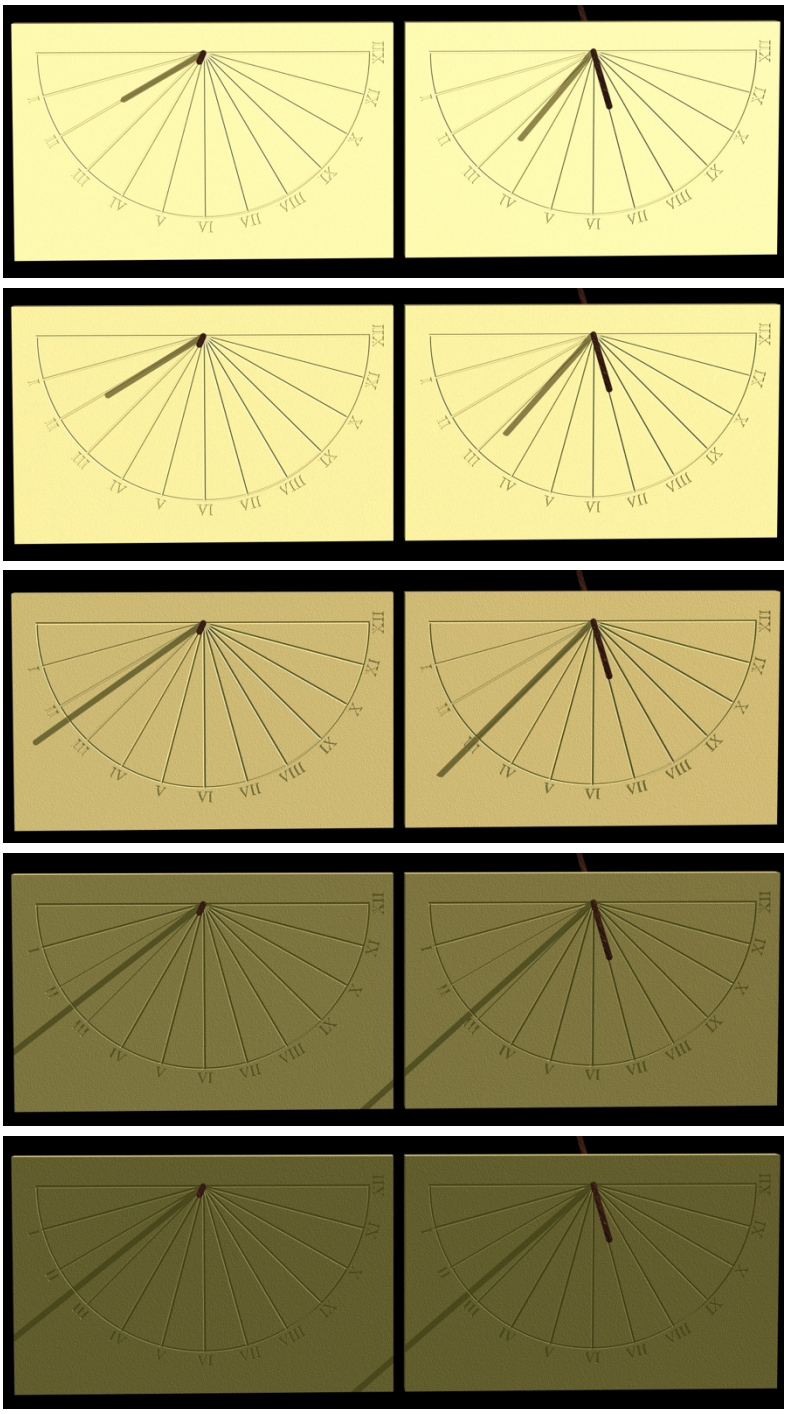
[3] Variando mensilmente la piegatura dello gnomone si poteva aggiustare la lettura, ma sarebbe stata certamente una scomoda e fastidiosa operazione.

[4] Finché non fu divulgata l'algebra e la trigonometria, la matematica medievale era al pari della semplice aritmetica.

[5] Sarebbero esattamente 21°, ma per quest'operazione l'arrotondamento a 20° è più che sufficiente. Nel medio Evo le latitudini si consideravano ancora per fasce climatiche e nel nostro esempio (Roma) la fascia del clima di Roma era la quinta, detta dell'Ellesponto, e comprendeva grossomodo le latitudini da 39.5 a 43 gradi.

[6] Fino a declinazioni solari di ± 20° resta ammissibile, ma non oltre una latitudine di 45°.

Fig. 5 – Le coppie d'immagini qui proposte mettono a confronto il comportamento dell'ombra di uno gnomone — il primo normale alla parete e il secondo inclinato secondo la Regola — su un orologio solare medievale a una latitudine di 45°. Per economia nella simulazione consideriamo un solo momento abbastanza lontano dalle ore centrali ma rilevante nella giornata medievale e antica in genere, lo scadere della terza ora temporale vera. Le simulazioni A, B, C, D ed E sono state calcolate per declinazioni solari δ pari a 0°, ±15° e ±20°. Si osserva che nell'orologio solare con gnomone normale al piano l'ombra non riesce mai a sovrapporsi, neppure con δ = 0°, alla linea preposta all'ora temporale di quell'istante. Mentre in quello con lo stilo inclinato secondo la Regola, l'ombra proiettata allo scadere dell'ora temporale vera è sempre molto prossima o addirittura sovrapposta alla corrispondente linea oraria.



A) $\delta = -20°$

B) $\delta = -15°$

C) $\delta = 0°$

D) $\delta = +15°$

E) $\delta = +20°$

È difficile sapere se questa regola fosse conosciuta nell'antichità, probabilmente no, ma è possibile che nel tardo Medio Evo — forse grazie a fortunate intuizioni e da quanto si evince dal tracciato di alcuni orologi solari di quel tempo [rif. 3, pp. 213-218 e rif. 4] — si fosse giunti, almeno empiricamente, a concepirla a grandi linee.

M. Arnaldi

Interpretazione gnomonica della "Regola di Ravenna"

Con le competenze gnomoniche di oggi possiamo definire questa regola coincidente con l'orologio analemmatico di Foster-Lambert, con orientamento verticale sud e lo stilo bloccato nella posizione equinoziale.

Per approfondire la definizione di questa regola iniziamo rammentando in sintesi la proiezione di un orologio analemmatico orizzontale.

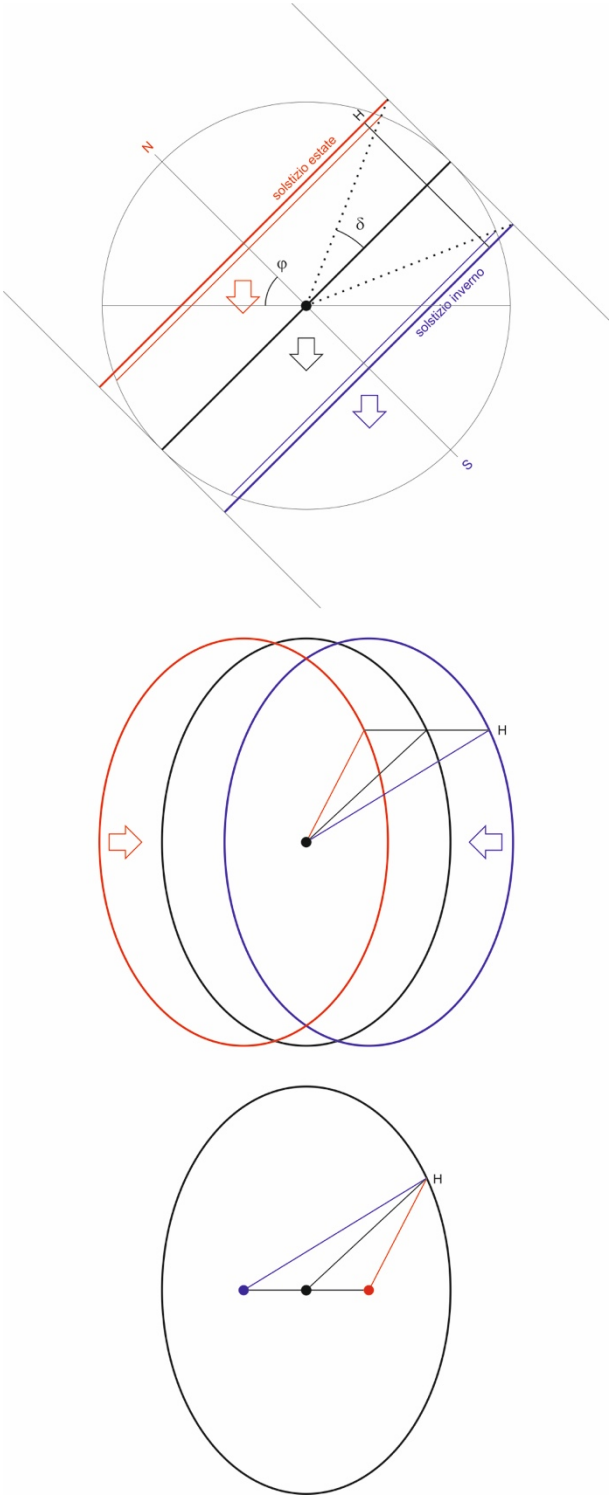


Fig. 6 – Proiezione cilindrica su una superficie orizzontale dell'orologio analemmatico.

La proiezione considera tre orbite apparenti significative, equinozi e solstizi, in rappresentanza di un'orbita qualunque compresa fra queste, ossia con qualunque declinazione del Sole δ.

Si considera quindi la sfera celeste orientata per un osservatore alla latitudine φ, ossia con l'asse polare inclinato di φ sull'orizzonte, sulla quale le orbite risultano tutte circoli minori, ad esclusione dell'orbita equinoziale che è un circolo massimo. Proiettando le orbite su un cilindro con asse polare si può ottenere che tutte le orbite diventino circoli identici (Fig. 6), inoltre un generico piano orario **H** taglia tutte le orbite lungo una direttrice del cilindro.

La proiezione verticale delle orbite su un piano orizzontale genera delle ellissi identiche per eccentricità e dimensione grazie al modello cilindrico adottato, riportando il punto di intersezione del piano orario **H** nella stessa posizione sulle ellissi.

Il punto centrale della sfera e dell'orbita equinoziale, inalterato anche nel cilindro, è anch'esso proiettato sul piano orizzontale e corrisponde alla base di un'ortostilo, in virtù della proiezione verticale, le cui indicazioni azimutali intercettano i punti orari sulle ellissi.

Poiché le ellissi sono identiche possiamo traslare quelle solstiziali lungo la linea meridiana fino a farle coincidere con quella equinoziale, trasportando con sè la posizione relativa della base dell'ortostilo. In questo modo si realizza l'orologio analemmatico formato da un'unica ellisse e un regolo lungo l'asse meridiano con i punti relativi alla declinazione del Sole, ossia i punti in cui deve trovarsi l'ortostilo.

Questa costruzione genera un'ellisse e una scala per le declinazioni che dipende dalla latitudine. Eseguendo la stessa proiezione su di un piano verticale anziché orizzontale, la proiezione ha la medesima costruzione ma l'eccentricità dell'ellisse e la scala delle declinazioni divengono funzione della colatitudine (90° - φ) anziché della latitudine (Fig. 7).

Si può concludere che l'ellisse impostata con la colatitudine può essere tracciata su un piano verticale sud, collocando uno stilo orizzontale capace di muoversi verticalmente sulla scala delle declinazioni, pure dipendente dalla colatitudine.

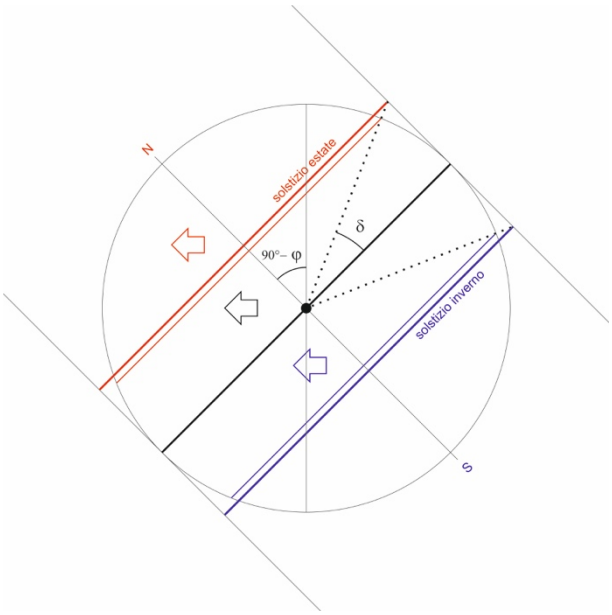


Fig. 7 – La proiezione cilindrica su una superficie verticale ha la medesima costruzione geometrica di quella orizzontale ma è funzione della colatitudine anziché della latitudine.

Una variante dell'orologio analemmatico, nota come di Foster-Lambert, permette di trasformare in un cerchio l'ellisse degli indici orari, inclinando lo stilo di un opportuno angolo e variando anche la scala delle declinazioni. Il circolo delle ore risulta inoltre suddiviso in archi uguali di 15°.

La proiezione è più complessa ma poiché la Regola di Ravenna prevede l'eguaglianza con le ore temporali vere agli equinozi, possiamo semplificarne l'analisi considerando solo il caso equinoziale.

Utilizziamo la sfera trigonometrica per rappresentare il triangolo astronomico con **Z** l'osservatore, **N** il polo nord e **S** il Sole sull'orbita equinoziale (Fig. 8). Risulta pertanto che l'arco **NZ** corrisponde alla colatitudine, l'arco **NS** è pari a 90°, l'angolo **ZNS** è l'angolo orario **H**.

Il punto **Z** è anche il polo dell'orizzonte, rappresentato dal circolo massimo i cui punti distano tutti 90° da **Z**, inoltre sull'orizzonte si evidenzia il punto **E**, in rappresentanza della direzione est, all'intersezione con l'equatore.

Si noti che questa intersezione imposta l'angolo **EZN** a 90°, condizione verificata per qualunque latitudine.

Un ortostilo posto in **Z**, indicato con **O**, proietta un'ombra opposta alla direzione del Sole, pertanto possiamo indicare con **O'** la direzione del Sole sull'orizzonte, ossia il suo azimut **A**, prolungando l'arco **OS** fino a intersecarlo.

Il Sole percorre angoli uguali in tempi uguali sul circolo equinoziale ma, come noto, la variazione del suo azimut non è uniforme negli stessi intervalli di tempo. Considerata la levata del Sole all'equinozio, cioè quando **S** è in **E**, si può affermare che l'arco **ES** varia con gli stessi incrementi di **H** ma altrettanto non si può dire dell'arco **EO'**.

L'obiettivo è ottenere lo stesso tipo di incremento in modo tale che agli equinozi l'azimut del Sole rispetto alla direzione est sia identico all'angolo orario calcolato dalla levata, ossia che l'arco **ES** sia identico ad un arco **ES'** sul circolo dell'orizzonte.

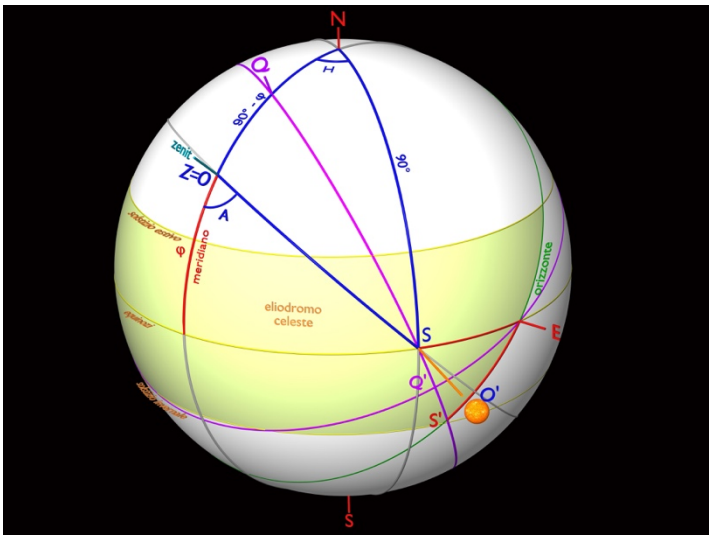


Fig. 8 – Rappresentazione sulla sfera trigonometrica del principio dell'orologio Foster-Lambert orizzontale, agli equinozi, in cui si ottiene uno sviluppo circolare degli indici orari.

Con questa impostazione si identifica un circolo massimo passante da **S** e **S'** che interseca il meridiano in un punto **Q**. Si noti che per costruzione geometrica, il circolo **S'SQ** risulta sempre ortogonale ad un circolo massimo passante per **E** che divide in due l'angolo **SES'**, pertanto **Q** è insensibile alla variazione dell'angolo orario, ossia qualunque siano **ES** e **ES'** il punto **Q** rimane invariato. Infatti il circolo **S'SQ** interseca ortogonalmente in **Q'** il circolo massimo bisettore dell'angolo **SES'**, pertanto **Q** risulta esserne il polo.

Il punto **Q** rappresenta un ortostilo, diretto come lo zenit della stessa località che rappresenta, e che può essere visto da **Z** come uno stilo inclinato dell'arco **OQ**.

Agli equinozi l'azimut del Sole, opposto all'ombra generata da **Q**, è pari a un arco **ES'** sull'orizzonte identico all'arco **ES** generato dall'angolo orario **H**. In questo modo è in grado di proiettare un'ombra che ruota di angoli uguali in

tempi uguali, permettendo di tracciare un circolo sul quadrante con degli indici orari separati da angoli identici di 15°: l'obiettivo prefissato.

Si può intuire che **Q** divide in due l'arco **ZN** poiché è il polo del circolo massimo che taglia in due l'angolo **SES'**, questa deduzione è comunque confortata dalla trigonometria sferica.

Nel triangolo **ESQ'** sono noti

1) $\mathrm{E\hat{Q'}S} = 90°$ $\quad \mathrm{ES} = 90° - \mathrm{H}$ $\quad \mathrm{S\hat{E}Q'} = \dfrac{90° - \varphi}{2}$

da cui si può ricavare $\cos(H) = \dfrac{\sin(SQ')}{\sin\left(\frac{90° - \varphi}{2}\right)}$ 2)

Dal triangolo **QNS** si ha

3) $\mathrm{QS} = 90° - \mathrm{SQ'}$ $\quad \mathrm{Q\hat{N}S} = \mathrm{H}$ $\quad \mathrm{NS} = 90°$

che permette di ricavare

4) $\sin(\mathrm{SQ'}) = \sin(\mathrm{NQ}) \cdot \cos(\mathrm{H})$

Combinando la 2) con la 4) per eliminare SQ' si ottiene

5) $NQ = \dfrac{90° - \varphi}{2}$

dimostrando che ZQ = NQ.

Si può concludere che lo stilo rappresentato da Q è inclinato verso nord della metà della colatitudine, come previsto per l'orologio Foster-Lambert.

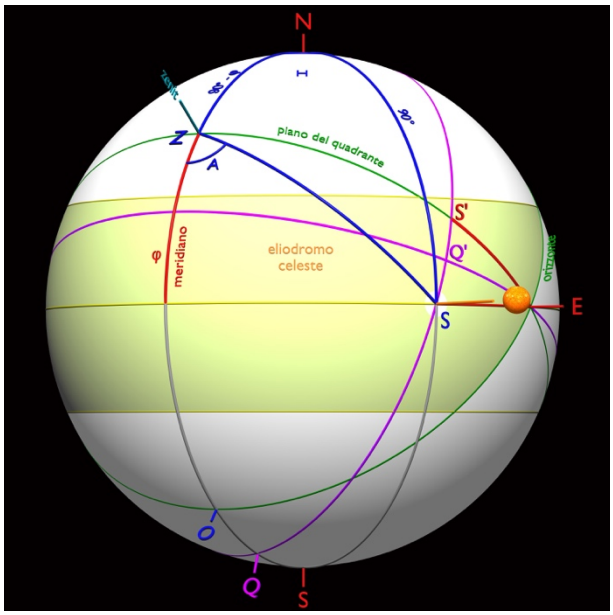


Fig. 9 – Rappresentazione del quadrante verticale.

Una costruzione analoga riguarda la proiezione su un piano verticale sud (Fig. 9).

Si considera il piano del quadrante verticale sud rappresentato dal circolo massimo di cui il polo è O, posto sul meridiano, a 90° verso sud da Z.

In questo caso l'obiettivo diviene riportare l'arco ES sul circolo massimo del piano del quadrante, sempre identificato come ES'. Con un approccio analogo al precedente, il circolo massimo passante da S e S' identifica un punto Q sul meridiano che divide a metà l'arco che separa O dal polo sud. Poiché O, visto da Z, rappresenta uno stilo orizzontale, Q è uno stilo inclinato verso il basso della metà della latitudine, essendo l'arco O-sud pari alla latitudine.

Tutto ciò interpreta la Regola di Ravenna come il caso equinoziale di un orologio Foster-Lambert verticale.

Con declinazioni diverse da zero lo stilo non viene spostato perciò si rende necessario valutare come variano le ore temporali della Regola di Ravenna al variare della declinazione del Sole, in particolare raffrontandole con le ore temporali vere, quelle ad angoli verticali equiangoli e della Regola di Erfurt locale.

Con Regola di Erfurt locale si intende l'impostazione degli angoli verticali con valori che uguaglino le indicazioni con le ore temporali vere agli equinozi e per la latitudine del luogo. Si ricorda che la Regola di Erfurt fa invece riferimento ad una tabella con angoli relativi alla latitudine di Parigi per qualunque altra località, compreso Erfurt (Turingia, 51° N) che diede il nome alla regola.

Qui si vogliono esaminare gli interventi geometrici teorici che possano migliorare le indicazioni degli orologi medievali pertanto si prende in considerazione la Regola di Erfurt locale anziché quella storica.

Per questa analisi si imposta la sfera trigonometrica con il Sole posto su un'orbita di declinazione δ (Fig. 10).

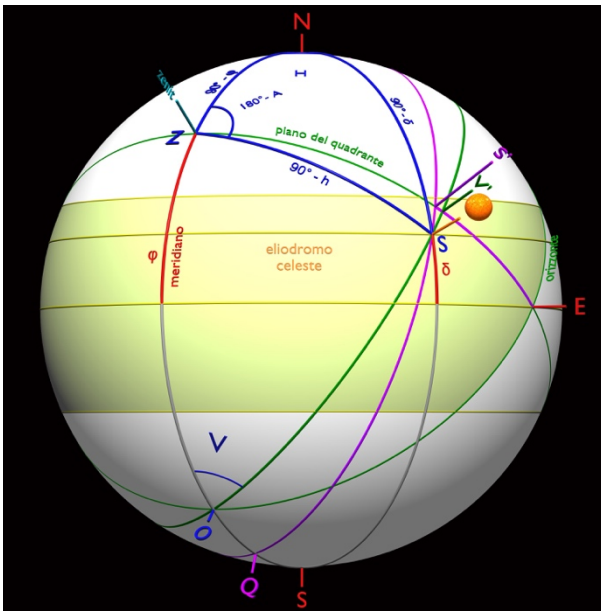


Fig.10 – Rappresentazione con declinazione del Sole non nulla.

Si consideri **S'** sul circolo che rappresenta il piano del quadrante, nel punto dove passa il circolo massimo **QS**, ossia la direzione del Sole indicata dallo stilo **Q**, opposta alla sua ombra.

L'arco **ZS'** corrisponde all'angolo sul quadrante tra la direzione dell'ombra e la linea meridiana, l'ora sesta, ed è quindi l'indicazione dell'orologio che va paragonata con l'angolo V delle linee orarie, ossia l'angolo **ZOS** compreso tra la direzione dell'ombra virtuale dello stilo orizzontale e la linea meridiana, altrimenti noto come angolo verticale.

Come è intuibile, le ombre dello stilo orizzontale **O** e di quello inclinato **Q** hanno direzioni diverse, si vuole quindi valutare a quale angolo orario **H** corrisponde l'angolo **ZS'** dovuto allo stilo inclinato **Q** quando corrisponde all'angolo delle linee orarie determinate dall'angolo **ZOS**. Agli equinozi le indicazioni dello stilo **Q** coincidono con le ore temporali vere ma si vuole indagare lo scostamento ad una qualunque declinazione δ.

Considerato il triangolo **S'QZ**, sono noti

6) $$ZS' = V \qquad ZQ = 90° + \frac{\varphi}{2} \qquad QZS' = 90°$$

dove si è assegnato a ZS' il valore degli angoli V delle linee orarie, multiple di 15°, ricavando

7) $$tan(ZQS') = \frac{tan\,(V)}{cos\,(\frac{\varphi}{2})} = tan\,(NQS)$$

Nel triangolo NQS sono identificati

8) $$NQ = 180° - \frac{\varphi}{2} \qquad NS = 90° - \delta \qquad QNS = H$$

permettendo di calcolare l'angolo NSQ con

9) $$sin\,(NSQ) = \frac{sin\,(\frac{\varphi}{2}) \cdot sin\,(NQS)}{cos\,(\delta)}$$

Poiché la 9) esprime un seno e l'angolo NSQ è maggiore di 90° è necessario convertirne il risultato con il complemento a 180°, quindi si può ricavare

10) $$cos\,(H) = \frac{cos\,(NQS) \cdot cos\,(NSQ) + cos\,(\frac{\varphi}{2}) \cdot sin\,(\delta) \cdot sin\,(NQS) \cdot sin\,(NSQ)}{1 - sin\,(\frac{\varphi}{2}) \cdot (cos\,(\delta) \cdot sin\,(NQS) \cdot sin\,(NSQ)}$$

In conclusione, conoscendo la latitudine φ e la declinazione δ si può calcolare l'angolo orario H in cui l'ombra dello stilo inclinato Q raggiunge la linea oraria radiale definita da un angolo verticale V multiplo di 15°.

Il calcolo prevede tre passaggi: impostando V nella 7) da cui si ricava l'angolo NQS (ZQS'), inserito nella 9) permette di calcolare l'angolo NSQ, infine utilizzando sia NQS (il suo complemento a 180°) che NSQ si ricava l'angolo orario H con la 10).

Le differenze degli angoli orari dal mezzodì di queste ore temporali, ossia della Regola di Ravenna, permette di ricavare l'ampiezza delle singole ore.

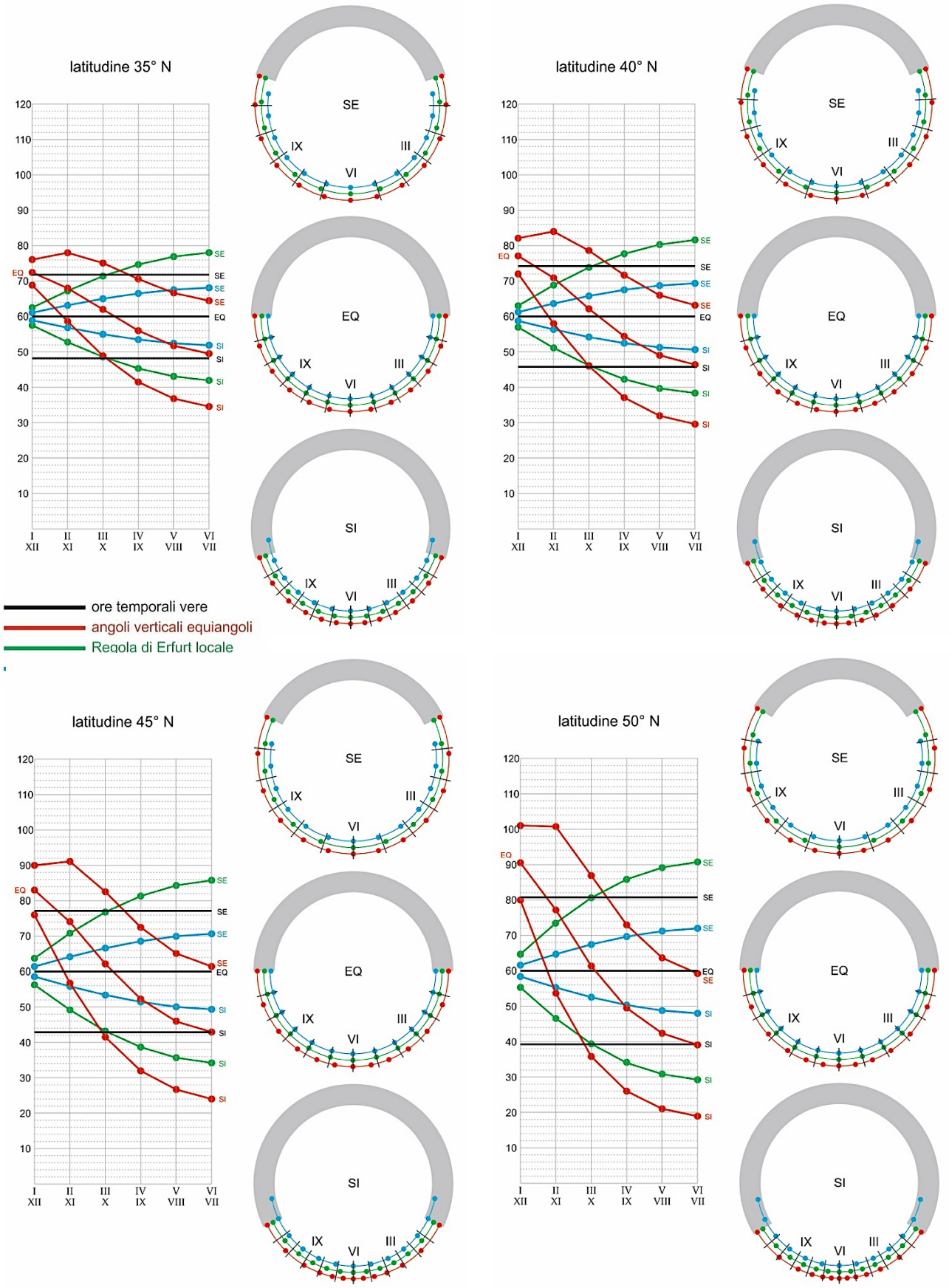


Fig. 11 – Grafici per le latitudini 35°, 40°, 45° e 50°N in cui sono confrontate le ore temporali vere (nero), le ore temporali ad angoli verticali equiangoli (rosso), le ore temporali con la regola di Erfurt locale (verde) ossia con angoli verticali alterati per corrispondere alle ore temporali vere agli equinozi per la latitudine del luogo, e le ore temporali con la regola di Ravenna (azzurro). I grafici circolari mostrano la successione delle ore, mentre la griglia compara l'ampiezza delle ore. I dati sono riferiti

Nella Fig. 11 sono riportati i grafici per alcune latitudini mostrando l'ampiezza e le successioni delle ore temporali per equinozi e solstizi. Il confronto è fra le ore temporali vere, le ore temporali ad angoli verticali equiangoli, la Regola di Erfurt locale e la Regola di Ravenna.

Analizzando i grafici, la Regola di Ravenna appare come il miglior approccio per ottenere delle ore temporali con la minima variazione diurna e persino stagionale.

La variazione di ampiezza stagionale, ossia con declinazione non nulla, appare persino più contenuta delle ore temporali vere. Questo aspetto rivela un'incongruenza poiché in questo modo la somma delle ore è un arco di tempo differente dall'arco diurno, come mostrato dai grafici circolari della Fig. 11.

Ciò che esprime il grafico può essere compreso considerando che con declinazioni negative la levata e il tramonto, con il Sole nei quadranti sud-est e sud-ovest, non possono proiettare un'ombra sulle linee orizzontali delle XII (notturne e diurne) poiché lo stilo è inclinato e così l'ombra. Ciò implica che le ombre utilizzano solo una porzione limitata del quadrante, trascurando le porzioni iniziali e finali e quindi alterando le indicazioni.

Con declinazioni positive si presenta un fenomeno analogo ma meno intuitivo poiché un quadrante verticale sud non può essere illuminato con la levata o il tramonto, essendo il Sole nei quadranti nord-est o nord-ovest, celando così l'evidenza di questa incongruenza, ossia tra l'inizio e la fine del dì e della Regola di Ravenna.

La Regola di Ravenna si svincola dall'arco diurno poiché con declinazioni diverse da zero si sviluppa in un intervallo di tempo maggiore o minore. Si consideri però che all'inizio e alla fine del dì gli ostacoli del paesaggio usualmente impediscono le indicazioni, in estate il Sole è addirittura alle spalle dell'orologio, per cui le indicazioni di questa regola risultano comunque tra le più efficaci nel periodo in cui il quadrante è illuminato.

F. Savian

Bibliografia

[1] Mario Arnaldi, "*La regola di Erfurt in un codice appartenuto a fra' Giocondo da Verona*", in «GI», a. VI, n. 19, 2009, pp. 2-9.

[2] Mario Arnaldi, *Tempus et Regula – Orologi solari medievali italiani – Le origini, la storia*, vol. 1, Ravenna 2011.

[3] Mario Arnaldi, *Tempus et Regula – Orologi solari medievali italiani – La Sardegna*, vol. 2, Youcanprint 2015.

[4] Sabrina Centonze & Mario Arnaldi, "*La misura del tempo sulla Cattedrale di Matera; gli orologi solari medievali ritrovati sul fianco Sud*", in «Mathera», Rivista trimestrale di Storia e Cultura del territorio, Anno V, n. 15, marzo-giugno 2021, pp. 173-180.

[5] Gianni Ferrari, *Le meridiane dell'antico Islam*, Youcanprint, 2015.

[6] Robert L. Kellogs, "*The Tiberius Manuscript Horologium*", in «Compendium», vol. 4, n. 2, June 1997, pp. 1-30.

[7] Robert L. Kellogs, "*Notes on the Tiberius Horologium*", in «Compendium», vol. 5, n. 2, June 1998, pp. 21-23.

[8] Herbert Rau & Karlheinz Schaldach, "*Vertikalsonnenuhren des 6.-14. Jahrhunderts*", in «AD RADICES», Festband zum 50 Jährigen Bestehen des Instituts für Geschichte der Naturwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Stuttgart 1994, pp. 283-286.

[9] Karlheinz Schaldach, "*Vertical Dials of the 5-15th centuries*", in «BSS Bulletin», 96.3, 1996, pp. 32-38.

[10] Karlheinz Schaldach, "*Di due manoscritti di Rostock e la regola di Erfurt*", trad. Paolo Albéri Auber, in «GI», n. 2, 2002, pp. 28-31.

[11] Manuel Mª Valdès, *Relojes de sol primitivos – Relojes canónicos o de misa*, autoprodotto in fotocopia e fotografie, 1996.

[12] Albert Way, "*Ancient Sun-Dials*", in «The Archaeological Journal», pubblicato sotto la direzione del Central Committee of the Archaeological Institute of Great Britain and Ireland, vol. 15, London 1858.

Realizzazione di un quadrante su piano inclinato

Si illustra come, con il programma Orologi Solari, sia stato possibile calcolare facilmente un quadrante posizionato su piano inclinato declinante posto sulla collina dietro l'abitazione dell'autore. Si descrivono quindi gli inconvenienti sopravvenuti a causa di una errata scelta dei materiali.

di Gian Casalegno (gian.casalegno@gmail.com)

Il programma *Orologi Solari* (OS)[1] venne dotato anni fa della capacità di calcolare declinazione ed inclinazione di una superficie piana a partire dai punti ombra generati da un ortostilo e rilevati nel corso del tempo. Tale funzione venne allora verificata tramite calcoli e simulazioni ma mai da me utilizzata praticamente.

Ora finalmente ho realizzato un orologio su piano inclinato che da anni era nei miei progetti e colgo quindi l'occasione per riparlare di questa funzione del programma software OS.

La storia di questa realizzazione ha anche un risvolto tecnico pittorico che mi stimola, pur non avendo le conoscenze per poter insegnare nulla a nessuno, a raccontare i problemi emersi ed infine risolti grazie al contributo degli amici gnomonisti della mailing list *Gnomonica Italiana*.

Il sito

Dietro la mia abitazione a Castellamonte (To) si erge per circa 200 m di altezza una collina che culmina con un luogo panoramico denominato Bric di Filia (45° 25' 01" N, 7° 41' 50" E) dal quale si gode una discreta visuale della pianura sottostante.

Su questo colle si erge, come su quasi ogni piccola o grande altura in Italia, una grande croce in ferro e non molto lontano da questa un piano in cemento che un tempo ospitava un piccolo plastico 3D della pianura e delle montagne in lontananza.

Questo plastico, racchiuso all'interno di una teca in vetro, è stato incredibilmente risparmiato per anni dai vandali che, qui come altrove, non esitano a rompere ogni cosa pubblica possa essere rotta, ma non ha retto invece allo scorrere del tempo: con gli anni i vetri si sono staccati ed il plastico contenuto all'interno si è un po' alla volta disintegrato.

La Fig. 1 mostra lo stato finale del manufatto.

Fig. 1 – Il piano dopo la scomparsa del plastico

Io sono solito passeggiare sulle colline dietro casa e da anni ormai mi ero riproposto di costruire un orologio solare su questo piano inclinato ma per vari motivi non ci ero ancora riuscito. Finalmente nell'autunno dell'anno scorso ho deciso di iniziarne la realizzazione.

[1] Il programma *Orologi Solari* è liberamente scaricabile dal sito http://www.sundials.eu/

Il progetto

Il primo passo nel progetto è stata la rilevazione di declinazione ed inclinazione del piano (dimensioni 120 x 60 cm, leggermente inclinato verso nord). A tale scopo è stato utilizzato un ortostilo provvisorio mediante il quale sono state misurate le posizioni dell'ombra in diverse ore del giorno.

I dati così ottenuti sono stati quindi inseriti nel programma OS nella tabella visualizzata dal comando *Strumenti* ⇨ *Calcolo* ⇨ *declinazione e inclinazione* (Fig. 2).

Il programma trova i valori di declinazione ed inclinazione che meglio realizzano i dati-ombra inseriti, utilizzando il metodo numerico di Levenberg-Marquardt (già da me utilizzato in diverse occasioni per altri problemi gnomonici [rif. 1]).

Il calcolo rileva anche se gli assi su cui sono misurate le distanze x e y e su cui si disegnerà il quadrante sono correttamente posizionati: il campo *rotazione* contiene il valore *r* della rotazione che deve essere impressa al sistema di riferimento (quello utilizzato per la misura dei punti x/y) per riportare l'asse X in posizione orizzontale e l'asse Y nella direzione della massima pendenza (*r* positivo rotazione antioraria, *r* negativo rotazione oraria).

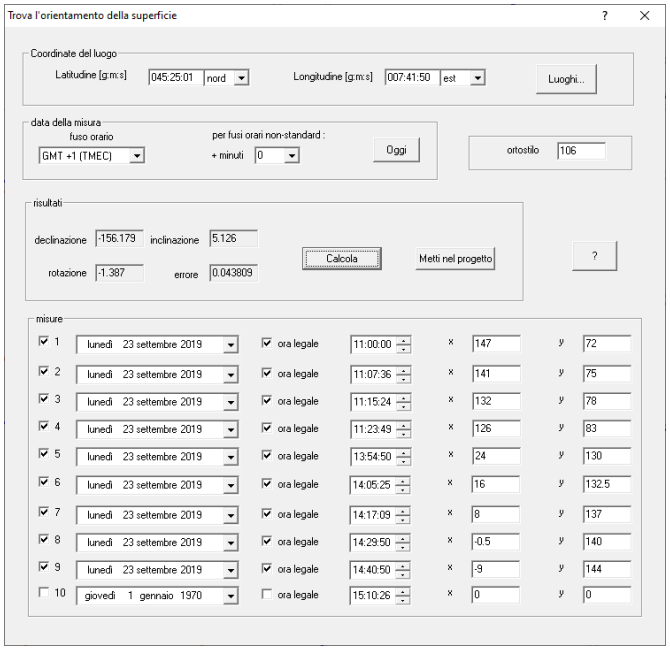


Fig. 2 – La tabella per il calcolo di inclinazione e declinazione

Ecco i valori calcolati dal programma[2]:

declinazione = 156.179° est
inclinazione = 5.126°
rotazione = -1.387°

Con i parametri così ottenuti ho quindi realizzato l'orologio... che purtroppo però non è durato a lungo.

La vernice

Tutti gli amici gnomonisti sanno che non sono un esperto realizzatore di quadranti solari né tanto meno ho mai in precedenza realizzato un orologio su una superficie quasi orizzontale ed esposta quindi agli agenti atmosferici: avrei quindi dovuto meditare bene i problemi relativi a tale realizzazione e chiedere consiglio a chi ne sa più di me... invece ho proceduto tranquillamente con le mie consuete tecniche.

Ho quindi colorato sfondo, linee, cifre e motto con le vernici viniliche che utilizzo normalmente e come se non bastasse ho pure steso, su consiglio di un venditore incompetente, una mano preventiva di fondo isolante...

Fig. 3 – Lo stato del quadrante dopo circa 2 mesi dalla realizzazione

Il risultato, nel giro di un paio di mesi, è stato quello mostrato in Fig. 3: l'umidità contenuta nel supporto è risalita ed ha *bucato* la vernice applicata in superficie.

[2] I risultati ottenuti dimostrano che il supporto su cui sono state fatte le misure non è perfettamente piano: infatti isolando i dati del mattino da quelli del pomeriggio si ottengono valori di declinazione diversi. Ho comunque rinunciato ad effettuare una rettifica del supporto, anche perché impegnato nella soluzione dei problemi evidenziati nel successivo capitolo.

Ho quindi chiesto aiuto agli amici della lista e mi è stato suggerito di:

- asportare anzitutto con una smerigliatrice non solo le mie vernici sbagliate ma anche tutti i materiali utilizzati in precedenza per la realizzazione del plastico ed ancora presenti sulla superficie
- utilizzare quindi vernici ai silicati che sono traspiranti al 100% (come del resto già suggerito da Mario Arnaldi in passato [rif. 2])

Così ho fatto nella scorsa primavera ed il risultato finale, a diversi mesi ormai dal completamento del lavoro, è mostrato in Fig. 4: la vernice non si è mossa minimamente nonostante le intemperie atmosferiche che non sono mancate. Vedremo cosa succederà con il prossimo inverno ma sono ottimista.

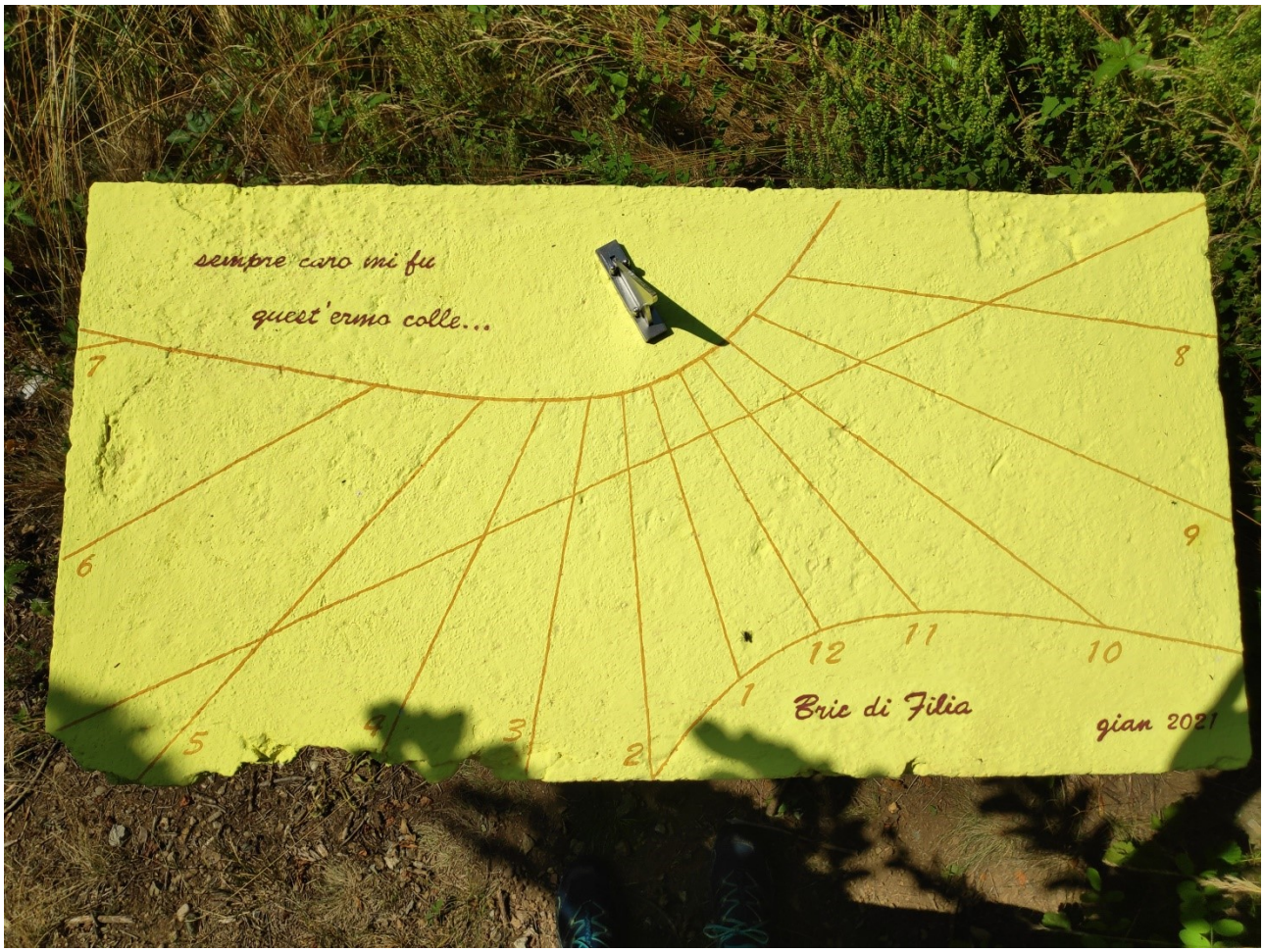


Fig. 4 – Il quadrante ridipinto con i nuovi materiali

Conclusioni

Il metodo descritto e disponibile nel programma *Orologi Solari* consente molto facilmente di ottenere i valori di declinazione ed inclinazione di una superficie tramite la misura dei punti ombra generati da uno stilo provvisorio. Permette inoltre di determinare la corretta direzione di massima pendenza che, soprattutto per superfici quasi orizzontali, può essere di difficile individuazione.

Aggiungo poi che l'esperienza vissuta con tecniche di verniciatura non idonee alla situazione è stata interessante (benché piuttosto irritante!) e sicuramente utile per il futuro.

Bibliografia

[1] Gianpiero Casalegno, *Un metodo numerico per il recupero dei parametri costruttivi originali di un quadrante*, Gnomonica Italiana, n° 16, Novembre 2008

[2] Mario Arnaldi, *Arte, Materiali e Tecniche: La pittura al silicato*, Gnomonica Italiana, n° 8, Giugno 2005

Lettera ad un collega: un orologio lunare…

L'autore risponde ad un collega che lo ha interpellato sulla possibilità di usare l'Analemma Vitruviano per la Luna, e condivide con la Rivista di Orologi Solari le riflessioni che ha raccolto in proposito.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Caro collega, mi hai chiesto se riesco ad immaginare una specie di Analemma Vitruviano, che sia relativo alla Luna. Tutto quello che sono riuscito a combinare, con il materiale di cui può disporre uno gnomonista con intenti vitruviani, è quanto segue. Poco e per di più non mio. Ma è sempre qualcosa.

Ti va bene Kircher al mio posto?

Premessa

Anno Lunare 354,3672 giorni

Anno solare 365,242199 giorni

Differenza 10,6750 giorni = 10g 16h 12'

Mese Lunare 29g 12h 44' 3" (29,53059)

Anticipo della Luna sul Sole ogni 24 ore: primi 48,813

Controprova (indegna di un tecnico) 48,813x29,5 = 1439,99835minuti =24 ore circa

(qui siamo tolemaici)

Ho girato intorno ai dati di cui dispongo, esplorando anche alcuni libri sul calendario, scritti da tecnici che hanno vasta esperienza e conoscenze di Astronomia.

Il mese Lunare viene quasi universalmente interpretato come l'alternarsi di 29 e 30 giorni. (calendario mussulmano?). Il ragionamento pratico è ovviamente lo stesso del Calendario solare: approssimazioni successive, che assorbano il più possibile i "decimali" dei rapporti fra le varie scadenze.
Con la differenza che per assorbire i decimali, nel confronto fra Luna e anno solare si deve ragionare a mesi o a giorni: ogni tre anni un mese in più, ma non basta, perché mancano quasi due giorni; altre correzioni devono essere ancora aggiunte e modificate, secondo vari cicli frutto di insonnia degli Astronomi ….

Ma noi, qui, possiamo pensare che sia il caso di operare trascurando i massimi problemi e affidarci alle scadenze delle Lune disegnate nel calendario appiccicato al muro della cucina. In Luna vecchia si può travasare il vino, tagliare i capelli, trapiantare l'insalata e non so che cosa altro fare… Accontentiamoci.

Di fatto il momento di inizio di un Mese Lunare, il punto di Luna nuova (*termine corretto: congiunzione*), l'attimo in cui la Luna incrocia il Sole, può avvenire in una qualsiasi delle 24 ore. E quello è il momento ZERO dell'età della Luna. I due moti sembrano contrari, con la Luna che perde terreno rispetto al Sole: in realtà è il rapporto fra la combinazione dei due moti, la rotazione della Terra con relativo spostamento lungo l'orbita, (che generano il presunto moto del Sole e il suo spostamento lungo l'eclittica) e la posizione della Luna nella sua orbita a dare tale impressione a chi abita sulla Terra.

La Luna ritarda ogni giorno di 48,8 minuti rispetto al Sole; dunque, anche nel 14° -15° giorno, nell'attimo in cui la Luna è "piena", essa può essere esattamente all'opposto del Sole in qualsiasi ora, di notte o di giorno (ovviamente coordinata con quella di Luna nuova).

Di conseguenza, se *ad esempio* il punto di Luna piena, di perfetta opposizione al Sole, capita intorno alle 9 del mattino, nella notte successiva, quando l'ombra prodotta dalla Luna sulla meridiana segna 12, il Sole non è più esattamente opposto: l'errore, di scostamento fra Sole e Luna, è di circa mezz'ora: dunque è in realtà circa la mezza **locale**… (Ignoriamo altri fenomeni che possono sommarsi o sottrarsi, ore medie, declinazione della Luna che può differire fino a 5° in più o in meno da quella del Sole, ecc...).

E l'errore va aumentando di 2 minuti per ognuna delle ore successive (*ma possiamo chiamarlo errore? Lo strumento "meridiana" che è studiato per il Sole viene coscientemente utilizzato per un altro fenomeno*).

Nella notte successiva, poiché la Luna è tornata sul meridiano in 24 ore e circa 50 minuti, mentre il Sole ne ha impiegate solo 24, quando l'ombra dello Stilo generata dalla Luna si sovrappone alla linea meridiana, il Sole è ancora più avanti, a circa l'una e venti…..

Ma il punto di inizio del mese lunare (o quello di Luna piena) è talmente variabile nelle 24 ore alle varie scadenze, che non è possibile operare una connessione stabile fra "ora della Luna" e ora del Sole, senza tabelle su tabelle coordinate con il calendario e con l'anno in corso.

Ci sono le tavole delle effemeridi e similari, che però richiedono un minimo di preparazione del lettore al calcolo (e anche qualche strumento ….). E poi, diciamola tutta, non sono così utili, sul momento, per chi vuole sapere che ora è. Uno deve essere talmente "impallinato" da studiare a fondo il fenomeno, e prepararsi di giorno all'evento notturno (i doveri di un ufficiale di Marina fino a qualche decennio addietro …).

Il problema principale (ma non l'unico) per il semplice gnomonista, è quindi il termine "età della Luna", che è sostanzialmente un numero valutabile a spanne, giorno più giorno meno, e accettato perché non si è trovato di meglio, se si opera con una meridiana.

> *Se uno guarda un orologio, vorrebbe avere dallo strumento una indicazione "definitiva", non un numero cui debba essere aggiunto un parametro da leggere sulla tavola A, coordinato con la tavola B, facendo la moltiplicazione per X eccetera. Non gli interessa sapere che ora era, ma che ora è al momento.*

Queste sono le premesse, non incoraggianti.

Malgrado tutto quello che si è premesso, Kircher nel suo libro **Ars Magna Lucis et Umbrae** (1646) scrive che un libro come il suo *(è o non è Ars Magna?)* non può ignorare il problema, e quindi propone la meridiana esclusivamente Lunare sul piano orizzontale, Fig.1, facendo una chiacchierata preliminare simile a quella che ho scritto qui sopra, ma più sbrigativa. Egli ignora i fenomeni "secondari" e dice che quanto propone è il meno sbagliato possibile e che non saprebbe proporre di meglio, per la Luna.

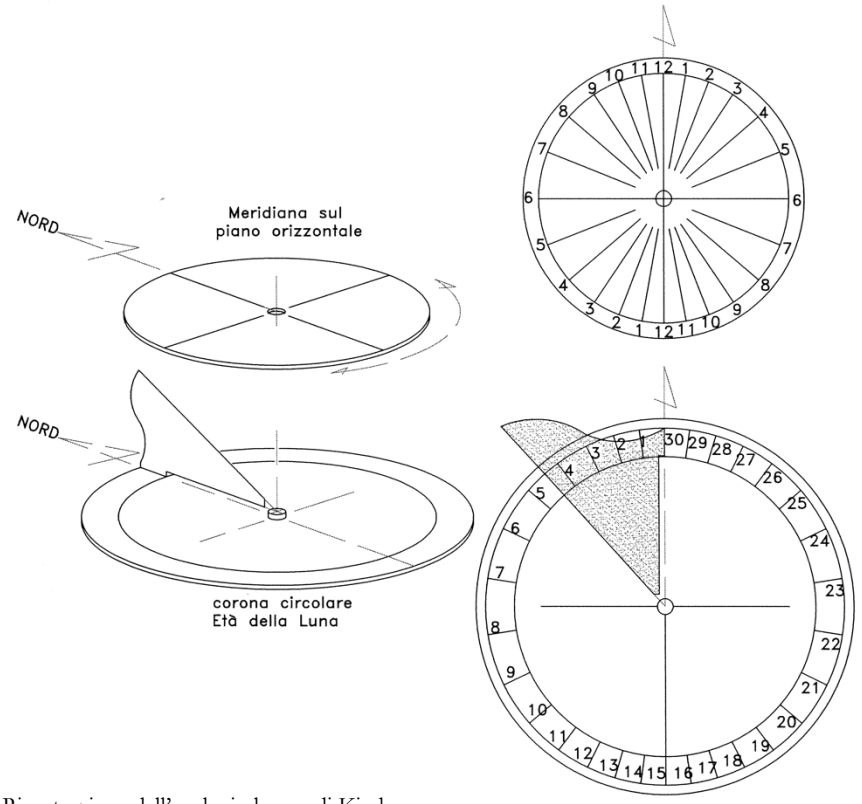


Figura 1- Ricostruzione dell'orologio lunare di Kircher

L'orologio proposto è un quasi "portatile" da sistemare sul piano orizzontale, costituito da due parti, sistemate su due lastre sovrapposte (una sorta di "volvella", insomma):

- quella superiore è un orologio orizzontale "normale" per la latitudine per cui si opera.

L'orologio, limitato alle sole linee orarie, senza altre indicazioni, è costruito in un cerchio ed è suddiviso in ore comuni. Le linee orarie (*estese teoricamente alle 24 ore, anche se una parte di esse è inutile*…) convergono al centro del cerchio. La lastra può (deve) ruotare intorno al centro.

- la lastra inferiore è un cerchio più grande, una corona circolare suddivisa in 30 parti, corrispondenti alle età della Luna.

Uno stilo polare deve essere fissato sulla linea meridiana (la linea fra 30 e 1) della corona circolare, in modo che il cerchio dell'orologio possa scorrere al di sotto, mentre lo gnomone permane sul piano del meridiano locale (anche se Kircher non lo specifica chiaramente). Kircher raccomanda di usare lo gnomone a triangolo "pieno", e non uno stilo polare a bacchetta, perché si vede meglio l'ombra prodotta dalla luce lunare.

Il problema è come fare quelle 30 parti: si operi come se si facesse un orologio orizzontale uguale al precedente, e per la stessa latitudine, ma con 30 "quasi ore" al giorno invece di 24, cioè dividendo il cerchio orario equatoriale accessorio in 30 parti e proiettandole sulla equinoziale. I punti della equinoziale vanno uniti al centro: sono di fatto linee analoghe a quelle orarie, ma più fitte. Una ogni 12°.

Le due parti sovrapposte, site sul piano orizzontale, vanno perfettamente orientate lungo la linea meridiana; in particolare la parte inferiore dovrà restare immobile, insieme con lo stilo polare (ripeto), mentre quella superiore, il grafico della meridiana, dovrà ruotare.

Uso

Nota l'età della Luna, si ruota la meridiana in modo che la sua linea dell'ora XII sia sul punto della corona circolare corrispondente a quella età. L'ombra dello stilo proiettata dalla luce lunare sulla meridiana (non sulla corona) indica l'ora della notte (e la posizione del Sole dall'altra parte della Terra, *con i dubbi e le approssimazioni del caso*).[1]
Teoricamente il tutto funziona per ognuno dei giorni della età della Luna; in pratica bisogna che la Luna sia almeno sopra l'orizzonte mentre il Sole è sotto, per cui direi che si ottiene "qualcosa" solo fra il primo quarto, la Luna piena, e un poco dopo l'ultimo quarto… 15 o 16 giorni su una trentina.

Egli insiste a spiegare che le indicazioni orarie della Meridiana devono essere quelle delle ore uguali (le chiama Astronomiche) che convenzionalmente cominciano da mezzodì e da mezzanotte. 12 + 12 (*raccomandazione inutile, direi; ma siamo nel 600, periodo in cui in Italia sono in uso le ore Italiche, e sono ancora presenti e abbastanza in uso le ore ineguali degli antichi Romani e degli Ebrei, perché è viva l'astrologia, che si basa su di esse*).

Il breve capitolo del libro dedicato all'orologio lunare ruota intorno al grafico dell'orologio orizzontale, ampliando l'argomento per spiegare pregi e difetti nel caso si voglia trasferire tale schema sul piano verticale non declinante o su quello equinoziale.

Kircher aggiunge una tavola numerica con i dati essenziali sul "moto" mensile della Luna, in particolare sulla permanenza di essa al di sopra dell'orizzonte, in posizione "utile" per servirsi della sua ombra[2].

Inoltre, *pour épater les bourgeois*, unisce una suggestiva tavola, cui dedica una spiegazione apparentemente dettagliata, ma che in sostanza rimanda alle note della prima pagina del capitolo e all'orologio a due lastre.

Essa rappresenta (con due grafici, ciascuno dei quali copre mezzo periodo mensile) sempre lo stesso orologio sul piano orizzontale già illustrato, il cui grafico è ripetuto nel tentativo di generare in una sola figura 15 "meridiane ruotate", in sostituzione dell'orologio rotante a due lastre. Il che egli ottiene con una serie di cerchi concentrici, montati intorno al

[1] C'è però da precisare che l'indicazione è 'corretta' solo al transito in meridiano della Luna, quando l'ombra segnala le ore di ritardo della Luna sul Sole. Prima e dopo, l'errore può essere piuttosto grossolano: per leggere correttamente l'ora notturna si dovrebbe riportare il 12 del disco interno nella direzione meridiana e aggiungere, a quanto indicato dalla luce lunare, il ritardo rilevato per il transito al meridiano. Il problema è legato alla diversa ripartizione oraria sul piano orizzontale e non si presenta quando lo stesso orologio è pensato sul piano equinoziale dove le ore sono equispaziate.

[2] Avendo a disposizione un semplice orologio solare, l'ora notturna si trova, nella tabella, all'incrocio tra l'ora letta dalla luce lunare (da cercare nella prima riga) e l'età della Luna (da cercare nella prima colonna).

centro. La figura assume quell'aspetto suggestivo, a spirale, perché ogni cerchio è limitato al periodo notturno presumibilmente utile.

Trasferito il tutto sotto la luce lunare, ritengo che possa generare parecchie incertezze nella scelta del "cerchio giusto" per quella notte. Ma lo ha temuto anche Kircher, per cui ha provato a fare trenta piccole meridiane lungo il bordo ellittico (che sia ellittico non lo impone nulla) una per ogni giorno di età.

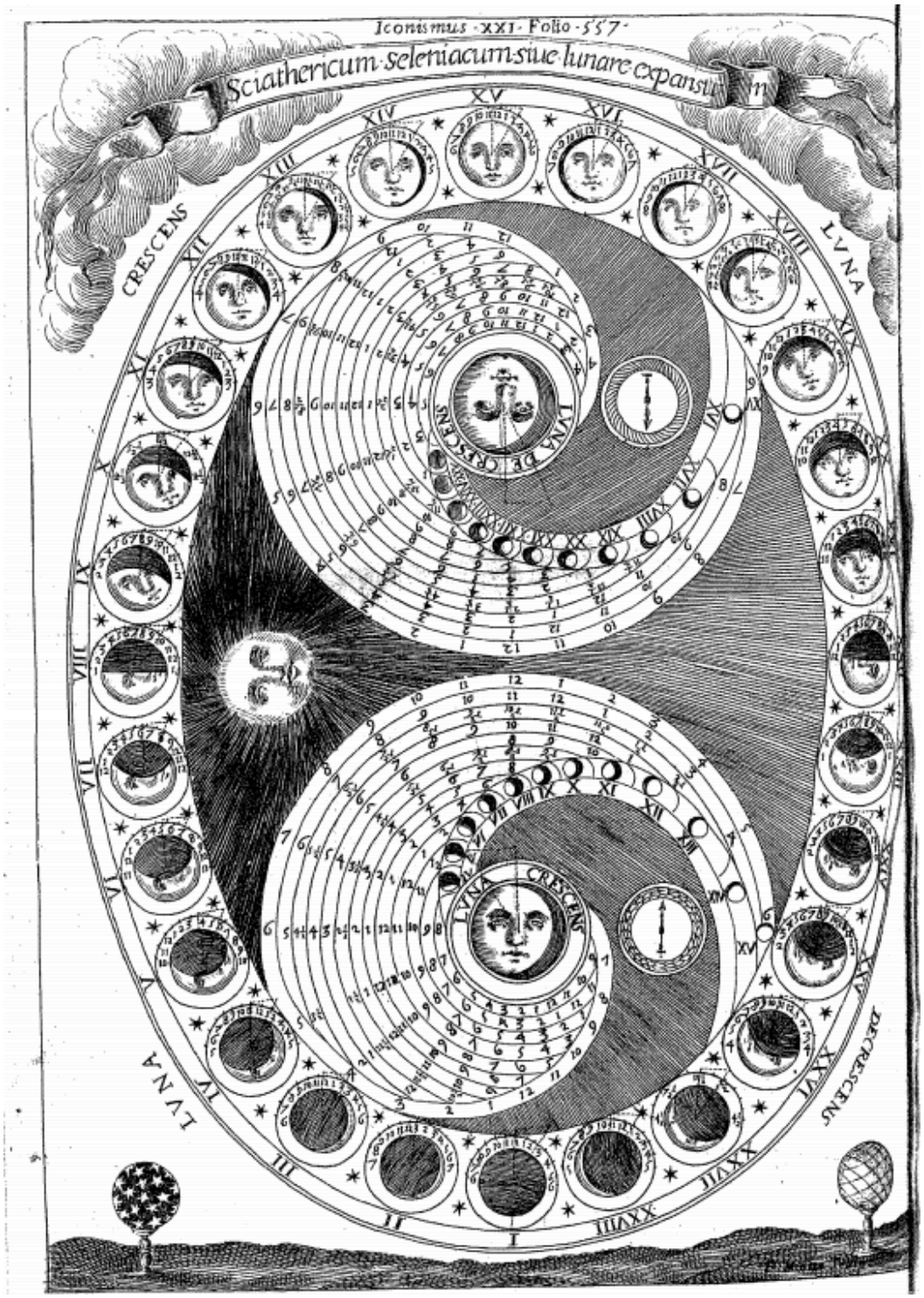


Figura 2 - La suggestiva tavola dell"orologio lunare di Kircher

Fermiamoci quindi a quello orizzontale, rappresentato in Fig.1: a mio parere (contestabile) esso "risponde" (?? Idealmente, e forzando non poco i concetti) ad una sorta di Analemma, come è nei tuoi desideri.

Post scriptum

Ho scoperto, un poco in ritardo rispetto a quanto scritto sopra, che l'orologio lunare proposto da Kircher non è una sua invenzione, ma ha almeno un precedente, risalente a più di un secolo prima, pubblicato nel libro *Horologiographia – Basilea 1533*. di Bernard Munster, alle pagg. 296 e seguenti.

L'autore ne propone la costruzione su un orologio equinoziale, in cui egli dispone tre corone circolari:

- quella esterna è un normale orologio ad ore uguali, il cui gnomone è l'asse della figura (in quanto orologio equinoziale);
- la seconda è la sudddivisione del cerchio in settori relativi ai giorni di età della Luna (come propone Kircher, ma a partire dal basso);
- la terza è ancora un orologio ad ore uguali, costruito su una lastra che ruota intorno allo gnomone comune, al fine di disporre il punto delle ore 12 sul settore della corona adiacente, corrispondente alla età della Luna (in modo del tutto analogo alla proposta di Kircher; ma con una "rotazione" di 180°).

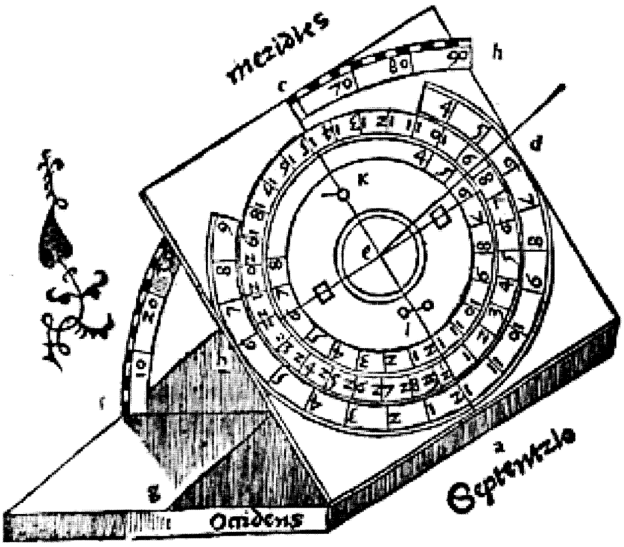


Figura 3 - L'orologio lunare tratto dall'Horologiographia di Munster

Il funzionamento dell'orologio lunare è quindi sostanzialmente identico a quello dell'orologio di Kircher, perché la lettura dell'ora nell'orologio mobile qui, al contrario della proposta di Kircher, va fatta a partire dalla estremità inferiore del quadrante.

Si ricorda al lettore che l'orologio equatoriale deve avere due facce, una estiva (quella disegnata nella figura) ed una invernale nella faccia opposta, in cui devono essere ripetuti gli stessi elementi grafici.

La realizzazione grafica del tutto offre un certo vantaggio esecutivo rispetto all'orologio orizzontale di Kircher, in quanto le suddivisioni orarie e quella relativa alle età della Luna hanno settori tutti uguali. Questa uguaglianza dà all'orologio equinoziale anche un deciso vantaggio in termini di precisione rispetto a quello rotante sul piano orizzontale. Inoltre lo gnomone è l'asse dei grafici.

La soluzione proposta da Munster prevede inoltre un adattamento dello stesso orologio a varie latitudini, facendone a suo modo uno strumento "universale".

Lo stesso argomento, con un grafico identico, è ripreso più volte da Fineo: si veda ad esempio, *De solaribus horologiis – Parigi 1560*.

Un vero "Trattato" sul moto della Luna, sui rapporti con le posizioni del Sole nell'Eclittica (eclissi, declinazioni, ecc…) e sui relativi problemi calendariali, con grafici a volvella molto complessi e suggestivi, è reperibile nell'*Astronomicum Caesareum – 1540 – dell'Apianus* (il libro più "bello" del Secolo).

Bibliografia

[1] Fantoni Girolamo, *Orologi lunari*, IX° Seminario nazionale di Gnomonica – San Felice del Benaco (BS) – 1999

"PRIMITIÆ GNOMONICÆ CATOPTRICÆ …"

di Athanasius Kircher

L'autore ci presenta uno dei suoi ultimi e preziosi lavori di traduzione, relativo ad uno dei primi testi di gnomonica pubblicato da Kircher quando ancora viveva ad Avignone: una vera primizia sulla gnomonica catottrica.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

La traduzione di questo libro "***PRIMITIÆ GNOMONICÆ CATOPTRICÆ hoc est HOROLOGIOGRAPHIÆ novaæ specularis***" (1635) nasce da due circostanze.

La prima: il reperimento di questo titolo in un libro del 1905 di Abel Souchon *"La construction des cadrans solaires"*. In esso si fa una breve storia delle meridiane in Francia, con notizie a volte strampalate, come Beda fra i matematici del 17° secolo e Kircher benedettino. Comunque l'autore cita le *Primitiae Gnomonicae* come un testo pressoché introvabile, il primo pubblicato da Kircher, quando era ancora ad Avignone.

La seconda: l'aver tradotto recentemente il testo di Maignan *Perspectiva Horaria* (1648), considerato *Vangelo* per quanto riguarda la Catottrica.

Poiché il libro di Kircher, che io sappia, è l'unico tra quelli precedenti al testo di Maignan, espressamente dedicato all'argomento, il mio interesse mirava ad un confronto.

Il testo in esame è costituito da due parti, due "Libri" nettamente distinti nei programmi: il primo libro affronta anzitutto alcuni punti essenziali sulla teoria della riflessione da un punto di vista geometrico, e successivamente la teoria generale della Gnomonica con ampi confronti fra i percorsi dell'ombra del vertice dello gnomone sul piano di proiezione, e gli analoghi possibili percorsi dell'estremo del raggio riflesso, sullo stesso piano, o su altri piani.

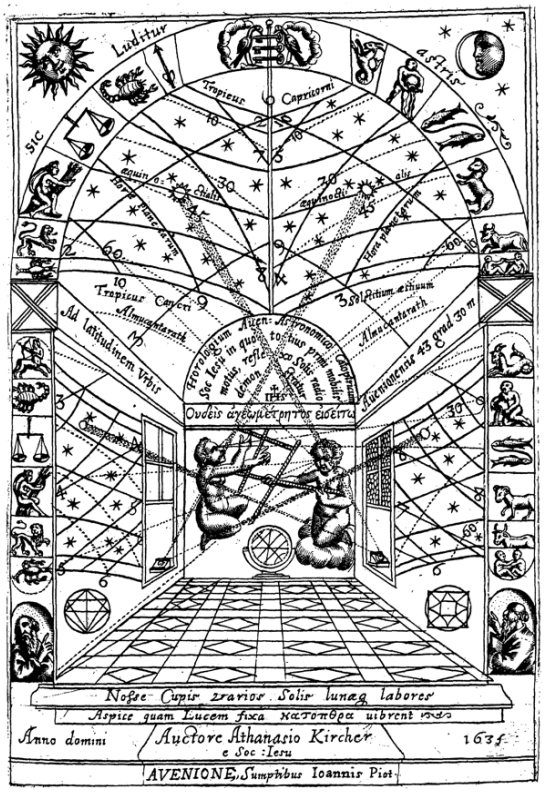


Figura1 - L'immagine che precede l'intestazione dell'opera di Kircher *in cui brevemente si dimostra un metodo nuovo, sicuro, esatto e facile per costruire gli orologi con il raggio di luce riflessa,* come esordisce lo stesso Autore, professore nel 1635 ad Avignone di Matematiche e Lingue Orientali.

Il modo con cui l'Autore affronta la materia deriva probabilmente dalla scarsa fiducia nella preparazione matematica del futuro lettore: molte sono le ripetizioni, o le "dimostrazioni" di scarsa sostanza, con espressioni il più possibile elementari. Potrei però aggiungere che è il primo testo dell'epoca in cui l'Autore, sia pure con difficoltà e senza grande successo, tenta una dimostrazione organica di quanto va sviluppando, mentre nei testi di autori precedenti (e contemporanei) sono rarissime le giustificazioni delle operazioni proposte.

Posso inoltre aggiungere che l'Autore, al di là di certe inutili lungaggini, affronta i principi generali della Gnomonica da un punto di vista originale e non ovvio rispetto ai colleghi della sua epoca e del secolo precedente.

Egli dà per scontato che il Sole percorre ogni giorno un parallelo all'equatore, generando con i suoi raggi un cono convergente al centro del mondo (o al vertice dello gnomone) ed ignora il rapporto con gli orizzonti terrestri. Il cono è "doppio", con una parte generata dai raggi di luce emessi dal Sole, ed una seconda dalle "ombre" del vertice dello gnomone. Considera solo piani di proiezione delle ombre perpendicolari al Meridiano locale con varie inclinazioni rispetto all'asse, che è unico, dei coni prodotti dal moto del Sole. Individua così le sezioni coniche tracciate dal "raggio d'ombra" sul piano dell'orologio, in relazione alle varie inclinazioni. Egli lo fa al fine di dimostrare che sostituendo uno specchio al posto del vertice dello gnomone le curve ottenute dai raggi riflessi sono le stesse.

In altri termini, egli ignora del tutto i criteri per costruire le linee orarie, non si occupa, se non saltuariamente, e per casi particolari, di rapporti con gli orizzonti terrestri; le linee cui rivolge la sua attenzione sono le curve di declinazione, ed eventuali altri cerchi massimi e non massimi della Sfera.
Nel secondo "Libro", la situazione cambia. Egli intende spiegare come si opera in pratica: le prime operazioni consistono nella fabbricazione di tre strumenti con i relativi accessori, che saranno utili per tutte le realizzazioni degli orologi a riflessione, su qualsiasi superficie. Il libro si occupa dello specchio disposto su piani predefiniti, non generici: il piano orizzontale, quello del Primo Verticale, quello Equatoriale, ecc..
(*Sarei curioso di sapere se uno di quegli strumenti sia mai stato costruito…*)

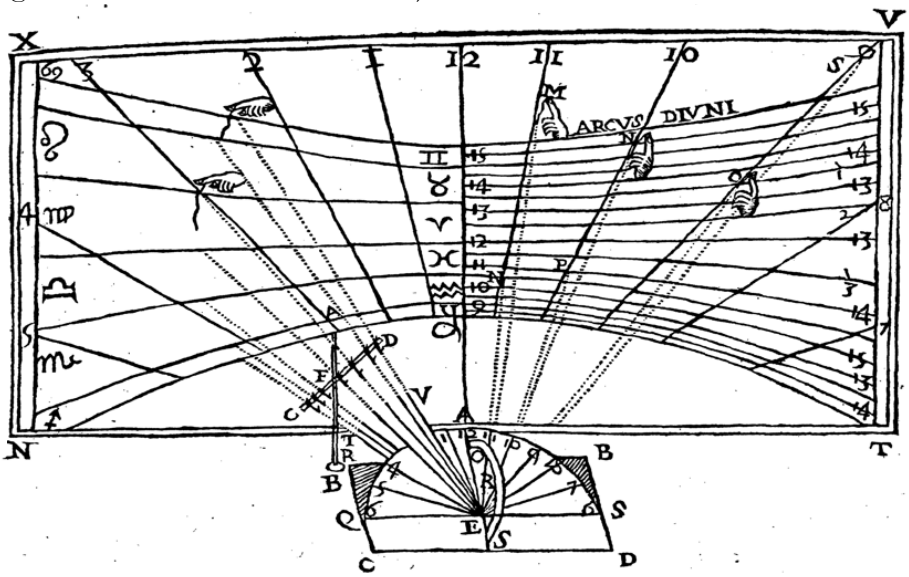


Figura 2 - Kircher descrive come, …. *"fissato un frammento di specchio in un piano parallelo all'Orizzonte, tracciare l'orologio astronomico riflesso in qualsiasi muro opposto, parallelo al Verticale".*

Egli pone sotto forma di "Problema", per ogni posizione e orientamento dello specchio, la posizione e l'aspetto dei piani su cui si proietta l'orologio, le linee accessorie che si intende inserire sulla superficie, i metodi per realizzare il tutto con la tecnologia di cui dispone. Anche qui il testo in molte parti è estremamente elementare, ripetitivo, con ovvietà che francamente non si aspettano da un "tecnico" della fama di Kircher (dovuta ovviamente ai libri successivi che sono largamente esenti da questi "difetti").

Il libro va visto in prospettiva, per confronto con altri testi dell'epoca, e del secolo precedente; e può essere considerato una utile premessa al libro di Maignan. Quest'ultimo in sostanza si occupa della illustrazione dei soli orologi da lui costruiti a Roma, generalizzando poi gli argomenti, mentre il libro di Kircher affronta il problema in modo generale dal punto di vista teorico, e propone esempi volti alla realizzazione pratica, sia pure con mezzi limitati, la cui tecnologia lascia parecchi dubbi circa la qualità dei risultati. L'impressione è che i due autori si rivolgano a utenze di diverso livello.

Lascio al lettore curioso il piacere di decifrare il cronogramma con cui Kircher chiude la sua opera.

CHRONOGRAPHICVM.
sIt LaVs, sIt honor, sIt VIrtVs Deo,
gLorIoſaqVe VIrgInI MarIæ.

AG – Settembre 2021

Nota bene: si sono voluti mantenere nella traduzione le impaginazioni e i relativi numeri delle pagine del testo originale, in rosso, a destra, con lo scopo di facilitare eventuali confronti con il testo latino.
Il testo latino è scaricabile al link: https://archive.org/details/primitiaegnomoni00kirc/page/n5/mode/2up

Tra i Bonus del numero corrente si può scaricare la traduzione del testo di Kircher in oggetto.

Le ore francesi a loro insaputa

L'autore analizza la terminologia in uso nella classificazione degli orologi solari, nell' intento di portarla all'attenzione degli addetti ai lavori e sottoporla a critica, con l'auspicio che sempre più la 'descrizione gnomonica' di un orologio solare possa diventare condivisa e coerente.

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

Le pagine di questa rivista, unitamente ai Seminari e altri eventi gnomonici, nonché alla mailing-list di Gnomonica Italiana, sono gli ambiti dove abitualmente comunichiamo utilizzando i termini che dovremmo avere anche il privilegio di governare. Auspicio di questo articolo è portare all'attenzione e sottoporre alla critica una terminologia condivisa e una classificazione degli orologi solari: la descrizione gnomonica.

Le definizioni dei sistemi orari spesso vedono un compromesso fra una descrizione tecnica che evidenzia caratteristiche astronomiche e una culturale influenzata dal costume e dalle circostanze storiche.

In ogni epoca la gnomonica ha conosciuto autori che riprendevano termini consolidati, ne introducevano di nuovi, coniavano neologismi sulle vestigia di definizioni precedenti o proponevano nuovi concetti. Questa attività non ha avuto effetti solo sulla terminologia degli gnomonisti e degli astronomi ma ha coinvolto le abitudini sociali e la necessità di espressioni anche popolari per comunicare su di un argomento tutt'altro che secondario: il tempo.

Le lingue evolvono e per fare un facile esempio il *bravo* di Alessandro Manzoni (dal latino pravus = malvagio, storto) nel giro di un paio di secoli si è attestato sul significato opposto.

Le espressioni scientifiche hanno però una base più salda e spesso si rifanno, o perpetuano, termini antichi che per primi hanno individuato correttamente un concetto.

Nonostante ciò la letteratura gnomonica ci ha lasciato anche definizioni fuorvianti, qualche ambiguità, molte ridondanze e persino lacune che ancor oggi faticano a convergere in un termine appropriato, a scapito della chiarezza divulgativa.

Il linguaggio scientifico conosce anche delle ragionevoli semplificazioni per poter argomentare ad un pubblico ampio e profano ma richiede di essere sorretto da una terminologia precisa e condivisa a cui rifarsi nelle esposizioni più accademiche. In questo quadro la comunità degli gnomonisti ha una responsabilità.

Può sembrare un compito sproporzionato per un segmento di ricerca molto di nicchia, spesso amatoriale e persino misconosciuto: si provi a considerare restauri, analisi archeologiche, cronologie storiche di altri ambiti in cui l'indiscussa competenza dell'autore talvolta mostra delle lacune proprio sugli aspetti gnomonici e sui sistemi orari.

Un argomento così importante è presidiato da una sparuta comunità di appassionati e studiosi, gli gnomonisti, a cui tocca l'eredità di strutturare delle definizioni esaustive e condivise. Non mancano le competenze, perciò questo articolo, in parallelo a quelli pubblicati da Mario Arnaldi 'Sul nome delle ore' in tre parti (n. 25, 26 e 27 di Orologi Solari), ha l'obiettivo di stimolare un confronto, nonché evidenziare alcune incongruenze che mostrano quanto sia cruciale l'argomento.

Francesi ma non troppo

Le *ore dal tramonto*, in latino *ab occasu*, note come *ore italiane*, impropriamente anche come *ore italiche*, furono un'esperienza soprattutto italiana, tanto da prenderne il nome sebbene presenti anche in altre regioni come l'area delle attuali Repubblica Ceca e Polonia e per questo chiamate anche *ore boeme*. Si diffusero nella penisola a partire dal XIV secolo e per circa cinque secoli furono il sistema orario di riferimento, evolvendosi anche in una variante originale e solo italiana, con le ore XXIV poste mezz'ora dopo il tramonto. Le ore XXIV erano considerate anche il termine del giorno, pur rimanendo la mezzanotte il termine ufficiale per le datazioni.

Verso la fine del Medioevo in tutta Europa si abbandonavano le *ore temporali*, appartenenti alla categoria delle *ore diseguali*, a favore delle *ore uguali*, contate a partire dalla mezzanotte. Le *ore uguali* in realtà sono una categoria poiché

comprendono anche le *ore astronomiche*, contate dal mezzodì, le *ore italiane* e le *ore babiloniche* pure classificate come *uguali*.

Fu la distinzione fra queste due categorie di sistemi orari, *diseguali* e *uguali,* a marcare il passaggio dalle *ore temporali* a quelle che in epoca romana erano *ore equinoziali* e che oggi chiamiamo *ore vere locali*. All'epoca queste erano semplicemente le *ore* poiché diventate la norma in Europa, talvolta chiamate *ore comuni* quasi a rimarcare la mancanza di un aggettivo appropriato più che una specifica caratteristica. I viaggiatori stranieri avevano avuto modo di meravigliarsi, fra gli altri mirabili aspetti, anche di un sistema orario diverso e originale radicato solo nella penisola italiana.

La consuetudine alle *ore italiane* iniziò ad essere messa in discussione nella seconda metà del Settecento poiché gli scambi culturali con il resto d'Europa, in particolare per l'influenza francese, accesero dei dibattiti e originarono le prime disposizioni per cambiare sistema orario in favore di quello utilizzato al di là delle Alpi.

Si andava quindi affermando un riferimento alle *ore oltramontane* e in particolare alle *ore francesi*, già citate in questo modo da alcuni autori del XVI secolo riferendosi a sporadici orologi solari che, prossimi ai confini francesi, mostravano le ore dei nostri vicini. L'orologio meccanico di Trinità dei Monti a Roma, appartenente alla Francia e gestito dall'Ordine dei Minimi francesi, mostrò le ore vere locali a partire dal 1611.

Lo spirito razionale e scientifico dell'Illuminismo e le necessità pratiche connesse alla prima rivoluzione industriale guardavano ad un futuro che esigeva un sistema orario più efficiente e meno legato al ciclo dell'illuminazione naturale, come erano le *ore italiane* vincolate al tramonto e quindi mobili. Si pensi che le ormai prossime *ore nazionali* avrebbero fatto riferimento ad un meridiano nazionale e le *ore italiane* sarebbero state inadeguate poiché variabili anche con la latitudine.

La Rivoluzione Francese aveva sostenuto un tentativo di riforma del calendario e anche del sistema orario che veniva proposto a partire dalla mezzanotte ma suddiviso in dieci ore, ciascuna di cento minuti a loro volta suddivisi in cento secondi. Anche le *ore della Rivoluzione Francese* sono quindi *ore uguali*, spingendosi fino a riformare l'unità di misura del tempo: il secondo. Il tentativo non ebbe successo, durò solo una dozzina d'anni, lasciando delle testimonianze sia con degli orologi meccanici, sia con degli orologi solari fra cui uno a Novi Ligure (Sundial Atlas IT12810).

All'inizio dell'Ottocento, archiviate le *ore della Rivoluzione Francese*, Napoleone ripristinò le *ore comuni* in Francia, allineandosi al resto d'Europa e imponendole definitivamente anche in Italia: erano le *ore*, quelle senza un nome popolare o tuttalpiù chiamate *comuni*.

Per gli italiani il passaggio fu da *ore uguali* a *ore uguali*, gli stessi orologi meccanici non ebbero bisogno di modifiche strutturali, i loro quadranti rimasero inalterati e si costruirono orologi solari con i due sistemi orari per familiarizzare con questo passaggio. Il nuovo sistema orario era privo di una definizione specifica, in Italia non erano di certo *ore comuni*, e all'epoca il termine *ore francesi* era un riferimento spontaneo. Fra le altre definizioni utilizzate *ore oltramontane* era più calzante, dato che il confine delle *ore italiane* erano le Alpi, ma si ricorda anche *ore tedesche*, *gallispane,* dipendendo dalle locali influenze culturali.

Nel periodo della transizione le *ore francesi* potevano facilmente lasciar intendere a cosa facessero riferimento ma due secoli dopo il termine pare inadeguato, forse più idoneo a confondersi con le *ore della Rivoluzione Francese* e soprattutto sconosciuto ai diretti interessati, i francesi.

Il termine è ancora piuttosto diffuso, a mio parere in modo improprio, ma ha una sua giustificazione: la categoria delle *ore uguali* contempla diversi sistemi orari e le *ore dalla mezzanotte*, le *ore equinoziali* dei Romani, sono un gruppo di sistemi orari con diverse e significative varianti, con definizioni tecniche e non popolari, come le *ore vere locali* che lasciano l'appiglio all'ormai sfuggente e ambiguo riferimento storico delle *ore francesi*. Si ricordano:

- le *ore vere locali*
- le *ore medie locali*, di breve apparizione
- le *ore medie nazionali* (riferite ad un meridiano nazionale)
- le *ore medie del fuso chiamate* anche *ore civili*, ma che divengono *ore solari* quando le si vuole distinguere dalle *ore legali* del periodo estivo, con discutibile scelta di termini coniati dalla burocrazia
- vi fanno parte anche le *ore della Rivoluzione Francese*
- e le *ore vere del fuso* che non sono un sistema orario, ma un artificio assimilabile ad una indicazione geografica.

Le *ore dalla mezzanotte* raggruppano quindi diversi sistemi orari che hanno una definizione tecnica ma meriterebbero delle qualificazioni, data la rilevanza di alcuni di essi, e in ogni caso non lasciati in balia di preferenze e tendenze arbitrarie, altrimenti dovremmo dedurre che per sei mesi all'anno viviamo nell'illegalità delle *ore civili invernali*. Chissà cosa ne penserebbero i francesi.

Questo esempio tocca direttamente uno degli argomenti primari della gnomonica, i sistemi orari, ma altri spunti richiederebbero di approfondire le scelte del nostro lessico.

Buondì

Nella nostra memoria il saluto desueto che titola questo paragrafo è forse più legato alla diffusione di un noto dolce industriale che non a definire una parte del giorno, il dì appunto. Questo termine è fondamentale per farsi capire quando si vuole dividere il giorno nel periodo notturno e in quello diurno, separati dalla levata e dal tramonto: la notte e il dì. Il termine è fuori moda ma è indispensabile per fare riferimento all'arco diurno, termine astronomico poco popolare, se non si vuole dare spazio a disarmoniche espressioni come giorno-luce o attorcigliarsi attorno al termine *giorno*, inteso correttamente per le ventiquattro ore ma spesso confuso come sinonimo di dì.

In ogni caso evito di augurare buon arco diurno.

L'insostenibile variazione della costante

Come già accaduto in passato l'abitudine ad un sistema orario fa dimenticare che si tratta di una convenzione fra tante possibili e l'orario adottato diventa semplicemente l'ora.

Talvolta emergono confronti obbligati, come quando si consulta un orologio solare e si chiede ad un pubblico colto di sorpresa di riflettere su tempo e differenze di longitudine, sui fusi orari, per non parlare di concetti imperscrutabili come l'equazione del tempo.

Che il computo del tempo sia così complicato origina qualche perplessità, soprattutto se paragonato alla rapidità con cui si consulta un orologio da polso ritenuto il depositario di un orario incontestabile.

Le indicazioni degli orologi solari possono quindi richiedere delle correzioni e per questo capita che i loro quadranti mostrino un'autorevole e misteriosa *costante locale*. Questa è da intendersi come *la differenza di tempo con l'ora vera locale dovuta alla differenza fra la longitudine locale e quella del meridiano di riferimento, per l'epoca in cui è in vigore*. La necessità di un termine conciso è evidente ma quella che appare come una grandezza fisica in realtà non è costante e nemmeno locale.

Non è una costante poiché il meridiano di riferimento cambia nel tempo, basti pensare all'ora civile estiva e invernale, ai riferimenti del passato come l'Osservatorio di Monte Mario per l'Italia continentale e Cagliari per la Sardegna, ma soprattutto si introduce un concetto fisico di costante che è invece un parametro legato ad una convenzione sociale e al sistema orario mostrato. Potremmo anche cambiare fuso, nel mondo succede di continuo.

Non è locale, inteso come longitudine, poiché sullo stesso meridiano esistono fusi diversi, inoltre, pur inteso come località, fa riferimento ad un particolare sistema orario senza che questo sia specificato: le *ore italiane* non hanno una *costante locale*.

La lingua inglese vanta un termine, *offset,* per indicare una deviazione di misura e questo termine è così efficace da essere utilizzato anche in altre lingue. Espresso come un tempo e abbinato alla longitudine (*longitude offset*) lascia pochi dubbi sul suo significato.

L'italiano ha comunque le sue risorse e dispone di un termine, *discronia,* raramente riportato nei vocabolari perché di uso tecnico, principalmente utilizzato per descrivere il malessere dovuto a cambi di fuso orario in brevi periodi, noto in inglese come jet-lag.

Discronia, percepire un tempo diverso, ha proprio il significato cercato, è un termine già esistente e usato con questo senso, etimologicamente corretto, descrive un effetto e non una inafferrabile causa. *Discronia* può sembrare singolare ma termini affini come *sincronia* e *isocronia* si sono affermati proprio perché efficienti e appropriati nell'esprimere ciò che vogliono significare.

Il quadrante che non quadra

La definizione di quadrante è divenuta un compromesso linguistico. Questo termine individua propriamente degli strumenti astronomici realizzati con un quarto di cerchio e perciò chiamati quadranti. L'evoluzione della lingua ha fortemente rimodulato il significato di quadrante sino al punto che oggi è principalmente inteso come la parte di uno strumento di misura dove sono mostrate le indicazioni.

Non è più possibile negare il significato contemporaneo di quadrante, abitualmente riferito alla superficie graduata di un orologio meccanico, di un manometro, del tachimetro di un'automobile o in generale di uno strumento di misura.

Questo nuovo senso del termine è fortemente radicato nel linguaggio popolare e anche tecnico, tanto da aver messo in ombra la sua origine. Il compromesso è quindi risolto dal contesto che deve far intuire quando il termine è riferito a strumenti astronomici dell'antichità.

A peggiorare la situazione il termine ha assunto anche utilizzi fuorvianti e deprecabili poiché *quadrante solare* viene impropriamente usato per indicare un orologio solare anziché una sua componente, forse perché la medesima ambiguità è condivisa con altre lingue: *sundial* in inglese, *cadran solaire* in francese, ma non in spagnolo, *reloj de sol,* o in tedesco, *sonnenuhr,* ossia orologio solare.

Dove corre il Sole

Il proposito di questo articolo non è quello di censurare o promuovere dei termini ma piuttosto quello di stimolare una discussione per ricercare un lessico appropriato e condiviso, considerando anche espressioni gergali da usarsi consapevolmente in un'esposizione semplificata o termini tecnici di improbabile diffusione popolare ma efficaci nelle argomentazioni più sofisticate.

Concludo quindi con *eliodromo*, un termine rintracciato anni fa da Nicola Severino in Ars Magna Lucis et Umbrae, trattato di gnomonica del XVII secolo di Athanasius Kircher, termine di apprezzabile sintesi usato per indicare l'area utile del quadrante dove si proietta il Sole tramite lo gnomone.

La descrizione gnomonica

Questo articolo si accoda ad alcuni precedenti approfondimenti per portare all'attenzione l'opportunità di definire con proprietà i termini della gnomonica. Non è semplicemente un esercizio di stile ma riflette la necessità di giungere ad un sistema di classificazione, non ambiguo, esaustivo, utile alla ricerca.

La descrizione gnomonica ha anche un obiettivo universale volendo proporsi come strumento per Sundial Atlas, il registro internazionale degli orologi solari, dove per prima è stata sperimentata dovendo coniugare gli approcci di differenti linguaggi e consuetudini nazionali.

L'analisi di un orologio solare nelle sue componenti permette di classificarle singolarmente in modo più semplice e diretto, ottenendo una descrizione tecnica esaustiva.

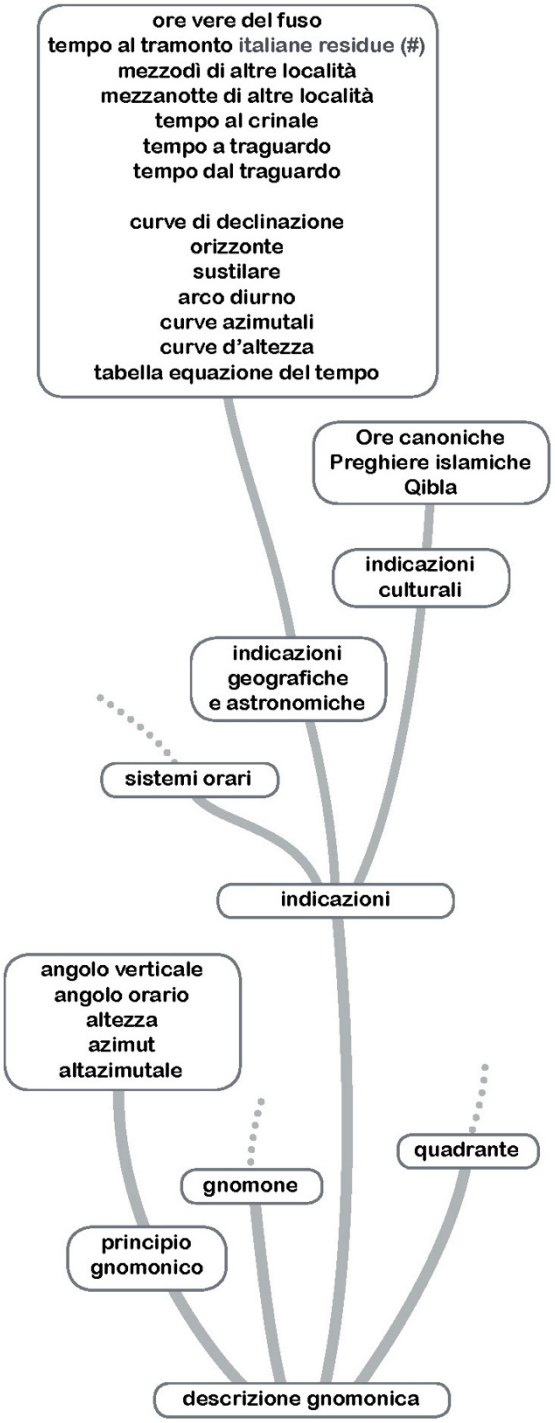


Figura 1 – Con altazimutale si intende l'angolo azimutale o d'altezza rilevato rispetto al piano del quadrante anziché sull'orizzonte, ossia il rilievo della direzione del Sole, o della sua altezza, tramite un ortostilo su di un quadrante orientato. L'angolo altazimutale può essere inteso come l'azimut o l'altezza del Sole in una località equivalente che vede il proprio orizzonte parallelo al piano del quadrante.

Si considera quindi il principio gnomonico che definisce il progetto dell'orologio, quindi si distinguono le sue parti strutturali, gnomone e quadrante, e le indicazioni che mostra (Fig. 1).

Si possono distinguere:

- **il principio gnomonico**, l'angolo astronomico su cui si basa la progettazione dell'orologio, per esempio angolo orario, angolo verticale, azimut, altezza
- **lo gnomone**, ossia la struttura dell'elemento proiettivo, sia esso uno stilo polare, un ortostilo, un foro gnomonico, uno stilo mobile, uno specchietto per la riflessione fino ad un sistema bifilare
- **il quadrante**, inteso come la componente dell'orologio che raccoglie le proiezioni dello gnomone e sul quale si trovano le indicazioni. Può essere descritto per la sua superficie geometrica e l'orientamento
- **le indicazioni**, che possono comprendere sia indicazioni astronomiche o culturali come curve di declinazione, azimut o altezza, mezzogiorno di altre città, ore canoniche, ecc., sia indicazioni orarie ossia proprie di un sistema orario definito a partire da un principio orario

Grazie a questa classificazione si può descrivere con più efficacia il sistema orario utilizzato, a prescindere dagli altri elementi costitutivi dell'orologio.

Principio e sistema orario

Il principio orario identifica il riferimento astronomico da cui derivano le regole che descrivono un sistema orario.

I sistemi orari si identificano con la loro diffusione in società che li riconoscono come riferimento temporale, affermandosi come costume sociale o imponendosi per editto normativo.

Le ore italiane hanno come principio orario l'orizzonte astronomico partendo dal tramonto a suddividere il giorno in ventiquattro parti uguali, così come le babiloniche che iniziano con la levata.

Lo stesso principio orario è condiviso dalle ore temporali, dove viene inteso come inizio e fine della suddivisione diurna e di quella notturna. Usualmente diviso in dodici parti, con intervalli anche diversi o irregolari, genera il sistema orario noto come *ore temporali*, raccogliendo in un'unica espressione le varianti: si pensi all'angolo verticale con angoli non identici, con approssimazioni nel tracciamento, con esposizioni verticali declinanti e tentativi di compensazione, sino ai tentativi di avvicinarsi meglio alle temporali vere come la regola di Erfurt.

Figura 2 – Orologio ad ore temporali tracciate con l'angolo verticale utilizzate per indicare le ore canoniche. Si individua pertanto il principio gnomonico, l'angolo verticale, il sistema orario, le ore temporali (qui divise in otto intervalli), e una indicazione culturale, le ore canoniche. (UK775). Foto Bill Nicholls, via www.geographic.org.uk, Creative Commons Licence CC-BY-NC-SA-4.0-International.

Le ore canoniche

Il principio orario, così svincolato da quello gnomonico, permette di escludere le ore canoniche dai sistemi orari essendo esclusivamente un'indicazione culturale. Le ore canoniche sono legate agli uffizi conventuali indipendentemente dalla loro sincronia con alcune ore temporali, regolari o meno, ossia con delle arbitrarie cadenze dell'arco diurno individuate dalla *regola*.

Le ore canoniche, quando riconoscibili nei loro simboli, sono un'indicazione culturale associata al sistema orario utilizzato per rappresentarle (Fig. 2), con ciò ben distanti dalla consuetudine di classificare a ore canoniche qualsiasi orologio ad angolo verticale di epoca Medioevale.

Altre definizioni storiche e progettuali

Tutto ciò non comprende altri tipi di definizioni come quelle storiche, per esempio orologi medievali, orologi egizi, scaphen, pelecinum, hemiciclum ecc che sintetizzano anche la struttura dell'orologio comprendendo principio gnomonico, descrizione dello gnomone e del quadrante. Queste definizioni comprendono quindi anche dittici, orologio del pastore, navicella veneziana, regiomontano, analemmatico e via dicendo, in una lunga lista che con riferimenti storici o strutturali assemblano le varie caratteristiche dell'orologio con un'immagine sintetica.

Queste definizioni sono molto utili in una ricerca comparata ma fanno capo a delle categorie, delle collezioni di orologi, di struttura e concezione specifiche, separate dalla descrizione gnomonica che se ne può fare orologio per orologio. In tal senso le definizioni storiche costituiscono una importante chiave di lettura che però rimane laterale alla descrizione gnomonica e ai sistemi orari rappresentati.

L'albero del tempo

Queste analisi ci portano a concepire un elenco strutturato dei sistemi orari utile ad una precisa descrizione gnomonica (Fig. 3). L'elenco tiene conto di sinonimi, termini desueti, altri sconsigliati, di uso antico o espressi in latino. Tutti però riconoscibili in una struttura definita che li rende utilizzabili sia quando rappresentano l'espressione più corretta, sia quando sono una scorciatoia gergale.

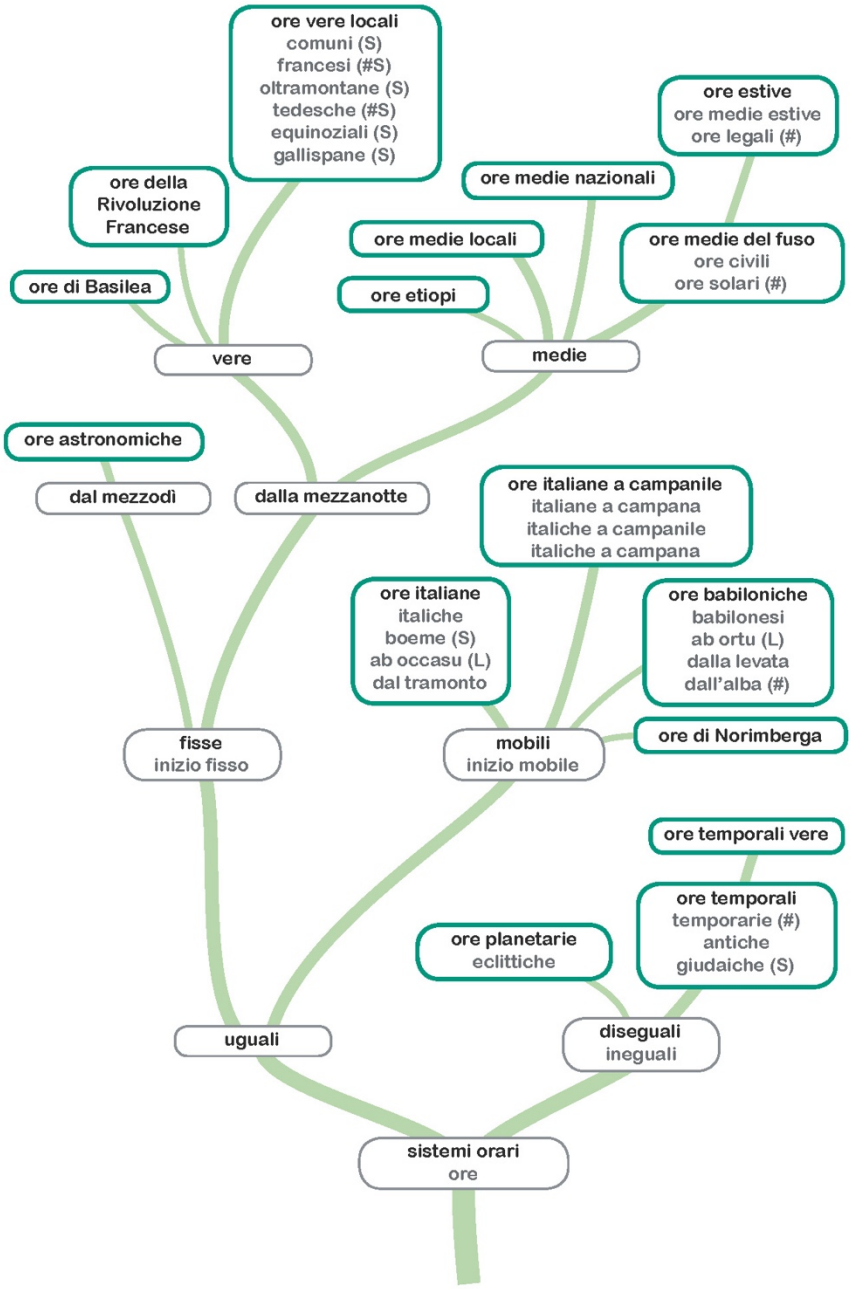


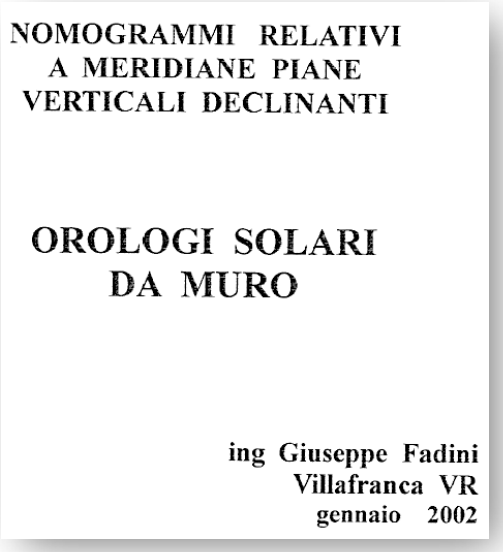
Figura 3 – L'albero del tempo, ossia la struttura dei sistemi orari. La definizione principale e consigliata appare in nero e può essere seguita da alcuni sinonimi, in grigio, associati a simboli che ne specificano le caratteristiche: # sconsigliato, ? ambiguo, L latino, R raro, S storico.

I nomogrammi dell'Ing. Fadini

Vengono ricordati i nomogrammi che, negli anni '90, l'Ing. Fadini proponeva come strumenti di calcolo dei dati di un orologio solare verticale in cui fossero note latitudine del luogo e declinazione della parete. Già allora superati dall'uso della calcolatrice tascabile, rappresentano oggi una curiosità ormai…'storica'.

di Elsa Stocco (estocco2000@yahoo.it)

Giuseppe Fadini era ingegnere e gnomonista di Verona, ed è mancato nel 2016 all'età di 95 anni. Spesso lo si incontrava negli abituali Seminari di Gnomonica con i suoi fogli sui quali si adoperava per condividere con amici e colleghi il metodo da lui usato per calcolare e tracciare '*Orologi solari da muro*' [1], orologi verticali declinanti nei quali tutti i termini angolari e lineari, necessari a definirne il tracciato, venivano calcolati con l'uso dei nomogrammi (Fig.1).


NOMOGRAMMI RELATIVI
A MERIDIANE PIANE
VERTICALI DECLINANTI

OROLOGI SOLARI
DA MURO

ing Giuseppe Fadini
Villafranca VR
gennaio 2002

Figura 1 – Intestazione dell'opuscolo Fadini, in cui l'Autore esordisce con le parole: *"Lo scopo di queste note è di rendere facile il disegno di un orologio solare agli appassionati o curiosi di media cultura provvisti di matita goniometro e righello".*

Questi particolari abachi, di cui era abile costruttore, pensati per facilitare il progetto degli orologi solari, sostituivano in tutto e per tutto l'uso di calcolatrici/software più o meno sofisticati (negli anni duemila peraltro già decisamente sviluppati), e consentivano il calcolo di tutti i dati di progetto a partire dai due parametri fondamentali, *latitudine* e *declinazione* o *azimut* della parete.

In questo contributo si vuole proporre una sintesi del suo metodo, costruita sulla base del suo opuscolo, che propone in una prima parte le nozioni elementari sui nomogrammi a linee rette.

Ricordiamo che i nomogrammi sono particolari abachi, opportunamente predisposti per risolvere specifiche operazioni in modo veloce.

'Ridurre a semplici letture su tavole grafiche, costruite una volta per tutte, i calcoli che intervengono necessariamente nella pratica di diverse arti tecniche, questo è lo scopo che si propone la Nomografia'.[2]

Se il regolo calcolatore era un dispositivo di uso generale, pensato per risolvere una grande varietà di calcoli, un nomogramma era progettato per risolvere una ben precisa operazione, di cui l'utente aveva più ricorrente necessità. Entrambi comunque sono stati a tutti gli effetti gli antenati della moderna calcolatrice tascabile. Nel caso in questione i nomogrammi predisposti da Fadini sono usati per calcolare i dati necessari a tracciare l'orologio solare.

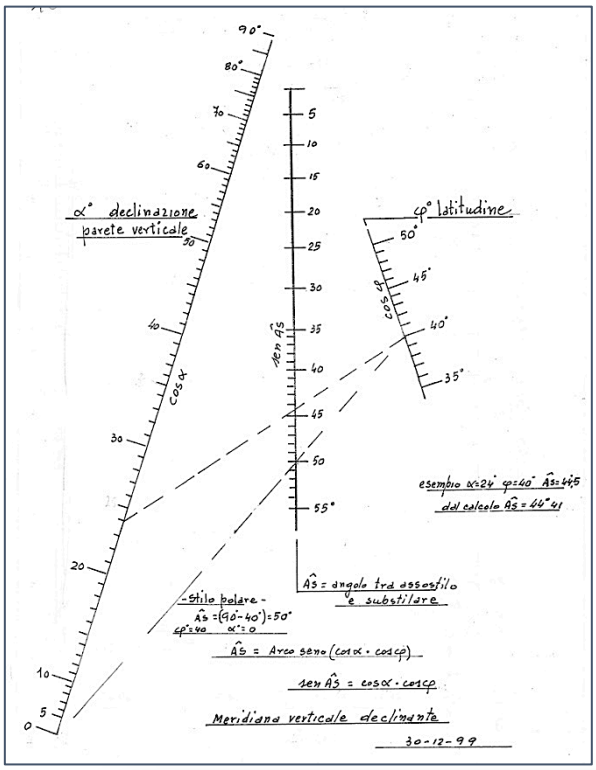
Avendo tre variabili legate da una particolare relazione, un nomogramma, nella sua forma più semplice e comune, è costituito da tre linee (più spesso rette parallele o concorrenti) opportunamente graduate rispetto alle variabili, dette scale (Fig.2). Individuati i valori assegnati a due delle variabili sulle rispettive scale, la retta che li unisce interseca la terza scala sul valore della terza variabile che soddisfa quella data relazione.
Le scale possono essere lineari o logaritmiche o avere una metrica più complicata[3]. In ogni caso esse vanno progettate in base al numero di variabili che sono coinvolte nel problema e al tipo di equazione che le lega.

---

[1] È il titolo di un suo opuscolo in cui intendeva raccogliere le note salienti necessarie alla comprensione dei nomogrammi; una bozza di tale opuscolo, mai pubblicato, che Renzo Righi mi fece avere nell'ormai lontano 2010, si trova tra i bonus allegati a questo numero. Lo stesso Righi, in occasione della morte dell'autore e del ricordo a lui dedicato nel n.11 di Orologi Solari, propose di raccoglier il materiale disponibile e farne un articolo, in modo da non perderne il patrimonio gnomonico.

[2] Philbert Maurice d'Ocagne (1862-1938) nel 1899 pubblicò il primo trattato organico sull'argomento e diede il nome a questo tipo di strumenti.

[3] Per calcoli relativamente semplici le scale sono riportate su linee rette ma, per calcoli più complicati, può essere opportuno o necessario utilizzare scale disposte lungo curve più o meno semplici.



Nel caso delle meridiane verticali declinanti, le formule più ricorrenti da usare, in 3 o 4 variabili, possono prestarsi a diverse rappresentazioni nei nomogrammi, come ci fa vedere Fadini, tuttavia vi è, come vedremo, un tipo di nomogramma che viene più spesso utilizzato.

Note la latitudine φ e la declinazione α della parete, in una prima e fondamentale fase, Fadini predispone i nomogrammi idonei a determinare tutti gli elementi del triangolo stilare ABC (Fig.3).

I punti A, Z, C, O sono allineati sulla retta sustilare: A è il centro dell'orologio, Z il piede dell'ortostilo, C è il punto della sustilare dove passa la linea equinoziale, perpendicolare alla sustilare.

Sceglie ed indica con L la lunghezza dell'assostilo AB ed elenca le note relazioni che consentono di calcolare tutti gli elementi.

Figura 2 – Un nomogramma a scale concorrenti per calcolare l'angolo sustilare $\widehat{AS}$, note la latitudine e la declinazione della parete.

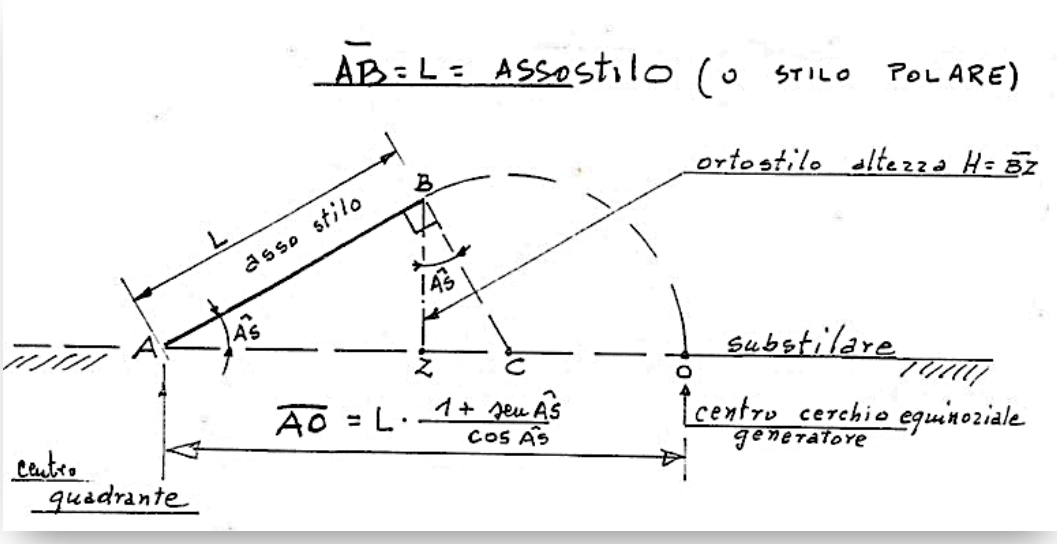


Figura 3 – Il triangolo stilare ABC e la formula per calcolare la distanza AO del centro dell'orologio A da quello del cerchio generatore O.

1a) $\sin\widehat{AS} = \cos\alpha \cdot \cos\varphi$

2a) $BZ = H = L \cdot \sin\widehat{AS}$ L assostilo, H ortostilo perpendicolare alla parete

3a) $BC = AB \cdot \tan\widehat{AS} = L \cdot \tan\widehat{AS}$

4a) $AZ = AB \cdot \cos\widehat{AS} = L \cdot \cos\widehat{AS}$

5a) $AC = AB/\cos\widehat{AS} = L/\cos\widehat{AS}$

6a) $AO = (AC + BC) = (AC + CO) = L \cdot \dfrac{1 + \sin\widehat{AS}}{\cos\widehat{AS}}$

7a) $AO = BZ \cdot \dfrac{1 + \sin\widehat{AS}}{\sin\widehat{AS} \cdot \cos\widehat{AS}} = H \cdot \dfrac{1 + \sin\widehat{AS}}{0{,}5 \cdot \sin 2\widehat{AS}}$

Tutte le relazioni (che l'utente non è tenuto però tenuto a conoscere) sono tradotte in nomogrammi tracciati molto spesso su carta millimetrata.
A titolo di esempio si riportano (Figg. 4 e 5) i nomogrammi usati da Fadini per determinare l'angolo $\widehat{AS}$ (l'altezza dello stilo) e la distanza AO del centro dell'orologio A dal centro O del cerchio generatore dell'orologio (il cerchio equatoriale ribaltato sul piano del quadrante).
Tramite analoghi nomogrammi, si ottengono le misure conseguenti di tutti gli altri elementi indicati.
Nella Fig. 4, le scale relative alle tre variabili interessate nel calcolo dell'angolo sustilare tramite la relazione

$$1a)\quad \sin\widehat{AS} = \cos\alpha \cdot \cos\varphi,$$

sono riportate sui lati di un rettangolo.
Il segmento che unisce la latitudine φ a 1, intercetta la diagonale del rettangolo OO' in P: la retta che dalla declinazione α passa per P intercetta sul lato opposto l'angolo cercato $\widehat{AS}$.
L'uso di questo tipo di nomogramma si spiega facilmente osservando come dalla similitudine dei triangoli risulti

$$\frac{\sin\widehat{AS}}{\cos\alpha} = \frac{OP}{PO'} = \frac{\cos\varphi}{1}$$ da cui si ottiene la relazione 1a.

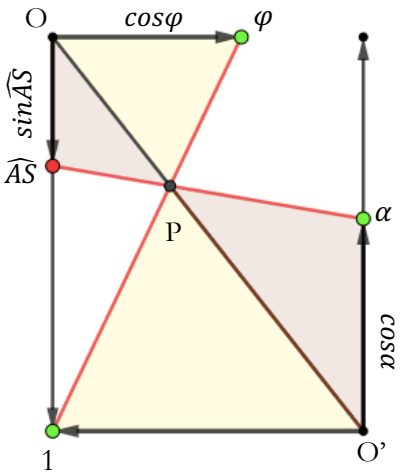
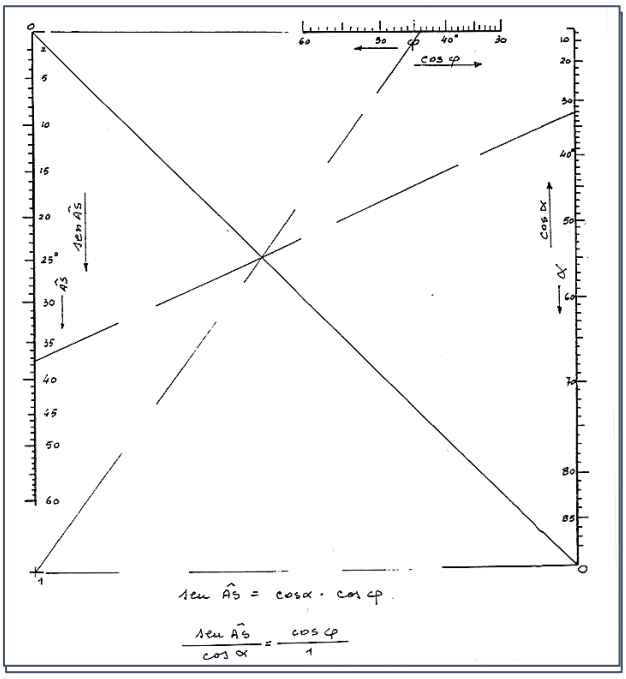


Figura 4 – A destra il nomogramma usato da Fadini per calcolare l'angolo sustilare $\widehat{AS}$, nel disegno sopra risultano in evidenza i triangoli simili.



Anche nei nomogrammi di tipo N o Z, così detti per la disposizione delle linee di sostegno delle scale, due parallele e una 'diagonale', la graduazione della terza scala può essere individuata considerando la similitudine dei triangoli o più semplicemente per 'proiezione' (vedi Appendice).

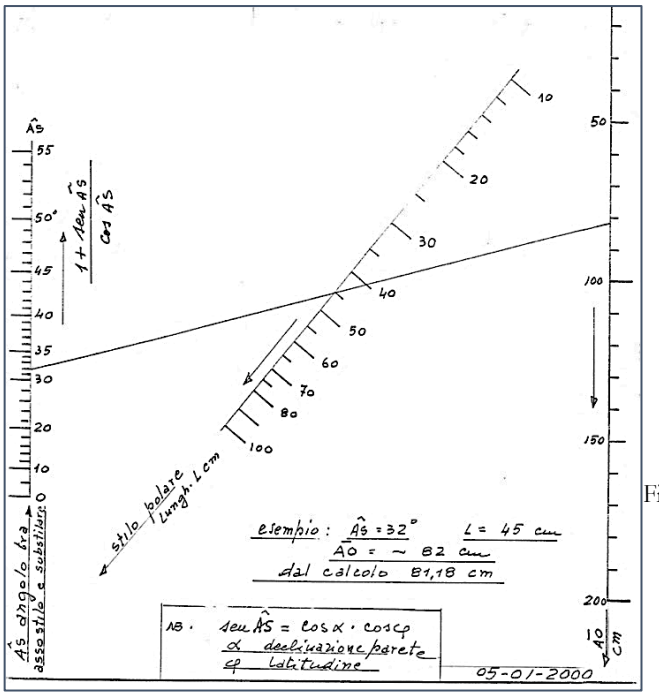


Figura 5 – Nomogramma di tipo N o Z risolutivo della relazione 6a), a diagonale graduata. La scala di sinistra, riporta la relazione che fa uso dell'angolo sustilare $\widehat{AS}$ precedentemente calcolato: la retta che passa per il punto della diagonale graduata sulla lunghezza scelta per l'assostilo, taglia la scala di destra nel punto che indica la distanza AO (distanza del centro A dell'orologio dal centro O del suo cerchio generatore).

Una volta definiti tutti gli elementi del triangolo stilare, vengono individuati tutti i valori angolari e metrici necessari al progetto, ricavati dalle seguenti relazioni[4] (ricordiamo ancora che chi utilizza i nomogrammi non è obbligato a conoscerle…). Tutte le relazioni vengono tradotte da Fadini in nomogrammi di varia natura.

1b)	$\tan\widehat{DS} = \sin\alpha/\tan\varphi$	$\widehat{DS}$ angolo fra linea meridiana e linea sustilare
2b)	$\tan\widehat{DL} = \tan\alpha/\sin\varphi$	$\widehat{DL}$ angolo sul cerchio equatoriale fra raggio delle 12 e ora sustilare
3b)	$\sin\widehat{AS} \cdot \tan\widehat{DL} = \tan\widehat{DS}$	
4b)	$\sin\widehat{AS} \cdot \tan\alpha = \tan\widehat{DS} \cdot \sin\varphi$	
5b)	$\tan\widehat{X}_i = \sin\widehat{AS} \cdot \tan(t_i - DL)$	$\widehat{X}_i$ angolo fra la linea oraria *i* e la sustilare; t_i angolo orario del Sole
6b)	$\cos\widehat{\beta}_i = \cos\widehat{AS} \cdot \cos X_i$	$\widehat{\beta}_i$ angolo nello spazio tra la semiretta oraria *i* e lo stilo polare
7b)	$AR = L \cdot \dfrac{\cos\delta}{\cos(\beta_i \pm \delta)}$	AR lunghezza dell'ombra per le iperboli mensili, δ declinazione solare

Ancora a titolo di esempio si veda un nomogramma di tipo cartesiano: i tre angoli principali $\widehat{AS}$, $\widehat{DS}$, $\widehat{DL}$ vengono determinati, fissata la latitudine φ del luogo, al variare della declinazione α della parete (Fig.6).
Un abaco di questo tipo può essere usato solo per la latitudine indicata. Un altro tipo di nomogramma cartesiano che lo rende 'universale' è quello di Fig. 7.

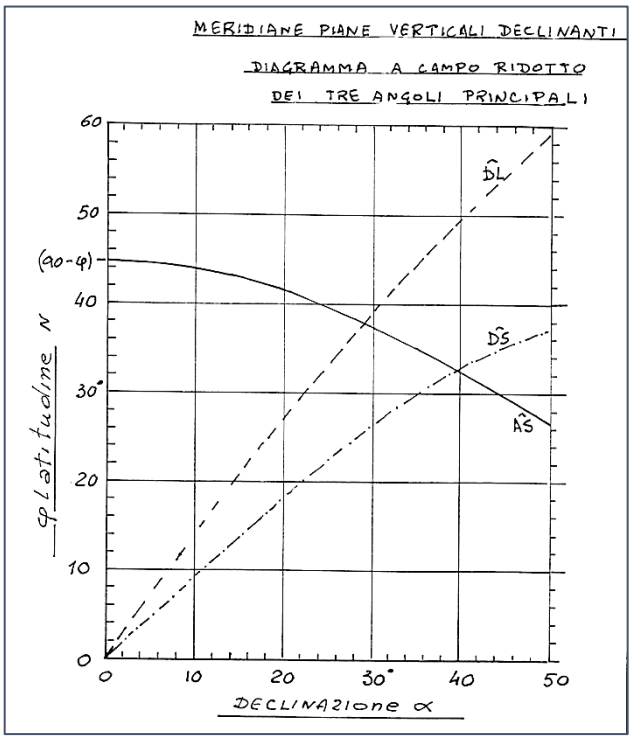


Figura 6 – Fissata la latitudine φ del luogo (in questo caso 45,35°), questo grafico consente di stimare i tre angoli principali del tracciato al variare della declinazione della parete.

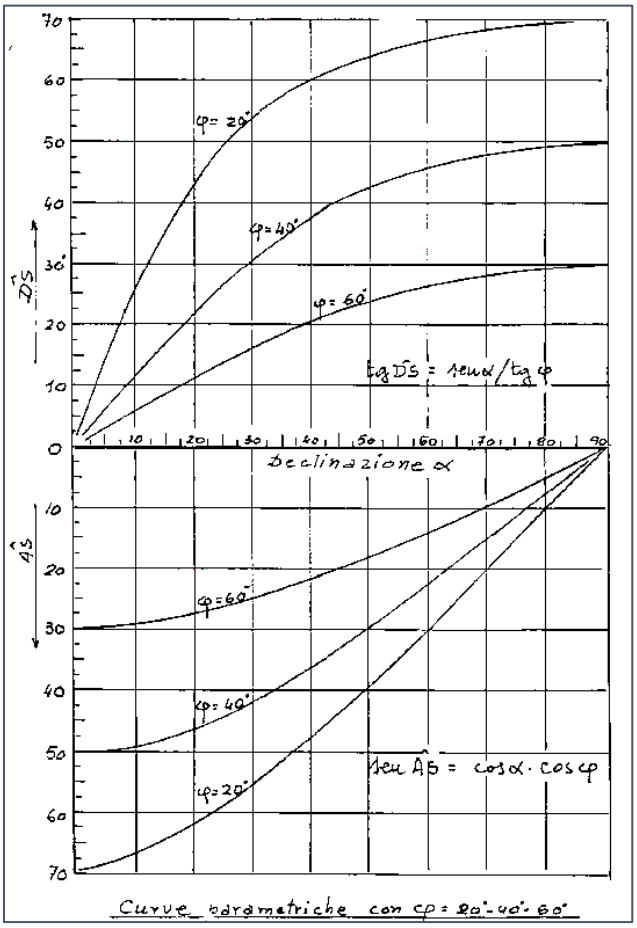


Figura 7 – Le curve tracciate consentono di determinare gli angoli AS, DS, al variare della declinazione della parete, per diversi valori della latitudine. Valori più ravvicinati della latitudine e un reticolo più fitto all'interno del campo (uso della carta millimetrata) consentono una stima migliore del valore dell'angolo cercato.

[4] Fadini ricorda che le indicazioni angolari sono pressoché le stesse usate nel testo di Pavanello e Trinchero "Le meridiane" Ed. De Vecchi 1996.

Avendo determinato sulla sustilare i punti Z, C, O tramite le distanze AZ, AC, AO, e l'angolo $\widehat{DS}$ tra Sustilare e Meridiana (o tra Orizzonte ed Equinoziale) si possono tracciare le linee orarie dell'orologio (Fig. 8).
Si noti che alcune formule (come per esempio la 3b e la 6b) e relativi nomogrammi non sono indispensabili a definire il tracciato, ma possono essere comunque usati come termini di controllo.

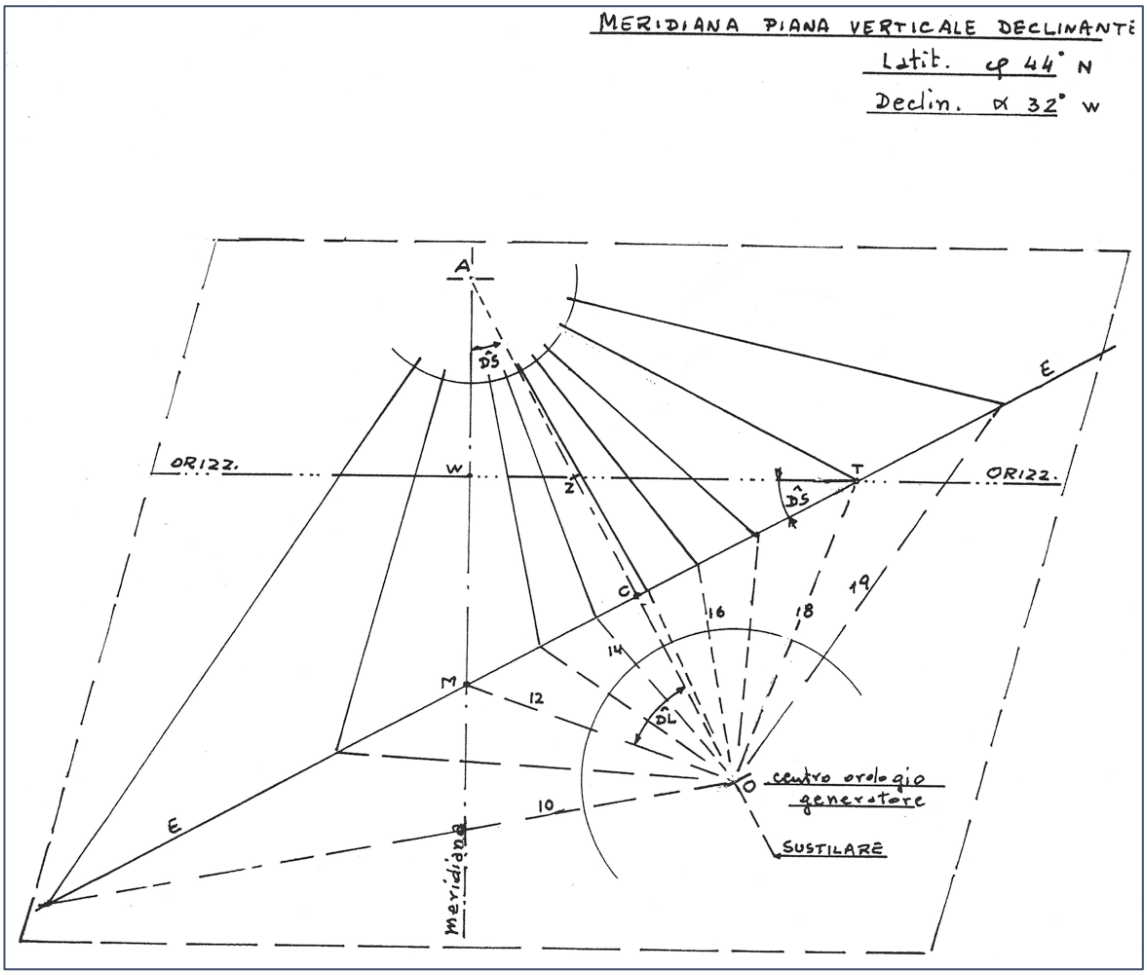


Figura 8 – Costruzione dell'orologio.

L'accuratezza dei calcoli realizzati attraverso i nomogrammi è naturalmente limitata dalla precisione con cui i segni fisici possono essere disegnati e visualizzati, ma come suggerisce Fadini, può essere migliorata con opportuni accorgimenti, per esempio restringendo il campo di variabilità delle grandezze in campo in relazione alle proprie necessità, e aumentando il fattore di scala.
Non tutte le formule (come per esempio la 3b e la 6b) e relativi nomogrammi sono indispensabili a definire il tracciato, ma possono essere comunque usati come termini di controllo.

Qualora fossero usati metodi esclusivamente geometrici per tracciare l'orologio, a mio parere tutto sommato più idonei *a rendere facile il disegno di un orologio solare agli appassionati o curiosi di media cultura provvisti di matita goniometro e righello",* i nomogrammi potrebbero rappresentare un eventuale ausilio di controllo.

Nelle Figg. 9 e 10 ancora qualche esempio di nomogramma.

Nell'Appendice che segue si riportano pochi cenni sulla teoria che sottende la costruzione dei nomogrammi più frequentemente usati da Fadini.

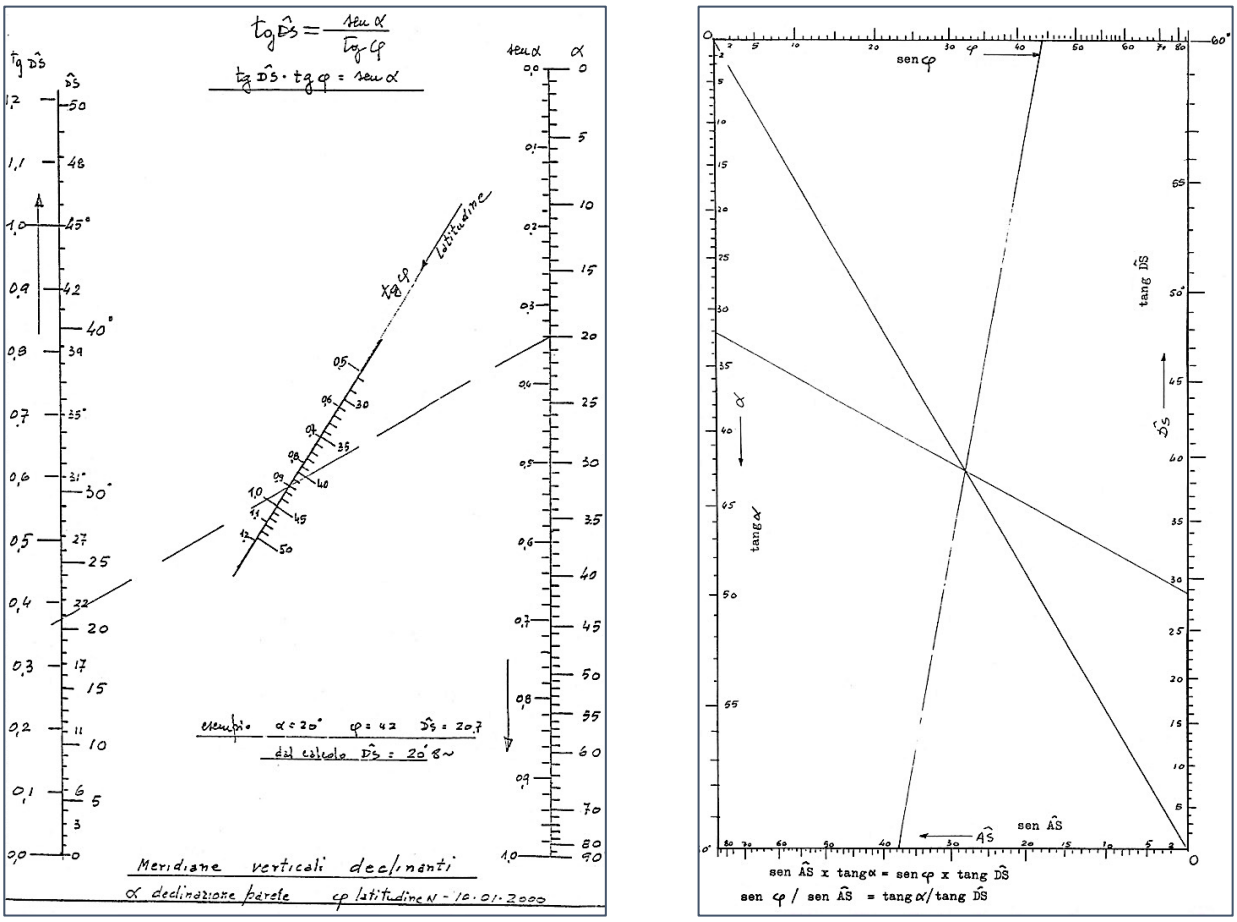


Figura 9 – Sopra a sinistra: l'angolo DS tra meridiana e Sustilare viene calcolato con un nomogramma di tipo N a diagonale graduata usando la relazione 2a); a destra lo stesso angolo calcolato con un nomogramma proporzionale usando la 5a).

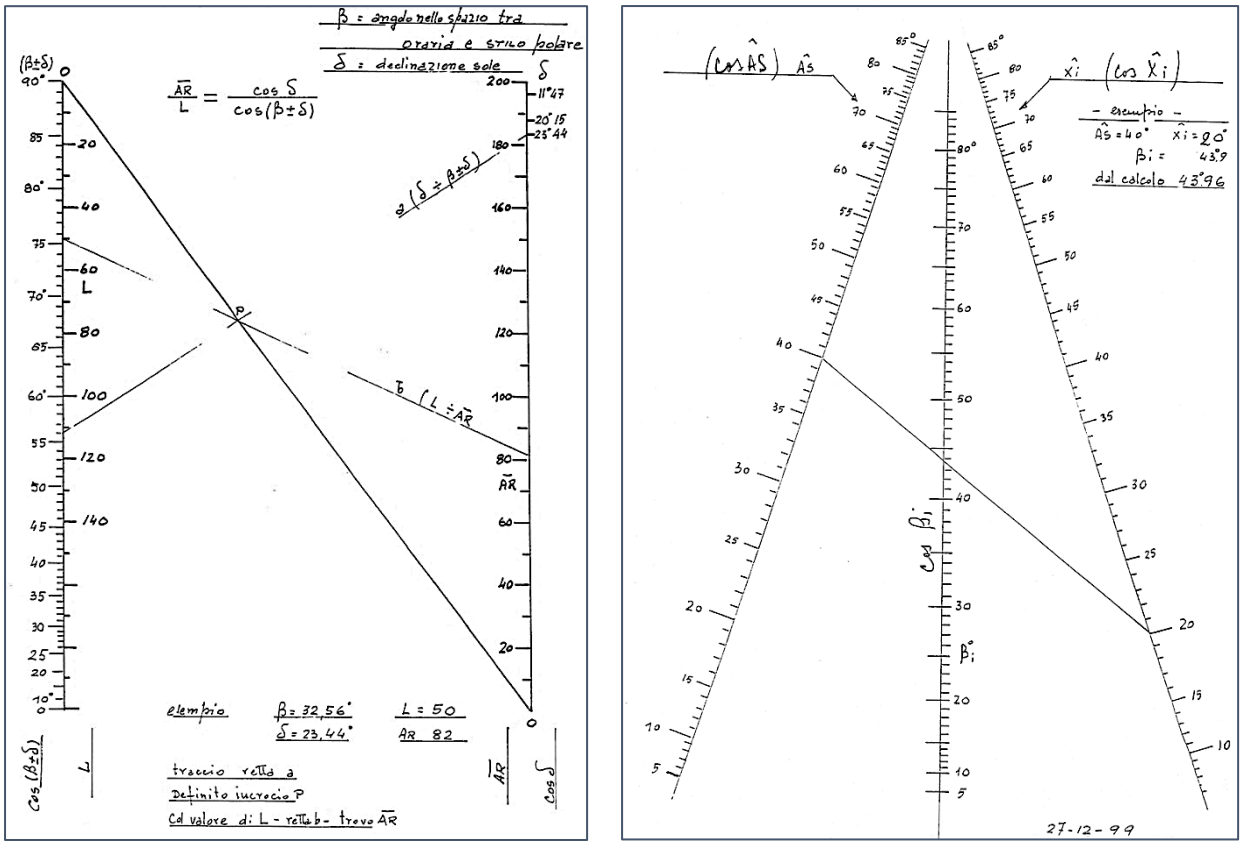


Figura 10 – A sinistra il nomogramma che calcola la lunghezza d'ombra AR usando la 8b) per realizzare le curve stagionali, ed un altro nomogramma, a scale concorrenti, per in calcolo di β_i usando la 7b).

Appendice: costruzione dei Nomogrammi

La realizzazione di un nomogramma e la graduazione delle scale può seguire strade diverse, più spesso conseguenti al tipo di funzione che lega le variabili in gioco.
La graduazione della linea di sostegno, dove leggere il risultato voluto, può essere definita tramite considerazioni di natura essenzialmente geometrica (più spesso la similitudine di triangoli), o più in generale nell'imporre la condizione di collinearità fra i punti che indicano sulle scale i valori delle variabili coinvolte, quando si considerino le linee di sostegno delle scale nel piano cartesiano.

Se per esempio, i punti A ed B individuano nel piano, sulle proprie linee di sostegno, le variabili in entrata u, v e il punto C deve individuare il risultato cercato w (Fig. 11), la posizione sulla sua linea di sostegno sarà individuata imponendo la condizione di collinearità dei tre punti, che si traduce nella condizione 1)

$$\frac{y_3 - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x_3 - x_1}{x_2 - x_1} \qquad 1)$$

equivalente a porre uguale a 0 il determinante della matrice $\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} = 0$

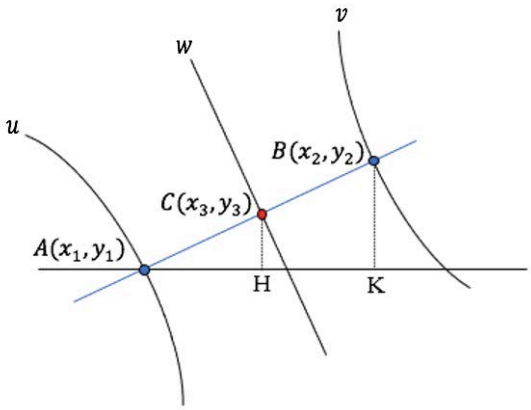


Figura 11 – I punti A e B individuano nel piano, sulle relative linee di sostegno, le variabili in entrata, mentre il punto C il risultato cercato. La condizione di collinearità per i punti, si ottiene per semplice similitudine dei triangoli ACH e ABK.

I Nomogrammi a scale parallele

I nomogrammi a scale parallele risultano indicati per risolvere problemi in tre variabili dove si debba calcolare il valore di una di esse w al variare delle altre due u, v (Fig. 12), dovendo essere soddisfatta una condizione del tipo

$$f_3(w) = f_1(u) + f_2(v) \qquad 2)$$ (ovvero sia coinvolta una somma di funzioni)

Sulle scale nei punti A, B, C troveremo indicati rispettivamente i valori di u, v, w che soddisfano la 2).
In questo caso i valori delle due funzioni f_1 e f_2, moltiplicate per opportuni fattori di scala m_1 e m_2 (fattori che servono per dare al nomogramma le proporzioni convenienti al problema da risolvere) vengono riportati sulle due rette esterne a partire dalla *linea di base.*
La linea AB che unisce i due valori, detta *isopleta,* interseca una terza retta parallela in un punto C che dovrà riportare il valore w cercato: a questo scopo la retta dovrà essere opportunamente graduata.

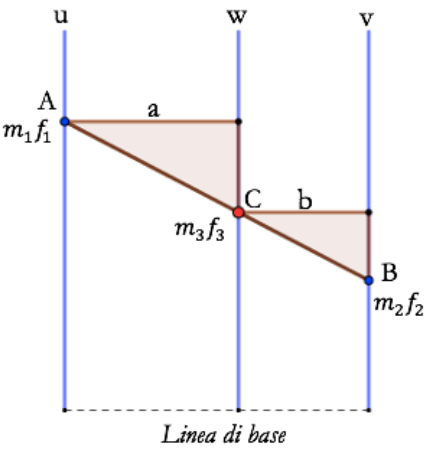


Figura 12 – Unendo con una retta i punti sulle due scale esterne, relativi ai valori assunti dalle variabili *u* e *v*, sul punto di intersezione della linea intermedia, opportunamente graduata, si legge il valore della variabile cercata *w*.

Osservando i triangoli simili in figura si può scrivere la seguente proporzione:

$(m_1 f_1 - m_3 f_3) : (m_3 f_3 - m_2 f_2) = a : b$ da cui

$b\,(m_1 f_1 - m_3 f_3) = a\,(m_3 f_3 - m_2 f_2)$ e

$m_3 f_3 = (b m_1 f_1 + a m_2 f_2)/(a+b)$; ora ponendo $b m_1 = a m_2 \rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{a}{b}$

$m_3(f_1 + f_2) = b \cdot m_1(f_1 + f_2)/(a+b)$ da cui $m_3 = b \cdot m_1/(a+b)$ ossia

$m_3 = m_1 m_2/(m_1 + m_2)$ m_3 è il fattore da usare per graduare la scala intermedia.

In pratica si scelgono m_1 e m_2 a piacere e poi si determina m_3 ed il rapporto a/b con le formule citate.

Allo stesso risultato si può arrivare usando la condizione 1). Infatti se immaginiamo un sistema di riferimento con asse x la linea di base e con asse y la retta per A, i punti $A(0;\ m_1 f_1)$; $C(a;\ m_3 f_3)$; $B(a+b;\ m_2 f_2)$ sono allineati se

$$\frac{m_1 f_1 - m_2 f_2}{m_1 f_1 - m_3 f_3} = \frac{a+b}{a}$$

equivalente a porre uguale a 0 il determinante della matrice

$$\begin{vmatrix} 0 & m_1 f_1 & 1 \\ a & m_3 f_3 & 1 \\ a+b & m_2 f_2 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

Con graduazioni logaritmiche per le funzioni interessate, lo stesso tipo di nomogramma può essere usato per risolvere

$$f_3(w) = f_1(u) \cdot f_2(v)$$

Infatti basterà considerare sulle rette parallele i logaritmi delle funzioni, essendo

$$\log f_3(w) = \log f_1(u) + \log f_2(v) = \log\,(f_1(u) \cdot f_2(v)) \quad \text{da cui} \quad f_3(w) = f_1(u) \cdot f_2(v)$$

I nomogrammi di tipo N o Z

I nomogrammi di tipo N o Z, così detti per la loro forma, si prestano a risolvere problemi in tre variabili che compaiono in una divisione del tipo

$$f_1(u)/f_2(v) = f_3(w)$$

Sulle due semirette parallele orientate in versi opposti con origine in O e O', ai punti A e B corrispondono i valori delle due funzioni $f_1(u)$ e $f_2(v)$ moltiplicate ciascuna per opportuni fattori di scala m_1 e m_2 .

La *diagonale* O'O, che unisce i valori iniziali delle funzioni, per u e v uguali a 0, deve essere opportunamente graduata in modo che il punto P di intersezione con la retta AB, rappresenti il quoziente $f_3(w)$.

La stessa linea, può essere ancorata ad una sola origine o essere segnata anche solo in parte e fluttuare nel mezzo, riportando solo quanto di interesse per il calcolo da risolvere.

Per la sua graduazione, se L è la lunghezza della diagonale OO', quella del segmento OP (indicato con Z, cui corrisponderà $m_3 f_3(w)$), si può ricavare usando la similitudine dei triangoli OAP e O'BP.

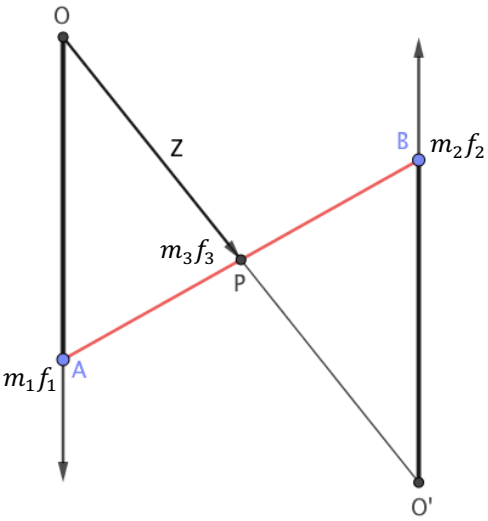


Figura 13 – Le due rette parallele sostengono le scale relative alle variabili u e v; sulla diagonale graduata OO', $m_3 f_3 = Z$ individua il punto P dove si legge il valore di w.

Infatti da

$$\frac{m_1 f_1(u)}{m_2 f_2(v)} = \frac{Z}{L - Z} \quad \text{essendo} \quad \frac{f_1(u)}{f_2(v)} = f_3(w) \quad \frac{m_1}{m_2} f_3(w) = \frac{Z}{L - Z} \quad \text{si ottiene} \quad Z = \frac{L\, f_3(w)}{m_2/m_1 + f_3(w)}$$

Allo stesso risultato si può arrivare usando la condizione di collinearità 1) o con l'uso della matrice.

Naturalmente un analogo nomogramma può risolvere l'equazione $f_1(u) = f_2(v) \cdot f_3(w)$.

Un diagramma dello stesso tipo, che però non necessita di alcuna graduazione della diagonale, può essere applicato per risolvere equazioni in 4 variabili del tipo

$$\frac{f_1(u)}{f_2(v)} = \frac{f_3(w)}{f_4(t)}$$

Sempre per similitudine vale:

$$\frac{m_1 f_1(u)}{m_2 f_2(v)} = \frac{OP}{O'P} = \frac{m_3 f_3(w)}{m_4 f_4(t)} \qquad \text{e se si pone} \qquad \frac{m_1}{m_2} = \frac{m_3}{m_4}$$

si ottiene $$\frac{f_1(u)}{f_2(v)} = \frac{f_3(w)}{f_4(t)}$$

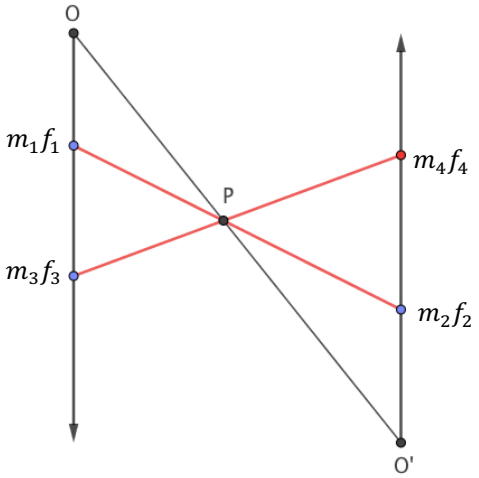


Figura 14 - Le 4 scale sono poste in coppia sui due lati opposti delle rette parallele.

Avendo dunque individuato il punto P, relativo ai valori di due delle funzioni assegnate, la retta per P e per un valore assegnato dalla terza funzione, individua sulla scala opposta il valore della quarta.
Le 4 funzioni possono essere contigue, sistemate a destra e sinistra delle due rette parallele (Fig. 14) e debbono rispettare la condizione posta sui fattori di scala.
Spesso, per chiarezza, le variabili vengono sistemate sui quattro lati di un rettangolo (Figg. 15,16); inoltre il rettangolo può, più in generale, essere sostituito da un parallelogramma: la similitudine resta sempre valida.

Lo stesso schema può essere utilizzato con $m_4 f_4(t) = 1$, che ci riporta al caso precedente $f_3(w)/1 = f_1(u)/f_2(v)$ in tre variabili. In questo caso la base del rettangolo viene assunta come unità per f_4.

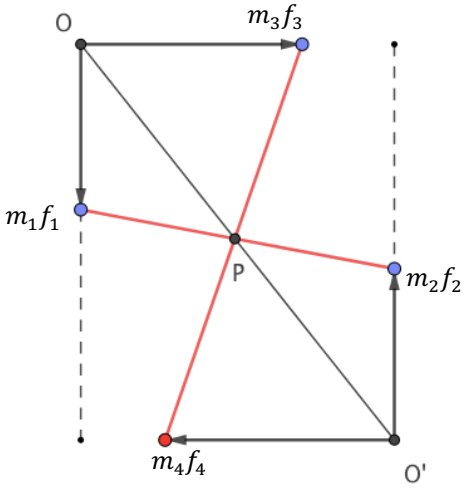


Figura 15 - Le 4 scale sistemate sui lati opposti di un rettangolo.

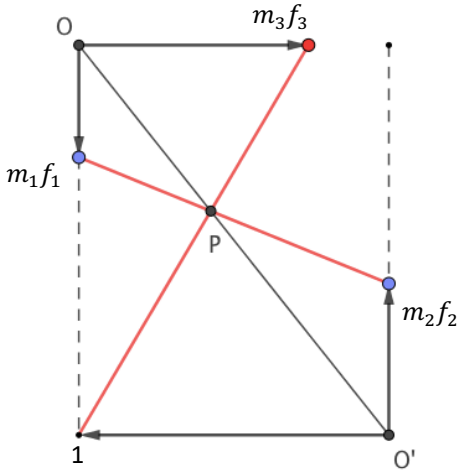


Figura 16 - Per le relazioni in 3 variabili si usa lo stesso schema prendendo $m_4 f_4 = 1$ sulla base del rettangolo.

Nomogrammi a scale non parallele: scale concorrenti

Nel caso di scale non parallele può risultare più semplice risolvere il problema della graduazione delle rette sostegno delle variabili, usando la collinearità di punti.
Vediamo come un nomogramma di questo tipo può essere una alternativa a quelli già visti.

Possiamo immaginare che gli assi x e y del sistema di riferimento cartesiano (non necessariamente ortogonale) sostengano le scale delle variabili in entrata u, v, mentre la bisettrice degli assi sia il sostegno di w (Fig.17)[5].

[5] La scelta fatta sul sistema di riferimento consente di semplificare la scrittura, ma si arriva allo stesso risultato se il riferimento è cartesiano ortogonale e una delle tre scale si appoggia ad uno degli assi.

Essendo $A(m_1 f_1; 0)$ $B(m_2 f_2; 0)$ la retta per AB ha equazione

$$\frac{x - m_1 f_1}{0 - m_1 f_1} = \frac{y - 0}{m_2 f_2 - 0} \quad \rightarrow \quad \frac{x}{m_1 f_1} + \frac{y}{m_2 f_2} = 1$$

le coordinate di C, che sta sulla bisettrice, con

$OC = m_3 f_3$, sono

$$x = y = \frac{m_3 f_3}{2cos\ \omega}$$

Poiché il punto C si trova sulla retta AB si ha

$$\frac{m_3 f_3}{2\cos\omega}\left(\frac{1}{m_1 f_1} + \frac{1}{m_2 f_2}\right) = 1$$

quindi se si pone $m_1 = m_2 \quad e \quad m_3 = 2m_1 \cos\omega$

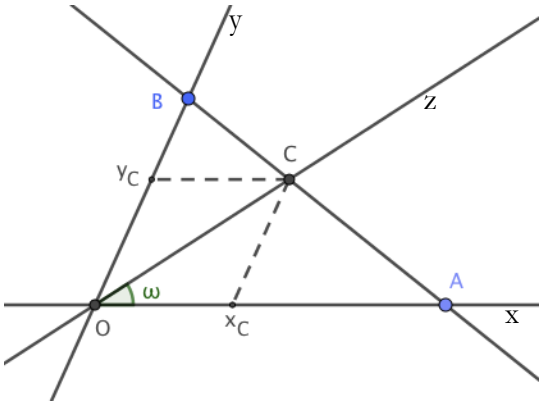


Figura 17 – Gli assi x, y e la bisettrice z, sostengono le scale delle 3 variabili.

si ottiene che la forma dell'equazione rappresentata da questo abaco è del tipo $\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_3}$ 1)

Si perviene alla stessa conclusione con l'uso delle matrici, ossia ponendo

$$\begin{vmatrix} m_1 f_1 & 0 & 1 \\ \frac{m_3 f_3}{2\cos\omega} & \frac{m_3 f_3}{2\cos\omega} & 1 \\ 0 & m_2 f_2 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

Volendo usare un abaco di questo tipo per i tipi di equazione già visti basterà trasformare opportunamente le funzioni. Per esempio se si pone

$\frac{1}{f_1} = g_1 \quad \frac{1}{f_2} = g_2 \quad \frac{1}{f_3} = g_3$ si ottiene $g_1 + g_2 = g_3$ 2)

Dunque una qualsiasi equazione della forma 2) può essere riportata alla forma 1) ponendo

$f_1 = \frac{1}{h + kg_1}$, $f_2 = \frac{1}{h + kg_2}$, $f_3 = \frac{1}{2h + kg_3}$ infatti per h, k opportuni la 2) diventa

$h + kg_1 + h + kg_2 = 2h + kg_3$ da cui $\frac{1}{\frac{1}{h + kg_1}} + \frac{1}{\frac{1}{h + kg_2}} = \frac{1}{\frac{1}{2h + kg_3}}$

Questo potrebbe sembrare una inutile complicazione, ma consente, se le funzioni g_1, g_2, g_3 variano tra 0 è infinito, di sostituire ad un abaco di dimensioni infinite (quando si usino scale parallele), un abaco di dimensioni finite.

La scelta fatta sul sistema di riferimento consente di semplificare la scrittura, ma si arriva allo stesso risultato se il riferimento cartesiano è ortogonale e una delle tre scale si appoggia su uno degli assi.

Anche l'equazione di forma $g_1 \cdot g_2 = g_3$ può essere trasformata nella forma 2) e quindi 1) con l'uso dei logaritmi, così da poter usare un abaco di questo tipo, come si vede nell'esempio di seguito.

Qui un abaco a scale concorrenti, viene usato per ricavare l'altezza sustilare $\widehat{AS}$ a partire dalla latitudine φ e dalla declinazione α della parete. La relazione in campo è sempre la 1a)

$$sin\widehat{AS} = cos\alpha \cdot cos\varphi$$

Le scale delle variabili in entrata $\propto$ e φ e quella del sostegno del risultato $\widehat{AS}$ sono su tre rette concorrenti.

Abbiamo visto che un abaco di questo tipo si presta a rappresentare una equazione del tipo

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_3} \qquad 1)$$

per cui l'equazione iniziale va opportunamente trasformata:

$cos\alpha \cdot cos\varphi = sin\widehat{AS}$ diventa $\log(cos\alpha) + \log(cos\varphi) = \log(sin\widehat{AS})$ che si può trasformare in

$$\frac{1}{\frac{1}{h + k\ \log(cos\alpha)}} + \frac{1}{\frac{1}{h + k\log(cos\varphi)}} = \frac{1}{\frac{1}{2h + k\ \log(sin\widehat{AS})}}$$

Se $m_1 = m_2 = 10$ $h = 1,\ k = 10$ $x\hat{O}y = 60°$ $m_3 = 2m_1\cos(30°) = 10\sqrt{3}$

(sapendo che quando l'angolo varia tra 0 e 90°, il coseno varia tra 1 e 0, il logaritmo da $-\infty$ a 0) si ottiene

$$f_1 = \frac{1}{1 - 10\ \log(cos\alpha)}\ ;\ f_2 = \frac{1}{1 - 10\log(cos\varphi)}\ ;\ f_3 = \frac{1}{2 - 10\ \log(sin\widehat{AS})}$$

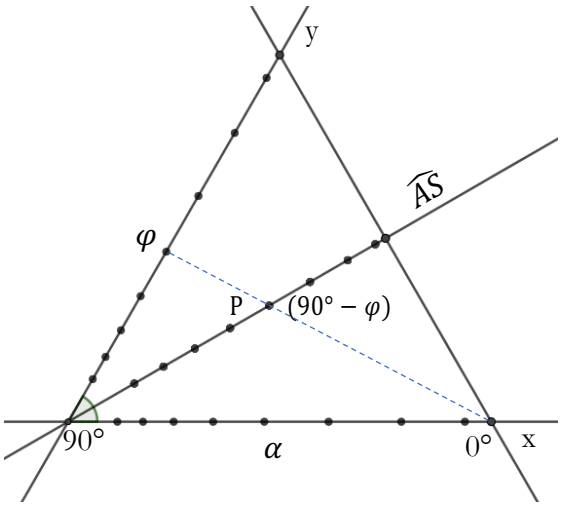


Figura 18 – Il segmento che unisce 0° a φ, intercetta il sostegno di $\widehat{AS}$ in $90° - \varphi$.

Dunque se con $m_1 f_1$ e $m_2 f_2$ vengono graduate le scale per le variabili α e φ, la bisettrice che sostiene $\widehat{AS}$ può essere graduata usando

$$m_3\ f_3 = \frac{m_1 \cos\ \omega}{1 - 5\ \log(sin\widehat{AS})}$$

Ma si può semplificare.

Una volta preparate, come visto, le scale per le variabili α e φ, si può graduare la bisettrice per 'proiezione': la scala della latitudine φ va proiettata sulla bisettrice dal punto quotato $\alpha = 0°$ (Fig. 18).

Infatti, la relazione iniziale $sin\widehat{AS} = cos\alpha \cdot cos\varphi$ diventa, per $\alpha = 0°$, $sin\widehat{AS} = cos\varphi$ da cui si ottiene $\widehat{AS} = 90° - \varphi$.

Basterà quindi unire il punto quotato $\alpha = 0°$ con un valore scelto per φ: il segmento ottenuto intercetta la bisettrice in un punto P cui va assegnato il valore $90° - \varphi$.

Bibliografia

[1] Philbert Maurice d'Ocagne - *Traité de nomographie. Théorie des abaques. Applications pratiques* – 1899. Il testo è scaricabile al link https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9687736p.texteImage

[2] Ron Doerfler – The Art of Nomography - http://myreckonings.com/wordpress/2008/01/09/the-art-of-nomography-i-geometric-design/

[3] Nicola Marras - Abachi e Nomografia - https://www.nicolamarras.it/calcolatoria/nomografia.html

[4] Libri che trattano di Nomografia al link: http://substantifique.eu/bibliotheque_nomographie.html

Tra i bonus del presente numero si trova la bozza dell'opuscolo sui nomogrammi che l'Ing. Fadini stava preparando.

Contributi brevi

Una meridiana molto particolare di Jean Pakhomoff

Redazione di Orologi Solari (redazione@orologisolari.eu)

Jean Pakhomoff, membro della "Commission des Cadrans Solaires de la Société Astronomique de France" ci ha recentemente inviato la descrizione e le fotografie di una meridiana da lui realizzata (l'ultima delle molte) che per la sua struttura insolita e per il suo pregio estetico vogliamo far conoscere ai lettori. La meridiana è installata nel paese di Azille, nel sud della Francia, dipartimento dell'Aude, regione dell'Occitania. Su un piano inclinato e declinante sono disegnate una meridiana ad angolo orario e una meridiana analemmatica (Figg. 1 e 2).

I paramenti caratteristici di questo strumento sono:

- Latitudine 43,27° Nord 43,2753
- Longitudine 2,66° Est 2,6591
- Declinazione gnomonica 67,485° Ovest
- Inclinazione del piano (angolo tra la linea di massima pendenza e la verticale) 67,27°

Il quadrante di tipo classico, quello ad angolo orario, indica sia l'ora vera locale, con linee sulle ore e sulle mezze ore, sia le ore che mancano al tramonto (cioè il complemento a 24 delle ore italiche) con linee su ciascuna ora.

Vi sono gli archi diurni per solstizi ed equinozi, e una linea per l'ora della preghiera islamica "asr". Sulla linea dell'orizzonte sono tracciati i simboli zodiacali (con l'eccezione di Gemelli e Cancro che sono sulla linea diurna estiva).

La curva lemniscata per il tempo medio è stata suddivisa in due parti, per ragioni di leggibilità: la porzione autunno-inverno è costruita sul mezzogiorno, mentre la porzione primavera-estate è costruita sulle ore 6 pomeridiane.

Il quadrante analemmatico indica l'ora vera locale, con marcatori sulle ore e sulle mezze ore. La scala delle date è graduata a passi di 15 giorni. Lo gnomone è sagomato in modo che, appoggiato alla barra di guida, risulti sempre verticale.

Il motto è scritto in lingua russa e significa "Dal Sole nella mia notte".

Jean Pakhomoff presenta altri dati e fotografie di questa meridiana e la sua procedura di calcolo per le meridiane analemmatiche su piani inclinati nelle pagine Web, raggiungibili agli indirizzi:

www.pakhomoff.net/cadransolaireinclineavecanalemmatique.html

www.pakhomoff.net/analhorvertiIncl.html

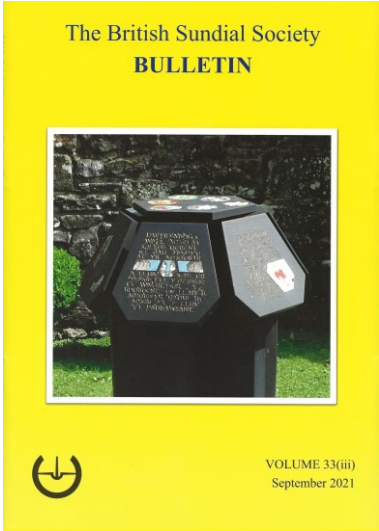
Ricordiamo ai nostri lettori che il calcolo delle meridiane analemmatiche generalizzate (cioè con orientamenti qualsiasi di quadrante e gnomone) può anche essere effettuato con il foglio Excel offerto come Bonus nel n. 23 di Orologi Solari.

Fig. 1 - La meridiana sul suo supporto (lo gnomone della meridiana analemmatica non è appoggiato sul quadrante).

Fig. 2 - Il quadrante con le due meridiane

Rassegna riviste di Gnomonica

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS)
Vol. 33 (iii) Settembre 2021



Editoriale	
Meridiane islamiche firmate da al-Mansur e datate alla fine XVII sec.: esame delle loro anomalie gnomoniche e storiche	Fathi Jarray, Eric Mercier, Denis Savoie
Nuovi libri (1)	Tamarit
Sulle orme di Thomas Ross. Parte 36: Alcune meridiane della Scozia dell'Est	Dennis Cowan
La meridiana di Winwick Hall	SueManston
Gli antichi *Áttir* scandinavi. Suddivisioni temporali senza numeri	Frank H. King
Meridiana a macchia di luce	Eduard Masana
Rassegna di cartoline 56: Liverpool	Peter Ramson
Iscrizioni in lingua gallese su meridiane	Irene Brightmer.
Da Madeley Court a Halfway House	Graham Stapleton
Simboli osservati sulle meridiane scandinave del Medioevo	Johan A. Wikander
Lettere dei lettori	Brightmer
Nuovi libri (2)	Turner

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

Recentemente sono apparse sul mercato dell'arte numerose meridiane islamiche firmate Al-Shaykh Abu al-Hasan al-Mansur, datate intorno al 1775 e aventi caratteristiche stilistiche assai simili. Nel loro articolo, *F. Jarray, E. Mercier* e *D. Savoie* (8 pagg.) prendono in esame 10 di queste meridiane, discutendone gli aspetti storici, gnomonici e decorativi; concludono infine che si tratta molto probabilmente di falsi, di provenienza ignota. (La versione in lingua francese di questo articolo compare sul n. 44 della rivista Cadran Info dell'Ottobre 2021).

Sulle orme di T. Ross, *D. Cowam* in un contributo insolitamente lungo (7 pagg.) va alla ricerca di una serie di meridiane della zona orientale della Scozia, alcune delle quali sono del tipo multiplo "a leggio". Come sempre, alcune risultano ancora esistenti , altre sono sparite e di altre ancora si individuano solo frammenti sparsi.

L'articolo di *S. Manston* (4 pagg.) riguarda una grande meridiana azimutale (raggio di circa 18 metri) realizzata su un poggio erboso. Lo schema usato per le scale orarie, limitate ai due solstizi, è quello della proiezione stereografica.

F. H. King ci presenta (5 pagg.) l'antica suddivisione del giorno usata nei paesi scandinavi: otto intervalli uguali centrati sui punti base del giorno (mezzogiorno, mezzanotte, ecc…) elencando i loro nomi nell'antica lingua nordica.

Nell'articolo di *E. Masana* (6 pagg.) è descritto in dettaglio il progetto di una meridiana nella quale una serie di fenditure e una serie di fori, poste su due anelli equatoriali, controllano la proiezione di una macchia di luce solare sulle scale orarie e di declinazione, tracciate su un cilindro con asse polare.

Il contributo di *I. Brightmer* (4 pagg.) presenta e traduce una decina di motti nella lingua del Galles (una lingua notoriamente assai ostica) osservati su diverse meridiane di questo Paese (foto di copertina).

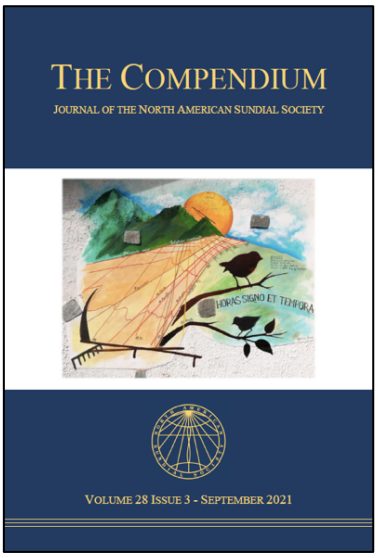
Un breve articolo di *G. Stapleton* (2 pagg.) ci parla di una copia della famosa meridiana della Madley Court (un grande orologio solare multiplo monumentale sormontato da una semisfera) da lui osservata nelle scene di un film del 1944.

J. A. Wikander ci mostra (6 pagg), con diversi esempi, i simboli usati sui quadranti delle meridiane scandinave del Medioevo per indicare le diverse parti del giorno (v. articolo di F.H. King più sopra). Questi simboli comprendono: la stella Polare, il Sole, un gallo (ora del risveglio), caratteri runici stilizzati, ecc…

Due sono i nuovi libri presentati: il primo è la versione in lingua inglese del libro di Dan-George Uza sulle meridiane della contea di Cluj in Romania (già recensito sul n. 25 di Orologi Solari;) il secondo è la versione in lingua francese del libro di Giancarlo Bonini "Uno gnomone sul meridiano Cassini" (edizioni Youcanprint, 2019) sulla linea meridiana installata nella chiesa di Nostra Signora della Visitazione a Perinaldo (IM).

"The Compendium" – Journal of the NASS (North American Sundial Society)
Vol. 28 – N° 3 - Settembre 2021

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



Gnomonica per principianti – "Sun Dogs" e "Sun Pillars"	R.L. Kellogg
Quadranti al tramonto "vero": prime realizzazioni	Gian Casalegno
Paul Manship - Artista e Gnomonista	Mark Montgomery
Analisi dell'Orologio di Preveza	Ortwin Feustel
Quiz – Quanto è alto questo albero?	
I Cinquecento anni del Notturlabio	Mark Montgomery
The Tove's nest	Steve Lelievre
Corrispondenza: l'Orologio di Peaucellier, precisazioni	Rolf Wieland
Report sulla Conferenza di Philadelphia 2021	

Il notiziario inizia, come ormai è tradizione, con la lezione per principianti curata da R. Kellogg. Questa volta l'Autore illustra rari fenomeni di rifrazione a latitudini elevate, quando il Sole si trova vicino all'orizzonte, dovuti alla presenza di cristalli di ghiaccio nell'aria; l'immagine del Sole diviene multipla e si creano immagini sfocate di colori diversi, distribuite lungo l'orizzonte, o verticali, al disopra del Sole. I termini usati per distinguere i due casi sono "Dogs" e "Pillars".

Segue un articolo di G. Casalegno (già apparso su Orologi Solari) in cui, con una dettagliata trattazione teorica ed un esame dei risultati ottenuti, sono ampiamente descritti due Orologi Solari al Frais di Chiomonte (foto di copertina) e a Castellamonte (località caratterizzate da un orizzonte molto frastagliato), in cui è rappresentata la proiezione della linea del tramonto del Sole.

M. Montgomery celebra l'attività dello scultore Paul Manship (1885 – 1966). Esposta brevemente la biografia, egli illustra in modo dettagliato alcune opere scultoree monumentali realizzate per giardini e musei. Esse sono caratterizzate da figure allegoriche inserite a sostenere lo gnomone di meridiane orizzontali di grandi dimensioni o a sostegno di sfere armillari. Opere di pregio, che risentono di una ampia conoscenza della scultura classica (P. M. aveva studiato anche a Roma) combinata con gli influssi delle correnti artistiche dell'epoca (Art déco, Razionalismo, Ecc..).

Segue una lunga e dettagliata relazione di O. Fuestel relativa ad un piccolo orologio ottocentesco tracciato su lastra circolare, sito nel campanile di una località greca (Preveda). Oltre allo studio teorico al fine di individuare ciascuna delle serie di linee presenti nell'orologio, l'Autore affronta gli sviluppi storici dei sistemi orari in uso nell'Impero Ottomano fino al 1912, al fine di fare i dovuti confronti. Conclude che l'orologio, studiato da un esperto astronomo come orologio sul piano orizzontale, utilizzabile per due diversi metodi di suddivisione oraria, è stato invece posato sulla superficie verticale del campanile…

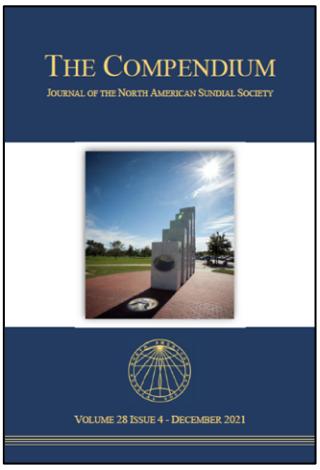
M. Montgomery fa una lunga relazione sugli Autori che nel 500 hanno trattato l'orologio noto come Notturlabio, esaminandone le origini medievali, la relazione con le stelle dell'Orsa maggiore, l'approssimazione ottenibile nelle letture delle ore, la possibilità (affrontata da vari studiosi dell'epoca ad iniziare da Stoffler) di servirsene anche per misure di altezza. Infine prende in esame la seconda faccia dello strumento, sovente usata dai costruttori dell'epoca per costruire orologi d'altezza diurni, secondo vari sistemi orari.

Seguono due brevi comunicazioni: S. Lelievre illustra una interessante rappresentazione grafica sul globo terrestre della lunghezza solstiziale del giorno alle varie latitudini, e R. Wieland aggiunge alcune precisazioni all'articolo di Fred Sawyer (pubblicato nel numero di Giugno 2021) sugli orologi di Peaucellier.

Il notiziario si conclude con la pubblicazione del verbale della 26a North American Sundial Conference avvenuta a Philadelphia nell'agosto 2021. I partecipanti illustrano le loro opere, a volte degne di particolare curiosità per lo gnomonista.

"The Compendium" – Journal of the NASS (North American Sundial Society)
Vol. 28 – N° 4 - Dicembre 2021

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



Orologi Solari per principianti – Le Meridiane Celebrative — R.L. Kellog
Tracciare la linea Est-Ovest servendosi della corda ottenuta dai punti d'ombra del vertice — S. Lelievre
La costruzione del Meridiano secondo Diodoro — F. Sawyer
Storia di tre Meridiane di Jim Stetenga — J. Stetenga e R. Kellog
Recensione del libro di Ken Mondskein: *'On Time: A History of Western Timekeeping'* — J.L. Bergreen
Come creare un OS portatile sulla base del Frammento di Aquincum — O. Feustel
The Tove's Nest (Notizie brevi)

La rubrica per principianti (R.L. Kellog) illustra ed elenca le decine di Meridiane che negli USA e in Canada sono state oggetto di veri e propri monumenti o inserite nelle targhe celebrative di Avvenimenti, Battaglie, Personalità, Associazioni degne di Memoria. Sono OS di dimensioni e rilevanza molto variabili: dalla realizzazione costituente il centro di un parco o di una piazza (come la riproduzione di Stonehenge), al semplice orologio orizzontale costituito da una lastra metallica circolare, montato su una base di pietra. Inutile far presente l'intento dell'Autore e il valore simbolico attribuito agli Orologi Solari.

La ricerca della linea Est-Ovest su un piano è l'oggetto del secondo articolo (S. Lelievre). L'Autore fissa la sua attenzione su due punti d'ombra registrati sul piano orizzontale nello stesso giorno o in due giorni diversi. Misurando la loro distanza, essendo noti latitudine, declinazione solare ed angolo orario ad essi relativi, si può trovare la linea Est-Ovest. Sviluppa gli aspetti matematici conseguenti e analizza anche il livello di qualità dei risultati. Conclude la relazione elencando gli studi in merito, pubblicati da Autori recenti, quali Gianni Ferrari, Yvon Massé, Denis Savoie, tutti dedicati all'analisi delle proposte contenute in testi antichi. Conclude la sua relazione con una appendice riguardante l'applicazione di metodi vettoriali ai dati ricavati dai rilievi della posizione del Sole con i metodi elencati. (*Osservazione off topic: una analisi così accurata del problema ha ignorato i metodi di calcolo proposti da Nunnes, da Kircher/Grienberger e da altri autori del 6 - 700…*)

F. Sawyer illustra e analizza il metodo proposto da Diodoro di Alessandria per trovare la linea meridiana, come esposto nel *Trattato delle Ombre* di al-Biruni (1021). Si tratta di un semplice sviluppo grafico, (*analogo a quello esposto da Igino il Gromatico nel 2° Sec.*) che parte dall'osservazione di tre punti d'ombra generati sul piano orizzontale da uno gnomone ad esso perpendicolare, nel corso di un solo giorno.

Un piacevole articolo (J. Stetenga e R. Kellog) illustra le vicende dovute ad eventi atmosferici, o a problemi con le Amministrazioni locali, di tre meridiane costruite da J. Stetenga per due località del Brasile.

Segue una recensione (J.L. Bergreen) del Libro *A History of Western Timekeeping* di *Ken Mondeskei,* Baltimora 2020*,* che illustra la storia della misura del tempo nel mondo occidentale, dalle origini fino all'orologio atomico.

La "soluzione" secondo Rolf Wieland del Quiz proposto nel numero precedente è di particolare interesse, perché con una accurata analisi egli mette in relazione le dimensioni dell'immagine ellittica (che è detta *sun dollar*) proiettata dal presunto foro gnomonico, con l'altezza di quest'ultimo, con il probabile diametro e con data ed ora.

Il notiziario chiude con un lungo ed esaustivo saggio (O. Feustel) che confronta i dati reperiti sul "frammento di Aquincum" con le disposizioni delle linee orarie in due "Medaglioni" (Orologi d'altezza delle dimensioni di una moneta) della stessa epoca. Il frammento riporta, riassunti sulle due facce, dati relativi alle ore ineguali per varie località, tra cui Rodi, Alessandria ecc… L'Autore riscontra la sostanziale coerenza astronomica dei dati del frammento; in particolare si sofferma su quelli relativi alla latitudine di Rodi, applicando l'Analemma alle declinazioni solari dei Segni zodiacali individuate su di esso. Successivamente mette in relazione il frammento con la possibile individuazione della distribuzione delle linee delle ore ineguali per un nuovo ipotetico orologio portatile a medaglione. Egli verifica infine con metodi matematici quanto proposto graficamente.

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie - Associazione tedesca per la Cronometria
Autunno 2021 – n. 167 *(Contributi di argomento gnomonico)*

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

I contributi di argomento gnomonico sulle Mitteilungen n. 167 sono cinque: 2 articoli, 1 relazione e 2 recensioni.

Monika Lübker
Relazione sul Convegno del Giubileo del Gruppo Gnomonico
(Bericht über die Jubiläumstagung des Fachkreises Sonnenuhren)

Mentre il convegno annuale a Magdeburgo è stato sospeso a causa della pandemia (rinviato al 2022), si è svolto invece regolarmente nello scorso mese di Agosto il convegno degli gnomonisti della DGC a Ladenburg, nel Land del Baden-Württemberg. Si è trattato di un convegno veramente importante in quanto si è svolto a 50 anni esatti dalla fondazione del Gruppo (Fachkreis Sonnenuhren). L'attività è stata intensa, condotta dagli organizzatori Monika Lübker e Peter Lindner: il materiale commemorativo del cinquantenario è stato abbondante e interessante. Diversi i partecipanti austriaci che si erano riuniti anche a Trieste nel 2013.

Karlheinz Schaldach.
La regola di Erfurt (Die Erfurter Regel)

L'autore descrive dettagliatamente le tre testimonianze scritte sulla Regola di Erfurt conservate a Göttingen (1364), Erfurt (1387) e Krakau (1388). Attribuisce infine la diffusione della Regola, e forse la sua ideazione, a un certo Johannes Dank. Il possibile ruolo (nella divulgazione della Regola) di un suo allievo Johannes Eligerius viene messo in luce.
Da un punto di vista strettamente tecnico sia la Regola di Erfurt sia l'esempio riportato nell'articolo (l'OS del Duomo di Brauschweig) richiederebbero una analisi specifica.

Renate Frank
Orologi Solari a San Pietro nella Foresta Nera (Sonnenuhren in St.Peter im Schwarzwald)

Chiesa e allegato Convento Benedettino vennero costruiti nel XVIII secolo. Il Convento venne in breve tempo secolarizzato (1806) e ora ospita eventi di connotazione religiosa e spirituale. In origine vi erano due orologi solari: uno sul timpano laterale della Chiesa e l'altro sul Convento, realizzati nel 1754 dal pittore di corte Franz Ludwig Hermann di Costanza. In occasione del restauro del 1974 ambedue gli OS vennero cancellati e rifatti nel 2003 da Adolf Peitz (parte tecnica) e Heinrich Reichle (parte artistica).

Karlheinz Schaldach.
Mario Arnaldi: Tempus et Regula. Orologi Solari Medievali italiani, Vol. 3

Il terzo volume (Marche e Umbria) della serie Tempus et Regula, Orologi Solari medievali Italiani, di Mario Arnaldi è ben noto al pubblico italiano. Schaldach illustra per i lettori delle Mitteilungen le 5 parti in cui è suddiviso il testo.

Bernhard Huber
Memoriale per i 50 anni del Gruppo Orologi Solari (1971– 2021)
(Festschrift 50 Jahre Fachkreis Sonnenuhren – 1971 bis 2021)

In occasione del 50° anniversario della fondazione (1971) del Gruppo Gnomonico in ambito DGC, diverso materiale è stato predisposto per ricordare la ricorrenza: due orologi pieghevoli in cartoncino, una medaglia in oro, un logo circolare e, soprattutto, un libro di 200 pagine. Il libro contiene: il saluto augurale delle associazioni estere, la storia della formazione del gruppo e delle sue attività, l'unione delle associazioni della Germania Est con quella della Germania Ovest, diversi aneddoti riportati dal prof Aulenbacher (da oltre 30 anni socio attivo). Il materiale è stato distribuito in occasione del Convegno a Ladenburg (agosto 2019).

***"Zon&Tijd"** delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga*
Bulletin 2021.3 – nr 138

Indice

Editoriale: Cos'è contenuto in un nome? (Sull'origine del nome 'Settembre')	E. Daled
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese	H. Schipper
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Fiamminga	E. Daled
Greenwich sulla Scheldt. La misura del tempo nel porto di Anversa durante il XIX secolo (parte 1)	J. Willems
"Sole – Luna": opera d'arte in Deventer	Redazione
Un planetario tra i campi a Toldijk	H. Schipper
Iniziare dopo il corso	Redazione
Didattica sugli orologi solari su YouTube	Redazione
Memoriale solare a Dieppe	H. Schipper
L'orologio solare tascabile più sottile al mondo	F. Maes
I cappuccini fiamminghi come progettisti e costruttori di orologi solari (parte 5)	E. Daled
Un orologio solare nella prova finale di matematica	Redazione
Orologio solare colorato a Donk	Redazione
Orologio solare come scultura di sabbia	Redazione
Il martello demolitore colpisce gli orologi solari di Leida	F. Maes
Orologi solari passati e presenti (parte 1)	F. Maes
Recensione del libro in Catalano - "Costruzione di modelli di orologi solari"	E. Daled
Quiz: Orologio solare italiano e piazza Visvlieter	F. Maes
In questo numero (indice in lingua inglese)	Redazione
Informazioni sulla Associazione Gnomonica Olandese e sulla Associazione Gnomonica Fiamminga	Redazione

Questo numero inizia con un editoriale di *Eric Daled*, in cui spiega il significato del nome del mese di Settembre e come mai da settimo mese dell'anno è diventato il nono, inoltre ci ricorda di come nel medioevo furono dati altri nomi al mese. Durante la Rivoluzione Francese, Settembre era diviso tra due mesi e conteneva addirittura il capodanno. Daled propone di chiamarlo "Il Mese serale d'autunno".

Hans Schipper ci dà qualche notizia circa il Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese. Il tesoriere Edo Walda è stato eletto. Tra le richieste giunte via email spicca quella del curatore dell'Istituto norvegese per la ricerca sul patrimonio culturale (NIKU) di Oslo; questi stava lavorando su un orologio solare angolare in legno del XVII secolo per il restauro ed ha chiesto consiglio, Frans Maes ha risposto. Nuovi membri si sono iscritti, il corso serale per neofiti sugli orologi solari riprende in autunno. Si cerca un membro come revisore contabile.

Dal Consiglio Direttivo dell'Associazione Gnomonica Fiamminga *Eric Daled* sintetico fornisce solo notizie circa la scomparsa di un membro dell'associazione e dell'iscrizione di due nuovi membri. A causa della pandemia ogni altro evento è stato rinviato a data da destinarsi.

●Il primo articolo è a cura di *Joris Willems* ed essendo molto lungo sarà pubblicato in quattro puntate. Esso riguarda uno studio sulla misura precisa del tempo nel porto di Anversa. Un padiglione astronomico fu costruito vicino al porto di Anversa nel 1837, per ospitare un cerchio meridiano utilizzato per misurazioni temporali accurate. L'orologiaio Charles Dekemel, che costruì molti cronometri marini, fu incaricato della sua progettazione. In questo periodo (1838) fu anche costruita la linea meridiana di Quetelet nella cattedrale di Anversa.

●*La Redazione* in questo secondo articolo descrive un'opera d'arte installata a Schalkhaar vicino a Deventer, nella tenuta di Brinkgreven. Questa è una delle sedi di Stichting Dimence, un istituto di salute mentale a Overijssel. Essa è carica di simbolismi voluti dall'autore Jan van IJzendoorn per rappresentare la tolleranza tra le diverse culture e modi di pensare. L'opera è composta da tre parti. Nell'erba c'è una grande sfera rappresentante la Luna con sopra una tartaruga stellata. Sul dorso c'è una lepre che riposa sotto un parasole. Proprio il parasole dovrebbe essere un orologio solare equatoriale con la punta dello stesso come gnomone. Una richiesta di conferma circa l'intenzione di fare un orologio solare da parte della redazione all'artista non ha finora avuto risposta.

●*Hans Schipper* ci illustra il parco astronomico "Achterhoeks Planetarium" fondato da Henk Olthof negli anni '80 a metà strada tra Zutphen e Doetinchem. Il complesso comprende un planetario (ispirato al più antico planetario ancora funzionante di Eise Eisinga), un osservatorio, un grande globo terrestre, una sala dell'emisfero australe, un orologio solare equatoriale ad ora media e altro ancora. Per ulteriori informazioni consultare il sito: https://achterhoeksplanetarium.nl/index.html.

●La *Redazione* in questo brevissimo articolo descrive le opere di due ex allievi del Corso Base di Gnomonica che si sono subito messi al lavoro con quanto appreso.

●Un altro breve articolo a cura della *Redazione* elenca una pagina WEB e tre filmati didattici presenti su YouTube. Peccato che siano in lingua Olandese… ma comunque interessanti lo stesso da guardare:
www.youtube.com/watch?v=Hp7rhx-TcjI www.wijzerweb.be/zeshoekprieeltje001A.html
www.youtube.com/watch?v=7syIPaE4jWU www.youtube.com/watch?v=UmIN1GLRB9Q

●*Hans Schipper* ci racconta di un monumento alla memoria dei caduti alleati della II guerra mondiale sito nella cittadina francese di Dieppe. Anch'esso come il Veterans Memorial ad Anthem, Arizona (USA) descritto in Zon & Tijd 2020.2 sfrutta i raggi del Sole per ricordare il triste evento. Se il cielo lo permette quando il Sole splende, alle 13:00 del 19 agosto, i raggi solari creano una macchia luminosa a forma di foglia d'acero che si sovrappone sulla stessa sagoma metallica fissata a terra per commemorare la fine del raid su Dieppe nel 1942. Le maggiori vittime di tale attacco furono dei soldati Canadesi, e come si sa la foglia d'acero è il simbolo della bandiera Canadese.

●*Frans Maes* ha scoperto un antico orologio solare di altezza giapponese formato da un foglio di carta che opportunamente piegato crea degli gnomoni (uno per ogni mese) che sono in grado di far funzionare lo strumento. Beh mi sembra ovvio che solo dal paese degli origami possa nascere un orologio solare così concepito. Nell'articolo viene anche spiegato in modo dettagliato come venivano contati i mesi e le ore durante la seconda metà del periodo Edo (1603-1867) in Giappone.

●*Eric Daled* aveva già pubblicato negli anni scorsi 4 puntate su questo argomento (I cappuccini fiamminghi come progettisti e costruttori di orologi solari) e pensava di avere detto tutto quello che c'era da dire. Ma all'inizio di quest'anno sono stati scoperti altri due orologi di cui uno nel museo di Gand. La descrizione dettagliata di questo orologio è trattata in questo articolo.

●La *Redazione* in questo articolo descrive un problema "gnomonico" che è stato sottoposto durante un esame finale di matematica in una scuola secondaria. Il problema è piuttosto semplice poiché si richiede in quali giorni la massima altezza del Sole determina un'ombra uguale alla altezza del monumento (una stele composta da tre strisce sinusoidali che si svolgono in altezza disposte in pianta a 120° tra loro). Viene data la soluzione del primo giorno e si chiede di calcolare il valore dell'altro giorno fornendo alla studente una formula ed una tabella. Chi fosse interessato può scaricare il problema in https://havovwo.nl/vwo/vwa/bestanden/vwa21iiopg3.pdf

●Seguono due piccoli articoli a cura della *Redazione* uno riguardante un orologio solare (che ritroviamo in copertina) in cui l'eliodromo è stato colorato in modo diverso tra le varie curve diurne ed uno riguardante un orologio solare effimero posizionato fino al 03 ottobre al castello di Warmelo a Diepenheim (Twente); questo orologio era realizzato come un comune castello di sabbia.

●*Frans Maes* rende noto della demolizione di due orologi solari a Leida. Uno orizzontale per fare posto ad un parcheggio interrato, e l'altro verticale sulle pareti di un vecchio mulino industriale che verrà abbattuto per fare posto ad un hotel.

●Sempre *Frans Maes* scrive la prima puntata di un articolo che si prefigge di descrivere lo sviluppo degli orologi solari attraverso i secoli. In questo primo capitolo vengo illustrati alcuni orologi solari fino al XVIII secolo.

●*Eric Daled* recensisce un libro in lingua catalana scritto da Francesc Clarà dal titolo "La costruzione di modellini di orologi solari". Chi fosse interessato veda www.gnomonica.cat/botiga. Il suo prezzo è di 28,30 € (spese di spedizione comprese).

●Chiude il numero la consueta rubrica di quiz proposta da Frans Maes. Oltre al nuovo quiz, essa presenta la soluzione al quiz del numero precedente, che riprendeva quello pubblicato sul n. 24 della nostra rivista.

***"Zon&Tijd"** delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga*
Bulletin 2021.4 – nr 139

Indice

Editoriale: Sulla percezione del tempo	Redazione
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese	H. Schipper
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Fiamminga	E. Daled
Tabella dell'equazione del tempo e della declinazione solare 2022	F. Maes
L'orologio solare "Delden-05"; uno sguardo più da vicino	W. Boersma
Dal corso all'orologio solare sulla casetta in giardino	J. Vaerewyck
Sfera armillare con meccanismo per la correzione dell'equazione del tempo - Delft-04	P. Ritmeijer
L'orologio e la meridiana	J. Decorte
Inaugurato l'orologio solare all'Huygens Building	H. Schipper
La declinazione solare in formule	F. Maes
Greenwich sulla Scheldt. La misura del tempo nel porto di Anversa durante il XIX secolo (parte 2)	J. Willems
I cappuccini fiamminghi come progettisti e costruttori di orologi solari (parte 6)	E. Daled
Resoconto della 27° assemblea generale della Associazione Gnomonica Fiamminga	E. Daled
50° Anniversario del Gruppo Specialistico Orologi Solari della Società Tedesca di Cronometria (DGC)	F. Maes
Quiz: Piazza a Visvlieter e parole crociate	F. Maes
In questo numero (indice in lingua inglese)	Redazione
Informazioni sulla Associazione Gnomonica Olandese e sulla Associazione Gnomonica Fiamminga	

Questo numero inizia con un editoriale che mostra una mascherina con addobbi natalizi e cristalli di neve stilizzati su fondo viola ci fa subito capire come saranno le feste di fine anno in Olanda e Belgio. La percezione del tempo in questo periodo di pandemia continua ad essere dilatata. Malgrado la delusione sull'effetto risolutore dei vaccini, e il riacutizzarsi della diffusione del virus, la Redazione conclude con un augurio di speranza natalizio e di un buon e soleggiato anno nuovo pur citando una canzone del cantante e cantautore Cornelis Vreeswijk (1937-1987): "Forse domani sarà migliore, ma non sarà mai buono del tutto".

Hans Schipper ci dà qualche notizia circa il Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese. Resta in forse la riunione "in presenza" del 15 gennaio a Tricht. Una nuova legge impone maggiori obblighi alle associazioni giuridiche e quindi anche l'Associazione Gnomonica Olandese si sta adeguando. Verranno distribuite mediante estrazione a sorte tra i membri della associazione alcuni oggetti gnomonici facenti parte della eredità dello gnomonista Chris Doomernik deceduto nel 2010 e donati dalla figlia. Si cerca un altro volontario da affiancare a Lidi Schoorel per il controllo della cassa. Il corso base di gnomonica è ricominciato alla fine di settembre, con sette studenti olandesi e quattro fiamminghi. Tre annunci concludono le informative: Jelle Kleefstra mette a disposizione sul sito le tabelle di declinazione solare ed EdT in formato Excel dal 2017; Hendrik Hollander ha rinnovato il suo sito https://www.zonnewijzer.nl; Roger Torrenti ha lanciato una nuova rivista di gnomonica in lingua francese per neofiti "Cadrans Solaires pour Tous" www.cadrans-solaires.info.

●*Frans Maes* comunica che la tabella dell'equazione del tempo e della declinazione solare annuale si trova su un foglio sciolto allegato alla rivista, e anche sul sito. È stata tratta dalle Effemeridi Nautiche in quanto il curatore Thijs de Vries, che ha dato il suo contributo per quasi 40 anni, per motivi di salute non può più occuparsene.

●Il primo articolo è a cura di *Wytze Boersma* allievo del corso di gnomonica 2020/21. Dopo aver terminato il corso di gnomonica, Wytze ha iniziato a studiare gli orologi solari nella sua città natale, Delden. Nelle vicinanze di casa sua ha scoperto l'esistenza di un orologio solare poliedrico (mezzo rombocubottaedro) formato da 17 facce su 13 delle quali furono ricavati altrettanti orologi solari. Una dettagliata analisi dell'orologio viene riportata in questo bellissimo articolo.

●*Jo Vaerenyck* firma il secondo articolo. Anch'egli è un allievo del corso di gnomonica. Dopo aver terminato il corso Jo ha progettato un orologio solare con linee orarie e diurne sulla sua casetta nel giardino. Ha usato come gnomone il vertice di una tavoletta di legno fissata all'incrocio delle due falde del tetto, sul cornicione. Successivamente, ha aggiunto altri 4 orologi solari più piccoli sulla porta: uno ad ore babiloniche, uno ad ore italiche, uno che indica la parte trascorsa del giorno di luce, uno con le curve di altezza solare e di azimut. È in fase di progettazione un indicatore che impostando la data tramite una rotellina calcola in automatico la somma delle due correzioni da applicare per leggere l'ora civile (EdT e differenza di Longitudine dal fuso orario di appartenenza).

●*Peter Ritmeijer* ha studiato il meccanismo di correzione dell'EdT della sfera armillare censita con il codice "Delft-04". Essa ha l'anello delle ore mobile che viene ruotato mediante una camma, la cui forma ricorda il grafico polare dell'EdT. Peter ha analizzato il funzionamento del meccanismo, che sembra corretto.

●Viene pubblicato un articolo postumo a firma di *Jos Decorte* : un filologo e filosofo morto in un incidente stradale nel 2001. Si tratta di una dissertazione sull'ora legale estiva. In ottobre, quando finisce l'estate, l'orologio viene riportato indietro di un'ora: in questo saggio filosofico Decorte inizia a chiedersi se quest'ora sia così sradicata dalla storia. Questo lo porta a considerare la natura del tempo e lo riporta alla sua giovinezza.

●*Hans Schipper* ci racconta del restauro del doppio orologio solare inaugurato il 15 settembre scorso sull'edificio Huygens dell'Università Radboud di Nimega. Si tratta di un doppio quadrante verticale con indicate le semi-lemniscate orarie a passi di mezz'ora. Una targa informativa ne illustra le modalità di lettura e costruttive.

●*Frans Maes* analizza alcune formule semplificate per ricavare la declinazione solare e determina l'accuratezza delle approssimazioni a uno e due termini. Con un solo termine, le differenze sono dell'ordine di un grado sessagesimale, mentre con due termini l'accuratezza arriva al centesimo di grado sessagesimale.

●*Joris Willems* continua in questa seconda puntata il suo studio sulla misura precisa del tempo nel porto di Anversa. Nello scorso numero è stata pubblicata la prima parte, nei prossimi numeri saranno pubblicate altre due puntate.

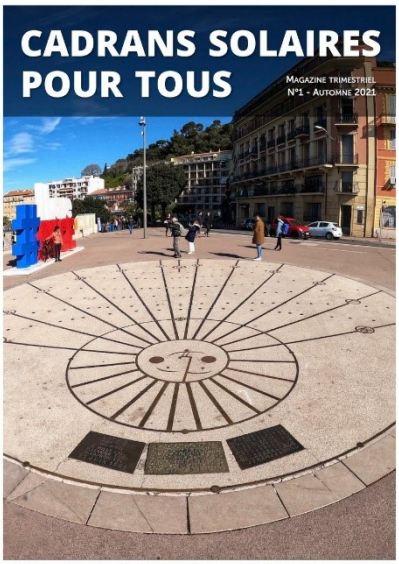
●*Eric Daled* aveva già pubblicato negli anni scorsi 4 puntate sui cappuccini fiamminghi come progettisti e costruttori di orologi solari; nello scorso numero (puntata 5) riporta la scoperta di due orologi solari fiamminghi multipli. Il primo è nel museo della città di Gand ed è descritto dettagliatamente in quell'articolo. Il secondo è attualmente in una collezione privata ed è descritto nell'articolo di questo numero.

●*Eric Daled* esegue un ampio resoconto della 27° Assemblea Generale della Associazione Gnomonica Fiamminga avvenuto finalmente "in presenza" sabato 23 ottobre 2021 all'M-Hotel di Genk. Per celebrare il 25° anniversario dell'associazione, rinviato lo scorso anno si è svolto un tour gnomonico nel vicino "Zonnewijzer Park" (Parco degli orologi solari) recentemente rinnovato. Approvate le relazioni annuali 2021 e la proposta di bilancio 2022.

●*Frans Maes* relaziona sul 50° anniversario dalla fondazione del Gruppo Specialistico Orologi Solari (Fachkreis Sonnenuhren) della Società Tedesca di Cronometria (DGC). La conferenza annuale si è tenuta a Ladenburg (Odenwald) all'inizio di agosto, vicino a Weinheim, dove la società è stata fondata il 25 settembre 1971. È stato pubblicato per l'occasione un libro celebrativo con molte notizie storiche al suo interno. Sono descritte tra l'altro le attività per la creazione di un database di meridiane fisse (attualmente oltre 15.000 in Germania e 3500 in Svizzera), di un archivio di immagini e di una biblioteca che comprende diversi archivi. Oltre al libro, i partecipanti hanno ricevuto una medaglia, un tappetino per il mouse, un adesivo e due orologi solari "origami" da tagliare piegare e incollare, tutti con il logo del gruppo e le date 1971-2021. La medaglia (Ø 40 mm) riporta sul verso l'impronta dell'antica meridiana delle Fuchs'sche Mühle, progettata da Otto Seile nel 1972, e i nomi dei sei fondatori del gruppo in ordine alfabetico.

●*Frans Maes* conclude la rivista presentando la soluzione del quiz precedente ed un nuovo quiz sotto forma di cruciverba.

"Cadrans Solaires pour Tous"
N. 1 - Autunno 2021



Editoriale
Attualità
Un orologio del pastore trasformato in bussola solare — Bernard Trevisan
Possibili tappe per introdurre un orologio solare in una classe scolastica — Joël Petit
Una iniziativa creativa: il "Colonnato" — Claude Gahon
Orologi solari in Togo — Doh Koffi Addor
L'orologio solare più grande del Mondo? — Roger Torrenti
Ben più che un mezzo per conoscere l'ora — Yves Opizzo
Da Cadsol a una mappa interattiva — Jean-Luc Astre
Orologi solari in carta che si possono montare da soli — David Alberto
La parola a uno Gnomonista — Pierre-Louis Cambefort
La parola a un costruttore di orologi solari — Virginie Moruzzi Six, Emmanuel Six
Zoom su…
Per rilassarsi
Soluzioni dei quiz
La posta del lettori

Il primo numero di questa nuova rivista (31 pagine) inizia con un Editoriale che presenta gli scopi e la natura di questa nuova pubblicazione creata da Roger Torrenti e rivolta al largo pubblico (vedi rubrica Notizie Gnomoniche in questo stesso numero di Orologi Solari).

Seguono due pagine di brevissime notizie e curiosità sugli orologi solari.

L'articolo di *B. Trevisan* presenta un orologio d'altezza cilindrico, del tipo detto "orologio del pastore", con curve corrispondenti ai diversi Azimut anziché alle diverse ore; lo strumento può così essere usato come bussola solare.

Joël Petit nel suo articolo tratta dell'introduzione in una classe scolastica dei concetti alla base sulla misura del tempo attraverso la posizione del Sole; l'articolo proseguirà sul prossimo numero.

Claude Gahon presenta un orologio-scultura con serie di "colonne" (dei profilati a L, uno per ogni ora) disposti su una ellisse. La lettura può avvenire sia come su un orologio ad angolo orario (sulla testa di ciascun profilato vi sono una faccia con taglio "polare" e una linea oraria sull'altra faccia) sia come su un orologio analemmatico orizzontale.

D. Koffi Addor ci racconta di due giornate per la scoperta dell'astronomia organizzate in Togo nel 2021, e descrive la configurazione che hanno gli orologi solari in quel Paese, con latitudine di circa 0°: le meridiane sui muri verticali affacciati a N o a S hanno le linee orarie equispaziate di 15°, e quelle orizzontali hanno le linee orarie parallele tra loro.

R. Torrenti discute su quale potrebbe essere la meridiana più grande del Mondo, ipotizzando di usare come gnomone strutture di grande altezza, naturali (la torre Eiffel e il grattacielo Burj Khalifa di Dubai) o naturali (il monte Fujiama).

In un breve articolo *Y. Opizzo* ci ricorda come gli orologi solari, e anche gli antichi orologi meccanici, non siano solo strumenti per conoscere l'ora, ma anche preziosi testimoni della cultura scientifica e tecnica del passato.

J. L. Astre presenta le pagine Web da lui sviluppate per mostrare su una mappa le schede degli orologi solari censiti nell'inventario francese (cartecs.web-pages.fr). Presenta inoltre il software per il calcolo degli orologi solari da lui sviluppato e liberamente scaricabile dal Web (cadsol.web-pages.fr).

L'articolo di *D. Alberto* presenta quattro orologi solari in cartoncino facilmente costruibili, anche grazie ai disegni scaricabili come pdf: tre di altezza (una cappuccina, un orologio del pastore e un quadrante) e uno su piano polare.

P. L. Cambefort e il duo *V. Moruzzi Six - E. Six* offrono alcune riflessioni sul loro percorso formativo e sulla loro attività: il primo come gnomonista, i secondi come autori di orologi solari in pietra (www.pierres-rosette.fr).

Seguono una seconda rassegna di brevi notizie e curiosità gnomoniche (Zoom su…) e una serie di quiz di argomento gnomonico (Per rilassarsi) con le relative soluzioni.

Infine troviamo la pagina, per ora priva di testo e occupata da una bella fotografia, destinata alle future lettere dei lettori.

"La Busca de Paper" della Societat Catalana de Gnomonica (SCG) N. 99 – Estate 2021

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

Gli artisti Catalani e la Gnomonica (I) — Eduard Farré
Mitologia classica e Astronomia (III) — Josep Ma Casals
Durata del giorno — Gabriel Guix

L'orologio solare dell'eremo di Sant Antoni d'Oliva — José Fenollar
Essere o non essere (un orologio solare) questo è il problema — Rosa Boyer
"Il mondo magico delle montagne 2020" a Seu d'Urgell — Joan Vázquez Fernández

Il notiziario dedica le prime pagine all'esame dell'attività gnomonica di alcuni artisti catalani (Architetti, Ceramisti, Pittori etc) prendendo in esame quelli che hanno operato nel periodo che va dall'inizio del 900 ad oggi. L'articolo (E. Farré) è solo una prima puntata dell'argomento. L'analisi critica si estende ai criteri grafici, al confronto con lo sviluppo parallelo delle "mode" e delle scuole.

J.M. Casals pubblica la terza ed ultima puntata del suo interessante confronto fra la Mitologia e i nomi assegnati alle stelle. Testo e immagini di opere d'arte, che rappresentano dei ed eroi, si alternano nella piacevole scoperta dei miti trasferiti nel cielo.

Segue un articolo tecnico (G. Guix) che sviluppa il problema matematico della durata delle ore diurne, relativamente a data e latitudine, tenendo presente i problemi di rifrazione.

J. Fenollar si occupa degli orologi siti nel prospetto principale della Cappella dell'eremo di Sant Antoni, che dovrebbero essere inclusi in un progetto di restauro dell'intera facciata della chiesa.

Per l'articolo che segue (R. Boyer), già dal titolo umoristico si deduce che l'autrice ha voluto divertirsi a costruire un vero e proprio trattato ricco di fotografie, di quadranti che non sono più, o non sono mai stati orologi solari, da quello privo di gnomone o coperto da altre costruzioni, a quello puramente decorativo costruito all'interno di un locale o all'inizio di una via.

L'ultimo testo (J.V. Fernández) è il rapporto di un convegno avvenuto in occasione del solstizio invernale indetto per il restauro di un orologio solare nel Parc de Segre, seguito da una illustrazione dei principi generali della gnomonica spiegati ad una ventina di partecipanti. Con l'occasione l'autore illustra anche la proiezione meridiana dell'immagine solstiziale del Sole all'interno della cattedrale di Santa Maria d'Urgell.

Pubblicazioni

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

Francesc Clarà

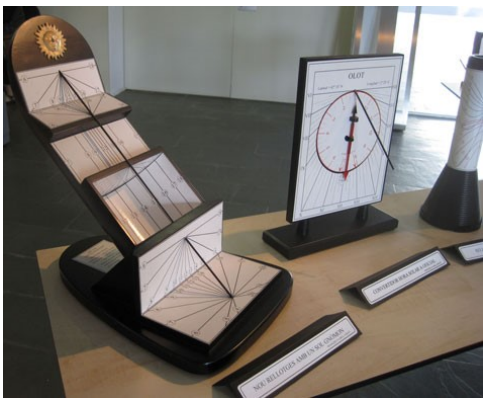
Costruzione di modelli di orologi solari
(Construcció de maquetes de rellotges de sol)

Pubblicato: 2021
Lingua: Catalano
Editore: Societat Catalana de Gnomònica
Pagine: 209
Formato: 14,8 x 21 cm (A5), con legatura ad anelli
Prezzo: 21,5 Euro

Lo gnomonista catalano Francesc Clarà, autore di molte meridiane e già noto ai nostri lettori per aver pubblicato alcuni articoli sulla rivista, ha approntato un libro con i piani progettuali per costruire molti modelli di orologi solari, che la "Societat Catalana de Gnomònica" ha pubblicato con la prefazione del suo presidente Eduard Farré.

Il libro è suddiviso in 6 capitoli
- orologi equatoriali
- orologi orizzontali e verticali
- orologi su superfici polari;
- orologi multipli (compreso un modello con ben 25 facce)
- orologi di tipo particolare (scafi, anelli, con gnomone multiplo, ecc…)
- orologi di tipo proiettivo (analemmatici, Foster-Lambert ecc…).

In tutto son presentati 44 modelli, per un totale di 104 orologi solari. Per ciascun modelle sono riportati: disegni, fotografie a colori, calcoli di progetto e indicazione per la costruzione, arrivando anche ai consigli sui materiali e sugli strumenti di lavoro



In precedenza Clarà aveva già esposto i suoi modelli in alcune mostre (figura a fianco).

Grazie alle informazioni dettagliate contenute nel testo, questo libro non appare semplicemente come una raccolta di schemi per modelli di orologi solari, ma può considerarsi un vero e proprio trattato sulla gnomonica di base.

Le pagine sono rilegate mediante 16 anelli, sistema che consente di aprire completamente il libro, facilitando una eventuale copiatura degli schemi.

Il libro è scritto in lingua catalana: un ostacolo non insuperabile per i lettori di lingua italiana.

La pagina del sito della Societat Catalana de Gnomònica che presenta il libro è:
www.gnomonica.cat/index.php/14-noticies/505-construccio-de-maquetes-de-rellotges-de-sol

Alla pagina www.gnomonica.cat/botiga si può acquistare il libro, al costo di 2,5 Euro, più 6,8 Euro per spese postali.

Notizie gnomoniche

a cura della redazione (redazione@orologisolari.eu)

Incontro a Varese... in attesa del Seminario - 19 Settembre 2021

Il 23° Seminario Nazionale, previsto inizialmente ad Ala di Stura (To) nel maggio 2020, continua a spostarsi nel tempo causa Covid ed è diventato ormai un miraggio lontano... le ultime previsioni sono per la primavera 2022 e speriamo non si rendano necessari nuovi rinvii ! Ma la voglia di incontrarsi e di parlare di gnomonica è tanta e quindi una scappatoia temporanea è stata trovata.

La passata domenica 19 Settembre un gruppo di 20 gnomonisti si è ritrovato a Varese, frazione S. Ambrogio, per un breve incontro. Lo scopo principale era quello di rivedersi dopo tanto tempo dall'ultimo seminario, discorrere un po' dei nostri lavori, scambiarsi opinioni...

Promotore dell'incontro lo gnomonista Roberto Baggio che pur in attesa di un felice evento (l'imminente arrivo del nipotino Matteo) ha saputo organizzare tutto perfettamente. I partecipanti sono stati circa una ventina provenienti da tutto il nord Italia: non solo gnomonisti ma anche consorti ed accompagnatori.

Una parola sulle condizioni atmosferiche: è stata forse la domenica più tempestosa dell'estate varesina ! Dicono i bollettini meteo che in un giorno è caduta la quantità di pioggia che normalmente cade in un mese, con ovvie conseguenze disastrose: allagamenti e crolli. Ma la gnomonica ha superato ben altre prove nei secoli !

Ci si è quindi ritrovati a metà mattinata nella zona nord della città, in un clima tutto sommato inizialmente accettabile: un po' di pioggia ma niente di più. Dopo una sosta di ristoro in un bar, la nostra guida ci ha portati con una breve passeggiata a visitare i Mulini Grassi: un vasto edificio costruito su vari livelli che segue le caratteristiche del fiume Olona e delle sue piccole cascate.

Si tratta di un tipico mulino di montagna alimentato dall'alto con una ruota a tasche di grosse dimensioni contenente una serie di ingranaggi in ghisa e denti di legno che azionano due palmenti, uno per il mais e l'altro per il grano. A fianco del mulino resta ancora un tratto della vecchia "rizzada", la strada a ciottoli che portava da Varese al Sacro Monte.

Qui sono visibili quattro belle meridiane (IT74 e IT75 in Fig. 1, IT76, IT3744) ad ore francesi ed ore italiche che risalgono al XVII/XVIII secolo.

Fig. 1 - Due delle quattro meridiane visibili ai Mulini Grassi (IT74 e IT75) – foto di R. Baggio

Nel frattempo il maltempo aveva ripreso vigore ed il gruppo di gnomonisti, riparato dalla forte pioggia sotto uno spiovente nel cortile del caseggiato che andava un po' alla volta allagandosi, attendeva i soccorsi... che sono a breve arrivati nelle figure di Francesco Baggio e di altri colleghi che con le loro auto hanno portato tutti in salvo !

Dopo un lauto pranzo in un ristorante della zona, Baggio ha guidato i restanti volenterosi a visitare il Sacro Monte di Varese: viaggio in autobus e quindi in funicolare fino alla cima del monte (da cui si gode una vista meravigliosa della pianura sottostante e del lago di Varese poco più lontano).

Il Sacro Monte è costituito da quattordici cappelle, dedicate ai Misteri del Rosario, che conducono al santuario di Santa Maria del Monte, luogo di pellegrinaggio sin dal Medioevo, che funge da quindicesima cappella.

Fig. 2 - Cappella VII: la flagellazione - Wikipedia

Da qui si è partiti percorrendo a ritroso, in discesa, il percorso sacro, seguendo la guida che ha dato prova di una ammirevole conoscenza non solo gnomonica ma anche storica ed artistica dei luoghi.

Ogni cappella contiene una raffigurazione plastica di una scena del Rosario costituita da statue a grandezza naturale dalla impressionante espressività (in Fig. 2 la scena della flagellazione).

Naturalmente durante la discesa verso la città si sono incontrato altre meridiane (IT15318, IT64 e IT61 in Fig. 3), tutte pregevoli opere del XVII/XVIII secolo.

Poco prima del rientro a S. Ambrogio si è potuto ammirare un interessante quadrante realizzato a metà dell'800 dallo gnomonista Giovanni Bianchi sulla sua casa natale recentemente restaurata dagli eredi insieme con il quadrante (IT06 in Fig. 4).

Peccato per il tempo atmosferico: dopo gli scrosci d'acqua del mattino il cielo si è rasserenato ma con temperature estremamente gelide; in un bel giorno di primavera la gita sarebbe stata assai più godibile.

La bella giornata trascorsa richiama immediatamente alla mente due idee.

La prima: perché non proporci più spesso un incontro tra un seminario (e un Covid) e l'altro ? E visitare luoghi gnomonici sempre nuovi ?

E poi: perché non organizzare un prossimo Seminario Nazionale proprio a Varese ? Il patrimonio gnomonico è sicuramente interessante ed un più che valido organizzatore in loco ce l'abbiamo...

Fig. 4 - Quadrante solare universale (IT06)
foto di E. Schibuola

Fig. 3 – Quadrante ad ore italiche su parete curva e declinante quasi esattamente ad est (IT61)
foto di E. Schibuola

Una mostra su 'Il Sole e il tempo'

Dal 13 Novembre al 4 Dicembre è stata aperta la mostra 'IL SOLE E IL TEMPO' curata da Enio Vanzin.

Allestita presso il centro Skholè di San Biagio di Callalta (TV), ha inaugurato l'apertura di questo nuovo polo culturale, che sarà sede dell'Associazione Callis Alta, promotrice nel territorio di iniziative ed eventi culturali.

La mostra espone una raccolta particolare di orologi solari che affrontano le diverse tecniche usate nel corso dei secoli per misurare il tempo con il Sole. Realizzati interamente a mano dallo stesso Vanzin, con materiali come ardesia, ottone, legno, sono nati traendo spunto da progetti descritti negli antichi trattati di gnomonica presenti nelle biblioteche pubbliche di Treviso.

Figura 1 - Enio Vanzin mentre spiega la Navicella Veneziana

L'astrolabio, realizzato secondo il progetto di Egnazio Danti descritto nel testo *"DELL' USO ET FABBRICA DELL'ASTROLABIO'* del 1578, è senz'altro uno dei pezzi più preziosi, ma non mancano l'orologio del pastore, il notturnale, la navicella veneziana, una meridiana acustica e tanti altri, con una varietà in grado di offrire un quadro abbastanza compiuto dei principi basici e costruttivi degli strumenti solari del passato.

Non manca una ricca galleria fotografica delle tante meridiane realizzate dallo stesso Autore, dipinte su pareti di case ed edifici pubblici, corredate di informazioni sui sistemi orari, sulle indicazioni calendariali, sulle tecniche pittoriche adottate, nonché sulle fasi seguite nel caso di restauri conservativi.

A sottolineare il valore didattico della mostra, rivolta anche alle scolaresche, lo stesso autore ha predisposto un interessante strumento capace di simulare il moto apparente diurno e annuo del Sole e di visualizzare il conseguente percorso dell'ombra generata da uno stilo su un piano orizzontale .

Nonostante il periodo ancora legato alle incertezze e limitazioni dovute al Covid, l'affluenza è stata numerosa e variegata in termini di età e provenienza geografica e ha confermato il grande interesse, la curiosità e la sorpresa, che questi strumenti misteriosi e sconosciuti ai più, suscitano anche in un pubblico di 'non addetti ai lavori'.

La mostra si è chiusa con una conferenza di Vanzin sulle **Meridiane nel Trevigiano** un territorio particolarmente ricco di antiche e nuove meridiane: ne conta ben 948 tra le 2359 censite in Veneto in Sundial Atlas, ma sono sicuramente molte di più. Treviso è tra le provincie venete quella che conta il maggior numero di orologi solari censiti.

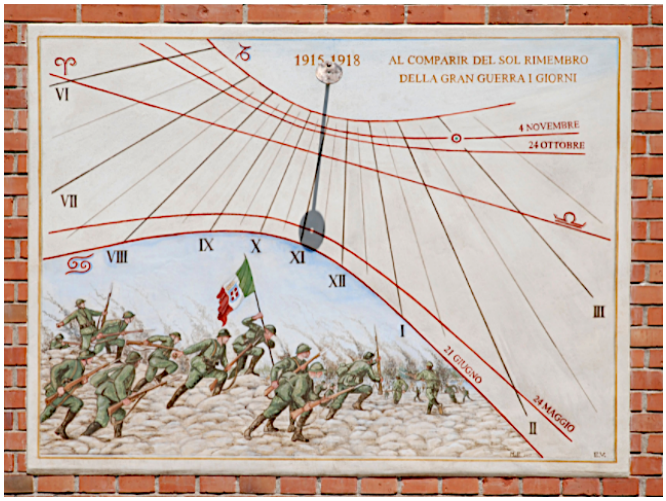


Figura 2 – La Meridiana della Grande Guerra, realizzata presso la Scuola Media di San Biagio di Callalta in occasione del centenario della fine della Grande Guerra, con le date degli eventi più significativi del tempo, IT14818.

Con l'auspicio che questa esperienza possa suscitare nuovo interesse per questi testimoni del tempo e la speranza di vedere restaurate e protette quelle poche giunte fino a noi dal passato, nell'occasione si è voluta ribadire la volontà di coinvolgere le realtà locali delle Proloco per creare, nei paesi del territorio, percorsi guidati alla ricerca delle meridiane, un obiettivo che gli gnomonisti trevigiani si sono dati dopo uno degli ultimi Seminari di gnomonica tenuto a Valdobbiadene nel 2017.

Alcuni degli strumenti esposti in mostra e la variegata attività di Enio Vanzin, gnomonista e astrofilo, è raggiungibile al link https://astrolabon.jimdofree.com/note-biografiche/

Figura 3 – Una veduta d'insieme della mostra.

Il "Fachkreis Sonnenuhren" della DGC compie 50 anni

Il Gruppo Specialistico sugli Orologi Solari (Fachkreis Sonnenuhren, fksu.wordpress.com/ueber) della Società Tedesca di Cronometria (Deutsche Gesellschaft für Chronometrie, www.dg-chrono.de) è nato nel 1971 e ha dunque raggiunto i 50 anni di attività.

L'anniversario è stato celebrato con una cerimonia sul luogo della fondazione (la città di Weinheim), nonché con una medaglia e con una pubblicazione di 200 pagine, entrambe distribuite ai soci e agli analoghi gruppi stranieri (compresa la rivista Orologi Solari).

Il libro pubblicato, che include anche numerose illustrazioni, si apre con i saluti del presidente della DGC e delle associazioni gnomoniche straniere (il Coordinamento Gnomonico Italiano, l'UAI e la rivista Orologi Solari hanno insieme inviato il saluto degli gnomonisti italiani). Il libro riporta poi: la storia del Gruppo Specialistico, i profili dei personaggi più importanti che in esso hanno lavorato, dati su 100 anni di documentazione sulle meridiane nei paesi di lingua tedesca e notizie sugli archivi e sulla biblioteca del Gruppo.

Una nuova rivista di Gnomonica

Roger Torrenti, già presidente della francese Commissiom des Cadrans Solaires ha lanciato una nuova rivista sugli orologi solari rivolta al grande pubblico, vale a dire anche ai non esperti in campo gnomonico. Intitolata "Cadrans solaires pour tous" (Orologi solari per tutti) la rivista è in lingua francese e il primo numero (Autunno 2021, di 32 pagine) è già stato pubblicato: in nostri lettori troveranno la relativa recensione nella rubrica Rassegna di riviste gnomoniche di questo numero.

La rivista avrà cadenza trimestrale (per Dicembre 2021 è previsto il secondo numero) ed è scaricabile liberamente come file pdf; può però anche essere acquistata in versione cartacea (proprio come la nostra rivista). L'indirizzo per scaricare questo primo numero è:
www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2021/12/Mag_CSpourtous_n1.pdf

Roger Torrenti è anche l'autore di un corso MOOC (Massive Online Open Course) riguardante gli orologi solari www.cadrans-solaires.info al quale sono anche associati un libro introduttivo e un Forum dedicati all'argomento.

Gnomonica nel Web

Novità gnomoniche ad Ala di Stura

Come sanno tutti gli gnomonisti italiani (e non solo questi) il prossimo Seminario Nazionale di Gnomonica si svolgerà nel paese di Ala di Stura (To).

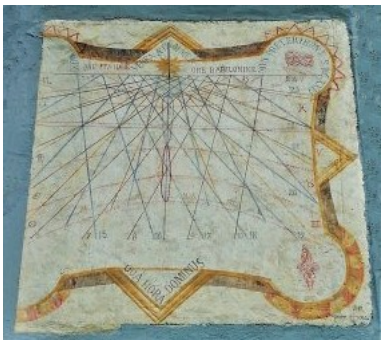
Convocato inizialmente per la primavera 2020, è stato poi a più riprese rimandato a causa della epidemia di Covid19. La previsione attuale è per la primavera 2022 ma la situazione epidemica in Italia, benché migliore che altrove, non fa ben sperare.

L'amministrazione comunale di Ala nel frattempo si è comunque mossa diligentemente per rinnovare gli strumenti che i visitatori possono utilizzare per organizzare la loro visita.

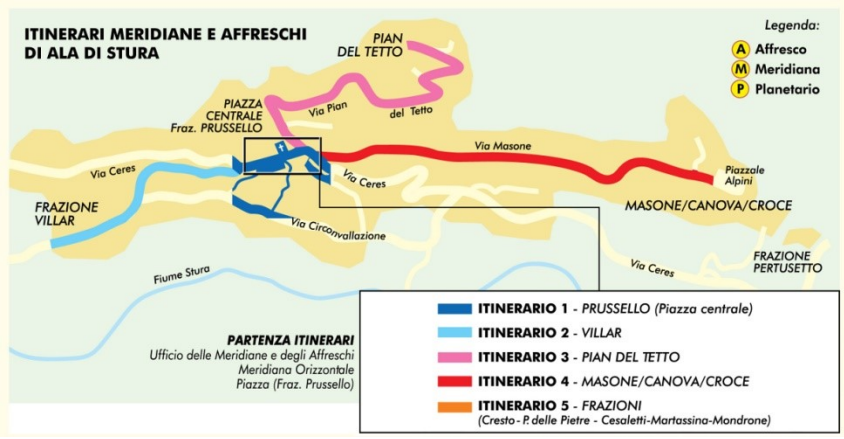
A tale scopo il sito web dedicato al patrimonio artistico di Ala (che ricordiamo non è solo quello delle meridiane ma anche quello degli affreschi) è stato recentemente rimesso a nuovo e può essere visitato utilizzando l'indirizzo: https://progettomeridiane.comunealadistura.it/).

Nella prima pagina sono disponibili due filmati: il primo ci guida nella visita alle borgate del paese ed alla visione delle meridiane e degli affreschi che numerosi ornano le pareti delle case, il secondo presenta tutti gli aspetti caratteristici del luogo, ovvero, oltre a meridiane ed affreschi, le *chintane* (il nome che hanno gli stretti vicoli tra le case), i sentieri montani, gli impianti sciistici e tanto altro.

Ala di Stura, come molti dei nostri paesi di montagna, è costituito da ben 22 frazioni che si snodano lungo la valle.



Un complesso quadrante sulla *Casa delle Meridiane*



La mappa generale dei percorsi delle meridiane e degli affreschi

La sezione del sito *Le Frazioni* è pertanto dedicata alla descrizione di questi nuclei abitati, ognuno con la sua storia e le sue risorse: una interessante meta per una viaggio.

La sezione *I Percorsi* ci guida alla visita gnomonica del paese e descrive 9 diversi tracciati.

Non è possibile consigliare uno o più di questi tralasciandone altri: sono tutti interessanti e non solo per le meridiane ma anche per gli affreschi (il più antico del 1500) che le affiancano.

Conviene quindi spostarsi in auto lungo la valle e percorrere poi a piedi le *chintane* che attraversano le frazioni potendo così osservare con calma meridiane ed affreschi.

Utili a questo scopo le mappe che, oltre ad essere scaricabili dal sito web, sono disponibili presso l'*Ufficio delle Meridiane e degli Affreschi* nel capoluogo Prussello.

Oltre alle suddette mappe, in ogni frazione è dislocato un cartello completo di mappa e di descrizione delle opere presenti nel sito.

Questa cartellonistica è stata oggetto di una profonda ristrutturazione nei mesi scorsi (e ne aveva proprio bisogno dopo tutti questi anni !).

In particolare è stata introdotta una sostanziale modifica alla descrizione delle opere: questa è stata sostituita da un QR code che rimanda alla pagina web che descrive i quadranti e gli affreschi del luogo.

Alcuni sicuramente storceranno il naso di fronte a questa rivoluzione. In realtà, superato un comprensibile disagio iniziale, soprattutto nei più anziani tra noi, e presa l'abitudine ad accedere a questa funzione, se ne possono apprezzare i meriti: il contenuto del web non è limitato alla superficie fisica del cartellone e può crescere quanto si vuole, ogni modifica che si renda necessaria può essere realizzata in modo molto più semplice ed economico, ed infine il turista porta con sé l'informazione e la può consultare in qualunque momento durante la visita.

Per chi non fosse pratico: scaricare una apposita app dal web (ad esempio https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gamma.scan) ed inquadrare il codice tramite la telecamera del telefono. Riconosciuto il codice, basta cliccare sul link fornito dalla app per aprire la pagina web.

Speriamo di poterla utilizzare presto in occasione del nostro Seminario !

La bacheca della frazione Villar

Quiz

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

Orientarsi con gli Scout

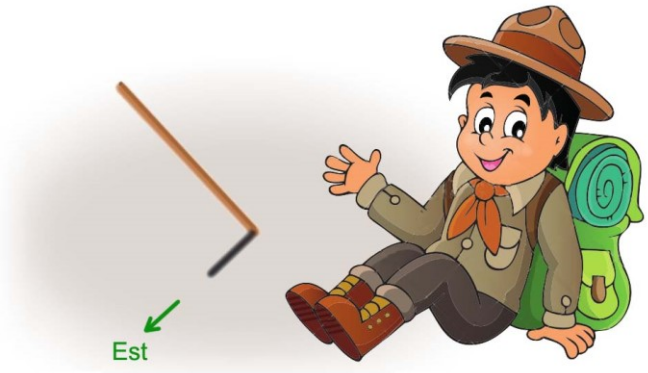
In un messaggio alla lista GnomonicaItaliana, del 7 agosto 2021, Daniele Engaddi ha ricordato un semplice metodo, appreso presso gli Scout, per trovare i punti cardinali con l'aiuto del Sole. Questo metodo può essere così sintetizzato:

> Si conficca anzitutto un bastone nel terreno, orientandolo in modo che la sua ombra si annulli, vale a dire che sia puntato esattamente verso il Sole. Dopo circa mezz'ora si osserva l'ombra del bastone: la direzione dell'ombra indicherà il punto cardinale Est.

Il messaggio relativo a questo metodo, affascinate nella sua semplicità, non ha ricevuto commenti sulla lista. Noi domandiamo perciò ai nostri lettori:

- Quali osservazioni generali possiamo fare sulla precisione di questo metodo?
- Quale errore si commette utilizzandolo nel giorno 8 Agosto, alle ore 15 vere, in una località a 40 gradi di Latitudine Nord?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]



Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 25 di Orologi Solari

Una Babele di ore

In un certo momento,
mentre a Parigi si è esattamente a metà della terza ora Temporale (o Antica),
a Roma sono giusto le ore 14 Italiche.
Qual è in quello stesso momento l'ora Babilonica di Berlino?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]

41,90° N 12,50° E

52,52° N 13,41° E

48,85° N 2,35° E

Soluzione

La chiave per la soluzione di questo Quiz sta nel trovare anzitutto il valore della declinazione solare che, nell'ora Temporale indicata per Parigi, porta all'ora Italica indicata per Roma. (Nota)

Noto il valore della declinazione solare si trovano poi facilmente l'angolo orario a Parigi e l'ora Babilonica di Berlino.

Iniziamo con l'osservare che, conteggiando le ore Temporali da 0 (sorgere del Sole) a 12 (tramonto), il numero che esprime il punto di mezzo della terza ora è 2,5. L'ora Temporale di Parigi nel momento considerato è quindi $T_P = 2{,}5$.

L'angolo orario al momento del tramonto del Sole a Parigi è:

$Ht_P = \arccos(-\tan\varphi_P \tan\delta)$

dove φ_P è la latitudine di Parigi e δ è la declinazione solare.

L'angolo orario a Parigi in corrispondenza dell'ora Temporale T_P di Parigi è:

$H_P = -Ht_P + Ht_P T_P/6 = Ht_P (T_P - 6)/6$

Nello stesso momento l'angolo orario a Roma è:

$H_R = H_P + \lambda_R - \lambda_P$ dove λ_R e λ_P sono rispettivamente le longitudini di Roma e di Parigi.

L'angolo orario a Roma al momento del tramonto del Sole è:

$Ht_R = \arccos(-\tan\varphi_R \tan\delta)$ dove φ_R è la latitudine di Roma.

L'ora Italica a Roma in corrispondenza dell'angolo orario H_R è:

$I_R = [(H_R - Ht_R)/15] \pm 12$ (il segno davanti al 12 va scelto in modo che I_R risulti compresa da 0 a 24)

Mettendo insieme le formule precedenti, l'ora Italica I_R di Roma al momento dell'ora Temporale T_P di Parigi è:

$I_R = \{[(T_P - 6)/6] \arccos(-\tan\varphi_P \tan\delta) - \arccos(-\tan\varphi_R \tan\delta) + \lambda_R - \lambda_P\}/15 \pm 12$

(il segno davanti al 12 va scelto in modo che I_R risulti compresa da 0 a 24)

Il calcolo numerico della formula di cui sopra, intesa come funzione di δ e valutata per $T_P = 2{,}5$, mostra che con buona approssimazione si ha $I_R = 14$ quando $\delta = 11{,}1°$

L'angolo orario a Berlino nel momento considerato è:

$H_B = H_P + \lambda_B - \lambda_P$

L'angolo orario a Berlino al momento del sorgere del Sole è:

$Hs_B = -\arccos(-\tan\varphi_B \tan\delta)$

L'ora Babilonica a Berlino è:

$B_B = (H_B - Hs_B)/15 \pm 12$ (il segno davanti al 12 va scelto in modo che B_B risulti compresa da 0 a 24)

Mettendo insieme le formule precedenti si ha, per l'ora Babilonica di Berlino:

$B_B = \{[(T_P - 6)/6] \arccos(-\tan\varphi_P \tan\delta) + \arccos(-\tan\varphi_B \tan\delta) + \lambda_B - \lambda_P\}/15 \pm 12$

(il segno davanti al 12 va scelto in modo che B_B risulti compresa da 0 a 24)

Svolgendo il calcolo della formula di cui sopra, con $\delta = 11{,}1°$ e $T_P = 2{,}5$, si ottiene: $B_B = 3{,}72$ cioè le ore Babiloniche 3 e 43 minuti.

Solutori

Mauro Cafasso
Paolo Gallo
René J. Vinck
Daniele Tosalli

(Nota: Per orientarsi nella conversone dei diversi generi di ore può essere utile l'articolo di Elsa Stocco pubblicato sul n. 22 di Orologi Solari).

Effemeridi

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

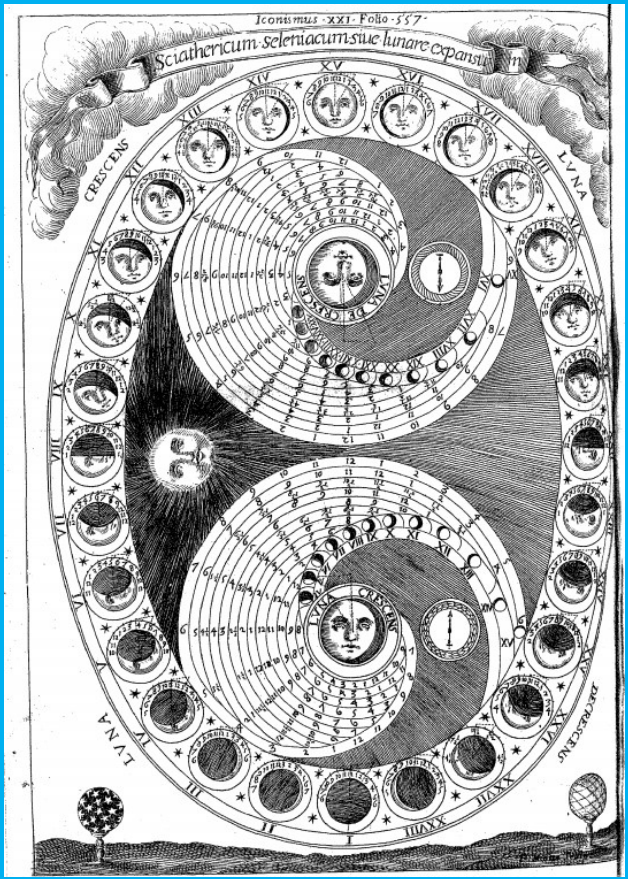
Sono sotto elencati i valori giornalieri per il 2022 della Declinazione del Sole, espressa in gradi e decimali di grado e della Equazione del Tempo, data in minuti e secondi, calcolati per le 12:00 del Tempo Medio Europa centrale. L'uso di queste effemeridi da parte dello gnomonista si può presentare sia quando si desidera ottenere il valore esatto dell'istante del passaggio del Sole al meridiano, sia quando si vuole determinare l'orientamento di una parete senza dovere ricorrere all'ausilio di un annuario o di un apposito programma di calcolo. Si sconsiglia l'uso dei valori qui riportati per tracciare sugli orologi solari le curve di Tempo Medio e quelle giornaliere o di declinazione, perché in questo caso è preferibile utilizzare le tabelle dei valori medi pubblicate su questa rivista nel numero 5 dell'agosto 2014.

Declinazione geocentrica del sole in gradi e decimali alle ore 12 del TMEC nel 2022

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1	-22,98	-17,03	-7,50	4,63	15,15	22,08	23,09	17,95	8,19	-3,27	-14,50	-21,83	1
2	-22,89	-16,75	-7,12	5,01	15,44	22,21	23,02	17,70	7,83	-3,66	-14,81	-21,98	2
3	-22,80	-16,45	-6,74	5,40	15,74	22,34	22,94	17,44	7,46	-4,05	-15,13	-22,12	3
4	-22,69	-16,16	-6,35	5,78	16,03	22,46	22,85	17,17	7,10	-4,43	-15,44	-22,26	4
5	-22,58	-15,95	-5,97	6,16	16,32	22,57	22,76	16,90	6,73	-4,82	-15,74	-22,39	5
6	-22,47	-15,55	-5,58	6,54	16,60	22,67	22,66	16,63	6,35	-5,20	-16,04	-22,51	6
7	-22,34	-15,24	-5,19	6,91	16,88	22,77	22,56	16,35	5,98	-5,58	-16,34	-22,63	7
8	-22,21	-14,92	-4,80	7,29	17,15	22,86	22,44	16,07	5,60	-5,97	-16,63	-22,73	8
9	-22,07	-14,60	-4,41	7,66	17,42	22,95	22,33	15,78	5,23	-6,35	-16,92	-22,83	9
10	-21,92	-14,28	-4,02	8,03	17,68	23,03	22,20	15,49	4,85	-6,73	-17,20	-22,93	10
11	-21,77	-13,95	-3,63	8,40	17,94	23,10	22,07	15,20	4,47	-7,10	-17,48	-23,01	11
12	-21,61	-13,62	-3,23	8,76	18,19	23,16	21,93	14,90	4,09	-7,48	-17,75	-23,09	12
13	-21,44	-13,28	-2,84	9,13	18,44	23,22	21,79	14,59	3,71	-7,85	-18,02	-23,16	13
14	-21,26	-12,94	-2,44	9,49	18,68	23,27	21,64	14,29	3,32	-8,23	-18,28	-23,22	14
15	-21,08	-12,60	-2,05	9,85	18,92	23,32	21,48	13,98	2,94	-8,60	-18,53	-23,27	15
16	-20,89	-12,25	-1,65	10,20	19,15	23,35	21,32	13,66	2,55	-8,96	-18,79	-23,32	16
17	-20,70	-11,90	-1,26	10,55	19,38	23,38	21,15	13,34	2,17	-9,33	-19,03	-23,36	17
18	-20,49	-11,55	-0,86	10,90	19,60	23,41	20,98	13,02	1,78	-9,69	-19,27	-23,39	18
19	-20,29	-11,20	-0,47	11,25	19,82	23,42	20,80	12,69	1,39	-10,01	-19,51	-23,41	19
20	-20,07	-10,84	-0,07	11,60	20,03	23,43	20,61	12,37	1,01	-10,42	-19,73	-23,43	20
21	-19,85	-10,48	0,32	11,94	20,23	23,44	20,42	12,03	0,62	-10,77	-19,96	-23,44	21
22	-19,62	-10,11	0,72	12,27	20,43	23,43	20,22	11,70	0,23	-11,13	-20,17	-23,44	22
23	-19,39	-9,75	1,11	12,61	20,62	23,42	20,02	11,36	-0,16	-11,48	-20,38	-23,43	23
24	-19,15	-9,38	1,51	12,94	20,81	23,40	19,81	11,02	-0,55	-11,83	-20,59	-23,41	24
25	-18,91	-9,01	1,90	13,26	21,00	23,38	19,60	10,68	-0,94	-12,17	-20,78	-23,39	25
26	-18,65	-8,63	2,29	13,59	21,16	23,35	19,38	10,33	-1,33	-12,51	-20,98	-23,35	26
27	-18,40	-8,26	2,68	13,91	21,33	23,31	19,15	9,98	-1,72	-12,85	-21,16	-23,32	27
28	-18,14	-7,88	3,07	14,22	21,50	23,26	18,92	9,63	-2,11	-13,19	-21,34	-23,27	28
29	-17,87		3,46	14,53	21,65	23,21	18,69	9,27	-2,50	-13,52	-21,51	-23,21	29
30	-17,60		3,85	14,84	21,80	23,15	18,45	8,92	-2,88	-13,85	-21,67	-23,15	30
31	-17,32		4,24		21,95		18,20	8,56		-14,17		-23,08	31

Equazione del Tempo in minuti e secondi alle ore 12 del TMEC nel 2022

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


Iconismus · XXI · Folio · 557 ·
Sciathericum seleniacum siue lunare expansum
CRESCENS
LVNA
LVNA
DECRESCENS