

OROLOGI SOLARI



Riccardo Anselmi Come stabilire le ore di funzionamento di un quadrante solare piano comunque orientato con la proiezione stereografica - **Stefano Barbolini** Un tracciato dell'equazione del tempo nel cielo di Firenze - **Francesco Clarà** Laboratorio di Orologi "Proiettivi" (parte 2) - **Giuseppe De Donà** La Pasqua Giuliana (parte 2) - **Alessandro Gunella** Come recuperare una vecchia meridiana servendosi di una ellisse - **Ives Opizzo** L'Apoliterra di Waldshut (parte 2) - **Fabio Savian** Solidi platonici e archimedei per la gnomonica e uno scafo poliedrico (parte 1) - **Joan Serra Busquets** Orologio multiplo a 124 facce - **Carmelo e Angelo Urfalino** Il metodo di Federico Commandino rivisto senza la costruzione dell'ellisse



rivista di gnomonica... e dintorni

www.orelogisolari.eu



CGI – Coordinamento Gnomonico Italiano

www.gnomonicaitaliana.it

groups.yahoo.com/group/gnomonicaitaliana/

Comitato di redazione

redazione@orelogisolari.eu

Ghia Luigi (coordinatore)

Anselmi Riccardo

Casalegno Gianpiero

Caviglia Francesco

Nicelli Alberto

Curatori rubriche

Lettere alla redazione: Ghia Luigi Massimo

Itinerari gnomonici: Baggio Roberto

Pubblicazioni: Ferrari Gianni

Rassegna riviste di gnomonica:

Gunella Alessandro

Notizie gnomoniche: Ghia Luigi Massimo

Gnomonica nel WEB: Casalegno Gianpiero

Classici della gnomonica:

Gunella Alessandro

Motti: Caviglia Francesco

Quiz: Nicelli Alberto

Effemeridi: Albéri Auber Paolo

La redazione declina ogni responsabilità per i danni di qualunque tipo che dovessero essere provocati da eventuali applicazioni dei metodi, delle teorie e dei dati numerici presenti negli articoli pubblicati. Gli autori dichiarano, sotto la loro responsabilità, che le immagini pubblicate nei loro articoli hanno tutte ricevuto il permesso alla loro pubblicazione.

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta o trasmessa in nessun modo, elettronico o meccanico, incluse fotocopie, senza l'autorizzazione scritta della redazione.

- 6 Come stabilire le ore di funzionamento di un quadrante solare piano comunque orientato con la proiezione stereografica
Anselmi Riccardo
- 10 Un tracciato dell'equazione del tempo nel cielo di Firenze
Barbolini Stefano
- 15 Laboratorio di Orologi "Proiettivi" (parte 2)
Clarà Francesc
- 18 La Pasqua Giuliana (parte 2)
De Donà Giuseppe
- 26 Come recuperare una vecchia meridiana servendosi di una ellisse
Gunella Alessandro
- 31 L'Apoliterra di Waldshut (parte 2)
Opizzo Ives
- 44 Solidi platonici e archimedei per la gnomonica e uno scafo poliedrico (parte 1)
Savian Fabio
- 58 Orologio multiplo a 124 facce
Serra Busquets Joan
- 62 Il metodo di Federico Commandino rivisto senza la costruzione dell'ellisse
Urfalino Carmelo - Urfalino Angelo

RUBRICHE:

- 69 Itinerari gnomonici: Bosca Giovanni
- 78 Rassegna riviste di gnomonica: Gunella Alessandro
- 91 Pubblicazioni
- 95 Notizie gnomoniche: Ghia Luigi Massimo
- 97 Gnomonica nel Web: Casalegno Gianpiero
- 99 Quiz: Nicelli Alberto
- 101 Effemeridi: Albéri Auber Paolo

In copertina: L'analemma nel cielo di Firenze fotografato da Stefano Barbolini

In quarta di copertina: Icosaedro troncato dall'articolo di Fabio Savian

Editoriale

Cari lettori, l'uscita di questo numero mi rende particolarmente felice poiché finalmente è tornato ad occuparsi di gnomonica "matematica" e grafica uno dei più geniali gnomonisti che appartengono alla nostra comunità. Sto parlando di Fabio Savian. NONVEDEVAMOLORA tutti quanti di leggerlo sulla nostra rivista. Dopo la lunga ed interminabile fatica circa la creazione di Sundial Atlas ora è tornato a "riposare" tra le formule matematiche e le sue figure "fantastiche". L'articolo che ci propone in questo numero è poco gnomonico, ma propedeutico alla seconda puntata decisamente "molto" gnomonica. Spero che questo sia il primo di una nuova lunga serie di brillanti invenzioni gnomoniche. Da parte mia e di tutta la redazione un grazie a Fabio per essere tornato a cercare di stupirci. Non solo Savian, ma anche un altro tra gli gnomonisti più preparati del panorama italiano è tornato a scrivere sulla nostra rivista e sto parlando del fiorentino Stefano Barbolini. Mi ha avvicinato durante l'ultimo seminario proponendomi uno straordinario e meticoloso lavoro di pazienza che egli è riuscito a realizzare. Non vi anticipo nulla... andate a leggere l'articolo e visionate i Bonus.

A proposito di Bonus, dalle statistiche di scaricamento ho notato che solo una minoranza va a prelevarli. Sappiate che essi non sono meno importanti della rivista. Li abbiamo previsti (come d'altronde fanno anche americani e francesi) proprio per aumentare la comprensione di ciò che viene raccontato con le parole ed i numeri nell'articolo. Alcuni di voi all'ultimo seminario mi hanno confessato di non averli mai scaricati! Potete sempre rimediare (sono sempre disponibili sul sito) quindi vi esorto a rimediare. A proposito di "big" vi anticipo che nel prossimo numero con buona probabilità ci sarà un nuovo articolo di Gianni Ferrari. Anche in questo numero compaiono articoli scritti da gnomonisti stranieri (Clarà, Opizzo, Busquet) e ciò mi compiace molto. In questo numero troviamo ancora con piacere i "soliti decani" Gunella ed Anselmi che malgrado la loro età continuano ad essere molto "prolifici". A completare la sua trattazione iniziata nello scorso numero sulla Pasqua Giuliana l'articolo del "capo" UAI Giuseppe "Bepi" De Donà, ed un bell'articolo dei fratelli Urfalino oramai anche loro piacevoli "habitué" nella nostra rivista. Inoltre come potrete leggere all'interno delle notizie gnomoniche voglio segnalare a tutti quanti lo sbarco di "Orologi Solari" sulla piattaforma Facebook. Se l'obiettivo che ci siamo prefissati è la diffusione della gnomonica questo passo era inevitabile. Noi della redazione crediamo che come tutti gli strumenti se correttamente utilizzato esso non potrà che portare benefici. Sta a voi ora rendere vivo anche questo canale. Chiude la rivista la 4ª puntata degli itinerari a cura di Giovanni Bosca, il quiz proposto da Alberto Nicelli e le effemeridi a cura di Paolo Alberi. Un ringraziamento particolare alla redazione tutta che ha lavorato molto più del solito e con pazienza alla realizzazione di questo numero. Buona lettura e... vogliate perdonami ancora per il ritardo.

Luigi Massimo Ghia

Allegati scaricabili dalla sezione "Bonus" del sito di Orologi Solari (www.orelogisolari.eu)

1. *Spostamenti del sole nel corso dell'anno...* :
È una cartella contenente foto e filmati relativi alla realizzazione dell'analemma citato nell'articolo di Barbolini.
2. *Laboratorio di Orologi Proiettivi* :
Questa cartella contiene gli articoli di Clarà in lingua originale la cui traduzione è stata pubblicata sul n. 8 e sul presente n. 9 di Orologi Solari.
3. *Come recuperare una vecchia meridiana* :
Alleghiamo in questa cartella due applicativi realizzati con Geogebra da Francesco Caviglia che mettono in pratica il procedimento descritto nell'articolo di Gunella.
4. *L'Apoliterra di Waldshut (parte 2)* :
In questa cartella potete trovare le tabelle citate da Opizzo nel suo articolo e due filmati sull'uso dello strumento.
5. *Solidi platonici e archimedei per la gnomonica...* :
È una cartella che contiene i fogli di calcolo citati da Savian nel suo articolo.
6. *Orologio multiplo a 124 facce* :
È una cartella che contiene l'articolo originale in spagnolo oltre ad alcune foto dell'orologio di Serra Busquets.
7. *Itinerario 09* :
In questa cartella potete trovare il file *.kmz che descrive il percorso sulla mappa di Google Earth ed una tabella in PDF con le coordinate dei siti descritti nell'itinerario gnomonico proposto da Bosca.
8. *Effemeridi 2016* :
Questa cartella contiene i fogli di calcolo con i valori giornalieri di declinazione solare ed equazione del tempo per l'anno 2016 preparati da Alberi Auber.
9. *Astrofili Bresciani – Attività* :
È una cartella che contiene il programma delle attività organizzate per i prossimi mesi.

ABSTRACT

How to determine the operating hours of indifferently oriented flat sundial by the stereographic projection

Riccardo Anselmi

The author describes an app developed for Sundial Atlas that allows to compute the working hours of a plane dial with whichever orientation by means of the stereographic projection.

An outline of the equation of time on the sky of Florence

Stefano Barbolini

The author describes his experience in making some scenic pictures that point out how the sun disc moves on the sky of Florence when a picture is taken at the same time and just after the sun rise throughout the year.

"Projective" sundials laboratory (part 2)

Francesc Clarà

The author continues the description of "projective" sundials. The sundial analyzed in this article is drawn on a vertical plane and it is provided with a mobile style and a linear time scale; a variation includes a fixed style and a pattern of time and zodiacal lines.

The Julian Easter (part 2)

Giuseppe De Donà

In this work, the author analyzes the main phases that led Christian communities to define the rules related to Easter in the Julian calendar and applied until the Gregorian reform in 1582. Some ideas are maybe, not well known as, being that calendar no longer in use since more than 400 years, some characteristics have been necessarily lost or they were neglected by the authors who debated this topic. At the end of the article the author reflects about the date of birth of Christ.

How to recover an ancient sundial by means of an ellipse

Alessandro Gunella

In other words an opportunity to show a method different from other previously explained to find the main axis of an ellipse.

The Waldshut Apolyearth (part 2)

Ives Opizzo

The new characteristics of the Waldshut Apolyearth are here explained. This instrument, in the middle between gnomonics and astronomy, won the professional category award of the XII edition of the international competition "Le Ombre del Tempo" established by the Unione Astrofili Bresciani and the Severino Zari Observatory. The author debates from the didactical point of view a number of simple astronomic concepts and he then deduces some humanistic results.

RÉSUMÉ

Comment déterminer les heures de fonctionnement d'un cadran plan quelles que soient son orientation et son inclinaison par la projection stéréographique

Riccardo Anselmi

L'auteur illustre une application développée sur Sundial Atlas qui permet de déterminer les heures de fonctionnement d'un cadran solaire quelles que soient son inclinaison et sa déclinaison en utilisant la projection stéréographique.

Un tracé d'équation du temps dans le ciel de Florence

Stefano Barbolini

On décrit l'expérience sur la mise en œuvre de certaines images panoramiques qui montrent comment le disque solaire se déplace dans le ciel de Florence si photographié à la même heure moyenne, et peu de temps après son lever au cours de la période d'un an.

Laboratoire d'horloges «projectives» (partie 2)

Francesc Clarà

L'auteur poursuit la description de cadrans solaires "projectifs". L'horloge examinée cette fois est tracée sur un plan vertical et est équipée d'un gnomon mobile et d'une échelle de temps linéaire ; une de ses variantes adopte plutôt un gnomon fixe et, pour lire l'heure, un réseau de lignes horaires et zodiacales.

La Pâques Julienne (partie 2)

Giuseppe De Donà

Dans ce travail, l'auteur analyse les principales étapes qui ont conduit les communautés chrétiennes dans la détermination des règles concernant la Pâques du Calendrier Julien utilisées jusqu'à la réforme Grégorienne du 1582. Certaines des idées sont peut-être peu connues parce que, étant le calendrier en usage depuis plus de 400 ans inévitablement certaines particularités au fil des années ou ont été perdues ou ont été négligées par les auteurs qui ont traité de la question. En conclusion de l'article, l'auteur fait quelques réflexions qui concernent la date de la naissance de Christ.

Comment faire pour récupérer un vieux cadran solaire en utilisant une ellipse.

Alessandro Gunella

C'est-à-dire une occasion pour présenter un procédé différent des autres, illustrés précédemment, pour trouver les axes principaux d'une ellipse.

L'Apoliterre de Waldshut (partie 2)

Ives Opizzo

Dans cet article sont expliquées les nouvelles caractéristiques de l'Apoliterre de Waldshut. Cet instrument à mi-chemin entre la gnomonique et l'astronomie a vaincu la douzième édition du concours international "Le ombre del Tempo" ouvert par l'Unione Astrofili Bresciani et l'Observatoire Severino Zani pour la catégorie professionnelle. L'auteur, à titre didactique, traite quelques simples aspects astronomiques et tire quelques conclusions de caractère humaniste.

Platonic and Archimedes solids for gnomonics together with a polyhedric scaphen (part 1)

Fabio Savian

Analysis of Platonic and Archimedes solids in order to put into evidence their geometric parameters with the purpose of designing multiple faces sundials and making a scaphen that can efficiently simulate a spherical surface by means of regular polygons. Truncated icosahedron is then used for the design of the horizontal scaphen that is made available in the paper sundials section of Sundial Atlas (www.sundialatlas.eu) with apps n. 41, 42 and 45.

A multiface sundial

Joan Serra Busquets

The author describes the construction phases of his multiface sundial (a "rhombicosidodecahedron" mounted on a complex base) from its design to its implementation.

Federico Commandino method revised without the ellipse construction

Carmelo Urfalino - Angelo Urfalino

The authors reconsider the method used by Federico Commandino to get the layout of the hour lines of a sundial tilted with respect to both the meridian plane and the horizon. Using the concept of maximum slope line, they show how the operation can be conducted without having to draw the ellipse that is the projection of the inclined and declining plane on the meridian plane, necessary to Commandino to determine the substyle line and the height of the pole of the dial.

Solides de Platon et d'Archimède pour la gnomonique et une coque à plusieurs facettes (partie 1)

Fabio Savian

Analyse des solides de Platon et d'Archimède pour mettre en évidence les paramètres géométriques afin de poser la construction de plusieurs horloges et la réalisation d'une coque qui simule efficacement une surface sphérique à l'aide de polygones réguliers. L'icosàèdre tronqué est ensuite utilisé dans la conception d'un « scaphen » horizontal disponible dans la section des cadrans solaires de papier de Sundial Atlas (www.sundialatlas.eu) comme app 41, 42 et 45.

Un horloge à multiples faces

Joan Serra Busquets

L'auteur décrit les phases de construction de son horloge à multiples faces (un "rhombicosidodécaèdre" monté sur une base complexe) de sa conception à sa réalisation.

La méthode de Federico Commandino révisée sans la construction de l'ellipse

Carmelo Urfalino - Angelo Urfalino

On reprend la méthode utilisée par Federico Commandino pour obtenir le tracé des lignes de l'heure d'une horloge inclinée soit par rapport au plan méridien soit par rapport à l'horizon. En utilisant le concept de la ligne de pente, on montre comment l'opération peut être effectuée sans avoir à dessiner l'ellipse, c'est - à - dire la projection du plan incliné et déclinant sur le plan méridien, nécessaire à Commandino pour déterminer la ligne sous-style et la hauteur du pôle du cadran.

Come stabilire le ore di funzionamento di un quadrante solare piano comunque orientato con la proiezione stereografica

L'autore illustra una app sviluppata su Sundial Atlas che permette di determinare le ore di funzionamento di un orologio piano comunque orientato utilizzando la proiezione stereografica.

di Riccardo Anselmi (riccardo.anselmi@alice.it)

Per conoscere le ore in cui un quadrante solare, comunque orientato, resta illuminato, lo si trasla idealmente dalla latitudine F in cui opera sino ad una località a latitudine f_0 e longitudine λ in cui diventa orizzontale. Nella nuova località le ore di illuminazione del quadrante si ottengono facilmente dall'arco semidiurno dato che il quadrante si attiva dal sorgere al calar del sole.

Se la nuova località si trova ad est di quella di origine, l'istante del tramonto è quello che segna la fine dell'illuminazione del quadrante comunque orientato. Se, invece, si trova ad ovest il momento dell'alba coincide con l'inizio dell'illuminazione del quadrante.

Si hanno, quindi, a disposizione quattro dati: le ore del sorgere e del calar del sole locali e quelle della località a latitudine f_0 e longitudine λ misurate però con il tempo della località iniziale. Si tratta, perciò, di scegliere, per comparazione, due dei quattro valori ottenuti per determinare esattamente le ore di illuminazione del quadrante piano comunque orientato.

Le formule che consentono di individuare la località in cui, dopo la traslazione, il quadrante comunque orientato diventa orizzontale sono:

$$\sin(f_0) = \sin(F) \sin(i) - \cos(F) \cos(i) \cos(D)$$

per il calcolo della latitudine e

$$\sin(\lambda) = -\sin(D) \cos(i) / \cos(f_0)$$

per quello della longitudine conteggiata dal meridiano del quadrante a latitudine F , utilizzando le seguenti convenzioni:

declinazione D positiva verso ovest

longitudine λ positiva verso est

inclinazione $i = 0^\circ$ per un piano verticale, $+90^\circ$ per un piano orizzontale rivolto verso l'alto

Il metodo grafico che viene ora illustrato, tratto dal libro "La Gnomonique" di Denis Savoie [rif. 1], è fruibile su Sundial Atlas con la app 43.

La proiezione stereografica è alla base di questo software che similmente agli astrolabi usa questa antica disciplina per la determinazione di fenomeni astronomici quotidiani e stagionali, risultando quella che meglio interpreta graficamente l'evento dell'illuminazione di un quadrante. Come si vedrà anche questo metodo geometrico usa la traslazione del quadrante comunque orientato per il calcolo delle ore di illuminazione.

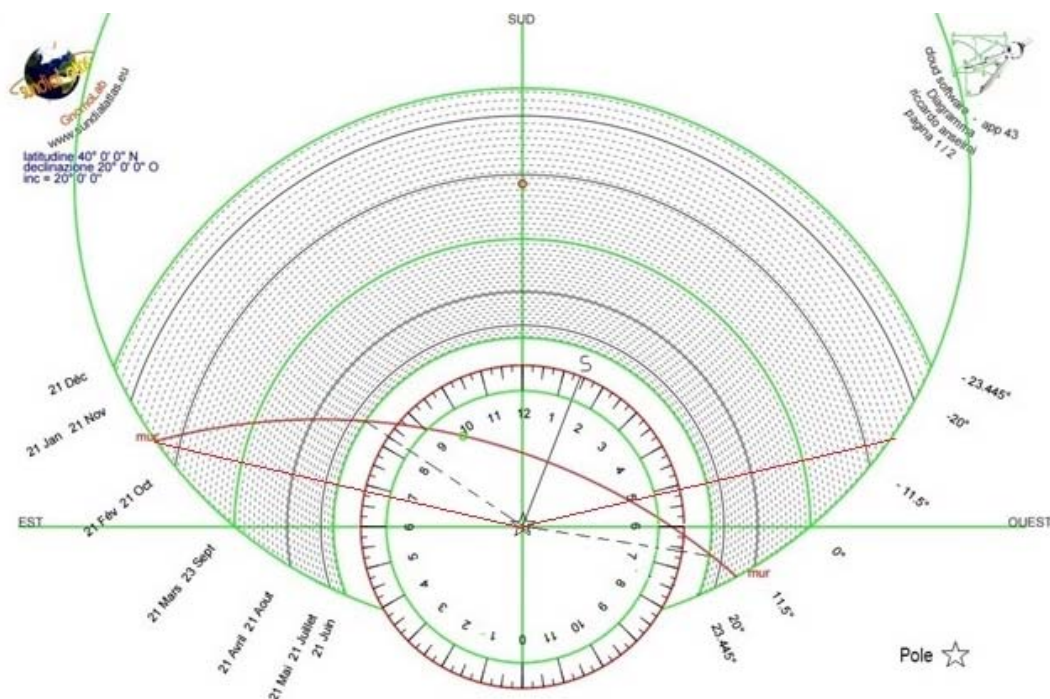


Fig. 1 - Il grafico mostra i limiti di funzionamento di un quadrante solare piano a latitudine 40° nord, inclinato di 20°, declinante ad ovest di 20°

Nella figura 1 si osservano il grande cerchio verde che racchiude il grafico e l'arco di circonferenza rosso che lo attraversa. Il primo è il cerchio dell'orizzonte della località del quadrante di cui si vogliono calcolare le ore di funzionamento, il secondo, invece, rappresenta il piano del quadrante solare.

Il grafico, la cui configurazione dipende dalla località dell'orologio solare, mostra gli archi diurni durante le varie stagioni. A sinistra i punti in cui sorge il sole, a destra quelli del tramonto.

L'arco rosso è il profilo del piano del quadrante ma lo si può interpretare come l'orizzonte del quadrante alla latitudine f_0 . Inoltre è presente un segmento della retta sustilare (S) che dal centro del grafico raggiunge la corona circolare delle cifre orarie indicando l'ora sustilare.

Vediamo ora come si usa il diagramma stereografico.

Usando la app 43 inserire la latitudine, la declinazione e l'inclinazione del quadrante.

Nella figura proposta i dati immessi sono latitudine 40° nord, declinazione 20° ovest ed inclinazione zenitale 20°. Nella parte centrale si possono leggere sui rispettivi archi diurni le ore d'inizio e di fine illuminazione durante l'intero anno. Per semplicità ci riferiamo soltanto alla lettura dei dati al solstizio d'estate.

Si unisca con un raggio l'origine delle coordinate che rappresenta il polo celeste con le intersezioni tra l'arco diurno al solstizio d'estate e l'arco (rosso) del piano del quadrante solare. Stampando il grafico ed utilizzando una riga si leggono agevolmente l'ora di inizio e di fine illuminazione del quadro che risultano rispettivamente le 8 e 15 circa del mattino e le 6 e 35 circa del pomeriggio.

Si nota che dalla fine di ottobre circa al 14 febbraio circa il sole rischiara il quadrante dal sorgere al calar del sole rispettando i seguenti orari al solstizio d'inverno: inizio dell'illuminazione alle 6 e 50 a.m., fine della stessa alle 5 e 10 p.m.

Nell'esempio di figura 2 si nota che il grafico fornisce quattro valori dato che il quadrante solare, rivolto notevolmente verso nord, viene illuminato una prima volta al mattino ed una seconda volta nel pomeriggio. In occasione del 21 giugno, funziona dapprima dall'alba alle 8 e 25 circa dopodiché si oscura. In seguito alle 6 e 35 p.m. circa si rimette a segnare le ore sino al tramonto.

Una coppia di immagini chiude questa rassegna di casi confermando che anche il metodo stereografico si avvale di un quadrante solare orizzontale a latitudine e longitudine equivalenti per la determinazione dei limiti di illuminazione di un quadrante solare piano comunque orientato.

L'immagine n° 3 è dovuta all'inserimento dei seguenti valori per la app 43: latitudine 40° nord, declinazione 150° ovest, inclinazione zenitale 20° .

Il funzionamento del quadrante solare avviene tra le 11 e 5 a.m. circa e le 7 e 20 p.m. del solstizio di giugno, mentre non funziona mai al solstizio d'inverno. Agli equinozi è operativo poco prima delle ore 2 p.m. sino alle ore 6 p.m. L'ultima immagine infine mostra il funzionamento del quadrante nella sua sede a latitudine f_0 dove si dispone orizzontalmente.

Se si ritaglia il settore al di sotto della linea azzurra passante per lo zenit, appositamente tracciata, si ottiene una mezzaluna.

L'entità di tale discrepanza, pari alla differenza di longitudine tra le due località, è uguale a quella dell'angolo orario della sustilare ed è attribuibile al software che non è predisposto a fornire l'ora di una località diversa da quella in cui si trova il quadrante solare.

Bibliografia

- 8 -

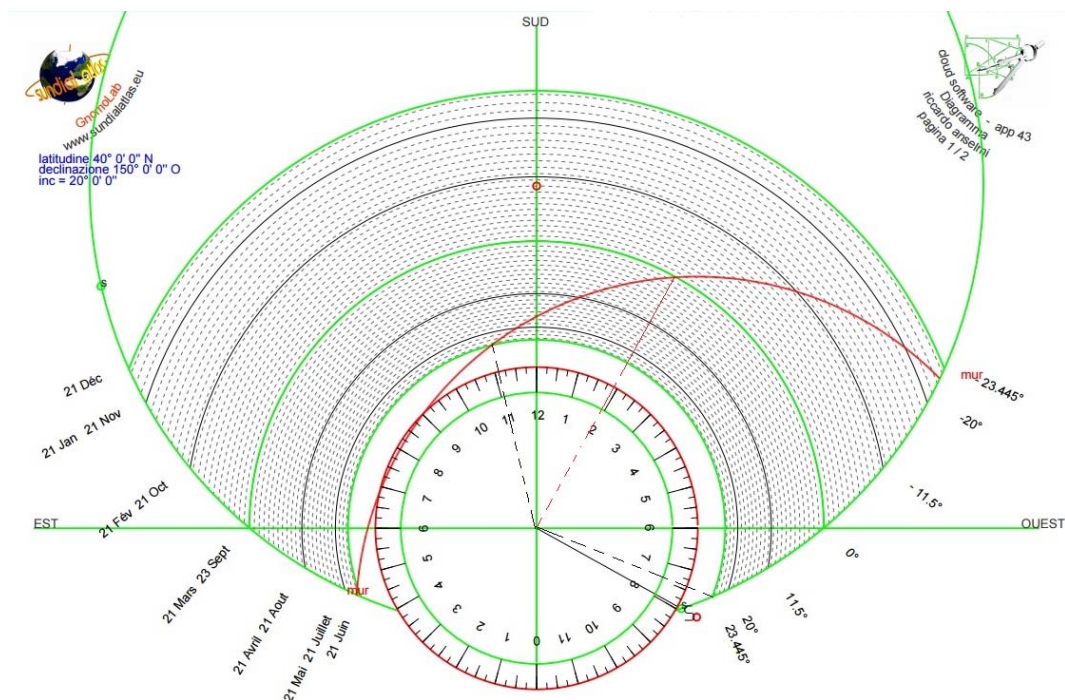


Fig. 3 - Il grafico consente di rilevare i limiti di funzionamento di un quadrante solare piano a latitudine 40° nord, declinante di 150° verso ovest ed inclinato di 20°

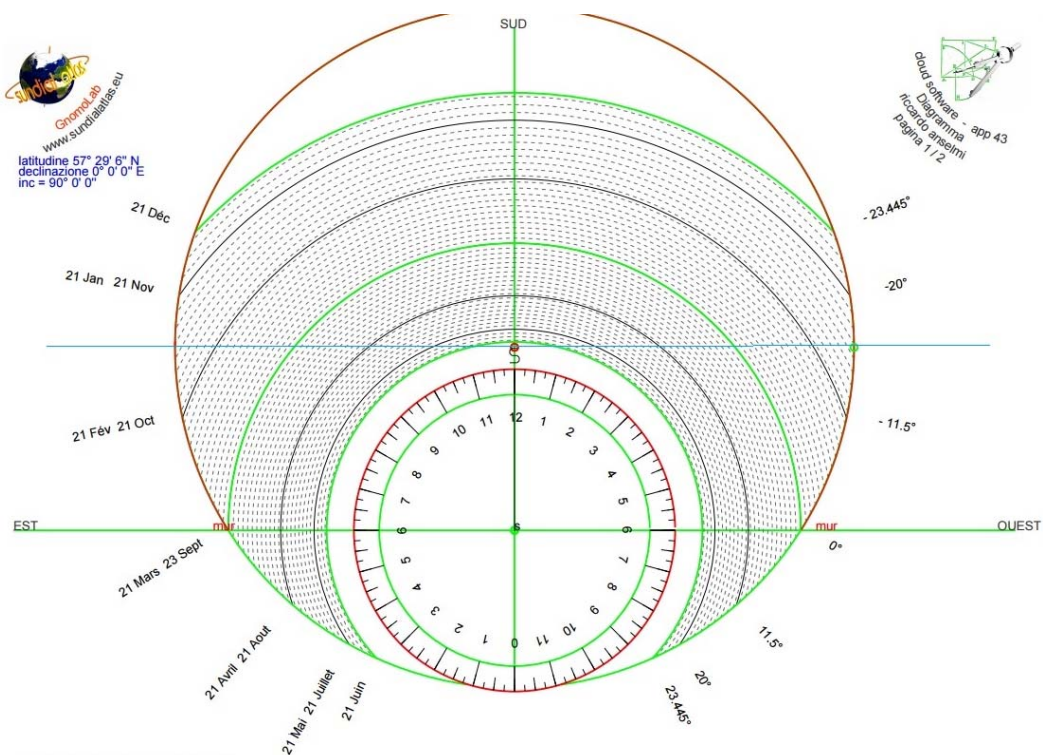


Fig. 4 - Il grafico consente di rilevare i limiti di funzionamento del quadrante solare di figura 3 alla latitudine 57° 29' 6" nord e longitudine 119° 3' 40" ovest dove si dispone orizzontalmente

Un tracciato dell'equazione del tempo nel cielo di Firenze

Si descrive l'esperienza relativa alla realizzazione di alcune immagini panoramiche che evidenziano gli spostamenti del disco solare nel cielo di Firenze fotografandolo alla medesima ora media, e appena dopo il suo sorgere durante il periodo di un anno.

di Stefano Barbolini (barbolini@inwind.it)

Introduzione

Già nel 1998 avevo provato a fotografare sistematicamente il sole in transito alla stessa ora dal tetto della mia abitazione. Mi proponevo di raccogliere le diverse posizioni della sfera solare per rappresentare graficamente l'analemma, sulla falsariga di una foto analoga apparsa su una rivista di astronomia statunitense degli anni '80.

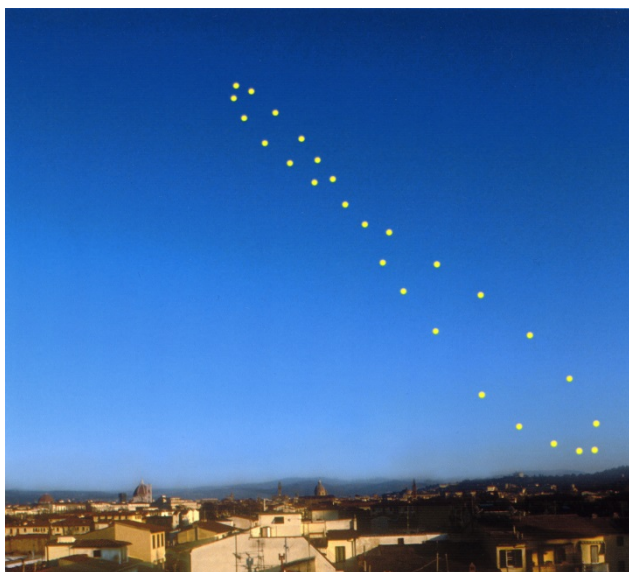


Fig. 1 - Rappresentazione dell'analemma ottenuta dalle immagini fotografiche analogiche ripetute sulla stessa diapositiva nel 1998.

Quel primo tentativo dette risultati sicuramente di un certo effetto, anche se non eccezionali e completi (Fig. 1), sia per l'organizzazione delle riprese un po' artigianali e per la scarsa stabilità della stazione di ripresa, che per la poca esperienza di quel tempo. L'immagine di quell'esperimento era stata ottenuta su un unico fotogramma, esposto più volte senza far avanzare la pellicola, ma riarmando soltanto l'otturatore.

Nel 2013, approfittando di un ponteggio realizzato per il restauro del tetto e della facciata del mio condominio, ho pensato di ripetere l'esperimento mettendo in atto l'esperienza acquisita nel frattempo e la possibilità di montare una stazione stabile alla sommità dell'edificio dalla quale effettuare riprese da una base stabile e duratura. Infatti, cogliendo l'occasione, ho chiesto alla ditta fornitrice del ponteggio di montare un cubo sommitale di tubi innocenti indipendente

dal resto delle impalcature con una piccola piattaforma sulla parte superiore (fig. 2).

A completamento della stazione ho predisposto un supporto su cui piazzare la macchina fotografica mediante una vite di fissaggio e con dei riferimenti per riprendere sempre la stessa posizione, sia sul piano orizzontale che verticale (fig. 3). Al momento delle riprese la macchina fotografica è stata munita di un filtro preparato artigianalmente per l'occasione in modo che lo sfondo dell'immagine fotografica risultasse totalmente nero. Su questo sfondo nero, dopo la ripresa appariva solo un cerchietto giallo che forniva la posizione del Sole in quell'istante.



Fig. 2 - Postazione in tubi innocenti sulla sommità del condominio da cui sono state effettuate le riprese del 2014.



Fig. 3 - Macchina fotografica digitale fissata sulla stazione e pronta per le riprese.

Diversamente da come avevo operato nel corso del primo tentativo, per il quale avevo a disposizione una macchina fotografica analogica, disponendo oggi di una macchina digitale, ho proceduto alla ripresa di immagini separate da montare successivamente utilizzando riferimenti comuni. Dalla sovrapposizione di queste singole foto su un unico sfondo, fotografato separatamente senza filtro, tenendo conto degli stessi riferimenti comuni, ho ottenuto l'immagine finale.



Fig. 4 - Il sottoscritto all'opera durante le riprese fotografiche.

Operazioni di ripresa

Alla paziente opera di pianificazione è seguita la parte operativa.

Le coordinate geografiche del punto di ripresa sono:

Lat. Nord $43^{\circ} 46' 17''$, Long. Est $11^{\circ} 14' 04''$.

La posizione e la direzione delle riprese è stata decisa in base ad alcuni criteri, sia tecnici che paesaggistici. La direzione delle riprese è infatti legata alla posizione che avrebbe assunto l'immagine dell'analemma rispetto al paesaggio che avrebbe dovuto fare da sfondo (Fig. 5).

L'ora è stata scelta tenendo conto della posizione del sole intorno al solstizio invernale in modo che questo risultasse staccato dalla skyline dell'orizzonte e che l'intera figura potesse rientrare nel range dell'obiettivo usato (NIKKOR ais 20 mm). Entrambe le esigenze hanno trovato soluzione nell'ora 08:15 (09:15 estiva).

Tale orario doveva soddisfare anche esigenze lavorative del sottoscritto. Infatti per molte riprese sono state privilegiate date di sabati e domeniche.

Le riprese infine sono state effettuate con cadenza all'incirca settimanale.

Nel corso dell'anno inevitabilmente ci sono stati dei giorni in cui per ragioni atmosferiche le riprese sono risultate impossibili.



Fig. 5 - Il paesaggio utilizzato come sfondo per tutte le riprese.

I vuoti delle riprese non effettuate sono stati integrati l'anno successivo alla stessa ora ed alla data in cui il Sole presentava il valore di declinazione più prossimo a quello della foto mancata.

La levata del Sole

Con lo stesso metodologia ho effettuato alcuni scatti al fine di realizzare un'immagine che documentasse lo spostamento del punto di levata del Sole durante le diverse stagioni. Il risultato è possibile osservarlo in Fig. 10.



Fig. 6 - L'analemma completo ottenuto dalla sovrapposizione delle immagini settimanali delle posizioni del Sole nel corso di un anno e lo sfondo.



Fig. 7 - L'analemma con le date della prima foto di ogni mese

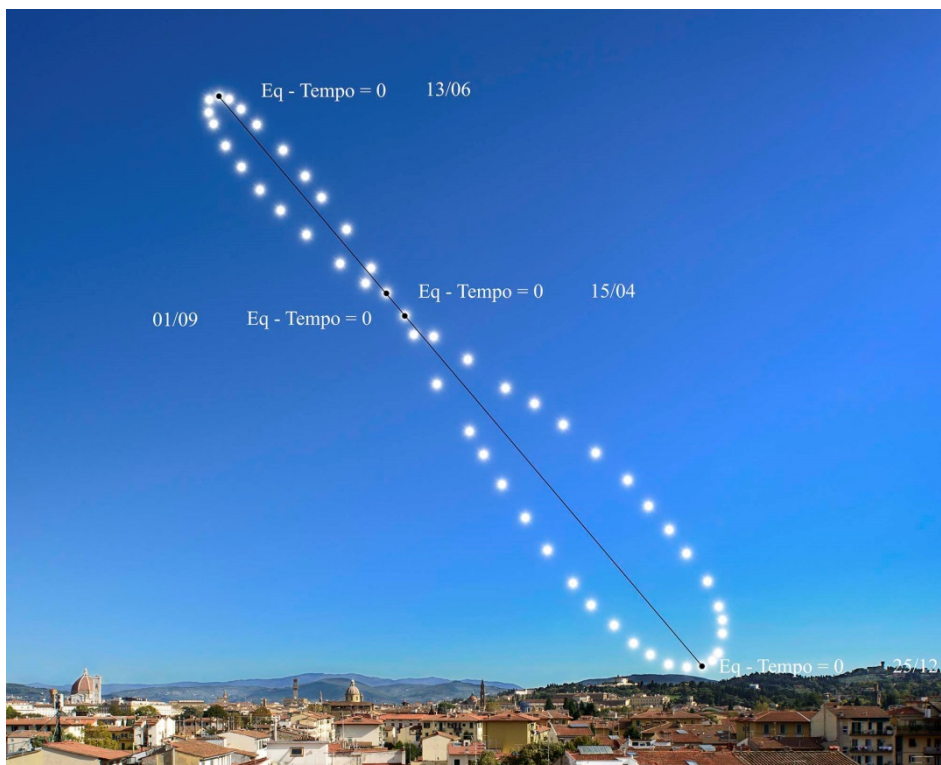


Fig. 8 - L'analemma con le date in cui l'equazione del tempo è zero



Fig. 9 - L'analemma con le date degli equinozi e dei solstizi.



Fig. 10 - Il Sole fotografato all'alba, con intervallo mensile nel corso dell'anno sull'orizzonte est di Firenze.

Nel sito di Orologi Solari www.orologisolari.eu nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare alcune immagini e filmati realizzati dall'autore.

Laboratorio di Orologi

"Proiettivi" (parte 2)¹

L'autore continua la descrizione degli orologi solari "proiettivi". L'orologio preso questa volta in esame è tracciato su un piano verticale ed è dotato di uno gnomone mobile e di una scala oraria lineare; una sua variante adotta invece uno gnomone fisso e, per la lettura dell'ora, un reticolo di linee orarie e zodiacali.

di Francesc Clarà (avipipu@hotmail.com) traduzione Riccardo Anselmi

Nella precedente puntata di questo "laboratorio" abbiamo visto come si modifica, al variare della direzione di proiezione (DP), l'aspetto di un orologio solare costruito proiettando sul piano orizzontale un orologio equatoriale. Questa volta vedremo invece le variazioni che si verificano, sempre al variare della direzione di proiezione (DP), in un orologio ottenuto proiettando l'orologio equatoriale su un piano verticale.

Per mettere a fuoco il soggetto, in figura 1 possiamo osservare graficamente come si presenta la proiezione di un orologio equatoriale (giallo) su un piano verticale (blu) ortogonale al piano meridiano, quando la direzione di proiezione coincide con l'asse terrestre.

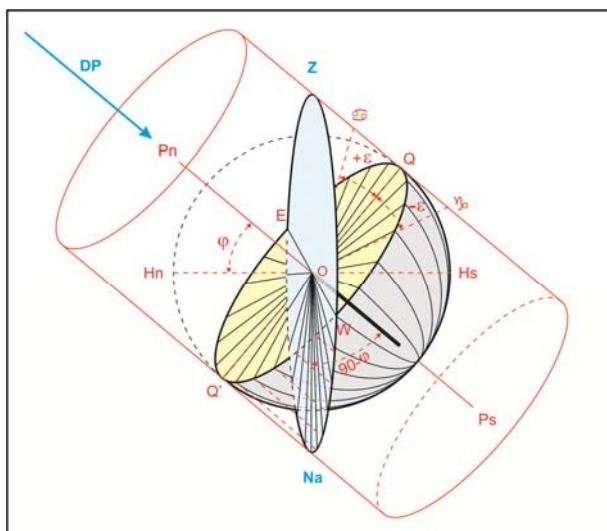


Fig. 1

In questo caso il risultato è un normale orologio verticale rivolto a sud, il cui gnomone è inclinato verso il basso e forma con la superficie dell'orologio un angolo pari alla latitudine locale. È il classico orologio che normalmente si trova sui muri delle chiese, case rurali e altri edifici.

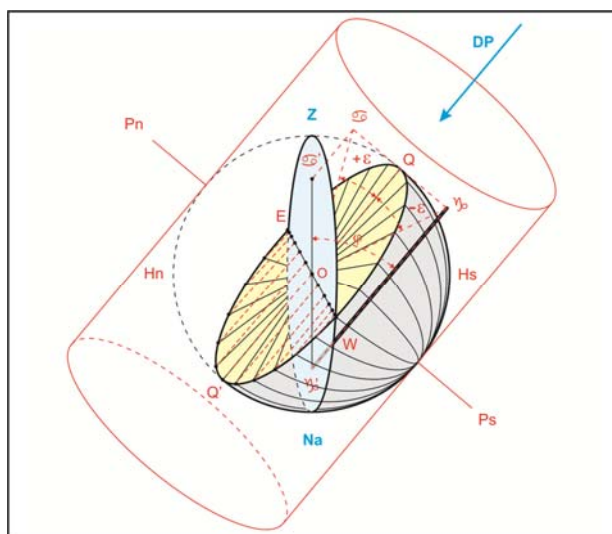


Fig. 2

Ma se cambiamo la direzione di proiezione e la facciamo coincidere col piano dell'equatore, il risultato (figura 2) è un orologio verticale lineare, con lo gnomone mobile curiosamente inclinato verso l'alto, di un valore pari alla latitudine locale.

L'equazione per il calcolo dei punti della scala oraria dell'orologio verticale lineare è la stessa dell'orologio orizzontale lineare trattato nel precedente articolo:

$$Ob = R \cdot \sin H$$

Mentre per il calcolo della scala delle date l'equazione è:

$$Of = R \cdot \operatorname{tg} \delta / \sin \varphi$$

¹ Questo articolo, continuazione del precedente pubblicato sul n. 8 di Orologi Solari, è stato originariamente pubblicato sul numero 80 della rivista catalana La Busca de Paper.

e la lunghezza minima dello gnomone è data da:

$$L = R \cdot (1 + \operatorname{tg} \varepsilon / \operatorname{tg} \varphi)$$

dove, come nel precedente articolo:

Oh = distanze, sulla linea oraria, dal centro dell'orologio ai punti orari (positive al pomeriggio e negative al mattino)

Of = distanze, sulla linea delle date, dal centro dell'orologio ai punti zodiacali (positive verso il solstizio d'estate e negative verso quello invernale)

L = lunghezza minima dello gnomone affinché la sua ombra raggiunga la linea oraria quando la declinazione del sole è massima

R = raggio del cerchio contenente l'orologio (colore blu chiaro nel grafico)

H = angoli orari equatoriali (15°, 30°, 45°, 60°, 75°, ecc.)

φ = latitudine locale.

ε = obliquità dell'eclittica = 23.44° = massima declinazione solare

δ = declinazioni solari = (23.44°; 20.15°; 11.48°; ecc.)

La figura 3 mostra una fotografia di due orologi verticali orientati verso Sud, uno convenzionale e l'altro lineare.

Si noti la coincidenza di ora e di segno zodiacale nei due orologi, nonostante il forte contrasto visivo tra le opposte inclinazioni dei rispettivi gnomoni.

Con sano umorismo e sottile ironia gnomonica, il mio illustre maestro in questo campo, il Dr. Luis Hidalgo, chiama questo orologio verticale lineare "Horologium Erectus" per il suo gnomone orgogliosamente sollevato verso l'alto, assai in contrasto con la normale inclinazione dello gnomone negli orologi verticali convenzionali.

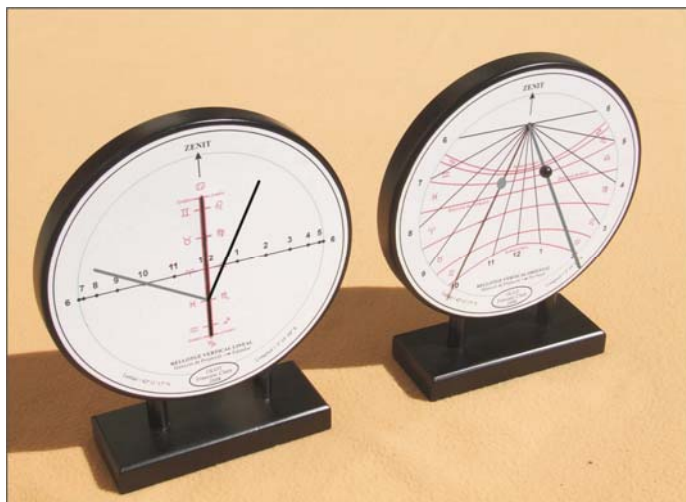


Fig. 3

Uno svantaggio che si presenta sempre quando si costruisce un orologio di tipo proiettivo, è quello di trovare un sistema pratico che renda possibile lo spostamento dello gnomone. Nel precedente articolo ho spiegato in dettaglio come ho risolto questo problema nei miei modelli.

Se si vuole evitare questa complicazione, è però possibile lasciare lo gnomone fisso al centro dell'orologio e spostare la scala dello Zodiaco. In questo caso si tratterà una serie di linee perpendicolari passanti per i diversi punti orari e zodiacali, formando così una griglia (vedi figura 4).

Questo accorgimento funziona sia con l'orologio verticale sia con quello orizzontale, semplicemente a condizione di invertire l'ordine dei segni zodiacali, così che il solstizio estivo sia posizionato dove prima c'era quello invernale e viceversa.

In un orologio dotato di un reticolo con queste caratteristiche, si leggerà l'ora osservando quale delle successive linee orarie passa per l'intersezione dell'ombra dello gnomone con la linea del segno zodiacale corrispondente alla data.

Nella figura 5 possiamo vedere le fotografie di quattro modelli di orologio, due verticali e due orizzontali, lineari e con reticolo.

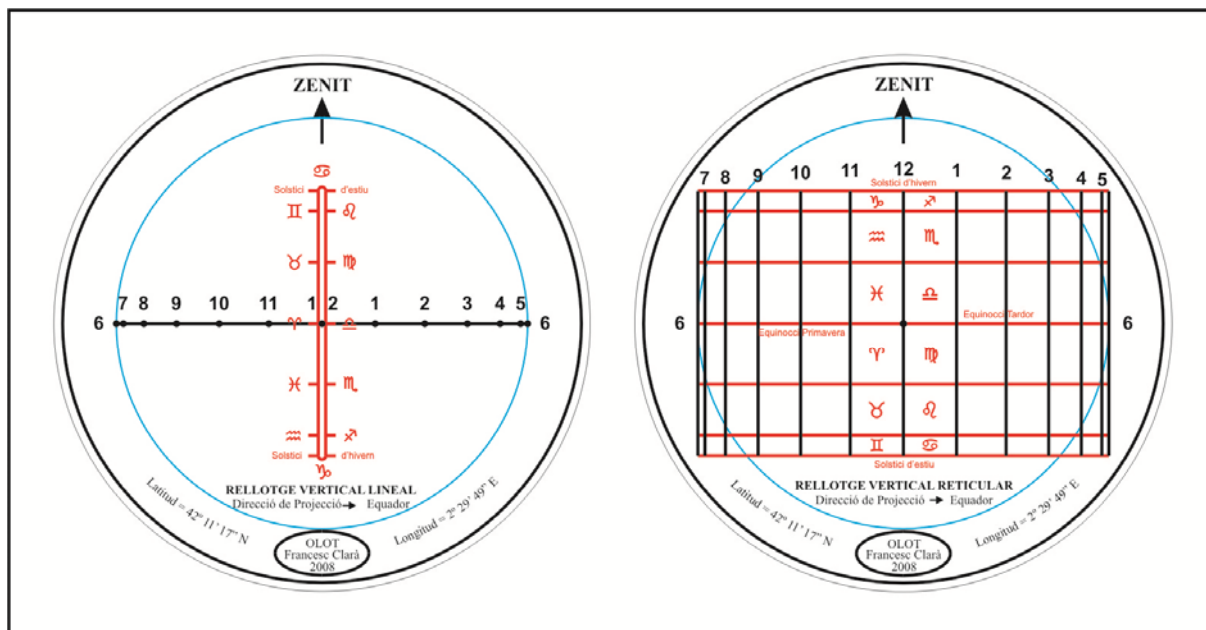


Fig. 4

Naturalmente, se le dimensioni dell'orologio lo consentono, nulla ci impedisce di calcolare e indicare le mezze ore o, per esempio, intervalli di dieci giorni sulla scala delle date.

Nella prossima puntata del nostro laboratorio descriveremo altre varianti interessanti di questo genere di orologi.

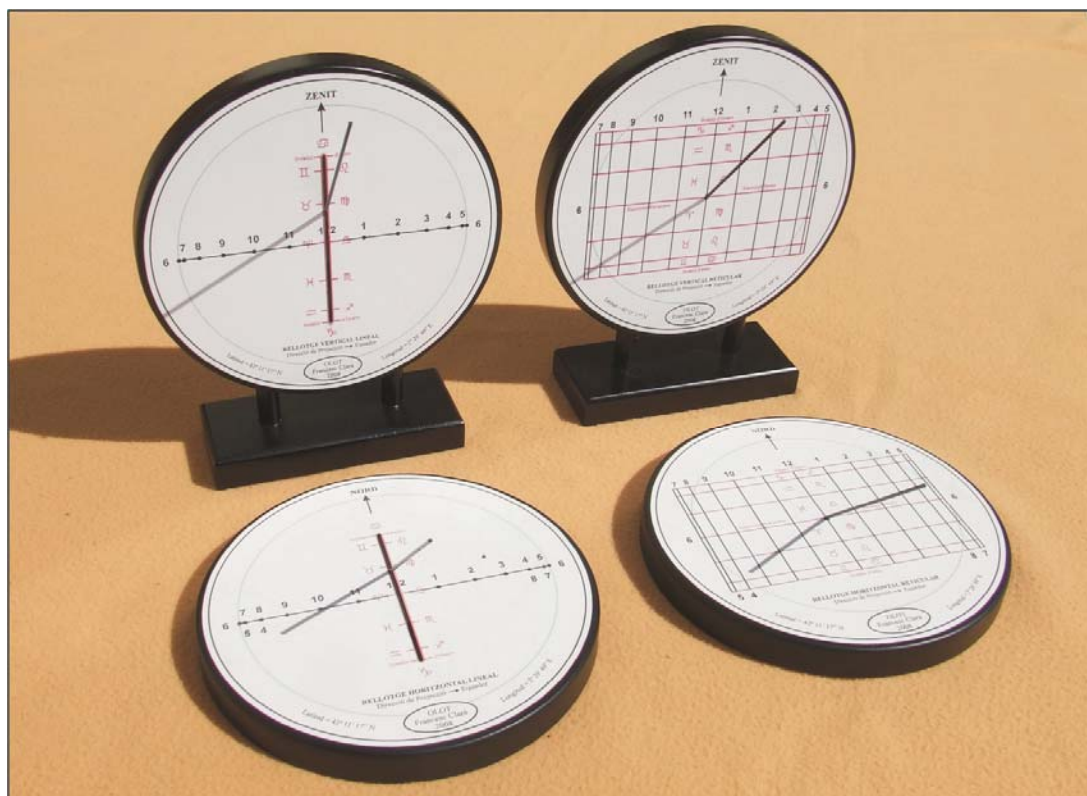


Fig. 5

Nel sito di Orologi Solari www.orelogisolari.eu nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare l'articolo in lingua originale.

La Pasqua Giuliana

(parte 2)

In questo lavoro l'autore analizza le fasi principali che hanno condotto le comunità cristiane alla determinazione delle regole riguardanti la Pasqua del Calendario Giuliano usate fino alla riforma gregoriana del 1582. Alcuni spunti sono forse poco noti perché, essendo quel calendario in disuso da oltre 400 anni, inevitabilmente alcune peculiarità, col passare degli anni o si sono perse, o sono state trascurate dagli autori che hanno trattato l'argomento. In conclusione dell'articolo l'autore fa alcune riflessioni riguardanti la data della nascita di Cristo.

di Giuseppe De Donà (bepidedona@gmail.com)

Conclusione della I parte

A conclusione della prima parte è stata esposta la spiegazione di alcuni studiosi [1][2] riguardante la sequenza dei pleniluni pasquali giuliani. A parere dell'autore di questa esposizione, quelle giustificazioni sembrano incomplete, incerte, risultando in definitiva poco chiare. Per questo, ripetendo dati e concetti già citati, egli ricostruisce in dettaglio come, integrando l'anno lunare nel calendario di Cesare, si giunge ai pleniluni pasquali di un ciclo metonico riassunti in tabella 1.

Plenilunio pasquale giuliano					
Anno	Numero d'oro	Pleniluni pasquali giuliani (PG)		giorni anno	mese aggiunto
	<i>n</i>	<i>g</i>	<i>m</i>	<i>d</i>	<i>d</i>
0	1	5	aprile	354	
1	2	25	marzo	354	30
2	3	13	aprile	354	
3	4	2	aprile	355	
4	5	22	marzo	354	30
5	6	10	aprile	354	
6	7	30	marzo	354	30
7	8	18	aprile	355	
8	9	7	aprile	354	
9	10	27	marzo	354	30
10	11	15	aprile	354	
11	12	4	aprile	355	
12	13	24	marzo	354	30
13	14	12	aprile	354	
14	15	1	aprile	354	
15	16	21	marzo	355	30
16	17	9	aprile	354	
17	18	29	marzo	354	30
18	19	17	aprile	354	

Tabella 1 – Ciclo dei pleniluni pasquali giuliani

Procedimento dettagliato del calcolo dei pleniluni pasquali.

Le date dei pleniluni pasquali (ma anche degli altri pleniluni del calendario giuliano) sono fisse per ogni ciclo metonico. Come detto nella I parte, il primo numero d'oro della successione venne attribuito all'anno 1 *a.C.* in quanto uno dei computisti (forse Dionigi) stabilì che il plenilunio pasquale di quell'anno (poi definito "anno zero") fosse avvenuto il 5 aprile. Le date dei pleniluni pasquali successivi sono ottenute aggiungendo 12 mesi lunari di $29.5 d$ pari a $12 \times 29.5 = 354 d$ negli anni in cui febbraio ha 28 giorni, un giorno in più, cioè $355 d$, negli anni in cui tra una Pasqua e l'altra c'è la bisestilità. In tale modo il plenilunio di un anno qualsiasi precede sempre di 11 giorni quello dell'anno precedente. La data così calcolata deve risultare uguale o superiore alla

data canonica del 21 marzo. Se non lo è, si deve aggiungere un mese di trenta giorni, denominato *pieno*, e, in quel caso, l'anno lunare è chiamato *embolistico*.

Procedimento. Partendo dal 5 aprile dell'anno zero (*l'1 a.C.*, bisestile) i successivi pleniluni si ottengono nel seguente modo:

Anno 0 Numero d'oro 1 Plenilunio pasquale 05 aprile
 $05\text{ aprile} + 354\text{ d} = 25\text{ marzo}$. Data adeguata.

Anno 1 Numero d'oro 2 Plenilunio pasquale 25 marzo
 $25\text{ marzo} + 354\text{ d} = 14\text{ marzo}$. Data non adeguata, per cui:
 $14\text{ marzo} + 30\text{ d} = 13\text{ aprile}$. Data adeguata.

Anno 2 Numero d'oro 3 Plenilunio pasquale 13 aprile
 $13\text{ aprile} + 354\text{ d} = 2\text{ aprile}$. Data adeguata.

Anno 3 Numero d'oro 4 Plenilunio pasquale 02 aprile
 $2\text{ aprile} + 355\text{ d} = 22\text{ marzo}$. Data adeguata

Procedendo con lo stesso metodo si ottiene l'intera tabella 1. Con il numero d'oro 19 termina un ciclo metonico. Ricominciando con il nuovo periodo, aggiungendo 354 d si arriva al 6 aprile, una data che, come tutte quelle precedentemente calcolate, precede di 11 giorni quella dell'anno prima. Riguardando la successione si evince però che sono stati aggiunti 15 volte 354 d , 4 volte 355 d , 7 volte 30 d , da cui si ottengono:

$$15 \times 354\text{ d} + 4 \times 355\text{ d} + 7 \times 30\text{ d} = 6\,940\text{ d}$$

Si deve inoltre considerare che il numero di anni bisestili non è uguale in tutti i cicli. Un periodo completo si compie dopo quattro cicli metonici, ovvero in 76 anni; minimo comune multiplo tra 19 e 4. Solo il primo ciclo contiene 4 anni bisestili, mentre i successivi tre ne contengono 5. Il conteggio preciso è quindi:

$$(15 + 14 \times 3) \times 354\text{ d} + (4 + 5 \times 3) \times 355\text{ d} + 7 \times 4 \times 30\text{ d} = 27\,763\text{ d}$$

da cui, mediamente:

$$27\,763\text{ d} : 4 = 6\,940.75\text{ d}$$

Tale valore è di un giorno superiore a $6\,939.75\text{ d}$, cioè a 19 anni di 365.25 d . I computisti decisero di recuperare quel giorno togliendo, alla fine di ogni ciclo metonico, 12 d anziché 11 d . Partendo dal plenilunio dell'anno 18 quello dell'anno 19 divenne quindi:

Anno 18 Numero d'oro 19 Plenilunio pasquale 17 aprile
 $17\text{ aprile} + 354\text{ d} - 1\text{ d} = 05\text{ aprile}$. Data adeguata.

Anno 19 Numero d'oro 1 Plenilunio pasquale 05 aprile

La sottrazione di un giorno fu chiamata *saltus Lunae*. Il ciclo metonico del plenilunio pasquale ripartiva quindi dalla stessa data in cui era partito quello precedente; il 5 aprile. Tutte le date successive erano, di conseguenza, uguali e la tabella dei pleniluni giuliani rimase invariata fino alla riforma del calendario.

Il problema del saltus Lunae

Restava irrisolto il problema dell'esigua differenza tra 19 anni di 365.25 d e 235 lunazioni di 29.530589 d che, come detto nella I parte, era di 0.061585 d . Non si sa se quel valore così piccolo non venne notato, oppure se si decise di non tenerne conto perché considerato poco significativo. Lo scarto di 0.061585 d ogni 19 anni comporta l'errore di un giorno ogni:

$$1\text{ d} : 0.061585\text{ d} \times 19\text{ anni} = 308,5166\text{ anni}$$

Secondo gli storici, il primo ad accorgersi della differenza fu il *Venerabile Beda* (672-735 d.C. circa). Su *De temporum ratione* egli si chiese “*come mai la Luna apparisse talvolta più avanti rispetto ai calcoli*”. A chiedere esplicitamente una revisione del calendario per il *saltus Lunae* furono *Roberto Grossatesta* (1175-1253 d.C.) e *Ruggero Bacone* (1214-1294 d.C.), già citati in precedenza per l'errore dovuto alla differenza tra anno tropico e anno giuliano. Il *saltus Lunae* è trattato anche dall'acutissimo *Nicola Cusano* (1401-1464 d.C.). Costui nel

1436, su invito di papa *Eugenio IV*, scrisse *De reparatione calendarii*, un contributo da portare al Concilio di Basilea. Nel testo il filosofo di Kues propose una modifica di sette giorni per correggere le differenze del calendario di Giulio Cesare [3]. Molti anni dopo, nel periodo in cui divenne Cardinale e Vescovo di Bressanone, Cusano dimorò al Castello di Andraz (BL) (1457-1458), a quel tempo un dominio della Diocesi brissinese. Al castello, sul muro perimetrale del suo piccolo studio, Cusano praticò un foro che attraversa la parete rivolta a sud-ovest. E' probabile che, osservando l'immagine del Sole prodotta dal piccolo spiraglio, Cusano abbia calcolato la data del solstizio d'inverno e, con essa, l'errore derivante dallo slittamento delle stagioni e la lunghezza dell'anno tropico [4]. Come già detto, l'errore fu corretto 150 anni dopo con la riforma di papa Gregorio XIII.

Le Pasque di Dondi

Nel dialogo con Dresti fatto in premessa, c'è il riferimento a una tabella dei pleniluni trovata tra i documenti di Giovanni Dondi, elemento importante per Guido per l'estensione del suo astrario.

PLENILUNI RIFERITI AL PERIODO IN CUI VISSE GIOVANNI DONDI												
Anno	Pleniluni pasquali giuliani (PG)		Pleniluni veri (PV)			Differenza PG-PV	Pasqua giuliana		Numero d'oro	Ciclo solare	Indizione romana	Lettera domenicale
	g	m	g	m	ora TD	g	g	m	n	n	n	l
1330	5	aprile	4	aprile	2.0	1.42	8	aprile	1	23	13	G
1331	25	marzo	24	marzo	18.3	0.74	31	marzo	2	24	14	F
1332	13	aprile	11	aprile	17.8	1.76	19	aprile	3	25	15	ED
1333	2	aprile	1	aprile	3.4	1.36	4	aprile	4	26	1	C
1334	22	marzo	21	marzo	5.9	1.26	27	marzo	5	27	2	B
1335	10	aprile	8	aprile	22.9	1.55	16	aprile	6	28	3	A
1336	30	marzo	28	marzo	1.0	2.46	31	marzo	7	1	4	GF
1337	18	aprile	15	aprile	21.3	2.61	20	aprile	8	2	5	E
1338	7	aprile	5	aprile	9.7	2.10	12	aprile	9	3	6	D
1339	27	marzo	26	marzo	1.9	1.42	28	marzo	10	4	7	C
1340	15	aprile	13	aprile	2.5	2.40	16	aprile	11	5	8	BA
1341	4	aprile	2	aprile	16.5	1.81	8	aprile	12	6	9	G
1342	24	marzo	22	marzo	23.8	1.51	31	marzo	13	7	10	F
1343	12	aprile	10	aprile	17.8	1.76	13	aprile	14	8	11	E
1344	1	aprile	29	marzo	18.0	2.75	4	aprile	15	9	12	DC
1345	21	marzo	18	marzo	21.7	2.60	27	marzo	16	10	13	B
1346	9	aprile	6	aprile	19.3	2.69	16	aprile	17	11	14	A
1347	29	marzo	27	marzo	9.2	2.12	1	aprile	18	12	15	G
1348	17	aprile	14	aprile	9.8	3.09	20	aprile	19	13	1	FE
1349	5	aprile	4	aprile	2.2	1.41	12	aprile	1	14	2	D
1350	25	marzo	24	marzo	14.5	0.90	28	marzo	2	15	3	C
1351	13	aprile	12	aprile	10.6	1.06	17	aprile	3	16	4	B
1352	2	aprile	31	marzo	12.9	1.96	8	aprile	4	17	5	AG
1353	22	marzo	20	marzo	13.3	1.95	24	marzo	5	18	6	F
1354	10	aprile	8	aprile	8.3	2.15	13	aprile	6	19	7	E
1355	30	marzo	28	marzo	17.8	1.76	5	aprile	7	20	8	D
1356	18	aprile	15	aprile	17.4	2.77	24	aprile	8	21	9	CB
1357	7	aprile	5	aprile	9.9	2.09	9	aprile	9	22	10	A
1358	27	marzo	26	marzo	1.5	1.44	1	aprile	10	23	11	G
1359	15	aprile	13	aprile	24.0	1.50	21	aprile	11	24	12	F
1360	4	aprile	2	aprile	7.0	2.21	5	aprile	12	25	13	ED
1361	24	marzo	22	marzo	7.9	2.17	28	marzo	13	26	14	C
1362	12	aprile	10	aprile	0.9	2.46	17	aprile	14	27	15	B
1363	1	aprile	30	marzo	5.2	2.28	2	aprile	15	28	1	A
1364	21	marzo	18	marzo	16.5	2.81	24	marzo	16	1	2	GF
1365	9	aprile	6	aprile	17.1	2.79	13	aprile	17	2	3	E
1366	29	marzo	27	marzo	9.8	2.09	5	aprile	18	3	4	D
1367	17	aprile	15	aprile	10.0	2.09	18	aprile	19	4	5	C
1368	5	aprile	3	aprile	22.0	1.58	9	aprile	1	5	6	BA
1369	25	marzo	24	marzo	2.8	1.38	1	aprile	2	6	7	G
1370	13	aprile	11	aprile	19.8	1.67	14	aprile	3	7	8	F
1371	2	aprile	31	marzo	20.5	1.65	6	aprile	4	8	9	E
1372	22	marzo	20	marzo	2.6	2.39	28	marzo	5	9	10	DC
1373	10	aprile	8	aprile	1.4	2.44	17	aprile	6	10	11	B
1374	30	marzo	28	marzo	16.9	1.80	2	aprile	7	11	12	A
1375	18	aprile	16	aprile	17.8	1.76	22	aprile	8	12	13	G
1376	7	aprile	5	aprile	9.3	2.11	13	aprile	9	13	14	FE
1377	27	marzo	25	marzo	19.4	1.69	29	marzo	10	14	15	D
1378	15	aprile	13	aprile	14.1	1.91	18	aprile	11	15	1	C
1379	4	aprile	2	aprile	14.9	1.88	10	aprile	12	16	2	B
1380	24	marzo	21	marzo	16.5	2.81	25	marzo	13	17	3	AG
1381	12	aprile	9	aprile	12.6	2.98	14	aprile	14	18	4	F
1382	1	aprile	30	marzo	0.4	2.48	6	aprile	15	19	5	E
1383	21	marzo	19	marzo	16.6	1.81	22	marzo	16	20	6	D
1384	9	aprile	6	aprile	17.7	2.76	10	aprile	17	21	7	CB
1385	29	marzo	27	marzo	8.1	2.16	2	aprile	18	22	8	A
1386	17	aprile	15	aprile	5.4	2.28	22	aprile	19	23	9	G

Software "Johannes" G.De Donà

Software "Johannes" G. De Donà

Tabella 2 – Pleniluni giuliani e date della Pasqua nel periodo in cui visse Giovanni Dondi.

Nella tabella 2 sono esposte le date della Pasqua di tre sequenze di pleniluni relativi al periodo in cui visse Giovanni Dondi. I dati sono stati ricavati dal software “Johannes”, lo stesso con cui l'autore di questo articolo compila l'almanacco astronomico per l'Italia dal 2002 [5][6]. In tabella sono indicati:

- L'anno.
- La data del plenilunio pasquale giuliano (PG).
- La data del plenilunio vero (PV).
- La differenza tra plenilunio convenzionale (supposto alle ore 12) e il plenilunio vero (PG-PV).
- La data della Pasqua giuliana.
- Il numero d'oro.
- Il numero relativo del ciclo solare.
- Il numero relativo all'indizione romana.
- La lettera domenicale.

Verifica del calcolo della Pasqua giuliana

L'autore verifica ora le date di due pasque indicate in tabella per un anno di 365 *d* e per uno bisestile usando numero d'oro, plenilunio pasquale, ciclo solare e lettera domenicale.

Anno 1330 - Numero d'oro: $(1330+1) : 19 = 70$ con resto 1. Uno è il numero d'oro a cui nel ciclo dei 19 anni è associato il plenilunio del 5 aprile.

Ciclo solare: $(1330+9) : 28 = 47$ con resto 23. Ventitrè è numero del ciclo solare a cui è associata la lettera domenicale *G*.

Come visto in precedenza *G* è anche la lettera legata al 1 aprile che, quindi, nel 1330 era una domenica. Di conseguenza la domenica successiva cadde l'8 aprile che essendo successivo al plenilunio del 5 aprile fu il giorno di Pasqua.

Anno 1332 - Numero d'oro: $(1332+1) : 19 = 70$ con resto 3. Tre è il numero d'oro in cui nel ciclo dei 19 anni è aggregato il plenilunio del 13 aprile.

Ciclo solare: $(1332+9) : 28 = 47$ con resto 25. Venticinque è il numero del ciclo solare a cui, dal 25 febbraio, è legata la lettera domenicale *D*.

Essendo *G* la lettera riferita al 1 aprile, *D* coincise con domenica 5 aprile. La domenica successiva cadde il 12 aprile, per cui quella di Pasqua successiva al plenilunio del giorno 13 fu domenica 19 aprile.

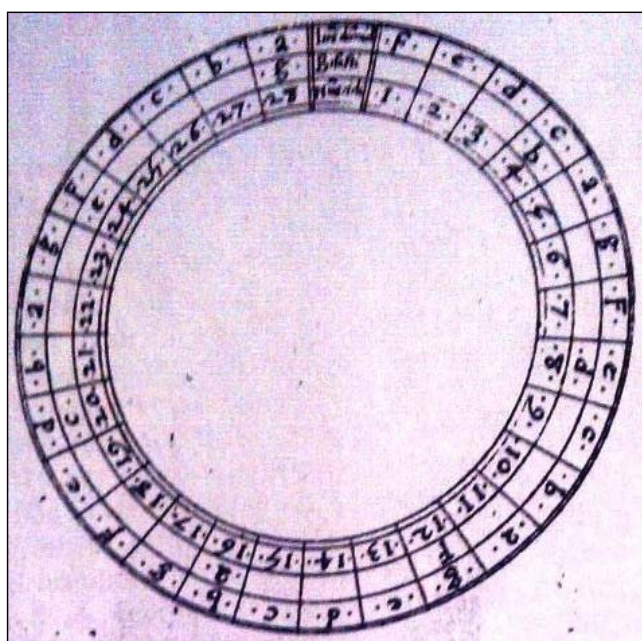
È possibile calcolare la data della Pasqua Giuliana con una rapida procedura informatica, utilizzando la sequenza di algoritmi di figura 1 presa da [6].

Julian Easter			
In the Julian calendar, the date of Easter can be found as follows.			
Divide	by	Quotient	Remainder
the year <i>x</i>	4	—	<i>a</i>
the year <i>x</i>	7	—	<i>b</i>
the year <i>x</i>	19	—	<i>c</i>
$19c + 15$	30	—	<i>d</i>
$2a + 4b - d + 34$	7	—	<i>e</i>
$d + e + 114$	31	<i>f</i>	<i>g</i>
Then <i>f</i> = number of the month (3 = March, 4 = April), <i>g</i> + 1 = day of that month upon which Easter Sunday falls.			

Figura 1 – Procedura per il calcolo della Pasqua Giuliana

Giovanni Dondi

Giovanni Dondi fu medico, astronomo e filosofo. Visse a Padova (dove insegnò all'Università di quella città), a Pavia e Firenze. L'*Astrario* di Dondi era un congegno composto ad una serie di ingranaggi che riproduceva i moti del Sole, della Luna e dei cinque pianeti. Fu uno dei primi orologi meccanici con il tempo suddiviso in ore e gruppi di dieci minuti. Con applicazioni successive fatte sullo strumento originale, Dondi riuscì a calcolare la durata del giorno alla latitudine di Padova e a determinare le feste mobili legate alla Pasqua. Lo strumento andò distrutto, ma fortunatamente lo stesso autore lasciò in eredità due manoscritti. Nel primo "*Tractatus Astrarii Johannis De Dondis Padani Civis Cui Tres Sunt Partes*" Dondi descrive il congegno originale. Il manoscritto denominato *ms D.39* è conservato presso la biblioteca capitolare di Padova ed è stato pubblicato nel 1960 dalla Biblioteca Apostolica Vaticana. Nel secondo documento è descritta l'applicazione aggiuntiva riguardante le feste mobili. Qui Dondi applicò una variante alla connessione tradizionale tra ciclo solare e lettera domenicale. Egli ritenne più comodo associare il *n. 1* del ciclo di 28 anni alla lettera domenicale *F* successiva all'anno bisestile (Figura 2).



Numero del Ciclo Solare	Lettera domenicale	Numero del Ciclo Solare	Lettera domenicale
1	G F	15	C
2	E	16	B
3	D	17	A G
4	C	18	F
5	B A	19	E
6	G	20	D
7	F	21	C B
8	E	22	A
9	D C	23	G
10	B	24	F
11	A	25	E D
12	G	26	C
13	F E	27	B
14	D	28	A

Figura 2, a sinistra, la corrispondenza tra lettera domenicale e ciclo solare nell'astrario di Dondi [7]

Figura 3, a destra, la corrispondenza tra lettera domenicale e ciclo solare tradizionali [8]

La modifica non comporta variazioni in quanto, come egli scrisse, "il ciclo può iniziare da qualsiasi anno con qualsiasi lettera domenicale" [7]. E' comunque importante evidenziare che gli anni riferiti al *n. 1* del "suo" ciclo solare corrispondono a quelli indicati col *n. 18* nel ciclo tradizionale di figura 3. Dondi morì nel 1388, quindi è possibile che la tabella oggetto degli studi di Dresti si riferisse al periodo di pleniluni pasquali di 19 anni compresi tra il 1368 e il 1386, a quello precedente o ad entrambi.

Il Saltus Lunae nel 1350

Osservando la tabella 2, si può notare l'entità della differenza derivante dal *saltus Lunae* nel periodo in cui visse Dondi. I valori, per vari motivi, non sono uniformi ma variano da zero a tre giorni. Nei 57 anni considerati, la differenza media tra plenilunio giuliano e plenilunio vero ($PG-PV$) è di 2.01 giorni. L'autore ha confrontato i suoi dati con quelli di [9] riscontrando date e orari dei pleniluni praticamente identici quindi con differenza media analoga ($PG-PV = 2.02 d$). Dal periodo di Dionigi erano trascorsi 800 anni, intervallo in cui tale differenza sarebbe dovuta salire a $800 : 308,65 = 2.62 d$. La divergenza è dovuta al fatto che nel periodo delle tavole di Dionigi lo scarto $PG-PV$ non era uguale a zero. Infatti se, ancora con [5], si considerano i tre cicli dal 532 d.C. al 589 d.C. si constata che $PG-PV$ fu $-0.72 d$; lo scarto negli 800 anni per arrivare al periodo di Dondi diventa quindi $2.01 - (-0.72) = 2.73 d$. La differenza residua di $0.11 d$ ($2.73 d - 2.62 d$) è

minima, quindi i dati ottenuti per l'epoca di Dondi si possono ritenere congrui con l'errore teorico di un giorno ogni 308 anni. Questa verifica fa apparire oltremodo strana la citazione del Venerabile Beda fatta su *De temporum ratione*. Egli visse due secoli dopo Dionigi perciò, a parere dell'autore di questa ricerca, le variazioni derivanti dal *saltus Lunae* non erano ancora percepibili. Infatti, considerando nuovamente con [5] due cicli in corrispondenza degli ultimi 38 anni vissuti dal *Venerabile* (dal 697 d.C. al 735 d.C.), la differenza PG-PV risulta nulla. E' possibile che il riferimento di *Beda* riguardo alla "*Luna che appariva talvolta più avanti rispetto ai calcoli*" non derivasse dal *saltus Lunae*, ma fosse invece causato dai bizzarri comportamenti orbitali del nostro satellite di cui si è accennato nella I parte.

La proposta di Papa Francesco

La Chiesa ortodossa non aderì alla riforma gregoriana del 1582. Per loro vale quindi ancora la data della Pasqua giuliana, con gli errori derivanti dallo slittamento delle stagioni e dal *saltus Lunae* che sono ulteriormente aumentati e che inficiano inevitabilmente i vincoli di Arles e Nicea. La Pasqua giuliana è festeggiata dai popoli ortodossi aggiungendo alla data calcolata col metodo di Cirillo e Dionigi i giorni cancellati dalla riforma e dall'applicazione della nuova regola per gli anni di fine secolo. I 10 giorni del 1582 sono ora saliti a 13, e, a causa del mantenimento della sequenza dei giorni della settimana all'atto della riforma, il giorno della settimana rimane per tutti domenica. In tal modo le date spesso coincidono (31 volte dal 2000 al 2099), altre volte differiscono di 7 giorni o di un suo multiplo che può arrivare fino a 35 giorni, 5 settimane (22 volte dal 2000 al 2099).

Il 12 giugno 2015 Papa Francesco, durante un ritiro mondiale di sacerdoti riuniti a Roma, ha proposto l'unificazione delle due date della Pasqua. La proposta non è nuova ed è stata dibattuta in passato in altri incontri come, per esempio, quello tenutosi ad Aleppo in Siria nella primavera del 1997 [10], in cui furono esaminate alcune soluzioni. L'autore, senza entrare nei dettagli delle questioni che indussero la Chiesa ortodossa a non aderire alla riforma di Papa Gregorio XIII, ritiene che la meta sia molto difficile da raggiungere, suggerendo la lettura di [11] a chi volesse approfondire i motivi riguardanti l'ostica controversia. E' invece desolante constatare come l'argomento sia stato trattato dalla stampa del nostro Paese. Nei giorni successivi alla frase del Santo Padre, alcuni autori, forse traditi dalla fretta, hanno scritto che il calendario giuliano è di tipo lunare, simile quindi a quello usato dai popoli musulmani. Altri quotidiani hanno invece atteso, quasi a "riflettere attentamente". Il 28 giugno, dopo oltre due settimane dalle parole del Pontefice, su [12], in un inserto culturale domenicale pubblicato da una delle maggiori testate italiane, si fa confusione tra l'unità di riferimento del calendario giuliano che non è l'anno siderale di 365.2564 d, ma un periodo di 365.25 d. L'errore rispetto all'anno tropico di 365.2422 d non è quindi di 20, ma di 11.2 minuti l'anno. L'autore di quell'articolo scrive anche che il calendario di Cesare "è suddiviso in 12 mesi di 30 giorni, ai quali ne vanno aggiunti 5 o 6 a fine anno", una "perla" pescata chissà dove. Si tratta di un "misto mare" terribile, di veri e propri obbrobri che Internet con i suoi "*Social*" ci propone abitualmente e di cui, evidentemente, ne è oramai coinvolta anche la carta stampata.

Considerazioni sulla data della nascita di Cristo.

A conclusione di questa trattazione l'autore fa alcune riflessioni riguardanti la data della nascita di Cristo decisa da Dionigi il Piccolo. Di là dalle considerazioni sull'anno zero ampiamente discusse in più occasioni, in modo particolare alla fine dello scorso millennio [10][13][14][15], rimane ignoto il motivo per cui Dionigi abbia collocato l'inizio della nuova era, l'anno 1 d.C., in concomitanza con l'anno 754 a.U.c. Malgrado la conferma (quasi una consacrazione) fatta dopo quasi 200 anni dal *Venerabile Beda*, per quasi tutti gli storici la data è sbagliata. Il motivo è insito nel fatto che per gli evangelisti "*Gesù nacque a Betlemme al tempo del Re Erode*". Per lo storico Giuseppe Flavio (37 d.C. -103 d.C.) la morte di Cristo avvenne tra un'eclisse di Luna e la Pasqua ebraica, considerazione che gli fece collegare l'evento all'eclisse del 13 marzo del 4 a.C. Se quella fu la data della morte di Erode, evidentemente la nascita di Gesù avvenne precedentemente. Alcuni storici, astronomi e astrofili, nel tentativo di dare una spiegazione all'astro che condusse i Magi alla Grotta di Betlemme "*In oriente abbiamo visto la sua stella e siamo venuti qui per onorarla....La stella si muoveva davanti a loro fino a quando non arrivò sopra la casa del Bambino. Là si fermò*" ..."(Mt 1, 2), hanno prodotto varie ipotesi collocando l'evento nelle date più svariate comprese tra l'anno 4 a.C. e l'anno 9 a.C. Scartata l'ipotesi che la *Stella di Betlemme* sia stata una cometa simile a quella dipinta da Giotto nell'*Adorazione di Magi* all'interno della

Cappella degli Scrovegni a Padova (Figura 4), esclusa l'apparizione di una supernova simile a quella vista da Keplero nel 1604 (in quel periodo non ci sono segnalazioni né di supernove né di comete luminose), i cultori di astronomia hanno considerato le poco convincenti meteore e aurore boreali, e le più persuasive congiunzioni planetarie.



Figura 4 – L'Adorazione dei Magi di Giotto

Tra queste ultime la più accreditata è quella dell'anno 7 *a.C.*, concomitante con una importante ripetuta congiunzione tra i pianeti Giove e Saturno [16]. Inoltre, ignorando la correlazione con la morte di Erode, prima del *V secolo d.C.* alcuni *Padri della Chiesa* posero l'evento negli anni 2 e 3 *a.C.* Pertanto c'è una sequenza che va dal 2 *a.C.* al 9 *a.C.*, in cui, per un motivo o per un altro, ogni data è stata considerata. Per Dionigi l'era cristiana parte dopo. Un'ipotesi narra che egli potrebbe essersi riferito a un'antica tradizione secondo la quale Cristo sarebbe morto il 25 marzo all'età di 30 anni (ministero di Gesù di un solo anno). Con questo legame Dionigi, dopo avere compilato le sue tavole, valutando che nel 563 *d.C.* la Pasqua cadeva il 25 marzo, andò a ritroso di 532 anni fino al 31 *d.C.*, anno in cui la Pasqua cadeva nello stesso giorno. Da cui, se Gesù fosse morto il 25 marzo del 31 *d.C.* ed avesse avuto 30 anni, sarebbe nato proprio nell'anno 1 *d.C.* Secondo Pedersen, questa ricostruzione è una congettura. Egli, categoricamente, scrive che se Dionigi ha situato "*Incarnation took place in 753 a.U.c.....why he did so is noon clear.*" [17].

Eppure il piccolo frate parte da là e quasi tutti sono concordi nel dire che egli sbagliò. "Quasi tutti", perché, oltre al *Venerabile Beda*, su [10] l'autore, dopo avere analizzato minuziosamente tutta la questione, riferisce che la datazione della morte di Erode fatta da Giuseppe Flavio potrebbe essere "*fuorviante*". La confronta con quella di altri *Padri della Chiesa* citando la *Cronaca* di Eusebio da Cesarea e la lettura che di essa ne fa Girolamo, valuta la cronologia basata sulle Olimpiadi, infine, elencando oltre a quella del 4 *a.C.* altre eclissi di Luna *pre* e *post* anno 0, fa intendere che Dionigi potrebbe non avere sbagliato ponendo nell'anno 753 *a.U.c.* l'inizio dell'Era Cristiana. Del resto Dionigi non era uno sprovveduto, anzi! La Chiesa su richiesta di Bonifacio, primicerio dei notai di papa Giovanni I, gli aveva affidato il complicato compito di fare le nuove tabelle perché lo riteneva il traduttore, canonista e computista più colto che ci fosse in circolazione. Riflettiamo su questo fatto: Dionigi, il più bravo, decide (lui decide!) una nuova datazione e commette un errore così clamoroso. Incomprensibile! Padre G.V.Coyne nella prefazione di [4][17], scrive: "*reform of the Calendar, its nature is not simply commemorative but it is intended to serve as a stimulus to further reflection, scholarly or otherwise, upon the calendar.*" Egli invita a non smettere di indagare, di fare altre riflessioni. Qui l'autore fa un'ipotesi in chiave numerica.

Ipotesi “numerica” sulla collocazione della data di nascita di Gesù

I matematici, ovviamente, hanno una particolare inclinazione per i numeri, per la loro disposizione, per i loro complicati legami. Nel caso delle tabelle pasquali la concatenazione più affascinante è quella che riguarda il numero 532 derivante dal minimo comune multiplo tra 19 (ciclo metonico) e 28 (ciclo solare). Occorrono 532 anni perché Numero d'oro, Ciclo solare, Lettera domenicale, data del plenilunio giuliano e data della Pasqua, si ripetano tutte esattamente uguali. Occorrono 532 anni perché termini una serie pasquale giuliana e ne cominci un'altra. Evidentemente Dionigi lo sa; egli è un fine matematico e conosce bene le correlazioni di quel numero. Lo conosce lui e lo conoscono gli altri computisti, che, prima e dopo di lui lo menzionano e, tutti, lo mettono in risalto. Lui va oltre. Come per incanto il suo ciclo, quello che continua la serie di Cirillo, comincia proprio col magico 532; *L'Anno Domini 532*. Lo decide lui, Dionigi il Piccolo, perché è lui che propone la nuova origine di conteggio degli anni. Secondo Dionigi, Cristo nacque 531 anni addietro il suo ciclo pasquale, quindi l'Incarnazione avvenne l'anno prima. E' probabile che egli sia risalito a quella data attraverso una documentazione precisa. Oppure, individuato il periodo in cui Gesù nacque ma non disponendo di una data sicura per le incertezze e contraddizioni degli storici qui menzionate (vedi [10]), egli, in modo semplicistico, potrebbe avere collegato l'Incarnazione e la Resurrezione, due tra gli eventi più importanti del cristianesimo, col numero 532 che decifrava i cicli pasquali. Pertanto, o le tavole di Dionigi iniziano 532 anni dopo l'Incarnazione per una “straordinaria concomitanza numerica”, oppure la sistemazione potrebbe derivare da una “voluta combinazione numerica”. Le coincidenze ci sono e spesso accadono, ma in questo caso, a parere di chi scrive, il sincronismo dà adito a qualche sospetto. In definitiva, questa è manifestamente un'altra congettura, magari considerata e scartata da altri perché priva di fondamento. La riflessione può apparire audace, stravagante, banale. Forse lo è; tuttavia, a parere dell'autore, né più né meno delle tante altre riguardanti questo intricato tema.

ERRATA CORRIGE 1ª PARTE

A pagina 41 seconda riga, la frase:

“C'è da chiedersi se egli fosse consapevole dell'errore di 1.5 giorni ogni 99 anni.” È errata. La frase corretta è:

“C'è da chiedersi se egli fosse consapevole dell'errore di 1.5 giorni ogni 8 anni (99 lunazioni).”

Bibliografia:

- [1]. Tempesti, P., *Il calendario e l'orologio*, Ed. Gremese Editore, Roma, 2006
- [2]. Aslaksen, H., *The sun in the Church*, National University of Singapore, 2002/2003
- [3]. North J.D., *Gregorian Reform of the Calendar – Nicholas of Cusa and the Council of Basel-Ferrara-Romana 89-90*, Specola Vaticana, Città del Vaticano, 1983
- [4]. De Donà, G., *Atti del XVII seminario di gnomonica – Il foro gnomonica di Nicola Cusano al castello di Andraz*, 51-59, Pescia (PT), 2011)
- [5]. De Donà, G., *Jobannes*, algoritmi tratti da [6], Sospirolo (BL) 1991
- [6]. Meeus, J., *Astronomical Algorithms*, William Bell, Richmond, 1991
- [7]. Baille, G.H., Lloyd, H.A., Ward, F.A.B., *The Planetarium of Giovanni De Dondi*, The Antiquarian Horological Society, London, 1974
- [8]. Alvino, F., *Calendari*, Firenze 1891
- [9]. Espenak, F., www.astropixels.com - Moon Phases Table 1300 -1400
- [10]. Fedalto, G., *Quando festeggiare il 2000?*, Ed. San Paolo, Torino, 1998
- [11]. Perepiolkina, L., *Il Calendario Giuliano Costantiniano*, Orthodox Life, 5, 1995
- [12]. Meriggi, M., *Il tempo è relativo*, dall'inserito “La lettura” de “Il Corriere della Sera” del 28/06/2015
- [13]. De Donà, G., *l'Astronomia*, 207, 3, Milano, 2000
- [14]. Maffei, P., “Buona fine millennio”, *l'Astronomia*, 204, 20, Milano, 1999
- [15]. Tempesti, P., “Quando entreremo nel prossimo millennio?”, *Giornale di Astronomia*, vol. 25 n. 2, 5, Cremona, 1999
- [16]. Hughes, D., *The Star of Bethlehem. An Astronomer's Confirmation*, New York 1979
- [17]. Pedersen, O., *Gregorian Reform of the Calendar – The ecclesiastical calendar and the life of the Church*, Specola Vaticana, Città del Vaticano, 1983. Cortesia di Giuseppe Tavernini

Come recuperare una vecchia meridiana servendosi di una ellisse

Ovvero una occasione per illustrare un metodo diverso da altri, precedentemente illustrati, per trovare gli assi principali di una ellisse.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

È abbastanza frequente trovare residui delle linee orarie di una meridiana ad ore astronomiche, soprattutto dove, in tempi non recenti, sono stati fatti passare i “fili della luce” eliminando il fastidioso ferro dello gnomone. Chissà perché, linee elettriche e discese pluviali apprezzano molto le superfici delle meridiane, soprattutto nel punto in cui è inserito lo gnomone.

La ricostruzione del quadrante partendo da dati residui è operazione relativamente facile, se il numero dei segni rimasti sul muro è sufficiente, per cui il metodo che vorrei spiegare è solo uno in più: tutto sommato però è abbastanza comodo, sempre se i dati disponibili sono compatibili con la teoria.

Mettiamola in questi termini: la spiegazione che mi accingo a fare è per me un’occasione per esporre un procedimento grafico relativo alla ellisse, che ritengo possa interessare allo gnomonista “geometra” (nel senso rinascimentale della parola, quindi a quasi nessuno). Le premesse teoriche sono un poco tortuose, ma l’applicazione all’orologio solare risulta piuttosto semplice.

È notorio che il grafico delle linee orarie di un OS da parete può essere interpretato come la proiezione di un orologio equatoriale: se quest’ultimo è contenuto in un cerchio, la proiezione sarà contenuta in una ellisse (si veda ad esempio il grafico tratto da Schöner – 1565, che ho riportato a pag. 67 del N°2 di O.S.). e, per ragioni di simmetria, la Sostilare sarà l’asse maggiore della ellisse, e la Equinoziale sarà parallela all’asse minore.

Sulla base di queste considerazioni mi sono posto il problema: se due linee orarie differiscono di 6 ore, esse corrispondono a due semidiametri coniugati della ellisse¹; però di esse conosciamo solo le direzioni, mentre dei semidiametri coniugati occorrerebbe conoscere anche la lunghezza, se si vuole individuare l’ellisse. Quindi bisogna trovare le due lunghezze.

Il problema “vero” è venuto dopo: conoscendo questi due segmenti come faccio a costruire la ellisse? Il riferimento è stato la proposizione 17a libro VIII di Pappo d’Alessandria : *trovare gli assi principali di una ellisse, data una coppia di diametri coniugati*.

Quindi è un problema che qualcuno si è posto qualche annetto addietro...

¹ È il caso di definire che cosa si intende per diametri coniugati in una ellisse. Oltre ai diametri principali, è possibile individuare un numero infinito di coppie di diametri le cui proprietà sono individuate dal seguente criterio (Fig. 1): tracciato un diametro qualsiasi, che ovviamente passi per il centro, si trovi la tangente alla ellisse nei suoi punti estremi; se si traccia dal centro una parallela a tale tangente, essa determina un secondo diametro (detto appunto coniugato al precedente), caratterizzato dal fatto che le tangenti alla curva nei suoi estremi sono parallele al primo diametro: in altri termini si determina un parallelogramma in cui è contenuta l’ellisse. Inoltre si ottiene una sorta di simmetria sghemba: le parallele a uno dei diametri. sono divise in parti uguali dall’altro. Quindi anche le diagonali del parallelogramma, sempre per lo stesso genere di simmetria, sono altri due diametri coniugati.

Allora si passa ad esporre una teoria

Inizio prendendo la materia “a rovescio”: espongo prima un criterio per trovare una coppia qualsiasi di semidiametri coniugati, dati i diametri principali dell'ellisse, e poi mi servo di esso per giustificare le operazioni di individuazione dei diametri principali a partire da quelli coniugati.

Quanto segue si rifà in parte alla esposizione di Commandino, circa la costruzione dell'ellisse.

Come al solito, non uso un SERIO linguaggio geometrico, nella speranza di avere qualche lettore in più, che arrivi fino in fondo.

Per individuare una coppia di diametri coniugati è sufficiente immaginare di tracciare una ellisse contenuta in un parallelogramma (Fig. 1), ovviamente tangente ai lati nei suoi punti medi; si veda la nota sopra.

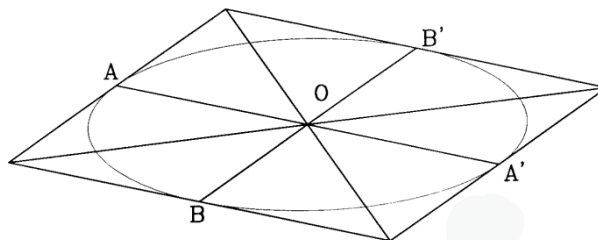


Fig. 1

La giustificazione circa la loro individuazione come *diametri coniugati* va cercata nel fatto che l'ellisse può essere vista come un cerchio in prospettiva, e quindi che il parallelogramma può essere considerato una sorta di proiezione omotetica di un quadrato cui il cerchio sia iscritto, in cui sono state tracciate le diagonali e le rette che uniscono i punti di tangenza sui lati, che nel caso del cerchio sono due coppie di segmenti perpendicolari, sfalsate di 45°. Quindi i diametri coniugati corrispondono a coppie di diametri perpendicolari nel cerchio omotetico.

Un altro metodo (un poco macchinoso, per la verità, ma utile per capire la geometria generale del problema e per i miei scopi) consiste in una serie di operazioni che interessano due cerchi concentrici, i cui diametri sono il massimo ($QR = MP$) e il minimo ($M'P'$) dell'ellisse: consideriamo QR ed MP come una sorta di assi cartesiani. Vedremo che quanto si espone permette di individuare gli assi principali della ellisse in modo relativamente semplice.

Commandino ha proposto di costruire l'ellisse per punti con il seguente criterio (Fig. 2): in una parallela $A'X$ al diametro MP , l'ordinata di A del raggio AO , rispetto a QR , è tale che $AX/A'X = M'O/MO$.

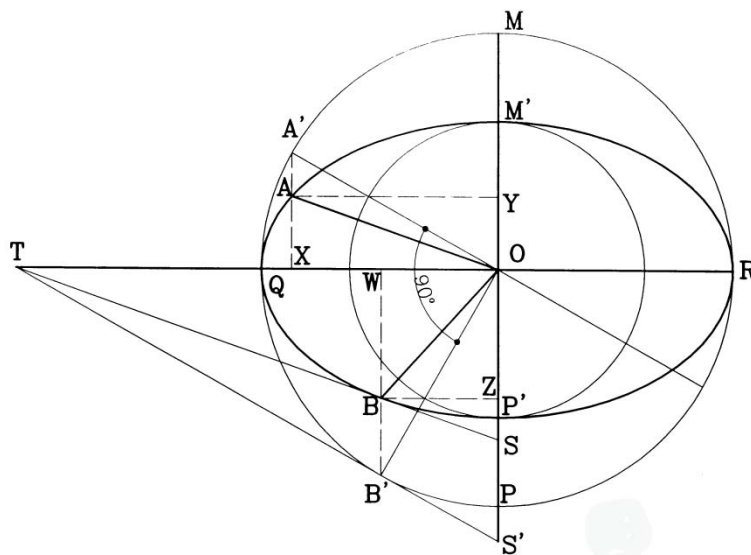


Fig. 2

Analogo criterio, ovviamente, vale per trovare il raggio BO .

(Ho disegnato anche l'ellisse $QM'RP'$ per evidenziare la costruzione, ma il grafico dell'ellisse non è necessario per individuare A).

Di conseguenza, se prendo in esame due raggi del cerchio $A'O$ e $B'O$ che siano perpendicolari (*coniugati*), trovo facilmente, con questo metodo grafico, i raggi *coniugati* dell'ellisse: AO e BO .

Si osserva che, considerando i raggi coniugati del cerchio e le distanze dai diametri principali dell'ellisse come coordinate, $A'X = WO$ e $B'W = XO$; in altri termini, A' e B' hanno le stesse coppie di coordinate, ma l'ascissa dell'uno è l'ordinata dell'altro.

Quindi anche la coppia di diametri coniugati dell'ellisse è connessa con tali uguaglianze: l'ascissa dell'una è una parte proporzionale dell'ordinata dell'altra, e viceversa.

Infine, come si è scritto nella nota 1), la tangente TBS è parallela al diametro OA, ma non solo: se confrontiamo i segmenti TB e BS con gli analoghi segmenti TB' e B'S' della tangente al cerchio massimo, si ha $TB/TB' = BS/B'S'$; e lo stesso rapporto si ha fra AO e AO'.

Quindi si conclude che, se $TB' \times B'S' = B'O^2$ ($B'O$ è l'altezza relativa alla ipotenusa del triangolo $TS'O$) anche $TB \times BS = AO^2$ perché $A'O = B'O$.

In altri termini AO è l'altezza, che potremmo fare uscire da B, relativa alla ipotenusa TS di un ipotetico triangolo rettangolo.

Le operazioni per trovare gli assi principali (Fig. 3)

Tali osservazioni possono essere assunte come base per elaborare un metodo per risalire agli assi principali dell'ellisse partendo dalla conoscenza di una coppia di assi coniugati.

La figura 3 non rende giustizia al problema, perché si è ritenuto necessario ripetere la “base” della Fig. 2, al fine di illustrare le ragioni geometriche connesse con l’operazione. In realtà, se la sequenza fosse filmata, essa comincerebbe con i soli AO e BO, proseguendo come segue:

si traccino $BC = BC' = AO$ e perpendicolari ad AO . Osserviamo che, per le ragioni esposte sopra, si potrebbero costruire due triangoli rettangoli, non disegnati in figura: SCT e SCT' .

Il punto C ha le seguenti coordinate, rispetto agli assi principali

$$CK = KX' + X'C = OW + AX$$

$$OK = X'B + BW = OX + BW$$

Queste due coordinate possono essere interpretate come segue: esse sono ottenute dalle coordinate del punto B' della Fig. 2, cui sono state aggiunte delle parti proporzionali alle coordinate stesse, ma in modo inverso: di conseguenza il punto C si trova sulla retta OB' e determina quindi, almeno in direzione e verso, uno dei raggi coniugati del cerchio MP della figura 2. La lunghezza di OC è maggiore di OB' perché risente della presenza delle due parti proporzionali.

Le coordinate di C' sono le seguenti

$$C'H = OW - AX$$

$$OH = OX - BW$$

e possono essere interpretate in modo del tutto analogo a quanto si è detto per C: il segmento $C'O$ è simmetrico a CO rispetto all'asse OQ ; la sua lunghezza è ottenuta dalle stesse componenti usate per il punto C, ma per differenza; risente quindi della presenza delle parti proporzionali, ma in modo opposto rispetto al punto C.

Inoltre è possibile tracciare la tangente TBS passante per B, parallela ad OA e perpendicolare a CC', ma non si conoscono ancora le posizioni dei punti T ed S. Però CB e BC' sono altezze relative alla ipotenusa TS negli ipotetici triangoli rettangoli di cui si è detto, e quindi T, C, S, C' appartengono allo stesso cerchio di diametro TS. Inoltre, considerando che nella Fig. 2 anche il triangolo TSO è rettangolo, si conclude che il cerchio suddetto, oltre ad avere come diametro la distanza TS, deve passare anche per O. Ciò permette di costruire il cerchio passante per tre punti, e trovare gli assi principali TO ed SO.

Si potrebbe aggiungere che comunque OS è la bisettrice dell'angolo COC'.

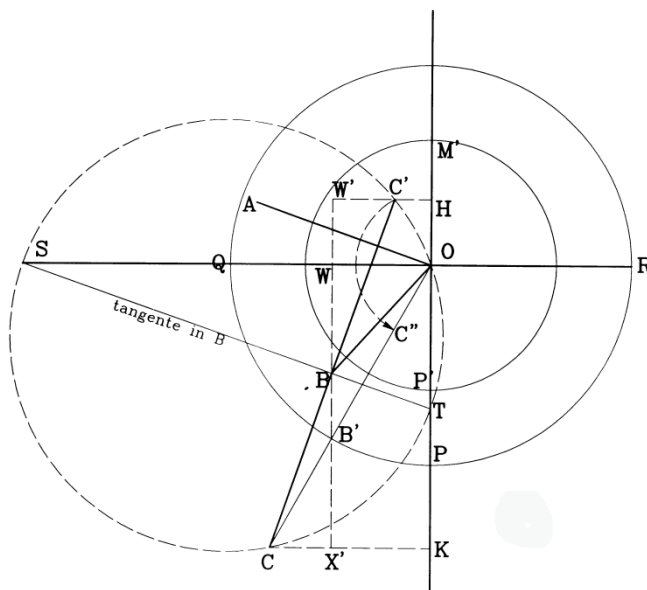


Fig. 3

Restano da individuare i due diametri della ellisse.

Si riporti la distanza OC' su OC : $OC'' = OC'$.

- * Il punto medio fra C e C'' è B' . Quindi con tale operazione si sono individuati il raggio $B'O = OQ = OR$ del cerchio massimo e la direzione del segmento BB' ; si ha quindi una ulteriore possibilità di verifica dei diametri principali della ellisse, perché il diametro OP deve essere parallelo a BB' .
- * La distanza CC'' è il diametro minimo della ellisse, *coniugato* del diametro massimo: quindi è il diametro del cerchio $M'P'$.

(Il lettore potrà, se lo riterrà opportuno, rifare i grafici partendo dalla sola coppia coniugata. Alla fine otterrà la stessa figura, ma costruita con la sequenza giusta, partendo dalla individuazione di C e C')

Ovviamente l'operazione può essere ripetuta sul diametro AO , ottenendo gli stessi risultati.

Si aggiunge infine, anche se alla cosa può essere attribuita scarsa rilevanza, che il birapporto (SWQR) è armonico. BW è la polare di S nel cerchio di diametro QR .

Ritorniamo alla meridiana da revisionare.

Dati i resti di una vecchia meridiana, trovare i vari parametri necessari a ricostruirla.

Il metodo che si può dedurre da quanto si è esposto richiede la conoscenza di almeno tre linee orarie “qualsiasi” (o parti di esse – Fig. 4) che distino 3 ore l'una dall'altra: r, q, t .

La prima e l'ultima saranno i diametri coniugati, quella intermedia è utile per determinare la loro lunghezza relativa: si prolunghino le tre linee trovando C , centro dell'orologio.

Si scelga poi un punto A su t e si faccia passare la parallela AM alla r . M è l'intersezione della retta con la linea oraria q . Tracciando da M la parallela alla linea t , si ottiene il punto B ; in altri termini, in Fig. 4 si è tracciata parte del parallelogramma di Fig. 1, ottenendo il rapporto fra i due semidiametri CA e CB . Inutile dire che si può partire da B , ottenendo la stessa figura.

Fig. 5: dal punto A si riporti su una linea perpendicolare al segmento CB , dalle due parti: $AM = AP = CB$.

Il cerchio passante per M, C e P ha il diametro XY lungo la tangente all'ellisse passante per A (la AM della figura precedente). CX e CY sono gli assi principali della ellisse, per cui CX sarà la Sostilare della Meridiana e CY sarà parallela alla Equinoziale. L'applicazione della complessa teoria illustrata sopra si ferma qui, se uno non è interessato a trovare l'ellisse.

Il resto (quanto illustrato nella seguente Fig. 6) è routine, simile ad altre applicazioni.

Fig. 6: si tracci la Equinoziale in un punto qualsiasi e si prolunghino CA e CB trovando su di essa i punti A_0 e B_0 , che individuano due punti orari

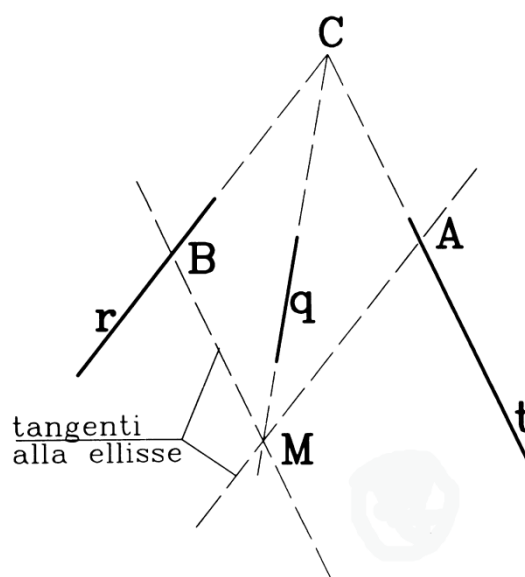


Fig. 4

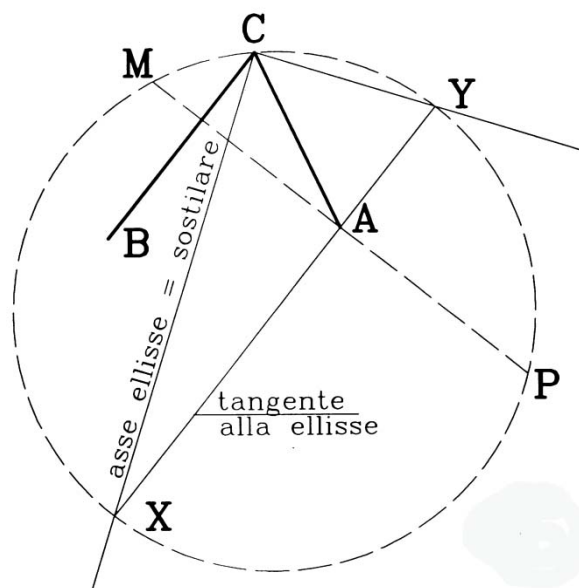


Fig. 5

discosti di 6 ore. Il semicerchio di diametro $A_0 B_0$ individua sulla Sostilare il centro G_2 dell'orologio equatoriale.

Sul semicerchio di diametro SC si individua G3, e di conseguenza il triangolo gnomonico sulla Sostilare. Nulla impedisce di trovare le altre linee orarie, verificando che la linea del mezzodì sia correttamente disposta, e trovando il triangolo gnomonico su di essa.

I parametri necessari sono quindi tutti individuati.

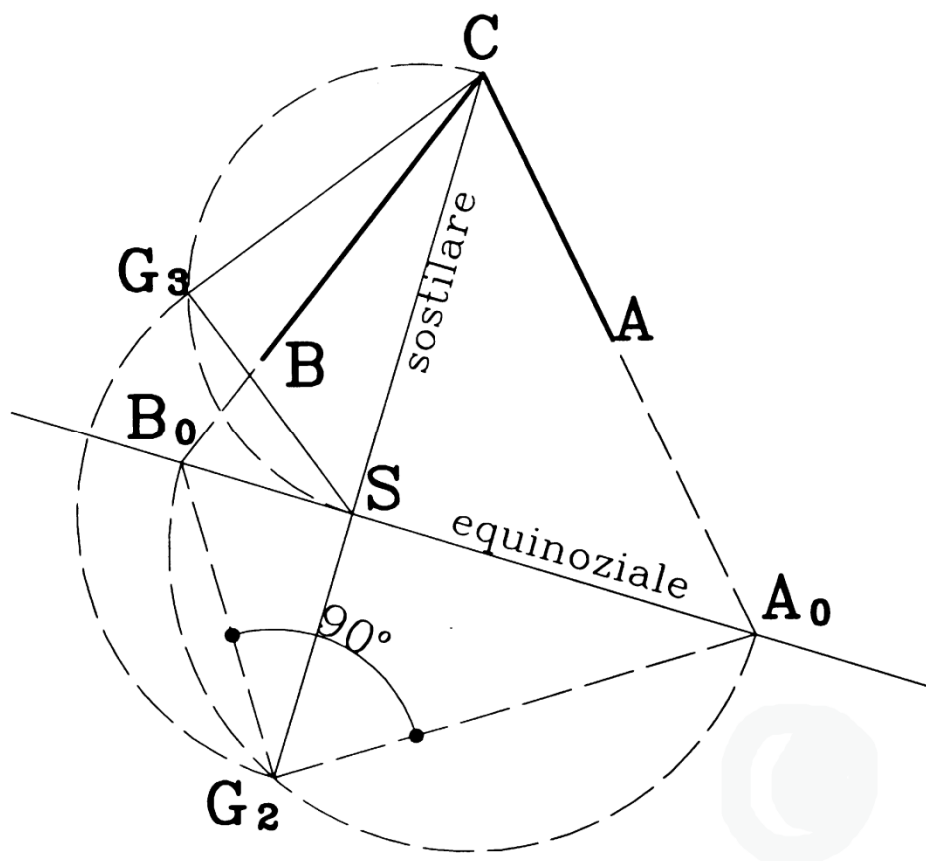


Fig. 6

Nel sito di Orologi Solari www.orelogisolari.eu nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare due file che realizzano con Geogebra il procedimento grafico descritto nell'articolo.

L'Apoliterra di Waldshut (parte 2)

Vengono in questo articolo spiegate le nuove caratteristiche dell'apoliterra di Waldshut. Questo strumento a metà tra la gnomonica e l'astronomia ha vinto la XII edizione del concorso internazionale "Le ombre del tempo" bandito a cura dell'Unione Astrofili Bresciani e dall'Osservatorio Severino Zani per la categoria professionisti. L'autore a titolo didattico tratta alcuni aspetti astronomici semplici e trae alcune conclusioni di carattere umanistico.

di Ives Opizzo (yves@opizzo.de) traduzione di Luigi Massimo Ghia

Modo d'uso dettagliato

Il principio dell'Apolimare è di usare lo strumento per evidenziare le differenze delle coordinate del Sole, identificate in un luogo sconosciuto e in un dato momento, con quelle tabulate per Greenwich nello stesso istante. Dobbiamo quindi sviluppare una sequenza di regolazioni e manipolazioni dello strumento prima e durante l'osservazione del Sole, e una sequenza di calcoli che portino a convertire queste differenze di coordinate in una differenza nella misurazione del tempo, ovvero misura della differenza di longitudine.

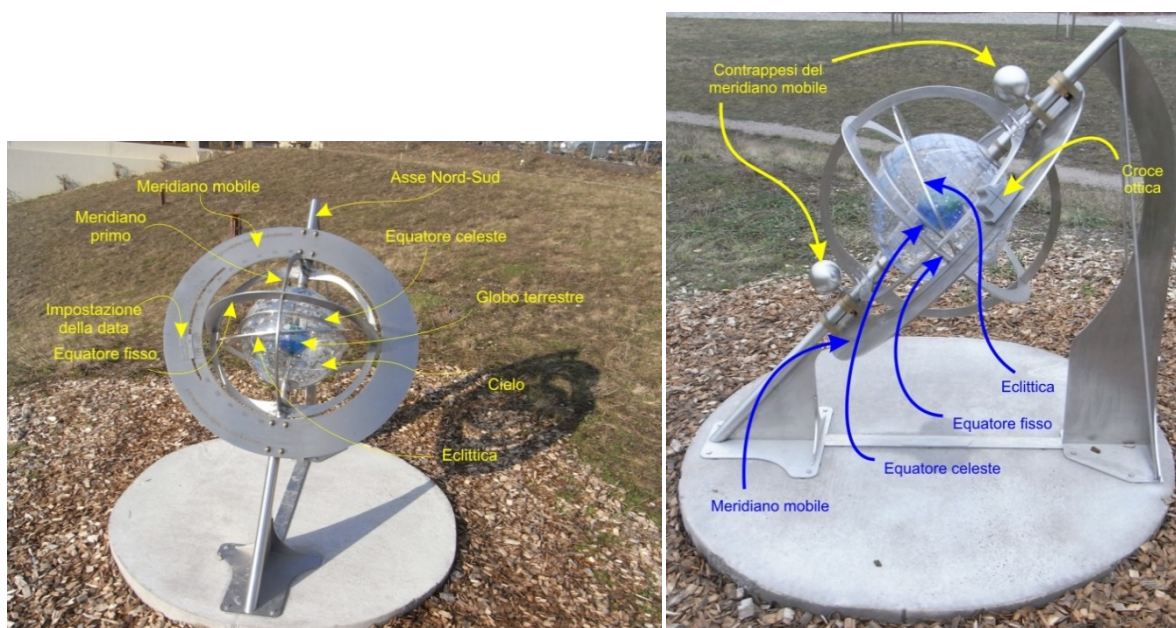


Fig. 28 - 29 - L'Apolicielo della Fondazione VITA è stato realizzato principalmente in acciaio inossidabile. Numerose parti in alluminio, bronzo e ottone consentono un uso preciso e affidabile, non appena il Sole splende. Il cielo trasparente tutto attorno e la Terra Blu in mezzo allo strumento sono realizzati in policarbonato.

a) Lettura del Tempo Vero Locale (TVL)

Regolazione dell'angolo orario: il TVL, il Tempo Vero Locale, è una semplificazione per la vita quotidiana. In astronomia, è spesso più conveniente parlare di angolo orario. Ma le due variabili sono direttamente collegate, in effetti identiche. L'angolo orario è misurato in gradi, è negativo al mattino, a mezzogiorno vero è nullo, ed è positivo nel pomeriggio. Siccome un'ora è pari a 15° (poiché $360^\circ = 24$ ore, o una rotazione per un giorno),

basta dividere questo angolo orario per 15 per ottenere le ore. Per evitare delle ore negative, dobbiamo aggiungere 12 per ottenere 12h 00m a mezzogiorno e 00h 00m a mezzanotte. Si è soliti utilizzare numeri romani per il TVL. Mezzogiorno vero è quindi indicato con XII. Questo angolo orario deve essere trovato e visualizzato con l'aiuto del meridiano mobile.

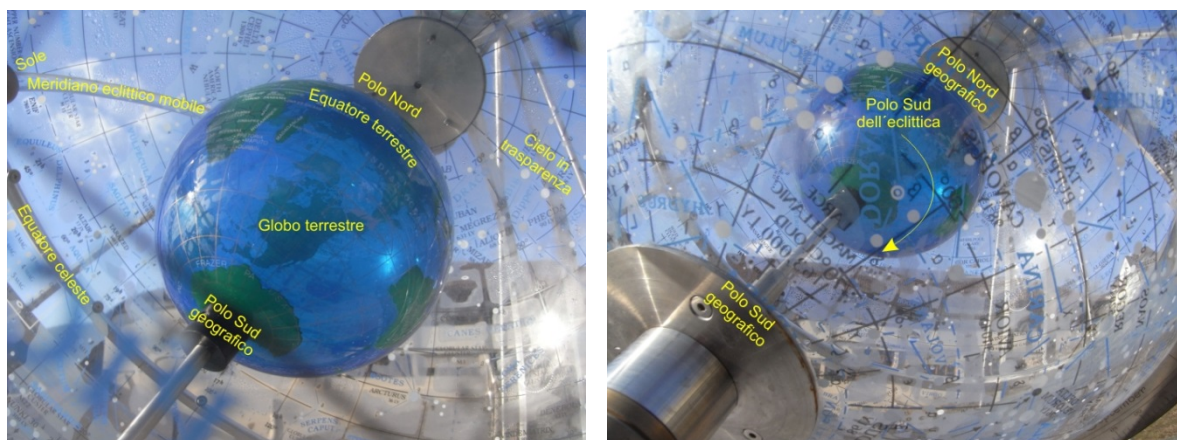


Fig. 30 - 31 - Il cielo trasparente ci permette di osservare le costellazioni, le stelle e altri oggetti celesti quali le galassie o le nebulose come nella realtà. Lo sguardo dell'osservatore deve semplicemente proiettarsi dall'altro lato della Terra verso il cielo, per essere in qualche modo al centro della sfera di osservazione.

1. *Trovare il TVL:*

Se la data (o declinazione) è stata impostata correttamente, basta ruotare lentamente il meridiano con la croce ottica verso il Sole, o anche la Luna fino a quando la luce passa attraverso la croce. Il TVL è quindi leggibile a fianco dell'indice a sinistra del meridiano. La precisione sarà dell'ordine di 30 secondi. Per ottenere il tempo legale, quello del vostro orologio, si deve applicare una correzione tripla:

- l'ora estiva eventuale;
- la differenza di longitudine con il meridiano di riferimento (meridiano dell'Europa Centrale, qui chiamato meridiano di Görlitz, longitudine 15° Est);
- l'equazione del tempo. Queste correzioni sono riunite in un'unica tabella allegata (Vedere nei "Bonus").

2. *Regolare il TVL:*

Questo metodo è preferibile quando è richiesta una maggiore precisione (circa 10 secondi). Occorre ruotare il meridiano mobile, fino a quando l'indice visto precedentemente punta esattamente il TVL desiderato. Si consiglia di prepararsi un paio di minuti in anticipo per regolare il tutto correttamente. Quando la luce del Sole passa attraverso la croce, proiettandosi per esempio sulla vostra mano, sarà esattamente il TVL impostato con una precisione tra i 10 e i 20 secondi.

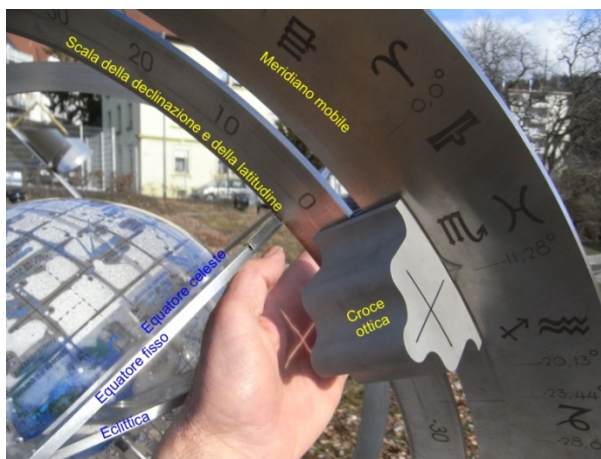


Fig. 32 - La croce luminosa sulla mano permette di trovare il TVL.

b) *Regolazione della data*

Se la sola lettura del Tempo Vero Locale è richiesta, è sufficiente impostare la data del giorno di osservazione. La data è stampata sul meridiano mobile sul lato destro. Questa regolazione va eseguita con l'aiuto del sistema che accompagna la croce ottica. La linea nera incisa nel mezzo della cupola in policarbonato va posizionato sulla data corrente.

Se la data è stata impostata correttamente, una croce luminosa sarà facilmente visibile, per esempio, sulla tua mano o su un biglietto da visita, una volta che il meridiano sia stato posizionato nella giusta direzione (vedi punto a) lettura del TVL). L'accuratezza di uno o due giorni nella impostazione della data è sufficiente per ottenere una croce di luce netta e preciso.

c) Regolazione della declinazione (δ , Delta) sul meridiano mobile

Se una variabile più complessa, come la longitudine geografica, deve essere misurata con questo dispositivo - che è interessante oggi soprattutto dal punto di vista pedagogico - non sarà più sufficiente accontentarsi della data. Infatti, il 29 febbraio ogni quattro anni (anni bisestili) sconvolge l'impostazione

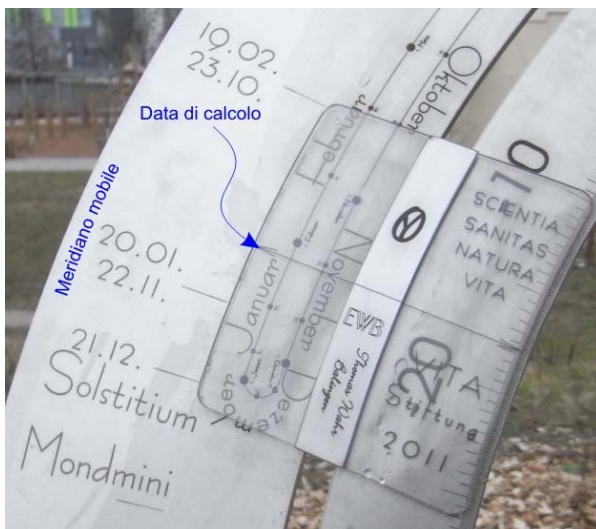


Fig. 33 - Pannello di regolazione della data, in policarbonato

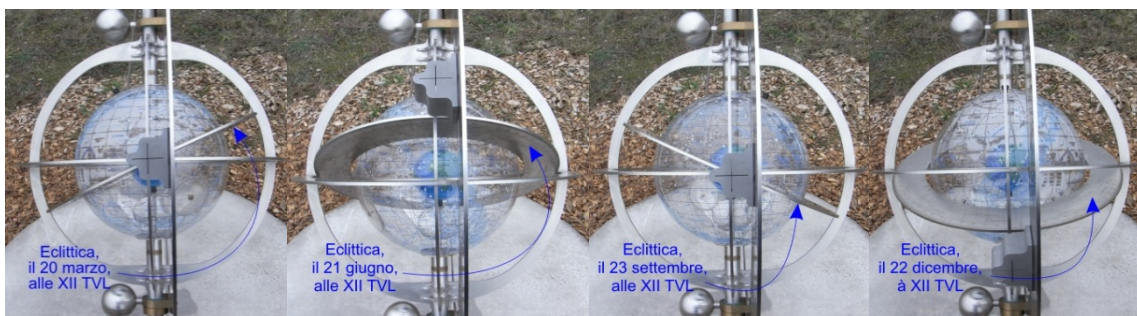


Fig. 34 - 35 - 36 - 37 - Quattro giorni all'anno hanno un significato speciale. Essi coincidono con l'inizio di una stagione.

della datazione. Si dovrebbe pertanto usare sempre la declinazione con la miglior precisione possibile, anche durante i cosiddetti anni comuni. Il suo valore è riportato nelle "apolinautiche" dell'anno (le tabelle necessarie per il corretto uso dello strumento). Queste tabelle sono calcolabili da parte di chiunque, grazie ai moduli Excel LuniSol WozMez, disponibili su richiesta da farsi all'autore. Questi moduli Excel calcolano la declinazione e l'ascensione retta del Sole e della Luna per un determinato tempo (TVL). Essi consentono di calcolare anche l'equazione del tempo e molte altre variabili utili. La declinazione dovrà essere attentamente regolata, se possibile, con una precisione dell'ordine di circa cinque minuti d'arco.

1. Regolazione:

La croce ottica deve essere posizionata sul valore attuale della declinazione e non sulla data sull'altro lato del meridiano mobile. Questo valore deve essere ricercato nelle tabelle apolinautiche. Un esempio completo è scaricabile nei "Bonus" allegati al presente articolo. Ciò è essenziale per il calcolo della longitudine geografica (λ), senza orologio né cronometro. È necessario impostare il gruppo mobile sul meridiano utilizzando queste tabelle nautiche, qui chiamate apolinautiche, che devono essere calcolati per ogni anno e riferite a Greenwich.

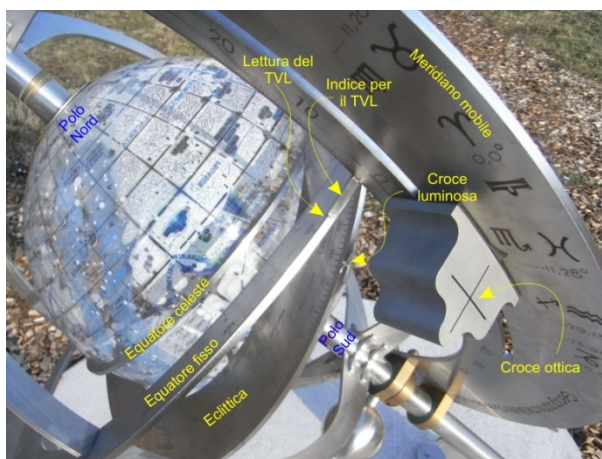


Fig. 38 - Regolazione della data grazie alla croce ottica.

E' grazie a questa impostazione per Greenwich che la longitudine diventa misurabile.

Queste tabelle sono gli orologi di Greenwich.

Il Meridiano mobile ruota liberamente di 360° , ciò permette di trovare il TVL o l'angolo orario in qualsiasi momento se il Sole è visibile. Occorre prima trovare il TVL con il meridiano mobile, quindi la declinazione (del Sole o della Luna) con la croce ottica. Se tutto è in ordine, la croce ottica produrrà una croce luminosa, sulla mano o su qualsiasi oggetto. Se questa croce luminosa non è molto regolare, occorre modificare le impostazioni fino a quando la si vedrà nitidamente.

2. *Lettura:*

Lettura è davvero molto semplice, grazie a questa croce. La linea verticale permette di determinare il TVL, mentre la linea orizzontale ci rivela il valore Delta. Tutto dipende dalla posizione del meridiano mobile sull'equatore e dalla croce ottica sul meridiano stesso. Il valore della declinazione è da leggere sul lato sinistro del meridiano. Conviene far scorrere delicatamente la croce ottica fino a quando appare una croce luminosa netta e regolare.

3. *Differenza tra declinazione e data:*

La declinazione solare e la data sono naturalmente collegate. Ma il 29 febbraio ogni quattro anni (come nel 2012) provoca un difetto nel ciclo gregoriano. E' quindi da escludersi il regolare l'apparecchio con precisione semplicemente usando la data. E' quindi necessario conoscere la declinazione solare, e quindi avere disponibili le tabelle (apolinautiche) che ci trasmettono questo valore.

d) *Lettura della longitude e della latitudine eclittica*

1. *Longitude eclittica*

a) *Definizione:*

La longitude eclittica è del tutto paragonabile alla latitudine geografica, che determina la posizione di un luogo da Est verso Ovest lungo l'equatore. L'apparecchio Apolicielo dispone di un semi-meridiano eclittico, sul quale è fissato una sfera rappresentante il Sole. Per una ragione tecnica, non è possibile creare un meridiano completo, ma sarebbe possibile, se la Terra fosse nel centro del cielo. E sarebbe anche possibile installare un equipaggiamento mobile lungo tale meridiano dotato di un sistema ottico come sul meridiano tradizionale.

b) *Impostazione e lettura (veloce):*

per impostare la longitude eclittica del Sole, basta usare le tabelle apolinautiche e far girare la sfera vista nel punto precedente, fino a raggiungere il valore in questione, inciso sull'eclittica. Usare la data è sufficiente per questa manovra, poiché la precisione ottenuta non è di grande importanza.

c) *Impostazione e lettura (precisa):*

Se il disco eclittico e il meridiano con l'equipaggio mobile sono stati impostati correttamente (vedi le altre impostazioni, in particolare il Tempo Siderale), la luce del Sole passerà attraverso la croce ottica e cadrà sull'eclittica piuttosto che sulla vostra mano. La croce luminosa deve cadere esattamente al centro del disco dell'eclittica, per determinare il valore della longitude eclittica locale. L'impostazione dell'eclittica è ulteriormente spiegata più avanti, con le spiegazioni relative al punto vernale.



Fig. 39 - Il sole ruota attorno al polo Nord dell'eclittica.

2. *Latitudine eclittica*

a) *Definizione:*

Come per la longitudine, la latitudine eclittica è paragonabile alla latitudine geografica, che determina la posizione in direzione Nord-Sud, per esempio su un meridiano di riferimento. Se il meridiano mobile eclittico esistesse, sarebbe possibile utilizzare questo per misurare la latitudine.

b) *Lettura:*

La lettura della latitudine eclittica sarebbe facilissima, sul meridiano mobile stesso o sul cielo, se le incisioni necessarie fossero presenti. Ma va detto che, i paralleli all'equatore disegnati sul cielo sono molto più facili da usare.

e) Lettura del Tempo siderale TS

1. *Definizione*

Nel sistema eliocentrico, che riflette la realtà naturale, l'eclittica è il piano dell'orbita terrestre intorno al Sole. Poiché tale piano è per un lungo periodo di tempo fisso o quasi fisso, è possibile utilizzarlo come riferimento per determinare la posizione delle stelle nel cielo, per mezzo della loro latitudine e longitudine rispetto all'eclittica. Il Sole stesso è al centro del cerchio (in effetti, un ellisse) e la sua latitudine eclittica è quasi sempre uguale a zero. Il piano dell'eclittica passa attraverso il centro del Sole, con qualche variazione di qualche centinaio di chilometri circa. Queste variazioni sono indotte principalmente dal pianeta Giove.

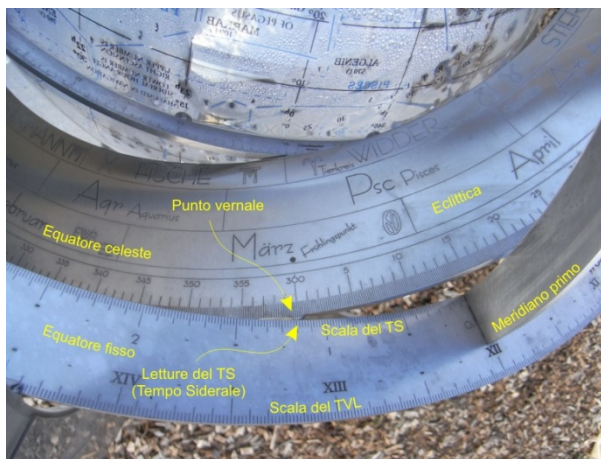


Fig. 40 - Il Tempo Siderale TS si legge per mezzo del punto vernale.

Nel sistema geocentrico, come nel caso specifico, si dice che il Sole gira intorno alla Terra su un piano chiamato eclittica. Le riflessioni ed i calcoli sono in entrambi i casi perfettamente corretti, senza alcuna ambiguità.

2. *Impostazione*

a) *Punto vernale:*

Il punto vernale (Pv) è definito come il punto in cui l'eclittica interseca l'equatore celeste da Sud a Nord. Oggi, questo fenomeno avviene di solito il 20 marzo. L'altro punto di incontro tra equatore celeste e l'eclittica, il 23 settembre può essere chiamato il punto autunnale. Una semplice formula permette di regolare in qualsiasi momento e in qualsiasi luogo l'eclittica dello strumento: $TS = AR + AH$. In questa formula, TS è il Tempo Siderale (calcolato per Greenwich), AR è l'Ascensione Retta e AH l'Angolo Orario. Per definizione, l'ascensione retta del punto vernale è zero, perché la misura della AR sull'equatore celeste inizia in quel punto. Quindi nella formula rimane: $TS = AH_{pv}$. Attenzione: TS viene calcolato in TML, in tempo medio locale (di Greenwich), tenendo conto dell'equazione del tempo.

b) *Tempo siderale a Greenwich:*

Il TS a Greenwich è relativamente facile da calcolare per tutte le date e tutti gli istanti. E' sufficiente quindi calcolare il TS a Greenwich per ogni anno con intervalli di un quarto d'ora, per potere posizionare correttamente l'eclittica dell'apparecchio. Occorre utilizzare quindi il punto vernale, segnato da un indice sull'eclittica. Tale indice dovrebbe indicare il TS calcolato. L'eclittica è posta come se lo strumento fosse sul meridiano di Greenwich.

c) *Tempo Siderale Vero Locale:*

Naturalmente, lo strumento portatile e mobile è quasi mai sul meridiano di Greenwich. Per quanto riguarda quello di Waldshut, non può cambiare posto. Di conseguenza, l'eclittica impostata sullo strumento non coincide con l'eclittica naturale. Diventa pertanto necessario introdurre un nuovo concetto, il Tempo Vero Siderale Locale. Infatti, se lo strumento è da qualche parte ad Est di Greenwich, il Sole raggiunge un certo angolo orario scelto nelle Apolonautiche (calcolate per Greenwich) prima. Ciò è dovuto alla sfericità della Terra e come conseguenza della longitudine geografica. Il Sole deve cioè "spostarsi" in un certo tempo dalla posizione dello strumento al meridiano di Greenwich. Durante questo periodo di tempo, il Sole continua a muoversi sul piano dell'eclittica e cambia di declinazione, anche se di poco, senza alcun dubbio. Questo cambiamento è troppo piccolo per circa quattro mesi l'anno al fine di essere utilizzato con questo strumento (giugno-luglio e dicembre-gennaio). Deve essere utilizzata quindi La Luna, il che è un po' più complesso, perché la misura con la Luna dà i cosiddetti valori topocentrici, che devono essere convertiti in valori geocentrici. Notiamo che è sufficiente misurare l'angolo tra la Luna e il Sole, quando i due astri sono visibili allo stesso tempo per avere la longitudine geografica. Le tabelle Apolonautiche contengono o conterranno informazioni sufficienti per calcolare ciò.

d) *Lettura del TS:*

E' possibile leggere direttamente il Tempo Siderale Vero Locale (TSVL) direttamente. Per fare ciò occorre ruotare lentamente il disco dell'eclittica, finché esso non getta un'ombra su se stesso o la sua ombra diventa minima. Il TS può essere quindi letto in corrispondenza dell'indice dell'equinozio di primavera

e) *Inclinazione dell'eclittica (ϵ , epsilon):*

Questo angolo varia da circa 22° a 24° in quasi 40.000 anni. È a causa di questa variazione che è preferibile utilizzare le coordinate equatoriali - di inclinazione e ascensione retta - per misurare la posizione delle stelle nel cielo, piuttosto che le coordinate eclittiche (latitudine e longitudine). E' certamente interessante dal punto di vista didattico tenere conto di questa possibilità, ma lo strumento di Waldshut non è progettato per eseguire questa misura (la esegue invece lo strumento di Balingen nel centro in ospedaliero).

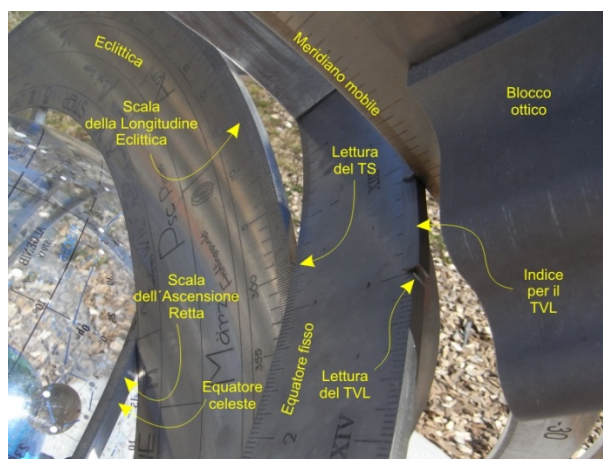


Fig. 41 - Il 15 marzo 2012, alle 13h 30 TVL (14h 06m 10s)

f) *Lettura dell'ascensione retta sull'equatore celeste*

Diversamente dall'equatore fisso, che non può ruotare attorno all'asse Nord-Sud, l'equatore celeste, fissato al cielo mobile dello strumento ruota con esso quando l'eclittica viene regolata. E' per questo motivo che è possibile leggere direttamente il valore della ascensione retta del Sole (o della Luna) sul meridiano mobile, con una buona precisione (pochi minuti al massimo). L'equatore celeste non genera le fastidiose variazioni millenarie come l'eclittica.

a) *Definizione dell'Ascensione Retta:*

L'ascensione retta è paragonabile all'angolo orario. Essa misura l'angolo tra il Sole e il punto vernale, quando l'angolo orario ha per origine il

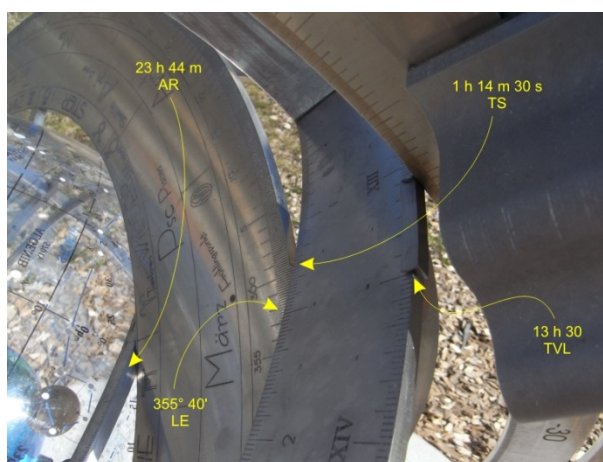


Fig. 42 - Ascensione retta e longitudine eclittica sono fortemente legati).

Sud geografico. Dato che il punto vernale si sposta in continuazione con il cielo, non è affatto facile individuarlo di giorno. Con l'Apolicielo, rispondere a questa sfida, è però abbastanza facile.

b) *Regolare l'equatore celeste:*

Quest'ultimo è un'estensione nel cielo dell'equatore terrestre, ma ruota continuamente intorno all'asse della Terra. Per posizionarlo correttamente, è necessario utilizzare l'eclittica. Per questo, il cielo (in policarbonato trasparente) su cui è fissato l'equatore celeste, deve essere ruotato fino a quando il punto vernale indica il TS attuale (ad esempio di notte) o quando il disco eclittico getta un'ombra su di lui se il Sole è visibile e genera ombre nette. Così, il piano dell'equatore non si è mosso affatto - è rimasto parallelo a se stesso - ma il punto vernale, che è il punto di origine dell'AR, ha ruotato.

c) *Lettura dell'ascensione retta:*

Siccome questa variabile non ha una grande importanza per noi, la lettura è meno accurata rispetto ad altre. Il meridiano mobile deve essere collocato su un particolare TVL e l'equipaggio mobile deve indicare la declinazione solare del giorno in questione. Il valore non sarà più letto sull'equatore fisso (sarebbe il TVL), ma sull'equatore celeste. Dato che quest'ultimo è più lontano del meridiano mobile, la precisione sarà approssimativa. Sarebbe possibile utilizzare un filo o una punta o un quadrato, per migliorare la precisione. Si noti che, pertanto questo tipo di quadrante apre una quarta possibilità alla gnomonica: dopo altezza, azimut e angolo orario, ecco l'ascensione retta!

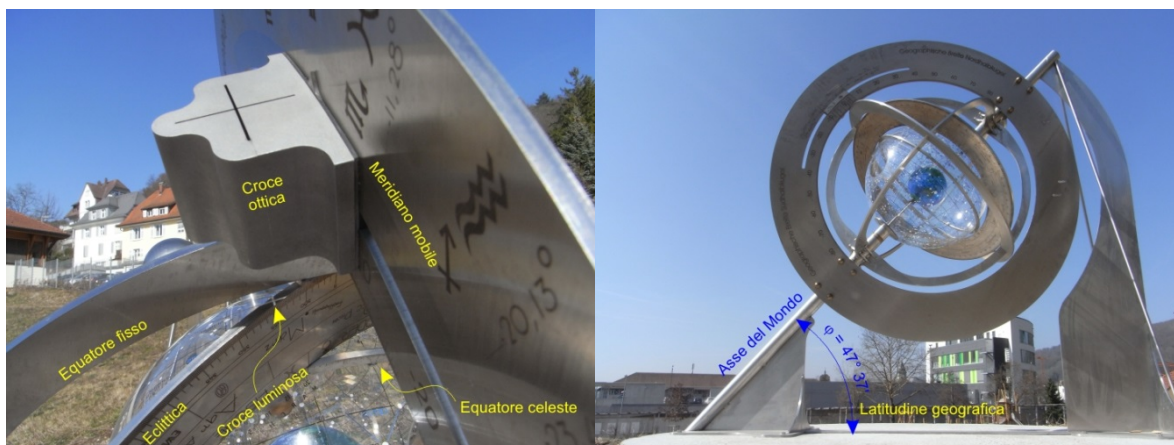


Fig. 43 - 44 - La conoscenza crea l'arte.



Fig. 45 - 46 - Il cielo trasparente fornisce numerose informazioni, da Sud a Nord.

g) Calcolo della longitudine geografica

Questa possibilità è ovviamente la più complessa, ma anche la più interessante dello strumento. Prima di tentare di determinare attraverso lo strumento la longitudine geografica del luogo, è certamente auspicabile dominare tutte le altre possibilità, che sono state spiegate separatamente. Ci sono ancora molti altri aspetti, che pur avendo un senso meno evidente, non sono comunque meno interessanti. In totale, ci sono oltre 70 opzioni (leggere le variabili o osservare il cielo con le costellazioni correnti) nello strumento completo. Spiegarle tutte è un compito delicato, soprattutto perché alcune sono ancora in parte sconosciute anche agli autori.

E' essenziale regolare lo strumento nel miglior modo possibile. La procedura è esattamente la stessa che ottenere il del TVL con un'ottima precisione. Quindi, occorre impostare perfettamente:

- la latitudine geografica di Waldshut, essa è fissa e non pone alcun problema;
- la declinazione solare;
- il TVL con il meridiano mobile;
- il tempo siderale, che ci darà anche la longitudine eclittica;
- la direzione Nord-Sud, a Waldshut già impostata;

1. *Regolazione del disco eclittico:*

Posizionare il disco eclittico in modo che la croce luminosa cada esattamente al centro di questo disco, in modo che la luce solare passi meglio possibile attraverso la croce ottica. Si ottiene così il valore della longitudine eclittica locale del Sole. Si ottiene anche, con un oggetto aggiuntivo tipo un quadrato, l'ascensione retta del Sole per quell'istante. La declinazione solare non ha ancora (o non ha più) il valore visualizzato, perché lo strumento non è sul meridiano di Greenwich, anche se regolato correttamente. Quindi provare a far scorrere la croce ottica per ottenere un po' più di luce sul disco dell'eclittica (tratti di luce orizzontale) e annotare il valore di δ così trovato. Dobbiamo quindi cercare nelle tabelle apolonautiche quando il Sole raggiunge (o ha raggiunto) questo valore a Greenwich.



Fig. 47 - Croce luminosa sul disco dell'eclittica

Troverete per esempio che la declinazione reale, che si leggerà nell'istante avrà una differenza di 40 minuti rispetto al TVL. Questo significa che ci si trova a 40 minuti dal meridiano di Greenwich, a circa 10° (Est o Ovest, a seconda della posizione dell'immagine solare in alto in basso rispetto al cerchio in funzione della stagione; per lo stesso posto, la differenza può essere positiva o negativa).

2. *Verifiche e difficoltà:*

Se tutto è stato impostato perfettamente, due elementi saranno perfettamente allineati: l'equipaggio mobile per declinazione ed angolo orario da un lato, e il piano dell'eclittica dall'altro. Quando il Sole raggiunge l'angolo orario scelto, la croce luminosa cade esattamente al centro del disco dell'eclittica. Tutto sarà perfetto senza cambiare nulla, se lo strumento è nei pressi di Greenwich o se la misura viene effettuata nel mese di giugno-luglio e dicembre-gennaio. Durante questi quattro mesi, la declinazione solare varia molto lentamente, troppo lentamente per questa oggetto, da rendere impossibile la misura di tali minime variazioni.

E' quindi necessario lavorare con la Luna. La teoria della Luna è più complessa, poiché lo strumento dà le cosiddette coordinate topocentriche, cioè a seconda del luogo di osservazione e non geocentriche, che sono quelle calcolate con il programma Excel e disponibili nelle tabelle Apolonautiche.

Dobbiamo fare una conversione dipendente dalla latitudine geografica (nota) e dalla distanza lunare (parallasse). La parallasse è fornita nelle tabelle, che permettono di trovare i valori geocentrici e quindi la longitudine geografica della posizione utilizzando la Luna. Il metodo è esattamente lo stesso della declinazione solare e ascensione retta misurata. Una interpolazione deve essere applicata per trovare quando il Sole raggiunge (o ha raggiunto) questo valore a Greenwich.

3. *Verifica con la longitudine eclittica:*

Questa è esattamente la stessa idea che per la declinazione. Lo strumento è stato impostato su Greenwich, ma è a Waldshut (fondazione VITA, esattamente a $-08^{\circ}13'10''$ di longitudine geografica, ad una distanza da Görlitz di 27m 07s e circa a 33m da Greenwich). Quando il Sole raggiunge l'angolo orario (il TVL) per il quale lo strumento è stato impostato, esso non avrà raggiunto la posizione sull'eclittica che per 33 minuti. Questi 33 minuti sono la differenza tra i meridiani di Greenwich e Waldshut. Durante quei 33 minuti, il Sole continua il suo spostamento sull'eclittica e il dispositivo rileva tale movimento. Quindi vi è una leggera variazione, va notato, sull'eclittica stessa. Questo perché l'eclittica a Waldshut per un TVL non ha la stessa posizione che avrebbe a Greenwich nello stesso TVL. Quando il TVL sarà raggiunto a Greenwich, saranno passati 33 minuti dopo a Waldshut. Di conseguenza, il tempo siderale per un identico TVL non è lo stesso a Waldshut e Greenwich. E questo implica che la longitudine eclittica del Sole non è la stessa. E' possibile ottenere il suo valore utilizzando l'indice del punto vernale per il tempo siderale. La longitudine eclittica sarà letta sull'eclittica, rispetto alla croce luminosa.

4. *Interesse generale.*

E' evidente che tutto ciò ha un interesse principalmente didattico. Trovare la longitudine del luogo oggi con gli infiniti strumenti elettronici che si hanno a disposizione è un gioco da ragazzi. Basta premere un pulsante e leggere.

Ma la perdita culturale dovuta a tale semplificazione non è trascurabile. Immaginiamo cosa succederebbe se capitasse di avere la necessità di conoscere questi dati, quando per qualche ragione non potessimo disporre della tecnologia odierna. Ciò può accadere per molti motivi, anomalie strumentali o satellitari o anche per motivi arbitrari come test militari o di taratura.

D'altra parte, la chiave è altrove. Questo strumento, che certamente, sarebbe stato sensazionale se fosse stato costruito 200 anni fa, dimostra che la risposta, o almeno una possibile risposta al problema della longitudine è (o era) davvero nel in cielo. In teoria, è sufficiente osservare il Sole o la Luna - certo anche se con uno strumento complesso e le tabelle Apolinautiques dell'anno - per determinare la posizione esatta di un luogo sulla Terra o sul mare, quindi per ricavare la latitudine e la longitudine, e la direzione Nord-Sud, ovvero, il meridiano locale. Comunque rimane un oggetto gnomonico dalle qualità eccezionali, indipendente da tutto il resto, con la quale è possibile misurare il tempo con grande precisione 20-30 secondi. È possibile, con una buona lente, ottenere precisioni ancora più elevate. Se l'immagine proiettata del Sole è di 60 mm - che non è



Fig. 48 - 49 - Connessione tra scienza e arte.

enorme - la precisione sarebbe di un paio di decimi di secondo! Infatti, il Sole è di circa 30' di diametro ovvero circa 120 secondi di tempo. Quindi un millimetro per due secondi. E l'occhio umano è in grado di percepire uno spazio di un decimo di millimetro circa. E' difficile in questo caso parlare di orologio solare, in quanto i metodi utilizzati sono molto speciali. Ma esso resta un oggetto gnomonico, chiamato Apoliterra che spinge lontano i limiti di questa scienza, di quest'arte, di questa conoscenza.

5. *Esempio completo con la longitudine eclittica, la declinazione o ascensione retta del Sole.*

Supponiamo che il sole sia splendente. In tal modo , una bella croce luminosa è visibile sull'eclittica. Supponiamo di non essere a Waldshut e di non sapere dove siamo esattamente. Il meridiano mobile è posizionato esattamente alle 10h 00 TVL. Nelle tavole del modello Excel LuniSol troviamo per l'anno 2011, 10h 00 TVL, per il 7 di settembre i valori seguenti:

Declinazione solare:	006° 07' 13"
Longitudine eclittica solare:	164° 27' 05"
Ascensione retta del Sole:	11h 02m 43s
Tempo siderale:	09h 06m 22s
Equazione del tempo:	00h 01m 49s

Tutti i valori sono stati calcolati per il meridiano di Greenwich. Esiste così una piccola differenza con la realtà locale. L'equazione del tempo è irrilevante per quest'esempio. Sarebbe utile, se fosse disponibile un orologio per migliorare notevolmente la precisione finale.

Se il dispositivo viene utilizzato correttamente, quindi se la croce luminosa colpisce realmente il centro del disco dell'eclittica (il bordo), allora un altro tempo siderale è indicato dall'indice del punto vernale. Analogamente, la longitudine eclittica, e declinazione sono differenti. L'ascensione retta ha parimenti un altro valore, ma è più difficile leggere con precisione tale valore, perché l'equatore celeste è più lontano dalla croce ottica. Annotiamo questi valori dallo strumento:

Longitudine eclittica:	164° 25'
Declinazione:	006° 08'
Ascensione retta:	11h 02m 30s

Nelle apolynautiche per il 2011, troviamo per il 7 Settembre alle 9h 00m:

Longitudine eclittica:	164° 24' 39"
Declinazione:	006° 08' 10"
Ascensione retta:	11h 02m 34s

Nelle Apolynautiques per il 2011, troviamo per il 7 Settembre alle 9h 15m:

Longitudine eclittica:	164° 25' 16"
Declinazione:	006° 07' 56"
Ascensione retta:	11h 02m 36s

Con una interpolazione, troviamo rapidamente l'istante dove il Sole raggiungerà questi valori a Greenwich. Otteniamo con la longitudine eclittica: 15m (dalle 9h 00 alle 9h 15) corrispondenti a 37" (ovvero: 164° 25' 16" - 164° 24' 39"). Il valore annotato è: 164° 25', ovvero 21" in più che per le 9h 00. L'interpolazione ci da: $15m / 37 * 21 = 8.5135m = 8m 31s$ e il Sole ha questa longitudine eclittica a Greenwich alle 9h 00m + 8m 31s = a circa le 9h 9m. Siamo dunque a circa 51 minuti da Greenwich, ovvero alla longitudine di 12.75°, nei dintorni di Berlino, la cui sua latitudine geografica è circa 52°.

La stessa cosa è calcolabile mediante la declinazione solare. Il valore annotato è 6° 08'. Il valore calcolato è per le 9h 00 TVL 6° 08' 10", ovvero 10" di differenza. Alle 9h 15 TVL il valore calcolato è 6° 07' 56". La declinazione solare diminuisce in 15 minuti di 14" (6° 08' 10" – 6° 07' 56"). Interpolando si ha: $15m / 14 * 10 = 10.714 = 10m\ 43s$. Aggiungiamo questo valore alle ore 9h 00 e otteniamo circa 9h 11m. La differenza di 49 minuti ci da 12° 15', un po' più lontano di Berlino.

L'ascensione retta permette in teoria di procedere con gli stessi metodi di calcolo, ma la precisione ottenuta sarà più scarsa. Occorrerà lavorare con un sistema ottico, per garantire una precisione nella lettura del TVL dell'ordine di un secondo o meno. Questa è una sfida difficile. L'Apolicielo di Balingen, è dotato di una lente e di un sistema ottico molto elaborato, che permette chiaramente ciò.

E' certo che con tale strumento e della pazienza, una persona competente sarebbe in grado di determinare la longitudine del luogo, con una precisione di circa 200 km. Una qualità ottica da teodolite sarebbe in grado di abbassare questo valore, raggiungendo forse i 100 chilometri. Gli esempi qui riportati, tuttavia, sono artificiali e sono validi solo per dimostrazione. Lo strumento funziona correttamente in teoria; la pratica è un'altra questione.

h) Preparazione per una serata di osservazioni per degli astronomi dilettanti

1. Cosa si può vedere stasera e a che ora?

Siccome il cielo è in policarbonato e ruota su se stesso in modo da mostrare la realtà fisica quotidiana, è davvero possibile trovare durante tutto l'anno, quali oggetti sono visibili di notte. Questo vale per tutti gli oggetti fissi nel cielo come stelle e galassie. È sufficiente posizionare l'impostazione della data nella posizione corretta sul meridiano mobile e ruotarlo di un particolare TVL (anche di notte, quando il sole è tramontato). Poi giriamo l'eclittica in modo che la croce ottica si rivolga direttamente alla parte dell'eclittica (si ponga attenzione alla data corretta, perché ci può essere ambiguità), come se la luce del Sole passasse per la croce ottica. Il cielo ha ora la posizione che egli avrebbe in tale TVL e tutti gli oggetti sopra l'orizzonte (un piano orizzontale passante per il centro della Terra nel cielo) saranno in teoria visibili.

2. Quando quest'oggetto sarà visibile?

È in qualche modo l'equivalente della manovra precedente, ma nella direzione opposta. Ad esempio, se si desidera osservare la stella Antares. Cercatela prima nel cielo, nella costellazione dello Scorpione. Poi girate il cielo fino a che Antares sia il più in alto possibile (è più facile e comodo), quindi esattamente a Sud. Ora girate il meridiano mobile fino ad incrociare il disco dell'eclittica alla data del giorno prescelto. È possibile, naturalmente, utilizzare l'impostazione data per fare questo, come al punto 1. Il meridiano mobile vi indica adesso a che ora (attenzione in TVL), Antares si troverà esattamente nel meridiano. Se il Sole splende ancora, la stella sarà invisibile. Se il Sole è tramontato, quindi se la croce ottica è sotto l'orizzonte, la stella sarà visibile (ovviamente tranne altri ostacoli quali montagne o altro che la nascondano).

3. Per quanto tempo?

Naturalmente è possibile estendere questa idea per vedere realmente per quanto tempo la stella sarà sull'orizzonte prima che il Sole sia tramontato. Saprete esattamente quanto tempo la stella sarà visibile prima di passare all'oggetto successivo.

4. Quale altezza raggiungerà?

Siccome l'apparato di Waldshut, al contrario di quello di Balingen, non ha la capacità di misurare direttamente azimuth ed altezza, occorrerà fare una stima o meglio un calcolo. Sul cielo si trova una doppia scala, in declinazione ed in ascensione retta. Si potrà con una piccola formula calcolare l'altezza che un oggetto raggiungerà nel cielo conoscendo il TVL, e quindi l'angolo orario.

Ecco la formula:

$$\cos z = \sin \varphi * \sin \delta + \cos \varphi * \cos \delta * \cos AH$$

Con:

$z = 90^\circ - h$ (z = distanza zenitale, h = altezza)

φ = latitudine geografica del luogo = $47^\circ 37' 23''$ a Waldshut

δ = declinazione dell'oggetto da trovare nel cielo

AH = angolo orario, da trovare con il meridiano mobile.

Si ha per Waldshut: $\sin \varphi = 0.73873$ e $\cos \varphi = 0.67401$

5. *Varie*

Con le effemeridi astronomiche, è anche possibile preparare l'osservazione dei pianeti, delle come-te, dei satelliti artificiali (come la ISS) o altri fenomeni ancora, come una supernova (con una connessione a Internet - perché no - per potere conoscere i dettagli necessari. Le effemeridi sono un insieme di tabelle in cui la posizioni dei pianeti e di altri oggetti celesti sono elencate per ogni giorno. Le tabelle Apolinautiche di cui abbiamo parlato sono esattamente la stessa cosa, ma sono specificamente calcolati per il dispositivo Apoliterra.

i) E ancora altre possibilità nascoste

1. *Ci sono ancora tante cose possibili.*

Le possibilità del dispositivo sono già impressionanti, come abbiamo appena visto. Ma non dimenticate che molte altre cose sono suscettibili di essere trovate. Quando un dispositivo ha numerose e differenti posizioni - e questo è il nostro caso - allora diverse combinazioni di queste possibilità possono dare risultati non prevedibili e non voluti. E'per esempio possibile comprendere l'equazione del tempo, fenomeno complesso, senza che ciò sia stato cercato. Ci sono certamente altre cose da scoprire.

2. *L'immaginazione è senza limiti*

L'immaginazione umana è senza limiti. È anche possibile trovare nuove dimensioni nel dispositivo, in particolare nelle relazioni culturali in generale. L'idea di base è semplice: cosa sarebbe successo se ...?

3. *La Natura è senza frontiere*

La natura è anch'essa senza confini. Stiamo parlando di tutto l'universo. Lo strumento contiene in sé una dimensione filosofica, che non può essere dimenticata. Basti pensare al fatto che è possibile calcolare la longitudine geografica di un luogo senza la necessità di un orologio per parlare di filosofia. Ma andremmo a innescare alcuni argomenti cui occorrerebbe dedicare un capitolo completo.

j) L'oggetto nel suo insieme

1. *Cos'è la Terra?*

Questa frase si trova spesso in molti libri. Ma è proprio vero? Terra è la cosa principale per gli esseri umani? L'essere umano è stato, come sempre "in preparazione"? L'essere umano sarà per sempre la specie dominante sulla Terra? Tutte queste domande e molte altre devono essere analizzate con cautela. Il Sole, in 3 o 4 miliardi di anni lentamente diventerà una gigante rossa. Egli ingloberà i pianeti Mercurio e Venere, che vaporizzerà completamente. Ed anche la Terra sarà essa stessa praticamente distrutta e divorata. E "già" tra 500 milioni anni forse, la vita non sarà più possibile sulla Terra, quando la temperatura supererà tranquillamente i 100° . Ovviamente dobbiamo chiederci che cosa significa la parola "vita".

2. *Dove siamo sulla Terra?*

"La Terra è una sfera". Questa frase si trova spesso anche nei libri. Ma questo non è affatto vero. Si tratta di un "ellissoide di rotazione" e più specificamente di un geoide. La sua forma è molto irregolare, se si analizzano le misurazioni con cura. Il monte Everest, il punto più alto della Terra con i suoi 8.848 metri sarebbe appena un millimetro su una sfera di 130 cm di diametro. E la più profonda fossa oceanica, la fossa delle Marianne, sarebbe un vuoto di poco più di un centimetro. Tuttavia, viviamo esclusivamente

sulla superficie della Terra. I tentativi di vivere gli oceani si sono realizzati solo nei romanzi. Siamo certi finora che non c'è vita intelligente negli oceani? E per quanto riguarda l'interno della Terra? La vita non può esistere nella roccia? Queste domande non sono forse così ingenui.

3. *Cos'è l'arte?*

"L'arte permette di vivere in un mondo più bello", è possibile sentirsi affermare spesso. Ma questo non è necessariamente vero. Ci sono molti artisti - di prodigioso talento - che non hanno fatto delle cose gradevoli. Il dipinto *Guernica* è davvero bello? Tuttavia, ha una forza enorme. Le fotografie di guerra sono davvero buone? Tuttavia, esse servono a testimoniare a tutti realtà della guerra. Un romanzo dell'orrore è davvero bello? E ancora una volta, queste opere ci toccano nel profondo. L'arte non deve essere bella. Deve portare un certo messaggio, con la sensibilità e il dono dell'artista. Così definita, l'arte è estremamente utile per evitare che gli esseri umani vivano come zombie.

4. *Cos'è la scienza?*

"La scienza dovrebbe essere un modo di vedere la natura per spiegarla completamente", E' ancora possibile leggere o ascoltare. Questo è un altro povero equivoco. La scienza non potrà mai - e questa è una buona cosa - spiegare perché due persone improvvisamente si amino o perché ad un tratto si odino. E questo è solo un piccolo esempio. La scienza è in grado di spiegare molte cose, ma lei non potrà mai capire tutto. Deve sviluppare quanto prima possibile dei nuovi strumenti per andare avanti. Uno di questi strumenti potrebbe essere la percezione totale. E' proprio il moderno legame tra arte e scienza. Un dispositivo come l'Apolicielo è stato sviluppato esattamente in questo modo, essere nello stesso tempo arte e scienza insieme.

5. *Cos'è la filosofia?*

Filosofia significa tradotto parola per parola "amore della conoscenza". La parola "scienza" è apparsa molto più tardi, dopo 2000 anni o più. Potrebbe essere giustificato parlare di "Pansofia", vale a dire, lo studio di tutto. Questo va nella stessa direzione della percezione complessiva. Se l'essere umano si sviluppa come un specialista triste, allora si dimentica la parte principale della vita.

6. *Cos'è la vita?*

Questa è la domanda più importante di tutte. Ma la risposta corretta non è necessariamente molto difficile da trovare. Tutti dovrebbero provare questo, per una volta, al termine di una profonda meditazione, ottenere la risposta, come un dono divino, senza averla realmente cercata. L'autore può dare solo una direzione per avvicinarsi a questo stato: questo non è la vita?

Bibliografia

- [1] Olivier Chapuis, *A la Mer comme au ciel*, Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, ISBN 2-84050-157-0
- [2] Philippe Bourbon, *La Navigation astronomique*, Institut océanographique, ISBN 2-903581-24-X
- [3] Jean-José Ségéric, *Histoire du point astronomique en mer*, marines éditions, ISBN 2-915379-41-6
- [4] Divers auteurs, *Le Secret des longitudes*, Observatoire-Planétarium de La Hague, ISBN 2-903039-35-6
- [5] Dava Sobel, *Longitude*, Points Sciences, ISBN 2-02033858-0
- [6] Jean Meeus, *Astronomical algorithms*, Willmann-Bell, Inc., ISBN 0-943396-35-2

Nel sito di Orologi Solari www.orelogisolari.eu nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare le tabelle "Apolinautiche" necessarie all'uso dello strumento per l'anno 2014, oltre a due filmati che mostrano alcune fasi nell'utilizzo dello strumento.

Solidi platonici e archimedei per la gnomonica e uno scafo poliedrico (parte 1)

Analisi dei solidi platonici e archimedei per evidenziarne i parametri geometrici al fine di impostare la costruzione di orologi multipli e la realizzazione di uno scafo che simuli efficientemente una superficie sferica tramite dei poligoni regolari. L'icosaedro troncato viene utilizzato quindi nella progettazione di uno scaphen orizzontale disponibile nella sezione degli orologi di carta di Sundial Atlas (www.sundialatlas.eu) come app 41, 42 e 45.

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

Uno dei virtuosismi della gnomonica è l'utilizzo di solidi, anche complessi, per realizzare orologi multipli, come testimoniano i numerosi orologi da giardino dei secoli scorsi sparsi un po' ovunque in Europa.

I solidi impiegati sono i più vari e comprendono anche superfici curve e irregolari ma in questa ricerca si prendono in considerazione i solidi platonici e archimedei. Questa scelta mira ad approfondire questa particolare selezione poiché gli stessi possono essere utilizzati nella costruzione di superfici che simulano quella sferica.

Quest'ultimo aspetto è particolarmente utile nella costruzione di orologi di carta, ma non solo, in cui una superficie sferica, intera o una sua porzione, non può ovviamente essere costruita partendo da un foglio piano da tagliare e piegare, richiedendo un'approssimazione con una superficie poligonale.

Si possono prendere in considerazione molti tipi di superfici poligonali per simulare una sfera. Aumentando il numero dei poligoni, quindi diminuendo le loro dimensioni, la superficie poligonale si può approssimare sempre più ma agli effetti pratici si vorrebbe anche che il loro numero e le loro dimensioni non diventino impraticabili. Ne consegue la ricerca di un compromesso in cui l'approssimazione alla sfera sia soddisfacente coinvolgendo un numero di facce accettabile.

Queste ragioni mi hanno portato ad analizzare i solidi platonici e archimedei poiché, oltre alla loro eleganza geometrica, esprimono anche un rapporto essenziale tra numero di facce e approssimazione alla sfera, non trascurando che spesso sono utilizzati nei progetti di orologi multipli poliedrici.

Questi solidi convessi sono caratterizzati dall'aver come facce dei poligoni regolari, identici tra loro solo nella categoria dei platonici, con vertici omogenei, da cui segue che tutte le facce hanno lati della stessa lunghezza e tutti i vertici si trovano su di una sfera.

Negli archimedei sono esclusi i prismi e gli antiprismi, i primi, ricordiamo, costituiti da due poliedri paralleli connessi da parallelogrammi, i secondi con una base ruotata rispetto all'altra, connessi da triangoli con un vertice su una base e un lato sull'altra, alternativamente (fig. 3).



Fig. 1 - Orologio multiplo a Rinteln, Bassa Sassonia, Germania. Da Sundial Atlas, DE1132, (DGC29) foto Dr. St. Meyer 2006

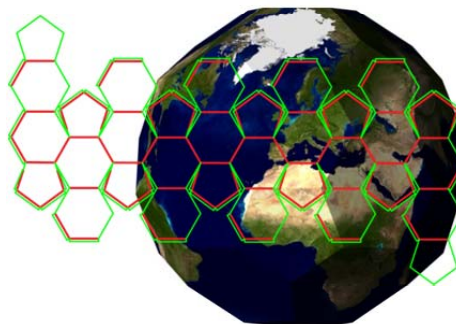


Fig. 2 - Globo realizzato con un icosaedro troncato

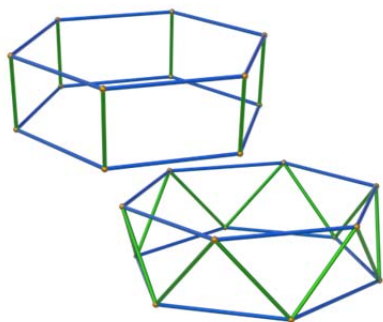


Fig. 3 - Prismi e antiprismi non fanno parte dei solidi archimedei

I solidi platonici sono cinque ed è facile comprenderne il perché. Partendo dal poligono regolare più semplice, il triangolo equilatero, possiamo tassellare il piano facendo convergere sei triangoli nello stesso vertice. Poiché gli angoli di un triangolo equilatero sono tutti di 60° , sei triangoli possono tassellare il piano formando un angolo di 360° ad ogni vertice.

Eliminando un triangolo e congiungendo i lati dei due triangoli adiacenti, si forma un angolo solido nel cui vertice concorrono i cinque triangoli rimanenti, questo è

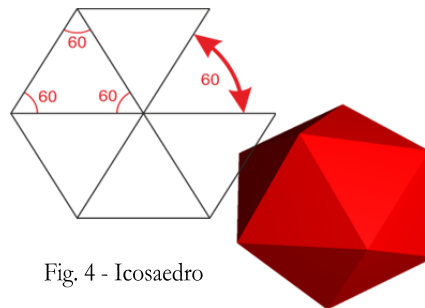


Fig. 4 - Icosaedro

l'angolo solido che caratterizza l'icosaedro, il solido platonico costituito da venti triangoli (fig. 4).

Dalla tassellatura di partenza possiamo togliere due o tre triangoli anziché uno, dando vita all'ottaedro, quattro triangoli per vertice e otto facce, e al tetraedro, con tre triangoli per vertice e quattro facce.

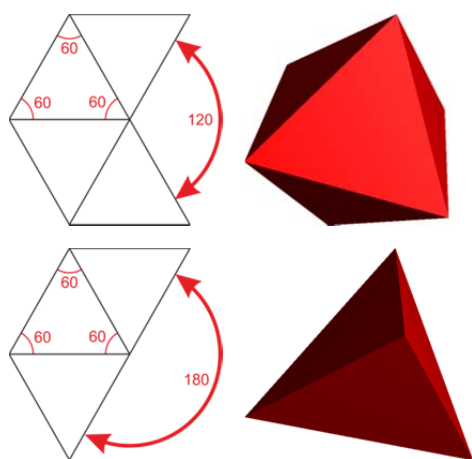


Fig. 5 - Ottaedro e tetraedro

Ovviamente non potremo togliere un quarto triangolo dalla tassellatura poiché i due rimanenti non potrebbero formare un angolo solido.

Con questo approccio possiamo passare al poligono successivo, il quadrato, che tassella il piano con quattro quadrati permettendo di levarne uno. Si ottiene così il familiare cubo con tre quadrati per vertice e sei facce, meno noto con il nome di esaedro (fig. 6).

Il passo successivo prende in esame il pentagono il quale non può tassellare il piano avendo degli angoli al vertice di 108° . Tre pentagoni uniti in unico

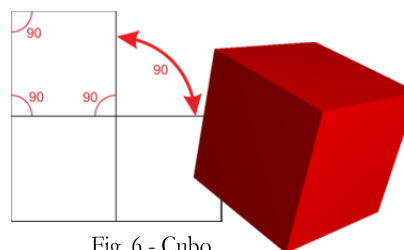


Fig. 6 - Cubo

vertice formano un angolo di 324° lasciando scoperto un angolo di 36° , unendo i lati dei due pentagoni che contengono questo angolo si forma un angolo solido che origina il dodecaedro, costituito da dodici facce (fig.7).

Non è possibile andare oltre poiché tre esagoni tassellano il piano e i poligoni successivi permettono di accostarsi allo stesso vertice solo in due, limitando quindi a cinque i solidi platonici.

Dal numero delle facce di questi solidi è semplice ricavare il numero degli spigoli, moltiplicando il numero delle facce per quello dei loro lati e dividendolo per due, poiché ogni spigolo è condiviso da due facce. Nello stesso modo si può calcolare il numero dei vertici moltiplicando il numero delle facce per quello dei suoi vertici e poi dividendo per il numero delle facce che incidono sul vertice del poliedro.

Se ne può ricavare una tabella (fig. 8) con il numero F delle facce, S degli spigoli e V dei vertici, inoltre nella

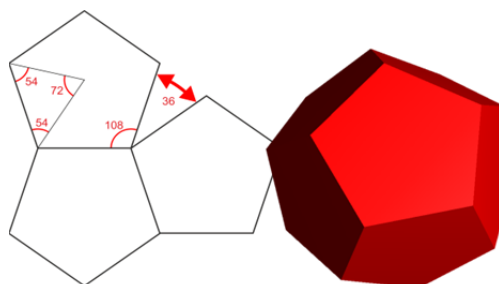


Fig. 7 - Dodecaedro

solidi platonici	F	S	V	I
tetraedro	4 triangoli	6	4	3, 3, 3
ottaedro	8 triangoli	12	6	3, 3, 3, 3
icosaedro	20 triangoli	30	12	3, 3, 3, 3, 3
cubo	6 quadrati	12	8	4, 4, 4
dodecaedro	12 pentagoni	30	20	5, 5, 5

Fig. 8

colonna I, incidenza dei vertici, sono elencati le facce che concorrono sul vertice tramite i numeri che rappresentano i loro lati.

I vertici risultano omogenei, ossia l'incidenza è comune a tutti i vertici.

Da questa tabella si può verificare la formula di Eulero

$$1] \quad F + V - S = 2$$

ossia che il numero delle facce sommato a quello dei vertici, sottratto il numero degli spigoli, dà sempre due. In realtà è questa formula che può dimostrare l'esistenza di soli cinque solidi platonici.

I solidi archimedei sono del tutto simili a quelli platonici ma ammettono che le facce, pur essendo sempre poligoni regolari, possano avere diverso numero di lati.

I solidi archimedei si possono ottenere per troncatura partendo da quelli platonici.

La troncatura consiste nel sezionare i vertici di un solido con un piano, generando così una nuova faccia per ogni vertice e, in prima intenzione, raddoppiando il numero dei lati delle facce originali. Le facce che si vanno a generare avranno tanti lati quanti sono le facce che incidono sul vertice del poligono di partenza. La troncatura deve avere una profondità tale da generare facce con lati della medesima lunghezza (fig. 9).

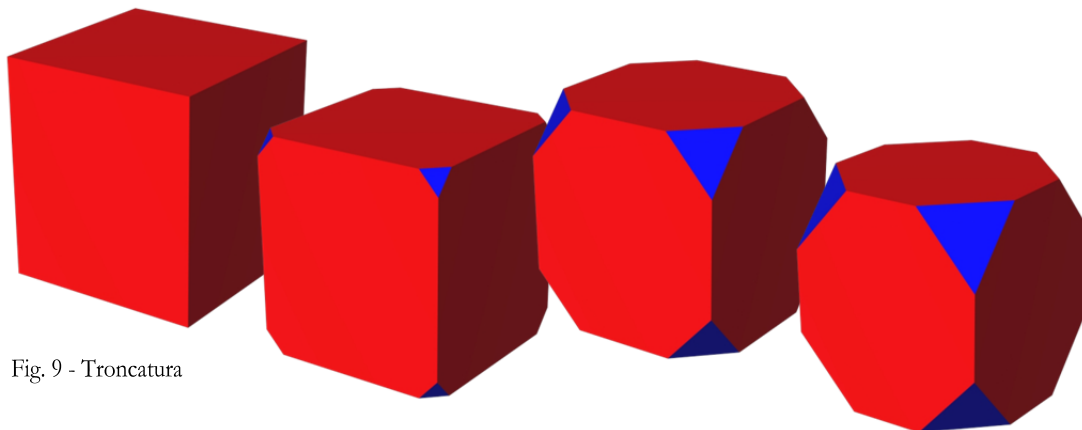


Fig. 9 - Troncatura

Come vedremo, un solido troncato può dar origine a diversi altri solidi a seconda della profondità della troncatura e in alcuni casi si ottengono nuovi solidi archimedei troncando un solido già troncato.

Come linea di approccio proveremo a troncare tutti i solidi platonici, iniziando dal cubo.

Troncando gli otto vertici di un cubo (fig. 10) si generano dei triangoli mentre le facce quadrate diventano ottagonali, l'esito di questa troncatura è il cubo troncato (fig. 11).

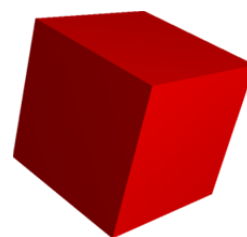


Fig. 10 - Cubo

La troncatura può procedere in profondità, fintanto che i triangoli congiungano i loro vertici, restituendo solo quattro lati alle facce ottagonali e ottenendo un cubottaedro (fig. 12).

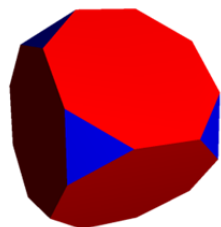


Fig. 11 - Cubo troncato

Proseguendo la troncatura i vertici dei triangoli generano un lato trasformandosi in esagoni, mentre le facce quadrate rimangono tali, si genera così l'ottaedro troncato (fig. 13).

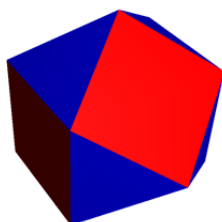


Fig. 12 - Cubottaedro

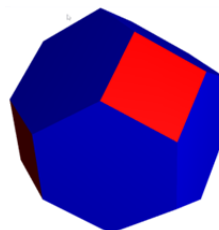


Fig. 13 - Ottaedro troncato

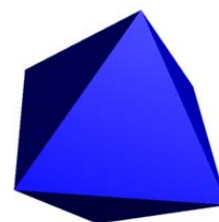


Fig. 14 - Ottaedro

La denominazione di quest'ultimo si evidenzia con l'ultimo passo possibile della troncatura che riduce le facce quadrate ad un punto, su cui incidono i triangoli derivanti dagli esagoni che perdono tre lati. Ciò che si ottiene è il già noto, e platonico, ottaedro (fig. 14).

Questo percorso mostra come si possa passare da un cubo ad un ottaedro per troncatura, generando tre solidi archimedei intermedi, ma non è tutto. Partendo dall'ottaedro la troncatura permette il percorso inverso per tornare al cubo.

Osservando il numero V dei vertici e F delle facce di questi due solidi platonici di partenza si può verificare come i due valori si scambino con il processo di troncatura, per questo motivo si possono definire duali (fig. 15).

dualità	F	S	V
ottaedro	8	12	6
cubo	6	12	8

Fig. 15 - Dualità tra cubo ed ottaedro

Lo stesso processo può essere applicato ad un dodecaedro (fig. 16) che pure produce tre solidi archimedei intermedi prima di raggiungere l'icosaedro (fig. 20): dodecaedro troncato (fig. 17), icosidodecaedro (fig. 18), icosaedro troncato (fig. 19).

Anche in questo caso il processo è duale e la troncatura dell'icosaedro riconduce al dodecaedro attraverso gli stessi solidi troncati (fig. 21).

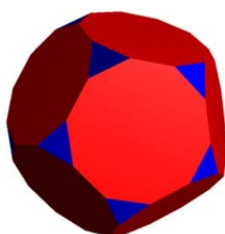


Fig. 17 - Dodecaedro troncato

dualità	F	S	V
dodecaedro	12	30	20
icosaedro	20	30	12

Fig. 21

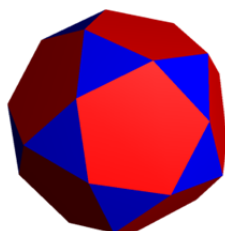


Fig. 18 - Icosidodecaedro

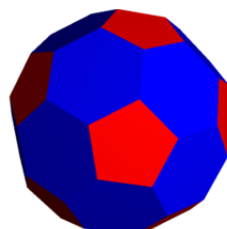


Fig. 19 - Icosaedro troncato

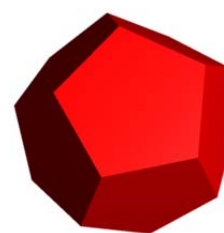


Fig. 16 - Dodecaedro

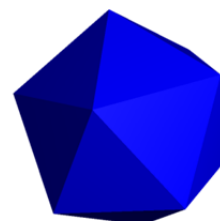


Fig. 20 - Icosaedro

Il tetraedro (fig. 22) mostra un diverso percorso poiché la troncatura genera il tetraedro troncato (fig. 23), quindi un ottaedro (fig. 24), di nuovo il tetraedro troncato per approdare infine a sé stesso, ossia di nuovo a un tetraedro.

Il tetraedro è quindi duale di sé stesso e genera un solo solido archimedeo.

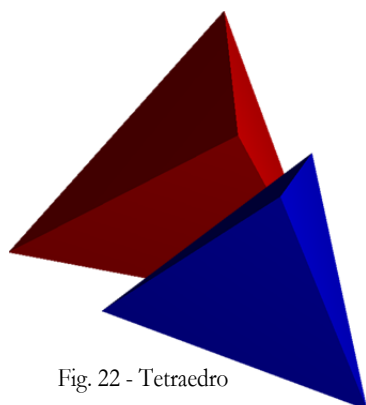


Fig. 22 - Tetraedro

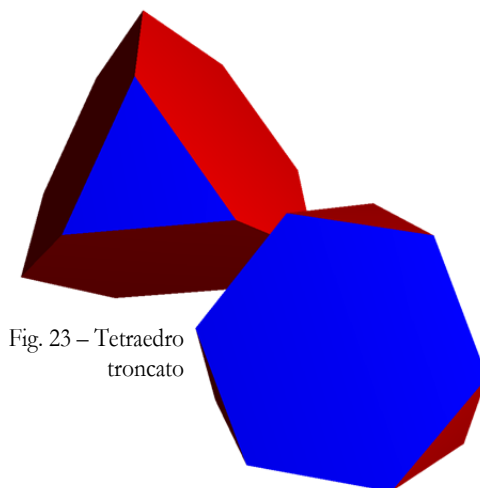


Fig. 23 - Tetraedro troncato

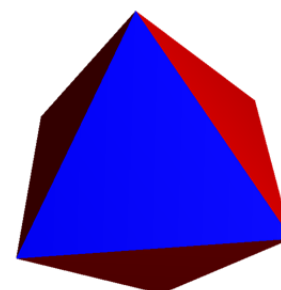


Fig. 24 - Ottaedro

Due solidi di troncatura intermedia, il cubottaedro (fig. 25) e l'icosidodecaedro (fig. 28), possono essere a loro volta troncati generando un percorso con due solidi archimedei ciascuno: il cubottaedro troncato (fig. 26) e il rombicubottaedro (fig. 27) per il primo, l'icosidodecaedro troncato (fig. 29) e il rombicosidodecaedro (fig. 30) per il secondo.

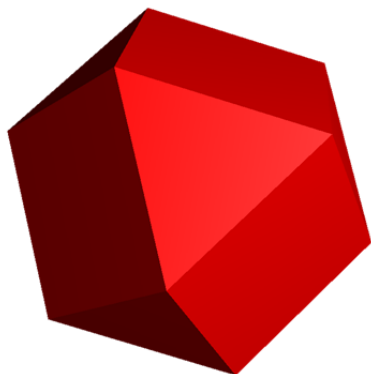


Fig. 25 - Cubottaedro

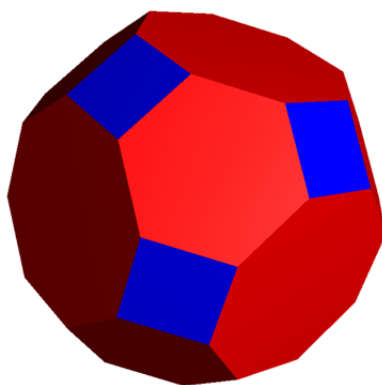


Fig. 26 - Cubottaedro

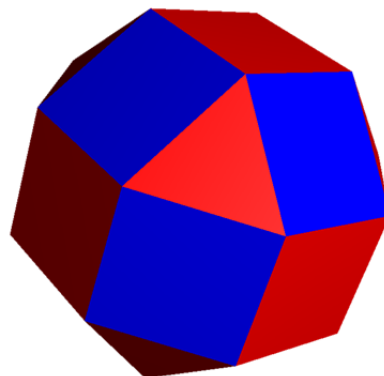


Fig. 27 - Rombicubottaedro

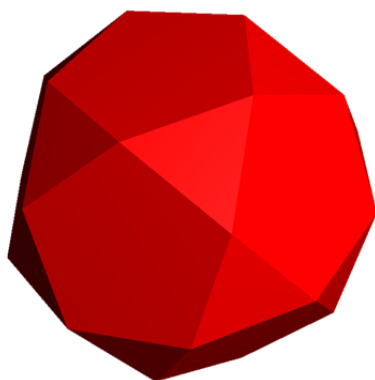


Fig. 28 - Icosidodecaedro

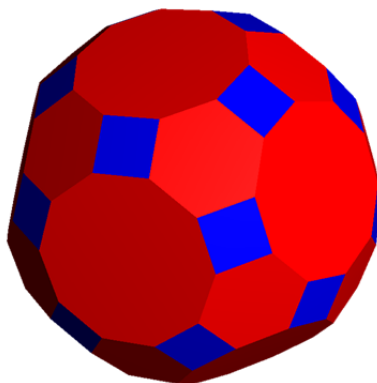


Fig. 29 - Icosidodecaedro troncato

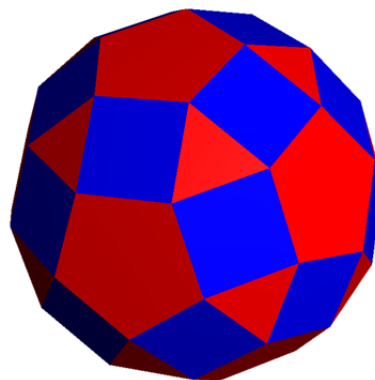


Fig. 30 - Rombicosidodecaedro

Questi due processi di troncatura possono procedere ma al di fuori dei solidi archimedei, non generando quindi una dualità in quest'ambito.

Il rombicubottaedro e il rombicosidodecaedro hanno un ulteriore sviluppo atipico che porta a due solidi particolari.

Il rombicubottaedro può essere visto come l'espansione delle facce del cubo, applicando a queste anche una leggera rotazione è possibile riempire lo spazio attorno ai quadrati con una corona di triangoli, ottenendo il cubo simo (fig. 31), o cubo camuso.

Particolarità del cubo simo è di essere chirale ossia l'immagine del solido vista in uno specchio non è sovrapponibile con l'originale, come accade per una vite che da destrorsa diviene sinistrorsa, e viceversa, tramite l'immagine riflessa.

Analogamente al cubo simo, si può guardare al rombidecaedro come l'espansione delle facce pentagonali del dodecaedro, anche in questo caso una successiva rotazione di queste facce porta al dodecaedro simo, o camuso, che pure vede una corona di triangoli attorno ai pentagoni. Anche il dodecaedro simo è un poliedro chirale.

Fig. 31 - Espansione delle facce del cubo per ottenere un rombicubottaedro, con una successiva rotazione si ottiene un cubo simo

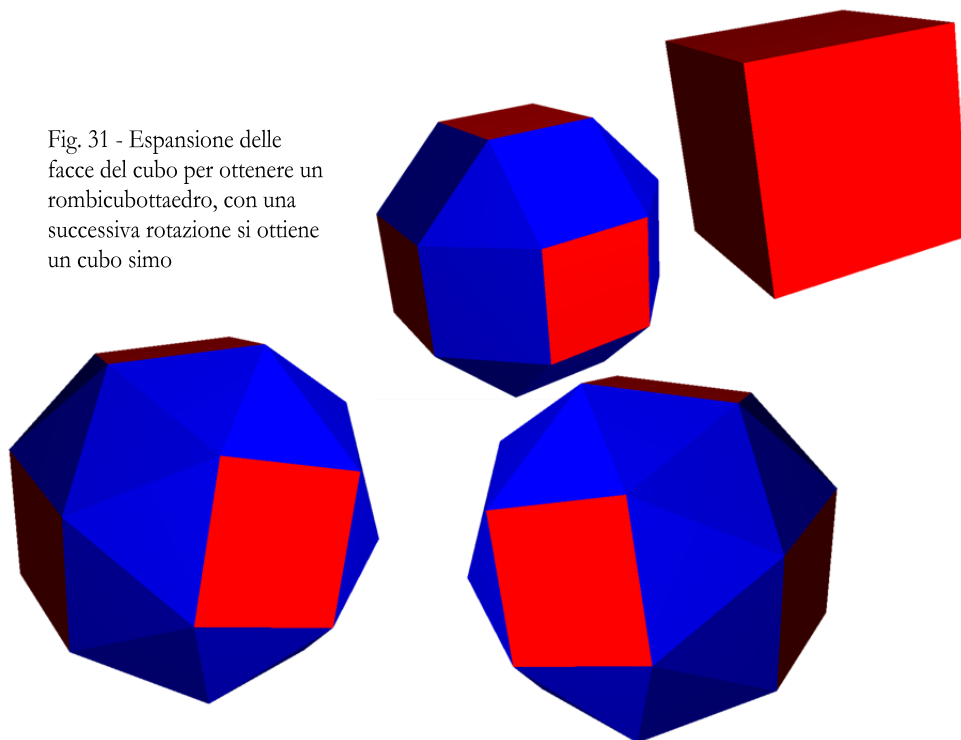
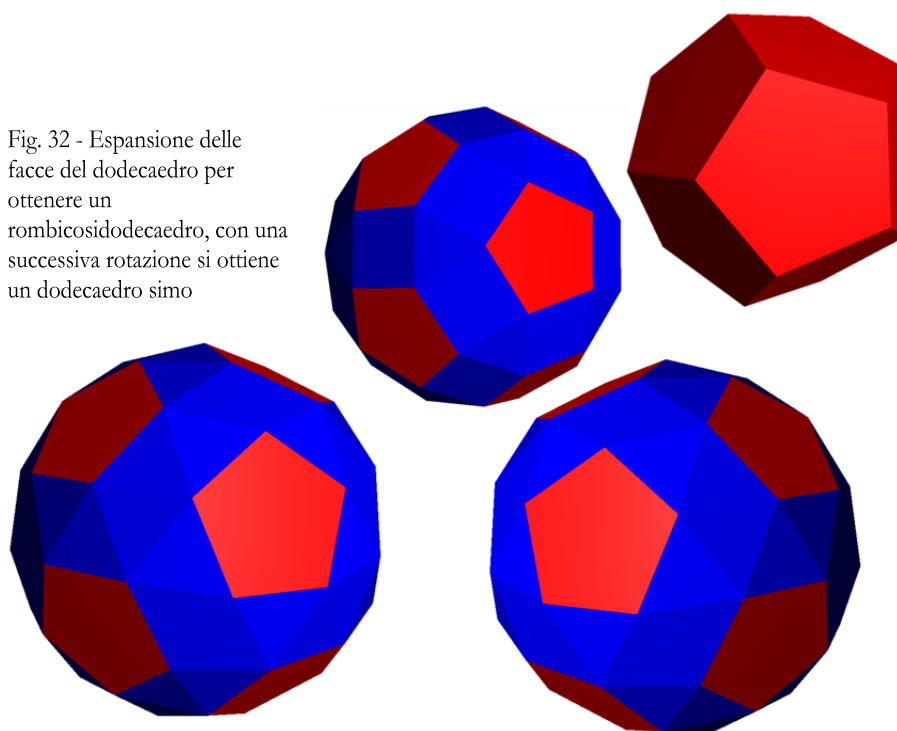


Fig. 32 - Espansione delle facce del dodecaedro per ottenere un rombicosidodecaedro, con una successiva rotazione si ottiene un dodecaedro simo



Cubo simo e dodecaedro simo portano a tredici il numero dei solidi archimedei, a volte considerati quindici se si conteggiano le varianti chirali.

Dalle tabelle riassuntive (fig. 8 e 33) si può notare come le facce possano variare fra un minimo di 4 e un massimo di 92, gli spigoli da 6 a 180, i vertici da 4 a 120. Solo tre solidi hanno tre tipi di facce differenti e sui vertici possono concorrere da un minimo di tre facce ad un massimo di cinque.

Costruire questi solidi è relativamente facile, si possono disegnare su un foglio di carta i poligoni che li compongono, opportunamente accostati, in modo che tagliati e ripiegati vadano a congiungersi formando il solido voluto. Nella progettazione di un orologio solare multiplo, con un orologio per ogni faccia, è però necessario calcolare l'inclinazione e la declinazione di ogni faccia per poter eseguire i calcoli gnomonici.

solidi archimedei		F	S	V	I
tetraedro troncato	8	4 triangoli 4 esagoni	18	12	3, 6, 6
cubo troncato	14	8 triangoli 6 ottagoni	36	24	3, 8, 8
cubottaedro	14	8 triangoli 6 quadrati	24	12	3, 4, 3, 4
ottaedro troncato	14	6 quadrati 8 esagoni	36	24	4, 6, 6
dodecaedro troncato	32	20 triangoli 12 decagoni	90	60	3, 10, 10
icosidodecaedro	32	20 triangoli 12 pentagoni	60	30	3, 5, 3, 5
icosaedro troncato	32	12 pentagoni 20 esagoni	90	60	5, 6, 6
cubottaedro troncato	26	12 quadrati 8 esagoni 6 ottagoni	72	48	4, 6, 8
rombicubottaedro	26	8 triangoli 18 quadrati	48	24	3, 4, 4, 4
icosidodecaedro troncato	62	30 quadrati 20 esagoni 12 decagoni	180	120	4, 6, 10
rombicosidodecaedro	62	20 triangoli 30 quadrati 12 pentagoni	120	60	3, 4, 5, 4
cubo simo	38	32 triangoli 6 quadrati	60	24	3, 3, 3, 3, 4
dodecaedro simo	92	80 triangoli 12 pentagoni	150	60	3, 3, 3, 3, 5

Fig. 33

Un'esigenza analoga si presenta nella costruzione di uno scafo, ossia di una porzione di uno di questi solidi per simulare una superficie sferica. In questo caso uno gnomone potrà proiettare la propria ombra sulle varie facce, formando quindi di nuovo un orologio multiplo ma con un unico gnomone.

Per poter ricavare i parametri gnomonici delle facce è necessario ricavare gli angoli diedri tra le stesse, nonché la distanza dei vertici e del centro delle facce dal centro del poliedro.

Non c'è un metodo unico e generale ma una serie di approcci che possono variare da solido a solido.

Il primo obiettivo sono gli angoli diedri. Per tutti i solidi con sole tre facce incidenti al vertice è possibile ricorrere alla trigonometria sferica, costruendo un triangolo sferico i cui tre vertici rappresentano le tre facce (fig. 34).

Gli angoli ai vertici del triangolo sferico corrispondono all'angolo α compreso fra le rette che congiungono il centro di ogni faccia con il centro dei lati condivisi. Con n il numero dei lati si ha

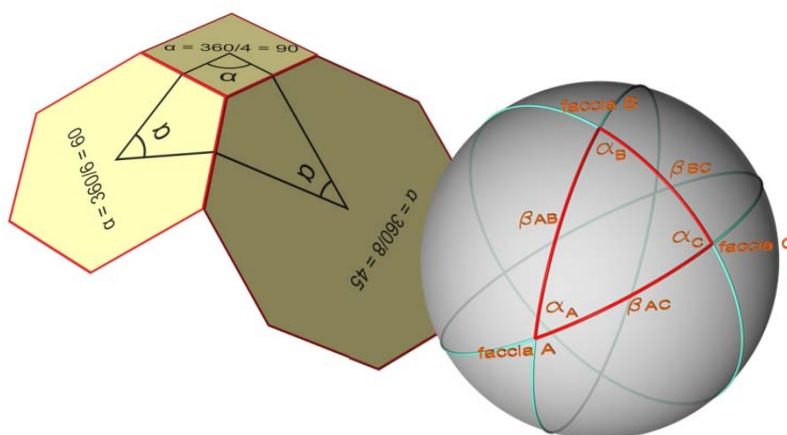


Fig. 34 - Il triangolo sferico che interpreta il vertice con tre facce

$$2] \quad \alpha = \frac{360^\circ}{n}$$

Gli archi che congiungono questi vertici rappresentano gli angoli β delimitati dai raggi della sfera trigonometrica che raggiungono il centro delle facce. L'angolo diedro δ tra le facce sarà pertanto

$$3] \quad \delta = 180^\circ - \beta$$

Essendo noti tre angoli del triangolo sferico si possono ricavare gli altri tre, ossia i tre angoli diedri. Ovviamente se le tre facce hanno lo stesso numero di lati sarà sufficiente calcolarne solo uno.

La generica formula si può quindi scrivere come

$$4] \quad \cos(\beta_{B-C}) = \frac{\cos\left(\frac{360}{n_A}\right) + \cos\left(\frac{360}{n_B}\right)\cos\left(\frac{360}{n_C}\right)}{\sin\left(\frac{360}{n_B}\right)\sin\left(\frac{360}{n_C}\right)}$$

il foglio di calcolo plat-arch.xls, allegato alla rivista, permette di svolgere automaticamente questi calcoli, tramite il quadro 1.

Dal triangolo sferico è poi possibile passare ad una seconda costruzione geometrica (fig. 35) in cui si evidenziano i raggi R che dal centro del solido raggiungono il centro di due facce adiacenti, nonché la lunghezza del segmento a tra il centro del poligono e il centro del lato. Posto il lato con valore unitario si ottiene

$$5] \quad a = \frac{1}{2 \tan\left(\frac{180}{n}\right)}$$

con n il numero dei lati del poligono.

Possiamo quindi calcolare c , la distanza fra i centri di due poligoni

$$6] \quad c_{AB} = a_A^2 + a_B^2 - 2a_A a_B \cos(\delta_{AB})$$

quindi gli angoli σ

$$7] \quad \sin(\sigma_A) = \frac{a_B \sin(\delta_{AB})}{c_{AB}} \quad \sin(\sigma_B) = \frac{a_A \sin(\delta_{AB})}{c_{AB}}$$

Considerando che per costruzione la somma degli angoli σ e σ' è di 90° , si ottengono le lunghezze R dei raggi che dal centro del solido raggiungono il centro delle facce

$$8] \quad R_A = \frac{\sin(\sigma'_A) c}{\sin(\beta)} = \frac{\sqrt{c^2 - a_A^2 \sin^2(\delta)}}{\sin(\beta)}$$

$$R_B = \frac{\sqrt{c^2 - a_B^2 \sin^2(\delta)}}{\sin(\beta)}$$

nonché il raggio R_L dal centro del solido al centro dei lati

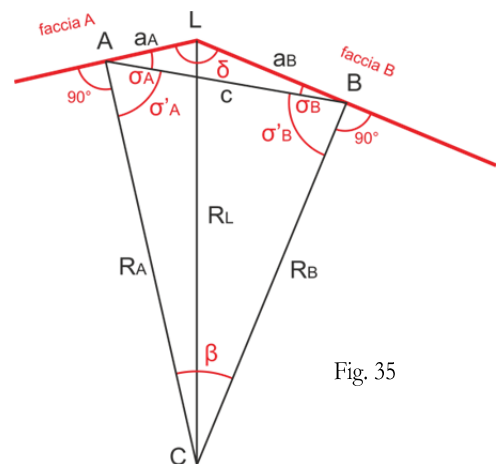


Fig. 35

$$9] \quad R_L = \sqrt{R_A^2 + a_A^2} = \sqrt{R_B^2 + a_B^2}$$

mentre il raggio R_V che congiunge il centro del solido con un vertice sarà

$$10] \quad R_V = \sqrt{R_L^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2}$$

poiché R_L e R_V sono separati da mezzo lato di valore unitario. Le formule di tutti questi raggi sono inserite nel quadro 1 del foglio di calcolo, unitamente all'angolo γ compreso fra i raggi che congiungono il vertice con il centro della faccia.

$$11] \quad \cos(\gamma_n) = \frac{R_V}{R_n}$$

Dall'elenco dei 18 solidi si può osservare che ben 8 hanno più di tre facce sul vertice e l'approccio appena descritto si rivela inadatto.

Per l'ottaedro e l'icosaedro, dove le facce sono tutte uguali, si può procedere con una nuova costruzione sulla sfera trigonometrica, considerando il vertice del solido, con archi che lo collegano a ciascuna faccia, a formare una corona di triangoli attorno al vertice (fig. 36).

Considerato un singolo triangolo sferico formato dal vertice V e da due facce adiacenti F_A e F_B , l'angolo μ al vertice V dovrà essere di 360° diviso per il numero delle facce, dato che queste sono tutte uguali.

Gli angoli ai vertici F_A e F_B saranno i già noti angoli α divisi per due, ossia varranno 60° poiché le facce sono tutte triangoli equilateri.

La formula per ricavare gli archi β sarà quindi

$$12] \quad \cos(\beta) = \frac{\cos\left(\frac{360}{n}\right) + \cos^2(60)}{\sin^2(60)}$$

dove n è il numero di facce concorrenti sul vertice.

Gli archi γ che congiungono i vertici F e V rappresentano gli angoli al centro del solido delimitati dai raggi che raggiungono il centro della faccia F e il vertice V.

Questi archi si troveranno con

$$13] \quad \sin(\gamma_{3-V}) = \frac{\sin(60)\sin(\beta_{3-3})}{\sin\left(\frac{360}{n}\right)}$$

Nota la distanza d del centro della faccia dal vertice

$$14] \quad d = \frac{1}{2\cos(30)}$$

si ricavano R_V , R_3 e R_L con

$$15] \quad R_V = \frac{1}{2\cos(30)\sin(\gamma)}$$

$$R_3 = \frac{1}{2\cos(30)\tan(\gamma)}$$

$$R_L = \sqrt{R_V^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2}$$

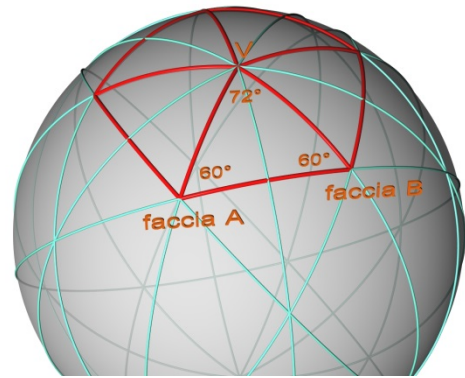


Fig. 36 - Modello sferico con i cinque triangoli di un icosaedro attorno al vertice

Anche queste formule sono disponibili nel foglio di calcolo, al quadro 2.

Nel cubottaedro le facce triangolari e quelle quadrate corrispondono a quelle triangolari e ottagonali del cubo troncato, ottenute con il proseguo della troncatura, così come corrispondono a quelle esagonali e quadrate dell'ottaedro troncato, pertanto l'angolo diedro fra triangolo e quadrato di un cubottaedro può essere espresso come

$$\begin{aligned} 16] \quad \delta_{3-4} \text{ cubottaedro} &= \delta_{3-8} \text{ cubo troncato} \\ \delta_{3-4} \text{ cubottaedro} &= \delta_{4-6} \text{ ottaedro troncato} \end{aligned}$$

Analogamente potremo risolvere gli angoli diedri dell'icosidodecaedro come

$$\begin{aligned} 17] \quad \delta_{3-5} \text{ icosidodecaedro} &= \delta_{3-10} \text{ dodecaedro troncato} \\ \delta_{3-5} \text{ icosidodecaedro} &= \delta_{5-6} \text{ icosaedro troncato} \end{aligned}$$

Il rombicubottaedro (I 3,4,4,4) può essere analizzato partendo dal cubottaedro troncato (I 4,6,8) poiché gli angoli diedri fra le facce quadrate del primo corrispondono agli angoli diedri fra quadrati e ottagoni del secondo

$$18] \quad \delta_{4-4} \text{ rombicubottaedro} = \delta_{4-8} \text{ cubottaedro troncato}$$

e con analoga corrispondenza

$$19] \quad \delta_{3-4} \text{ rombicubottaedro} = \delta_{4-6} \text{ cubottaedro troncato}$$

Queste analogie valgono anche fra gli angoli diedri dell'icosidodecaedro troncato (I 4,6,10) e del rombicododecaedro (I 3,4,5,4)

$$\begin{aligned} 20] \quad \delta_{3-4} \text{ rombicododecaedro} &= \delta_{4-6} \text{ icosidodecaedro troncato} \\ \delta_{4-5} \text{ rombicododecaedro} &= \delta_{4-10} \text{ icosidodecaedro troncato} \end{aligned}$$

In questi ultimi quattro solidi si sono trovati gli angoli diedri fra coppie di facce, ricorrendo ai solidi di provenienza prima della troncatura. Per trovare i raggi R_v , R_L e R_n si ricorre allo stesso approccio già affrontato con 8], 9] e 10].

Nel caso specifico il quadro 3 del foglio di calcolo ne comprende le formule, permettendone il calcolo con l'introduzione dell'angolo diedro tra due facce, delle quali si specifica anche il numero dei lati.

Un caso più ostico è la ricerca degli angoli diedri degli ultimi due solidi rimasti, il cubo simo (I 3,3,3,3,4) e il dodecaedro simo (I 3,3,3,3,5), che non permettono scorciatoie come quelle già percorse.

In questi solidi è possibile osservare che le quattro facce triangolari incidenti un vertice hanno le basi adagiate su un piano a cui appartiene anche la corda della quinta faccia, quadrato o pentagono, che la taglia formando il quinto triangolo, quest'ultimo non equilatero (fig. 37).

Da questa costruzione si evidenziano i triangoli che insistono sul vertice, con angoli noti

$$\begin{aligned} 21] \quad \alpha &= 60^\circ & \alpha'_{\text{cubo simo}} &= 90^\circ \\ \alpha &= 60^\circ & \alpha'_{\text{dodecaedro simo}} &= 108^\circ \end{aligned}$$

a cui corrisponderanno gli angoli θ e θ' ai vertici dei corrispondenti triangoli sul piano delle loro basi.

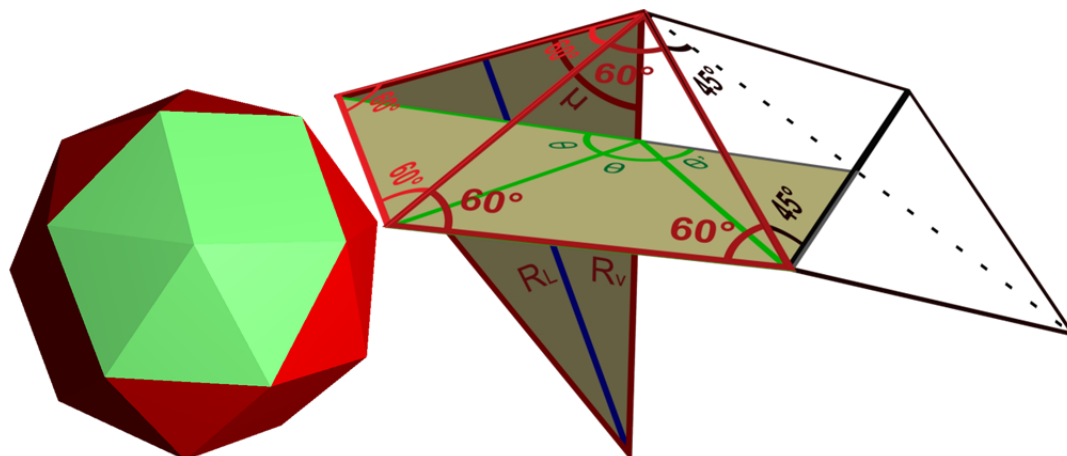


Fig. 37 - I quattro triangoli incidenti il vertice di un cubo simo hanno le basi giacenti in un piano, appartiene a questo piano anche la corda che unisce i vertici della faccia quadrata che forma il quinto triangolo

Fra questi angoli è possibile impostare le relazioni

$$22] \quad \begin{cases} 4\frac{\theta}{2} + \frac{\theta'}{2} = 180^\circ \\ \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sin(\mu)} \\ \sin\left(\frac{\theta'}{2}\right) = \frac{\sin\left(\frac{\alpha'}{2}\right)}{\sin(\mu)} \end{cases}$$

da cui 23]

ottenendo infine un'equazione di sesto grado in $\sin(\mu)$ che può essere parametrizzata con

$$24] \quad p = \sin^2(\mu)$$

riducendola al terzo grado e quindi risolvibile:

$$25] \quad \begin{aligned} & \left(16\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{\alpha'}{2}\right)\right)\sin^6(\mu) - 80\sin^4\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin^4(\mu) + 128\sin^6\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin^2(\mu) - 64\sin^8\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0 \\ & p = \sin^2(\mu) \\ & \left(16\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{\alpha'}{2}\right)\right)p^3 - 80\sin^4\left(\frac{\alpha}{2}\right)p^2 + 128\sin^6\left(\frac{\alpha}{2}\right)p - 64\sin^8\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0 \end{aligned}$$

La soluzione, elaborata nel quadro 4 del foglio di calcolo allegato, permette quindi di ricostruire gli angoli diedri 3-3 e 3-4 per il cubo simo, 3-3 e 3-5 per il dodecaedro simo.

Con l'approccio già descritto e le formule inserite nel quadro 3 del foglio di calcolo, è quindi possibile trovare i raggi del solido inserendo il numero dei lati di due facce adiacenti e il loro angolo diedro. Il quadro 4 provvede direttamente anche a questo calcolo.

La tabella della fig. 39 riassume gli angoli e i raggi dei solidi platonici e archimedei.

Questa analisi, oltre a fornire i parametri che caratterizzano i solidi, permette anche di calcolare un coefficiente di sfericità per valutare la proprietà del solido nell'approssimare una sfera.

L'approccio scelto è quello di esprimere il rapporto k_1 fra i volumi della sfera inscritta, tangente al centro delle facce con maggior numero di lati, e quella circoscritta, la cui superficie contiene tutti i vertici. La superficie del solido si sviluppa fra queste due sfere, più sono di raggio simile, più il solido si approssima alla sfera e il coefficiente tende a 1.

Il rapporto fra i volumi di queste due sfere si riduce al rapporto fra il cubo dei loro raggi ed è espresso nella tabella di fig. 39.

Come ci si può aspettare, questo rapporto migliora con l'aumentare del numero delle facce ma dipende anche dal numero di lati dei poligoni coinvolti. Una faccia decagonale avvicinerà il proprio centro a quello del solido più di una triangolare, diminuendo il raggio della sfera inscritta e quindi peggiorando il coefficiente di sfericità.

Volendo contenere il numero delle facce, ho utilizzato un secondo coefficiente k_2 , ottenuto dividendo k_1 per il numero delle facce, per dare una misura all'efficienza con cui il solido è in grado di avvicinarsi alla sfera.

Nella tabella di fig. 39 i solidi sono stati disposti in ordine decrescente del coefficiente k_1 , mentre in quella della fig. 40 sono in ordine decrescente del coefficiente k_2 .

Come si può evincere da queste tabelle, l'icosaedro troncato è solo il terzo per sfericità ma supera in efficienza i primi due poiché utilizza meglio il proprio numero di facce, solo 32, senza dover impiegare le 62 del rombicosidodecaedro, o peggio le 92 del dodecaedro simo che, nonostante ciò, ha solo la seconda posizione per sfericità, mentre per efficienza decade in ultima posizione, persino dopo il tetraedro.

L'icosaedro troncato precede in sfericità anche l'icosidodecaedro, sempre con 32 facce, e persino l'icosidodecaedro troncato con 62, pertanto è il solido che sembra far convergere su di sé le caratteristiche cercate, ideale per la realizzazione di uno scafo poliedrico oggetto della seconda parte di questo articolo, in pubblicazione nella prossima edizione di Orologi Solari.

L'icosaedro troncato è noto anche con il nome di fullerene, una molecola di carbonio con 60 atomi disposti ai vertici di questo solido, scoperta nel 1985, e il cui nome è dedicato all'architetto Richard Buckminster Fuller, celebre per aver diffuso le cupole geodetiche, utilizzando anche l'icosaedro troncato.

Lo stesso solido è noto per essere la struttura più diffusa dei palloni da calcio.

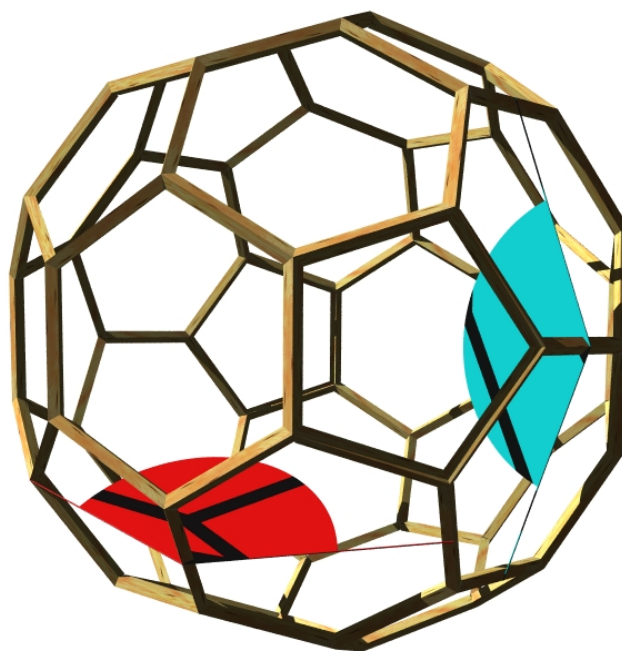


Fig. 38 - Icosaedro troncato, sono evidenziati gli angoli diedri fra facce esagonali, in azzurro, e fra esagono e pentagono, in rosso

Orologi Solari – n. 9 – dicembre 2015

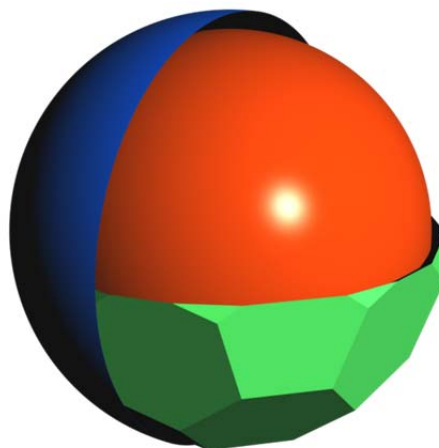
solido	l	delta	gamma	raggi	k1	k2
tetraedro	3,3,3	70,5287793655 3-3	70,5287793655 3-V	0,6123724357 Rv 0,3535533906 RI 0,2041241452 R3	0,037037037	0,009259259
ottaedro	3,3,3,3	109,4712206345 3-3	54,7356103172 3-V	0,7071067812 Rv 0,5 RI 0,4082482905 R3	0,19245009	0,024056261
icosaedro	3,3,3,3,3	138,1896851042 3-3	37,3773681406 3-V	0,9510565163 Rv 0,8090169944 RI 0,7557613141 R3	0,501805013	0,025090251
cubo	4,4,4	90 4-4	54,7356103172 4-V	0,8660254038 Rv 0,7071067812 RI 0,5 R4	0,19245009	0,032075015
dodecaedro	5,5,5	116,5650511771 5-5	37,3773681406 5-V	1,4012585384 Rv 1,3090169944 RI 1,1135163644 R5	0,501805013	0,041817084
tetraedro troncato	3,6,6	70,5287793655 6-6 109,4712206345 3-6	29,4962084966 3-V 58,5178458947 6-V	1,17260394 Rv 1,0606601718 RI 1,0206207262 R3 0,6123724357 R6	0,142427173	0,017803397
ottaedro troncato	4,6,6	109,4712206345 6-6 125,2643896828 4-6	26,5650511771 4-V 39,2315204936 6-V	1,5811388301 Rv 1,5 RI 1,4142135624 R4 1,2247448714 R6	0,464758002	0,033197
cubottaedro	3,4,3,4	125,2643896828 3-4	35,2643896828 3-V 45 4-V	1 Rv 0,8660254038 RI 0,8164965809 R3 0,7071067812 R4	0,353553391	0,025253814
cubo troncato	3,8,8	90 8-8 125,2643896827 3-8	18,9394397459 3-V 47,2657903991 8-V	1,7788236457 Rv 1,7071067812 RI 1,6825219847 R3 1,2071067812 R8	0,312491629	0,022320831
dodecaedro troncato	3,10,10	142,6226318594 3-10 116,5650511771 10-10	11,2114335526 3-V 33,0173980941 10-V	2,9694490159 Rv 2,9270509831 RI 2,9127811666 R3 2,4898982849 R10	0,589545324	0,018423291
icosidodecaedro	3,5,3,5	142,6226318594 3-5	20,9051574479 3-V 31,7174744115 5-V	1,6180339888 Rv 1,5388417686 RI 1,3763819205 R3 1,5115226282 R5	0,815231662	0,025475989
icosaedro troncato	5,6,6	142,6226318594 5-6 138,1896851042 6-6	20,0767512747 5-V 23,8001826022 6-V	2,4780186591 Rv 2,4270509831 RI 2,3274384368 R5 2,2672839422 R6	0,765956348	0,023936136
cubottaedro troncato	4,6,8	144,7356103172 4-6 135 4-8 125,2643896828 6-8	17,7642760796 4-V 25,5614458368 6-V 34,3158277441 8-V	2,3176109129 Rv 2,2630334385 RI 2,2071067812 R4 2,0907702752 R6 1,9142135624 R8	0,563442478	0,021670865
rombicubottaedro	3,4,4,4	144,7356103172 3-4 135 4-4	24,3744169125 3-V 30,3611934049 4-V	1,398966326 Rv 1,3065629649 RI 1,2742736942 R3 1,2071067812 R4	0,642414428	0,024708247
icosidodecaedro troncato	4,6,10	159,0948425521 4-6 148,2825255885 4-10 142,6226318594 6-10	10,7173146623 4-V 15,2476815826 6-V 25,1842328981 10-V	3,8023944999 Rv 3,7693771279 RI 3,7360679775 R4 3,6685424807 R6 3,4409548012 R10	0,741080498	0,011952911
rombicosidodecaedro	3,4,5,4	159,0948425521 3-4 148,2825255885 4-5	14,9845972117 3-V 18,4616148307 4-V 22,392770929 5-V	2,2329505094 Rv 2,1762508995 RI 2,1570198525 R3 2,1180339887 R4 2,0645728807 R5	0,790411704	0,012748576
cubo simo	3,3,3,3,4	153,2345877134 3-3 142,9834300735 3-4	25,4464750269 3-V 31,7513084876 4-V	1,3437133737 Rv 1,247223168 RI 1,2133558 R3 1,1426135089 R4	0,614862695	0,016180597
dodecaedro simo	3,3,3,3,5	164,175366056 3-3 152,9299202758 3-5	15,5338653698 3-V 23,2397966861 5-V	2,1558373751 Rv 2,0970538352 RI 2,0770896597 R3 1,9809159473 R5	0,775800677	0,008432616

Fig. 39

solido	F	S	V	I	K1	K2
rombicosidodecaedro	62	120	60	3,4,5,4	0,790411704	0,012748576
dodecaedro simo	92	150	60	3,3,3,3,5	0,775800677	0,008432616
icosaedro troncato	32	90	60	5,6,6	0,765956348	0,023936136
icosidodecaedro troncato	62	180	120	4,6,10	0,741080498	0,011952911
rombicubottaedro	26	48	24	3,4,4,4	0,642414428	0,024708247
icosidodecaedro	32	60	30	3,5,3,5	0,615536707	0,019235522
cubo simo	38	60	24	3,3,3,3,4	0,614862695	0,016180597
dodecaedro troncato	32	90	60	3,10,10	0,589545324	0,018423291
cubottaedro troncato	26	72	48	4,6,8	0,563442478	0,021670865
icosaedro	20	30	12	3,3,3,3,3	0,501805013	0,025090251
dodecaedro	12	30	20	5,5,5	0,501805013	0,041817084
ottaedro troncato	14	36	24	4,6,6	0,464758002	0,033197
cubottaedro	14	24	12	3,4,3,4	0,353553391	0,025253814
cubo troncato	14	36	24	3,8,8	0,312491629	0,022320831
ottaedro	8	12	6	3,3,3,3	0,19245009	0,024056261
cubo	6	12	8	4,4,4	0,19245009	0,032075015
tetraedro troncato	8	18	12	3,6,6	0,142427173	0,017803397
tetraedro	4	6	4	3,3,3	0,037037037	0,009259259

Fig. 40 - Solidi platonici e archimedei in ordine decrescente del coefficiente di sfericità k1

Fig. 41 - L'icosaedro troncato tra la sfera circoscritta che contiene i vertici e quella inscritta tangente alle facce



solido	F	S	V	I	K1	K2
dodecaedro	12	30	20	5,5,5	0,501805013	0,041817084
ottaedro troncato	14	36	24	4,6,6	0,464758002	0,033197
cubo	6	12	8	4,4,4	0,19245009	0,032075015
cubottaedro	14	24	12	3,4,3,4	0,353553391	0,025253814
icosaedro	20	30	12	3,3,3,3,3	0,501805013	0,025090251
rombicubottaedro	26	48	24	3,4,4,4	0,642414428	0,024708247
ottaedro	8	12	6	3,3,3,3	0,19245009	0,024056261
icosaedro troncato	32	90	60	5,6,6	0,765956348	0,023936136
cubo troncato	14	36	24	3,8,8	0,312491629	0,022320831
cubottaedro troncato	26	72	48	4,6,8	0,563442478	0,021670865
icosidodecaedro	32	60	30	3,5,3,5	0,615536707	0,019235522
dodecaedro troncato	32	90	60	3,10,10	0,589545324	0,018423291
tetraedro troncato	8	18	12	3,6,6	0,142427173	0,017803397
cubo simo	38	60	24	3,3,3,3,4	0,614862695	0,016180597
rombicosidodecaedro	62	120	60	3,4,5,4	0,790411704	0,012748576
icosidodecaedro troncato	62	180	120	4,6,10	0,741080498	0,011952911
tetraedro	4	6	4	3,3,3	0,037037037	0,009259259
dodecaedro simo	92	150	60	3,3,3,3,5	0,775800677	0,008432616

Fig. 42 - Solidi platonici e archimedei in ordine decrescente del coefficiente di efficienza della sfericità k2

Nel sito di Orologi Solari www.orelogisolari.eu nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare il file Excel citato nell'articolo.

Orologio multiplo a 124 facce

L'autore descrive le fasi di costruzione del suo orologio multifacce (un "rombicosidodecaedro" montato su una complessa base) dalla sua progettazione alla sua realizzazione.

di Joan Serra Busquets (bernisol@gmail.com) traduzione Riccardo Anselmi

Nel corso degli anni ho costruito una serie di orologi portatili, da tavolo o altri modelli, che mi permettevano di fantasticare, sperimentare ed indagare sulle svariate possibilità offerte dagli orologi solari, in particolare quelli multipli, vale a dire quelli dotati di diverse facce.

La costruzione di modelli può risultare un'attività assai soddisfacente e, allo stesso tempo, adatta a contrastare la frustrazione propria degli gnomonisti che, per mancanza di occasioni o di mezzi, non possono realizzare i propri progetti su larga scala e con materiali definitivi.

Nel web, sul sito di Carpe Diem (<http://www.bernisol.com>) si possono vedere alcune delle meridiane portatili o modelli da me realizzati. Avevo già fatte alcuni orologi solari con diverse facce, ma ero intenzionato a proseguire su questa via e a soddisfare il mio desiderio di costruirne uno che incorporasse un elevato numero di quadranti, diciamo 100 o giù di lì. Per questo avevo bisogno di trovare una figura geometrica dotata di un gran numero di facce. Dopo avere scoperto il "rombicosidodecaedro", solido archimedeo con 62 facce, ho cominciato a dare forma all'idea.



Fig. 1

La prima sfida è consistita nella scelta delle dimensioni del solido e nella sua costruzione. Non possedendo né una piccola officina né un'adeguata abilità per lavorare altri materiali, ho deciso di utilizzare del cartone, maneggevole e al tempo stesso sufficientemente resistente. Ho ritagliato con cura i 62 pezzi (12 pentagoni, 20 triangoli e 30 quadrati) che ho poi cominciato a montare. La cosa più difficile è stata quella di ottenere che tutti gli spigoli e tutti i vertici combaciassero con precisione; di conseguenza nelle foto si possono rilevare alcuni piccoli difetti di costruzione, dovuti al lavoro manuale svolto senza troppa perizia.

Una volta costruito il solido avevo due scelte:

1. collocarlo in una determinata posizione e disegnare poi un orologio declinante ed inclinato su ogni faccia, in base alla latitudine di Maiorca.
2. inclinare il solido per la latitudine di Maiorca, così che rappresentasse il globo terrestre nella realtà. In questo modo ogni superficie si trovava a corrispondere a una determinata latitudine e longitudine.

Ho optato per la seconda scelta e ho disegnato su ciascuna faccia un orologio orizzontale per la relativa latitudine. In tutti i quadranti è stata tracciata, quando possibile, la linea oraria corrispondente alle ore 12 di Greenwich. Ho anche aggiunto su ciascuna faccia, tranne che sui triangoli per le loro piccole dimensioni, la foto di un soggetto tipico della località corrispondente alle sue coordinate. Poiché la maggior parte delle località cadevano negli oceani, ho dovuto inserire numerose immagini di navi, balene, delfini, ecc. Tutti i quadrati e i pentagoni, ad eccezione di quelli corrispondenti all'equatore, portano un aforisma o un motto tipico delle meridiane.

L'idea di base è che, una volta orientato correttamente il complesso gnomonico, tutti i quadranti indichino l'ora che segnerebbe un orologio orizzontale posto nella località della Terra corrispondente alle coordinate della faccia.

Un asse attraversa il solido e lo tiene correttamente inclinato ma libero di ruotare, permettendo di scegliere qualsiasi meridiano come meridiano di riferimento e quindi osservare l'effetto dell'insolazione in altri luoghi e la Terra in un dato momento.



Fig. 2



Fig. 3

Sfruttando questo asse, ma anche per dare più solidità all'insieme, ho incluso una stella a dodici punte collocata sul piano equatoriale, sostenuta da uno zoccolo che la mantiene nella sua inclinazione evitando sollecitazioni sull'asse.

Le 12 punte formano 24 superfici, su ciascuna delle quali vi è un tracciato su cui si proiettano le ombre delle punte. La superficie piana della stella rivolta a nord porta un orologio equatoriale piano, il cui gnomone è lo stesso asse, e un orologio equatoriale cilindrico con tracciati interni ed esterni. Il quadrante cilindrico è completato con un orologio equatoriale piano ad ore canoniche, con il quale ha in comune lo gnomone.

Sulla faccia sud si ripetono il quadrante cilindrico e quello canonico, ma invece di un orologio equatoriale piano ce ne sono due: uno su ciascun lato dello zoccolo che regge la stella. Sulla parte superiore dello zoccolo c'è un quadrante polare le cui estremità fungono da gnomoni ai due suddetti equatoriali, nonché ai due orologi laterali.

situati sui fianchi dello zoccolo. La parete sud dello zoccolo presenta un quadrante verticale orientato esattamente a Sud. Su ogni scala dello zoccolo si legge il tempo vero del fuso.

Gli elementi descritti fino ad ora poggiano sulla faccia superiore del primo dei due poliedri a 14 facce che formano il sostegno di tutto il complesso. Su questa faccia, che serve di appoggio allo zoccolo c'è un grafico che indica l'azimut del sole e della luna, segnato dall'ombra dei bordi o spigoli verticali dello zoccolo.

La base o sostegno di tutto il manufatto consiste in 2 poliedri sovrapposti di 14 facce ciascuno; le dodici facce laterali sono utilizzate per degli orologi. Le facce hanno un angolo reciproco di 30° e il poliedro superiore è ruotato di 15° rispetto all'inferiore, così che tra l'uno e l'altro via sia un quadrante ogni 15° di declinazione.

I quadranti del poliedro superiore indicano le ore babilonesi, siderali, italiane, temporarie, planetarie e l'ora solare.

I quadranti che sono sul poliedro inferiore mostrano il Tempo medio del fuso alternativamente d'inverno e d'estate. Nei quadranti con declinazioni di 120° si vedono linee di azimut. Nei quadranti corrispondenti a declinazioni di 150° si scorgono linee di altezza solare o Almucantarati nonché un grafico con la correzione per passare dal tempo vero al tempo medio. Il quadrante settentrionale porta un abaco per convertire il tempo lunare in tempo solare. In totale vi sono 124 quadranti.

A causa della scadenza del tempo di presentazione del complesso gnomonico ad un concorso internazionale di gnomonica (vedi Nota del traduttore) ho dovuto interromperne momentaneamente la costruzione, ma con l'intenzione di riprenderla aggiungendo progressivamente nel tempo altri quadranti.



Fig. 4



Fig. 5 – Vista sud



Fig. 6 – Vista nord



Fig. 7 – Vista est



Fig. 8 – Vista ovest

Nota del traduttore: L'autore, noto gnomonista di Maiorca, ha vinto con questo complesso gnomonico il primo premio al IX concorso internazionale (2006) "Le ombre del tempo" indetto dall'Osservatorio Serafino Zani e dall'Unione Astrofili Bresciani.

Nel sito di Orologi Solari www.orelogisolari.eu nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare l'articolo originale in spagnolo oltre ad alcune foto dell'orologio.

Il metodo di Federico Commandino rivisto senza la costruzione dell'ellisse

Si riprende il metodo usato da Federico Commandino per ottenere il tracciato delle linee orarie di un orologio inclinato sia rispetto al piano meridiano sia rispetto all'orizzonte. Ricorrendo al concetto di linea di massima pendenza, si mostra come l'operazione possa essere condotta senza dover tracciare l'ellisse, cioè la proiezione del piano inclinato e declinante sul piano meridiano, necessaria a Commandino per determinare la sustilare e l'altezza del polo del quadrante.

di Carmelo e Angelo Urfalino (urfalino_carmelo@yahoo.it; u.angelo@email.it)

Non sappiamo se all'epoca di Federico Commandino fosse noto il concetto di linea di massima pendenza, ma in virtù di questo concetto e di una singolare interpretazione della gnomonica tolemaica è possibile risolvere il quadrante inclinato e declinante senza la costruzione dell'ellisse adottata da Commandino.

In un sistema di riferimento tolemaico, se A è un punto della circonferenza del cerchio meridiano relativo ad un orizzonte, l'angolo AOZ è l'angolo descensivo, figura 1. In generale, se B è un punto della sfera in proiezione ortogonale, guardata da un punto all'infinito, l'angolo BOZ è l'angolo descensivo descritto da Tolomeo, figura 2. Il piano passante per B è il piano del verticale, l'angolo AOZ è l'angolo descensivo in vera grandezza. Nello stesso sistema di riferimento, l'angolo orizzontale è formato, sull'orizzonte, dal piano descensivo e dal piano del primo verticale. Con questi due angoli, Federico Commandino risolve il tracciato delle linee orarie di un orologio inclinato sia rispetto al piano meridiano sia rispetto all'orizzonte. Per far ciò, egli estende il concetto di orizzonte a qualunque piano comunque inclinato e declinante, cominciando dagli orizzontali inclinati meridionali. Scrive a proposito l'Urbinate nel *De Horologiorum Descriptione*: Horologia, quae in planis ad horizontem inclinatis fiunt, horizontalia inclinata appellare libuit, *ci piacque chiamare orizzontali inclinati, gli orologi costruiti su piani inclinati rispetto ad un orizzonte*¹. Quindi passa ai piani comunque declinati e inclinati *sia rispetto all'orizzonte sia rispetto al meridiano*: nunc ad ea horologia accedemus, quae in plano non solum ad horizontem, sed et ad meridianum inclinato fiunt². Esposto il metodo per tracciare l'ellisse, calcolati gli angoli che questa stacca sui diametri dei cerchi di declinazione e tracciata la sustilare, passa alla determinazione dell'altezza del polo del quadrante, quindi conclude: Itaque horologia in plano ad horizontem et meridianum inclinato descripturi; primum altitudinem poli supra ipsum inueniemus, et quos arcus ex singulis parallelis abscindat: deinde analemma ad ipsum, tamquam ad horizontem alterum constituemus, *quando allora si ha intenzione di disegnare un orologio su un piano inclinato, sia rispetto all'orizzonte, sia rispetto al piano meridiano, troveremo dapprima l'altezza del polo sopra quello [inclinato] e quali archi esso stacca sui singoli paralleli; poi costruiremo l'analemma rispetto a quel piano, come se fosse un secondo orizzonte*³.

¹ F. Commandino, *Liber De Horologiorum Descriptione*, Ed. Cadmo, Firenze 1994, curato e tradotto da Salvatore Vastola e Rocco Sinisgalli, pag. 127

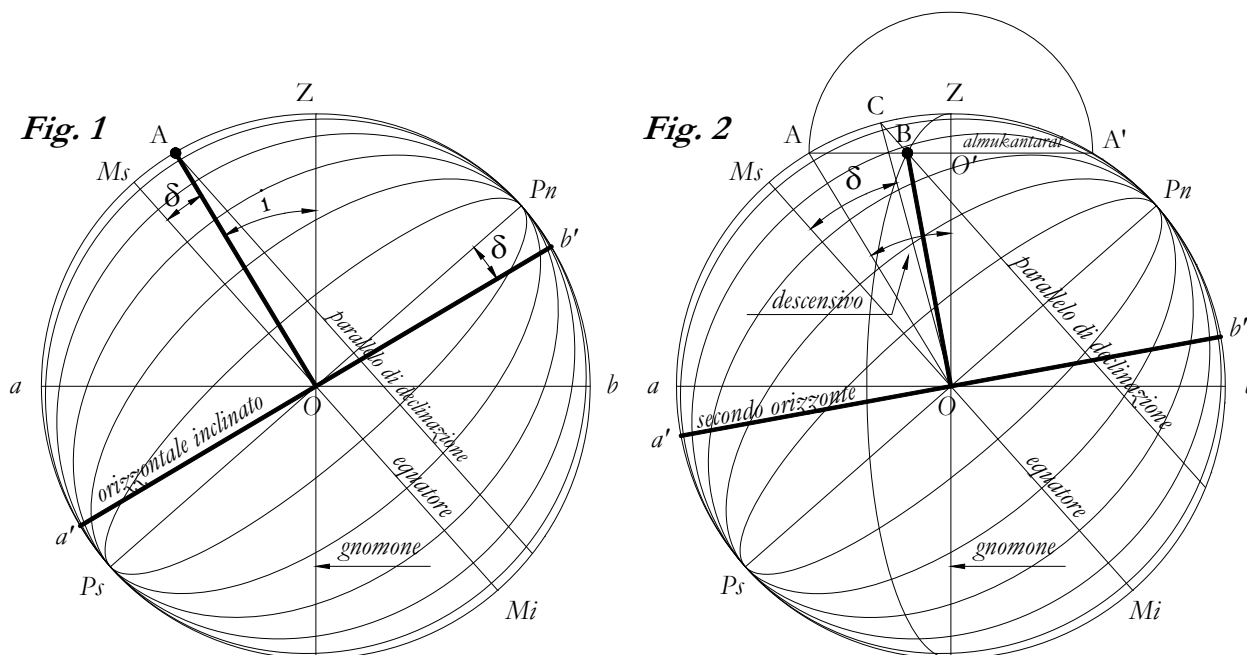
² Ibid. pag. 133

³ Ibid, pag. 147

L'estensione del concetto di orizzonte a qualunque superficie comunque inclinata e declinante è un salto concettuale notevole: ogni quadrante *direzionale* è un *quadrante orizzontale*. Fissiamo anzitutto un primo concetto:

- 1) su un dato orizzonte avente latitudine φ , l'angolo descensivo di Tolomeo (oggi definito *distanza zenitale*) misura in ogni caso l'inclinazione di una superficie piana rispetto all'orizzonte del luogo.

Sia **A**, ad esempio, un punto sulla circonferenza di un meridiano (figura 1), condotto il raggio OA, sia \hat{ZOA} inteso come l'angolo descensivo tolemaico. Ruotiamo ora l'orizzonte ab intorno al diametro *equinoziale* (il primo degli assi di riferimento tolemaici) in modo tale che abbia in **A** il suo zenit. Ebbene, l'angolo \hat{ZOA} (uguale a $\hat{bOb'}$), è palese, misura l'inclinazione dell'orizzonte $a'b'$; l'angolo $\hat{b'OPn}$ (uguale a \hat{MsOA}) misurerà di conseguenza l'altezza del polo di $a'b'$:



Se ora (figura 2) ruotiamo il quadrante *orizzontale inclinato* $a'b'$ attorno allo *gnomone* (secondo asse di riferimento tolemaico) di 360° , il punto **A** descriverà un cerchio di diametro AA' parallelo all'orizzonte ab (il cerchio *almukantarāt*). Sia ora **B** un punto della circonferenza dell'*almukantarāt* proiettato sul diametro AA' , **zenit** del quadrante dopo una determinata rotazione: anche in questo caso, l'angolo \hat{AOZ} rappresenterà ancora in vera grandezza, come insegna Tolomeo nel *De analemmate*, l'angolo descensivo \hat{BOZ} , ma l'altezza del polo del quadrante, ora inclinato e declinante, non è più il $\hat{PnOb'}$ della figura 1 ma \hat{MsOC} (δ), come possiamo vedere in figura dalla posizione del parallelo di declinazione⁴.

Fissiamo pertanto un secondo concetto:

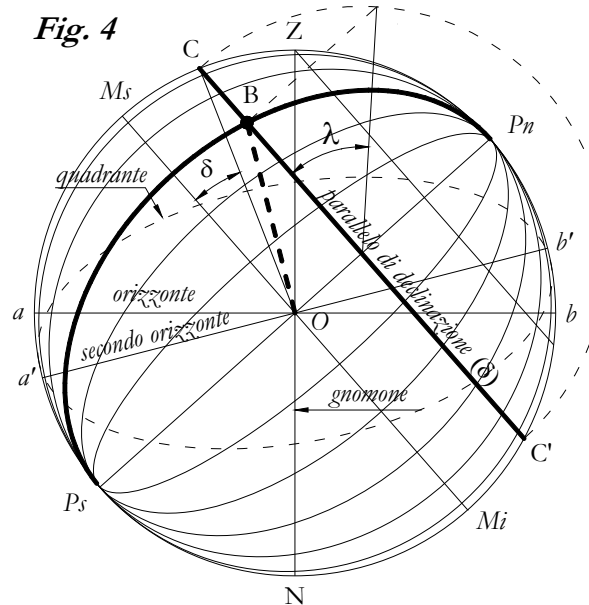
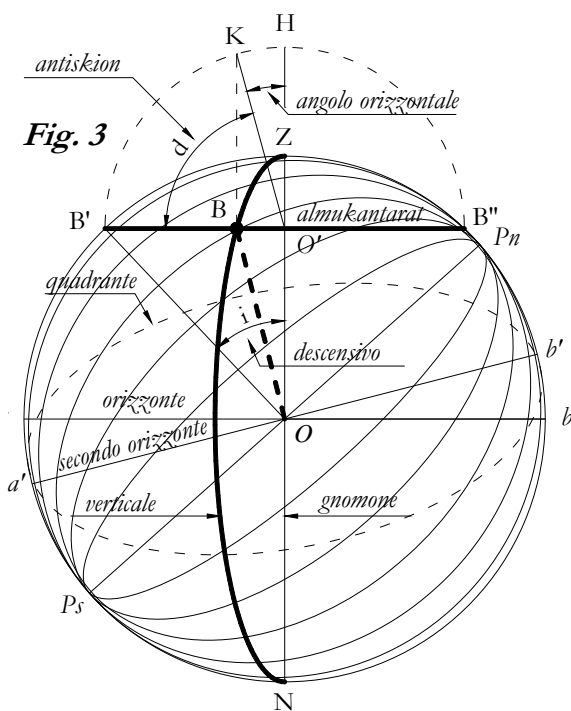
- 2) ruotando un piano inclinato sull'orizzonte locale attorno allo *gnomone*, al variare dell'altezza del polo del quadrante, l'angolo descensivo si conserva costante.

Questi due concetti presi insieme ci permettono di risolvere la costruzione di un orologio inclinato e declinante senza l'impiego dell'*ellisse*, cioè la proiezione del piano inclinato e declinante sul piano meridiano, necessaria a Commandino per determinare, tra l'altro, dapprima la sustilare e quindi l'altezza del polo del quadrante. Quanto rappresentato e detto sopra, infatti, calcola **immediatamente** l'angolo in questione, δ .

A questo punto possiamo ad esporre il metodo.

⁴ Non nascondiamo che nel disegnare le ellissi delle figure, *verticali*, *meridiani*, e per ultimo quella del piano inclinato in proiezione, stiamo utilizzando il CAD, ma nessuna di esse è necessaria, il loro tracciato serve soltanto ad aiutare la visione concettuale. Potremmo toglierle tutte, non cambierebbe nulla. Potremmo fare tutto con riga e compasso, senza ausilio d'altro.

Dato un piano inclinato e declinante, conoscendo l'inclinazione sia rispetto all'orizzonte *sia rispetto al meridiano* si inizi determinando, secondo i concetti sopra esposti, il punto B, zenit del piano in questione, figura 3. In coordinate altazimutali tolemaiche, infatti, B è individuato sul diametro almukantarato B'B'' dall'angolo *descensivo* BOZ e dall'angolo *orizzontale* HO'K, entrambi noti, perché sono noti sia l'inclinazione (B'ÔZ, cioè l'angolo descensivo in vera grandezza) sia la declinazione (B'Ô'K, l'angolo detto *antiskion* dagli Antichi, complemento dell'angolo orizzontale). **La funzione del descensivo è duplice:** oltre a misurare l'inclinazione del piano, avente B come zenit, esso ci permette di rappresentare sul piano meridiano, come presto vedremo, la *linea di massima pendenza*.



Ciò detto, si tracci per B (figura 4) il parallelo di declinazione CC'.

Ora, se dalle altazimutali passiamo alle coordinate equatoriali, B sarà determinato dalla declinazione (δ) e dalla longitudine (λ). Pertanto, poiché *il parallelo di declinazione è il luogo geometrico dei punti della sfera celeste che hanno la medesima declinazione*⁵, allora δ è uguale all'angolo COMs (figura 4). Quest'angolo, torniamo a farlo presente, sarà l'altezza del polo della superficie inclinata e declinante su cui costruiremo l'orologio⁶.

Trovata l'altezza del polo, passiamo ora a rappresentare la linea meridiana locale sul piano meridiano. Essendo tale linea la sezione comune tra la superficie del quadrante e il piano meridiano, per disegnare la sua traccia (figura 5), ribaltiamo sul piano meridiano il piano ettemorio⁷ facendolo ruotare attorno alla linea CC'.

Operando questo ribaltamento (vedi figura 5), *la linea equinoziale* (non visibile in figura), asse di rotazione del cerchio ettemorio, cadrà su OT, mentre il punto B finirà in K. La linea TT' è la retta che cercavamo, la linea meridiana locale, che Commandino indica con *ay*. L'angolo TOK è degno di nota, è l'angolo ettemorio⁸:

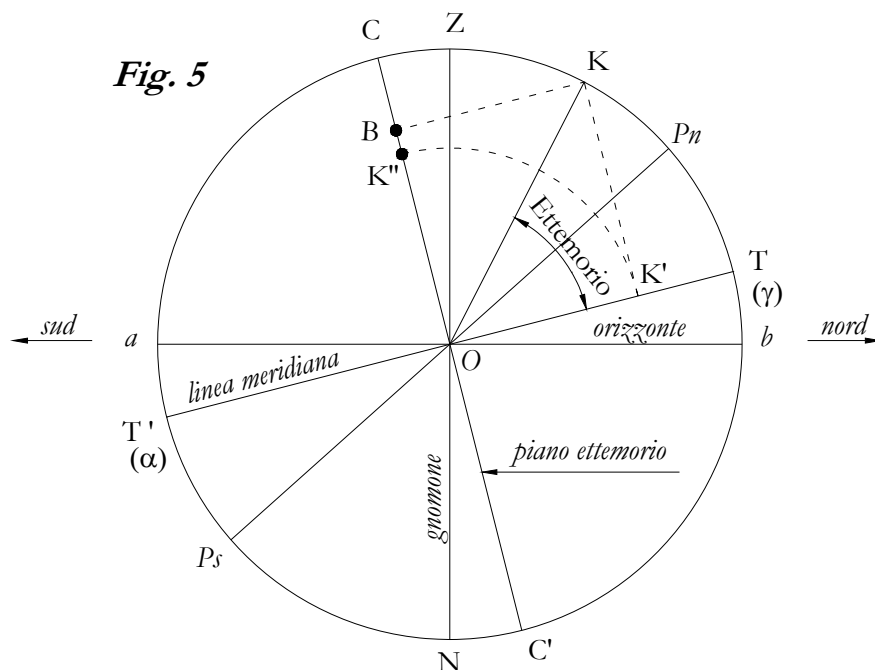
⁵ F. Flora, *Astronomia nautica*, quinta edizione, Milano 1987, pag. 15.

⁶ Saltiamo così le pagine del *Liber de Horologiorum* (133-142), dedicate alla costruzione dell'ellisse, e quelle successive per calcolare l'altezza del polo sulla sustilare.

⁷ È ciò che *forse* fa Commandino quando traccia, senza farne accenno alcuno, la linea $\alpha\gamma$ (asse maggiore dell'ellisse) lasciando all'intuizione del lettore il ribaltamento del piano ettemorio. Non sappiamo come abbia potuto fare altrimenti. Per un approfondimento, si rimanda al *Liber De Horologiorum Descriptione*, o.c., pagg. 133-155

⁸ Una volta proiettato K su K', ruotando TT' attorno all'equinoziale, si ribalta K' in K'', il punto K'' allora determina l'asse minore dell'ellisse.

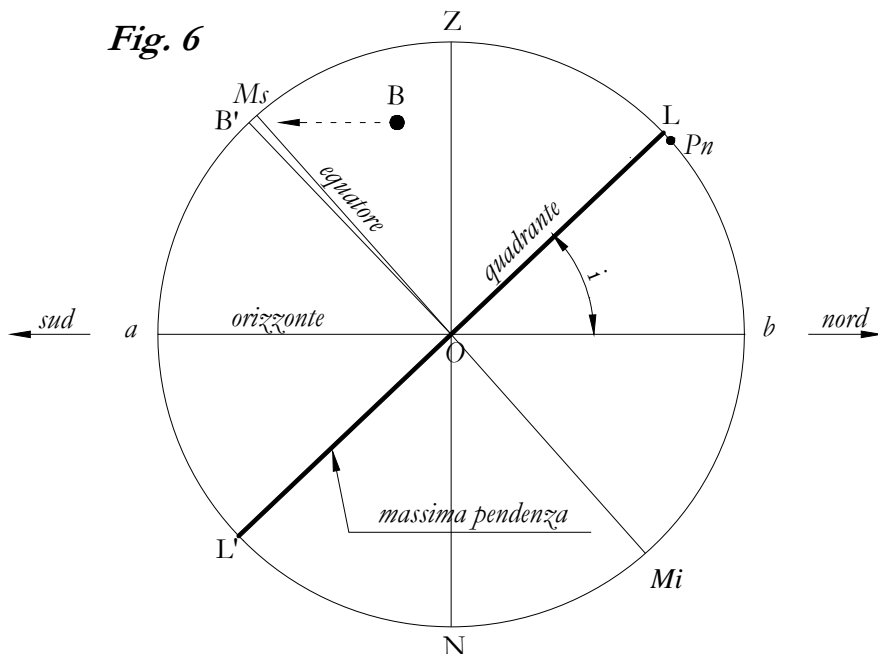
Fig. 5



Ciò fatto, passiamo ora a determinare la *meridiana plani propria*⁹ secondo la definizione di Emanuele Maignan⁹, la linea sustilare. A questo scopo è sufficiente calcolare l'angolo sustilare, cioè la distanza angolare tra la *linea di massima pendenza* (una linea, a nostra conoscenza, estranea al pensiero di Commandino) e la retta sustilare.

Costruito l'analemma (figura 6), noto l'angolo descensivo $B'\hat{O}Z$ in vera grandezza, ruotiamo il quadrante avente B come zenit fino ad esporlo a meridione¹⁰, perpendicolare cioè al piano meridiano. Ciò fatto, ora è possibile tracciare la linea di massima pendenza LL' :

Fig. 6



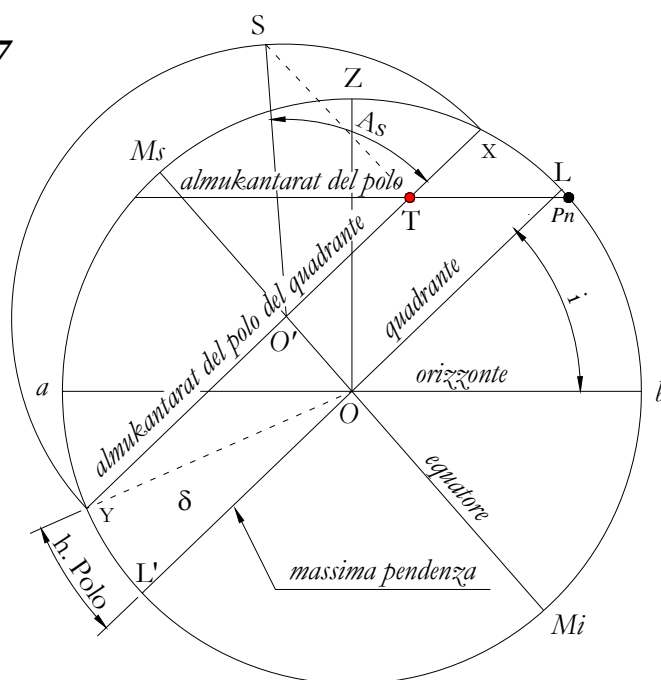
Tracciato successivamente il diametro dell'almukantarat (XY) del polo del quadrante¹¹, si tracci, a finire (figura 7), il diametro dell'almukantarat del polo dell'orizzonte locale. Sia **T** l'intersezione dei due almukantarat. Da **T**, avendo già ribaltato il semicerchio almukantarat del polo del quadrante, sia alzata, fino a intersecare la circonferenza, la perpendicolare TS. L'angolo TO'S è l'angolo sustilare cercato:

⁹ Emanuele Maignan, *Perspectiva Horaria, Libri quatuor*

¹⁰ Operazione legittima, perché, come si è detto, ruotando il piano inclinato attorno allo *gnomone*, l'angolo descensivo resta costante.

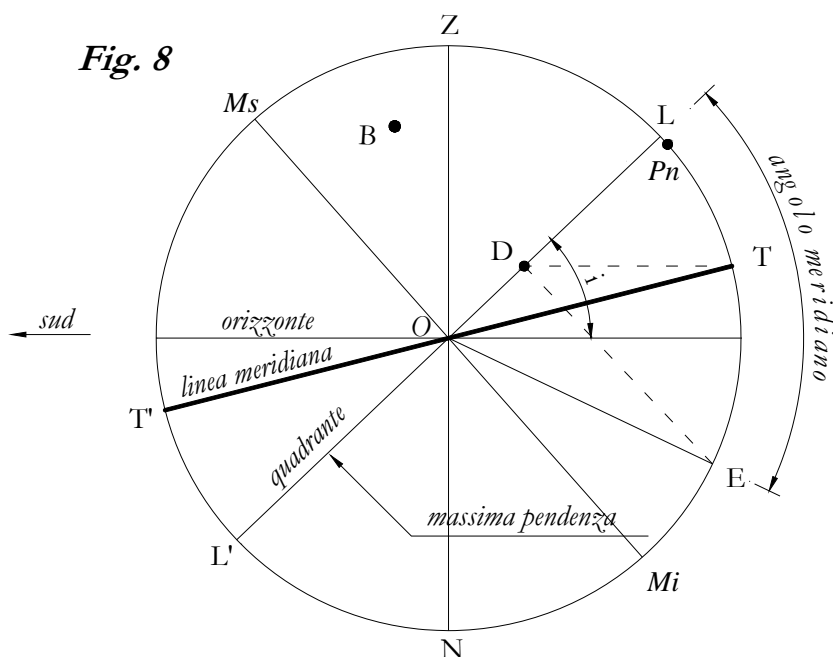
¹¹ La costruzione è legittima, in quanto conosciamo già l'altezza del polo del quadrante, ossia l'angolo COMs della figura 4

Fig. 7



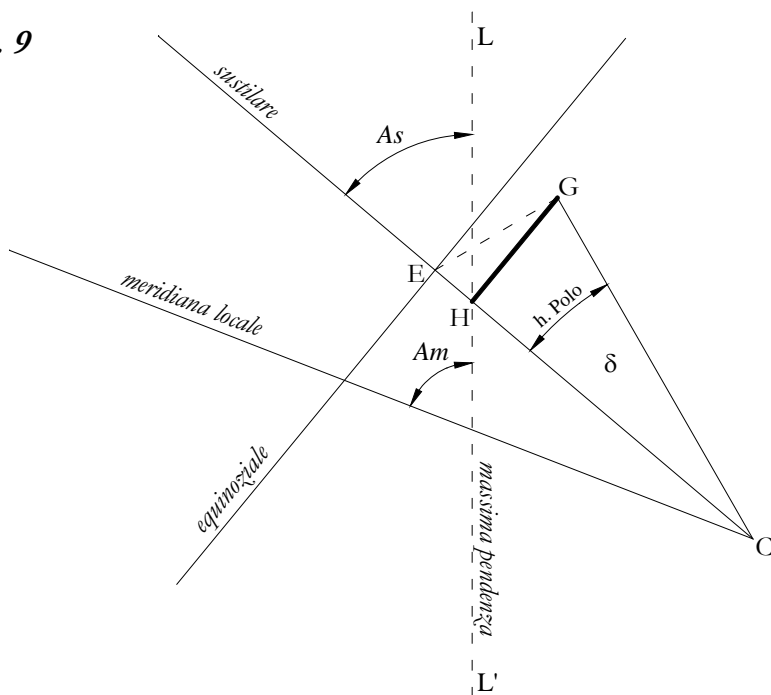
A questo punto, per disegnare la linea meridiana locale sul quadrante, non resta che determinare l'*angolo meridiano*, ossia la distanza angolare tra la linea di massima pendenza e la linea meridiana locale. Sintetizziamo, come primo passo, le figure 5-6 in una, disegnando sia la linea di massima pendenza che la linea meridiana, figura 8:

Fig. 8



Tuttavia l'angolo TOL non rappresenta in vera grandezza l'angolo che stiamo cercando in quanto il quadrante, essendo stato ruotato di tanto quanto è d , è inclinato a meridione. Per calcolare dunque l'angolo meridiano in vera grandezza, proiettiamo dapprima T sul quadrante. La linea di proiezione interseca la linea fittizia di massima pendenza LL' in D. Quindi, alla maniera degli *Antichi*, ribaltando il cerchio costruito sul diametro LL' (non visibile in figura), D cadrà in E: l'angolo LOE è l'angolo meridiano in vera grandezza. A questo punto abbiamo tutto ciò che occorre per costruire l'orologio sul quadrante inclinato e declinante avente B come zenit. Tracciata la linea di massima pendenza del quadrante, fissiamo in essa a piacere un punto, H, piede dello gnomone di lunghezza arbitraria HG. Da H, essendo noto l'angolo sustilare, tracciamo la linea sustilare. Da G, noto l'angolo complementare all'altezza del polo, tracciamo la retta che interseca la sustilare. Il punto d'intersezione C è il centro del quadrante (figura 9). Ciò che appunto si doveva fare:

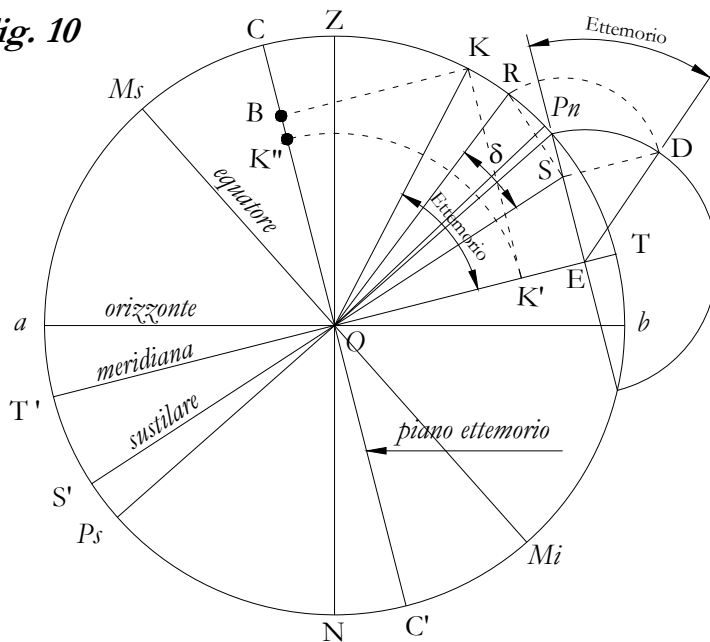
Fig. 9



Il metodo sopra esposto può essere sintetizzato in altri termini. Quanto segue non è algebra trigonometrica. Dopotutto, la gnomonica è stata pensata, e forse compiuta, prima dell'avvento della trigonometria.

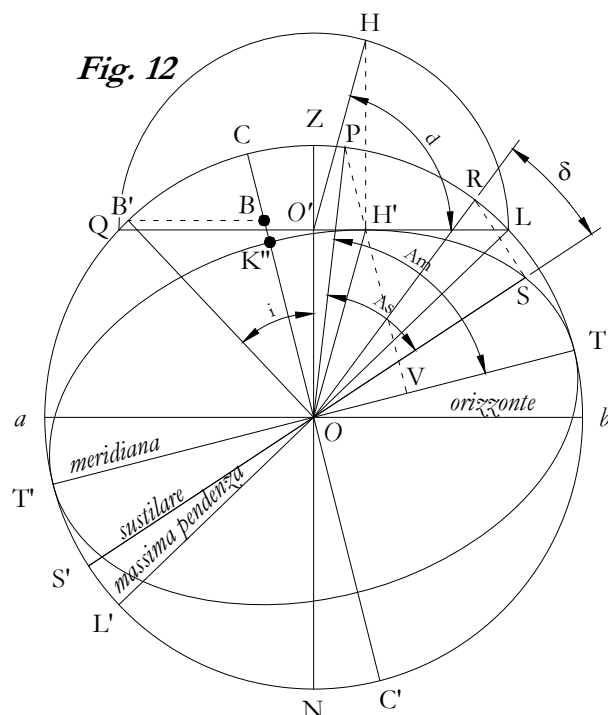
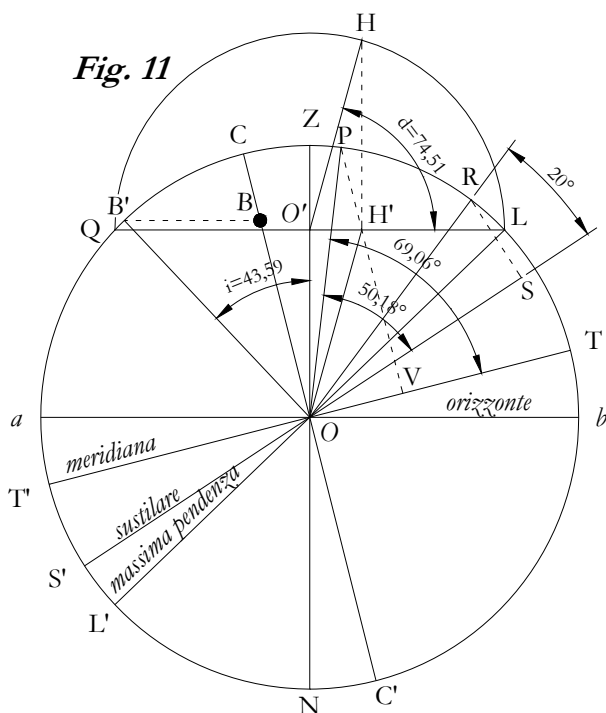
Ritornando alla *figura 5*, da Pn si conduca la perpendicolare alla linea meridiana TT'. Sia E il suo piede. Sul lato PnE riportiamo nella *figura 10* l'angolo ettemorio TOK, indicato ora con PnÊD avente vertice in E. Con centro in E e raggio PnE si tracci il cerchio che contiene l'arco ettemorio, quindi da D si conduca la perpendicolare a PnE. Sia S il suo piede. Congiunto O con S, OS è la proiezione della linea sustilare sul piano meridiano. Inoltre, con centro in S e apertura di compasso SD, si ribalti D in R sul cerchio meridiano, quindi si proietti R su OS, la sua proiezione, è ovvio, cade in S. L'angolo ROS è l'altezza del polo del quadrante, individuato senza aver tracciato l'ellisse. Si noti, l'angolo tra la retta TT' ed SS' è in vera grandezza:

Fig. 10



Restano da calcolare gli angoli che la linea di massima pendenza forma con la linea meridiana e con la sustilare. A tale scopo, è necessario proiettare la linea reale di massima pendenza sul piano del meridiano, perché la linea LL' finora rappresentata in esso, essendo stata soltanto ruotata, non permette di calcolare gli angoli anzidetti in vera grandezza. Tuttavia, nonostante la sua posizione fittizia, LL' consente di determinare la proiezione di se stessa sul piano del meridiano.

Si tracci anzitutto il diametro LQ del cerchio almukantarat (figura 11), sul quale è riportato l'angolo di declinazione d del quadrante avente B come zenit, $\widehat{HO'L}$. Ora, secondo il procedimento dei ribaltamenti, tramandato da Claudio Tolomeo, che consente di portare sul piano del meridiano un punto esterno ad esso, e successivamente sulla sua circonferenza, sia proiettato H (che sta sul cerchio almukantarat) dapprima sul diametro LQ, sia esso H'. Tracciata adesso la parallela al piano ettemorio rappresentato da CC' passante per H', essa intersecherà TT' in V. Ma essendo TT' il diametro di un cerchio massimo, il ribaltamento del cerchio farà cadere V sulla circonferenza del cerchio meridiano in P. Ciò che appunto si doveva fare. Congiunto quindi P con O, PO è la linea di massima pendenza reale in vera proiezione: ora possiamo misurare in vera grandezza i suddetti angoli:



L'ultimo ribaltamento sopra effettuato, quello attorno a TT', dimostra la *bontà* del metodo se messo a confronto con quello di Commandino.

A verifica (figura 12), disegnata l'ellisse, non importa con quale metodo, sia pure quello di Commandino, avente TT' come asse maggiore e OK'' semiasse minore (abbiamo fatto vedere nella figura 5 come trovare OK''), il diametro LQ del cerchio almukantarat risulterà, per costruzione (perché costruito sulla linea di massima pendenza che rappresenta il quadrante), tangente all'ellisse. Il punto di tangenza sarà proprio H'. A ulteriore conferma, ruotando l'ellisse attorno all'asse maggiore, vedremo il raggio OH' scorrere sulla retta parallela fino a coincidere con OP, e K'' in C, ed S in R.

Per concludere, variando l'angolo d'inclinazione del quadrante, varierà l'altezza, rispetto all'orizzonte, del cerchio almukantarat ma in ogni caso LQ risulterà tangente in H' all'ellisse di volta in volta tracciata. Non può essere una casualità.

Itinerari gnomonici

Da Cuneo alle Alpi Marittime (Parte 4, da Cuneo a Boves)

Proposto da Giovanni Bosca (boscagiovanni@virgilio.it)

Nella puntata precedente ci siamo occupati della zona di Peveragno; in questa ci occuperemo delle meridiane poste nella zona che va da Cuneo a Boves. Da Cuneo, borgo Gesso, raggiungiamo dunque la località Spinetta, da dove iniziamo a individuare un considerevole numero di quadranti solari.

Cuneo

Nella frazione Spinetta, in via Gauteri n.5, la villa del XVIII secolo “Ferraris di Celle” è dotata di due quadranti solari disposti su pareti adiacenti a 90°, entrambi con linee orarie italiane; sono del 1724 e sono stati restaurati nel 1989 da Lucio Maria Morra. I due quadranti non sono facilmente visibili dall'esterno della recinzione a causa della fitta vegetazione; sul quadrante declinante verso Est è disegnato un cartiglio che riporta la scritta *Sicut umbra dies nostri*, vale a dire “I nostri giorni (corrono) come l'ombra” [1]. La fig. 68 mostra il quadrante a Sud; le immagini dei due quadranti si possono trovare sulle pagine web di L. M. Morra [2].



Fig. 68 – CUNEO – Fraz. Spinetta, “Villa Ferraris di Celle”. La villa settecentesca ha due quadranti geminati del 1724, a ore italiane: questo (Sundial Atlas [IT012587](#)) è rivolto quasi a Sud, l'altro (Sundial Atlas [IT012588](#)) quasi ad Est.

Fig. 69 – CUNEO – Fraz. Spinetta, “Villa del Vescovo”. Torretta della villa con quadrante solare a linee orarie francesi sulla parete rivolta quasi ad Est. (Sundial Atlas [IT012534](#)).

Sempre all'inizio di via Gauteri, di fronte alla villa precedente, la parete declinante a levante della torretta sulla “Villa del Vescovo”, già “Torre Audifreddi”, è ornata con un bel quadrante del 1712, rifatto nel 1985 da Lucio Maria Morra; segna l'ora vera del fuso e il mezzogiorno solare locale (M) in luogo delle precedenti linee orarie italiane. Il motto *Solis et artis opus*, significa che è “Opera del Sole e dell'arte” (fig. 69) [1] [2].



Proseguendo lungo la via Gauteri, al n. 30 troviamo la “Cascina delle Monache” (anche “case Buffa”); su di un edificio annesso è presente un quadrante del 1992 con il motto: *Il tempo passa - Passalo bene* (fig. 70).

Tornando poi a Spinetta e imboccando via della Ripa, che corre a ridosso dell’altipiano degradante verso la “Bovesana”, sulla parete esposta a Mezzogiorno di una villa al n° 57, troviamo un quadrante del 1997 che riporta il motto: *Così scorre la tua vita* (fig. 71).

Qui, il bivio a destra ci consente di scendere al Tetto Paulin, in via Tetto Brignone n° 64, dove si trova un quadrante del 1988 con ortostilo, su parete leggermente declinante a Ovest: segna le ore vere del nostro fuso con la doppia indicazione per l’orario invernale (numeri romani) e per quello estivo (numeri arabi). Sulla linea del Mezzogiorno (XII invernali, corrispondenti alle 13 estive) è tracciata la lemniscata che indica graficamente i ritardi e gli anticipi tra il tempo solare vero e il tempo medio segnato dai nostri orologi meccanici o elettronici. Il motto è riportato sul cartiglio che interseca la figura umanizzata del Sole: *È un raggio che traduce il mio messaggio*, originale e composto dal poeta Guido Turco; la realizzazione è di Lucio Maria Morra (fig. 72) [3].



Fig. 70 – CUNEO – Frazione Spinetta, via Gauteri n. 30. Quadrante su un edificio della “Cascina delle Monache”. (Sundial Atlas [IT012536](#)).

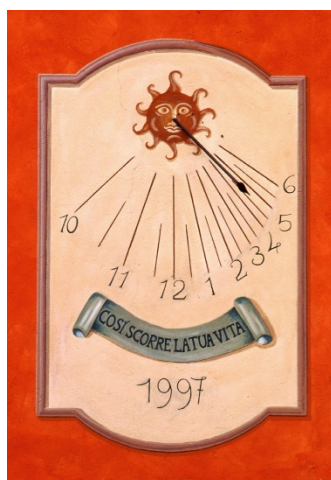


Fig. 71 – CUNEO – Frazione Spinetta, via della Ripa n. 57. Questo quadrante segna le ore vere locali. (Sundial Atlas [IT012538](#)).

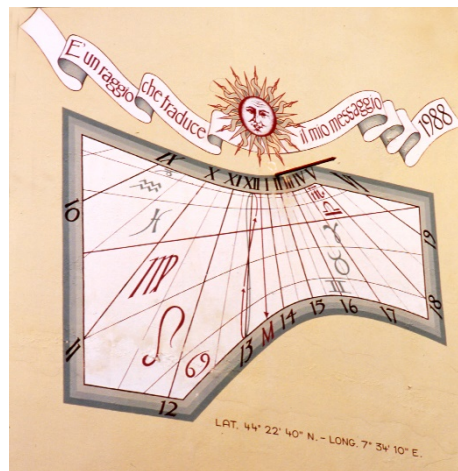


Fig. 72 – CUNEO – Frazione Spinetta, via Tetto Brignone n. 64. Oltre all’orologio secondo l’ora vera del fuso, estiva e invernale, il quadrante riporta il calendario zodiacale, la linea meridiana e la lemniscata per l’ora media (TMEC) sulle ore XII. (Sundial Atlas [IT012539](#)).

Ritornati poi in via della Ripa, proseguiamo verso Boves e al n. 75 possiamo osservare il complesso tracciato di un quadrante solare doppio (fig. 73). La parete ha una forte declinazione a ponente (circa 20° oltre l’Ovest); l’orientamento degli gnomoni e le linee orarie di questo strano manufatto sono di difficile interpretazione.

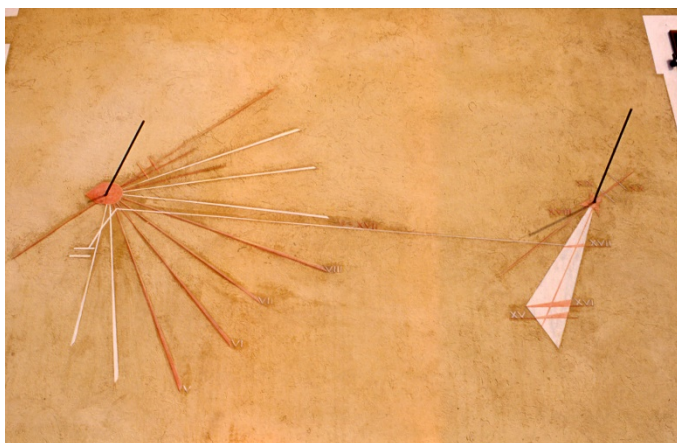


Fig. 73 – CUNEO – Fraz. Spinetta, via della Ripa n. 75. Insieme di due quadranti su parete con declinazione Ovest di circa 200°. Il complicato tracciato di linee è di difficile interpretazione. (Sundial Atlas [IT012541](#)).

Boves

Prima di raggiungere la cittadina di Boves attraversiamo la frazione Sant'Anna; all'interno della chiesa omonima si dovrebbe trovare un antico quadrante con linee orarie italiane datato 9 luglio 1725. Nel 1875 la Chiesa fu ampliata con il prolungamento della parte anteriore e l'orologio solare che era tracciato sulla precedente facciata è finito in soffitta, non più visibile. Inoltrandoci però per la stradina a sinistra della chiesa (via Traversagna) al n. 20, sulla parete esposta a Sud del Bed & Breakfast "La Meridiana", vediamo un quadrante del 1997 con il motto *Cum umbra nihil - Sine umbra nihil* che significa: "In ombra (senza Sole) non dico nulla, senza ombra (senza gnomone) non dico nulla" (fig. 74).

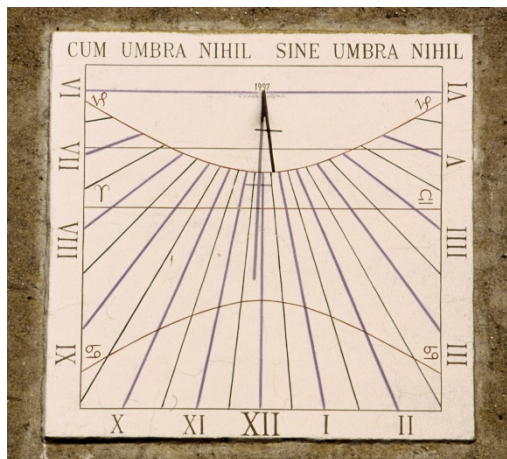


Fig. 74 – BOVES – Frazione Sant'Anna n. 20. Il quadrante solare, realizzato nel 1997 da G. Viara, è su parete esposta esattamente a Sud (declinazione = 0°); perciò la linea delle ore XII (linea Meridiana) è sulla verticale del "centro dell'orologio" e la linea "equinoziale" è orizzontale". (Sundial Atlas [IT001096](#)).

L'itinerario ci porta poi a raggiungere la frazione Mellana, qualificata dalla presenza di un Santuario in stile eclettico degli inizi Novecento: il Santuario della Madonna Della Medaglia Miracolosa, un tempo meta di pellegrinaggi e di scampagnate a piedi, anche partendo da Cuneo in quanto una passerella di legno, la "pianca", gettata sulle acque del Gesso consentiva con il pagamento di un modesto pedaggio un rapido collegamento con il santuario cuneese della Madonna degli Angeli. A Mellana il Golf Club Boves dispone di un campo a 18 buche che si snoda per circa 6000 metri lungo l'alveo del torrente Gesso.

Tornando agli orologi solari, in via Mellana ne troviamo due: uno al n. 70 (Fig 75) e l'altro al n. 92, all'angolo con la via Don Garavagno (Fig 76). Entrambi gli orologi hanno una caratteristica particolare: lo stilo è rivolto verso l'alto (*elevazione positiva*). Ciò indica che la *declinazione gnomonica*, cioè l'angolo che la traccia del quadrante dell'orologio solare fa rispetto alla direzione Est-Ovest, è maggiore di 90°.

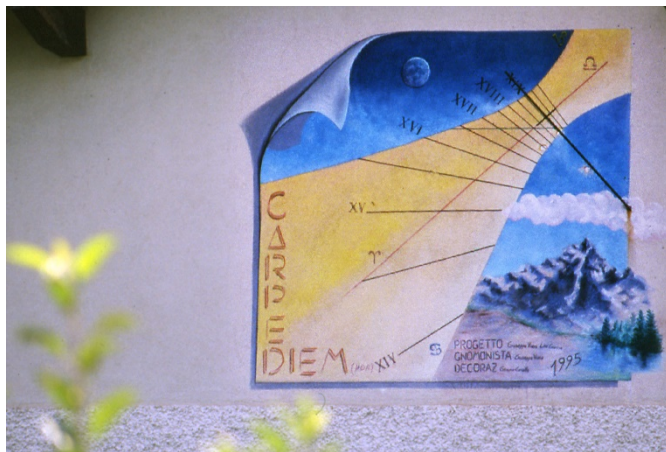


Fig. 75 – BOVES – Frazione Mellana, via Mellana n. 70. Quadrante del 1995. Progettazione ed esecuzione di G. Viara. Decorazioni di Gemma Cavallo. Per il particolare orientamento, verso ponente, questo orologio solare ha lo stilo con "elevazione positiva". (Sundial Atlas [IT012543](#)).

Fig. 76 - BOVES – Frazione Mellana, via Mellana n. 92. Quadrante solare su parete declinante a Nord-Ovest, con lo stilo ad "elevazione positiva". (Sundial Atlas [IT012544](#)).



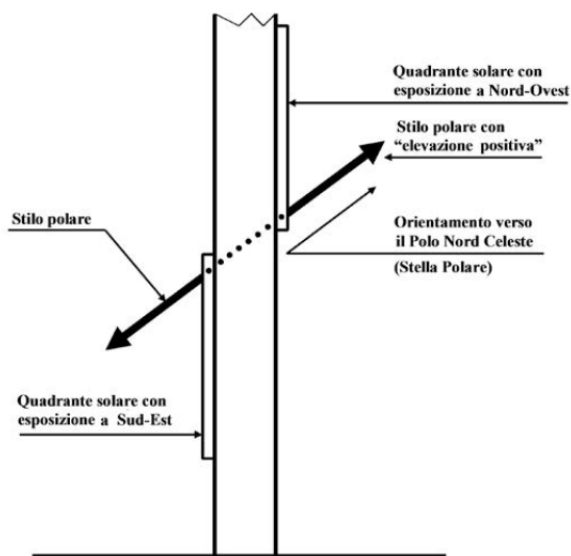


Fig. 77 – Lo stilo polare, con elevazione positiva, per un quadrante solare su una parete esposta a Nord-Ovest è la continuazione ideale dello stilo inclinato verso il basso che troviamo sulla parete esposta a Sud-Est.

Per comprendere meglio questa insolita disposizione dello stilo consideriamo la figura 77, nella quale risulta evidente che l'orientamento verso l'alto è determinato dall'immaginario prolungamento dello stilo polare sulla parete opposta, esposta a Sud-Est; infatti, lo "stilo polare" deve essere parallelo all'asse di rotazione della Terra, cioè con l'orientamento verso il Polo Nord celeste, approssimativamente nella direzione della Stella Polare [4] [5].

Questi quadranti rivolti a Nord-Ovest funzionano solo per un limitato numero di ore pomeridiane; infatti il primo (fig. 75), che è del 1995, segna le ore dalle XIV alle XIX; inoltre è dotato della linea equinoziale, delle due curve relative ai solstizi, invernale (in alto) ed estivo (in basso); sullo sfondo un vivace disegno di montagne con una nuvoletta. Il motto *Carpe diem* significa: "Cogli l'oggi, vivi alla giornata".

Il secondo quadrante (fig. 76) realizzato nel 1994 da G. B. Giraud di Castelletto Stura, località dove si trovano altri orologi solari di bella fattura, ha la cornice a forma di scudo e le stesse caratteristiche funzionali del precedente.

Il motto *Nihil docet umbra latens* significa che "Senza ombra non dice nulla".

Raggiungiamo quindi il centro di Boves (600 m) il cui abitato più antico ricalca l'impianto originale romano, costituito da dieci isolati rettangolari allineati su due file.

La vecchia piazza dell'Olmo è ornata dalla bella fontana che fa trasparire uno spiccato gusto rinascimentale. L'epigrafe in latino ne consente la datazione al 15 novembre 1514.

La forma ottagonale della vasca è ripresa nella colonnina centrale con una rispondenza di forme che non può definirsi casuale ma frutto di un'elaborazione concettuale elevata, al pari delle opere coeve di Valdieri ed Entracque [6].

Alla frazione Fontanelle, verso Borgo san Dalmazzo, il Santuario Regina Pacis è dedicato ai caduti della prima guerra mondiale; i lavori iniziati nel 1924 terminarono nel 1938 con la consacrazione.

La grande cupola è realizzata in uno stile che richiama i modelli rinascimentali e barocchi.

Dalla parte opposta, verso Peveragno, il Santuario di Madonna dei Boschi è interessante per gli affreschi, della seconda metà del Cinquecento, che raffigurano il *Giudizio Universale* con il Cristo giudice, posti nella volta, sulle tre pareti laterali e in parte in quella di facciata, che risultava aperta ad arco.

Questo vasto campo di pitture offre molte citazioni del capolavoro di Michelangelo nella Cappella Sistina, conservando vari esempi di figure non ancora rivestite come si presentavano prima del "Braghettone" del 1564 [7].

Per quanto concerne le meridiane, argomento del nostro interesse, in via Stazione n. 2 all'angolo con la via Molino, sulla parete sud del "Molino Peirone" vediamo un quadrante solare del 1775 con linee orarie italiane e francesi o moderne, ma privo dello stilo (fig. 78).

L'origine del Molino Peirone risale al XVI secolo; un tempo era di proprietà del Municipio, ma nel 1929 è passato a Michele Peirone.

Una turbina idraulica aziona gli ingranaggi interamente in legno per attutire i rumori.

Sul vecchio Municipio, in via Roma davanti al civico n. 27, troviamo un piccolo quadrante circolare a ore francesi; lo stilo, che data la posizione dovrebbe essere polare, sembra erroneamente montato ortogonale alla parete; le volute e la conchiglia ascrivono la decorazione allo stile Luigi XV (fig. 79).



Fig. 78 – BOVES – Via Stazione n° 2, Molino Peirone. Il quadrante, del 1775, ha linee orarie italiane e francesi (o moderne) ma è privo dello stilo. (Sundial Atlas [IT012545](#)).

Un bellissimo quadrante del 1993 si trova in corso Bisalta n° 115, su parete con notevole declinazione verso Est (fig. 80). Le linee orarie sono italiane e francesi o moderne; queste ultime, con l'indicazione mediante numeri romani, per effetto della forte declinazione della parete hanno le linee in parte pressoché parallele tra loro (con il centro dell'orologio posto quasi all'infinito). Lo stilo è inclinato verso l'esterno dal basso verso l'alto (elevazione positiva). Il quadrante è dotato del diagramma che consente di determinare il valore della somma algebrica tra equazione del tempo e costante locale, da aggiungere all'ora indicata per ottenere l'ora media dell'Europa Centrale (TMEC). Il motto, in dialetto locale: *Ogni matin u Sul sort per tutti*, riportato sul filatterio con il Sole al centro, significa che "Ogni mattina il Sole sorge per tutti". Al centro del quadrante sono rappresentati due fabbri, padre e figlio: è il mestiere tradizione della famiglia Baudino, proprietaria della casa.



Fig. 79 – BOVES – Via Roma. Vecchio Municipio. Quadrante circolare a ore francesi o moderne dotato (erroneamente) di un ortostilo. (Sundial Atlas [IT012546](#)).



Fig. 80 – BOVES – Corso Bisalta n. 115. Quadrante molto declinante a Est, con linee orarie italiane e francesi o moderne. Il diagramma in basso a sinistra riporta le correzioni (somma algebrica di "costante locale" con "equazione del tempo") che consentono di ottenere l'ora media dell'Europa Centrale (TMEC). (Sundial Atlas [IT012586](#)).

Sempre in corso Bisalta, al n° 85/A angolo via S. Antonio, un dipinto su pannello riproduce due religiosi con un bambino su di un pilastrino che riporta un quadrante solare a ore italiane datato 1654 (fig. 81). Il frate minore di destra indica con la mano la salita che consente di raggiungere il Santuario di Sant'Antonio, realizzato nel 1649 a seguito di un voto formulato per invocare l'allontanamento della peste del 1630.



Fig. 81 – BOVES – Corso Bisalta n. 85/A, all'angolo con la via S. Antonio. Dipinto con la rappresentazione di un quadrante solare con linee orarie italiane. (Sundial [IT012585](#)).



Proseguiamo sul lato opposto di corso Bisalta; al n. 38, nel cortile del “Baby Parking”, troviamo un bel quadrante solare del 1789 con linee orarie italiane e francesi o moderne; l'ortostilo (o il polo) per le ore italiane è mancante e lo stilo polare per le ore francesi appare mal orientato. Riporta i motti *Sic Gallia Coelum e Sic Roma Secat*, che indicano, appunto, l'utilizzo delle linee orarie francesi (di Gallia) e italiane (di Roma). La linea meridiana (tracciata in rosso) corrisponde al Mezzogiorno solare locale vero (fig. 82).

Poco distante, all'angolo tra via Castello di Godego e via A. Pacotti, si trova un altro bel quadrante, qui non rappresentato (Sundial Atlas [IT010373](#)); indica le ore italiane e quelle francesi e, sopra l'immagine di una famiglia felice, porta il motto “*To segno le ore, tu riempile d'amore*”.



Fig. 82 – BOVES – Corso Bisalta n. 38. Quadrante solare del 1789 con linee orarie italiane e francesi. (Sundial Atlas [IT012570](#)).

Portandoci poi nella vicina via Cerati, al n° 6 troviamo, sulla parete rivolta a Sud-Est di un fabbricato, un interessante quadrante con Sole centrale e stilo polare; il suo motto è ricavato dalla “meridiana” che si vede nel film *Via col vento*, del 1939: *Il tempo è l'essenza della vita... fa' tesoro di ogni istante* (fig. 83).

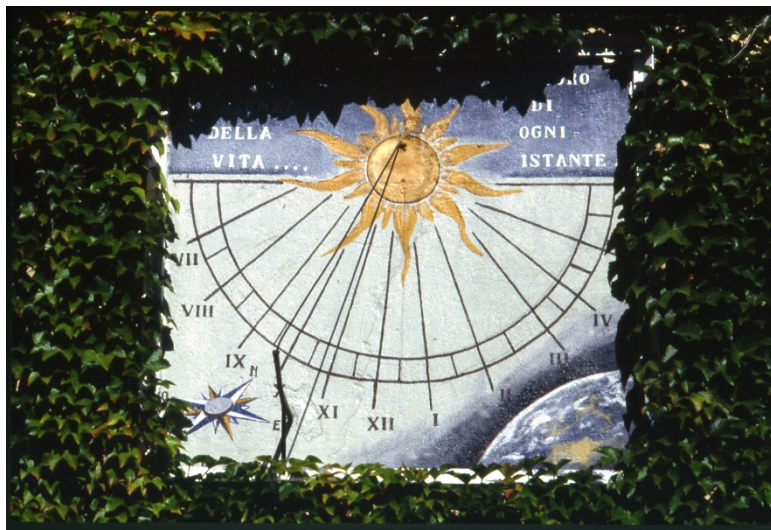


Fig. 83 – BOVES – Via Cerati n. 6. Quadrante a linee orarie francesi o moderne; con lo stilo polare, costituito da un filo tenuto teso da un supporto, segna le ore vere del fuso. Il motto appare qui parzialmente coperto dalla vegetazione. (Sundial Atlas [IT012569](#)).

Proseguendo per la stessa via, nella frazione Cerati troviamo altri due quadranti solari. In via Tetti Franc n. 1, un quadrante del 1866 con esposizione Sud-Ovest, ora privo dello stilo, indicava le ore vere locali, le mezze ore e i quarti d'ora (fig. 84). Il Mezzogiorno è segnalato con la lettera M. Il quadrante è dotato di due motti che insistono sulla caducità della vita: *Me ne vengo e vado e ritorno e voi andate senza fare alcun ritorno* e *Il tempo passa la morte viene - Beatto sara quel uomo che á fatto bene*.

Nella stessa frazione Cerati, in via Santa Brigida n. 8, un quadrante circolare del 1890, ha le linee orarie tracciate in modo approssimativo, che convergono alla base di un ortostilo (fig. 85).



Fig. 84 – BOVES – Frazione Cerati, via Tetti Franc n° 1. Quadrante solare del 1866. (Sundial Atlas [IT012568](#)).



Fig. 85 – BOVES – Frazione Cerati, via Santa Brigida n. 8. Quadrante solare del 1890. (Sundial Atlas [IT012567](#)).

Ritornando verso il centro di Boves, all'inizio di via Cavallo Notaio presso il largo XXV aprile, sulla facciata sud della “Villa Nino Daniele” troviamo un grande quadrante che illustra le 12 costellazioni zodiacali sullo sfondo del cielo stellato. Le ore sono indicate con piccole frecce sulla linea equinoziale. Vi è riportato il motto: *Torna col Sol per me la vita, ma non ritorna a te l'età fuggita* (fig. 86).

Poco distante, in via Peveragno n. 10, troviamo un quadrante su una parete volta esattamente a Ovest. Le linee orarie sono parallele tra loro e orientate verso il Polo Nord; il centro dell'orologio si trova perciò all'infinito (fig. 87); come gli altri quadranti simili indica solo le ore pomeridiane. L'ora è segnalata dal foro gnomonico praticato nel dischetto (nodo) sullo stilo. Il motto *Horas Tibis Serenas* significa “A te (auguro) ore serene”.



Fig. 86 – BOVES – Largo XXV Aprile n° 1. Il quadrante del 1961 è decorato con stelle e con i segni zodiacali. (Sundial Atlas [IT012564](#)).

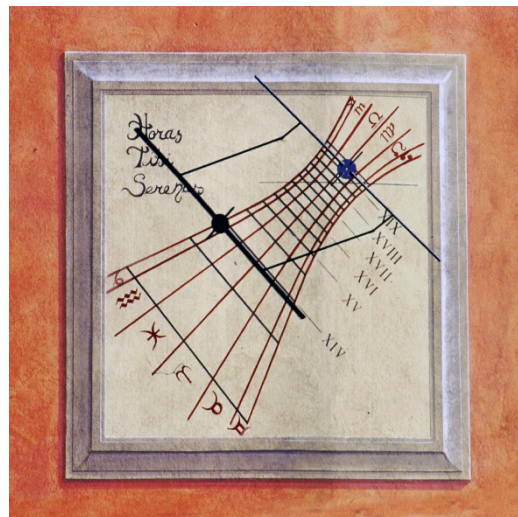


Fig. 87 – BOVES – Via Peveragno n. 10. Quadrante orientato esattamente a Ovest. Le linee orarie sono parallele tra loro e lo stilo è parallelo alla parete. Sono riportate le linee diurne con i segni zodiacali; il transito sulle diurne linee è indicato dal raggio che passa per il foro gnomonico. La fotografia è stata realizzata vicino dell'equinozio d'inverno. (Sundial Atlas [IT012563](#)).

Uscendo infine da Boves per la via Cuneo, al n. 13 della laterale via Sprina troviamo un quadrante, qui non rappresentato (Sundial Atlas [IT004571](#)) posto su una parete volta a Ovest e con il motto in dialetto “*Adäsi o 'n presa, ma i scur sampe*” che ci rammenta l'inarrestabile scorrere del tempo, col suo ritmo più o meno veloce.

Nota: Le fotografie sono dell'autore, scattate negli anni 2003-2005 (ma la foto in fig. 81 è del 1996 e quella in fig. 83 è del 1991). Le foto di fig. 68 e fig. 86 sono di Francesco Caviglia, scattate nel 2015.

Bibliografia

- [1] Morra L. M., *Segnali di tempo - Meridiane in Provincia di Cuneo*, Edizioni Blu/L'Arciere, Peveragno 1996.
- [2] Sito web di L. M. Morra <http://www.luciomariamorra.com>, sezione: Meridiane/Opere (foto LMM-007, LM-008, LM-003).
- [3] Morra L. M., *Meridiane*, Bottega della stampa, Fossano, 1989.
- [4] Fantoni G., *Orologi solari*, Technimedia, Roma 1988.
- [5] Lasagna P., *Ombre cronometriche – Guida agli orologi solari*, Tecnimage, Aosta 1989.
- [6] Tichy A., *Turismo in bicicletta - Volume 1° - Tra Pesio e Stura*, L'Arciere, Cuneo 1985.
- [7] Autori Vari, *Città e paesi d'Italia - Enciclopedia illustrata di tutti i comuni italiani, Volume primo*, Istituto Geografico De Agostini, Novara 1966

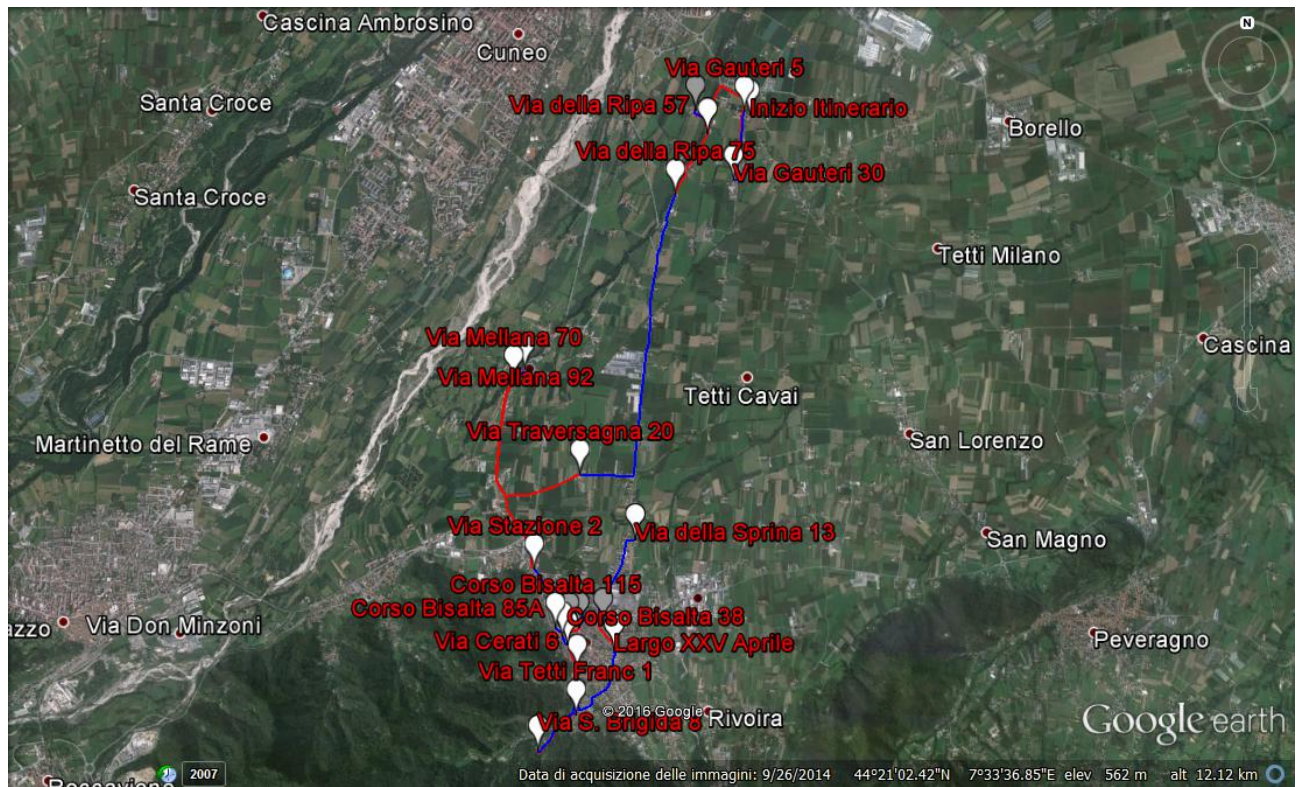


Fig.88 - Mappa aerea dell'itinerario proposto estratta da Google Earth

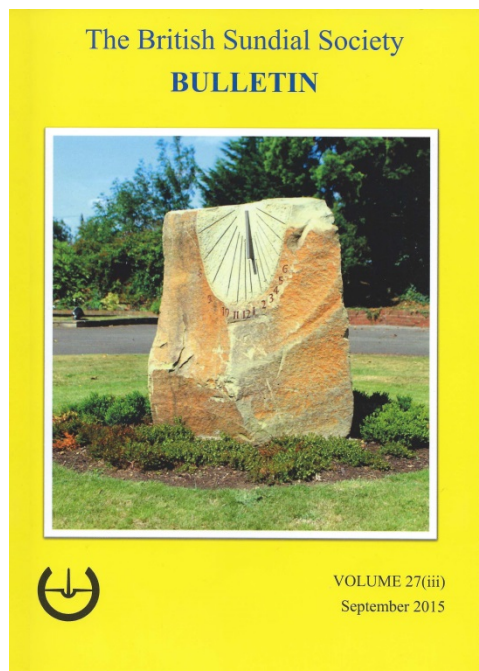
Nel sito di Orologi Solari <http://www.orologisolari.eu> nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare un file *.kmz con la traccia dell'itinerario da percorrere, e un file *.pdf con le coordinate geografiche dei siti descritti nel presente articolo.

Rassegna riviste di Gnomonica

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

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

vol. 27 (iii) September 2015



Editoriale

L'erma gnomonica dell'antica Messene, in Grecia	A. Galanakis, M. Jenkins
E' questa la meridiana più difficile da osservare?	Frank King
Il quadrante Azimutale Magnetico	Mike Cowham
Meridiane con decorazioni artistiche	Valery Dmitriev
Alan Cook – Necrologio	Tony Wood
Isole Shetland: Rassegna delle più settentrionali meridiane britanniche	Douglas Bateman
Sulle orme di Thomas Ross	
Parte 12: Una puntata in Inghilterra	Dennis Cowan
Chi ha costruito queste belle meridiane “floreali”?	Mike Cowham
Analisi di un quadrante portatile di epoca romana	Frank H. King
La meridiana al museo “Nature in Art”, Gloucester	Ben Jones
Kirktonhall e il suo Obelisco (o pedone?)	
Una meridiana di Cambridge poco conosciuta... e l'avventura del suo restauro	Ian Butson
Obelischi scozzesi e il progetto Kirktonhall (più un insieme di pezzi per scacchi)	Dennis Cowan
Cartoline alla rinfusa 32: Pilling, nel Lancashire	Peter Ransom
Strumenti gnomonici nel quadro di Holbein “Gli Ambasciatori”	Allan Mills
La stampa con la “Meridiana del Pellicano” a Bromley House	Tony Wood

Questo numero del Bulletin, di 48 pagine, contiene 7 articoli di almeno 4 pagg. e una serie contributi, minori.

L'articolo più lungo, di ben 8 pagine, è quello di F.H.King dedicato all'orologio solare di epoca romana nel museo di storia della scienza dell'Università di Oxford, oggetto già di numerosi altri studi (in particolare quelli di P. Albéri Auber sui numeri 6 e 7 di Orologi Solari, dove è indicato con il nome di Pros-Pan-Klima, non citati però nella bibliografia). Questo articolo è liberamente scaricabile dal sito della BSS.

Un articolo di 5 pagg. descrive un orologio solare moderno posto su un pilastro (erma) nel parco archeologico di Messene, un sito Unesco in Grecia. L'autore si chiede se fosse il caso di sistemare un simile manufatto moderno in un luogo grande interesse storico; per di più l'orologio sembra mal progettato e mal collocato.

Gli orologi portatili azimutali con bussola e il loro progetto sono oggetto dell'articolo (5 pagg.) di M. Cowham.

Il russo V. Dmitriev (4 pagg.) ci parla delle meridiane che includono elementi decorativi e che non son quindi puramente funzionali, evidenziando quelle che possono essere definirsi veramente “artistiche” per il valore della decorazione. L'autore abbozza anche una classificazione dei diversi soggetti decorativi (terra, acqua, aria, fuoco, Dio, Sole, Uomo) riportando una piccola statistica sulla frequenza dei diversi soggetti.

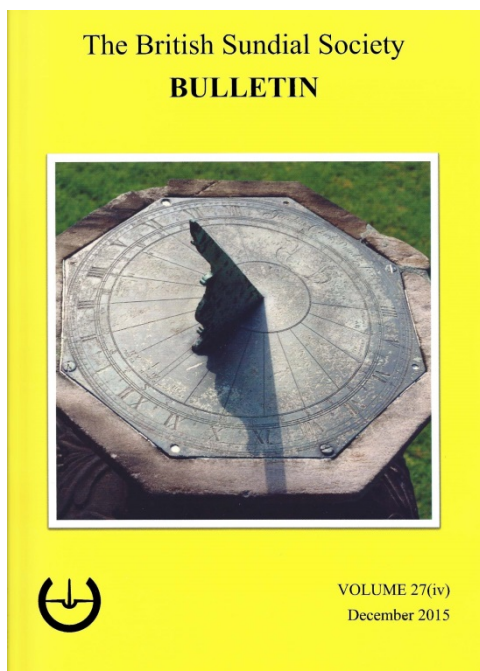
In poco più di una pagina, M. Cowan ci presenta tre graziosi orologi solari dittici in avorio settecenteschi, con decorazioni floreali a colori, domandandosi chi sia il costruttore.

In un articolo di 4 pagg., B. Jones presenta una meridiana monumentale in pietra, da lui scolpita per il “Nature in Art Museum” di Twigworth, presso Gloucester (mostrata nell'immagine di copertina).

J. Bouston nel suo articolo (6 pagg.) presenta la storia di una meridiana cimiteriale su colonna e del suo restauro che ha richiesto la progettazione e la realizzazione di nuovo gnomone, mancando del tutto quello originale.

D. Cowan presenta (2 pagg.) un insieme di originali pezzi da scacchi ispirati alle meridiane scozzesi su obelisco.

L'articolo di H. Mills (5 pagg.) ci parla dei diversi strumenti gnomonici rappresentati nel celebre quadro di Hans Holbein “Gli Ambasciatori”.



Editoriale

Il cippo tetraedrico

Andrew Somerville e il suo obelisco-orologio di neve

“Bratwursts”, vigneti e meridiane

Che è accaduto alla meridiana di Raunscliffe?

Una visita alla British Columbia, Canada,

per la “NASS Conference” del 2015

Meridiana analemmatica riscoperta in Transilvania

Chi ha costruito queste meridiane inglesi?

Meridiane a Seattle

Meridiane a fenditura: Rana e Rospo del tempo

Orologi orizzontali di Azimut

Sulle orme di Thomas Ross:

Part 13. Quella scomparsa... o quasi

Un meridiana scozzese del XVII sec. misconosciuta

Giornata d'incontro del 26/9/2015 a Newbury

Un doppio restauro a Barnes

Progettare meridiane con un software grafico in 3D:

realizzazione della meridiana orizzontale BSS

Una meridiana medievale dal monastero benedettino

di Kaposszentjakab (zona di Somogy, Ungheria) M. Varga, S. Keszthelyi

M. Lennox-Boyd

James Holland

Dennis Cowan

Martin Jenkins

Jackie Jones

Dan Uza

Mike Cowham

Douglas Bateman

Malcolm Bishop

Mike Cowham

Dennis Cowan

John Davis

I. Butson, D. Bateman

Keith Scobie-Young

Phil Walker

Questo numero del Bulletin, di 48 pagine, contiene dieci di articoli di 3-4 pagg. e una serie contributi, minori.

L'articolo di M. Lennox-Boyd (3 pagg.) presenta un orologio solare doppio da lui realizzato nella campagna scozzese su un cippo a forme di tetraedro. (Questo articolo è liberamente scaricabile dal sito della BSS).

D. Cowan ci presenta (4 pagg.) cinque meridiane nella zona vinicola sulla Mosella (Germania); una particolarità di tre di esse, poste tra i vigneti, è l'avere al centro del quadrante una nicchia che contiene la statua di un santo.

J. Jones (4 pagg.) descrive nove orologi solari osservati nel suo viaggio nella Columbia Britannica (Canada) per la riunione della NASS: cinque orizzontali su piedestallo, due armillari, uno analemmatico e uno verticale.

In tre pagine, M. Cowham ci presenta alcuni eleganti orologi solari portatili settecenteschi, in ottone e con bussole, domandandosi chi siano i costruttori (forse un costruttore unico) quasi certamente inglesi.

D. Bateman descrive (4 pagg.) nove meridiane viste a Seattle (USA); tra di esse un meridiana analemmatica con decorazione assai elaborata e una meridiana a riflessione sul soffitto della casa dell'astronomo W. Sullivan.

Gli orologi azimutali, nelle loro molte varianti, sono oggetto dell'articolo (4 pagg) di M. Cowham, che riporta numerosi esempi di configurazioni, anche inusuali, per questo genere di orologio.

J. Davis (3 pagg.) descrive una meridiana orizzontale in ottone classificata come moderna, ma che lui ritiene di essere un esemplare scozzese del XVII secolo.

In una rassegna di 3 pagg. I. Butson e D. Bateman elencano le attività sociali svolte della giornata di convegno della BSS tenutasi a Newbury il 26 settembre 2015 e riassumono il contenuto delle 13 relazioni presentate.

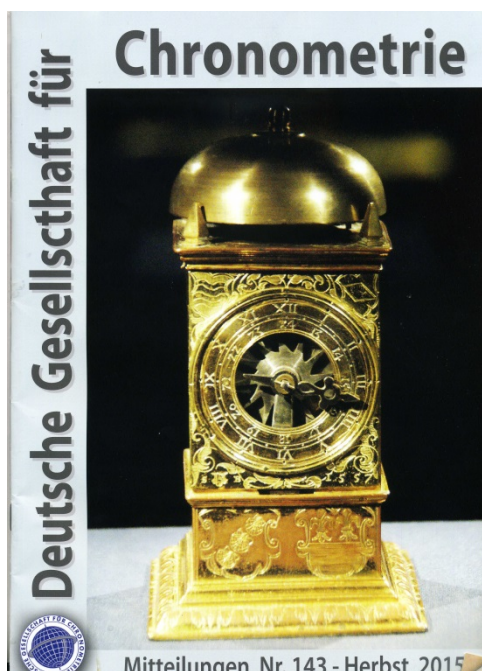
In un breve articolo (2 pagg.) P. Walker parla della sua esperienza nel progettare orologi solari con il software di modellazione 3D Sketchup Make e presenta una realizzazione della meridiana orizzontale il cui disegno è offerto da T. Moss sul sito BSS, ottenuta inviando il modello software a servizi di incisione e stampa in 3D.

M. Varga e S. Keszthelyi descrivono (5 pagg.) una meridiana verticale medievale rinvenuta nel 1964 presso il monastero benedettino dell'attuale Kaposvár (Ungheria) confrontandola anche con altri orologi solari analoghi. La meridiana, di cui si è trovato solo un frammento esteso su circa 7 ore, era divisa in 12 settori orari (dalle 6 alle 18) con ampiezza media di 14,4°. La datazione va dalle fine del XV sec. all'inizio del XVI sec.

"Deutsche Gesellschaft für Chronometrie" della Associazione tedesca per la Cronometria

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

Autunno 2015 – n. 143



Karlheinz Schaldach - Der Sonnengarten in Halle (Il giardino del Sole a Halle)

La Neue Residenz (nuova Residenza) a Halle (Sassonia-Anhalt, NdR), un complesso edilizio caduto in disuso nei secoli, rivive ogni anno durante la commemorazione del musicista barocco G. F. Händel. Händel, uno dei più grandi musicisti di tutti i tempi, era nato a Halle nel 1685 (Nota del redattore), nello stesso anno in cui nacquero altri due "pilastri" della musica barocca J. S. Bach e D. Scarlatti.

Nel 2014 il tema è stato quello del Sole: il "giardino del Sole": "Sol lucet omnibus".

Pur senza alcuna pretesa di misurazione del tempo l'arredo del giardino ha richiamato la centralità del Sole. La forma tipica di alcuni orologi solari equatoriali è stata rievocata nella realizzazione di tre poltrone da giardino. Altri bassorilievi in terracotta richiamano la forma degli orologi solari.

G. Behnsch - Zwei Sonnenuhren aus der Glashütte Annenwalde

(Altri due orologi solari dalla vetreria Annenwalde)

Dalla vetreria Annenwalde altri due orologi solari. Il primo in una casa privata a Ludwigsfelde (Brandenburg).

Il gallo viene rappresentato in quanto richiama il nome del proprietario (Hahn = Gallo). Il secondo in Turingia nella città di Burckhardtroda: qui vengono rappresentati sulla meridiana gli attrezzi da giardiniere, attività che il padrone di casa svolge per Hobby.

Renate Frank - Habsburgs Spuren an Sonnenuhren (Tracce degli Asburgo sugli orologi solari)

L'Alsazia, assieme ad altri territori, (Austria anteriore- Vorderösterreich) venne ceduta dagli Asburgo a stati satelliti di Napoleone Bonaparte nel 1805 (pace di Presburgo- NdR), in parte al Baden e in parte al Württemberg, ma alcune tracce del periodo asburgico, anche su orologi solari, sono rimaste. Gli orologi solari di Sursee (Svizzera), di Colmar (Francia), di Friburgo (Germania, Baden-Württemberg), e di Zarten/Kirchzarten (Germania, Baden-Württemberg) testimoniano con vari gradi di conservazione, di questo periodo. Interessante è certamente la meridiana a 24 facce conservata al Museo di Friburgo (19 facce con Orologio solare) in quanto su una faccia viene ricordato il Sacro Romano Imperatore Francesco Stefano di Lorena, (Nota del redattore) marito dell'Imperatrice Maria Teresa e protettore delle scienze e dell'astronomia (Accademia di Commercio e Nautica di Trieste, Osservatorio Astronomico di Brera-Milano, Osservatorio Astronomico di Firenze).

Fra le recensioni quella del Dr. Bernhard Huber a proposito del libro:

"Behnsch, Günter: Auf den Spuren Brandenburger Sonnenuhren" (A cura di Günter Behnsch : sulle tracce degli orologi solari del Brandeburgo.)

Stampa in proprio; riferimento per acquisti: hbehnsch@yahoo.de

Nel libro di Behnsch una grande quantità di orologi solari vengono censiti nel Land tedesco del Brandeburgo in più di 50 località. Le epoche vanno dal 15° fino al 20° secolo.

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

Vol. 22 – N° 3 Settembre 2015

recensione a cura di Luigi Ghia (luigi.ghia@gmail.com)

Volume 22 Number 3 ISSN 1074-3197 (printed) ISSN 1074-8059 (digital) September 2015



There is that in me which reaches up toward light.
— Doris Joanna Somers

* Compendium... "giving the sense and substance of the topic within small compass." "In dialling, a compendium is a single instrument incorporating a variety of dial types and auxiliary tools."

©2015 North American Sundial Society

Gnomonica per principianti – Vedere doppio
Albert Cushing Crehore (1868-1959)
Una terra senza tempo
Avvistamento... In Legacy Park
Alcune formule dimenticate
Un "vivo" orologio solare in giardino
Un orologio solare a caustica
Uso degli orologi solari a riflessione
Orologio solare equatoriale a riflessione
Un orologio solare polacco in Romania
The Tove's Nest... (Notizie brevi)

Robert L. Kellogg
Fred Sawyer
M. Montgomery
Lennart Berggren
Gianni Ferrari
Siegfried Rasper
Bert Willard
Claude Hartman
G. Casalegno
Dan Uza

In questo numero riprende la regolare pubblicazione dopo la parentesi del numero 22-2 ed oltre alla consueta rubrica di Kellogg per i principianti ed alle notizie brevi finali troviamo una serie di articoli interessanti che interessano diversi aspetti della gnomonica.

Troviamo due articoli già noti ai lettori italiani, uno di Gianni Ferrari e l'altro di Gian Casalegno. Essi sono già apparsi sui nostri consueti

canali di informazione. E' bello trovare all'interno di una così autorevole rivista gli scritti di due dei nostri esponenti tra i più tecnicamente preparati.

Sawyer ci racconta di Albert Cushing Crehore che fu un fisico ed inventore statunitense vissuto a cavallo tra la seconda metà del secolo XIX e la prima metà del XX. Crehore brevettò un orologio solare equatoriale ad ore medie inciso su una piastra metallica cilindrica. Nell'articolo alcune notizie storiche sulla vita ed una breve descrizione dell'orologio solare.

Montgomery in un breve articolo di mezza pagina, ma con un profondo contenuto antropologico, ci racconta di un suo viaggio in Alaska e di una sua ricerca circa il rapporto con il tempo delle popolazioni native Tlingit ed Haida tipiche della costa occidentale. Data l'alta latitudine (50° - 60° Nord) il tempo veniva contato tramite le stagioni e non gli anni e solo per i bambini. Gli adulti non festeggiano compleanni, in sostanza il tempo non è una entità misurata meccanicamente ma solo percepita dai sensi. Montgomery ci pone una domanda "Cosa sarebbe la nostra società senza gli orologi?".

Berggren descrive un quadrante analemmatico a gnomone umano che si trova a Legacy Park nella città di McCall, nella Valley County, Idaho, sulla riva del Payette Lake. Rasper che scrive da Nienhagen in Germania descrive in un articolo anche lui una meridiana analemmatica che ha costruito in un giardino pubblico all'interno di una casa di riposo per anziani.

Willard espone nel suo articolo un orologio equatoriale che sfrutta l'effetto di concentrazioni dei raggi solari che attraversa una superficie trasparente curva concentrandosi in una curva detta appunto "caustica" visto che l'energia solare così accumulata in una zona limitata fa crescere la temperatura. Questo fenomeno è già stato studiato da diversi gnomonisti, molti dei quali hanno brevettato gli orologi solari più disparati. L'orologio qui descritto seppure con alcune limitazioni descritte dall'autore svolge egregiamente il compito di indicare lo scorrere del tempo.

Hartman nota con sorpresa che 13 dei 97 quadranti solari di Ajello sono di tipo catottrico e quasi tutti realizzati dopo il 1999. Nell'articolo vengono analizzati i vantaggi e gli svantaggi che si ottengono producendo un quadrante a riflessione. Vengono anche citati gli studi di Gianni Ferrari e il programma di recente pubblicazione di Gian Casalegno.

Uza che scrive dalla Romania ci porta a conoscenza di un monumento gnomonico recentemente restaurato nella contea di Gorj (Romania sud-occidentale) nella città di Târgu Jiu. Esso risale al 1940, ed è stato costruito da uno dei rifugiati polacchi fuggiti dalla occupazione nazista del 1939.

Alcuni bonus relativi agli articoli pubblicati completano il pacchetto della rivista.

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

Vol. 22 – N° 4 Dicembre 2015

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

Volume 22 Number 4 ISSN 1074-3197 (printed) ISSN 1074-8059 (digital) December 2015



Eternity is in love with the productions of time.
- William Blake

* Compendium... "giving the sense and substance of the topic within small compass." "In dialing, a compendium is a single instrument incorporating a variety of dial types and ancillary tools."
©2015 North American Sundial Society

Gnomonica per principianti - Calcolare il solstizio d'inverno

Robert L. Kellogg

Quiz: Questa scala oraria è universale?

Rolf Wieland

Philippe de La Hire & Jean Picard

Fred Sawyer

Neolithic Geometry And The Layout Of A Garden Sundial

Stephen Luecking

Finding Astronomical Quantities Using Vitruvius' Analemma

W Ortwin Feustel

Building A Dual Cylindrical Sundial

John Healey

The Dials

John Wallace Peach

The Universal Dial Of John Marke

Alessandro Gunella

Sterne's Distances

John Collins (1659)

The Tove's Nest... (Notizie brevi)

The Linnaeus Flower Dial

Stephen Luecking

Numero di Compendium caratterizzato dalla prevalenza di esposizione di metodi grafici, inseriti nel loro contesto storico, e debitamente commentati con osservazioni di carattere matematico (anziché viceversa, come avviene di solito).

Come ormai d'abitudine, il notiziario inizia con l'ennesima puntata del corso "per principianti" che di fatto è molto approfondito: questa volta R. Kellogg affronta il problema del "giorno più breve", ampliando il problema al confronto fra il giorno in cui il sole sorge più tardi, e il giorno in cui tramonta più presto. Commenta poi l'argomento con riferimenti a monumenti neolitici, per i quali il solstizio invernale ha particolare rilevanza.

Segue un interessante quiz, molto breve, ma coinvolgente dello gnomonista tedesco R. Wieland.

L'Articolo di F. Sawyer, illustrante l'attività del duo De La Hire – Picard, nella seconda metà del '600, è particolarmente interessante: esso mette a confronto la collaborazione fra la trigonometria sferica di Picard e il calcolo per via grafica di De la Hire, con l'ambiente scientifico della loro epoca, caratterizzato da molte altre figure eminenti nelle matematiche, nell'Astronomia e nella Geometria.

L'argomento successivo è "doppio": S. Luecking espone i criteri utilizzati (secondo ricerche archeologiche e antichi testi orientali) per il tracciamento con funi e picchetti, in epoca neolitica, dei monumenti a base circolare o ellittica; ne approfitta per insegnare come tracciare, sempre con corde e picchetti, una meridiana da giardino servendosi di una ellisse, che trasforma in linee orarie i raggi del cerchio da cui parte la costruzione.

Segue un dettagliato esame (O. Fuestel) dell'Analemma di Vitruvio, con la esposizione dei criteri per individuare da esso elementi astronomici, e con commenti di carattere matematico che evidenziano i confronti con la trigonometria sferica.

Un breve articolo di J. Healey illustra la propria attività e i problemi affrontati per la auto-costruzione di una meridiana cilindrica doppia, montata su un perno, che viene ruotata stagionalmente di 180° per sfruttare le due parti del cosiddetto Analemma.

L'ultimo articolo, redatto da chi scrive queste note, riguarda l'orologio d'altezza di J. Marke; articolo già apparso sul n. 8 della nostra rivista.

Nella controcopertina è illustrata brevemente la meridiana di Linneo, che si avvale di fiori le cui corolle si aprono in ore diverse della giornata. Questo argomento è stato già trattato dalla gnomonista italiana Ennia Visentin sul n. 8 della nostra rivista.

"Sonne + Zeit" Bollettino del gruppo di lavoro per gli orologi solari della Associazione Astronomica Austriaca

N° 50 - Dicembre 2015

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



Novità dalla vetreria di Annenwalde
Un orologio solare su di una piramide

L'eliocronometro di Schwarzenau
Una scuola di gnomonica in un convento

Da pensarci su – la soluzione dell'ultimo problema

Quiz gnomonico.

Il seminario gnomonico austriaco della GSA a Schlögen

Günter Behnisch, Berlino
Milos Nosek, Hradec Kralove,
Repubblica Ceca
Kurt Descovich, Vienna
Antonio J. Canones Aguilar –
Pedro Novella, (Spagna)

Kurt Descovich, Vienna

Kurt Descovich, Vienna

Kurt Descovich – *Walter Hofmann*, Vienna

Günter Behnisch: Lo stesso autore ha avvisato i lettori di S+Z (annata 2014) delle produzioni gnomoniche della vetreria di Annenwalde (Templin, Brandeburgo). Ci sono anche altri orologi solari in vetro che in questa azienda vengono concepiti, calcolati e realizzati. Due in

particolare ne presenta qui l'autore: la "foglia del melo" e "gli attrezzi da giardino".

Nosek e Kralove: A Maly Smokovec in Slovacchia è stato realizzato un complesso gnomonico notevole, per iniziativa di Milan Vdoviak e l'architetto sig.a Jaromira Simonikova. Su una piramide di 7 metri di base sono stati realizzati tre orologi solari, uno a Sud, un altro a Ovest e un altro ancora per il mezzogiorno in orizzontale.

Questa realizzazione ha avuto il riconoscimento, primo premio, dell'Associazione "Le Ombre del Tempo" di Brescia.

Kurt Descovich: Schwarzenau è una cittadina situata nel Nord della Bassa Austria (Niederösterreich). Il sindaco Karl Elsigan ha accolto con entusiasmo il progetto di realizzare un moderno eliocronometro nello spazio aperto verso il fiume Thaya. La ditta Pilkington & Gibbs brevettò in Inghilterra nel 1906 un eliocronometro che venne usato in tutte le stazioni ferroviarie. Il suo segnale orario, come precisione, era all'altezza dei comuni ma costosi e delicati orologi a pendolo. L'eliocronometro di Schwarzenau che fornisce un segnale orario con un errore di meno di un minuto è stato sistemato alla sommità di un blocco di granito. Un preciso meccanismo diurno permette di regolare manualmente lo strumento sulla equazione del tempo del giorno; una apposita manopola permette di tener conto dello sfasamento di un giorno sull'equazione del tempo dovuto all'anno bisestile. Sul sostegno di granito sono incise alcune icone del progresso umano.

LEBEN (vivere) alcuni strumenti di lavoro in connessione con la scelta dell'uomo di divenire sedentario

DENKEN (pensare) il profilo di Anassimandro di Mileto, forse il fondatore della gnomonica come scienza

ERKENNEN (riconoscere) un'ellisse ricorda le leggi di Keplero (di cui si tiene conto nel calcolo dell'equazione del tempo); in caratteri cuneiformi alcune parole chiave: Cielo – Sole – andare – Uomo – sapere.

Lo gnomone girevole permette di orientarlo sul piano orario pertinente e proiettare l'ombra della fessura sul quadrante orario dotato di tacche di 10 min in 10 min: un nonio permette la lettura del minuto fra i 10 dell'intervallo.

I tempi di attesa, dal feb. 2012, sono stati lunghi per Kurt Descovich ma alla fine è arrivato il giorno dell'inaugurazione il 1° maggio 2015.

Complimenti a Kurt Descovich per l'importante realizzazione e per la... pazienza.

Canones Aguilar: Nel convento di San Francisco de Lorca a Murcia (Spagna) in un corridoio interno privo di sole esistevano delle tracce di strumenti gnomonici: 4 orologi solari, un quadrante e un trigono per il tracciamento delle linee stagionali secondo quanto descritto da Thomas Vicente Tosca (1727). Gli strumenti,

adatti alla didattica, risalgono alla fine del 18° secolo: l'orologio solare per una parete meridionale porta la data del 1799 e il nome del suo calcolatore, Fr. Michael Rizo.

Descovich: Un orologio solare deve essere montato in un nuovo sito. Come dev'essere orientato il nuovo piano di proiezione?

Descovich: Il problema proposto da Descovich nel numero precedente di S+Z : una lumaca si muove su di un quadrante solare verticale a stilo polare a velocità costante con il vincolo di rimanere sempre sull'ombra dello stilo.

Le soluzioni del problema vengono svelate da Descovich ; il trattamento matematico del problema si può scaricare come file word da www.medek.at/WWWKDE/Astro/Denkspport/Sonjaspfad.docx.

Descovich e Hofmann: Nello scorso settembre ha avuto luogo a Schlögen nella Alta Austria (Oberösterreich) la Tagung (seminario) degli gnomonisti austriaci. L'organizzazione del seminario è stata opera di Gernot Krondorfer un noto studioso di paleontologia che si dedica moltissimo a scavi dei resti dell'Età della Pietra (visita al suo museo personale).

Diverse memorie sono state presentate:

- Peter Husty: i Seminari della GSA nei precedenti 24 anni , un ricordo e una testimonianza;
- Gerold Porsche: Johannes Kepler (Keplero) nella città di Linz (capitale della Alta Austria) dal 1612 al 1626. Keplero soggiornò a lungo nella città di Linz e scrisse in quel periodo le sue opere più importanti;
- Siegfried Wetzel: Stilo polare e arco equatoriale, Wetzel propone , per la lettura della data su una scala delle date , uno gnomone a forma di semicerchio sistemato sul piano equatoriale. Sito www.swetzel.ch, pagina "Polstab und Aequatorbogen" e "Polstab und Aequatorbogen Vortrag";
- Harald Grenzhäuser: un contributo di fisica pura, la velocità della luce è sempre la stessa da qualunque osservatore essa venga misurata (Relatività ristretta – Albert Einstein);
- Kurt Descovich: nel realizzare l'Eliocronometro Descovich si è trovato a dover risolvere il problema di orientare correttamente l'asse polare pur non disponendo di un piano orizzontale come riferimento. Egli ha escogitato un metodo semplice e poco costoso per garantire l'orientamento con un errore inferiore a 0,1°;
- Walter Hofmann: Hofmann propone un breve excursus delle tappe principali della gnomonica moderna negli ultimi 60 anni;
- Adi Prattes : nel Museo di Windischgarsten (Alta Austria- Oberösterreich) si conserva un orologio solare con 7 superfici proiettanti del 1816. E' stato restaurato con cura con riguardo per la parte gnomonica lasciando intatta la parte decorativa;
- Gernot Krondorfer - Wolfgang Frolik: ai presenti convenuti è stata offerta la proiezione di un filmato di un interessante orologio solare costruito nell'estremità meridionale dell'India.

Infine il fascicolo S+Z propone una dettagliata relazione sulle escursione cui hanno partecipato i convenuti al Seminario di Schlögen:

- visita all'enorme orologio solare a Grieskirchen dell'ing. Niels
- visita a Peuerbach il luogo di nascita di Georg von Peuerbach un noto scienziato anche gnomonista del 15° secolo che, oltre a pubblicare studi di gnomonica modernamente compilati ha iniziato (N.d.R.) la traduzione dei testi non corrotti di Tolomeo pervenuti in Europa tramite il cardinal Bessarione. Il noto studioso Friedrich Samhaber (che ha scritto un bellissimo libro su G.v.P.) ha ricevuto i convenuti e li ha accompagnati nel percorso storico - scientifico di G.v.P.
- visita al luogo dove visse Keplero a Eferding (la sua seconda moglie era del posto)
- visita al castello di Neuhaus dove Gernot Krondorfer ha restaurato lo stilo polare e il tracciato di un interessante O.S. del 15° secolo

"The Zonnwijzerkring" della Dutch Sundial Society

Bulletin 2015.3 – nr 118, dicembre 2015

recensione a cura di Luigi Ghia (luigi.ghia@gmail.com)



Introduzione

Programma incontri 2016

Invito incontro 17 gennaio

Relazione incontro 21 marzo 2015

Relazione incontro 26 settembre 2015

Una menzione d'onore

Un vecchio amico: L'orologio solare orizzontale bifilare

La Sawyer Equant nel castello Beisbroek (Belgio)

Quiz

La "resurrezione" del più grande gnomone Olandese a Wijchen

A. vd Werff

H. Hoogenraadstraat

F. Maes

H. Hoogenraadstraat

F. Maes

F. Maes

J. Souverijn

Th. De Vries

Orologi solari su rotatorie - Parte 2: All'estero

L'orologio solare a Pálffy Palác in Praga

Equazione del Tempo e Declinazione 2016

La rivista inizia come sempre con comunicazioni di carattere associativo circa il programma dei nuovi incontri tra i membri della associazione ed un riassunto degli incontri passati, Proprio leggendo tra queste relazioni si viene a conoscenza che *F. Maes* ha visitato Ajello, Aquileia e Palmanova. La sua relazione riporta apprezzamenti per il paese delle meridiane, l'antica città romana, e la città fortificata del Friuli. Vengono allegate alcune fotografie di questo viaggio.

Un articolo di *A. vd Werff* dà ampio risalto al concorso "Le ombre del tempo" di Brescia che nell'ultima edizione ha premiato anche una sua opera. Vengono segnalate anche le altre opere premiate e si dà una buona visibilità al concorso bresciano.

H. Hoogenraadstraat conduce uno studio geometrico sulle meridiane bifilari classiche a fili rettilinei intersecati ad angolo retto e paralleli ad un piano orizzontale.

F. Maes ci descrive la famosa Sawyer Equant sundial che fa bella mostra di sé nel castello Beisbroek (Belgio).

H. Hoogenraadstraat ci illustra le soluzioni di quiz precedente e propone un nuovo quiz.

F. Maes ci racconta le peripezie dello spostamento di un grande gnomone polare costituente un orologio solare orizzontale nella cittadina di Wijchen. Per fare spazio alle automobili il gigantesco gnomone è stato spostato in un vicino parco. Altri mondi...probabilmente se questo fosse accaduto in Italia lo gnomone sarebbe stato rimosso e buttato. Apprezziamo la sensibilità dei funzionari olandesi relativamente agli strumenti gnomonici! Maes si lamenta circa la mancanza di assistenza di un esperto gnomonista durante la rimozione...ma questo capita anche da noi...

Ancora *F. Maes* ci parla degli orologi solari sulle rotonde. Con questo articolo a continuazione della parte comparsa sul numero precedente vengono descritte alcuni orologi solari su rotatorie fuori dai confini olandesi. Tra questi vengono segnalati alcuni orologi italiani ed in particolare: un orologio solare a Negrar (VR) progettato da Giuseppe Ferlenga; due orologi solari in provincia di Lecco uno in comune di Brongio e l'altro nel comune di Garbagnate il cui autore è sconosciuto; un orologio solare in comune di Reggio Emilia dove c'è ovviamente lo zampino di Renzo Righi.

Un articolo di *J. Souverijn* su un antico orologio solare dipinto su Pálffy Palác a Praga. Questo articolo è la traduzione di un articolo di André E. Bouchard apparso su "Le Gnomoniste" (rivista della associazione canadese di gnomonisti del Quebec).

Un indice con alcuni brevi sommari in lingua inglese composto da *V. Hoogeland* e le tabelle di declinazione ed equazione del tempo per il 2016 prodotte da *T. De Vries* chiudono questo numero della rivista olandese.

"Zonnetijdingen" della Zonnewijzerkring Vlaanderen vzw
2015-3 – (75)

recensione a cura di Luigi Ghia (luigi.ghia@gmail.com)



Prefazione

La Sawyer Equant nel castello Beisbroek

La meridiana Muno

Tracciare le ore su uno scaphen

Una piccola meridiana tascabile

Cattedrali e linee meridiane (Parte 8)

Notizie

F. Maes

la redazione

A. Reekmans

Eric Daled

Willy Ory

Abbiamo ricevuto dal gentile Eric Daled segretario della Associazione di Orologi Solari Fiamminga del Belgio la loro rivista in formato digitale. Nell'editoriale si pone l'accento sul raggiungimento del numero 75. Settantacinque numeri dal 1995... un bel traguardo! Complimenti ai nostri amici!

F. Maes della associazione olandese, ci descrive la famosa Sawyer Equant sundial che fa bella mostra di se nel castello Beisbroek. Un'ampia spiegazione sul funzionamento dell'ormai noto orologio solare inventato da Sawyer nel 1991.

A completamento di un articolo comparso su Zonnetijdingen No. 74 a firma di B. Baudoux, l'autore ha inviato una foto dell'orologio solare del 17° secolo restaurato sul campanile della chiesa di Muno, un villaggio vallone vicino a Florenville.

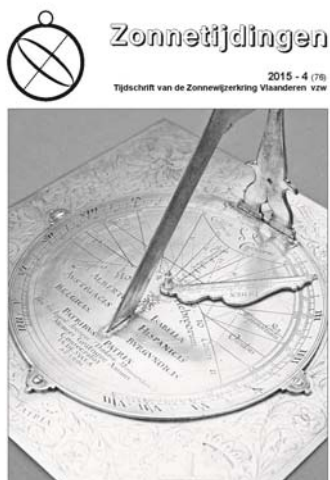
Dopo l'articolo comparso su Zonnetijdingen n° 74, a firma di A. Reekmans, che spiegava come tracciare le linee di declinazione su uno scaphen si illustrano qui alcune metodologie per il tracciamento delle linee orarie.

Eric Daled in un articolo ci racconta del ritrovamento durante la costruzione di un garage sotterraneo ad Aalst realizzato su un'area ove esisteva un antico convento di frati carmelitani di un piccolo orologio solare tascabile. Databile tra il 16° e 17° secolo è stata scritta una prima relazione sulla rivista Relicta. Segue una disquisizione analitica sull'oggetto ritrovato.

Willy Ory nell'ottava puntata dedicata alle linee meridiane all'interno delle cattedrali ci parla della meridiana realizzata dal Piazzì nella cattedrale di Palermo. Nell'ultima parte vengono riportati eventi legati ad associazioni straniere.

"Zonnetijdingen" della Zonnewijzerkring Vlaanderen vzw
2015-4 – (76)

recensione a cura di Luigi Ghia (luigi.ghia@gmail.com)



Premessa

L'orologio solare del Mercato del Tessuto

Orologi solari su rotatorie - Parte 2

Orologio solare ad anello di pietra con due occhi

"Formazione di una coppia di globi celesti e terrestri"(parte 5)

Un orologio solare di 24 ore all'ombra della Luna

Relazione della 21° Assemblea Generale del 17 Ottobre 2015

Eric Daled

F. Maes

André Reekmans

Jos Pauwels

Willy Ory

Eric Daled, segretario della Associazione di Orologi Solari Fiamminga del Belgio, ci ha inviato in formato digitale il n. 76 della loro rivista. Anche questo numero come quello precedente è interamente a colori.

Il primo articolo a cura di Eric Daled si racconta del palazzo del Mercato del Tessuto nella cittadina di Ypres. Questo palazzo finito nel 1300 andò completamente distrutto dopo la prima guerra mondiale. La sua ricostruzione

iniziata nel 1919 terminò solo nel 1967. Daled ci racconta di delle vicissitudini di un orologio solare presente sulla sua facciata.

Frans Maes propone la seconda parte dell'articolo sugli orologi solari sulle rotatorie. Questo articolo è un po' più esteso rispetto a quello pubblicato sulla rivista olandese di cui abbiamo dato notizia nella pagina precedente. In aggiunta alcune rotatorie non trattate nella versione olandese tra cui quella realizzata da Elsa Stocco a Castelfranco Veneto (TV).

André Reekmans descrive la realizzazione di Frank Ranson; un orologio ad anello in pietra che ha ben due occhi attraverso cui passa la luce solare. Articolo tecnico, completo di formule e disegni ad illustrare l'ideazione e la realizzazione dell'oggetto.

Jos Pauwels continua a pubblicare estratti dal libro del cartografo e produttore di globi olandese Willem Janszoon Blaeu (1571-1638). Le puntate precedenti sono state pubblicate in *Zonnetijdingen* n. 67, 69, 71 e 74.

Il successivo articolo è stato pubblicato sulla rivista della BSS a firma di Martins Gills (vol. 27(ii) del 06/2015) e qui tradotto da *Willy Ory*. In occasione dell'eclisse di Sole dello scorso 20 marzo 2015 molti appassionati si sono recati alle isole Svalbard nell'estremo Nord. Qui nella cittadina di Longyearbyen oltre all'eclisse hanno potuto osservare una meridiana orizzontale che segna 24 ore installata da Tony Moss nel 2004.

Un'ampia relazione sulla 21° Assemblea Generale del 17 Ottobre 2015 conclude la rivista.

"Le Gnomoniste" – Revue de la Commission des Cadrans solaires du Québec Volume XXII - n° 3 - settembre 2015

recensione a cura di Luigi Massimo Ghia (luigi.ghia@gmail.com)



Editoriale

Gli orologi solari di Tunisi (XVIII e XIX secolo)

F. Jarray e E. Mercier

Un amico di "Le gnomoniste" non c'è più: Fer J. de Vries

E. A.

Il nuovo quadrante orizzontale di St-Augustin-de-Woburn

Bouchard

Interviste sulle letture e le attività estive

Y. Desbiens

La meridiana della Parrocchia di Eyam (1775)

G. Grenen

A. E.

I quadranti "scomparsi", siate vigili

Bouchard

J. Gauthier

In questo numero troviamo una prefazione a cura del direttore della rivista *A. E. Bouchard* che racconta dei viaggi compiuti durante la scorsa estate.

F. Jarray e E. Mercier firmano un copioso articolo che ci porta alla scoperta ed alla analisi di alcuni orologi solari nella città di Tunisi.

L'articolo è molto interessante e ricco di informazioni sia tecniche che storiche.

A. E. Bouchard dedica una pagina al ricordo all'amico Fer De Vries che ci ha lasciato il 01 aprile scorso.

La rivista continua con un articolo di *Y. Desbiens* che descrive la realizzazione di un nuovo quadrante orizzontale monumentale inaugurato lo scorso 13 giugno nel comune di St-Augustin-de-Woburn (Quebec) all'interno di un'area di sosta battezzata Joseph Alfred Fontaine, situata a circa 3 km a nord della cittadina, sulla strada 161/263 nord.

G. Grenen durante la scorsa estate ha riletto tutti i numeri di "Le gnomoniste" a partire dal n. 1 e poi ha intervistato per circa 5 ore (registrandone le conversazioni) il prof. A.E. Bouchard suo ex professore. Il tutto per cercare di capire da dove egli avesse potuto trarre l'ispirazione per scrivere 330 articoli in vent'anni. Questo articolo riassume in breve i risultati di questa indagine.

A. E. Bouchard analizza nel dettaglio un quadrante solare verticale datato 1775 posizionato su una parete della parrocchiale di Eyam. La cittadina è ubicata nell'Inghilterra centro-settentrionale, e fa parte della contea del

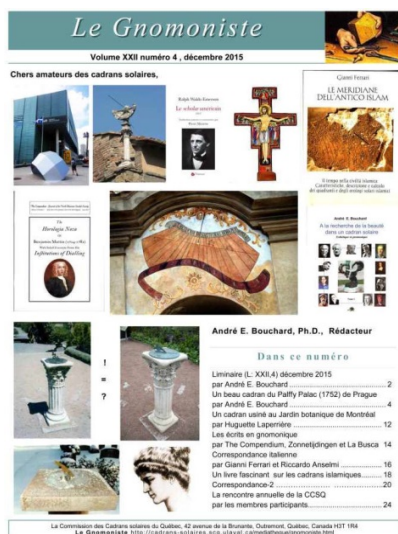
Derbyshire (Midlands Orientali) e del distretto di Derbyshire Dales. L'articolo, secondo lo stile dell'autore, è ricco di dettagli tecnici e storici.

J. Gauthier nell'articolo conclusivo denuncia la sparizione di oramai 40 orologi solari già catalogati dalla commissione deputata al censimento dei quadranti del Quebec. Nell'elencare alcuni tra i motivi della sparizione racconta anche un fatto che le è successo, e che ha portato alla distruzione di un orologio solare che le era stato proposto per l'acquisto da parte di un rigattiere, il quale, poco paziente nell'attendere una risposta, lo ha fuso come rottame per ricavarne pochi spiccioli. L'esortazione è quindi ad essere vigili, per evitare il ripetersi di simili fatti.

"Le Gnomoniste" – Revue de la Commission des Cadres solaires du Québec

Volume XXII - n° 4 - dicembre 2015

recensione a cura di Luigi Massimo Ghia (luigi.ghia@gmail.com)



Editoriale

Una quadrante su Pálffy Palac (1752) a Praga A. E. Bouchard

Un quadrante in fusione al giardino botanico di Montreal H Laperrière

Dalle riviste gnomoniche

Corrispondenza dall'Italia

Un affascinante libro sui quadranti islamici A. E. Bouchard

G. Ferrari

Corrispondenza

La riunione annuale della CCSQ

Risorse gnomoniche presso la biblioteca nazionale del Quebec a Montreal

G. Grenen

Un nuovo amico dello gnomonista: il cellulare intelligente

R. Frenette

Anche in questo numero il direttore della rivista *A. E. Bouchard* nel suo editoriale riesce a collegare filosofia, riflessioni ed esperienze personali in modo da trovare un "fil rouge" gnomonico che li collega.

A. E. Bouchard descrive un antico orologio solare dipinto su Pálffy Palác a Praga. Questo articolo, in forma più contratta, è comparso anche sull'ultimo numero della rivista olandese tradotto a cura di *J. Souverijn*. L'articolo è completo di dati storici analizzando in particolare il motto scritto in latino. Vengono a fine articolo segnalati alcuni link per approfondire ulteriormente.

H. Laperrière ci descrive invece un quadrante orizzontale, probabilmente realizzato in un'unica fusione metallica posizionato su una colonna in pietra all'interno del giardino botanico di Montréal. L'articolo descrive bene l'oggetto ed è corredato di dettagliatissime fotografie.

Vengono pubblicate due lettere giunte in Canada dai nostri gnomonisti. Una di Gianni Ferrari che invia una copia del suo libro sulle meridiane dell'antico Islam a Bouchard. Come spiegato nella lettera al fine di completare le informazioni descritte in un articolo comparso sulla rivista Canadese numero XX - 1, del marzo 2013 sulla meridiana di Ibn al-Shatir. Anche Riccardo Anselmi scrive al direttore per comunicare l'uscita del nostro ultimo numero 8 che viene allegato con la copertina e l'indice degli articoli.

Un articolo congiunto di *G. Ferrari* e di *A. E. Bouchard* portano a conoscenza del mondo gnomonico del Quebec il libro sulle meridiane dell'antico Islam scritto da Gianni Ferrari.

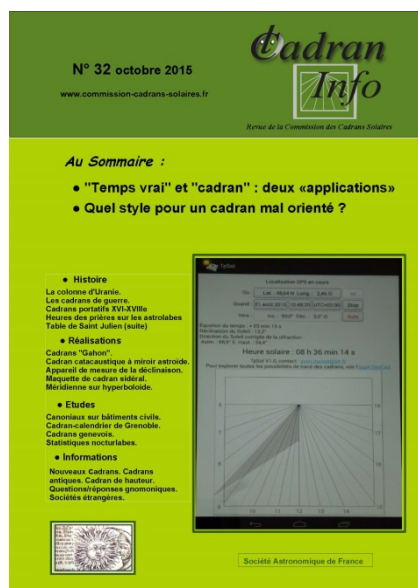
La rivista prosegue con un elenco di lettere ricevute dalla redazione ed un riassunto della riunione annale degli gnomonisti del Quebec (CCSQ) tenutasi a Saint-Étienne des Grès il 17 octobre 2015.

G. Grenen ci porta a conoscenza di alcune novità editoriali a carattere gnomonico che è possibile prendere in prestito presso la biblioteca nazionale del Québec a Montréal.

Richard Frenette ci spiega in un breve articolo, che conclude questo numero della rivista, come sia possibile oggi con i moderni smartphone (Android o iPhone) dotati di inclinometri, rilevatori della posizione solare, goniometri, ecc. rilevare agevolmente alcuni parametri determinanti alla progettazione e costruzione dei quadranti solari.

"Cadran Info" – Revue de la commissions des cadrans solaires (Société Astronomique de France)
N. 32 - octobre 2015

recensione a cura di Luigi Ghia (luigi.ghia@gmail.com)



XV festa delle meridiane di Ajello
Studio dell'inventario 2015 dei notturlabi
Quadrante catacaustico a specchio astroide
Modello di quadrante siderale
La colonna d'Urania
Misura della declinazione di un muro
Quadranti portatili tra il XVI e XIII secolo e la declinazione magnetica
Le ore di preghiera secondo gli astrolabi Magrebo – Andalusi
Quadranti di guerra del D'Albertis
Che stilo polare usare su un falso quadrante?
Orologi canonici su edifici civili in Francia
L'errore di un cercatore
I quadranti solari ginevrini di R. Béguin
Novità sulla tavola di Saint Julien
Quadranti solari presso l'università di Grenoble
Orologio solare su un iperboloido

Anselmi R.
Beaudoux B.
Collin D.
Druon C.
Gagnaire P.
Langlet P.
Mercier E.
Mercier E.
Mesturini G.
Savoie D.
Schneider D.
Schneider D.
Tamarit F.
Ugon M. &
Gagnaire P.
Vermeille H. &
Siret Y.
Ziegeltrum F.

Apri questo numero autunnale un articolo di R. Anselmi che ha tradotto per la rivista francese un articolo già comparso anche sul nostro "Orologi Solari" che illustra l'evento gnomonico diretto oramai da 15 anni da A. Pantanali ad Ajello del Friuli (UD). Speriamo che qualche gnomonista transalpino il prossimo anno decida di partecipare a questa bellissima festa.

B. Beaudoux esegue una trattazione statistica relativamente ad uno studio sui notturlabi. Il suo studio è molto dettagliato e la catalogazione è stata eseguita secondo diversi parametri (dimensioni, paese di origine, paese di conservazione, materiale epoca di costruzione, ecc.).

Anche in questo numero D. Collin ci fa partecipi dei suoi studi matematici. Questa volta tratta di orologi catacaustici con specchi a forma di astroide. Questi strumenti gnomonici usano come indicatore la "caustica" generata da specchi aventi forme particolari in grado di crearle. Collin ci fornisce formule e disegni esplicativi che potranno permettere a qualche audace di realizzare questo bellissimo orologio.

C. Druon esegue una essenziale trattazione sulle ore siderali, al fine di realizzare un modellino di quadrante ad ore siderali destinato all'osservatorio di Lille.

P. Gagnaire nel numero 11 di "Cadran Info" aveva descritto e raccontato la storia della "colonna di Urania" che aveva indicato il passaggio al meridiano del Sole a Lione in place des Cordeliers, dal 1768 fino al 1858. Essa era costituita da una alta colonna in stile ionico sulla cui sommità stava la statua di Urania. Uno gnomone polare in acciaio consentiva di apprezzare il passaggio al mezzodì del Sole. Essa fu demolita per fare posto all'attuale palazzo del commercio. Gagnaire mediante le formule elaborate da D. Savoie ha svolto alcuni calcoli di verifica per stabilire la verità su una disputa tra l'autore dei calcoli della meridiana, l'architetto Pierre-Gabriel Bugnet, ed uno sconosciuto personaggio (probabilmente l'astronomo Guillaume Crozet) che ne aveva immediatamente criticato la realizzazione sotto il profilo della sua esattezza.

P. Langlet ci illustra un apparecchio di sua costruzione utile alla rilevazione della declinazione di una parete. Vengono descritte oltre alle operazioni da svolgere anche i calcoli relativi.

E. Mercier espone un suo studio su alcuni quadranti portatili a declinazione magnetica databili tra il XVI e il XVIII secolo. Lo studio mette in evidenza come la declinazione magnetica (scoperta nel XV secolo) e, le sue variazioni geografiche (scoperte alla fine del XV secolo) e secolari (scoperte a metà del XVII secolo), abbiano influenzato la fabbricazione di quadranti portatili dal XVI al XVIII secolo.

Ancora un articolo di *E. Mervier* che questa volta analizza le ore di preghiera secondo gli astrolabi Magrebo - Andalusì (XI - XIX secolo). Questo studio tenta di ritrovare gli antichi parametri di calcolo delle preghiere secondo tali tipologie di astrolabi. L'articolo è completo di immagini, disegni e riferimenti bibliografici.

G. Mesturini raccoglie in questo articolo le opere gnomonica del capitano Enrico D'Albertis e in particolare i quadranti patriottici realizzati durante la "Grande Guerra".

D. Savoie si interroga se esiste il modo di posizionare lo stilo su un quadrante il cui tracciato non corrisponde all'orientamento del muro al fine di minimizzarne l'errore. L'articolo è corredato di formule e grafici con alcune considerazioni finali che consigliano come agire.

D. Schneider compie una ricerca su orologi solari canonici eseguiti su edifici civili in Francia. In effetti può sembrare strano che questi orologi non compaiono su edifici religiosi, ma la ricerca ha dato esito positivo con un numero di esemplari probabilmente inaspettato.

Ancora un articolo di *D. Schneider* che resta in tema di orologi canonici. Si interroga se alcuni segni zodiacali su un quadrante ad ore canoniche possano essere anche interpretati come il crisma Alfa e Omega. Che sia l'errore di un cercatore di meridiane?

T. Francis ci racconta di una escursione gnomonica che ha compiuto nella città di Ginevra alla ricerca dei quadranti solari realizzati da René Béguin. Alcuni quadranti da lui realizzati sono oramai scomparsi ma alcuni svolgono ancora degnamente il loro compito.

M. Ugon e *P. Gagnaire* completano l'articolo pubblicato su C.I. n. 19 sulla strana tavola di Saint Julien. Le ultime scoperte riguardano il blasone e alcuni quadranti. Dei 28 motivi che la compongono 21 sono quadranti solari.

H. Vermeille e *Y. Siret* hanno costruito presso l'Istituto Universitario Saint-Martin-d'Hères nell'Isère un interessante complesso gnomonico - calendario che per mezzo di un punto gnomonico luminoso realizzato su una sbarra di acciaio opportunamente forata consente la lettura dell'ora e della data. I quadranti sono sdoppiati su piani inclinati e declinanti per consentire la lettura oraria media del fuso con l'accuratezza dei 5 minuti, lungo tutto l'arco della giornata.

Conclude la carrellata degli articoli il geniale *F. Ziegeltrum* che ci regala la possibilità di realizzare un orologio solare su un iperboloide di rivoluzione ad una falda, insegnandoci anche il metodo per fabbricarlo con l'ausilio di un semplice strumento facile da realizzare. Viene spiegato tutto il processo costruttivo dalla formazione della superficie fino al montaggio dello gnomone ed al tracciamento delle linee orarie e di declinazione.

Le ultime pagine sono occupate da un elenco di informazioni brevi ma non meno interessanti, dalle lettere alla redazione e dalla rassegna stampa delle riviste gnomoniche straniere.

La versione su DVD è corredata da una cartella "annexes" con alcuni allegati aggiuntivi a integrazione degli articoli.

Publicazioni a cura di Gianni Ferrari (gfmerid@gmail.com)

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

ELA NIEDEBALK e DAREK OCZKI

ROYAL SUNDIAL TRAIL OF WARSAW

Pubblicato: 2012

Lingua: Inglese

Formato: PDF, 48 pagine

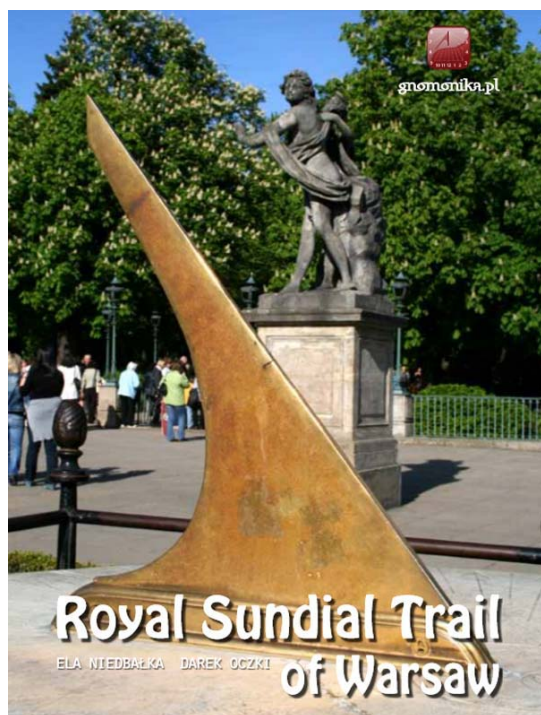
Pubblicato da on-line da www.gnomonika.pl

Liberamente scaricabile agli indirizzi:

www.sundials.co.uk/~warsaw_en.pdf

oppure

www.gnomonika.pl/files/sundial_trail_en.pdf



Questo volumetto di una cinquantina di pagine, liberamente scaricabile dal Web nella versione in inglese (ma esiste anche la versione in lingua polacca) verrà molto utile agli gnomonisti in visita a Varsavia, ma risulterà certo anche interessante per quelli che debbono accontentarsi di una visita virtuale.

In esso sono elencate 19 località della capitale polacca, in ciascuna delle quali si trovano manufatti gnomonici, che il testo descrive nelle loro particolarità tecniche e nella loro storia.

Oltre a molte belle fotografie e immagini storiche, elegantemente impaginate, nel volumetto si trovano le cartine dettagliate dei percorsi per raggiungere le diverse località.

Gli autori sono due appassionati gnomonisti polacchi che gestiscono il sito Web www.gnomonika.pl e il repertorio delle meridiane polacche.

PEDRO J. NOVELLA

CAÑONES MERIDIANOS

Pubblicato: 2015

Lingua: Spagnolo

Formato: PDF, 624 pagine

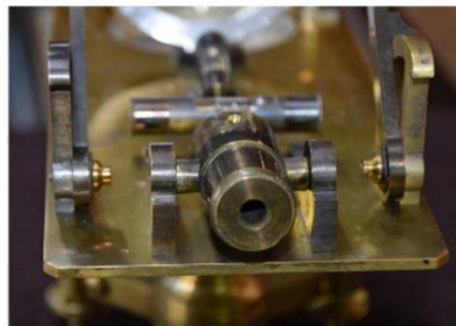
Pubblicato on-line dalla (AARS),

Asociación Amigos de los Relojes de Sol

www.relojesdesol.info

Liberamente scaricabile all'indirizzo:

www.relojesdesol.info/node/1539



Méridien à mortier. Colección de relojes de Eduardo Álvaro Peral. Alsasu. Navarra.

méridien à canon, méridien à mortier, canon méridien, canon solaire, méridien sonnant, cadran solaire à canon, canon de midi, slunečni hodiny s delem, cañón meridiano, mortero meridiano, cañón de mediodía, mittagskanone, horizontal sonnenuhr mit mittagskanone, ágyú napóra, cannone di mezzogiorno, meridiana a cannone, meridiana a cannoncino, meridiana a sparó, zegar słoneczny z armatką, canhão do meio-dia, noon cannon, sundial cannon, midday cannon sundial tun meridian, солнечные часы с пушкой, солнечные часы с пушкой.

CAÑONES MERIDIANOS

Pedro J. Novella V.15

novella.pedro@gmail.com

Pedro Novella, noto gnomonista di Vitoria-Gasteiz (Spagna, paesi Baschi), mette a disposizione sul sito Web della madrilená Asociación Amigos de los Relojes de Sol (AARS) la più recente versione (V15) del suo inventario mondiale delle meridiane a cannoncino.

Per la verità non si tratta di un vero libro, ma di un insieme di tre corposi documenti in formato pdf. Sulla pagina Web sopra citata si trovano l'indice generale e i link per scaricare i tre volumi.

Nell'opera sono elencati e descritti, con fotografie e spesso con documenti e notizie storiche, i "cannoni di mezzogiorno": quelle meridiane che segnalano le ore 12 con lo sparo di un cannone in miniatura.

Il primo volume, di 126 pagine, è dedicato alla Spagna.

Il secondo volume, di 289 pagine, è dedicato alla Francia.

Il terzo volume, di 209 pagine, è dedicato al resto dell'Europa (e dunque anche all'Italia) e agli altri continenti.

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

JEAN FRANÇOIS NICERON

PROSPETTIVA, CATOTTRICA E MAGIA ARTIFICIALE

A cura di Agostino Rosa e Imago Rerum

Pubblicato: 2013

Lingua: Italiano

Formato: broccura, 488 pagine

Pubblicato da ARACNE Editrice <http://www.aracneeditrice.it>

ISBN 978-88-548-6032-2

Prezzo 60.00 euro

Il volume descrive, commenta ed estende l'opera di Jean François Nicéron (1613-1646), frate dell'ordine dei Minimi, autore di due importanti trattati di prospettiva seicentesca: *La perspective curieuse* (Parigi 1638) e il *Thaumaturgus opticus* (Parigi 1646, edito postumo).

Nicéron sviluppò sin da giovanissimo un profondo interesse per l'anamorfosi, parola che viene dal greco (ana = indietro e morphé = forma) il cui significato letterale è "ricostruzione della forma"; con la quale si fa riferimento al fenomeno di un'immagine fortemente distorta che riacquista la sua forma originale solo quando l'osservatore si dispone in una particolare posizione prospettica, oppure quando l'immagine viene riflessa su uno specchio piano o incurvato (cilindrico, conico, sferico...).

Nel primo caso si ha una anamorfosi ottica, originata da una trasformazione proiettiva e quindi soggetta alle leggi della prospettiva, nel secondo caso si ha una anamorfosi catottrica che somma la trasformazione proiettiva alla riflessione.

Le leggi dell'anamorfosi, descritte nei trattati del Nicéron, suscitano il vivo interesse di molti studiosi, e non è casuale, dato che proprio nel Seicento si stavano sviluppando le scienze dell'ottica e della prospettiva.

Il volume riccamente illustrato raccoglie una ventina di contributi, preparati da una decina di autori, tra i quali uno di interesse specificatamente gnomonico: quello della Prof.ssa Nicoletta Lanciano sulle meridiane catottriche di Emmanuel Maignan (1601 - 1676) anch'egli frate dell'ordine dei Minimi, matematico e studioso di ottica e di astronomia. Particolarmente interessante in questo contributo è la descrizione dell'elaborazione digitale che ha permesso di ricostruire in tre dimensioni tutte le linee orarie e tutti gli elementi astronomici, geografici e astrologici della meridiana catottrica del Maignan nel Convento della SS. Trinità dei Monti a Roma.

Ricordiamo a tutti coloro che non lo sapessero già che il Maignan è ritenuto una pietra miliare per la gnomonica catottrica grazie anche alla sua opera "*Perspectiva horaria sive de horographia gnomonica tum theoretica tum practica*".

La qualità del volume ripaga del denaro necessario per l'acquisto, assolutamente consigliabile per coloro che alla gnomonica affiancano anche altri interessi correlabili quali le arti geometriche e l'interesse per la storia. Si tenga presente che esso è acquistabile oltre che presso l'editore anche su IBS <http://www.ibs.it/code/9788854860322/jean-francois-niceron.html> a 45 euro con un bel risparmio sul prezzo di copertina.

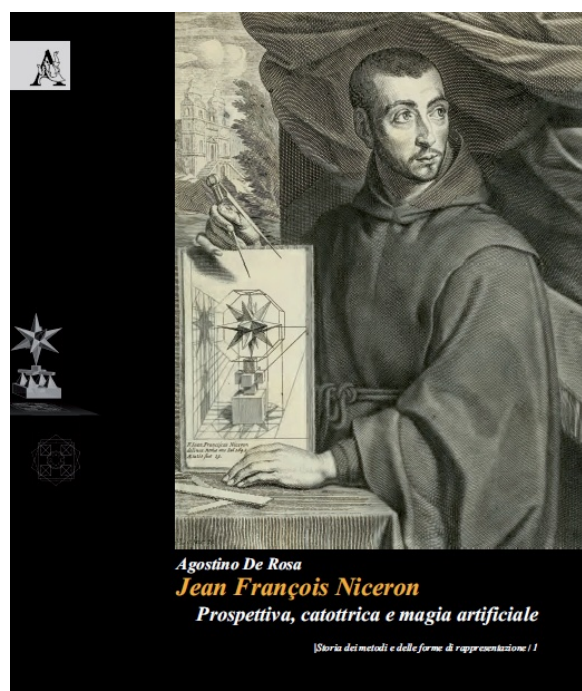
Consigliamo inoltre di consultare sia il sito della casa editrice:

<http://www.aracneeditrice.it/aracneweb/index.php/publicazione.html?item=9788854860322>

sia un video su YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=5tXvtonTDg>

tratto dalla presentazione del libro, al fine di approfondirne i contenuti.



recensione a cura di Luigi Ghia (luigi.ghia@gmail.com)

BONOMO GABRIELE

AUTOMATUM INAEQUALE ovvero **ANTICO OROLOGIO ANIMATO AUTOMATICAMENTE**
A cura di Salvatore Lo Pinzino e Maria Luisa Tuscano

Pubblicato: Settembre 2015

Lingua: Italiano

Formato: 190 pagine

Pubblicato da edizioni NovaGraf (www.novagraf.it)

ISBN 978-88-88-881-91-1

Contattare Maria Luisa Tuscano mltuscano@gmail.com

Questo volume è la realizzazione di un sogno, per chi come me non è in grado di leggere un testo scritto in latino.

La lingua si sa è una delle barriere culturali che separano le genti.

Ai giorni nostri chi vuole diffondere le proprie idee lo deve fare scrivendo in inglese, all'epoca del Bonomo la lingua che dava la massima diffusione era il latino.

Quanto dello scibile umano potrebbe rimanere fruibile in futuro solo a pochi eletti che continueranno a studiare il latino?

Quest'opera è a mio avviso un tentativo meritevole di non lasciare cadere nell'oblio il pensiero degli antichi studiosi che si avvalsero di questa lingua allo scopo di averne la massima diffusione.

Il primo elogio quindi deve andare certamente alla Prof.ssa Michela Goretti cugina del nostro collega Ing. Massimo Goretti, per l'enorme lavoro svolto. Finalmente un caso di "nepotismo" positivo!

Il suo è stato certamente un lavoro lungo e faticoso già intrapreso in altre pubblicazioni dall'instancabile ing. Alessandro Gunella.

Il testo tradotto è preceduto da una introduzione di Salvatore Lo Pinzino, di Padre Saverio m. Cento e di Maria Luisa Tuscano.

Un ringraziamento ai due studiosi siciliani Tuscano e Lo Pinzino che unendo le loro esperienze hanno saputo coordinare innumerevoli aspetti pratici e creare le condizioni per la pubblicazione di questa bellissima opera.

Nelle trenta pagine introduttive della prof.ssa Tuscano viene esposto il contesto storico durante il quale visse Padre Bonomo. La trattazione è ricca di notizie, fotografie e collegamenti bibliografici. E' allegata anche una scheda tecnica con tanto di sezione trasversale dell'orologio inventato dal Bonomo e ricostruito dalle mani d'oro di Guido Dresti. Brava Maria Luisa, e bravo Guido.

Ma cosa ha inventato di tanto speciale il Bonomo? La risposta sta nel titolo "Rendere cadenzato (AUTOMATUM) automatico, regolare ciò che in natura non lo è (INAEQUALE).

Ovvero creare un meccanismo composto di ingranaggi in grado di segnare le ore temporarie (che come tutti sappiamo sono ore a lunghezza variabile durante l'anno).

Questo orologio azionato da un contrappeso che alimenta uno scappamento Cheville a pendolo è anche dotato di una suoneria che tramite il becco della sagoma di un galletto aziona il battacchio di una campanella ad ogni ora temporaria.

Lo Pinzino nell'introduzione auspica che altri due libri dello stesso autore possano presto essere dati alle stampe tradotti in italiano.

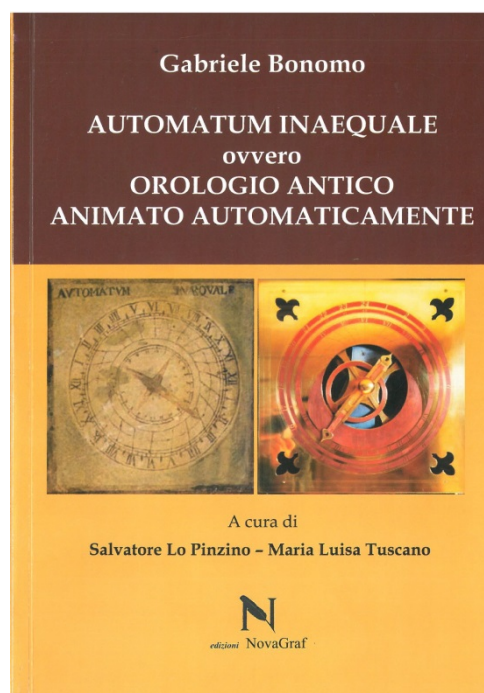
Uno di questi è già stato tradotto dall'ing. Gunella, e quindi spero di potere dare presto la notizia della sua pubblicazione.

Il libro è inoltre consultabile presso la Biblioteca centrale della Regione siciliana Alberto Bombace di Palermo.

Se qualcuno volesse scaricare il documento in originale in latino esso è scaricabile gratuitamente sul web su diversi siti tra cui:

- Museo Galileo di Firenze: <http://193.206.220.110/Teca/Viewer?an=300446> in formato PDF e con le tavole di ottima qualità.

- Google Book (con le tavole mal riprodotte): <https://books.google.it/books?id=NNxOAAAAcAAJ>



recensione a cura di Luigi Ghia (luigi.ghia@gmail.com)

BARTOLINI SIMONE

SOLE E SIMBOLI - Gli zodiaci della Basilica di San Miniato al Monte e del Battistero di San Giovanni a Firenze.

Pubblicato: giugno 2013 - Ristampa settembre 2015

Lingua: Italiano - Inglese

Formato: Brossura - illust. colori e b/n - 144 pagine

Pubblicato da edizioni Polistampa (www.polistampa.com)

ISBN: 978-88-596-1273-5

Prezzo: 14.00 euro

Simone Bartolini, nato a Siena, lavora a Firenze come cartografo presso l'Istituto Geografico Militare (IGM), e nella sua carriera gnomonica oltre ad aver vinto concorsi e realizzato notevoli orologi solari ha anche prodotto alcuni libri conseguenza di studi mirati ed approfonditi. Cito quelli editi con Polistampa:

I fori gnomonici di Egnazio Danti in Santa Maria Novella del 2006

Gli strumenti astronomici di Egnazio Danti e la misura del tempo in Santa Maria Novella del 2008

L'ultimo studio di Bartolini è rivolto, come scritto nel titolo, agli zodiaci pavimentali presenti sia nella Basilica di San Miniato al Monte che nel Battistero di San Giovanni a Firenze. Quindi due soggetti in un unico libro, uniti da un elemento comune che sono appunto i rosoni zodiacali simili tra loro posizionati sul pavimento di entrambi i siti.

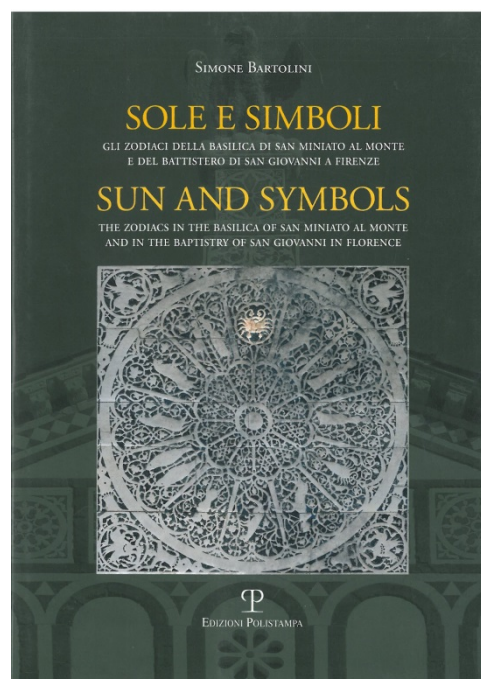
Dopo una introduzione di Roberto Lunardi (storico dell'arte) e una premessa di Filippo Camerota (responsabile delle collezioni del Museo Galileo di Firenze), l'autore nel primo capitolo espone una trattazione storica sul simbolismo solare partendo dalla definizione stessa di simbolo ed arrivando al rapporto tra chiesa e cielo.

Nella seconda parte si passa alla analisi storica e gnomonica della chiesa di San Miniato al Monte che si trova come dice il nome stesso lungo le pendici collinari, oltre l'Arno, nella parte meridionale della città di Firenze. La facciata principale è rivolta a nord ovest e quindi poco "gnomonica". Ma è dalle finestre dell'abside e delle pareti laterali che giungono i raggi del Sole ad illuminare i molteplici "target" scoperti da Bartolini. Il 21 giugno 2013 alle 13:53, con solo mezz'ora di ritardo circa rispetto al passaggio al meridiano del Sole, la proiezione del disco solare ha attraversato il segno del Cancro scolpito sulla pietra zodiacale posta lungo l'asse longitudinale sul pavimento della Basilica. Questa osservazione prova quanto intuito dall'autore e cioè che il rosone zodiacale a pavimento non ha solo carattere decorativo e simbolico, ma che fu realizzato anche per svolgere la funzione astronomica di indicatore del solstizio estivo. Alla luce di ciò l'autore può affermare che in San Miniato al Monte a Firenze si trova ancora funzionante, a otto secoli dalla sua costruzione il più antico quadrante solare solstiziale monumentale d'Europa.

Nella terza parte viene affrontato, con lo stesso metodo, lo studio del Battistero di San Giovanni ubicato in pieno centro storico di Firenze nella piazza omonima. Anche su questo pavimento si trova un rosone zodiacale quasi identico a quello di San Miniato al Monte ma realizzato pochi anni prima. E' probabile che anch'esso poteva avere funzioni di carattere astronomico come quello di San Miniato al Monte. Ma ciò non è oggi verificabile direttamente, in quanto, sulla sommità della cupola è stato aggiunto in epoca successiva una lanterna che chiudendo l'oculo originario, impedisce ai raggi solari di entrare sul pavimento. Inoltre, la posizione attuale della piastra marmorea zodiacale si trova di fronte alla porta Est e quindi incompatibile a ricevere i raggi solari anche se l'oculo non fosse stato ostruito. L'autore ipotizza o uno spostamento del rosone zodiacale dallo posizione di fronte alla porta Nord alla attuale posizione di fronte alla porta Est o la deviazione dei raggi solari per mezzo di uno specchio. Ma queste per il momento rimangono ipotesi senza alcuna conferma storica documentale certa.

Il libro completa quanto esposto sia con immagini fotografiche che con schemi e disegni tecnici. In appendice sono esposti per esteso i calcoli gnomonici effettuati dall'autore. Una ricca bibliografia conclude il volume.

Il libro è stato scritto praticamente due volte, una in italiano ed una in inglese. Sono bilingue anche le didascalie di figure e disegni. Uno sforzo doppio per l'autore che merita di essere ripagato da una maggiore diffusione dell'opera. Il suo acquisto è quindi doveroso anche da parte del pubblico straniero che ci legge. Il prezzo è veramente molto basso e prevede uno sconto del 15% sia se acquistato presso l'editore che presso il distributore IBS all'indirizzo: www.ibs.it/code/9788859612735/bartolini-simone/sole-simboli-gli.html.



Notizie gnomoniche

a cura di Luigi Massimo Ghia (luigi.ghia@gmail.com)

Druogno (VB) - XX Seminario Nazionale di Gnomonica

2-3-4 ottobre 2015 (relazione di Francesco Caviglia)

Nei primi giorni di ottobre del 2015 si è svolto il XX Seminario Nazionale di gnomonica. L'evento ha avuto luogo a Druogno, nella splendida Val Vigezzo (VB), organizzato dal Gruppo Gnomonisti della Val Vigezzo, comprendente in particolare Giacomo (Gim) Bonzani, Guido Dresti, Rosario Mosello e Corrado Pidò, e con la collaborazione della Sezione Quadranti Solari dell'UAI, guidata da Giuseppe De Donà.

Anche per il richiamo della valle Vigezzo, la partecipazione al seminario è stata elevata, con circa 80 iscritti.

I tre giorni dedicati al seminario sono trascorsi come di consueto tra l'esposizione delle memorie nella sala del confortevole Hotel Stella Alpina, che ospitava anche buona parte dei partecipanti, e la visita ad alcuni dei molti luoghi di interesse della zona. Il tempo non è stato del tutto clemente, ma il bel Sole della valle Vigezzo si è fatto vedere in diverse occasioni.

Elenco delle memorie presentate (in ordine di cronologico):

Luciano AGNES	• Ironia e curiosità sulle meridiane
Giovanni BELLINA	• L'unificazione del tempo e la gnomonica siciliana, 1860-1910
Pier Giuseppe LOVOTTI	• Realizzazione di un orologio solare bifilare orizzontale equiangolo
Tonino TASSELLI	• L'eliostato e le sue applicazioni
Bernard ROUXEL	• Tracciato di un orologio sferico senza stilo
Sergio D'AMICO	• Analisi comparativa di tre orologi solari portatili custoditi nel museo provinciale "S. Castromediano" di Lecce con strumenti analoghi dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza "Galileo Galilei" di Firenze (Presentata da G. Zuccalà)
Alberto NICELLI	• Orologio Foster Lambert cilindrico a stilo fisso
Francesco CAVIGLIA	• Morfologia dell'orologio analemmatico
Umberto MASCOLO	• La meridiana orizzontale di Valvisciolo (LT)
Giuseppe ZUCCALÀ	• Orologi solari-bussole solari auto-orientanti multistilo
	• Orologio solare di altezza a lettura oraria lineare
Maria Luisa TUSCANO	• Gabriele Bonomo, matematico siciliano: suoi studi sulla misura del tempo (Presentata da G. De Donà)
Cesare LUCARINI	• Precisione negli orologi solari con nonio a lama d'ombra
Paolo ALBÈRI AUBER	• Obelisco di Augusto: il parere di Ruggero Boscovich (1750)
	• Obelisco di Augusto: meriti, errori e omissioni di Buchner
Gabriele VANIN	• I grandi astronomi nella Gnomonica
Elsa STOCCO	• Daniele Barbaro e l'Horario Universale
	• Un dispositivo a proiezione per disegnare orologi solari
Aurelio PANTANALI	• Aiello 24 maggio 1915-2015, una meridiana equatoriale a 100 anni dalla prima Guerra Mondiale
Giuseppe DE DONÀ	• Metodi costruttivi di due nuove meridiane a Monclassico: a camera oscura nel 2014 e orizzontale nel 2015
	• Uso dei valori medi in una curva lemniscata
Ennia VISENTIN	• Orologi solari in Friuli Venezia Giulia

Giorgio MESTURINI	• L'insigne fisico Venturi, pioniere della Fluidodinamica, ha costruito a fine '700 un orologio solare a camera oscura a Pisa
Fabio SAVIAN	• Bussola solare universale d'altezza
Gian CASALEGNO	• Orientamento del foro gnomonici negli orologi solari
Luigi Massimo GHIA	• Cronometri solari Pilkington-Gibbs (2a parte)
Giacomo BONZANI	• Lo specchio di Viganella dalla realizzazione ai giorni nostri
	• La meridiana del trenino
Ridolfo RENIS e Roberto TOLLARDO	• I quadranti solari energetici a ore planetarie di Ca' Solaria
Francesco FERRO MILONE	• L'orologio solare a riflessione da finestra di Druogno, in sette passi

Nel corso della giornata di domenica 4 ottobre si è assistito anche a un'interessante conferenza, tenuta dal prof. Michele BIANDA astrofisico e direttore dell'Osservatorio IRSOL di Locarno, dal titolo "Un osservatorio solare a pochi passi dalla val Vigizzo; uno sguardo alla ricerca nel campo della Spettrometria".

Nel corso dei lavori è stata anche comunicata la sede del prossimo XXI Seminario (nella primavera 2017): Valdobbiadene, in provincia di Treviso.

Il pomeriggio di sabato 3 ottobre è stato dedicato al turismo gnomonico e non solo, con il programma che segue.

A Craveggia, si è visitata una mostra di ricostruzioni di strumenti gnomonici e astronomici, tutti costruiti da Guido Dresti, che ripercorre gli sforzi secolari dell'umanità per misurare, con precisione sempre maggiore, le ore del giorno e della notte. Presenti in particolare: alcuni astrolabi, un Torquetum, uno svegliatore monastico, uno scappamento di Galileo, orologi meccanici e, di particolare rilievo, una copia dell'Astrario di Giovanni Dondi. Il complesso lavoro di Dresti parte dalla ricerca e dallo studio di documentazione; passa per il calcolo e il disegno dello strumento e poi per un modello di verifica in materiale povero; infine, se tutto funziona alla perfezione, arriva alla costruzione definitiva utilizzando soprattutto ottone e bronzo.



Uno degli strumenti di Dresti

Sempre a Craveggia si sono visitati la Chiesa Parrocchiale e il vicino Battistero, ornati da interessanti affreschi.

Un giro per l'abitato di Villette ha permesso ai partecipanti di ammirare le numerose meridiane che ornano le case, in particolare le molte originali realizzazioni di Gim Bonzani.

A Malesco si è infine vistato il "Museo del Parco Nazionale della Val Grande" dedicato soprattutto alla Pietra Ollare e ai suoi utilizzi, dalla preistoria fino ai giorni nostri; nel corso della visita ai partecipanti sono stati gentilmente offerte tazze di tè e di tisane della valle, accompagnate da pasticcini.

Una serie di fotografie del seminario si può trovare al link:

gnomonica.osservatoriogalilei.com/IT/index.php/fotogallery-seminario

Un grazie agli organizzatori (Gim Bonzani, Guido Dresti, Rosario Mosello e Corrado Pidò), allo Staff (Teresa Bianco, Laura Minacci, Francesca Femminis, Rossana Ramoni, Rodolfo Piralla, Nicola Coco) e agli sponsor (Comuni di Druogno, Malesco, Villette e Craveggia, Alessi, Ferrovia Vigezzina, Valle Vigizzo, Parco Nazionale Val Grande).



Foto di gruppo dei partecipanti

Gnomonica nel Web

a cura di Gian Casalegno

(gian.casalegno@gmail.com)

Orologi Solari su Facebook

Uno degli scopi della nostra rivista è diffondere la conoscenza e se possibile la passione per la gnomonica: compito non facile per una disciplina sconosciuta alla maggior parte delle persone, nonché malaccetta a chi la vede come una scienza prettamente matematica.

È quindi estremamente importante cercare di aumentarne la visibilità utilizzando tutte le tecnologie ed i mezzi informatici che abbiamo a disposizione.

Esiste naturalmente il sito di riferimento www.orelogisolari.eu dal quale è possibile scaricare la rivista stessa in PDF, oltre ai bonus associati ad ogni numero.

Ma a meno di conoscere già la rivista ed il suo sito, è difficile se non impossibile che un navigatore della rete arrivi casualmente a visualizzarne le pagine.

Anche una ricerca su Google non serve a molto: se la ricerca di “orologi solari” mostra la rivista in 6° posizione, la ricerca di “meridiane”, definizione molto più diffusa benché errata, colloca la rivista oltre la 300° posizione.

Uno strumento molto più utilizzato al giorno d’oggi per pubblicizzare un prodotto è Facebook.

Una pagina creata su Facebook di per sé non ha molta più visibilità di un classico sito web, ma basta che questa pagina venga condivisa dai lettori perché se ne realizzi una diffusione a valanga tra tutti i loro amici.

Per questo motivo è stata creata la pagina “rivista Orologi Solari” (fig. 1) all’indirizzo:

<https://www.facebook.com/rivista-Orologi-Solari-56878486620623/>

Qui verranno pubblicate tutte le notizie



Fig. 1 – La pagina della rivista su Facebook

relative alla rivista: disponibilità di un nuovo numero, statistiche di download ecc. ma soprattutto chiunque vi potrà pubblicare un proprio “post” con commenti, domande, suggerimenti...

Quindi vi chiediamo di visitare la pagina della rivista, pubblicare un intervento se volete, ma soprattutto condividerla sul vostro “diario” in modo da renderla visibile a tutti i vostri amici.

Nuove app su Sundial Atlas

Un altro mezzo di diffusione della gnomonica, più diretto ed immediato, sono gli origami gnomonici: non esiste modo migliore per dimostrare in pratica la bellezza e l’infinita varietà degli orologi solari.

Il numero di queste app su Sundial Atlas

continua a crescere: ad oggi sono 29.

Delle ultime sei nuove app, le n. 41, 42 e 45 sono oggetto dell’articolo di Fabio Savian che inizia su questo stesso numero della rivista, ci limitiamo quindi a descrivere le altre tre.

Si tratta di orologi multipli creati sulle facce di poliedri e sono tutte creazioni di Riccardo Anselmi.

La app 40 *The Diamond Dome* (fig. 2) utilizza una sezione di icosaedro troncato per creare 7 orologi sulle facce del solido.

Nella app 44 *Cuboctahedron* (fig. 3) 12 delle 14 facce del cubottaedro sono utilizzate per altrettanti orologi.

Infine la app 47 *Dodecaedro* (fig. 4) utilizza le facce di questo solido per realizzare 10 orologi solari.

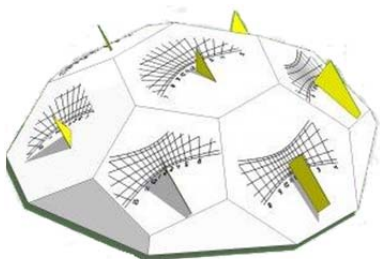


Fig. 2 – App 40 *Diamond Dome*

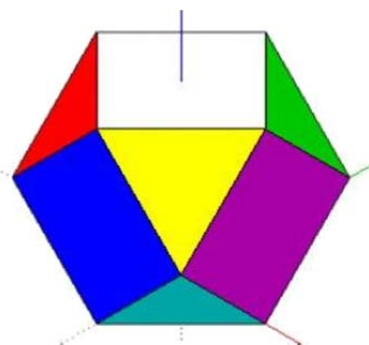


Fig. 3 – App 44 *Cuboctahedron*



Fig. 4 – App 47 *Dodecaedro*

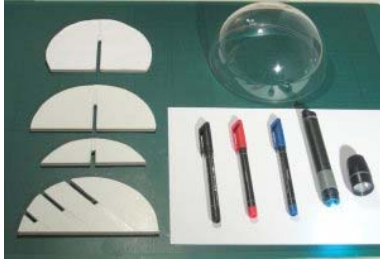


Fig. 5 – App 28 *Sagome per Emisfero*

Su Sundial Atlas però non ci sono solamente le meridiane di carta (origami gnomonici) ma anche altre 10 app gnomoniche di carattere più generale.

Vediamo tra queste le ultime arrivate.

Nella app 28 *Sagome per Emisfero* (fig. 5) Roberto Grossa ha implementato quanto spiegato nel suo libro (R.Grossa, S.Niero, A.Pangoni, *La Meridiana Lavagna*, Edizioni Junior, 2014) per la realizzazione di un emisfero che riporta le linee diurne dei solstizi e degli equinozi.

Istruzioni dettagliate sull'uso della app si possono trovare su internet alla pagina <http://grossa.altervista.org/blog/emisfero-on-percorsi-solari/>

Si ricorda inoltre che le esperienze didattiche di Grossa sono state narrate in un articolo su Orologi Solari n. 4 alle pagine 37-43.

La app 31 *Eot – Dec* è stata realizzata da Gianni Ferrari. Questa app visualizza in formato pdf le tabelle dei valori medi giornalieri della equazione del tempo e della declinazione solare.

I valori sono ottenuti mediando negli anni dal 2014 al 2061 i valori istantanei calcolati alle ore 12 dei fusi orari UTC+10, UTC+1 (il nostro), UTC, UTC-5 e UTC-8, per un totale di 10 tabelle.

Se però una media su 48 anni non vi è

EQUAZIONE DEL TEMPO

Valore della Equazione del Tempo media nei giorni dell'anno in minuti e decimali

Media dei valori per ogni anno 2014 - 2061

Valore di calcolo ore (2h Australian Eastern Standard Time (AEST) in TZ (TZ 10E))

Equazione del Tempo cambiata di segno = Tempo Medio Locale - Tempo Vero Locale

Per ottenere il Tempo Medio Locale sommare all'ora segnata dalla Meridiana (Tempo Vero Locale) il valore dato in tabella in minuti e decimali

giorno	latitudine	longitudine	latitudine	longitudine	latitudine	longitudine	latitudine	longitudine	latitudine	longitudine	
1	3.32	13.46	12.33	3.91	-2.88	-2.15	3.89	0.08	-10.28	-10.43	-11.08
2	3.79	13.59	12.33	3.92	-2.88	-1.99	4.08	0.33	-10.24	-10.60	-10.71
3	4.32	13.71	11.82	3.92	-2.89	-1.83	4.27	0.58	-10.32	-10.66	-10.32
4	4.71	13.81	11.71	3.93	-2.89	-1.66	4.45	0.78	-10.39	-11.23	-10.45
5	5.16	13.90	11.49	3.93	-2.87	-1.48	4.63	0.98	-10.33	-11.53	-10.43
6	5.61	13.98	11.26	3.93	-2.86	-1.30	4.80	1.18	-10.31	-11.83	-10.43
7	6.04	14.04	11.03	3.93	-2.84	-1.12	4.96	1.38	-10.28	-12.12	-10.35
8	6.47	14.09	10.79	3.93	-2.84	-0.93	5.12	1.57	-10.25	-12.41	-10.29
9	6.89	14.13	10.54	3.93	-2.83	-0.74	5.27	1.76	-10.20	-12.69	-10.21
10	7.30	14.16	10.29	3.93	-2.82	-0.54	5.41	1.94	-10.14	-12.96	-10.13
11	7.71	14.17	10.03	3.93	-2.80	-0.34	5.55	2.12	-10.07	-13.22	-10.02
12	8.12	14.16	9.78	3.93	-2.82	-0.13	5.69	2.31	-9.99	-13.48	-9.90
13	8.48	14.15	9.49	3.93	-2.83	0.08	5.80	2.49	-9.90	-13.72	-9.77
14	8.85	14.12	9.22	3.93	-2.83	0.29	5.91	2.67	-9.79	-13.96	-9.60
15	9.21	14.08	8.94	3.93	-2.82	0.50	6.02	2.85	-9.67	-14.19	-9.47
16	9.56	14.03	8.68	3.93	-2.81	0.72	6.12	3.03	-9.57	-14.41	-9.30
17	9.90	13.97	8.39	3.93	-2.80	0.93	6.23	3.21	-9.44	-14.62	-9.14
18	10.23	13.90	8.09	3.93	-2.81	1.15	6.28	3.39	-9.30	-14.82	-8.98
19	10.54	13.81	7.80	3.93	-2.80	1.37	6.35	3.57	-9.15	-15.01	-8.80
20	10.84	13.71	7.50	3.93	-2.80	1.59	6.42	3.75	-9.00	-15.18	-8.62
21	11.13	13.60	7.21	3.93	-2.80	1.80	6.47	3.92	-8.86	-15.35	-8.44
22	11.41	13.48	6.91	3.93	-2.81	2.02	6.51	4.09	-8.71	-15.51	-8.26
23	11.68	13.36	6.61	3.93	-2.82	2.24	6.54	4.27	-8.56	-15.66	-8.08
24	11.93	13.22	6.31	3.93	-2.82	2.46	6.57	4.44	-8.40	-15.79	-7.91
25	12.17	13.07	6.01	3.93	-2.83	2.67	6.58	4.61	-8.24	-15.91	-7.73
26	12.39	12.91	5.71	3.93	-2.84	2.88	6.58	4.78	-8.07	-16.02	-7.55
27	12.60	12.74	5.41	3.93	-2.83	3.09	6.58	4.95	-7.90	-16.12	-7.37
28	12.80	12.56	5.11	3.93	-2.71	3.29	6.56	5.12	-7.73	-16.21	-7.19
29	12.99	12.44	4.81	3.93	-2.68	3.50	6.53	5.29	-7.56	-16.28	-7.01
30	13.16	12.31	4.51	3.93	-2.64	3.70	6.50	5.46	-7.39	-16.34	-6.83
31	13.32	12.17	4.21	3.93	-2.60	3.90	6.45	5.63	-7.22	-16.39	-6.65

Fig. 6 – App 31 *Eot – Dec*

sufficiente e volete realizzare un orologio solare destinato a durare 400 anni (!) potete utilizzare la app 30 *eot* di Antonio Giorgi.

Questa app disegna una tabella (fig. 7) contenente i valori giornalieri della equazione del tempo calcolati mediando i valori negli anni 2001 – 2400.

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
2	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
3	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
4	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
5	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
6	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
7	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
8	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
9	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
10	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
11	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
12	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
13	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
14	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
15	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
16	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
17	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
18	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
19	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
20	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
21	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
22	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
23	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
24	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
25	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
26	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
27	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
28	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
29	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
30	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07
31	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07	-1.07

Fig. 7 – App 30 *eot*

Per la descrizione della app 43 *Diagramma stereografico* di Riccardo Anselmi si rimanda all'articolo alle pagine 6-8 di questo stesso numero di Orologi Solari.

Dello stesso Anselmi è la app 46 *Doppia Parabola*.

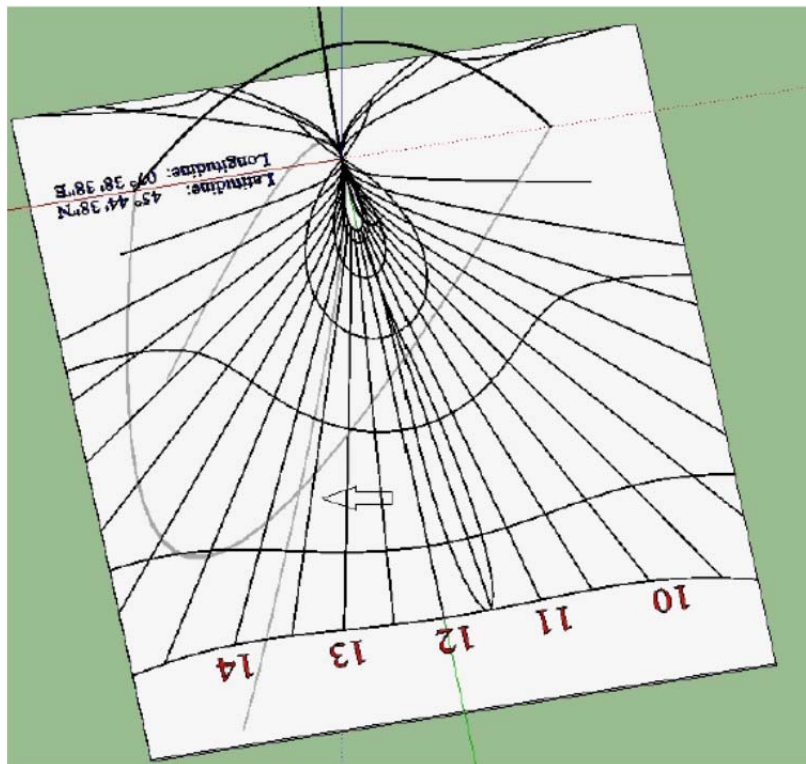


Fig. 9 – App 46: simulazione

Si tratta di un orologio orizzontale bifilare dove lo stilo è costituito da due parabole uguali, la prima a concavità verso l'alto disposta su un piano verticale orientato nord-sud, la seconda a concavità verso il basso disposta su un piano verticale orientato est-ovest.

La realizzazione proposta dall'autore, in alternativa ad un semplice filo che non è facile da curvare correttamente, consiste in due sagome ritagliate a partire dalle stampe fornite dalla app (fig. 8).



Fig. 8 – App 46: una proposta realizzativa

La fig. 9 mostra l'affascinante tracciato che ne risulta in una simulazione dove si evidenzia la lettura dell'ora ottenuta dall'intersezione tra le ombre delle due parabole.

Alla fine di questa lunga carrellata non mi resta infine che augurarvi:

Buon divertimento
con le app di Sundial Atlas !

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

Inviare le soluzioni all'indirizzo di posta elettronica a.nicelli@tiscali.it oppure all'indirizzo di posta ordinaria: Alberto Nicelli Via Circonvallazione 59/E 10018 Pavone Canavese (TO). Le risposte saranno pubblicate nel prossimo numero della rivista insieme all'elenco dei solutori.

L'ellisse di Commandino

In Figura 1 è illustrato il metodo di Federico Commandino (1509 – 1575) per costruire l'ellisse per punti con l'ausilio di due cerchi concentrici, di raggio uguale ai due semiassi dell'ellisse. Utilizzando 6 punti per ogni quadrante su entrambi i cerchi, distanziati di 15 gradi, i “raggi” che uniscono i punti dell'ellisse con il centro sono linee orarie di un orologio orizzontale (o verticale non declinante). Giustificare tale affermazione e, dati i raggi R1 e R2 dei due cerchi, trovare la latitudine dell'orologio orizzontale (o verticale non declinante).

Nota: il Quiz è proposto da Alessandro Gunella. Io rilancio con il seguente, che può essere risolto facilmente sfruttando la soluzione di quello di Gunella.

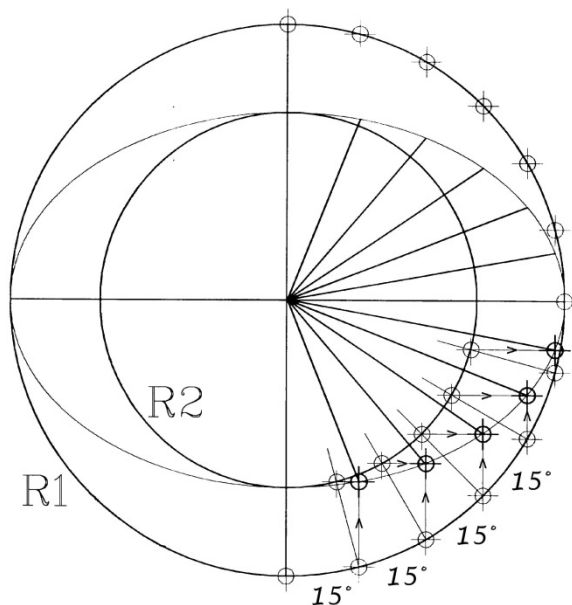


Figura 1 – Costruzione dell'ellisse

Stretching gnomonico

In Figura 2A sono rappresentate le linee orarie di un orologio verticale non declinante alla latitudine di 45° N. Impaginata in un articolo di gnomonica, essa è stata erroneamente dilatata al 140% solo in verticale, senza bloccare le proporzioni originali (vedi Figura 2B). Le linee orarie risultanti sono ancora quelle di un orologio solare verticale non declinante, ma per quale latitudine?

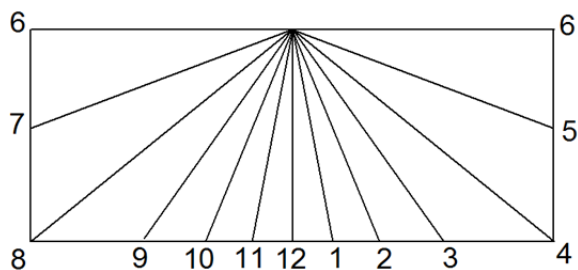


Figura 2A – Orologio verticale non declinante (45° N)

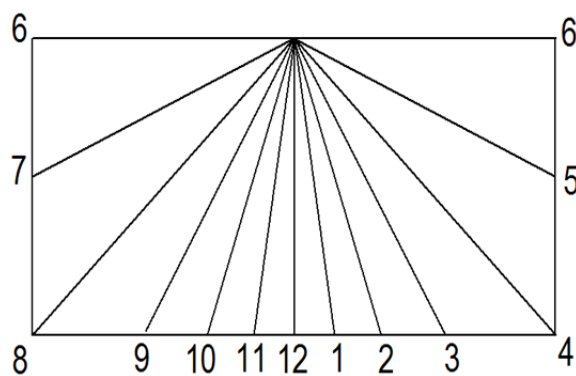


Figura 2B – Figura 2A dilatata in verticale al 140%

Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 8 di Orologi Solari

L'imbianchino

Un vecchio giornale, usato da un imbianchino durante il suo lavoro, riporta un articolo con una fotografia di un orologio solare realizzato in una scuola da un noto gnomonista locale. Sulla fotografia è caduta della pittura bianca, che ne ha cancellato in parte l'immagine:

- 1) E' possibile ricostruire la posizione della linea equinoziale usando solo un righello e una matita direttamente sulla fotografia?
- 2) (Facoltativo) Chi è il noto gnomonista che ha progettato l'orologio?

Soluzione

Si scelgono due coppie di punti orari sulle iperboli solstiziali, per esempio 6-8 e 10-12, e si tracciano sulla fotografia i segmenti incrociati 6-8, 8-6 e 10-12, 12-10, come illustrato in Figura 3. I due punti di intersezione dei segmenti individuano la retta equinoziale. La giustificazione del metodo è molto semplice ed intuitiva: immaginiamo dei fili che congiungano le posizioni del Sole alle ore sopra indicate sui circoli tropicali della sfera celeste; i fili così disposti si intersecano per simmetria sul piano dell'Equatore. L'orologio solare è la proiezione della sfera celeste sulla parete e i segmenti tracciati sulla fotografia non sono altro che la proiezione dei suddetti fili.

Per rispondere alla seconda domanda (facoltativa): con i valori di latitudine e longitudine riportati sull'orologio solare si deduce che l'opera è stata fatta nella città di Fermo, nelle Marche. Tramite Sundial Atlas (<http://www.sundialatlas.eu/>) si può trovare la scheda dell'orologio (IT008427) e verificare che l'autore dell'orologio solare è l'indimenticato Don Alberto Cintio, sacerdote e gnomonista (decédéto nel 2012).

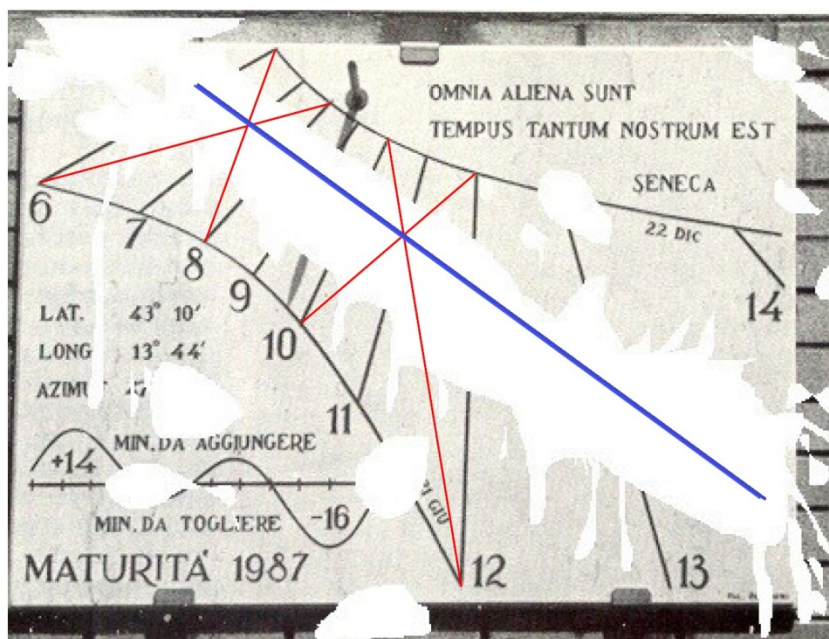


Figura 3 – Soluzione grafica per trovare l'equinoziale (di Alberto Papi)

Solutori

- 1) René J. Vincke
- 2) Gianni Ferrari
- 3) Renzo Righi
- 4) Alberto Papi

Effemeridi

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

Sono sotto elencati i valori giornalieri per il 2016 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 n. 5 dell'agosto 2014.

Declinazione geocentrica del sole in gradi e decimali alle ore 12 del TMEC nel 2016

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1	-23,03	-17,19	-7,33	4,80	15,28	22,14	23,06	17,84	8,03	-3,45	-14,64	-21,90	1
2	-22,94	-16,91	-6,95	5,19	15,58	22,27	22,98	17,58	7,67	-3,84	-14,96	-22,05	2
3	-22,85	-16,62	-6,56	5,57	15,87	22,39	22,90	17,32	7,30	-4,22	-15,27	-22,19	3
4	-22,75	-16,32	-6,18	5,95	16,16	22,51	22,81	17,05	6,93	-4,61	-15,78	-22,32	4
5	-22,65	-16,02	-5,79	6,33	16,45	22,62	22,72	16,78	6,56	-4,99	-15,88	-22,45	5
6	-22,53	-15,72	-5,40	6,71	16,73	22,72	22,62	16,51	6,19	-5,38	-16,18	-22,57	6
7	-22,41	-15,41	-5,01	7,08	17,00	22,82	22,51	16,23	5,81	-5,76	-16,47	-22,68	7
8	-22,28	-15,09	-4,62	7,46	17,27	22,90	22,39	15,94	5,44	-6,14	-16,76	-22,78	8
9	-22,15	-14,78	-4,23	7,83	17,54	22,99	22,27	15,65	5,06	-6,52	-17,05	-22,88	9
10	-22,00	-14,45	-3,84	8,20	17,80	23,06	22,14	15,36	4,68	-6,90	-17,33	-22,97	10
11	-21,85	-14,13	-3,45	8,57	18,05	23,13	22,01	15,06	4,30	-7,27	-17,60	-23,05	11
12	-21,69	-13,80	-3,05	8,93	18,31	23,19	21,87	14,76	3,92	-7,65	-17,87	-23,12	12
13	-21,53	-13,47	-2,66	9,29	18,55	23,25	21,72	14,46	3,53	-8,02	-18,14	-23,19	13
14	-21,36	-13,13	-2,27	9,65	18,79	23,29	21,57	14,15	3,15	-8,39	-18,40	-23,25	14
15	-21,18	-12,79	-1,87	10,01	19,03	23,33	21,41	13,84	2,77	-8,76	-18,65	-23,30	15
16	-21,00	-12,44	-1,48	10,36	19,26	23,37	21,25	13,52	2,38	-9,13	-18,90	-23,34	16
17	-20,80	-12,10	-1,08	10,71	19,48	23,40	21,08	13,20	1,99	-9,50	-19,14	-23,38	17
18	-20,61	-11,75	-0,68	11,06	19,70	23,42	20,90	12,88	1,61	-9,86	-19,38	-23,40	18
19	-20,40	-11,39	-0,29	11,41	19,91	23,43	20,72	12,55	1,22	-10,22	-19,61	-23,42	19
20	-20,19	-11,03	-0,11	11,75	20,12	23,44	20,53	12,22	0,83	-10,58	-19,84	-23,43	20
21	-19,97	-10,68	0,50	12,09	20,32	23,44	20,34	11,89	0,44	-10,93	-20,06	-23,44	21
22	-19,75	-10,31	0,90	12,43	20,52	23,43	20,14	11,55	0,05	-11,29	-20,27	-23,43	22
23	-19,52	-9,95	1,29	12,76	20,71	23,42	19,93	11,21	-0,34	-11,64	-20,48	-23,42	23
24	-19,28	-9,58	1,69	13,09	20,89	23,40	19,72	10,87	-0,73	-11,98	-20,68	-23,40	24
25	-19,04	-9,21	2,08	13,41	21,07	23,37	19,50	10,52	-1,18	-12,33	-20,87	-23,37	25
26	-18,79	-8,84	2,47	13,73	21,24	23,33	19,28	10,17	-1,51	-12,67	-21,06	-23,34	26
27	-18,54	-8,46	2,86	14,05	21,41	23,29	19,05	9,82	-1,90	-13,01	-21,24	-23,30	27
28	-18,28	-8,09	3,25	14,36	21,57	23,24	18,82	9,47	-2,28	-13,34	-21,42	-23,25	28
29	-18,02	-7,71	3,64	14,67	21,72	23,19	18,58	9,11	-2,67	-13,67	-21,59	-23,19	29
30	-17,75		4,03	14,98	21,87	23,13	18,34	8,76	-3,06	-14,00	-21,75	-23,12	30
31	-17,47		4,42		22,01		18,09	8,39		-14,32		-23,05	31

Equazione del Tempo in minuti e secondi alle ore 12 del TMEC nel 2016

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

Nel sito di Orologi Solari <http://www.orelogisolari.eu> nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare due file excel contenenti le effemeridi 2016 da utilizzarsi per eventuali ulteriori elaborazioni numeriche.

