

## Saggistica Aracne

*Vai alla cartella di calcolo*

<http://www.aracneeditrice.it/scaricabili/2018949.xls>

Carlo Burin

# L'orologio solare moderno a quadrante piano

Come funziona, come si calcola

Seconda edizione





Aracne editrice

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

Copyright © MMXIX  
Giacchino Onorati editore S.r.l. — unipersonale

[www.giacchinoonoratieditore.it](http://www.giacchinoonoratieditore.it)  
[info@giacchinoonoratieditore.it](mailto:info@giacchinoonoratieditore.it)

via Vittorio Veneto, 20  
00020 Canterano (RM)  
(06) 45551463

ISSN 2611-9498

ISBN 978-88-255-2616-5

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: ottobre 2010  
II edizione: luglio 2019

*Alla carissima moglie Daniela  
e ai nostri figli Luigi, Laura e Marta*



Ringrazio sentitamente la Banca di Credito Cooperativo Pordenonese per il suo impegno nella diffusione della cultura nella nostra società, concretizzato in un aiuto economico, erogato per avviare questa pubblicazione.



# Indice

11 *Prefazione*

## Parte prima **Le basi culturali**

- 17 Capitolo I  
*Breve storia dell'orologio solare*
- 27 Capitolo II  
*I moti della Terra*
- 37 Capitolo III  
*Il calendario e i cicli annui*
- 43 Capitolo IV  
*Sistemi di riferimento geografici*
- 51 Capitolo V  
*Misurare il tempo*

## Parte seconda **La teoria**

- 65 Capitolo I  
*Il quadrante solare equatoriale*

10    Indice

77    Capitolo II

*La declinazione del Sole*

87    Capitolo III

*Il quadrante piano orizzontale a ora vera*

99    Capitolo IV

*Il quadrante piano orizzontale moderno*

111    Capitolo V

*Quadranti piani inclinati*

125    Capitolo VI

*Il quadrante piano ad ombra versa*

135    Capitolo VII

*Il quadrante solare a riflessione. Fondamenti*

143    Capitolo VIII

*Incidenza della rifrazione atmosferica*

Parte terza

**La pratica**

151    Capitolo I

*Il calcolo elettronico*

165    Capitolo II

*Prove e realizzazioni*

**Appendice**

181    *Simboli e abbreviazioni*

185    *Fonti d'informazione*

## Prefazione

Prima che gli eventi della vita mi portassero altrove, abitavo in un paese dove, tuttora, vive un uomo soprannominato: “El Barba”.

Questo soprannome gli era stato appiccicato, senza troppa fantasia, per via della cosa che, a quel tempo, più lo connotava: la barba, appunto. La sua barba era il prolungamento di una folta e ordinata capigliatura, scendeva lungo le guance fino all'altezza della bocca, dove si mescolava a due baffoni e, con loro, giungeva fino al mento invadendo lo spazio sottostante per parecchi centimetri. A parte il naso, che doverosamente sporgeva, ed un po' di guance libere di pelo, tutto era nero. Erano nere e folte anche le sopracciglia e quasi neri pure gli occhi. I suoi occhi erano un'altra caratteristica che colpiva l'osservatore; occhi scuri, magnetici, sempre alla ricerca di nuove immagini, di attimi da cogliere. Per il resto l'uomo era snello, alto, agile. Nell'insieme poteva essere scambiato per un fachimiro o per un santone indiano. Niente di tutto ciò. Egli è un tipo eclettico, un bravissimo pittore e poeta. Lui però preferisce definirsi un contadino, forse a causa del suo profondo amore verso la natura, che esprimeva curandosi della vigna paterna e delle api. Da queste due risorse, a quel tempo sapeva produrre, con “tecnica antica” del dolce miele e dell'ottimo vino.

È da molto che non lo vedo, in pratica da quando mi sono trasferito. Mi dicono che ora non porta più la barba e gli manca anche qualche capello, comunque non ha perso il suo soprannome... e a lui non dispiace. A parte ciò, mi dicono che è rimasto praticamen-

te lo stesso di allora; ancora amante delle cose belle, della vita, perfino, di cose tecnologiche. Riguardo a queste ultime, ricordo come si divertiva a stupire la gente con sempre nuove “invenzioni”. Noi due eravamo parte di una compagnia che amava trascorrere insieme le serate al tavolo di un bar, davanti ad un buon bicchiere di birra o di vino, discorrendo di tutto... e di più. Sembravamo proprio quei personaggi che il grande cantautore Gino Paoli seppe tratteggiare con sottile ironia in una sua celebre canzone.

Era il 1981.

Dopo un lungo periodo buio la mia vita stava cominciando a girare nel verso giusto. Da tre anni lavoravo, come insegnante precario, presso un centro di formazione professionale e questo mi aveva dato l'opportunità di conoscere una nuova disciplina: l'Informatica. El Barba, invece, stava attraversando il suo “periodo fotografico”. Munito di una rudimentale macchina fotografica, realizzata con una scatola da scarpe, andava fotografando paesaggi ed altri soggetti che poi, puntualmente esibiva. Era diventato un mago dello stenopeico, dei tempi di posa, dei bagni di sviluppo e fissaggio. I risultati erano sorprendenti. Fu durante uno di questi incontri serali, che mi parlò di una sua idea: costruire un orologio solare portatile. Io mi ricordavo di aver letto un articolo sull'argomento, del fisico Jearl Walker, nella rivista «Le Scienze» di aprile. Allora non avevo alcun interesse per gli orologi solari. Per me, questi strumenti erano interessanti e belli, ma solo se erano anche antichi. Ritenevo la loro riproduzione un fatto di cattivo gusto. Questa era la mia opinione ed ero convinto che non l'avrei mai cambiata.

Comunque tra noi la discussione si accese e seguì per alcuni giorni. Con essa si accese anche la mia curiosità verso la gnomonica, fino a scommettere (più con me stesso, che con lui) che sarei riuscito a costruire un quadrante solare. Mi misi all'opera e, dal programmino in BASIC pubblicato sulla rivista, ricavai le formule. Nel frattempo mi feci spedire le «Effemeridi Nautiche» dall'Istituto Idrografico della Marina, di Genova.

Dopo centinaia di calcoli, fatti con una calcolatrice scientifica (nemmeno programmabile) e dopo più di un mese di lavoro

a tempo pieno (ero in ferie), produssi il disegno del mio primo quadrante solare orizzontale. Subito dopo realizzai l'orologio che funzionò perfettamente. Il quadrante che realizzai era quanto di più avanzato si potesse immaginare in fatto di orologi solari (e quanto di più rudimentale si potesse immaginare, in fatto di tecnica costruttiva). Sapete cosa mi disse El Barba quando gli mostrai il mio lavoro? Non ricordo esattamente le sue parole, ma il concetto era questo: «Sapevo che avresti avuto le capacità per farlo, ma per fartelo fare bisognava provocarti».

Preferisco non commentare.

Per concludere: continuai a fare l'insegnante fino a quando la Regione decise di chiudere i propri centri di formazione professionale, poi dovetti cambiare lavoro. Tuttavia, nella vita privata, continuai ad occuparmi di gnomonica (e di molte altre cose). Da quel giorno sono trascorsi parecchi anni. Naturalmente la mia opinione, su chi si occupa di gnomonica, è radicalmente cambiata. Mi sono prodotto con passione nel calcolo di quadranti solari, raggiungendo notevoli traguardi. Allora mi sono chiesto: "Perché non trasmettere ad altri ciò che ho appreso durante tutto questo tempo?". Questo saggio è la risposta.

Collegandosi al sito della Casa editrice ([www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)) è possibile scaricare una cartella di calcolo elettronico, in Excel, denominata: "Orologio solare moderno — i calcoli" contenente tutti i procedimenti di calcolo illustrati in questo saggio, integrati con il calcolo dell'equazione del tempo, che nel testo è solo accennato. Il documento si apre digitando la password: *clavio*; le formule sono protette da password ma tutti i dati sono consultabili. All'apertura verrà richiesta una password, si digiti: "clavio" (la password è il cognome del gesuita di origine tedesca Cristoforo Clavio, matematico, astronomo e gnomonista vissuto tra il 1538 ed il 1612 che contribuì alla definizione del calendario gregoriano).

Questo documento consente di calcolare con estrema precisione quadranti piani, comunque orientati. Nella parte terza di questo saggio ne viene data una dettagliata spiegazione del suo funzionamento ed utilizzo.

Spero che il lettore sappia accogliere con piacere il mio lavoro e che, da questo, egli possa ricavare tante soddisfazioni. Purtroppo, data la specificità dell'argomento trattato, per la sua piena comprensione occorre avere delle buone basi di matematica (soprattutto trigonometria), possedere nozioni elementari di fisica, avere attitudine alla speculazione scientifica e naturalmente... passione per la materia.

Buon lavoro.

PARTE PRIMA  
LE BASI CULTURALI



## Breve storia dell'orologio solare

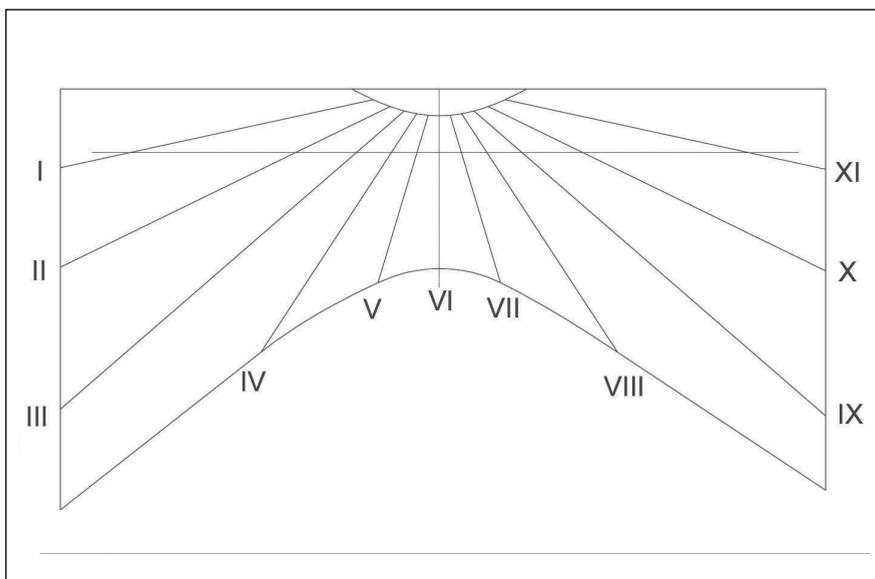
Ecco come possiamo immaginare che sia avvenuta l'invenzione dell'orologio solare. Inizialmente l'uomo leggeva lo scorrere del tempo, osservando la posizione assunta dal Sole sulla volta celeste. Il cielo era, per lui, un immenso quadrante ed il Sole la "lancetta". Purtroppo non era facile leggere questo strumento. Ogni volta che si cercava di farlo, si veniva abbacinati dalla luce dell'astro. Un giorno, un nostro antenato osservò che al moto del Sole corrispondeva un analogo spostamento delle ombre prodotte dalla sua luce, però queste erano più facili da guardare. Osservazione dopo osservazione, alla fine egli intuì che era possibile migliorare questo metodo per stimare lo scorrere del tempo. Chissà quanto ci lavorò sopra, ma alla fine, la sua idea prese forma nell'invenzione del quadrante solare. Non c'è dato sapere di che genere e di che etnia fosse, che lavoro facesse, che lingua parlasse quel nostro antenato, ma una cosa è certa: egli era un grande osservatore del cielo e della natura.

Non sono uno storico, ma provo ad esporre ciò che si conosce sulla nascita, sviluppo di questi strumenti e dei sistemi di misura che usano. Sono informazioni raccolte dai testi consultati o trovati su internet. In questa materia le ricerche sono difficili e, a volte, imprecise, superficiali, integrate da deduzioni e ipotesi formulate dagli studiosi.

Le prime testimonianze sull'uso degli orologi solari risalgono al xv secolo a.C.; si trovano nei resti delle antiche civiltà babilonese, egizia e greca. Non è possibile stabilire una data certa, nemmeno in modo approssimativo, per mancanza di reperti e documenti più antichi; tuttavia gli storici ritengono che questi strumenti fossero in uso già molti

secoli prima, presso civiltà ancora più antiche e sconosciute. Purtroppo, avendo pochissimi indizi, si fanno supposizioni a volte fantasiose. Civiltà antichissime, vissute in varie parti del mondo, di cui si sa poco o nulla, ci hanno lasciato qualche traccia nei loro resti megalitici (si pensi al celeberrimo sito di Stonehenge, in Inghilterra). Da fonti indirette possiamo affermare che quadranti solari erano già in uso in Mesopotamia, presso i sumeri, i babilonesi e nella Cina del xxvii secolo a.C. ma è nei reperti delle più “recenti” civiltà del Mediterraneo che possiamo avere informazioni più precise. Ecco che presso gli egizi troviamo l’uso di suddividere l’arco diurno e notturno in dodici parti (*ore*), metodo probabilmente appreso da altri popoli. Lo stesso sistema venne usato anche dai greci e dai romani. È difficile sapere con certezza dove ebbe origine questa convenzione. Una tale suddivisione delle due fasi del giorno offre *ore* di durata variabile nel corso dell’anno. D’estate, essendo la giornata più lunga della notte, si ottengono *ore* diurne di durata maggiore delle *ore* notturne; d’inverno accade l’opposto.

Osserviamo anche che la durata delle due fasi del giorno, oltre a dipendere dalla declinazione del Sole, dipende anche dalla latitudi-

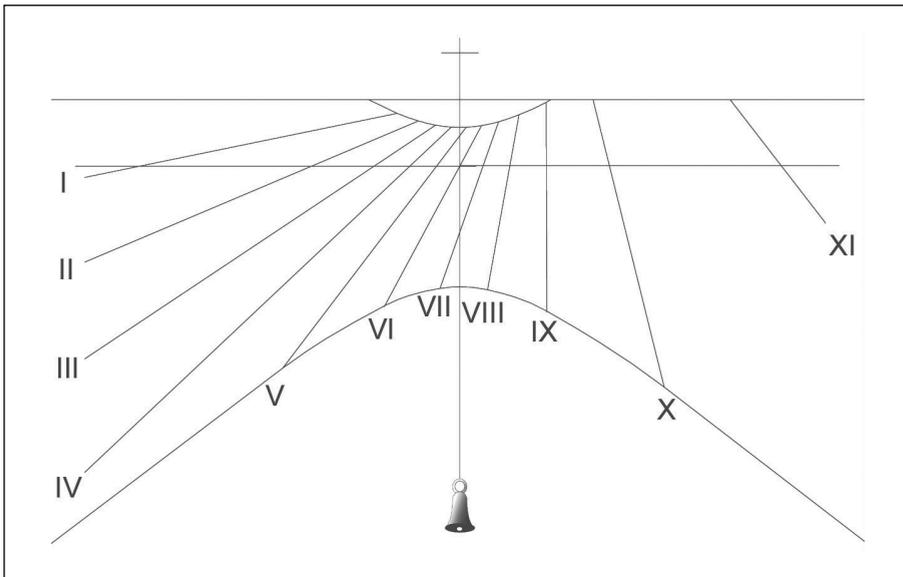


**Figura 1.** Quadrante solare ad ore ineguali

ne alla quale ci si trova. In sintesi, le *ore* di questi popoli antichi non avevano durata costante durante l'anno. I loro sistemi di misura del tempo vengono oggi definiti genericamente ad: *ore ineguali o antiche* (ma assumono anche altri nomi, a seconda del contesto: *temporarie o temporali, naturali, bibliche, giudaiche, ecc.*).

Questo sistema di misura del tempo andava bene nella vita quotidiana. Venivano distinte le due fasi del giorno (giornata e notte), in cui si svolgevano attività diverse. Queste due fasi venivano frazionate in dodici parti ciascuna; si avevano così dei riferimenti temporali per programmare e pianificare le attività sociali ed individuali. Tuttavia già da allora, in ambito scientifico, venivano usate *ore* di uguale durata, chiamate *astronomiche* o *equinoziali* (quest'ultimo termine deriva dal fatto che: agli equinozi la giornata e la notte hanno uguale durata, quindi anche le ore diurne e notturne hanno la stessa durata, perciò l'intero giorno risultava diviso in 24 parti uguali). Si ottenevano queste misure con orologi solari *equatoriali*.

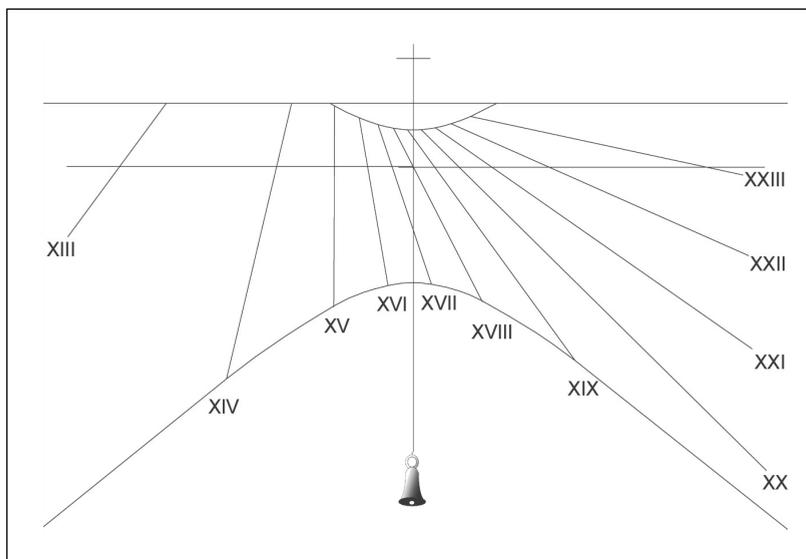
Il quadrante era disposto parallelo al piano equatoriale; lo gnomone perpendicolare al quadrante (quindi parallelo all'asse terrestre);



**Figura 2.** Quadrante solare ad ore babiloniche

le ore erano indicate con linee spaziate di  $15^\circ$ , uscenti dal piede dello stilo. Il sistema consentiva precisi rilevamenti dei fenomeni celesti e, presumibilmente, anche precise previsioni di occultazioni, eclissi, congiunzioni, levate di astri, ecc. In questo sistema la conta delle ore partiva dal mezzogiorno. Le *ore temporarie*, con le loro varianti, nel mondo occidentale, vennero usate durante tutto il medioevo. Dobbiamo anche considerare che fin dalla comparsa dei primi orologi solari, ci furono inventori che si cimentarono nella costruzione di orologi alternativi. Purtroppo la costruzione di un meccanismo sincronizzato con il moto apparante del Sole si rivelava un'impresa ardua. Qualsiasi strumento tendeva a sfruttare un movimento costante, da ciò derivavano *ore* di uguale durata, sia in estate che d'inverno. Nelle clessidre il flusso di sabbia, o acqua, che attraversa il foro è costante; nelle candele graduate il consumo di cera da una tacca alla successiva è costante; anche negli orologi ad acqua il flusso del liquido doveva essere costante.

Questi strumenti sarebbero stati utili per indicare *ore equinoziali* (ma erano in vigore le *temporali*); però avrebbero avuto il pregio di



**Figura 3.** Quadrante solare ad ore italiane