

Il cronometro degli equinozi della meridiana di Santa Maria degli Angeli a Roma

Tullio Della Togna

sirio7777@tiscali.it

Submitted 7th August 2025, revised & accepted 25th August

Abstract The Chronometer of the Equinoxes is a tool invented by Francesco Bianchini (1662-1729) to measure the time after or before the topocentral equinox. Two observing cases of Fall 2007 and Spring 2024 are examined to explain the theory of the penumbral corona.

Sommario Il cronometro degli equinozi è stato inventato da F. Bianchini per misurare il tempo trascorso o mancante –al momento del transito meridiano- dall’equinozio topo centrico. Due casi osservativi sono discussi: Autunno 2007 e Primavera 2024.

Keywords: Pinhole Meridian Line, Clementine Gnomon, Equinoxes.

Proprietà dell’immagine solare agli equinozi

In corrispondenza degli equinozi, adiacenti alla linea meridiana, sono disegnate due ellissi una sul lato Est e l’altra su quello Ovest, inoltre sul loro asse maggiore, ci sono due regoli in ottone sfalsati tra loro. L’asse maggiore dell’ellisse misura 345 mm. I regoli sono lunghi 325 mm, e sono sfalsati tra loro di 20mm.



Fig. 1 Fotografia del Cronometro Ovest, il primo ad essere illuminato dal Sole nel passaggio meridiano.

Il cronometro è nato per determinare quando avviene l'equinozio, cioè il momento in cui i raggi del Sole arrivano perpendicolarmente rispetto all'asse di rotazione terrestre, fenomeno geocentrico che dura solo un momento.

Partendo da questo dato possiamo dedurre che angolo forma, rispetto alla verticale del luogo, la luce del Sole nel nostro sito, a patto che se ne conosca con esattezza la latitudine.

Anche per questo Francesco Bianchini (1662-1729) la determinò con meticolosità.

Conoscendo questo angolo, in una meridiana a camera oscura, è possibile determinare il punto esatto dove cade il centro dell'immagine del Sole agli equinozi se questi avvengono al mezzogiorno locale.

Si disegna l'ellisse, che è la forma dell'immagine solare sul pavimento, e se l'equinozio avviene al mezzogiorno locale vedremo "il Sole" sovrapporsi esattamente al disegno sul pavimento.

Nel periodo intorno all'equinozio di Primavera, l'immagine del Sole interseca la linea meridiana, spostandosi, giorno dopo giorno, da Nord verso Sud, quindi se si trova più a Nord rispetto all'ellisse disegnata, l'equinozio deve ancora avvenire, se si trova più a Sud è già avvenuto. Per quello d'Autunno è l'opposto.

Cronometrare gli Equinozi

Vediamo ora come è possibile determinare l'ora degli equinozi.

Egnazio Danti (1536-1586), nella 1576,¹ aveva misurato che l'immagine del Sole nel giorno degli equinozi " si sposta" longitudinalmente sulla linea della meridiana di 1' in 1 ora, il diametro apparente del Sole, in quel giorno, è quasi esattamente di 32' come si poteva dedurre dall'immagine del Sole proiettata nelle meridiane a foro stenopeico. Ne consegue che il diametro meridiano viene "percorso" in 32 ore.

Bianchini e gli astronomi del tempo conoscevano questo studio del Danti utile per conoscere quanto tempo trascorre dal mezzogiorno locale all'equinozio o viceversa.

Infatti, Bianchini realizzò dei righelli lunghi quanto "il diametro del

¹ E. Danti, *Usus et Tractatio Gnomoni Magni, Bononiae*, 1576.

Sole", in pratica come l'asse maggiore dell'ellisse disegnato sul pavimento, si divide questo righello in 32 segmenti uguali che, come abbiamo visto, corrispondono ad 1 ora.

Francesco Bianchini calcolò che l'immagine netta del Sole, sul pavimento, agli equinozi avesse un asse maggiore pari a 325 mm e fece realizzare dei regoli in ottone di questa lunghezza che divide in 32 parti uguali.

Per conoscere lo scostamento dall'equinozio basta vedere dove si posiziona il lembo dell'immagine sul righello, ma c'è una difficoltà ulteriore perché le considerazioni che abbiamo fatto sopra, sono riferite all'immagine netta del Sole.

Il problema della penombra e dell'immagine netta del Sole

Bisogna tener conto che sul pavimento si forma l'immagine lorda che è formata da quella netta contornata un anello di penombra, per compensare quest'ultimo bisogna usare 2 regoli uguali adiacenti e traslarli rispettivamente sui bordi Nord e Sud dell'immagine lorda. Bianchini valutò la fascia di penombra pari al raggio del foro stenopeico, come aveva già scritto Cassini per lo Gnomone di San Petronio a Bologna. Nel nostro caso la penombra è pari a 10 mm; Bianchini riferì infatti che il foro aveva un diametro di $1/1000$ dell'altezza del foro, cioè 20 mm.

Con questo accorgimento possiamo usare agevolmente il bordo dell'immagine lorda per la misura.

Per stabilire la lunghezza dell'asse maggiore, dell'immagine lorda, si aggiungono ai 325 mm netti altri 10+10 mm di penombra otteniamo 345 mm che corrisponde all'asse maggiore che misuriamo sul marmo confermando quanto scritto fino qui.



Fig. 2 Il Sole e la corona di penombra il 31 luglio 2025 h 13:14 (Foto C. Sigismondi)

Nella foto in fig. 2 si vede benissimo la corona di penombra
Il disegno seguente chiarisce quanto detto sopra.

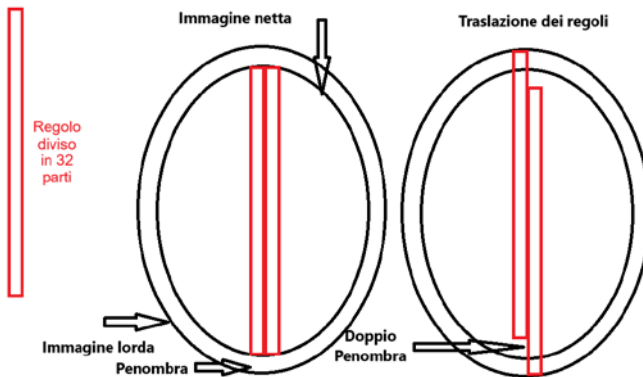


Fig. 3 Regoli dei cronometri degli equinozi.

Uso pratico del cronometro degli equinozi

Il nome è stato coniato da M. Catamo e C. Lucarini (2012²) e va da sé che va impiegato in prossimità nel giorno dell'equinozio.

I casi sono tre:

- 1- L'immagine del Sole si sovrappone esattamente all'ellisse inciso sul marmo allora l'equinozio coincide con il mezzogiorno locale.
- 2- Si trova più a Sud rispetto all'ellisse.
- 3- Si trova più a Nord rispetto all'ellisse

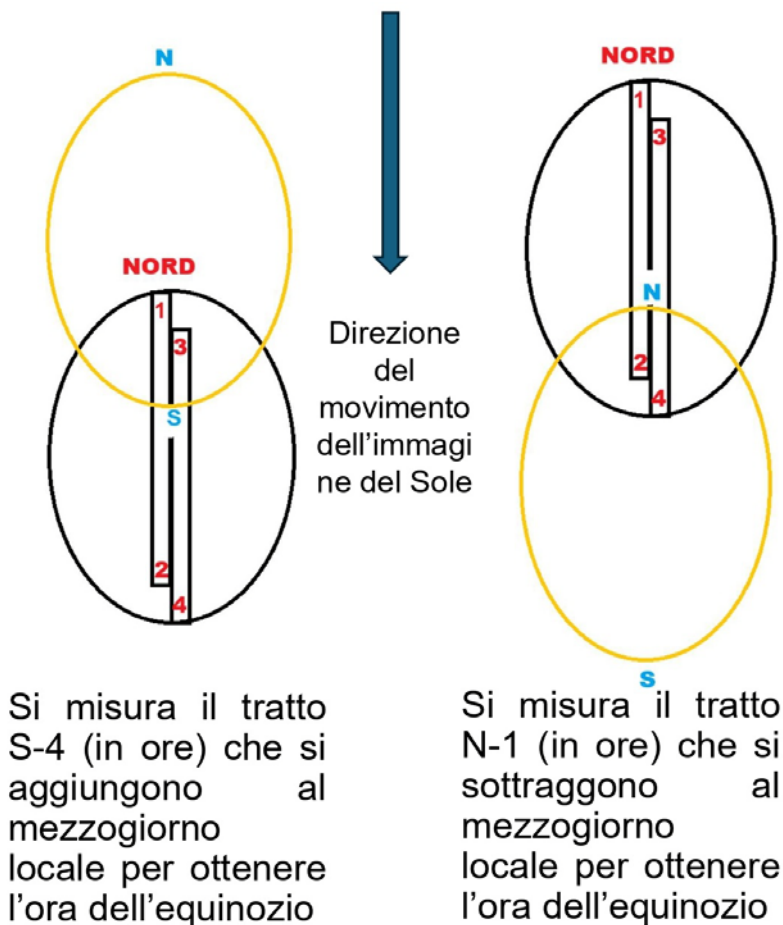


Fig. 4 Schema di utilizzo per l'equinozio primaverile o vernale

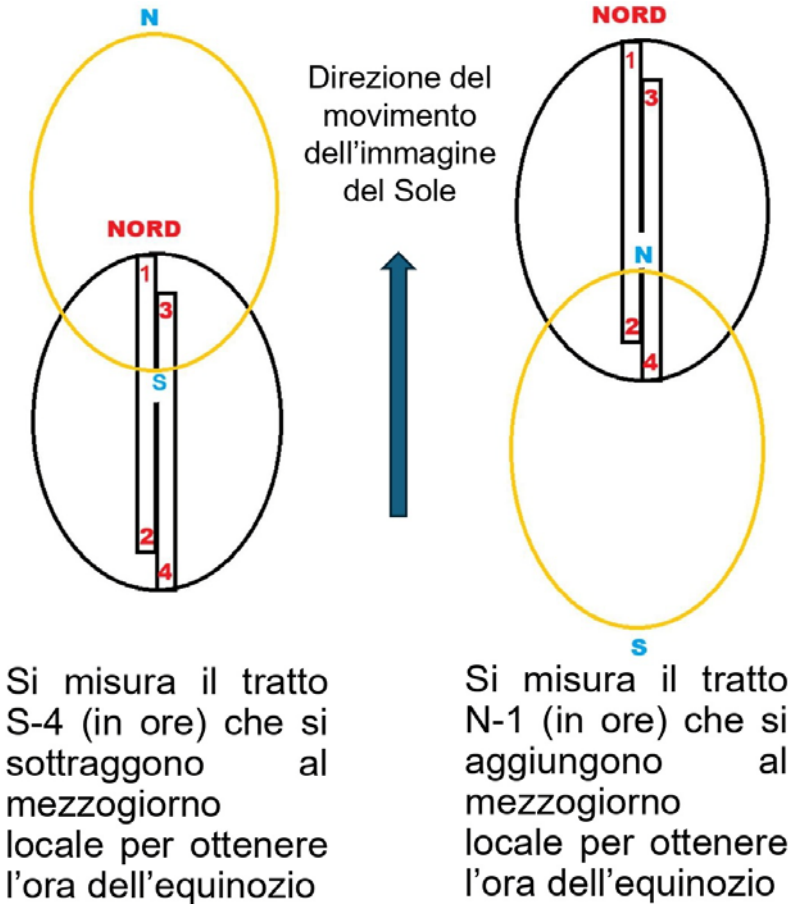


Fig. 5 Schema di utilizzo per l'equinozio autunnale

Le misure riprese dalla foto in fig. 6 servono per una valutazione.

$AB = 22.6$ trentaduesimi di BC

Mezzogiorno solare vero locale il 22 settembre 2007 era alle ore 13:03

Affinché il bordo dell'immagine del Sole raggiunga il bordo del righello nell'immagine incisa sul marmo, devono ancora passare 22.6 ore, cioè 22 ore 36 minuti.

Per sapere a che ora avviene l'equinozio bisogna sommare il mezzogiorno alle ore mancanti

$13:03 + 22:36 = 35:39 - 24:00 = 11:39$ quindi alle 11:39 del giorno successivo 23 settembre 2007

Quell'equinozio è avvenuto alle 11:51:13² del 23 settembre 2007 quindi quello misurato con il regolo di Bianchini è avvenuto 12 minuti prima dell'ora prevista dalle effemeridi moderne.

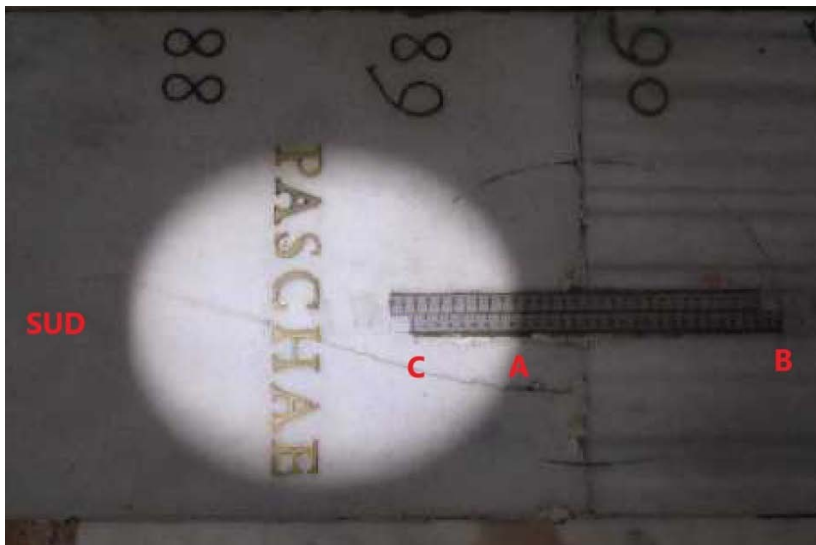


Fig. 6 Immagine solare il 22 settembre 2007, con i regoli di M. Catamo e C. Lucarini (2012)² posti sul “cronometro” Est.

Il 20 marzo 2024 il mezzogiorno locale vero è stato alle 12:17

$BC = 345$ mm; Diametro meridiano misurato dell'immagine $d = 358$ mm; diametro del foro stenopeico reale $d_r = 25$ mm. Diametro netto dell'immagine solare $d_n = 333$ mm.

$AB = CB/2 - AB = 77$ mm; $AB/BC = 0.2175$ che è la frazione di 32 ore, secondo la regola del Danti. Quindi l'equinozio è avvenuto 6.96 ore, circa 6 ore 58 minuti prima del mezzogiorno locale vero

$12:17 - 6:58 = 5:19$

In realtà l'equinozio geocentrico avvenne alle 5:06:24³ con una

² <https://ssp.imcce.fr/forms/seasons>

³³ <https://ssp.imcce.fr/forms/seasons> per l'anno 2024, tradotto in ora estiva per il fuso orario dell'Europa Centrale.

differenza di 13 minuti di tempo con le osservazioni.

Il dato osservato qui dà un equinozio 13 minuti dopo quello calcolato, mentre nell'equinozio autunnale del 2007 è stato osservato 12 minuti prima.

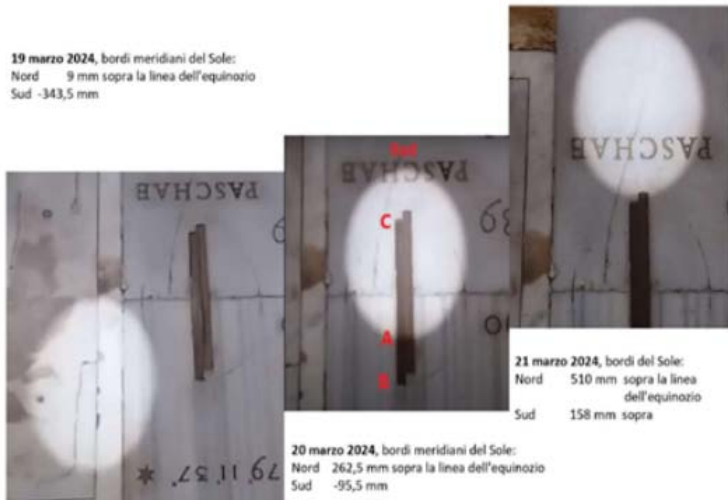


Fig. 7 Equinozio vernale del 2024 (foto e misure sul posto di Costantino Sigismondi)

La differenza tra equinozio geocentrico e ciò che si misura al topocentro di Santa Maria degli Angeli a Roma è nascosta in questi minuti di differenza con le effemeridi geocentriche, ma si aggiungono anche altre incertezze dovute alla turbolenza dell'immagine e alla differenza tra il diametro del foro del tempo di Bianchini 20 mm e quello attuale 25 mm.



Fig. 7 Particolare del regolo Ovest nell'ellisse Ovest

In fig. 7 la parola “PENUMBRA” è seguita dal disegno di “una minuscola scala a pioli” lunga circa 8.5 mm. Possiamo ipotizzare che questa sia la dimensione della penombra che Bianchini adottava, ma è inferiore ai 10 mm del raggio del foro.

Osservando bene vediamo che la scritta come il disegno sono consumati dal calpestio nei secoli scorsi e sono in parte scomparsi, gli estremi della “scala” sono usurati, così la sua dimensione poteva essere anche di 10 mm.

La corona di penombra nel 1702

Le ellissi incise sul marmo adiacenti alla linea della meridiana hanno diametro meridiano di 345 mm, e la lunghezza dei regoli in ottone corrisponde all'asse maggiore dell'immagine netta del Sole è pari a 325 mm. La corona di penombra era di 20 mm. L'asse minore lordo era di 274 mm, sul marmo ne misuriamo 255 mm con una differenza di 19 mm, compatibile con la corona di 20 mm.

Bisogna precisare che c'è una lieve differenza tra le dimensioni degli assi calcolati a Primavera e in Autunno perché in Primavera la Terra è più vicina al Sole che in Autunno, questo modifica il diametro angolare del Sole, perciò le misure lineari considerate sino ad ora sono da ritenersi come valori medi.

La penombra oggi, ed il foro efficace

Le dimensioni del foro “efficaci” non sono le stesse del 1701, e con “efficace” intendiamo le dimensioni che effettivamente contribuiscono alla formazione dell’immagine del Sole.

Infatti l’attuale foro stenopeico orizzontale è un cilindro con uno spessore di 6.22 mm e un diametro di 25 mm con alcune irregolarità.⁴ La incidenza della luce avviene con angoli diversi durante le stagioni, e di conseguenza il centro efficace ha una posizione variabile ed è sempre spostato a Nord rispetto al “punto verticale”, con un’altezza di 20354.4 mm rispetto a quest’ultimo.

Agli equinozi vale il valore efficace è di 19 mm ed è spostato 3 mm verso Nord. Lo stesso autore,⁵ analizza le variazioni di altezza del foro stenopeico in funzione della temperatura della muratura, e naturalmente variando l’altezza anche l’immagine sulla linea meridiana cambia posizione.

Differenza tra equinozio geocentrico e topocentrico

L’equinozio geocentrico nell’autunno 2007 era 12 minuti dopo della linea disegnata dal Bianchini, cioè rispettando la proporzione 345 mm – 32 ore, 2.156 mm spostato verso Nord. L’equinozio geocentrico vernale del 2024 era 13 minuti prima rispetto alla linea equatoriale di Bianchini, quindi 2.336 mm spostato verso Nord. Le due posizioni ottenute da due misure diverse differiscono tra loro per soli 0.18 mm, e l’equinozio topocentrico appare a 12” da quello geocentrico. Ulteriori misure^{4,5} servono a chiarire se questo è un effetto sistematico. Il “cronometro degli equinozi” della meridiana di Santa Maria degli Angeli a Roma è certo uno strumento geniale, e Bianchini, ancora ci stimola a capire meglio la gnomonica.

Referenze

Egnazio Danti, Usus et Tractatio Gnomoni Magni, Bononiae, (1576).

M. Catamo e C. Lucarini, Il Cielo in Basilica, Arpa-Agami-Roma (2012)²

C. Sigismondi, Misure dell’equinozio vernale 2019 Gerb 22,17-22(2025)

C. Sigismondi, Misure dell’equinozio autunnale 2019 Gerb 22,23-40 (2025)

⁴ Sigismondi, Equinozio Vernale 2019, Gerbertus 22 (2025) 17-22.

⁵ Sigismondi, Equinozio Autunnale 2019, Gerbertus 22 (2025) 23-40.