

TESORI VICINI

www.tesorovicini.it



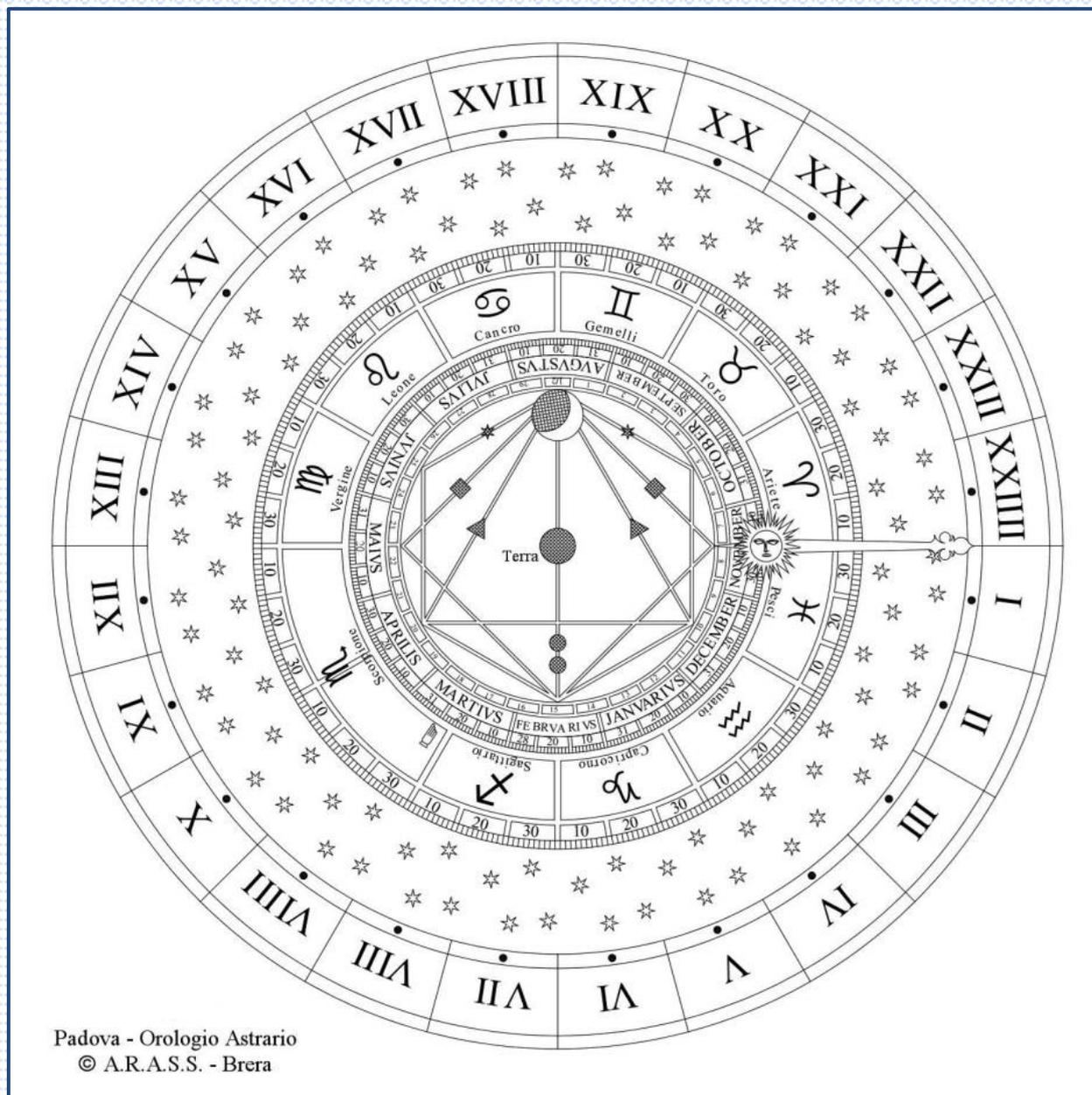
in collaborazione con



Mario Margotti
Socio A.R.A.S.S. – Brera
Curatore dell’Orologio Astrario
di Piazza della Loggia – Brescia



Padova
- Piazza dei Signori -
Orologio Astrario
Anno 1437



- Sezioni del Quadrante -

- Corona dell'orizzonte
- Corona delle Stelle
- Cielo dello Zodiaco
- Cielo del Sole
- Cielo della Luna
- Terra

– **Composizione dei treni di ruote** –

z = n° dei denti della ruota o pignone

Ruota 1	z 61	Asse dell'orologio (6 giri in 24 ore)
Ruota 2	z 365	Ruota dello Zodiaco
Ruota 3	z 72	Fissa da cui l'insieme prende il moto
Ruota 4	z 162	Comune ai cieli del Sole e della Luna
Pignone	5 z 21	Comune ai cieli del Sole e della Luna
Ruota 6	z 255	Ruota della Luna
Ruota 7	z 42	Folle
Ruota 8	z 84	Cielo del Sole
Pignone 9	z 9	Cielo del Sole
Ruota 10	z 366	Ruota del Sole - Indice delle ore



– **Corona dell'Orizzonte** –

Quadrante all'italiana

All'epoca di costruzione dell'orologio di piazza dei Signori, era in vigore il sistema orario Italoico detto anche "ora all'italiana". Con questo sistema orario venivano conteggiate le ore trascorse o mancanti al tramonto del Sole istante che determinava l'ora 24, fine del giorno e inizio del giorno nuovo. La notte apparteneva tutta al giorno successivo. Questo sistema è storicamente il più importante per noi essendosi diffuso soprattutto nella nostra penisola e utilizzato fino al 1800.

La luce solare termina con il tramonto del Sole, momento in cui la campagna andava a dormire e il lavoro agricolo aveva la sua naturale conclusione. I nostri avi pensarono di far coincidere quell'istante con l'ora 24 che definiva la fine del giorno.

Un bell'esempio di utilizzo dell'ora italica lo troviamo nei Promessi Sposi del Manzoni. Nel capitolo XVII, quando Renzo trascorre una notte in un capanno in riva all'Adda, dopo la fuga da Milano Manzoni scrive: ... "Quando finalmente quel martello ebbe battuto undici tocchi, ch'era l'ora disegnata da Renzo per levarsi"... Poiché sono trascorsi 2 giorni dal tumulto di San Martino, la vicenda si svolge il 13 novembre 1628.

In tale periodo dell'anno, le ore undici italiche corrispondono all'incirca alle 5 del mattino dell'attuale sistema orario. Renzo quindi non era un dormiglione che si alzava alle 11.

Indipendentemente dalle variazioni stagionali dell'arco di luce diurna, il tramonto del Sole era invariabilmente indicato con l'ora 24. I quadranti degli orologi meccanici per questo sistema orario hanno la circonferenza divisa in 24 ore, con l'ora XXIV posta sul lato destro di chi guarda, nel punto occupato nei moderni orologi dalle ore III e una sola lancetta per le indicazioni dell'ora.

Sul quadrante immaginiamo una linea orizzontale passante per il centro. Essa rappresenta l'orizzonte rispetto al quale la lancetta delle ore riproduce il corso del Sole che sorge ad est percorre l'arco diurno e tramonta ad ovest: il semi-arco superiore corrisponde al giorno, (Sole sopra l'orizzonte), quello inferiore alla notte (Sole sotto l'orizzonte).

Quando la lancetta si trovava orizzontale sul lato destro, si aveva l'istante del tramonto, l'orologio segnava le ore XXIV fine del giorno e la lancetta con la faccia radiata del Sole formava lo stesso angolo che aveva il Sole rispetto all'orizzonte dando l'idea che andava sotto l'orizzonte.

Il punto fisso era sempre il tramonto, tutti gli altri riferimenti orari mutavano in dipendenza della variazione di ampiezza dell'arco di luce diurno legato alle stagioni. Non si aveva un'ora fissa per il mezzogiorno e la mezzanotte essendo questi momenti fluttuanti nel corso dell'anno. Con questo sistema veniva conteggiato tutto l'arco di luce disponibile rendendo facile conoscere in ogni momento quante ore di luce erano ancora disponibili sottraendo 24 all'ora in corso.

Quando ad esempio l'orologio o la meridiana ad ora Italica indicavano le ore 18 il calcolo era semplice; $18 - 24 = - 6$ ore al tramonto.

Gli orologi meccanici dovevano di tanto in tanto subire un aggiustamento orario in più o in meno a seconda che si andasse verso l'estate o verso l'inverno.

Oggi, circondati dalla tecnologia e sempre affannati, una tale misura del tempo ci sembra assurda, ma l'ora italica adeguava i ritmi dell'uomo a quelli della natura.

Il sistema Italico venne abolito per ingiunzione decretata dal Regio Imperiale Consiglio di Governo della Lombardia Austriaca il 12 Maggio 1786, sostituendolo con il sistema detto alla Francese o Tedesco.

Agli equinozi essendo uguale la lunghezza dell'arco diurno e notturno l'indicazione corrispondeva allo schema di pagina 6. Attualmente l'orologio è regolato in modo da corrispondere ai riferimenti del Tempo Medio dell'Europa Centrale che abbiamo in uso.

– Corona delle Stelle – **(Fascia azzurra cosparsa di stelle dorate)**

Rappresenta simbolicamente la sfera delle stelle fisse così definite fin dall'antichità perché non cambiano mai la loro configurazione ovvero la posizione reciproca tra di loro.

Essa è parte del sistema geocentrico nel quale il cielo delle stelle fisse delimitava lo spazio del mondo attorno alla Terra, centro di tutti i movimenti rotatori delle varie sfere.

– Moto del Cielo dello Zodiaco –

La corona dello Zodiaco rappresenta la fascia delle costellazioni zodiacali suddivisa in dodici parti di 30° alle quali da tempo immemorabile sono stati assegnati nomi reali o fantastici.

La sua frequenza di rotazione rappresenta il Giorno Siderale.

Il giorno siderale è l'intervallo di tempo compreso fra due passaggi consecutivi di una stella sullo stesso meridiano terrestre.

La sua durata, è di $23\text{h } 56' 4''$ e corrisponde al tempo impiegato dalla Terra per compiere un'intera rotazione (*nota a pagina 13*).

La corona dello Zodiaco è solidale alla struttura dell'Astrario che compie 366 rotazioni in un anno.

L'asse proveniente dalla macchina dell'orologio che dà il moto alla struttura, compie 6 giri in 24 ore e reca solidale la ruota 1 da 61 denti.

Per il calcolo della frequenza abbiamo:

$6 \text{ giri} * 61 \text{ denti} = 366 \text{ denti della ruota 2 impegnati in } 24 \text{ ore.}$

La ruota 2 ha però 365 denti, pertanto ogni 24 ore essa compie un giro più un dente.

Questo la conduce a compiere 366 rotazioni in un anno in senso orario. Le rotazioni previste in un anno per la corona dello Zodiaco sono 366,25.

Con questo si evidenzia la differenza determinata dal riferimento base anno in 365 giorni come il calendario con accantonamento delle 6 ore da contare al bisestile. La regolazione al 28 febbraio degli anni bisestili pareggia l'anticipo.

– Moto del Cielo del Sole –

La corona del Sole rappresenta il **Giorno Solare**.

Il giorno solare è l'intervallo di tempo che intercorre fra due passaggi successivi del Sole sullo stesso meridiano terrestre.

Esso è più lungo di circa 4 minuti del giorno siderale e dura circa 24 ore (*nota a pagina 13*).

Questa sezione indica sul quadrante le 24 ore, la data, e la posizione del Sole nello Zodiaco.

La faccia radiata del Sole rappresenta il moto giornaliero del Sole intorno alla Terra, e il suo percorso annuale nello Zodiaco.

La lancia delle ore è fissata a questa corona.

La lancia delle ore, ha un'appendice appuntita rivolta radialmente verso il centro del quadrante con la funzione di indice della Luna.

Le ruote dedicate alla corona del Sole, la rallentano di un giro in un anno rispetto alla corona dello Zodiaco. Ne consegue che la corona mostra un'apparente rotazione retrograda.

Le ruote della macchina danno: $Giri\ 366 \cdot 72 / 162 \cdot 21 / 84 \cdot 9 / 366 = 1$

Il rallentamento di un giro rispetto alla corona dello Zodiaco, genera lo spostamento della faccia radiata del Sole nelle case dello Zodiaco e fa sì che la manina posta alla coda dello Scorpione sulla corona dello Zodiaco, indichi la data sulla scala del datario posto sulla corona del Sole.

Come detto l'insieme indica l'anno di 365 giorni come il calendario accantonando le 6 ore da contare al bisestile. La regolazione al 28 febbraio degli anni bisestili pareggia l'anticipo.

– Moto del Cielo della Luna –

La funzione di questa sezione, è di rappresentare sul quadrante la posizione della Luna nello Zodiaco, la Lunazione Sinodica, le fasi, gli "aspetti", Trino, Quadrante, Sestile e i giorni trascorsi dalla Luna Nuova sino alla successiva.

L'oculo del suo disco mostra approssimativamente la sua forma in cielo.

Il tempo impiegato per l'indicazione di una Lunazione Sinodica al valore tipico degli astrari, è 29,5 giorni; 12,373 in un anno.

Le ruote del disco della Luna hanno il compito di rallentarlo in modo che rispetto al suo indice posto sulla corona del Sole esso compia 12,373 giri in meno un anno.

A causa del rallentamento il disco della Luna mostra un'apparente rotazione retrograda.

Le ruote della macchina danno:

$Giri\ 366 \cdot 72 / 162 \cdot 21 / 255 = 13,396078$ giri in un anno.

Rispetto alla corona dello Zodiaco, il disco della Luna compie 13,396078 giri in meno in un anno.

Esso però si rapporta alla corona del Sole che fa già un giro in meno rispetto alla corona dello Zodiaco.

$13,396078 - 1 = 12,396078$ Lunazioni Sinodiche che l'Astrario manifesta in un anno.

$365\ giorni / 12,396078 = 29,444795$ giorni impiegati per una lunazione.

Il dato di riferimento della durata della Lunazione Sinodica, è di 29,53059 giorni.

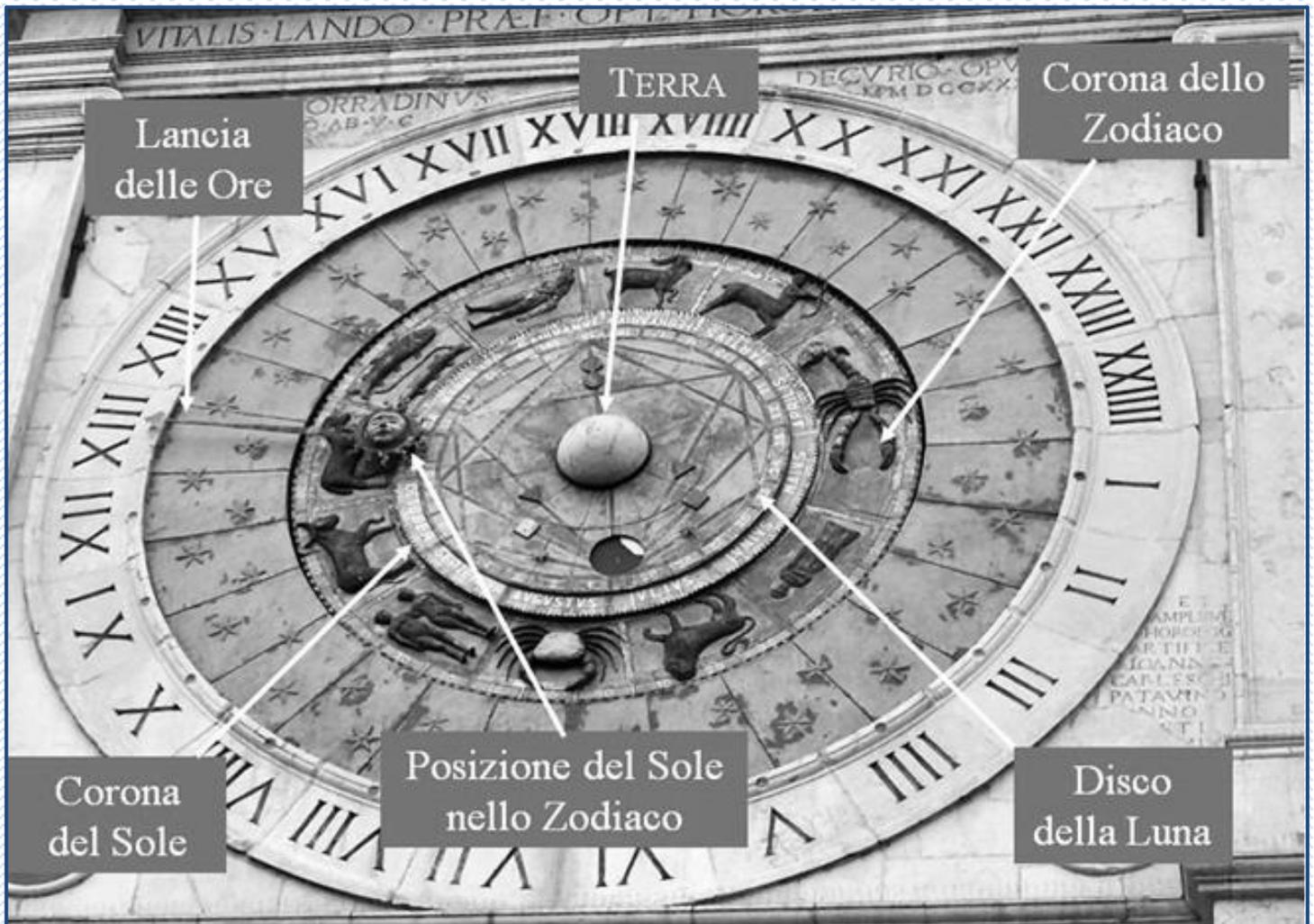
Da questo abbiamo: $29,53059 - 29,444796 = 0,085794$ giorni in meno impiegati per ogni lunazione che moltiplicati per le lunazioni di un anno danno:

$0,085794 \cdot 12,396078 = 1,063509$ giorni pari a: 25,52 ore di anticipo in un anno.

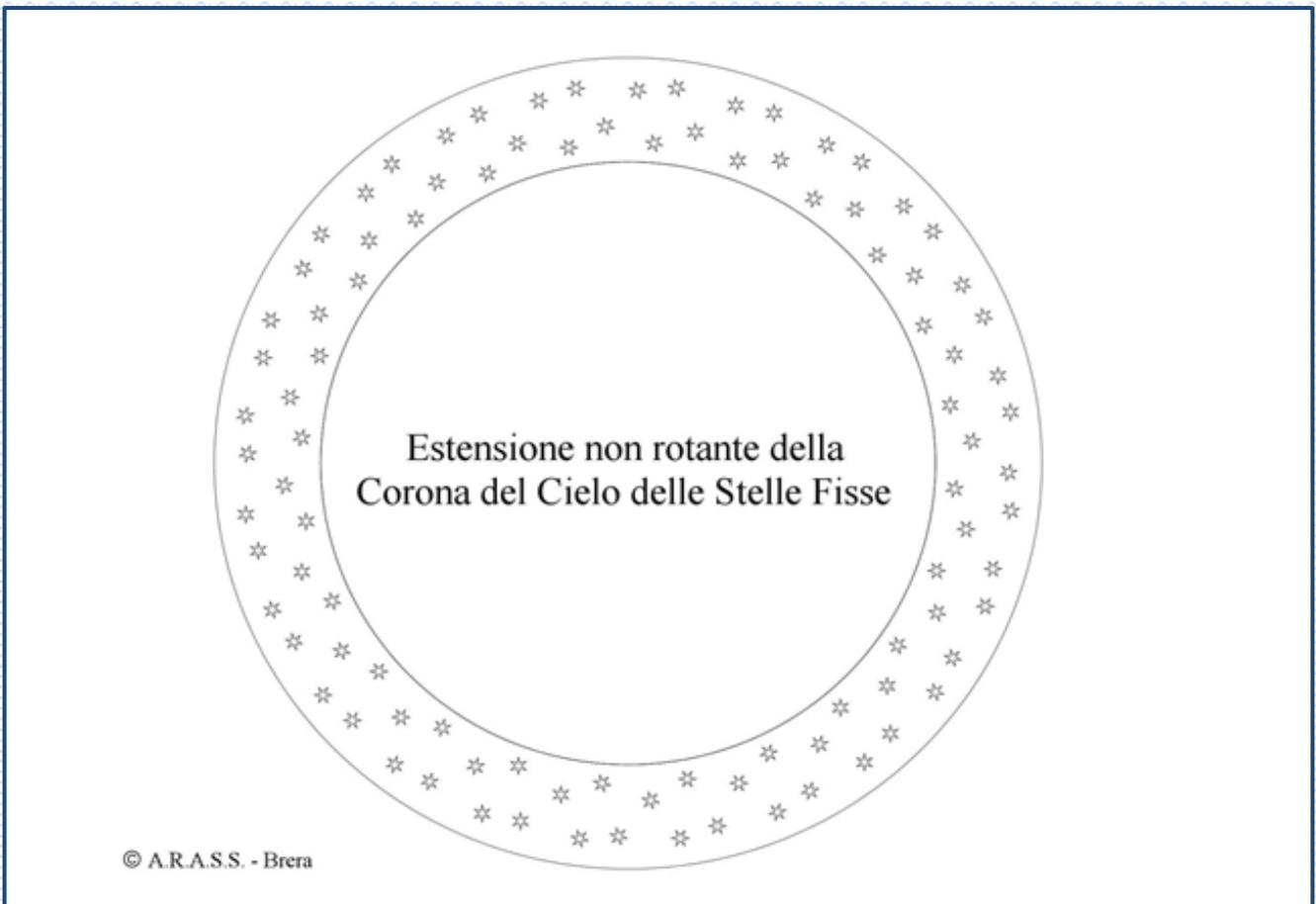
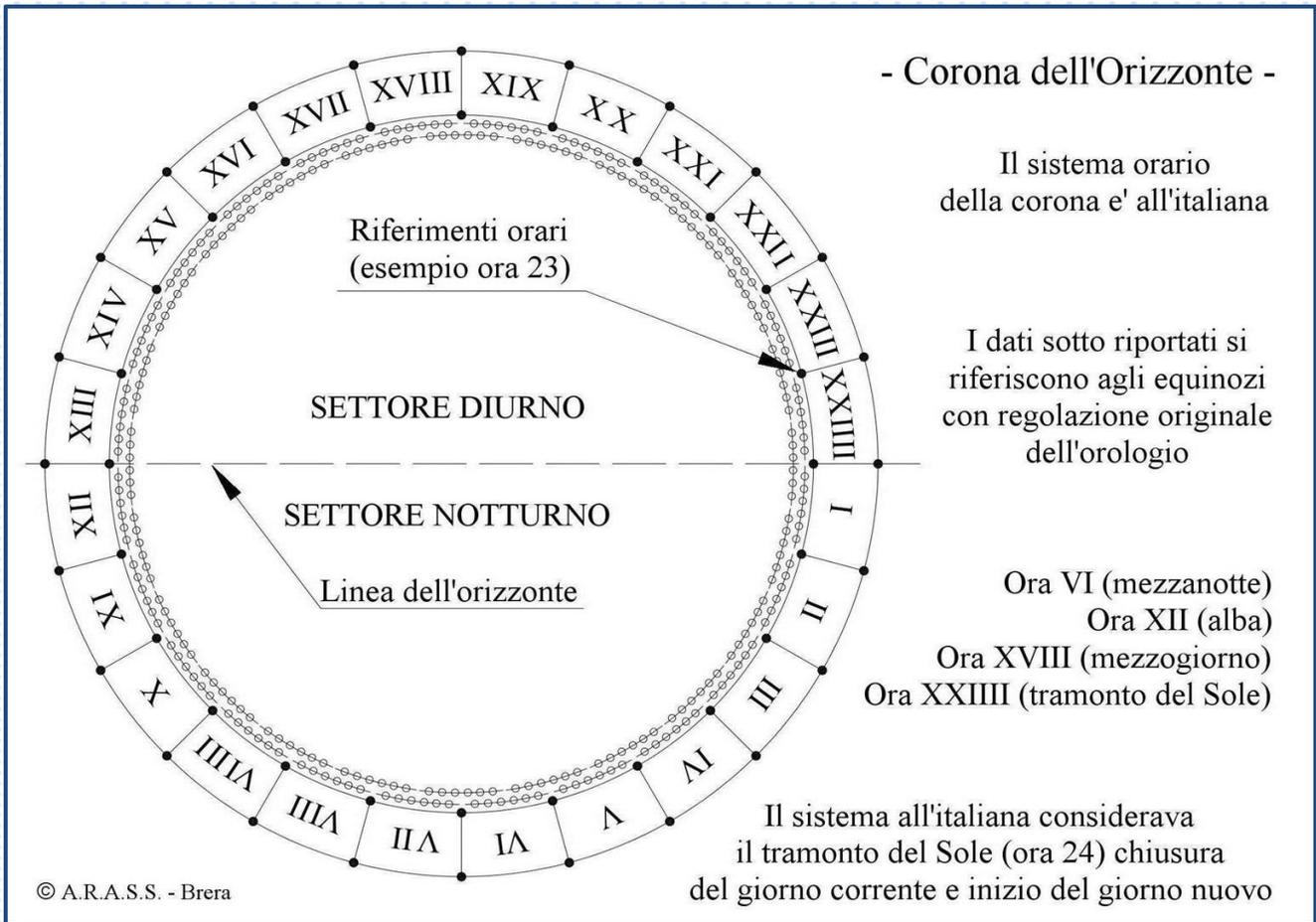
Il disco della Luna anticipa di 25,5242 ore in un anno pertanto richiede degli interventi di regolazione.

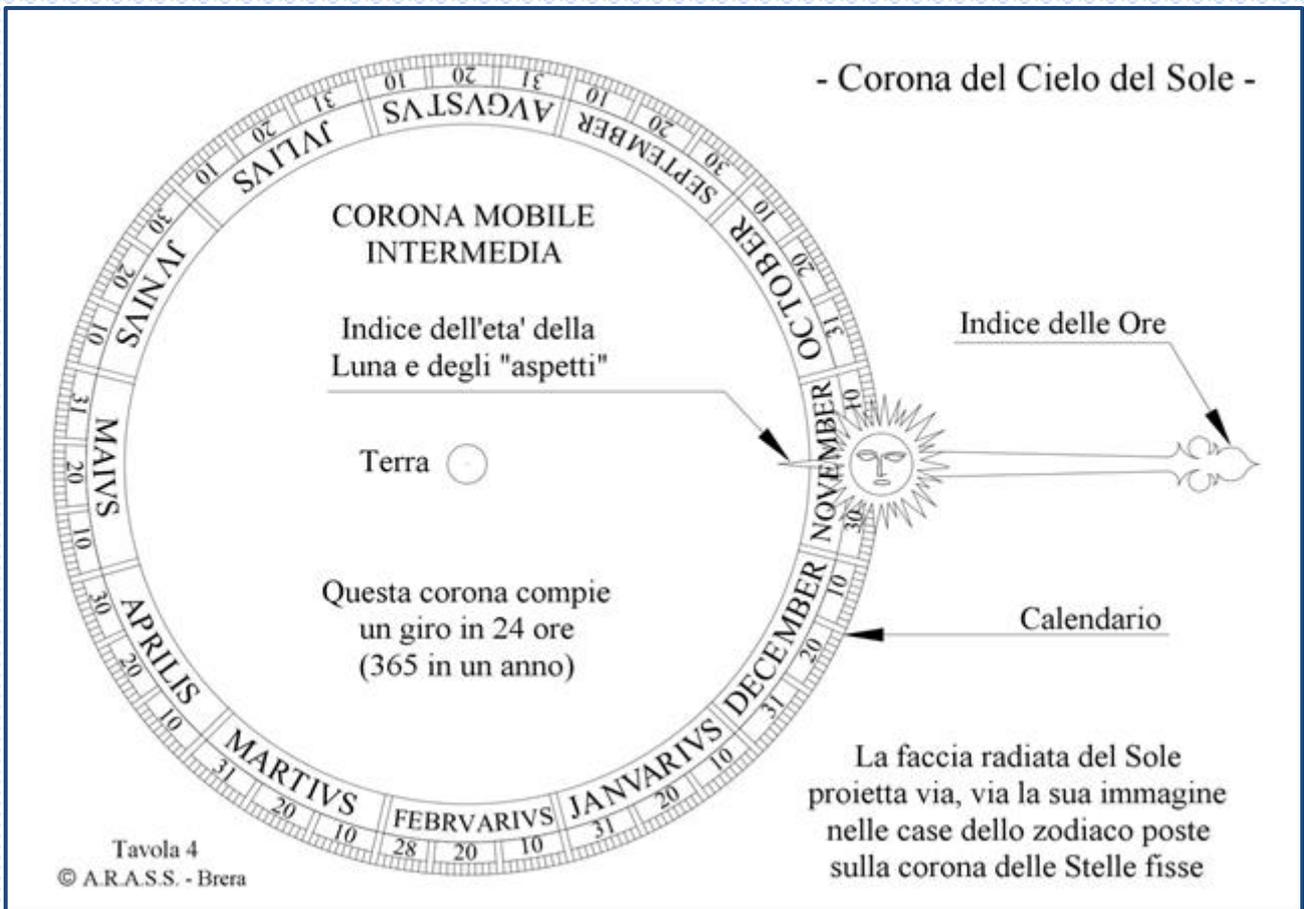
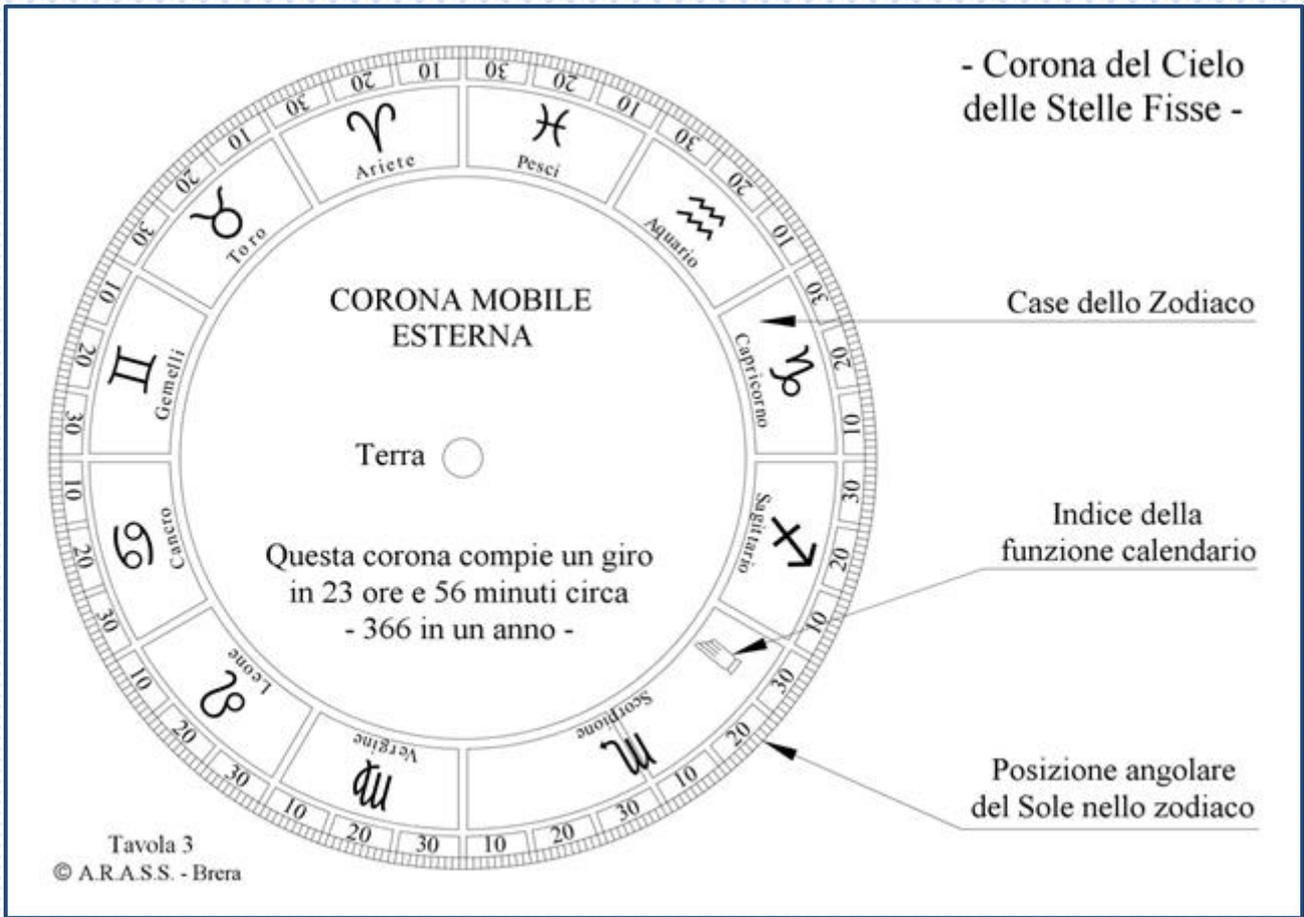
- Terra -
Ferma al centro del Quadrante

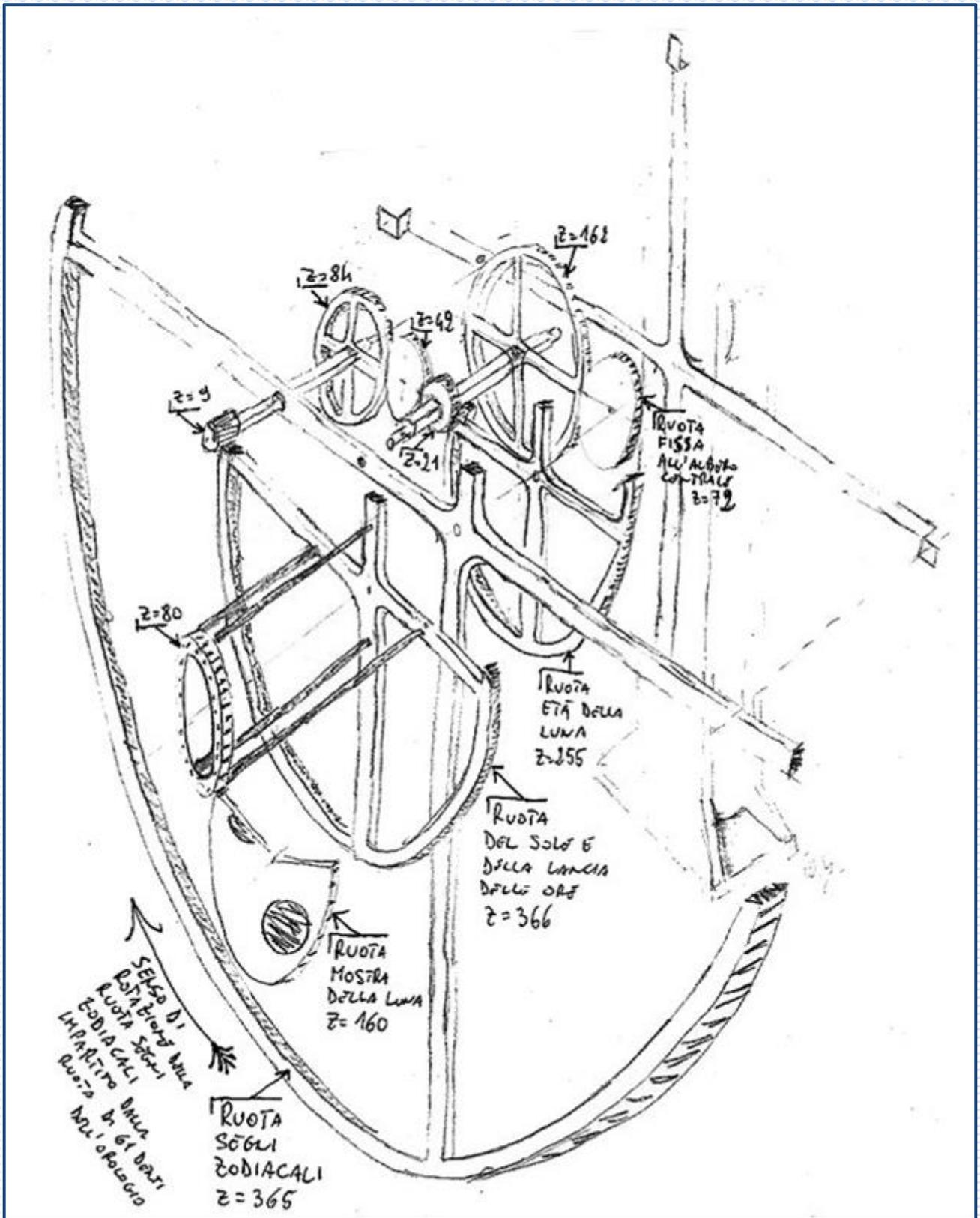
La calotta centrale del quadrante rappresenta la Terra. Questa posizione rispecchia le conoscenze del cosmo al momento di costruzione dell'orologio dettate dalle teorie dell'astronomo Tolomeo.

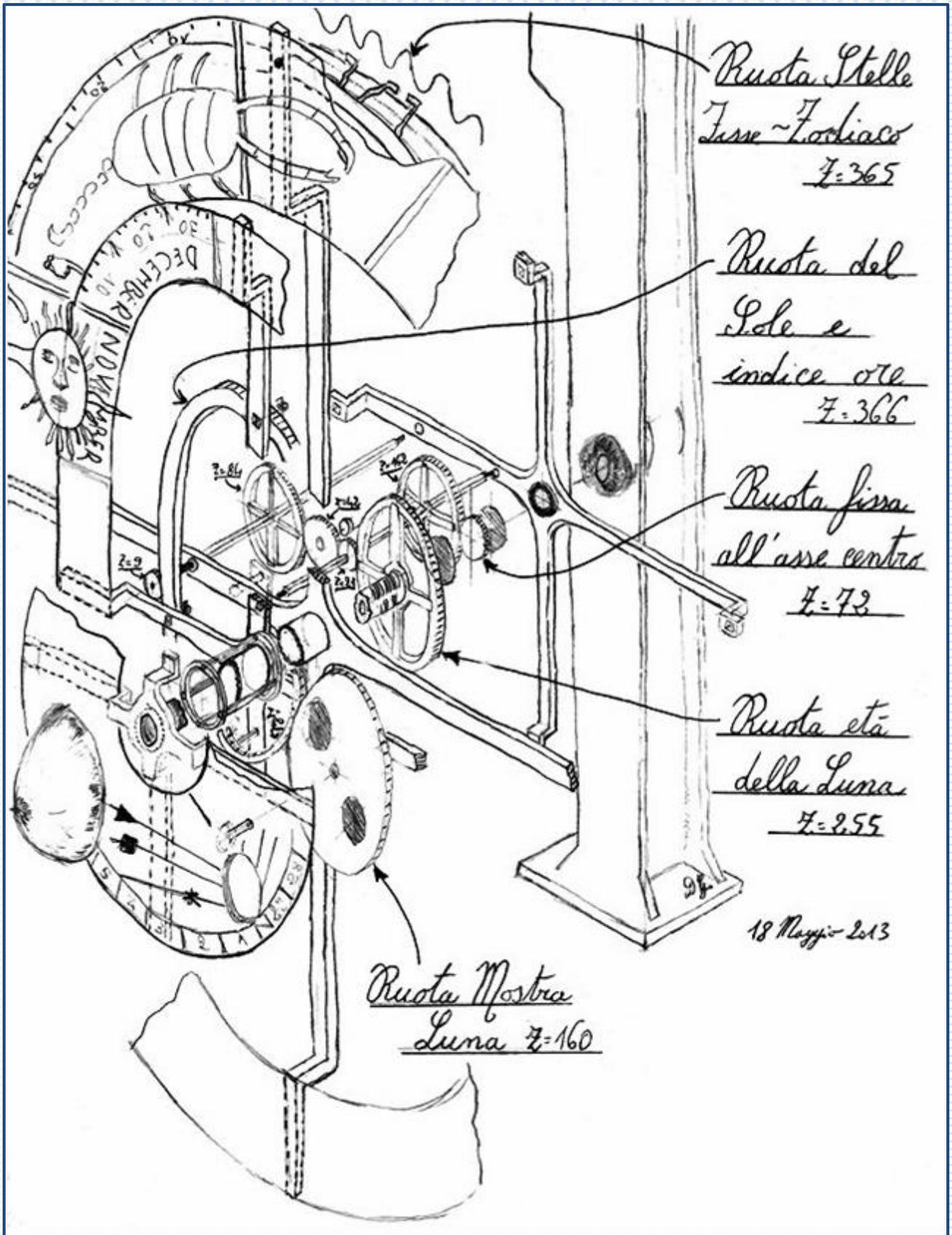


- Tavole -



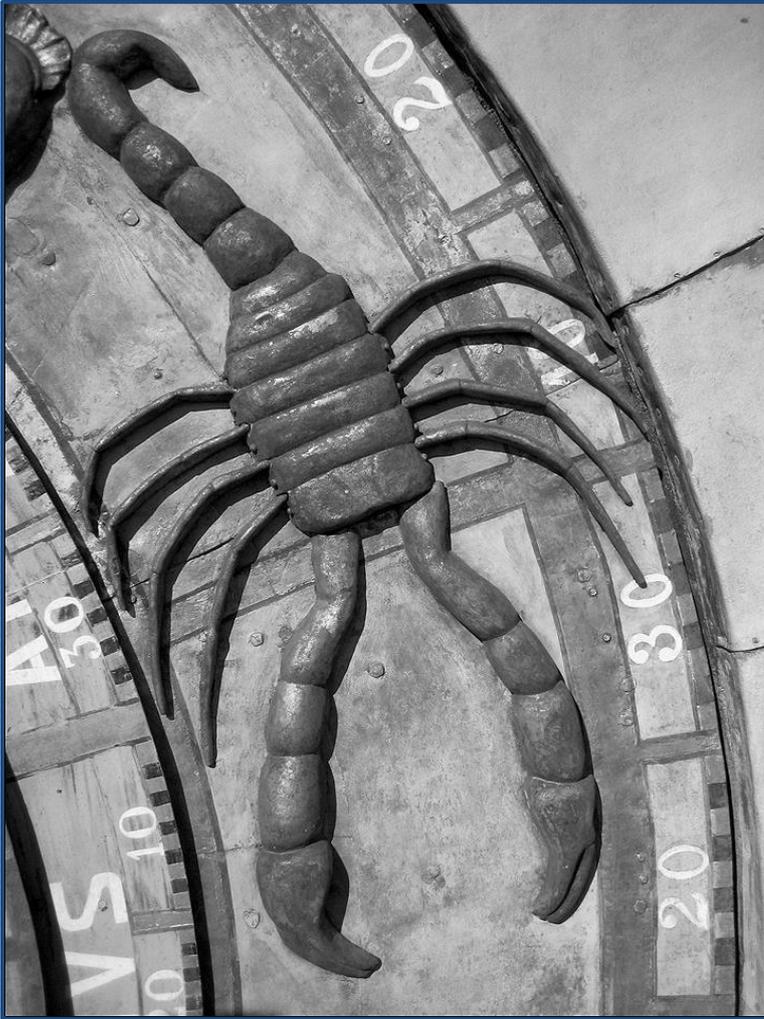






- Manca il segno della Bilancia -

Un interessante particolare dell'Astrario di Padova sta nel fatto che il simbolo dello Scorpione occupa con le "chele" l'arco di trenta gradi che normalmente appartiene alla Bilancia che è assente. L'inquinamento luminoso ormai ci impedisce di godere di uno dei spettacoli più belli che la natura ci ha donato, "il cielo notturno". Nell'antichità la volta celeste era splendidamente visibile e gli antenati inventarono le



costellazioni, proprio per non smarrirsi nelle sue profondità. Solitamente non vi è alcuna vicinanza fisica fra le stelle che compongono una costellazione, ma forse per un gioco di prospettiva gli antichi le videro vicine e collegate. Secondo la mitologia classica, la costellazione dello Scorpione raffigura l'animale che uccise il gigante Orione e comprendeva anche l'attuale costellazione della Bilancia, che ne costituiva le chele. Ovidio nelle Metamorfosi scrisse:

... "Tremando vede disperse nel cielo molte mostruose figure di enormi animali. Dimora lassù lo Scorpione con chele incurvate in duplice arco con la coda ricurva forma due segni celesti"...

Lo stesso Eratostene ebbe a scrivere: *... "La grandezza dello Scorpione lo fece dividere in due segni: dell'uno rimasero le chele, nell'altro il corpo e il pungiglione; ciascuna chela presenta due stelle, una brillante e l'altra oscura, tre più brillanti stanno di fronte, due al ventre, cinque alla coda, quattro al pungiglione"...*

Tratto da "Descrizione delle pitture, sculture e architetture di Padova". "Giovanbattista Rossetti, Padova 1780. ... "l'orologio, oltre il batter ed il mostrar delle ore, addita i giorni del mese, il corso del sole pei segni dello zodiaco, gli

aspetti della luna nel suo crescere e scemare... Nei detti segni manca la Libra, non perché fosse fatta ingiustizia al suo artefice, come l'ignaro volgo si dà a credere, ma perché fu fatto secondo l'uso degli antichi Egizi e Caldei i quali non ve la ponevano"...

Anticamente quindi, il segno dello Scorpione comprendeva anche la Bilancia.



- Sole e Macchine del Tempo -

A partire dall'inizio dell'evoluzione degli orologi meccanici rimase la necessità di avere uno strumento di riferimento per la loro regolazione. Con vigenza del sistema orario italico il punto di riferimento era il tramonto del Sole. Con l'avvento del sistema orario Francese il passaggio del Sole al meridiano locale, (mezzogiorno vero locale), venne preso quale base di riferimento. Lo strumento che rese possibile apprezzare questo fenomeno astronomico è la Meridiana.

Nel XVII secolo l'isocronismo delle oscillazioni del pendolo, descritte da Galileo permise al fisico olandese Christian Huygens di realizzare nel 1657 il primo orologio basato su tale principio.

Pur in presenza di importanti miglioramenti, per gli orologi meccanici rimase la necessità di avere uno strumento di riferimento per la loro regolazione. Il moto del Sole visto in un particolare momento della giornata su uno strumento di riferimento fornì la precisa indicazione per la regolazione delle macchine degli orologi. E' da notare il riferimento al termine "Meridiana". Meridiana e orologio solare, sono usati come sinonimi ma in realtà sono strumenti diversi.

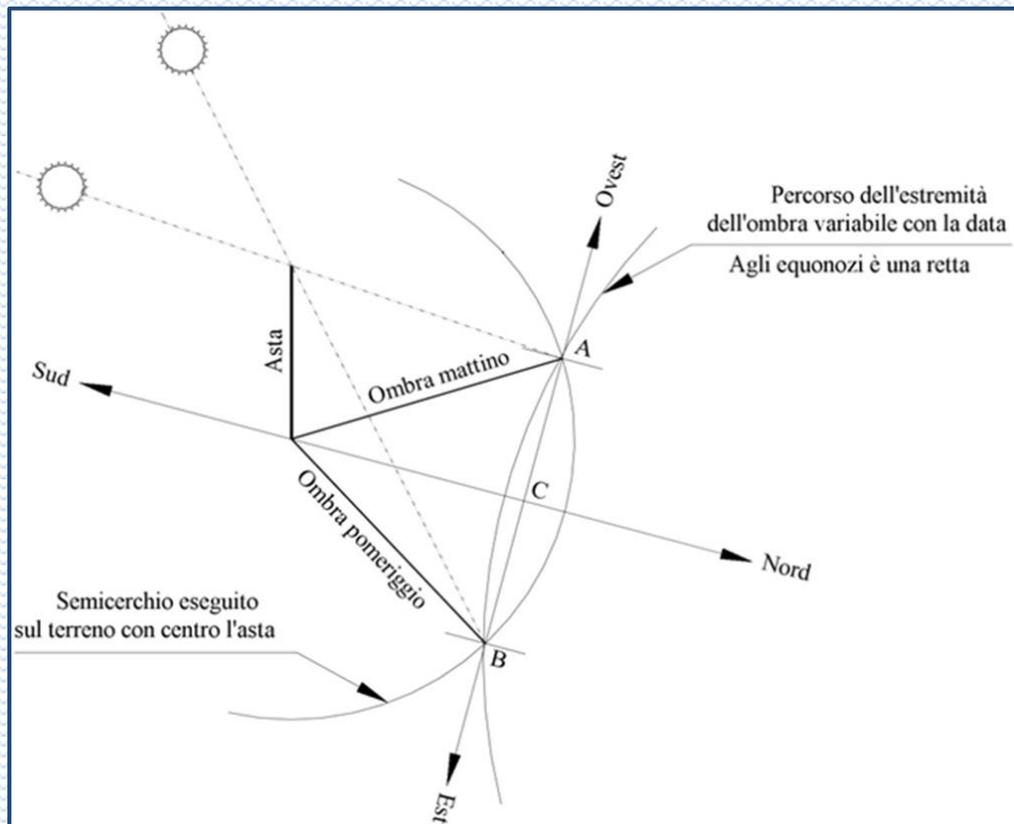
La Meridiana è lo strumento (o la linea) per l'indicazione del solo mezzogiorno, il quadrante solare invece indica tutte le ore possibili in dipendenza della orientazione della parete che lo ospita rispetto ai punti cardinali, contenendo ove possibile in base all'orientamento, anche la linea meridiana.

Generalmente il tipo di meridiana realizzato e utilizzato per queste operazioni è orizzontale del tipo a "camera oscura". Un foro opportunamente calibrato in rapporto all'altezza dal pavimento posto in alto sulla parete o sul tetto, lascia entrare nella stanza di un orologio o generalmente in una chiesa, un raggio di luce che genera al suolo l'immagine del Sole.

Nell'istante in cui la macchia di luce incrocia e viene tagliata in due sulla linea meridiana calcolata e realizzata sul pavimento, si ha l'indicazione del mezzogiorno vero locale utilizzato dal temperatore per regolare l'orologio.

Un esempio di meridiana asservita alla regolazione dell'orologio lo troviamo nella sala macchine del monumentale orologio del Torrazzo a Cremona. Vicino alla grande macchina è tracciata sul pavimento la linea del passaggio al meridiano locale del Sole.

Per la realizzazione delle linee meridiane, veniva utilizzato il sistema delle altezze corrispondenti che assicura la tracciatura di queste linee con buona precisione.



Schema del sistema delle altezze corrispondenti

Esso è conosciuto anche come metodo del “Cerchio Indiano”, descritto da Vitruvio nel *De Architettura*, I,6,6.

L'utilizzo del sistema delle altezze corrispondenti e la comunione fra il Sole e le grandi macchine per la misura del tempo, è ben evidenziato dalla relazione sulle condizioni e conseguenti richieste per la migliore sistemazione dell'Orologio di piazza dei Signori scritta nel 1798, da Giovanni Battista Rodella, macchinista della Imperiale Regia Accademia di Scienze di Padova:

...”esibisse in oltre per riddur l'opera alla sua maggior essatezza, di costruire col mezzo delle altezze corrispondenti del Sole una essata Meridiana a canto della detta Macchina”...

Di questo procedimento si hanno notizie già nei papiri egiziani e in documenti provenienti dall'India antica, da cui la sua particolare denominazione. Questo sistema è decisamente migliore della bussola che come è noto è sensibile ai campi magnetici. Il metodo si basa sull'istante mattutino e pomeridiano in cui il Sole si trova alla medesima altezza sull'orizzonte ed è certamente il migliore per la ricerca della direttrice della linea meridiana e della linea equinoziale, posta a 90° rispetto ad essa. Fissata un'asta in posizione verticale, tecnicamente chiamata gnomone, si segna al mattino la posizione raggiunta dall'estremità dell'ombra.

Successivamente si traccia una semicirconferenza, centrata nel piede dello gnomone, passante per il punto segnato sul terreno e si attende, durante il pomeriggio, il momento in cui l'ombra lambisce nuovamente il semicerchio precedentemente tracciato, segnando sulla circonferenza un secondo punto. La linea passante per i due punti segnati sulla circonferenza, rappresenta la direzione Equinoziale (Est - Ovest), mentre la bisettrice passante per il piede dello gnomone, materializza la linea Meridiana (Nord - Sud). Nei giorni degli equinozi, l'estremità dell'asta proietta sul terreno in forma continua la linea retta equinoziale Est - Ovest.

A seguito della richiesta di Giovanni Battista Rodella, sui davanzali delle due finestre volte a mezzogiorno della seconda sala sopra l'orologio di piazza dei Signori, sono stati realizzati due strumenti gnomonici orizzontali in marmo, dei quali purtroppo rimangono solo dei poveri resti.

A partire dagli albori dello sviluppo dell'orologeria e ancora nel 1798, il connubio fra Sole e macchine era ben saldo.

A volte ancora oggi, è possibile ritrovare sulle finestrelle delle sale degli orologi dei campanili, la presenza di piccole meridiane servite ad indicare il passaggio del Sole al meridiano locale per regolare l'orologio.

Le Meridiane, questi bellissimi strumenti che anche se visti con la lente di ingrandimento dalla conoscenza odierna, non perdono fascino e interesse. Anzi, inducono negli appassionati grande rispetto e un ulteriore desiderio di approfondimento.



– Giorno Siderale - Giorno Solare –

La differenza fra giorno solare e giorno sidereo sta nel fatto che la Terra, mentre ruota su sé stessa, si sposta anche intorno al Sole.

In 365 giorni e 6 ore circa, il Sole con il suo moto apparente percorre il circuito completo del cielo. In realtà sappiamo che è la Terra che compie il movimento di rivoluzione intorno al Sole. Durante il viaggio di rivoluzione intorno al Sole la Terra ruota su sé stessa un pò più di 366 volte: saranno passati esattamente 366,2422 giorni siderei.

Per capire meglio il motivo della differenza di durata fra giorno sidereo e giorno solare, immaginiamo di vedere, a mezzogiorno, insieme al Sole che passa sul meridiano del luogo, una stella che gli sta esattamente sopra e quindi anch'essa sullo stesso meridiano. Dopo un giorno sidereo, cioè dopo che la Terra avrà effettuato una rotazione completa su sé stessa, la stella ripasserà esattamente sul meridiano del luogo dove si trovava il giorno prima, ma non ripasserà per quel punto il Sole perché in ritardo: esso si

trova infatti spostato di circa un grado verso est (come detto è un moto apparente perché è la Terra che si è spostata avendo percorso, nel tempo di una rotazione su sé stessa, un breve tratto della sua orbita intorno al Sole).

La Terra dovrà quindi girare su sé stessa ancora di circa 1 grado (e lo farà in circa 4 minuti) per potersi riallineare con il Sole. Il giorno seguente, per trovarsi di nuovo allineata con il Sole, dopo la culminazione della nostra stella di riferimento sul meridiano del luogo, la Terra dovrà spostarsi di due gradi sull'orbita e per farlo impiegherà circa 8 minuti, perché ora dovrà girare su sé stessa di due gradi, e così via.

Dopo sei mesi, quando rispetto alla stella presa a riferimento sarebbe mezzogiorno, il Sole culminerà sul meridiano opposto (quello che a mezzogiorno sta alle nostre spalle).

Dopo un anno, la Terra avrà fatto una rotazione in più su sé stessa rispetto a quelle necessarie per mantenersi in sintonia con il Sole. a conseguenza di tutto ciò è che l'anno consiste di 366,2422 giorni siderali e di 365,2422 giorni solari.



- Ricordo di Jacopo Dondi -

Sulla parete sud del Battistero del Duomo di Padova, incastonata nel muro ad altezza d'uomo, si può vedere una lapide sulla quale è appena leggibile un'iscrizione.

ORTVS ERAM PATAVI JACOBVS TERREQVE REPENDO / QVOD DEDIT EN GELIDVM CINEREM BREVIS
OCCVLIT VRNA / VTILIS OFFICIO PATRIE SAT COGNITVS VRBI / ARS MEDICINA MICHİ CELVMQUE ET SIDERA
NOSSE / QVO NVNC CORPOREO RESOLVTVS CARCERE PERGO / VTRAQVE NEMPE MEIS MANET ARS
ORNATA LIBELLIS / QVIN PROCVL EXCELSA MONITVS DE VERTICE TVRRIS / TEMPVS ET INSTABILES
NVNERO QVOD COLLIGIS HORAS / INVENTVM COGNOSCE MEVM GRATISSIME LECTOR / ET PACEM MICHİ
VEL VENIAM TACITVSQVE PRECARE

“Io Jacopo ero nato in Padova, rendo alla terra ciò che essa mi diede. Ecco una piccola urna racchiude il mio freddo cenere. Colla mia opera fui utile alla patria, e abbastanza noto alla città. Ho appreso l'arte della medicina, e quella del cielo e delle costellazioni dove ora mi dirigo sciolto dal carcere del corpo. L'una e l'altra arte rimangono in verità illustrate nei miei scritti, ché anzi sappi, lettore carissimo, essere mia l'invenzione che ti annuncia il tempo delle stagioni e le ore di mutevole durata che anche di lontano cogli dalla sommità della torre. E in silenzio prega per me pace e perdono”.



Anno 2016

Autori Soci A.R.A.S.S. – Brera
Mario Margotti e Domenico Grigoletto

Curatori
Orologio Astrario di Piazza della Loggia – Brescia
Orologio Astrario Piazza dei Signori – Padova

Disegni delle tavole del Quadrante - Mario Margotti

Disegni dei ruotismi dell'Astrario - Domenico Grigoletto

E' vietata la riproduzione parziale o totale del presente quaderno senza la specifica autorizzazione dell'Associazione A.R.A.S.S. – Brera via Brera 28 20121 Milano.