

Le sfere di Prosymna e di Matelica: tutto chiaro?

Dopo una breve descrizione del funzionamento dei due strumenti, viene fatta una carrellata sulle varie interpretazioni fino ad oggi fornite per il quadrante detto a “spina di pesce” della sfera di Prosymna e per la latitudine per cui venne costruita.

Redazione di Orologi Solari (redazione@orologisolari.eu)

Le sfere di Prosymna e di Matelica sono gli unici reperti a noi pervenuti dall'antichità di orologi solari sferici a terminatore. Ritrovati rispettivamente nel 1935 e nel 1985, sono stati oggetto di numerosi studi ed analisi (si veda la bibliografia al termine di questo articolo e quella citata in calce all'articolo di Pantanali e Zorzenon in questo stesso numero della rivista).

Se sulla sfera di Matelica non c'è più molto da dire in quanto il meccanismo del suo funzionamento è stato perfettamente spiegato, così non è per quella di Prosymna, dove il quadrante posizionato sull'orizzonte meridionale detto a “spina di pesce” è stato interpretato da più autori in modi completamente diversi, nessuno dei quali completamente convincente.

Su questo quadrante concentreremo quindi la nostra attenzione dopo aver accennato brevemente al funzionamento degli altri quadranti.

Il terminatore d'ombra

Entrambi gli orologi indicano ora e data utilizzando il terminatore d'ombra, ovvero la linea separatrice tra luce ed ombra che si crea sulla sfera illuminata dal sole. Questa linea è un cerchio massimo della sfera il cui polo coincide con la posizione corrente del sole.

Diversi punti del terminatore possono essere usati come elemento indicatore dell'ora e della data; la scelta di questi punti porta a quadranti solari differenti, che possono anche essere rappresentati contemporaneamente sulla stessa sfera (ed in effetti troviamo 2 diversi quadranti sulla sfera di Matelica e ben 4 su quella di Prosymna).

Le scelte possibili sono ben elencate e descritte nella memoria dell'Amm. Girolamo Fantoni al Seminario Nazionale di S. Benedetto del Tronto [rif. 1] a cui si rimanda per una dettagliata analisi.

In genere in questo tipo di strumenti la conoscenza della data è indispensabile per poter risalire, dall'incrocio tra il terminatore e la linea di data, all'ora corrente. Fa eccezione il quadrante costituito dai poli delle linee orarie quando esse siano dei cerchi massimi¹ (quadrante presente su entrambi gli orologi): questi poli fungono da punti orari e vengono toccati dal terminatore alla corrispondente ora qualunque sia la stagione.

Vediamo ora brevemente come si leggono i due orologi.

¹ Le ore indicate sui due orologi in questione sono naturalmente quelle temporali. A rigore le relative linee orarie non sono cerchi massimi, ma in pratica, almeno all'interno delle declinazioni solari reali e per latitudini non estreme, si possono approssimare come tali con errore assai contenuto.

La sfera di Matelica

Nella nostra descrizione partiamo da questo strumento, benché ultimo ad essere scoperto, in quanto non riserva sorprese e tutti gli studiosi sono concordi sul suo funzionamento.

L'orologio, progettato per una latitudine di circa 45 gradi e raffigurato in 3D in fig. 1, presenta due quadranti.

Il primo, presente anche sulla sfera di Matelica, è sicuramente il più ingegnoso ed efficace tra quelli qui descritti. Consiste in una serie di fori posizionati non molto distante dal primo verticale e numerati, utilizzando il nostro sistema numerico, da 0 (alba) sullo zenit fino al 6 (mezzodì) sull'orizzonte ovest e quindi ancora 6 sull'orizzonte est fino al 12 (tramonto) nuovamente sullo zenit.

Essendo ognuno di questi fori coincidenti con il polo del rispettivo piano orario, esso viene toccato dal terminatore dell'ora corrispondente indipendentemente dalla stagione.

In fig. 2 si vede ad esempio la posizione del terminatore alle ore 3 dei solstizi e degli equinozi: la linea d'ombra passa in tutti e tre i casi al di sopra del foro orario corrispondente.

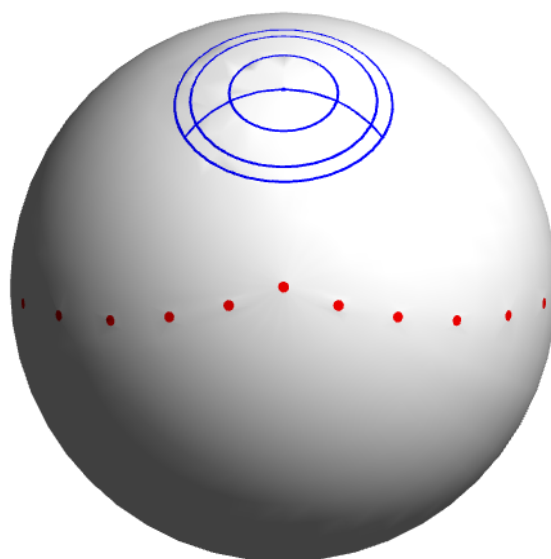


Fig. 1 – La sfera di Matelica in 3D

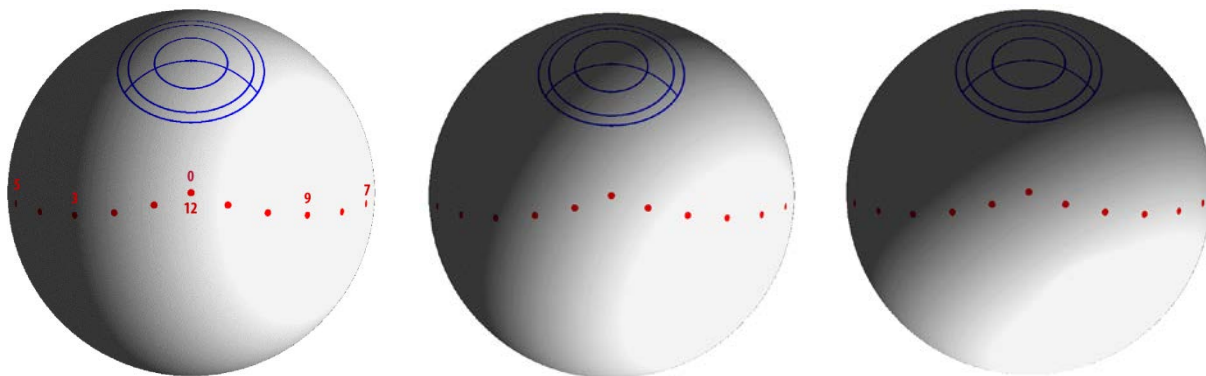


Fig. 2 – Sfera di Matelica: posizione del terminatore alle ore 3 del solstizio estivo, degli equinozi e del solstizio invernale

Un secondo quadrante è posizionato sul polo nord della sfera e contiene tre cerchi concentrici che identificano, partendo dal più grande, le declinazioni ± 23.5 (solstizi), ± 20.5 , ± 11.5 per finire con il cerchio degenerato in un punto (il polo) che identifica gli equinozi.

La linea del terminatore segna la data corrente mediante il suo punto di tangenza a questi cerchi. Si veda ad esempio la precedente fig. 2 e la seguente fig. 3 che mostra il terminatore alle ore 0 (alba), 2 e 4 del solstizio estivo.

Un arco identifica inoltre l'istante dell'alba e del tramonto per ognuna delle date rappresentate e fornisce quindi anche la durata dell'arco diurno.

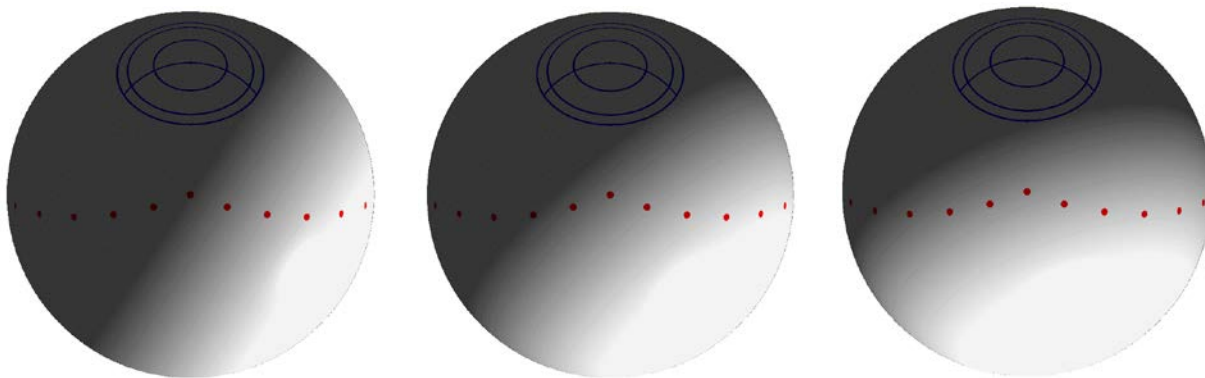


Fig. 3 – Sfera di Matelica: posizione del terminatore alle ore 0 (alba), 2 e 4 del solstizio invernale

La sfera di Prosymna

Come latitudine alla quale questo strumento venne costruito prenderemo per il momento il valore di 35.7° ; su questa latitudine torneremo più avanti, essendo essa un elemento controverso.

L'orologio si presenta più ricco di dettagli del precedente, comprendendo ben 4 diversi quadranti (si veda la fig. 4 in 3D).

È anzitutto presente lo stesso sistema di fori orari che già abbiamo visto nella sfera di Matelica.

In un'ampia zona attorno al polo nord della sfera si trova poi un reticolo di linee su cui sono identificabili 3 anelli (matematicamente identificabili come “chioccioline di Pascal”) che rappresentano le linee dei due solstizi e dell'equinozio intersecate da un insieme di linee orarie (dove le linee orarie delle ore 0 e 12 degenerano in un solo punto coincidente con lo zenit). Il tracciato è costruito prendendo come riferimento il punto del terminatore più vicino allo zenit; identificando tale punto sarebbe quindi possibile leggere sia l'ora sia la data; nell'uso pratico la lettura dell'ora è più agevole cercando l'intersezione del terminatore con la linea della data corrente (o viceversa si può leggere facilmente la data corrente trovando l'intersezione del terminatore con la linea dell'ora). Ad esempio in fig. 5 è visualizzata la situazione alle ore 0 (alba), 2 e 4 del solstizio estivo.

Sul lato della sfera rivolto a sud vi sono 7 archi di cerchi: quello centrale coincide con l'equatore, gli altri sono ad esso paralleli e distanti ± 11.5 , ± 20.5 e ± 23.5 . Si tratta evidentemente delle linee di data corrispondenti all'ingresso nei 12 segni zodiacali.

Le linee zodiacali sono intersecate da 12 linee orarie (ore 6, 5, 4, 3, 2, 1, 11, 10, 9, 8, 7, 6). Mancano le linee orarie corrispondenti ad alba e tramonto (che si intersecherebbero sul piano meridiano e che sono invece visualizzate nella fig. 5).

Per questo quadrante la lettura dell'ora richiede la conoscenza della data attuale: ad esempio in fig. 5 l'ora si legge cercando l'intersezione del terminatore con la più alta delle linee zodiacali che identifica il solstizio estivo.

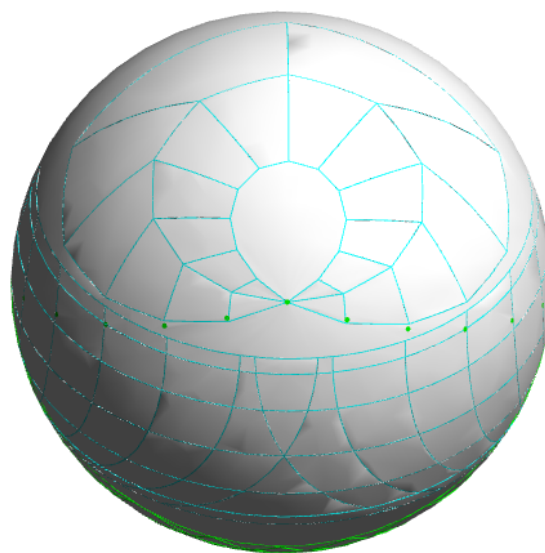


Fig. 4 – La sfera di Prosymna in 3D

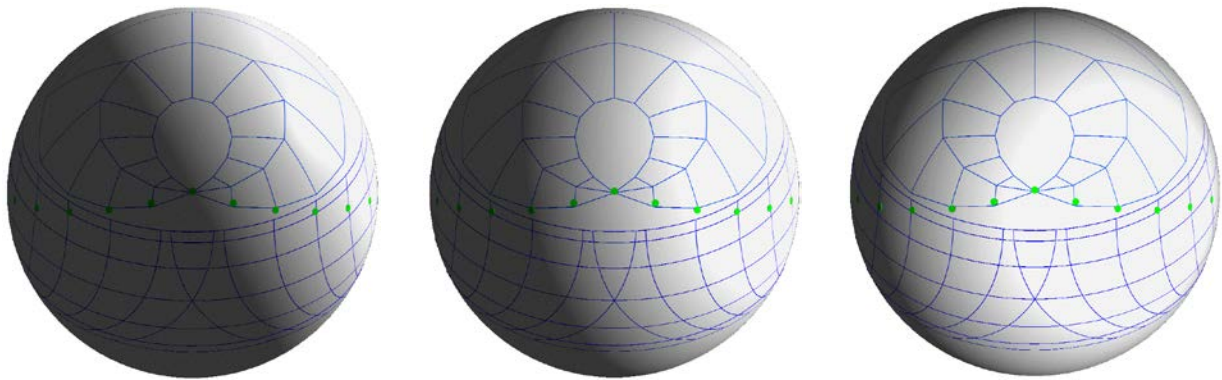


Fig. 5 – Sfera di Prosymna: posizione del terminatore alle ore 0 (alba), 2 e 4 del solstizio estivo

A cavallo dell'orizzonte sul lato meridionale della sfera si trova infine un quarto sistema di linee, spesso identificato riferendosi alla sua somiglianza con una “spina di pesce” e visualizzato in fig. 6; le due curve che lo delimitano sono archi di cerchio massimo inclinati sull'orizzonte di circa $\pm 18^\circ$.

Su questo quadrante, a differenza dei precedenti, sono state fatte nel tempo molte ipotesi diverse, tutte però che implicano un errore di esecuzione, non portando mai all'esatto tracciato presente sulla sfera. Nei prossimi paragrafi esamineremo queste teorie cercando di fornire al lettore gli elementi utili perché possa farsi una propria opinione sul significato di questo tracciato.

Il quadrante a “spina di pesce”

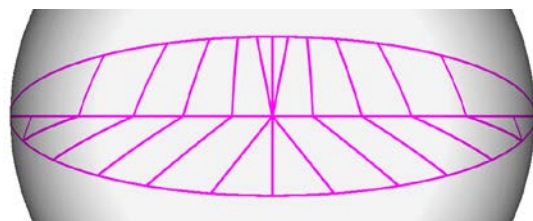


Fig. 6 - Sfera di Prosymna: quadrante a “spina di pesce”

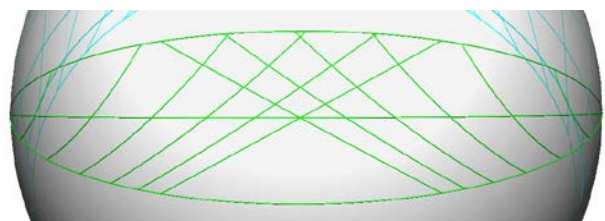


Fig. 7 – Sfera di Prosymna: quadrante a “spina di pesce” calcolato per la latitudine di 35.7°

La prima descrizione tecnica di questo quadrante è a nostra conoscenza quella di Sharon Gibbs nel 1976 [rif. 2].

Il quadrante viene da lei interpretato in modo analogo a quello inciso nella zona equatoriale della faccia sud della sfera, con i tre archi di cerchio massimo a rappresentare le linee dei solstizi e degli equinozi. Non fornisce però un'analisi approfondita di questa ipotesi e presenta uno schizzo inverosimile di una “proposed correction” per il tracciato (ipotizza però anche che il costruttore abbia scelto di incidere “un gruppo di linee più decorative che utili”). Un calcolo preciso porta, per una latitudine di 35.7° , al grafico di fig. 7 (linee verdi) come si vede molto diverso da quello originale di fig. 6.

Successivamente nel 2000 l'Amm. Fantoni [rif. 1] descrive la sfera e fornisce una chiara ed elegante spiegazione per i precedenti quadranti ma si arrende di fronte a quello “a spina di pesce” per il quale ammette di non aver trovato una interpretazione valida (dichiarando inoltre saggiamente di essere “poco propenso a definire ‘errato’ ciò che non si riesce a capire”).

Recentemente della sfera di Prosymna si sono occupati anche gli gnomonisti tedeschi Karlheinz Schaldach e Ortwin Feustel [rif. 3-5]. La loro ipotesi è che il quadrante sia utilizzabile unicamente per identificare l'avvicinarsi dell'equinozio, momento in cui il terminatore tocca simultaneamente 3 punti orari sui tre cerchi massimi.

Per ottenere questo risultato il tracciato deve però essere ribaltato sotto-sopra. A giustificazione di questa operazione viene ipotizzato un errore del costruttore della sfera che avrebbe inavvertitamente inciso le linee orarie a rovescio.

La fig. 8 mostra il tracciato originale ribaltato (in rosso) sovrapposto a quello calcolato secondo l'ipotesi di Schaldach e Feustel (in ciano) con l'ombra simulata alle ore 0, 2 e 4 dell'equinozio. Come si vede il terminatore tocca contemporaneamente tre punti orari (evidenziati in figura) sui tre cerchi: due su una linea e quello centrale sulla linea adiacente.

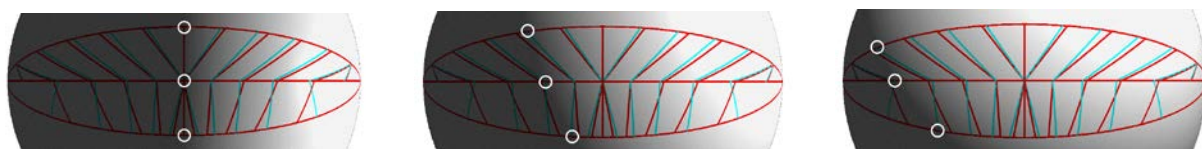


Fig. 8 – Sfera di Prosymna: tracciato a “spina di pesce” rovesciato (rosso) confrontato con quello calcolato (ciano) alle ore 0, 2 e 4 dell'equinozio.

I tracciati combaciano abbastanza bene ma resta da spiegare la ragione delle linee incise per collegare i punti sui tre cerchi: sarebbe stato infatti più intuitivo collegare i punti così come il terminatore li collega all'equinozio.

Su questo stesso numero della rivista troviamo infine un articolo di A. Panatanali e O. Zorzenon che presentano una nuova originale interpretazione del quadrante a “spina di pesce” [rif. 6]. L'ipotesi della Gibbs viene da loro ripresa con una sostanziale modifica: se è vero che il tracciato in questione appare errato quando tracciato sull'orizzonte della sfera, potrebbe invece diventare più verosimile se trasportato in corrispondenza del cerchio equinoziale (si consideri la sua vaga somiglianza con il tracciato equatoriale che si vede in fig. 5) e se la sfera venisse collocata ad una diversa latitudine.

Si ipotizza quindi che il tracciato sia stato inciso attorno all'equatore sulla sfera in una località a 24° di latitudine, anziché i 35.7° fin qui considerati, e che la sfera sia poi stata spostata altrove e ruotata per far posto ai nuovi quadranti.

Calcolando il quadrante a 24° di latitudine e sovrapponendolo a quello originale presente sulla sfera, con l'ipotesi di aver ruotato la sfera in modo da centrare il tracciato sull'equatore, si perviene al risultato di fig. 9 dove il terminatore è calcolato alle ore 0, 2 e 4 del solstizio d'estate.

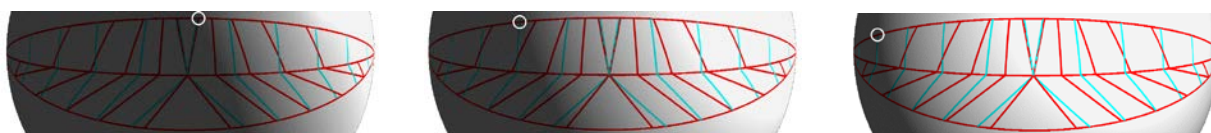


Fig. 9 – Sfera di Prosymna: tracciato a “spina di pesce” originale (rosso) e calcolato (ciano) per 24° di latitudine alle ore 0, 2 e 4 del solstizio d'estate

Sono qui evidenti notevoli differenze tra i due tracciati (pur se il valore di 24° è stato scelto per minimizzare queste differenze) che gli autori imputano ad un errore compiuto dall'incisore nella suddivisione delle linee solstiziali in 6+6 ore temporarie.

La latitudine della sfera di Prosymna

Un ulteriore elemento di dubbio su questo strumento è costituito dalla latitudine per il quale è stato progettato.

L'Amm. Fantoni in [rif. 1] deduce “dalla distanza tra polo e orizzonte nonché tra zenit ed equatore” che essa debba essere compresa tra 35° e 36° (la latitudine di Prosymna è compresa tra 37° e 38°).

Shaldach e Feustel in [rif. 3] giungono sostanzialmente alla stessa conclusione con un valore di latitudine pari a 35.7° (valore utilizzato in questo articolo per le simulazioni mostrate nelle fig. 5-9).

Questo valore deriva dalle misure riportate nella fig. 2 dell'articolo del 2013 [rif. 3 pag. 7], che viene qui riportato in fig. 10, ed in particolare dalla distanza tra polo N ed orizzonte che rapportata al raggio della sfera (268 mm) fornisce esattamente 35.7° . Si noti però che la distanza tra zenit ed equatore A fornisce invece un valore leggermente inferiore e pari a 34.4° .

Nell'articolo di Pantanali e Zorzenon incluso in questa rivista si ipotizza una situazione alquanto più complessa.

Come già accennato, il quadrante a “spina di pesce” sarebbe stato inciso in una località posta intorno ai 24° . Successivamente la sfera sarebbe pervenuta in una località a circa 33° (valore ottenuto allo scopo di massimizzare l'accordo tra i valori calcolati e quelli misurati) dove sarebbero stati incisi gli altri quadranti (dopo opportuna rotazione della sfera per poterne utilizzare la superficie ancora libera).

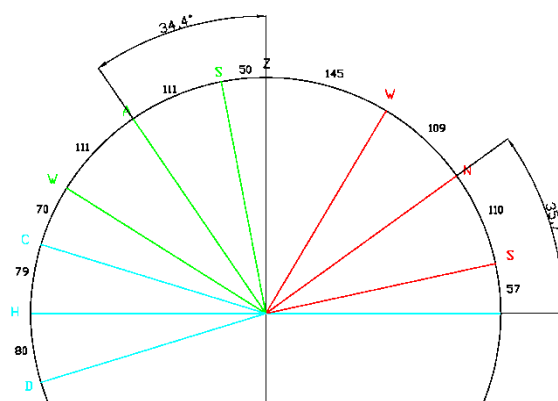


Fig. 10 – Sfera di Prosymna: misure sul piano meridiano

Conclusioni

Mentre la sfera di Matelica è stata ormai sviscerata in tutti i suoi aspetti e non ci si aspetta più nulla di nuovo, la sfera di Prosymna mantiene ancora nascosti alcuni dei suoi segreti: l'esatta latitudine di costruzione e soprattutto il significato del quadrante a “spina di pesce”.

Le ipotesi avanzate fino ad oggi sono, come visto, più di una, ma tutte viziate dal presupposto di un errore imputabile al costruttore della sfera: lasciamo al lettore la decisione di quale sia la più corretta o se ancora si debba attendere una nuova davvero convincente spiegazione.

Riferimenti

- [1] G. Fantoni, “*Orologi Solari della Antica Grecia. I Globi di Prosymna e di Matelica*”, Memoria presentata al X Seminario Nazionale di Gnomonica, S. Benedetto del Tronto, 6-8/10/2000, pubblicata in Atti, pagg. 95-116.
- [2] Sharon L. Gibbs, “*Greek and Roman Sundials*”, Yale University Press, First Edition, June 1976
- [3] K. Schaldach, O. Feustel, “*The Globe Dial of Prosymna*”, BSS Bulletin Volume 25(iii) September 2013, pagg. 6-12
- [4] O. Feustel, “*The Mathematical Analysis of the Globe Sundial of Prosymna*”, The Compendium Volume 20 Number 3, September 2013, pagg. 4-16
- [5] O. Feustel, “*Globe Sundial of Prosymna – The Enigma of its Ancient Construction is Solved*”, The Compendium Volume 23 Number 3, September 2016, pagg. 7-20
- [6] A. Pantanali, O. Zorzenon, “*Il Globo di Prosymna: una nuova interpretazione*”, Orologi Solari n. 12, Dicembre 2016

Nel sito di Orologi Solari www.orelogisolari.eu nella sezione "bonus" del numero corrente è possibile scaricare alcune presentazioni PowerPoint che presentano le simulazioni complete delle due sfere e le varie interpretazioni del quadrante a “spina di pesce”.