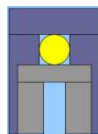


Osservatorio Astronomico di Genova
4 - 5 maggio 2024

26° Seminario di Archeoastronomia



Edizioni



ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici

Prima edizione 2024

© 2024 - Edizioni ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici,
con sede in La Spezia, c/o Luna Editore, via XXIV maggio 223.

mail: alssa1@libero.it

sito Web: www.alssa.it

ISBN – 979-12-985100-0-5

Tutti i diritti di traduzione, riproduzione e adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo, sono riservati.

Curatore del presente volume è

Giuseppe Veneziano, via Cascinetta 1/3, Ceranesi (Genova), vene59@libero.it .

Con il patrocinio
dell'Osservatorio Astronomico di Genova – U.P.S.



Genova, 4 - 5 maggio 2024

Osservatorio Astronomico di Genova

Atti del
26° Seminario
di
Archeoastronomia

a cura di **Giuseppe Veneziano**

© 2024

Edizioni ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici

In copertina: la piramide maya di Kukulcan a Chichen Itza, nello Yucatan (Messico). Foto di Stéphane Guisard.



OSSERVATORIO ASTRONOMICO di GENOVA

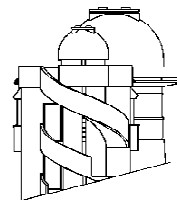
www.oagenova.it info@oagenova.it

tel. (+39) 010 6042459

Università Popolare Sestrese

Piazzetta dell'Università Popolare, 16154 GENOVA Italy

tel. (+39) 010 6043247



Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici

26° Seminario di

A R C H E O A S T R O N O M I A

Genova, 4 - 5 maggio 2024

PROGRAMMA

sabato 4 maggio 2024

sessione mattutina

- 9,15 Apertura del Seminario
- 9,20 **Prolusione - Resoconto delle attività A.L.S.S.A.**
Giuseppe Veneziano – Osservatorio Astronomico di Genova
- 9,30 **L'archeostronomia delle piramidi cinesi**
e presentazione del libro: **“Archeologia religiosa della Preistoria”**
Luciano Venzano – Teologo, Accademico di Archeologia
- 10,05 **I Cieli della Bibbia. Il ruolo della volta celeste nell'antica cultura ebraica**
Giuseppe Veneziano – Osservatorio Astronomico di Genova
- 10,40 **Il Parco Astronomico *Margherita Hack***
Luigi Torlai – Società Italiana di Archeoastronomia
- 11,10 **La ricostruzione della meridiana di Balbi**
Cristina Candito^{*}, Walter Riva[#], Valter Scelsi^{*}; Relatore: V. Scelsi
^{*} Università di Genova, Dipartimento di Architettura e Design (DAD)
[#] Osservatorio Astronomico del Righi (Genova)
- 11,45 Presentazione del libro:
“Castel Sant'Angelo, Mausoleo di Adriano. Architettura e luce”
Marina De Franceschini[§], Giuseppe Veneziano[#]
[§] archeologa, [#] Osservatorio Astronomico di Genova
- 12,20 Pausa per il pranzo

sabato 4 maggio 2024

sessione pomeridiana

- 14,45 **Il mito medievale del basilisco. Una visione archeoastronomica.**
Giovanni Nocentini – Associazione Ligure Sviluppo Studi Archeoastronomici
- 15,20 **La datazione archeoastronomica dei siti astronomicamente significativi: strumenti e tecniche**
Adriano Gaspani – SEAC, European Society for the Astronomy in Culture;
SIA, Società Italiana di Archeoastronomia
- 15,55 **Il problema del calcolo archeoastronomico a distanza di tempo medio-lunga**
Mario Codebò – Archeoastronomia Ligustica
- 16,30 **Questioni di metodo in Archeoastronomia e Astronomia culturale**
Note antropologiche
Domenico Ienna – Soc. It. di Archeoastronomia, Soc. It. di Antropologia Culturale
- 17,10 Chiusura del Seminario

domenica 5 maggio 2024

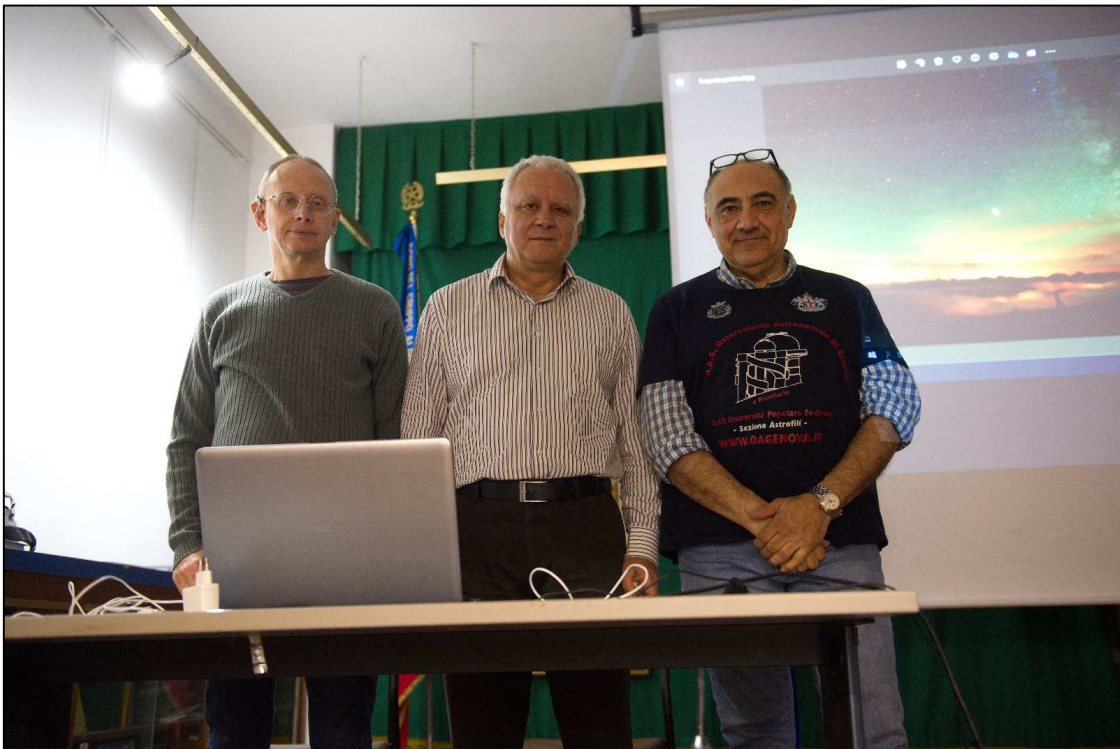
sessione mattutina

- 9,20 Apertura del Seminario
- 9,30 **Stratigrafia archeoastronomica: informazioni inaspettate da un recinto celtico cisalpino**
Stefano Spagocci, Adriano Gaspani – Società Italiana di Archeoastronomia
- 10,05 **L'origine astronomica del mito dell'Orsa Maggiore**
Paolo Colona – SIA, UAI, ALSSA, Accademia delle Stelle
- 10,40 **Metodologia pratica di rilievo per appassionati ricercatori di Astronomia culturale e di Archeoastronomia**
Nicola Giuliano – Società Italiana di Archeoastronomia, Unione Astrofili Napoletani
- 11,15 **La Rocca di Cerere (Enna)**
Marina De Franceschini [§], Giuseppe Veneziano [#]
[§] archeologa, [#] Osservatorio Astronomico di Genova
- 11,50 **Il software UrukFSP, un tool dedicato agli archeoastronomi**
Alberto Cavalli
- 12,25 Pausa per il pranzo

domenica 5 maggio 2024

sessione pomeridiana

- 15,00 **Corpi celesti e giorni creativi nella prima tavoletta del libro biblico di Genesi**
Massimo Labagnara
- 15,50 **Antichi orologi solari nella Liguria centro-occidentale**
Giorgio Casanova
- 16,25 Tavola rotonda su:
Software astronomici e loro attendibilità
- 17,25 Chiusura del Seminario



Nel comitato organizzatore in sede di convegno. Da sinistra a destra: Alessandro Giannini, Giuseppe Veneziano, Michele Terzo. La connessione per le relazioni in videoconferenza è stata curata da Marco Bergami.



Alcuni dei partecipanti al Convegno in presenza, sabato 4 maggio 2024.



Alcuni dei partecipanti al Convegno in presenza, domenica 5 maggio 2024.

Indice

Programma	p. 4
Presentazione	p. 10
I nostri Soci	p. 11
<i>L'archeoastronomia delle piramidi cinesi</i> Luciano Venzano	p. 12
<i>I Cieli della Bibbia. Il ruolo della volta celeste nell'antica cultura ebraica</i> Giuseppe Veneziano	p. 18
<i>Il parco astronomico "Margherita Hack"</i> Luigi Torlai	p. 51
Presentazione del libro: <i>Castel Sant'angelo, Mausoleo di Adriano. Architettura e luce</i> Marina De Franceschini, Giuseppe Veneziano	p. 69
<i>Il mito medievale del basilisco. Una visione archeoastronomica</i> Giovanni Nocentini	p. 76
<i>La datazione archeoastronomica dei siti astronomicamente significativi: Strumenti e tecniche</i> Adriano Gaspani	p. 86
<i>Il problema del calcolo archeoastronomico a distanza di tempo medio-lunga</i> Mario Codebò	p. 110
<i>Questioni di metodo in Archeoastronomia e Astronomia culturale: Note antropologiche</i> Domenico Ienna	p. 123
<i>Stratigrafia archeoastronomica: informazioni inaspettate da un recinto celtico cisalpino</i> Stefano Spagocci, Adriano Gaspani	p. 130
<i>L'origine astronomica del mito dell'Orsa Maggiore</i> Paolo Colona	p. 139
<i>Metodologia pratica di rilievo per appassionati di Astronomia culturale e di Archeoastronomia</i> Nicola Giuliano	p. 161

<i>La Rocca di Cerere a Enna: archeoastronomia in Sicilia</i> Marina De Franceschini, Giuseppe Veneziano	p. 180
<i>Il software UrukFSP, un tool dedicato agli archeoastronomi</i> Alberto Cavalli	p. 195
<i>Corpi celesti e giorni creativi nella prima tavoletta del libro biblico di Genesi</i> Massimo Labagnara	p. 225
<i>Antichi orologi solari nella Liguria centro-occidentale</i> Giorgio Casanova	p. 236
<i>La Luna ad occhio nudo nella Crocifissione di Jan van Eyck e nel Codex Atlanticus 674v di Leonardo da Vinci</i> Paolo Colona	p. 248

Presentazione

Posso dire con orgoglio che il nostro Seminario di quest'anno è stato all'insegna della perfezione. Tutto si è svolto senza alcun intoppo. La connessione Internet, diretta da Marco Bergami e coordinata in sede di convegno da Michele Terzo e Alessandro Giannini, ci ha permesso di godere di un denso ed articolato programma con relazioni coprenti un'ampia gamma di argomenti, e con relatori da ogni parte d'Italia e non solo (Massimo Labagnara era in collegamento dall'Irlanda), il che è sicuramente un motivo di vanto se si considerano i nostri umili inizi.

La trasmissione dell'intero convegno in videoconferenza ha permesso a molti interessati di partecipare ai lavori rivolgendo domande ai relatori al termine di ogni esposizione.

Rispetto agli anni precedenti si è riscontrato un aumento di coloro che erano collegati tramite *Google Meet* (circa una sessantina) ma, come effetto opposto, si è potuto notare un leggero calo dei presenti in sede di convegno (circa una trentina). Molti hanno ritenuto più opportuno seguire i lavori comodamente da casa in collegamento, soprattutto coloro che risiedono in località distanti da Genova. I presenti, in compenso, hanno potuto godere della giovialità dei pranzi insieme, sempre di più un'occasione per rinsaldare amicizie e collaborazioni tra i soci ed i partecipanti.

Colgo l'occasione per ringraziare inoltre coloro che hanno reso possibile questa manifestazione con la loro collaborazione ed il loro supporto: Enrico Giordano (direttore dell'Osservatorio Astronomico di Genova), Mario Galasso (presidente dell'Università Popolare Sestrese), Eugenio Muratore (Circoscrizione di Genova Sestri Ponente) e Rinaldo Queirolo.

Orgogliosamente, non mi resta che augurare a tutti voi una buona lettura degli *Atti* di questo XXVI Seminario di Archeoastronomia, nei quali troverete anche (nell'ultimo articolo) la relazione presentata da Paolo Colona nel Seminario dell'anno scorso e che non era stata pubblicata per questioni di tempistiche.

Genova, 31 ottobre 2024

Giuseppe Veneziano

I nostri Soci

I Soci del nostro Sodalizio per l'Anno 2024 sono i seguenti ricercatori:

BONO Gian Franco

BRUNOD Giuseppe

CASANOVA Giorgio

CODEBÒ Mario

COLONA Paolo

DE FRANCESCHINI Marina

DUCCI Ado

GIANNINI Alessandro

GIORDANO Enrico

GIULIANO Nicola

IENNA Domenico

NOCENTINI Giovanni

PENNACCHI Ariella

TERZO Michele

TORLAI Luigi

UBERTI Marisa

VENEZIANO Giuseppe

VENZANO Luciano

ZINGALE Alessandro

L'archeoastronomia delle piramidi cinesi

Luciano Venzano

Teologo, Accademico di Archeologia



Figura 1. Foto aerea del 1947 della Piramide Bianca.

La prima testimonianza della esistenza delle piramidi cinesi risale al 1912. L'agente di viaggio americano Fred Meyer Schroeder, nel corso di uno spostamento nell'entroterra, riportò l'avvistamento di una serie di piramidi nella provincia dello Shaanxi. «È stato più inquietante di quanto le avessimo trovate nel deserto» - scrive Schroeder nel suo diario - «Queste piramidi sono in qualche modo esposte agli occhi del mondo, ma ancora completamente sconosciute agli occidentali». La guida di Schroeder, un monaco buddista, spiegò che le piramidi si trovavano lì almeno da 5 mila anni. Schroeder stimò che la piramide principale raggiungeva almeno i 300 metri di altezza, con i lati della base lunghi 500 metri, dimensioni che darebbero una struttura dal volume dieci volte superiore a quello della Grande Piramide in Egitto.

Nella primavera del 1945, alla fine della Seconda Guerra Mondiale, James Gaussman, pilota dell'US Air Force, era in volo di routine tra l'Annam (India) e il Chongqing, nel Sichuan cinese. Le foto satellitari mostrano chiaramente l'esistenza d'almeno sedici piramidi negli immediati dintorni della città di Xi'an, l'antica Sian-Fu, che oggi conta più di sei milioni d'abitanti ed è molto più antica di Pechino (Beijing). Un tempo era la capitale dell'Impero ed era considerata l'ombelico della civiltà cinese. Nella regione le piramidi sono un centinaio e oggi sono visitabili, aperte al pubblico, come conferma Chris Maier, uno dei massimi esperti nel campo, sfatando la leggenda che le autorità cinesi cerchino d'occultare la storia e abbiano messo sotto chiave proprio i siti delle piramidi. Anzi, il turismo in questa regione è decollato grazie alla scoperta, nel 1974, dell'Armata di Terracotta, sepolta a guardia dell'Imperatore Qin Shi Huang.

È scritto nel cielo il segreto delle antiche piramidi cinesi 'storte' costruite nel periodo della dinastia Han (II secolo a.C. - I secolo d.C.): questi monumenti funebri fatti da enormi blocchi di terra avevano i lati della base spostati di 10-12 gradi rispetto al Nord perché volevano essere orientate verso la stella polare, che nei secoli successivi sarebbe apparsa in corrispondenza del Polo Nord celeste in modo da proiettare l'imperatore defunto al centro del cielo. Lo indicherebbero i rilievi sul campo di Giulio Magli, docente del Politecnico di Milano, incrociati con i dati satellitari. I risultati sono stati pubblicati sulla rivista *Archaeological Research* in Asia.

La ricerca rientra in un più ampio progetto sul ruolo dell'astronomia e del 'feng shui'¹ nelle necropoli imperiali cinesi. L'idea di queste enormi piramidi di terra, ormai simili a colline, risale a Qin Shi Huang, il famoso Imperatore sepolto con l'esercito di terracotta. Dopo di lui, anche gli imperatori della dinastia Han scelsero di farsi seppellire sotto analoghe piramidi, che oggi interrompono il paesaggio nei dintorni di Xian lungo il fiume Wei. *“In totale, se si includono anche quelle delle regine e dei membri delle famiglie reali, esistono oltre 40 di queste piramidi cinesi”* – racconta Magli. *“Sono orientate con precisione ai punti cardinali, proprio come le piramidi egizie, mentre altre (una quindicina) deviano allo stesso modo dal nord di circa 10-12 gradi.”* Escludendo che questo possa essere dovuto a errori degli astronomi e architetti cinesi, la cui serietà e precisione sono leggendarie, la spiegazione secondo Magli potrebbe essere di tipo astronomico. Queste costruzioni volevano infatti *“puntare verso Polaris, la stella polare a cui il polo nord celeste si sarebbe avvicinato nel futuro. Questo discorso può apparire a prima vista strano”* – ammette Magli – *“ma bisogna ricordare che esiste un fenomeno, la precessione dell'asse terrestre, che sposta in modo lento ma costante il luogo del cielo in cui punta l'asse terrestre, e dunque il polo celeste. Gli astronomi cinesi fecero osservazioni così precise e prolungate nel tempo che certamente se ne accorsero. Ai nostri giorni siamo abituati a identificare il polo celeste con la stella polare, ma ai tempi degli imperatori Han il polo era ancora lontano da Polaris, e proprio con una distanza in gradi approssimativamente pari a quella con cui le piramidi deviano dal nord geografico”*.

¹ Il feng shui (風水, 風水, fēng shuǐ) è un'antica arte geomantica taoista della Cina, ausiliaria dell'architettura, affine alla geomanzia occidentale. A differenza di questa prende però in considerazione anche aspetti della psiche e dell'astrologia. È una pseudoscienza, non esistendo prove a supporto delle ipotesi su cui si basa.

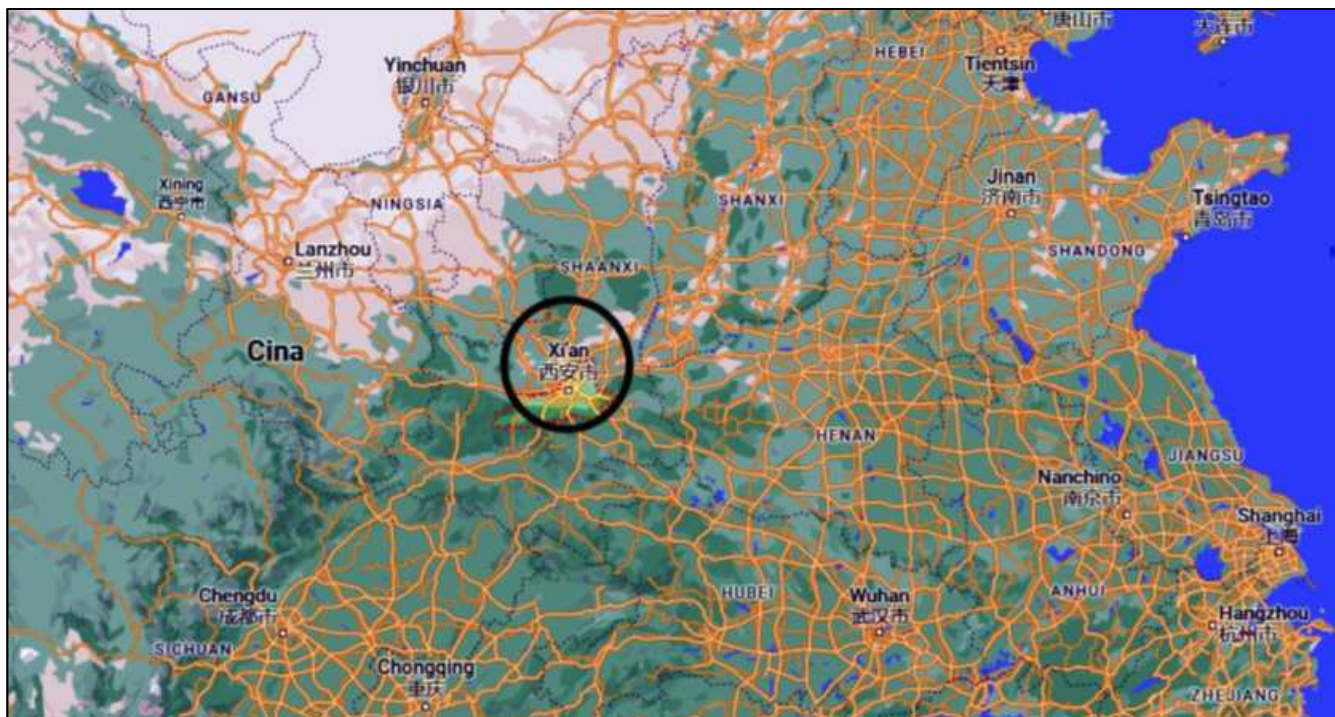


Figura 2. Lo Xi'an.

Alcune piramidi presentano le proporzioni 'auree'². Le piramidi-tumuli dello Shaanxi costituiscono il gruppo più numeroso. La maggior parte di esse sta in un raggio d'un centinaio di chilometri intorno a Xi'an, antica capitale della Cina (con Luoyang, sita nello Henan). Circa settanta imperatori ebbero qui la loro residenza principale, le tombe regali e aristocratiche.

Nel luglio 2001 il giornale cinese *People's Daily* annunciò il ritrovamento di una piramide a tre gradoni, risalente a 5000 anni fa, nella Cina del Nord (regione autonoma della Mongolia Interna). La piramide, che da lontano appare come una collina di forma trapezoidale, si trova su un'altura, un chilometro a nord della città di Sijiazhi, nel territorio di Aohan. La sua base è lunga circa 30 metri e larga 15. È considerata la piramide meglio conservata tra quelle trovate sino ad oggi nella regione.

La tomba del re Zangsu o Jangsu è una piramide a gradoni, ha una base quadrata, col lato di 31,58 metri e l'altezza di 12,40 metri. Dodici lastre di pietra, la più larga delle quali misura 2,70 m di lunghezza per 4,50 m d'altezza, sono appoggiate contro il primo gradino. Recentemente si è scoperto che i coperchi dei sarcofagi della camera interna sono rivolti verso Nord-Est, in direzione del Chonzi (lago del cratere) sul Paektusan (Monte PaekTu). Interessante notare che le tre piramidi maggiori ricalcano la posizione delle piramidi di Giza e di Teotihuacàn, configurazione che secondo molti ricercatori richiama la posizione delle tre stelle della Cintura di Orione.

² La sezione aurea o rapporto aureo o numero aureo o costante di Fidia o proporzione divina, nell'ambito delle arti figurative e della matematica, indica il numero irrazionale 1,6180339887... ottenuto effettuando il rapporto fra due lunghezze disuguali delle quali la maggiore è medio proporzionale tra la minore b e la somma delle due $(a+b)$.

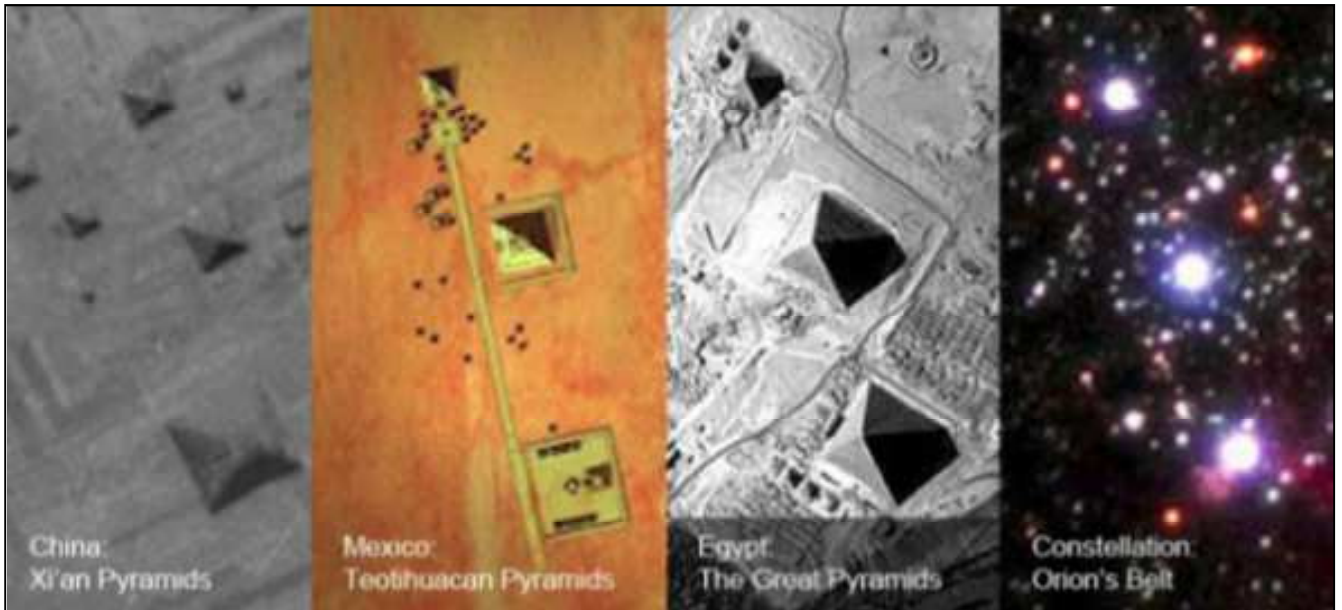


Figura 3. Le tre piramidi maggiori.

A circa km 65 dalla città di Kunming, nel lago di Fuxian, nella provincia dello Yunnan, sono state scoperte nel 2006, le più antiche piramidi inesplorate. Sono state esaminate tre piramidi e sembra che possano risalire ad un'età compresa tra il 5000 e il 13000 a.C. Tutto iniziò quando un subacqueo esperto, Geng Wei, scoprì uno strano fenomeno sotto il lago, e cioè delle strane lastre ricoperte di muschio. Iniziò così l'esplorazione del lago, alla fine della quale presentò una relazione in cui esponeva la sua scoperta agli esperti della provincia di Yunnan.

Un team di archeologi subacquei cinesi, con l'ausilio di rilevatori avanzati, iniziò a studiare le rovine scoperte nel lago Fuxian e stimarono che esse si estendevano su di una superficie di circa 2,4 - 2,7 chilometri quadrati. Il sito poteva quindi essere la famosa antica città di Yuyuan misteriosamente scomparsa molte centinaia di anni prima.



Figura 4. La piramide nel lago Fuxian.

I risultati della spedizione congiunta di archeologi cinesi e russi furono poi riferiti dai due organizzatori del progetto, Leonid Gav e Yevgeny Spiridonov, i quali dichiararono che, con l'ausilio di sonar avevano scoperto tre piramidi sommerse nel lago, la più alta era di circa 40 metri. I blocchi con cui le piramidi erano state costruite, hanno le stesse dimensioni dei blocchi con cui sono stata costruite anche quelle egiziane. Teniamo ben conto che solo l'1 per cento della superficie del lago Fuxian fu esplorato. La maggior parte degli studiosi che hanno preso parte alla spedizione, datano tale piramidi e i resti di lastre ritrovati nel lago a circa il 5000-12000 a.C. Si ritiene che sia queste piramidi che i resti della città fossero state costruite in prossimità del lago e che in seguito ad un terremoto si siano poi inabissate rimanendo conservate e celate per tutto questo tempo. Ci sono tanti interrogativi ancora aperti su queste 3 piramidi e tanti sono gli studi da effettuare su di esse.



Figura 5. Simbolo del Sole scolpito su una roccia sommersa.

Un gruppo di ricerca che si è tuffato nelle acque del Lago Fuxian (抚仙湖) ha scoperto ulteriori prove archeologiche di un'antica città sommersa di cui si diceva da tempo. L'indagine di 20 giorni al largo della sponda orientale del lago ha permesso ai ricercatori di mappare parti del sito, scattare foto e, cosa forse più importante, recuperare dozzine di reliquie dimenticate da tempo. Oltre alle reliquie, diverse pietre scolpite sono state fotografate e documentate in altro modo. Questi includono segni che, secondo il team scientifico, assomigliano a trigrammi di divinazione Yijing (易经), così come rappresentazioni di genitali maschili e femminili e raffigurazioni del Sole e della Luna.

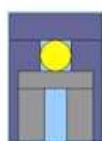
Pagine tratte dal volume:

ARCHEOLOGIA RELIGIOSA DELLA PREISTORIA

Luciano Venzano



Edizioni



ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici

I Cieli della Bibbia

Il ruolo della volta celeste nell'antica cultura ebraica

Giuseppe Veneziano

(Osservatorio Astronomico di Genova)



Abstract

For ancient civilizations the stars in the sky represented the manifestation of various divinities, and very often they were embodied by the divinities themselves or by their essence. But for Jewish culture an exception must be made. In the Bible there is a high monotheistic theology that identifies God as the Creator of all things. The Sun, Moon and stars do not have a life of their own, they do not act by their own will, but are creative works subject to the laws imposed by Him who created them. We talk about the heavens sometimes in a poetic or metaphorical sense, other times in a more realistic sense. To avoid the misunderstandings that often exist among various scholars on the meaning of such descriptions, it is necessary, however, to move away from that critical spirit of which the Bible has often been made the object and to approach the analysis of the text with the spirit of a believer. Seen from this aspect, the "Heavens of the Bible" take on a new connotation, a sublime character that leads us to the discovery of their Creator.

Riassunto

Se gli astri del cielo hanno rappresentato per le civiltà antiche la manifestazione di varie divinità, e molto spesso erano incarnate dalle divinità stesse o dalla loro essenza, per la cultura ebraica bisogna fare una eccezione. Nella Bibbia vige una elevata teologia monoteistica che identifica in Dio il Creatore di tutte le cose. Il Sole, la Luna e le stelle non hanno vita propria, non agiscono per propria volontà, ma sono opere creative soggette alle leggi imposte da Colui che le ha create. Si parla dei cieli a volte in tono poetico o metaforico, altre volte in senso più realistico. Per evitare i fraintendimenti che spesso ci sono tra i vari studiosi sul significato di tali descrizioni, è necessario però uscire da quello spirito critico di cui spesso la Bibbia è stata fatta oggetto e approcciarsi all'analisi del testo con lo spirito di un credente. Visti sotto questo aspetto i "Cieli della Bibbia" assumono una nuova connotazione, un carattere sublime che ci portano alla scoperta del loro Creatore.

Sommario

1. Introduzione
2. I *Cieli* nelle Sacre Scritture: esaltazione dell'opera del Creatore
3. Il *linguaggio* della Bibbia
4. Gli *Statuti dei Cieli* e la sapienza di Dio
5. Portenti celesti e ira divina
6. L'astrolatria nelle Sacre Scritture
7. Conclusioni

1. Introduzione

L'astronomia – ed è possibile asserirlo senza ombra di dubbio – è la più antica scienza della natura indagata dall'uomo. Anzi, se vogliamo dirla tutta, l'astronomia è nata con l'uomo stesso, seppure in una forma diversa da quella attuale. È stata presente in tutta la storia del pensiero scientifico, filosofico e religioso dell'umanità. Dal momento che le uniche fonti di luce naturale provenivano dal cielo, ecco che alzare lo sguardo verso la volta celeste era una conseguenza perfettamente logica. Le attività umane sulla Terra erano correlabili alle evoluzioni degli astri nel cielo. Ci si era accorti, infatti, che osservando e misurando i loro movimenti sulla volta celeste era possibile programmare tutte quelle attività che permettevano la sopravvivenza delle antiche comunità. In particolare, è possibile riassumere le correlazioni tra cicli astronomici ed attività umane in alcuni punti essenziali:

- Attività agricole e di allevamento: tramite la definizione e l'istituzione di un calendario basato sui cicli lunari e solari, responsabili dell'alternarsi delle stagioni e della crescita della vegetazione.
- Attività venatorie. Era essenziale per i cacciatori osservare la posizione del Sole nel cielo per orientarsi e per stimare la durata delle ore di luce rimanenti per non essere sorpresi dalle tenebre lontano dai propri villaggi.
- Orientamento e navigazione. Era possibile viaggiare via mare anche di notte osservando la posizione di stelle e costellazioni e la loro altezza sull'orizzonte: quello che oggi chiamiamo “fare il punto nave”.
- Altre attività umane. La gestazione ed il parto venivano correlati alle fasi lunari: per individuare i giorni più probabili per la nascita dei bambini si calcolavano nove lunazioni (in particolare la nona Luna Piena) a partire dalla data del concepimento.
- Religiosità. Gli astri, proprio per il fatto che con la loro presenza regolavano le attività umane, finirono per essere visti come entità divine.

Nell'antichità astronomia e astrologia sono state per lunghissimo tempo indissolubilmente legate insieme. È possibile affermare che l'osservazione della volta celeste e dei suoi fenomeni ha contrassegnato l'evolversi di tutte le civiltà. Tutte le religioni politeiste delle culture passate hanno guardato al cielo e alle costellazioni come ad un luogo cui elevarsi, cui ambire per distaccarsi dalle tristi condizioni cui l'umanità era ed è soggetta. Gli astri del cielo sembravano avere una vita e una volontà propria, e sembravano occupare un mondo a sé stante, indipendente dall'ingerenza umana, quindi un modello perfetto cui guardare.

Molti di questi astri – soprattutto i due luminari maggiori, il Sole e la Luna – avevano un'influenza diretta sul clima, sulle stagioni e sulla crescita della vegetazione. Proprio per questa loro prerogativa, per i nostri lontani predecessori non fu difficile pensare che questi oggetti celesti fossero la manifestazione o la personificazione di divinità cui potersi rivolgere per ottenere aiuto, ma anche da placare in caso di calamità (*Veneziano 2018*, p. 4).

L'esigenza di armonizzare i lavori agricoli ai ritmi delle stagioni fu sicuramente la principale forza motivante alla creazione dei primi calendari, e spesso queste ricorrenze venivano festeggiate con rituali che rispecchiavano ciò che le antiche comunità vedevano accadere in natura. Se un fenomeno celeste avveniva in corrispondenza di un evento positivo, ecco che tale astro, e la divinità ad esso associato, assumeva delle caratteristiche benefiche. Il rituale, in questo caso, era caratterizzato dall'esaltazione del suo potere e dalla presentazione di offerte in ossequio alla sua benevolenza. Al contrario, se il fenomeno celeste avveniva in corrispondenza di un

evento nefasto, il rituale era indirizzato a placare l'ira della divinità con sacrifici propiziatori (Veneziano 2019, p. 98).

Gli studi nel campo dell'archeoastronomia (o dell'astronomia culturale, che dir si voglia) hanno dimostrato, infatti, che in numerosi siti archeologici vi è una stretta correlazione tra luoghi di culto e l'osservazione del cielo. Molti di questi avvenimenti hanno quindi influenzato anche le festività di numerose popolazioni. Ecco allora che l'adorazione della creazione celeste finì per occupare un posto preminente in tutte le religioni delle civiltà antiche.

In quest'ultima considerazione, però, bisogna fare un'eccezione per la cultura ebraica così come si evince nelle Sacre Scritture. Nella Bibbia vige una elevata teologia monoteistica che identifica in Dio il Creatore di tutte le cose. Il Sole, la Luna e le stelle, quindi, non hanno vita propria, cioè non agiscono per una propria volontà, ma sono opere creative soggette alle leggi imposte da Colui che le ha create (questo concetto, nel proseguo di questo testo, verrà più volte ricordato). Si parla dei cieli a volte in tono poetico o metaforico, altre volte in senso più letterale. Come si è anticipato, queste descrizioni danno spesso luogo ad interpretazioni contrastanti da parte dei vari studiosi, che molto spesso analizzano le informazioni con uno spirito critico. Ma se si esce da questi ristretti canoni interpretativi e ci si avvicina all'analisi del testo con lo spirito di un credente (quali dovevano essere gli antichi Israeliti), ecco che i "Cieli della Bibbia" assumono una nuova e chiara connotazione, un carattere sublime che ci porta alla scoperta del loro Creatore.

2. I Cieli nelle Sacre Scritture: esaltazione dell'opera del Creatore

Il termine ebraico *shamàyim*, che è sempre al plurale e che ricorre numerosissime volte nell'Antico Testamento, viene tradotto indifferentemente sia come "cielo" (al singolare) che come "cieli" (al plurale). Il suo significato fondamentale sembra indicare qualcosa che si trova in un luogo posto in alto o in posizione elevata (AA.VV. 1990, vol. 1, p. 483). Il termine greco usato nel Nuovo Testamento è invece *ouranòs*, la cui etimologia è incerta: da questa radice deriva il nome del dio greco Urano (nome dato anche al settimo pianeta del sistema solare, la cui esistenza era però sconosciuta nell'antichità), il quale era la personificazione del cielo. Nella lingua originale ebraica questo termine abbraccia in realtà tutta una vasta gamma di significati: di solito è il contesto in cui è inserito che fornisce informazioni sufficienti per determinare a quale parte dei cieli fisici ci si riferisca. Può indicare i cieli fisici ma anche quelli "spirituali", cioè quelli dove risiedono sia Dio che gli angeli, i quali, essendo entità spirituali, sono invisibili agli occhi umani.

Nel caso dei cieli fisici, *shamàyim* e *ouranòs* possono indicare:

- l'atmosfera terrestre: in cui si formano le nuvole che lasciano cadere a terra la neve, la pioggia e la grandine (Giosuè 10:11; Isaia 55:10; Atti 14:17); in cui si formano la brina e la rugiada (Genesi 27:28; Giobbe 38:29); in cui volano gli uccelli (Deuteronomio 4:17; Proverbi 30:19); in cui sfolgorano i fulmini (Luca 17:24); in cui soffiano i venti (Salmi 78:26). In alcuni casi ci si riferisce alla volta celeste che sembra avvolgere la Terra (Matteo 16:1-3; Atti 1:10,11). A questa regione di cielo ci si riferisce in alcune espressioni bibliche quali: "*in mezzo al cielo*" (Apocalisse o Rivelazione 8:13; 14:6); "*dall'estremità dei cieli*", ad indicare la linea dell'orizzonte, dove terra e cielo sembrano congiungersi e fondersi, o dove sorge e tramonta il Sole (Isaia 13:5; Salmi 4-6); "*dalle quattro estremità dei cieli*" (Geremia 49:36), con riferimento ai quattro punti cardinali,

ad indicare cioè tutta la terra. Ci si riferisce ad essa anche con un altro termine ebraico, *raqia'*, tradotto “distesa” o “firmamento”, in occasione del secondo (Genesi 1:6-8) e del quarto periodo (o “giorno”) creativo (Genesi 1:6-8). Alcune traduzioni rendono *raqia'* con dei termini fuorvianti: la versione detta “dei *Settanta*” (*LXX*)³, usa il termine greco *sterèoma*, mentre la *Vulgata Latina* usa il termine *firmamentum*: entrambe danno però l’idea di una struttura solida e ferma, cosa che invece il termine ebraico non trasmette (AA.VV. 1990, vol. 1, p. 703). L’originale ebraico ha senso di stato o di estensione; per questo molte traduzioni rendono questo termine come “distesa” (*VR 1925, Diodati 1975, NM 1987*), “estensione” o “espansione” (*VM 1966*). Ancora un altro termine ebraico che gli scrittori dell’Antico Testamento usano talvolta è *shàchaq*, in riferimento alla zona dell’atmosfera che circonda la Terra, dove si formano le nuvole. Questa è la stessa zona di cielo che è azzurra di giorno, a causa della diffusione dei raggi solari da parte delle molecole atmosferiche, ed è costellata di stelle la notte (Isaia 45:8; Salmi 89:37).

- lo spazio cosmico: da dove l’atmosfera terrestre lascia il posto al vuoto dello spazio e fino alle più remote parti dell’Universo conosciuto. In questa infinita distesa cosmica giacciono quelli che la Bibbia definisce poeticamente “*tutto l’esercito dei cieli*”, cioè il Sole, la Luna, le stelle e le costellazioni (Deuteronomio 4:19; Isaia 13:10; 1 Corinti 15:40, 41; Ebrei 11:12). Questi sono i cieli stellati menzionati nel primo versetto della Bibbia (Genesi 1:1) e la cui creazione è antecedente a quella dei 6 “giorni creativi” nei quali Dio pose le basi per creare la vita sulla Terra.



Le stesse parole usate nelle lingue originali per indicare i cieli fisici vengono anche usati per i cieli spirituali. Come si è detto, dal momento che Dio è uno spirito, non dimora nei cieli fisici ma in quelli spirituali insieme alle altre creature spirituali, gli angeli, che sono invisibili all’occhio umano. Anche in questo caso i termini originali descrivono fondamentalmente qualcosa di elevato o di eccelso. Il patriarca Giacobbe, in sogno vide una scala che da terra giungeva fino ai cieli spirituali e su di essa salivano e scendevano gli angeli, e al di sopra di questi stava seduto Dio sul suo glorioso trono (Genesi 28:12, 13).

Figura 1. La scala della visione di Giacobbe in un dipinto di William Blake (1805), che secondo la Bibbia viene percorsa dagli Angeli fungendo da collegamento tra il cielo e la terra (Genesi 28, 11-19). Da notare che il trono di Dio è al sopra delle stelle.

³ La *Settanta* (*LXX*), o Septuaginta o Bibbia alessandrina, è la prima versione della Bibbia in lingua greca, eseguita da una settantina di eruditi e compiuta ad Alessandria d’Egitto per gli Ebrei lì residenti che non comprendevano più la lingua dei loro padri (l’ebraico). L’importanza della Settanta è dovuta al fatto che deriva da manoscritti anteriori al lavoro di unificazione del testo ebraico operato nel I sec. d.C. dai Sopherim. La Settanta riporta anche 7 libri non presenti nella Bibbia ebraica: Tobia, Giuditta, 1 e 2 Maccabei, Baruch, Siracide e Sapienza, oltre ad alcuni brani di Ester e Daniele. L’inizio della traduzione risale alla metà del III sec. a.C. e il termine va collocato intorno all’anno 100 a.C. Non si tratta quindi di un lavoro unitario svolto in una sola volta da un unico studioso o gruppo di studiosi, ma della somma di singole traduzioni fatte da persone diverse nell’arco di un secolo e mezzo. Anche il valore delle singole traduzioni è vario. (<https://www.diocesidichoggia.it/2020/06/12/la-settanta/>).

I cieli con i suoi corpi celesti erano già menzionati in **Genesi 1:1**: *“In principio Dio creò i cieli e la Terra. Ora la Terra risultò essere informe e vuota e c'erano tenebre sulla superficie delle acque dell'abisso, e la forza attiva di Dio si muoveva sulla superficie delle acque.”* Ciò vuol dire che il Sole, la Luna e le stelle già esistevano nello spazio cosmico, ma a causa delle condizioni fisico-climatiche proibitive della Terra, che era sottoposta alle tenebre dovute ad immani eruzioni vulcaniche che rendevano l'aria irrespirabile, la visione del cielo era completamente preclusa (**figura 2**). Solo col passare di milioni di anni la superficie terrestre si raffreddò e l'atmosfera divenne più permeabile alla luce solare.



Figura 2. La Terra primordiale. Secondo le ricostruzioni dei geologi, in accordo con ciò che dice Genesi 1:1, la superficie terrestre era informe e dai contorni non ben definiti, con continue eruzioni vulcaniche che ne modellavano in continuazione il paesaggio. In una tale situazione l'atmosfera era talmente densa di polveri e gas velenosi che anche la luce del Sole faceva fatica a penetrarvi. (dal Web)

Fu durante il quarto “giorno creativo”⁴ che la trasparenza dell'atmosfera permise l'individuazione degli astri maggiori e c'è nella Bibbia la prima menzione delle stagioni. Poiché segnano il passare del tempo, i corpi celesti servirono come indicatori delle stagioni.

“E Dio proseguì dicendo: “Si facciano luminari nella distesa dei cieli per fare una divisione fra il giorno e la notte; e dovranno servire come segni per le stagioni e per i giorni e gli anni. E dovranno servire come luminari nella distesa dei cieli per risplendere sopra la terra”. E così si fece. E Dio faceva i due grandi luminari; il

⁴ Il termine ebraico che viene usato per “giorno creativo”, *yohm*, viene usato in altre parti delle Sacre Scritture, e non necessariamente per designare un giorno di 24 ore, ma per indicare una unità di tempo di varia durata, che potrebbe assumere anche il significato di: periodo, era (geologica), tempo indeterminato o indefinito (*Veneziano 2004*).

luminare maggiore per dominare il giorno e il luminare minore per dominare la notte, e anche le stelle. Così Dio li pose nella distesa dei cieli per splendere sopra la Terra.”
(**Genesi 1:14-17, TNM**)⁵

Nelle Sacre Scritture, quindi, le stagioni vengono da subito messe in correlazione con la presenza degli astri nel cielo. Il fenomeno dell’alternanza delle stagioni – come è noto – è una conseguenza originata dall’inclinazione dell’asse terrestre sul piano dell’eclittica e dal moto della Terra attorno al Sole, ed è indiscutibile il fatto che il suo ciclico rinnovarsi abbia condizionato e condizioni tutt’ora la vita sul nostro pianeta. Dal momento che l’agricoltura ha costituito da sempre uno dei mezzi di sostentamento più utilizzati dall’umanità e che i prodotti della terra sono strettamente correlati alle stagioni, risulta chiaro come fin dai primordi l’attenzione dell’uomo sia stata rivolta a decifrare le leggi che governano questi cicli fondamentali della natura. Sempre nel *Libro di Genesi*, dopo il castigo divino del Diluvio Universale, il Creatore coglie l’opportunità di rassicurare gli esseri umani che le stagioni avrebbero comunque continuato ad alternarsi come prima, in modo da permettere la raccolta dei frutti della vegetazione e quindi la loro sussistenza (Genesi 8:22). Il fatto che Dio ribadisca questo fatto è segno che la cosa poteva non essere poi così scontata dopo quel catastrofico evento che è rimasto vivido nelle tradizioni di tutte le culture del mondo.

Una delle basi dell’archeoastronomia è lo studio della posizione degli astri nel cielo e sull’orizzonte in relazione con l’orientamento degli antichi edifici. In special modo, il Sole e la Luna sono stati i primi punti di riferimento. A questo riguardo è emblematico ciò che viene detto nel *Libro dei Salmi* in una delle più belle melodie attribuite al re Davide. Parlando di Dio, Davide afferma:

*“Egli ha fatto la Luna per i tempi fissati;
il Sole stesso conosce bene dove tramonta.”*
(**Salmi 104:19**)

Quali sono i “*tempi fissati*” dalla Luna? Sembrano essere un chiaro riferimento alle sue fasi. Il calendario in uso presso gli Ebrei era di tipo lunisolare. Esso era basato sulle lunazioni (da Luna Nuova a Luna Nuova⁶), della durata di 29 giorni, 12 ore e 44 minuti. Infatti la parola ebraica *chòdhesh*, tradotta “mese” (Genesi 7:11) o “Luna Nuova” (I Samuele 20:27)⁷ è affine al termine *chadhàsh*, che significa “nuovo”. Un’altra parola per indicare il “mese lunare” è *yèrach* (letteralmente “lunazione”, I Re 6:38 [o, secondo la versione greca dei LXX, III Libro dei Re]). Ogni mese era composto quindi da 29 o 30 giorni,⁸ e ogni giorno andava dal tramonto del Sole al tramonto del giorno successivo.

⁵ Ove non diversamente specificato, tutte le citazioni bibliche riportate in questo testo si rifanno alla *Traduzione del Nuovo Mondo delle Sacre Scritture* (TNM 1987, versione con riferimenti) che – a parere dello scrivente – è la più accurata traduzione in lingua italiana, quella che rispecchia più fedelmente i testi originali. Per quanto riguarda le citazioni del Nuovo Testamento, il testo può essere confrontato con la *The Kingdom Interlinear Translation of Greek Scriptures* (KIT 1969), una traduzione interlineare (parola per parola) dal greco all’inglese. I riferimenti di entrambe le versioni sono riportati in bibliografia.

⁶ Luna Nuova è il periodo in cui la Luna non è visibile. Dopo circa 7 giorni segue la fase della Luna al Primo Quarto. Dopo altri 7 giorni quella di Luna Piena e poi quella di Luna all’Ultimo Quarto, alla fine di un periodo di 29 giorni e mezzo, la Luna ritorna alla fase di Luna Nuova. È passato così un mese sinodico o lunare ([figura 3](#)).

⁷ Secondo la versione greca detta “dei Settanta” (abbreviata di seguito come LXX), il Primo Libro del profeta Samuele (o I Samuele) viene denominato “Primo Libro dei Re”.

⁸ Cinque mesi avevano 30 giorni ciascuno; quattro mesi ne avevano 29. I restanti tre potevano avere indifferentemente 29 o 30 giorni; questo permetteva sia di apportare i necessari aggiustamenti al calendario lunare sia di impedire che certe feste cadessero in giorni giudicati inopportuni dai capi religiosi ebrei.

Un tale anno di 12 mesi lunari ha circa 354 giorni, cioè 11,25 giorni (11 giorni e $\frac{1}{4}$) in meno rispetto ad un anno solare. Era chiaro che, calcolando l'anno in base alle lunazioni, con l'andare del tempo vi sarebbe stata una discrepanza tra l'anno lunare ed i vari raccolti agricoli, dal momento che nell'arco di tre anni il primo mese del calendario sacro ebraico (*abib* o *nisan*), che segnava l'inizio della primavera, sarebbe iniziato con circa 33 giorni di anticipo rispetto all'anno solare. Per ovviare a questo inconveniente, i sacerdoti preposti al calendario ogni due o tre anni aggiungevano un tredicesimo mese (detto "mese intercalare") per sincronizzare di nuovo il calendario lunare con le stagioni. È molto probabile che tale decisione venisse determinata per semplice osservazione, vedendo quanto distava la fase di Luna Nuova dall'equinozio di primavera. Se la Luna Nuova che avrebbe normalmente contrassegnato l'inizio del mese di *nisan* era troppo distante dall'equinozio di primavera, il mese veniva considerato un intercalare, un tredicesimo mese,⁹ e *nisan* iniziava alla Luna Nuova successiva.¹⁰ Questo faceva sì che importanti feste annuali cadessero nella data voluta: ad esempio la Pasqua ebraica, che commemorava la liberazione del popolo d'Israele dalla schiavitù egizia, doveva essere festeggiata il 14° giorno del mese di Nisan, in corrispondenza della Luna Piena, subito dopo l'equinozio di primavera. Pertanto, se verso la fine dell'anno si notava che la Pasqua sarebbe caduta prima dell'equinozio primaverile, si decretava l'intercalazione del tredicesimo mese (*Veneziano 2015b*). Non sorprende che, proprio a motivo della regolarità con cui la Luna compare nel cielo, uno dei salmisti la definisse come "un testimone fedele nei cieli" (**Salmi 89:37**).



Figura 3. Fotomontaggio che illustra le varie fasi di illuminazione della superficie lunare da parte della luce solare. Le fasi vanno "lette" in senso antiorario. La prima immagine di destra rappresenta la prima falce lunare visibile dopo il novilunio (cioè dopo la Luna Nuova). La seconda, rappresenta la Luna al Primo Quarto, dove è illuminata la metà occidentale del suolo lunare (quella di ponente). Man mano che passano i giorni la Luna viene illuminata sempre di più fino a che tutta la superficie visibile da Terra risplende. È la fase di Luna Piena (immagine centrale). Dopo di che la percentuale di superficie lunare illuminata dalla luce del Sole diminuisce, fino ad arrivare alla fase di Ultimo Quarto (penultima immagine) dove è illuminata la metà orientale del suolo lunare (quella di levante). L'ultima immagine a sinistra rappresenta l'ultima falce lunare prima che il nostro satellite non sia più visibile per qualche giorno. Inizia così la fase di Luna Nuova, e dopo pochi giorni il ciclo ricomincia.

⁹ Il tredicesimo mese, quello intercalare, era chiamato *veadar*, che significa "secondo adar", poiché veniva dopo il dodicesimo mese *adar* (corrispondente al periodo dei nostri febbraio-marzo).

¹⁰ Per gli intervalli di intercalazione del tredicesimo mese si veda *Veneziano 2004*, p. 81 e *Veneziano 2015a*, p. 89.

E, in che senso “*il Sole conosce bene dove tramonta*”? Come ben sa chi è avvezzo all’osservazione del Sole, l’astro del giorno sorge e tramonta sull’orizzonte in punti leggermente diversi giorno dopo giorno tra i due solstizi. Gli archi di orizzonte sottesi da questi due eventi, però, sono ben definiti. Sono una coppia di archi contrapposti: ad oriente quello dove il Sole sorge (amplitudine ortiva), ad occidente dove tramonta (amplitudine occasa), i cui punti estremi sono ben delimitati. Gli estremi di questi archi vengono raggiunti dal Sole ai due solstizi (figura 4). Se agli equinozi il Sole sorge esattamente al punto cardinale Est e tramonta al punto cardinale Ovest a qualsiasi latitudine lo si osservi, i punti in cui sorge e tramonta ai due solstizi variano invece in base alla latitudine del luogo di osservazione. Se si guardano questi fenomeni con gli occhi di un osservatore inesperto in questioni astronomiche (pastori e agricoltori, quali dovevano essere gli Israeliti) sembra quasi che il Sole “sappia” quali siano i suoi limiti e che non possa andare oltre questi punti estremi. Visto sotto questo aspetto ecco che la frase riportata nel Salmo 104:19 acquisisce una connotazione del tutto nuova: rispecchia in maniera fedele ciò che è il percorso apparente dell’astro diurno sull’orizzonte. Ecco così che la semplice osservazione legata ai due luminari maggiori – il Sole e la Luna – rende in maniera superba il senso di questa scrittura.

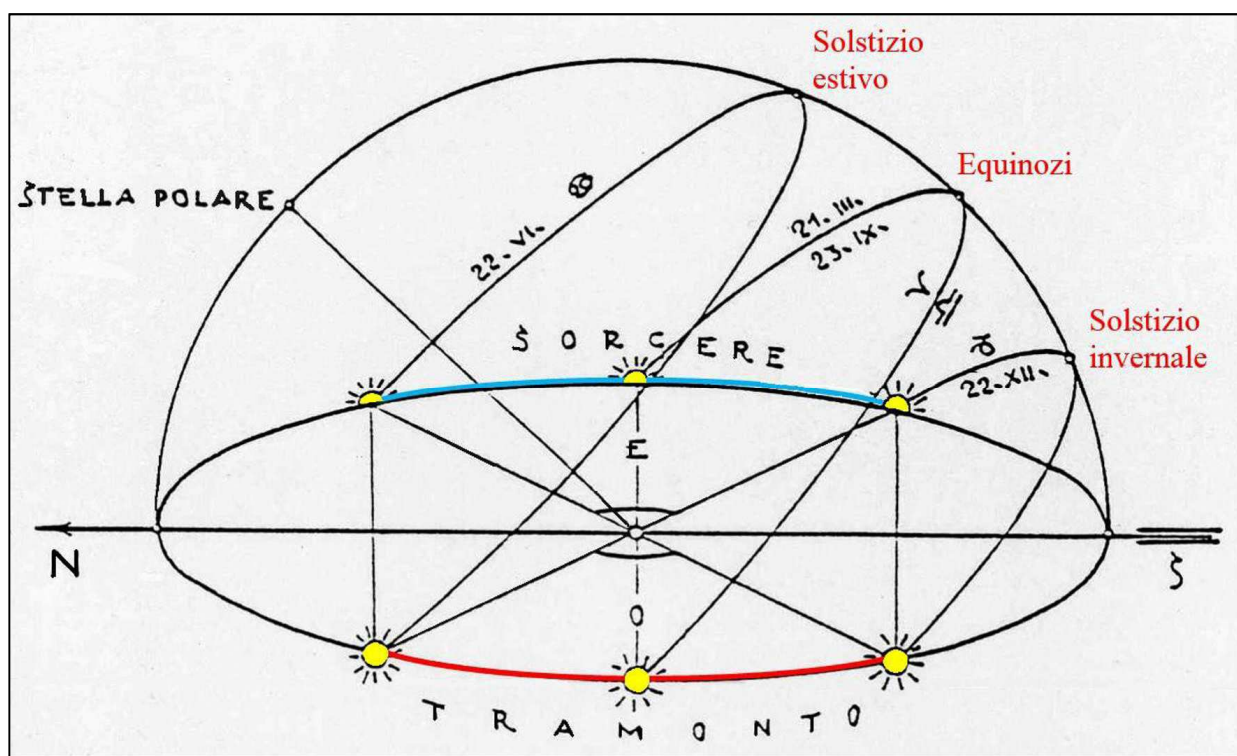


Figura 4. Percorsi apparenti annuali del Sole come si presentano ad un osservatore posto nell’emisfero settentrionale alle medie latitudini (circa 45-50°) in un sito di pianura. Sono evidenziate le amplitudini solari, cioè i percorsi compiuti avanti e indietro dal Sole sull’orizzonte tra i due solstizi: in blu l’amplitudine “ortiva”, dove sorge il Sole; in rosso l’amplitudine “occasa”, dove tramonta il Sole. L’ampiezza di questi due archi contrapposti, di egual misura angolare, variano col mutare della latitudine in cui si trova l’osservatore. Man mano che ci si allontana dalla fascia equatoriale e ci si sposta verso i poli, le posizioni estreme del sorgere e del tramontare del Sole e la sua traiettoria nel cielo nel corso dell’anno, subiscono una notevole variazione angolare, con un conseguente sensibile aumento delle due amplitudini. (da Innerebner 1959, modificata)

Prima della sua ascesa al trono, Davide era stato un semplice pastore. Nelle notti passate all'aperto nelle vicinanze di Betlemme, al pascolo con le greggi di suo padre Iesse, sarà sicuramente rimasto estasiato nell'osservare il cielo stellato sopra di sé, e avrà sicuramente avvertito l'immensità di quell'oscura volta che lo sovrastava, tanto da farlo sentire davvero insignificante al suo confronto. Gli sarà parso quasi incredibile che Colui che aveva creato tutto ciò che vedeva manifestasse un tale interesse per dei semplici esseri umani. Le opere creative che vedeva in cielo erano una prova dell'amore di Dio per lui. Dalle sue espressive parole riportate in seguito a queste esperienze osservative, traspare la sua più totale riverenza nei confronti, non degli astri, ma di Colui che li aveva creati (figura 5). Esprime questi suoi profondi sentimenti in un salmo, la cui intestazione, o soprascritta, "*Melodia di Davide. Al capo dei musicisti sopra Ghittit*"¹¹ indica chiaramente che il testo era stato scritto in origine per essere cantato e accompagnato da strumenti musicali, cioè una sorta di poema lirico:

*“O Yahwèh¹², nostro Signore,
com'è maestoso il tuo nome in tutta la Terra,
Tu la cui dignità si narra al di sopra dei cieli! ...
Quando vedo i tuoi cieli, le opere delle tue dita,
la Luna e le stelle che tu hai preparato,
che cos'è l'uomo mortale che tu ti ricordi di lui,
e il figlio dell'uomo terreno che tu ne abbia cura?”*
(Salmi 8:1-4)

Questo salmo pone in contrasto la grandezza di Dio con la miserevole piccolezza dell'uomo. Così come i cieli sono molto al di sopra della Terra, nella stessa maniera il Creatore è incomparabilmente al di sopra degli esseri umani. Nonostante questo incolmabile divario, Dio si prende cura del genere umano e glielo dimostra tramite la bellezza e la magnificenza del creato. Come in una commovente conclusione, i Salmi dal capitolo 146 fino al capitolo finale 150, cominciano con l'espressione *halelu-Yàh* (allelùia) che viene tradotta “lodate Yah”, abbreviativo di Yahwèh, il nome di Dio. Altre traduzioni riportano “lodate Dio” o “lodate l'Eterno”. Questi capitoli costituiscono una esaltazione del nome di Dio quale creatore dei cieli e della Terra.

“Lodate Yah ... fattore del cielo e della Terra, del mare, e di tutto ciò che è in essi ...”
(Salmi 146:6)

¹¹ Ghittit è una espressione musicale, dal significato incerto, che compare nell'intestazione dei Salmi 8, 81 e 84. Sembra derivare dal termine ebraico “gath”, che è anche il nome di una città al confine tra Giuda e la Filistea. Alcuni studiosi hanno avanzato l'ipotesi che “Ghittit” indichi una melodia di canti che venivano eseguiti alla vendemmia dell'uva, dato che *Gath* significa “strettoio del vino”, tanto che nella *Settanta* greca e nella *Vulgata Latina* di Girolamo (uno dei Padri della Chiesa Cattolica), il termine è reso “tini” o “strettoio”.

¹² È il nome proprio di Dio nelle Sacre Scritture. Esso compare quasi 7000 volte nelle Scritture Ebraiche (l'Antico Testamento). Nei testi originali esso appare sotto forma di un tetragramma (quattro lettere) dell'alfabeto ebraico: יהוה (*yod, he, waw, he*, da leggersi da destra a sinistra). La traslitterazione più comune è: **YHWH** o, per altri **JHVH** (*Douglas, Levine 2011*). Dato che nella lingua ebraica non si scrivono le vocali, il tetragramma biblico è costituito unicamente da consonanti. Purtroppo, a causa di una superstizione secondo la quale il nome di Dio è troppo sacro per essere pronunciato, la corretta vocalizzazione (l'interpolazione di vocali alle consonanti) è andata col tempo perduta. La pronuncia più vastamente accettata del tetragramma (YHWH), sulla base di trascrizioni greche antiche, è **Yahweh**, talvolta in italiano **Jahvè** (*Sperling 2005*). Un'altra forma per rendere la pronuncia di YHWH è **Yehova(h)** da cui l'italiano **Geova**, che è quella riportata dalla *TNM 1987*, anche se in questo testo, per scelta personale, verrà usata la forma **Yahweh**, che è quasi certamente la più antica. La forma **Yehovah** è stata usata soprattutto dal XI secolo in poi. Tuttavia, alcuni testi magici del V secolo in lingua semitica e greca presentano una prima pronuncia del nome divino sia con **Jehovah** che con **Yahweh** (*Kotansky, Spier 1995*).



Figura 5. La visione dei cieli stellati spinse il re Davide a lodare il Creatore e a riflettere sulla piccolezza dell'uomo di fronte alla maestosità del cielo.
(dal Web)

“Lodate Yah ... [Egli] conta il numero delle stelle; le chiama tutte per nome. Il nostro Signore è grande e abbondante in potenza, il suo intendimento è oltre ogni dire.”
(Salmi 147:4, 5)

“Lodate Yah! Lodate Yahwèh dai cieli, lodatelo nelle altezze. ... Lodatelo Sole e Luna. Lodatelo voi tutte, stelle lucenti. Lodatelo, cieli dei cieli, e acque che siete sopra i cieli. Lodino il nome di Yahwèh, poiché Egli stesso comandò, e furono creati. Li fa stare [o, esistere] per sempre, a tempo indefinito. Ha dato un regolamento e non passerà.”
(Salmi 148:1, 3-6)

“Lodate Yah! Lodate Dio nel suo luogo santo. Lodatelo nel firmamento che attesta la sua potenza.”
(Salmi 150:1)

Il fatto che ‘Dio conti il numero delle stelle e le chiami tutte per nome’ (Salmi 147:4) è ribadito in un altro versetto biblico scritto dal profeta Isaia, vissuto probabilmente due secoli e mezzo dopo Davide. Il profeta, riferendosi a Dio scrive:

“Alzate gli occhi al cielo e osservate: chi ha creato tutte queste cose? Colui che le fa uscire come un esercito, perfino a numero [cioè ‘conoscendone il numero esatto’], che tutte chiama perfino per nome. A motivo dell’abbondanza di energia dinamica, essendo Egli anche vigoroso in potenza, non ne manca nessuna.”
(Isaia 40:26)

Che le stelle ‘escano come un esercito’ è un chiaro riferimento al movimento apparente della volta celeste: a causa della rotazione terrestre le stelle, come tanti soldati, sembrano ‘uscire’ o comparire all’orizzonte orientale per poi librarsi – o marciare, in senso metaforico, proprio come fa un esercito – sfavillando nel cielo. Per quanto riguarda invece il numero delle stelle (Salmi 147:4, 5), si calcola che gli astri visibili ad occhio nudo (cioè quelli fino alla sesta magnitudine) siano circa 6000 in tutto il cielo, cioè circa 3000 per ogni emisfero terrestre, molti dei quali in una fascia luminosa che attraversa il cielo, la Via Lattea. Se ci si riferisce invece al numero di stelle totali, si stima che solo nella nostra galassia ci siano dai 200 ai 400 miliardi di stelle e si calcola che esistano circa 2000 miliardi di galassie nell’Universo fisico conosciuto. Uno spazio sconfinato, un numero incalcolabile di stelle che rilasciano una quantità immensa di

energia. Può essere difficile comprendere tutto questo per dei semplici esseri umani, tanto che il salmista scrisse che la potenza e l'intendimento di Dio "è oltre ogni dire" (Salmi 147:5). Il fatto che nonostante l'immensità del numero delle stelle, Dio le conti e le chiami tutte per nome vuol dire che tanto più Egli conosce tutti gli esseri umani fin nei minimi dettagli, al punto che, come disse Gesù Cristo nel Vangelo di Matteo: "gli stessi capelli della nostra testa sono tutti contati" (Matteo 10:30).

Un'altra interessante asserzione sulle stelle viene fatta da Paolo di Tarso (San Paolo) nella sua prima lettera inviata alla congregazione cristiana della città di Corinto:

"E ci sono corpi celesti, e corpi terrestri; ma la gloria dei corpi celesti è di una sorta, e quella dei corpi terrestri è di una sorta diversa. La gloria del Sole è di una sorta, e la gloria della Luna è di un'altra, e la gloria delle stelle è di un'altra ancora; infatti una stella differisce da un'altra stella in gloria."

(I Corinti 15:40, 41)

In che senso la "gloria" del Sole è diversa da quella della Luna? La risposta è chiara: il Sole brilla di luce propria (grazie alle reazioni termonucleari che avvengono nel suo nucleo) mentre la Luna brilla di luce riflessa. E, in che senso la "gloria" di una stella differisce da quella delle altre stelle? All'osservatore casuale la maggioranza delle stelle sembrano uguali, salvo forse per la diversa luminosità. Ciò nondimeno l'astronomia moderna, tramite l'uso di sempre più potenti telescopi e dell'analisi spettrografica della luce stellare, ha mostrato che in effetti le stelle differiscono l'una dall'altra per grandezza, colore, densità, temperatura e composizione chimica. L'analisi degli spettri stellari, in particolare, ha evidenziato che ogni stella è fisicamente e chimicamente diversa dalle altre, così come le impronte digitali di un essere umano sono diverse da quelle degli altri. Seppure espressa in termini poetici, l'affermazione di Paolo di Tarso risulta scientificamente corretta.

Come si è visto, quindi, nelle Sacre Scritture le costellazioni, i pianeti e le stelle vengono ammirati e lodati, ma sempre senza alcun privilegio o prerogativa. Essi non hanno alcuna interferenza sugli accadimenti umani. Lo spettacolo imponente dei cieli stellati, con i loro potenti effetti di luce che circondano l'intero globo, serve unicamente ad esaltare la gloria di Dio. Gli astri non sono nulla, poiché derivano semplicemente la loro forza e la loro sostanza dall'Entità Suprema che li ha creati. Tali sentimenti sono ben espressi dalle parole riportate in altre melodie sempre attribuite al re Davide:

*"I cieli dichiarano la gloria di Dio;
la distesa¹³ annuncia l'opera delle sue mani.
Un giorno sgorga detti ad altro giorno,
e la notte mostra conoscenza ad altra notte."*

(Salmi 19:1)

*"Mediante la parola di Yahwèh furono fatti gli stessi cieli,
e mediante lo spirito della sua bocca tutto il loro esercito."¹⁴*

(Salmi 33:6)

¹³ In ebraico *raqia'*, o "firmamento".

¹⁴ Il termine "tutto il loro esercito" può riferirsi alle stelle e ai corpi celesti in generale o, talvolta, alle schiere angeliche. Entrambe vengono viste come moltitudini ben organizzate, come quelle di un esercito. Lo "spirito della sua bocca" o letteralmente "l'alito della bocca di Dio" è la forza attiva di Dio, lo spirito santo, che egli impiegò nel creare i cieli fisici. (vedi Genesi 1:1, 2). Viene chiamato lo spirito della sua bocca perché, come un alito od un soffio possente, esso può essere emesso per produrre risultati a distanza.

Davide si rendeva conto che lo spettacolo degli astri che vedeva attraverso la “distesa”, forniva la prova inconfutabile di un glorioso Creatore. Giorno dopo giorno e notte dopo notte, i cieli rivelavano la sapienza e la potenza di Dio; metaforicamente è come se dai cieli sgorgassero parole che lodano il Creatore. Questa silenziosa “testimonianza” della gloria e del potere creativo di Dio, non si limita a ciò che si può vedere nei cieli nell’arco di un solo giorno o di una sola notte, ma un giorno dopo l’altro e una notte dopo l’altra gli astri testimoniano di continuo la stessa cosa.

Alla medesima conclusione arrivarono altri scrittori biblici. Ad esempio, nel Nuovo Testamento, San Paolo, nella sua lettera ai Romani:

“... quello che si può conoscere di Dio è manifesto tra loro, poiché Dio lo ha reso loro evidente. Poiché le sue invisibili qualità, perfino la sua sempiterna potenza e divinità¹⁵, si vedono chiaramente fin dalla creazione del mondo, perché si comprendono dalle cose fatte, così che sono inescusabili.” (Romani 1:19, 20)

Quando parla di “creazione del mondo¹⁶”, Paolo usa il termine greco *kòsmos*, che si riferisce in generale all’umanità. In questo contesto quindi l’apostolo si stava riferendo alla creazione dell’umanità. Infatti, è solo da quando esiste l’uomo che sulla Terra ci sono menti in grado di comprendere, o percepire, le invisibili qualità di Dio attraverso l’osservazione della creazione visibile. Per la creazione animale questo non è possibile; gli animali non hanno alcun bisogno spirituale da soddisfare come invece ce l’hanno gli esseri umani. Solo l’uomo si pone le cosiddette domande esistenziali, quelle che vanno al di là dell’evidenza materiale.¹⁷ Per Paolo chi negava l’esistenza di Dio non poteva portare nessuna prova per suffragare la sua tesi, mentre la creazione è evidente e sotto gli occhi di tutti.

Dello stesso avviso è l’evangelista Giovanni che nel suo libro conclusivo delle Sacre Scritture – l’Apocalisse o Rivelazione – riporta ciò che vede in una visione:

“i ventiquattro anziani ... gettano le loro corone dinanzi al trono, dicendo: “Degno sei, Yahwèh, Dio nostro, di ricevere la gloria e l’onore e la potenza, perché tu creasti tutte le cose, e a causa della tua volontà esse esisterono e furono create.” ”
(Apocalisse 4:10, 11)

“E vidi un altro angelo volare in mezzo al cielo ... e diceva ad alta voce: “Temete Dio e dategli gloria ... adorare Colui che fece il cielo, la terra, il mare e le fonti delle acque.”
(Apocalisse 14:6, 7)

E anche l’evangelista Luca, negli Atti degli Apostoli, afferma:

“Sovrano Signore, tu sei Colui che hai fatto il cielo e la terra e il mare e tutte le cose che sono in essi ...”
(Atti degli Apostoli 4:24)

¹⁵ O “natura divina”. Il termine greco qui usato è *theiòtes*, affine a *Theòs* (Dio).

¹⁶ “Creazione del mondo”, dal greco *apò ktíseos kòsmos*.

¹⁷ Domande quali: Perché esiste il mondo? Da dove vengono l’ordine e l’armonia dell’Universo? Perché siamo sulla Terra? Qual è lo scopo della nostra esistenza? Cosa accade quando si muore?

Per tutti questi motivi l'astrolatria, cioè il culto rivolto agli astri, praticata da Egizi, Fenici e dagli Assiro-Babilonesi, con cui gli Ebrei vennero a contatto, è menzionata nelle Sacre Scritture come un pensiero altamente sacrilego, da cui rifuggire. La legge divina era chiara: bisognava adorare il Creatore e non la creazione. Ma, come vedremo in seguito, nonostante tali ammonimenti i re di Israele finirono, col passare del tempo, per cedere alle pratiche astro-religiose dei popoli vicini, adorando il Sole, la Luna e le stelle, sacrificandovi, con molta probabilità, anche vittime innocenti.¹⁸

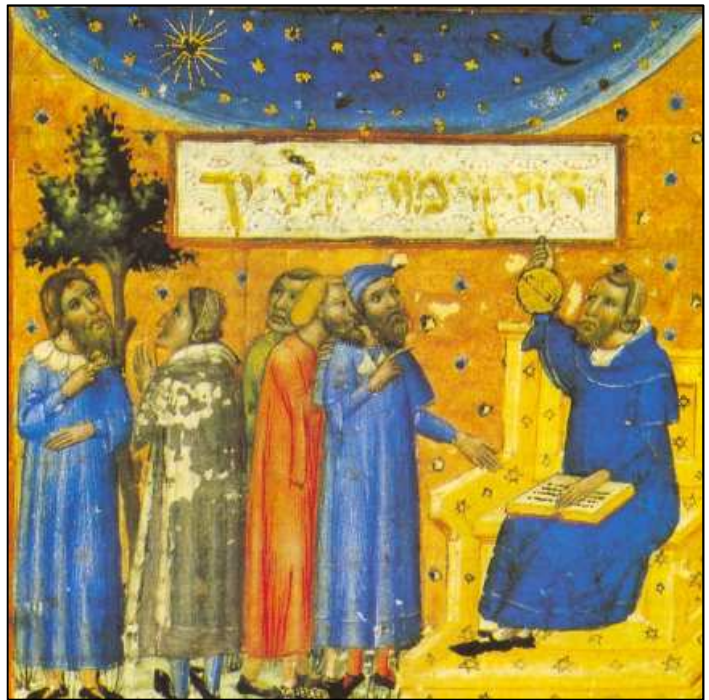


Figura 6. Eruditi ebrei osservano il cielo stellato. Da: "Guida ai perplessi", testo cabalistico del XIV secolo.

3. Il linguaggio della Bibbia

Prima di inoltrarci nella trattazione dei cieli biblici, facciamo una premessa. Nella Bibbia a volte si parla in modo esplicito, altre volte invece lo si fa in senso figurato, con un linguaggio poetico o fatto di analogismi e di metafore. Al contrario di quello che molti pensano, le Sacre Scritture non sono in contrapposizione con la scienza, ma spesso usano un linguaggio che rispecchia la percezione puramente soggettiva del credente, e quindi in tal modo vanno interpretate.

Lo stesso Galileo Galilei era d'accordo con questa affermazione. Egli credeva che la creazione è governata da leggi che gli uomini possono imparare a conoscere mediante lo studio della natura. Chiunque studi le Sacre Scritture attentamente si rende conto che la Bibbia non è un manuale scientifico, pur essendo accurata quando menziona argomenti scientifici. Essa fu scritta per l'edificazione spirituale dei credenti, non per insegnare loro la fisica o qualche altra scienza della natura. Quando le sue scoperte scientifiche contraddissero l'invalsa interpretazione di certi versetti biblici da parte delle autorità della Chiesa di Roma, Galileo concluse che i teologi non afferravano il vero senso di quei passi. Per lui esistevano due tipi di linguaggio: i termini rigorosi della scienza e il parlare comune degli scrittori ispirati.

¹⁸ Come è riportato ad esempio in Geremia 7:30, 31.

Il 21 dicembre 1613, egli scrisse una lettera ad un suo vecchio studente, il benedettino Benedetto Castelli (1578-1643), su come non fosse necessario vedere il moto della Terra in opposizione con la Sacra Scrittura. Galileo scrisse che *“nelle Scritture, per accomodarsi all'intendimento universale”* era stato necessario *“dir molte cose diverse in aspetto e quanto al significato delle parole, dal vero assoluto”*. Egli continuava poi affermando che *“nella Scrittura si trovano molte proposizioni le quali, quanto al nudo senso delle parole, hanno aspetto diverso dal vero, ma son poste in cotal guisa per accomodarsi all'incapacità del vulgo, così per quei pochi che meritano d'esser separati dalla plebe è necessario che i saggi espositori produchino i veri sensi, e n'additino le ragioni particolari per che siano sotto cotali parole stati profferiti.”*¹⁹ (Favaro 1968). Secondo Galileo, quindi, la Bibbia non era in contrasto con la verità scientifica. Non aveva bisogno di revisioni. Il problema nasceva dall'errata interpretazione. Stava ai *saggi espositori*, cioè agli studiosi ed agli interpreti, prendere i termini poetici e metaforici di cui spesso la Scrittura fa uso e rendere comprensibile il senso reale delle parole agli illetterati.

Vediamone alcuni esempi.

- Le “cateratte dei cieli”. In occasione dei drammatici avvenimenti che segnarono l'inizio del distruttivo “diluvio universale” si dice: *“... in quel giorno tutte le sorgenti delle vaste acque dell'abisso si ruppero e le cateratte dei cieli si aprirono. E sulla terra piovve a dirotto per quaranta giorni e quaranta notti. In quel medesimo giorno Noè ... entrò nell'arca”* (**Genesi 7:11-13**). Lo stesso viene detto della fine di quell'evento: *“E le sorgenti delle acque dell'abisso e le cateratte dei cieli furono chiuse, e così fu trattenuta la pioggia dirotta dai cieli.”* (**Genesi 8:2**). Vuol dire questo che in cielo ci sono delle cateratte fisiche? Per rendere visivamente l'idea di ciò che avvenne in quel frangente, le Sacre Scritture usano la metafora delle cateratte, tipiche dei corsi d'acqua particolarmente irruenti, per indicare che le acque caddero dal cielo talmente copiose da essere simili ad un fiume. Ma questo termine non è sempre usato ad indicare un evento nefasto. In **Malachia 3:10**, ad esempio, Dio stesso afferma: *“mettetemi alla prova, suvvia, riguardo a questo ... se non vi aprirò le cateratte dei cieli e realmente non vuoterò su di voi una benedizione finché non ci sia più bisogno.”* In questo caso a cadere dall'alto come un fiume sono le benedizioni divine.
- Le “basi della Terra”. In **Salmi 104:5**, nell'inno al Creatore del re Davide si legge: *“Egli fondò la terra sulle sue basi: non potrà mai vacillare.”* (Bibbia CEI 2008). *“Hai fissato la terra su solide basi, nulla ormai potrà smuoverla nel tempo”* (Parola del Signore). Sembrerebbe, in questi versi, che la Terra poggi su delle basi solide e sia quindi inamovibile. Alcuni dei primi teologi che aderirono al concetto aristotelico di un universo geocentrico, ritenevano, in base a questo passo, che la Terra, dalla sua creazione in poi non si fosse mai potuta muovere. Questa fu una delle accuse rivolte a Galileo il quale, sostenendo la teoria copernicana, affermava che la Terra girava invece intorno al Sole. In realtà, però, il versetto mette in risalto la permanenza della Terra come pianeta nel tempo, non la sua immobilità. Lo scrittore di questo passo biblico – il re Davide – non stava descrivendo la posizione della Terra nell'Universo, ma stava spiegando in linguaggio poetico che, in base al proposito di Dio, il pianeta Terra esisterà per sempre, come afferma anche **Ecclesiaste** (o **Qoelet**) **1:4** *“Una generazione va e una generazione viene, ma la Terra sussiste a tempo indefinito.”*

¹⁹ Favaro 1968, vol. V, pp. 282-288.

- I “pilastri e la pietra angolare della Terra”. Dio, parlando con Giobbe gli rivolge queste parole: *“Dov’eri tu quando io fondai la terra?... Chi ne dispose le misure ... O chi stese su di essa la corda per misurare? In che cosa sono stati affondati i suoi piedistalli con incastro, o chi ne pose la pietra angolare ... ?”* (**Giobbe 38:4-7**). In questi versetti si parla di “piedistalli” e della “pietra angolare” della Terra. Come per il caso precedente, alcuni hanno usato erroneamente questo passo per dimostrare che la Terra è immobile. Espressioni come queste non si propongono di descrivere scientificamente la struttura e la posizione della Terra, piuttosto paragonano poeticamente la creazione della Terra alla costruzione di un edificio, di cui Dio è il Grande Artefice o Grande Costruttore.
- “I cieli come una volta solida”. Eliu il confortatore, parlando di Dio, rivolge queste parole a Giobbe: *“Puoi tu battere con Lui i cieli nuvolosi, duri come uno specchio di metallo fuso?”* (**Giobbe 37:18**). Quando si dice che Dio batte o forgia i cieli “duri come uno specchio di metallo fuso”, non sta descrivendo la volta celeste come una superficie solida sulla quale il Sole, la Luna e le stelle sono incastonate come diamanti su un anello. Piuttosto descrive appropriatamente la luminosità del cielo, così come uno specchio ha la proprietà di riflettere e diffondere la luce. Non occorre prendere questa illustrazione alla lettera più di quella della Terra che avrebbe “piedistalli con incastro” o una “pietra angolare”.
- Le “giare d’acqua” ed i “depositi del vento”. Dal momento che i cieli fisici hanno una parte essenziale nel sostenere la vita sulla Terra, il Sole, la pioggia ed i freschi venti sono spesso definiti in maniera poetica come il *“buon deposito”* di Dio (**Deuteronomio 28:11, 12**). Le nuvole sono come *“giare d’acqua”* nelle stanze superiori di questo deposito (**Giobbe 38:37**), la pioggia scende come per mezzo di chiuse che fanno sì che l’acqua cada in certe regioni e in altre no. Da questo stesso deposito si originano anche le brezze che mitigano la calura dell’estate (**Geremia 10:12, 13**).
- La “tenda dei cieli”. In **Salmi 19:4-6**, il re Davide, descrivendo un’altra delle meraviglie della Creazione – il Sole – afferma: *“In loro [nei cieli] Dio ha posto una tenda per il Sole ed è come lo sposo quando esce dalla sua camera nuziale. Esulta come un uomo potente nel correre nel suo sentiero. Da una estremità dei cieli è la sua uscita e il suo giro completo è fino all’altra estremità, e non c’è nulla di nascosto al suo calore.”* Davide paragona i cieli ad una tenda: così come la tenda protegge le persone al suo interno, allo stesso modo i cieli ricoprono e proteggono coloro che risiedono sotto di essi. Con un linguaggio figurato il salmista presenta il Sole come “un uomo potente” che di giorno corre da un’estremità all’altra dell’orizzonte e di notte si ritira in “una tenda”. Quando la nostra stella scompare all’orizzonte occidentale, dalla Terra si ha l’impressione che entri in “una tenda”, come per riposare. La mattina successiva sembra spuntare all’improvviso all’orizzonte orientale, raggiante “come lo sposo quando esce dalla sua camera nuziale”. Avendo fatto il pastore, Davide conosceva il freddo pungente della notte. (Genesi 31:40) Ricordava i raggi del Sole che riscaldavano in fretta sia lui che tutto quanto gli stava intorno. Era chiaro che nel suo “viaggio” da Est a Ovest il Sole non si stancava, ma era come “un uomo potente”, pronto a ripartire (AA.VV. 2004, p. 11). La stessa metafora dei cieli e della tenda è riportata dal profeta Isaia che, parlando di Dio, afferma che Egli è *“Colui che distende i cieli proprio come un fine velo, che li dispiega come una tenda in cui dimorare”* (**Isaia 40:22**).

Questi esempi avvalorano quello che sosteneva Galileo: se Dio si fosse espresso con un linguaggio prettamente scientifico, in linea con le nostre conoscenze attuali o con dei termini che sarebbero andati a genio agli scienziati odierni, non sarebbe stato sconcertante per chi viveva ai tempi in cui la Bibbia fu scritta, le cui conoscenze erano limitate rispetto alle nostre? Invece di formule o terminologie scientifiche, la Bibbia contiene vivaci illustrazioni prese dalla vita quotidiana agropastorale di coloro che le misero per iscritto: immagini che tutt'ora sono animate da una forza fuori del tempo.

4. **Gli Statuti dei Cieli e la sapienza di Dio**

Fatta questa dovuta premessa, passiamo ad analizzare un fatto forse unico tra le credenze religiose dell'antichità. Tutte le culture hanno sempre accreditato al cielo (sia in senso fisico che spirituale) una importanza fondamentale. Esso era la sede delle divinità o la divinità stessa. In genere questa divinità era quella suprema, mentre quella sotterranea, la divinità *ctonia*, era spesso in contrapposizione a quella celeste. Si credeva che gli oggetti celesti fossero una emanazione o la personificazione stessa della suprema divinità celeste. L'egizio Amon-Ra era la personificazione del Sole, il greco Zeus (equivalente del romano Giove) era padrone del fulmine, il fenicio Ba'al era il dio del tuono e delle tempeste. Ogni fenomeno celeste era governato da una qualche divinità.

Ma, come si è detto all'inizio, non era così per la cultura ebraica. Nella Bibbia vi è una delle prime menzioni del fatto che gli oggetti celesti non sono animati da qualche fantomatica divinità ma sono soggetti a delle leggi fisiche ben specifiche che il Creatore ha messo in atto quando li ha creati. Il profeta Geremia definisce Dio *“il Datore del Sole per la luce di giorno, degli statuti della Luna e delle stelle per la luce di notte, Colui che agita il mare affinché le sue onde divengano tumultuose, Colui il cui nome è Yahwèh degli eserciti.”* (**Geremia 31:35**). Gli “statuti” di cui parla il profeta si riferiscono alle leggi fisiche stabilite divinamente e che sono evidenti nella natura. Lo stesso termine può riferirsi ai regolamenti scritti che fanno parte delle leggi giuridiche umane (Genesi 26:5; Salmi 89:30-32; Daniele 6:15). Secondo il *Dizionario Garzanti della lingua italiana*, una delle definizioni di “legge” è: *“norma costante che regola fatti o fenomeni naturali”*. Essendo il Creatore del cielo e della Terra, è Dio che ha stabilito le leggi che regolano ogni cosa creata.

Sotto questo aspetto, i capitoli da 38 a 42 del libro di Giobbe costituiscono un rimarchevole esempio di quali siano queste leggi. Il personaggio protagonista di questo libro è un uomo affranto da tante sofferenze che chiede con veemenza a Dio di parlargli, di spiegargli il perché di così tanto patire, arrivando addirittura al punto di chiedergli di poter morire, per non dover soffrire ulteriormente. In un primo tempo egli crede che sia Dio il responsabile di ciò che gli sta accadendo. La risposta di Dio a Giobbe è considerata una delle più alte espressioni poetiche dell'intera Bibbia. Per correggere quell'idea errata, Dio pone a quel giusto uomo una serie di domande che sono in sé stesse oggetto di lezione della piccolezza umana e al contempo della grandezza divina. Sono domande alle quali nessun essere umano può rispondere.

“... lascia che io ti interroghi, e tu informami. Dov'eri tu quando io fondai la Terra? ... E chi barricò con porte il mare, che usciva come quando eruppe dal seno; quando misi la nuvola come sua veste e fitta oscurità come sua fascia, e ripartivo su di esso il mio regolamento e ponevo sbarre e porte, e dicevo ‘Puoi venire fin qui e non oltre; è qui il limite delle tue orgogliose onde?’ ” (**Giobbe 38:4, 8-11**)

Quando Dio fondò la Terra, prima ancora di dare avvio ai “giorni” o periodi creativi, nessun essere vivente era esistente e poteva quindi essere testimone delle condizioni fisiche che vivevano sulla superficie del nostro pianeta. Dio paragona il mare ad un neonato che, in maniera figurativa, Egli veste. All’inizio esso “usciva dal seno” fino a che il Creatore non pose dei limiti alle sue onde. Come se usasse delle porte con le sbarre, Egli “ripartì su di esso il suo regolamento”, cioè regolò il moto delle maree attraverso l’attrazione del Sole e della Luna, e predispose le caratteristiche fisiche del nostro pianeta in modo che le onde si infrangessero a riva e non “andassero oltre”, cioè che vi fosse una separazione tra le acque dei mari e le terre emerse.

*“È dai tuoi giorni in poi che hai comandato al mattino?
Hai tu fatto conoscere all’aurora il suo luogo?”*
(Giobbe 38:12)

Grazie alla rotazione terrestre, Dio fa spuntare l’alba, che spesso è di una bellezza straordinaria. Il Sole che si alza sull’orizzonte, rende man mano più chiare le caratteristiche del paesaggio che circonda l’osservatore. Ma il sorgere del Sole non avviene in maniera casuale. Piuttosto esso appare nel “suo luogo”, cioè nei limiti stabiliti annualmente dalla sua amplitudine ortiva sull’orizzonte.



Figura 7. Con le sue domande retoriche, Dio fa riflettere Giobbe sulla magnificenza della creazione.

*“Puoi tu allacciare i legami della costellazione di Chima,
o puoi sciogliere le medesime corde della costellazione di Chesil?
Puoi tu far uscire la costellazione di Mazzaroth al suo tempo fissato?
E in quanto alla costellazione di As insieme ai suoi figli, li puoi condurre?
Hai conosciuto gli statuti dei cieli, o potresti porre la sua autorità sulla terra?”*
(Giobbe 38:31-33)

Notte dopo notte, durante la sua lunga esistenza, Giobbe aveva potuto vedere sorgere e tramontare raggruppamenti di stelle a lui familiari. Nonostante il loro movimento nel cielo notturno, la posizione relativa di quegli astri rimaneva sempre la stessa, anno dopo anno e decennio dopo decennio. Come facevano le costellazioni a rimanere sempre della stessa forma e gli astri al loro interno sempre alla stessa distanza? Seppure espressa in maniera poetica, era come se le stelle fossero mantenute al loro posto tramite dei legami o delle corde che le tenevano vincolate l'una all'altra. Il "moto proprio" delle stelle, cioè lo spostamento apparente di un astro sulla volta celeste, causato dall'effettivo movimento della stelle rispetto al centro di massa del sistema solare, è teoricamente visibile allo sguardo umano, ma solo prendendo in considerazione periodi di tempo di centinaia o migliaia di anni, quindi ininfluenti nell'arco della vita di una persona.

L'uso della metafora delle corde o dei legami ci induce a fare un ragionamento in merito alla concezione ebraica della struttura del cielo. Nell'antichità la volta celeste era immaginata come una volta solida. Il filosofo greco Aristotele (384-322 a.C.) credeva che le stelle fossero come delle gemme incastonate su questa superficie. Un termine ancora oggi usato per descrivere la volta stellata è "firmamento", che deriva dal latino *firmare*, che significa "rendere fermo, solido, consistente". Girolamo, autore della celebre *Vulgata*, la prima traduzione completa in lingua latina delle Sacre Scritture, usa il termine *firmamentum*. Una precedente versione in lingua greca, la *Settanta* (abbreviata come *LXX*), influenzata anch'essa dai concetti cosmologici prevalenti a quel tempo, usa invece il termine *sterèoma*, che – come si è visto in precedenza – dà sempre l'idea di una volta solida. Eppure, il termine ebraico *raqia* usato spesso per descrivere la distesa delle stelle, dà invece l'idea di "estensione", di "profondità". Se le stelle fossero fissate su una sfera celeste solida, che bisogno ci sarebbe di questi legami o corde? Oggi, grazie alle leggi scoperte da Isaac Newton e secoli dopo da Albert Einstein, sappiamo che le masse delle stelle producono campi gravitazionali, le cui forze sono in grado di determinare il loro moto e la loro posizione. Visti in quest'ottica i "legami" descritti nel libro di Giobbe reggono alla prova del tempo molto meglio delle idee di Aristotele.

Negli stessi versetti vengono nominate quattro costellazioni: Chima (o *Kimah*, a seconda delle versioni), Chesil (o *Kesil*), Mazzaroth (o *Mazzaloth*) e As (o *Asch*) insieme ai suoi figli. Le prime due ricorrono anche nel libro del profeta Amos:

"Il Fattore della costellazione di Chima e della costellazione di Chesil ... Yahwèh è il suo nome."
(**Amos 5:9**)

In un altro passo del libro di Giobbe ne vengono nominate tre, mentre è assente quella di Mazzaròth. Parlando di Dio è scritto:

*"Distende i cieli da sé ... Fa la costellazione di As, la costellazione di Chesil,
e la costellazione di Chima e le stanze interne del Meridione ..."*
(**Giobbe 9:8, 9**)

Della costellazione di As (o *Asch*) si dice in Giobbe 38:32 che è "insieme ai suoi figli": l'astrologo e filosofo medievale di cultura ebraica Abrāhām ibn 'Ezrā (noto anche come Abenèzra, 1092-1167), identifica As con il quadrilatero dell'Orsa Maggiore (o Grande Carro, le stelle α , β , γ , δ Ursa Majoris), asterismo che sarebbe chiamato con un termine simile dagli Arabi (*Nasch*). Oltre a queste quattro stelle, l'asterismo dell'Orsa Maggiore è composta anche da altre tre stelle (ϵ , ζ , η Ursa Majoris), che nell'immaginario moderno formano la "coda dell'Orsa" o il "timone del Grande Carro". Queste ultime dagli Arabi sono chiamate *benat-nasch*, cioè

“figliuole di nasch” (*Schiaparelli 1925*, tomo I, p. 200). Questo richiama alla mente quanto riferito in Giobbe: “*E in quanto alla costellazione di As insieme ai suoi figli, li puoi condurre?*”.

La costellazione di Mazzaròth (*Mazzaloth*), secondo il Targum aramaico, corrisponde alle *mazzalòth* di II Libro dei Re 23:5 (IV Libro dei Re, secondo la versione greca *LXX*): cioè alle “costellazioni dello zodiaco” (*TNM*) o le “dodici costellazioni” (*RI*), poiché “*vengono fuori al tempo fissato*”, frase che indica chiaramente una legge di apparizione periodica nel cielo. Alcuni ritengono che il termine derivi da una radice che significa “cingere” e che Mazzaroth si riferisca all’anello zodiacale. Tuttavia in Giobbe 38:32, nell’espressione “*al suo tempo fissato*”, in ebraico viene usato un pronome singolare, mentre in 2 Re 23:5 è al plurale. Sembra dunque che Mazzaroth si riferisca a una determinata costellazione e non all’intero anello zodiacale, anche se attualmente non è possibile identificarla. Di diverso avviso sono l’astronomo Giovanni Virginio Schiaparelli (*Op. Cit.*, tomo I, p. 215) e l’archeoastronomo Henry De Santis (*De Santis 2016*), che propendono invece per il pianeta Venere, nei due momenti di “stella del mattino” e di “stella della sera”, il che concilierebbe la forma plurale del nome in II Re con la forma al singolare nel libro di Giobbe.

Nella versione greca dei *Settanta*, il traduttore identifica Chima con le Pleiadi, un ammasso aperto che oggi è inserito nella costellazione del Toro. Più difficoltosa è invece l’identificazione di Chesil che viene chiamata una volta Espero (Giobbe 9:9) e un’altra volta Orione (Giobbe 38:31). La stessa incertezza si ravvisa nella *Vulgata* latina per la costellazione di Chima, che viene identificata in tre diversi oggetti celesti per i tre passi biblici interessati: in Amos 5:8 è la stella Arturo, in Giobbe 9:9 rappresenta l’ammasso aperto delle Iadi (sempre nel Toro) e in Giobbe 38:31 sono le Pleiadi (*Schiaparelli 1925*, tomo I, pp. 198, 199). Queste discrepanze nelle diverse traduzioni fanno pensare che durante i 70 anni di deportazione degli Ebrei a Babilonia, dopo la caduta di Gerusalemme ad opera di Nabucodonosor II (VI secolo a.C.), si sia persa l’originaria identificazione in cielo di queste costellazioni. Vista la difficoltà di correlare questi termini a dei precisi asterismi, la *TNM* preferisce traslitterare il loro nome ebraico anziché cercare di tradurli con nomi di costellazioni moderne.

A conclusione dell’analisi del brano di Giobbe 38:31-33, anche se le quattro costellazioni sono di non facile identificazione, rimane il fatto che nel discorso generale Dio propone a Giobbe una serie di cose impossibili all’uomo e il cui segreto è riservato solo al Creatore, il quale ne ha stabilito i regolamenti e gli statuti e, in questo modo, evidenzia come sia limitata la conoscenza dell’uomo in confronto alla sconfinata sapienza del Creatore.

5. Portenti celesti e ira divina

Nelle culture antiche, i portenti celesti – cioè tutte quelle manifestazioni dal carattere improvviso ed eccezionale, fuori dal comune – venivano spesso interpretati come dei prodigi operati dalle divinità. Per fare alcuni esempi, nella mitologia greca uno degli attributi di Zeus (il romano Giove) era il fulmine con il quale colpiva chi non gli era gradito; per la religione siro-cananea e fenicia Ba’al (o Baal), dio del tuono e della tempesta, era spesso raffigurato con una lancia a forma di saetta e con una mazza con la quale scuoteva le nubi provocando il tuono; similmente nella mitologia nordica e germanica tale ruolo era svolto da Thor col suo martello *Mjölnir*. Il fulmine era spesso visto come arma del castigo divino. In alcuni casi, nelle culture italiche, si riconosce nel *divum fulgur* una delle potenzialità del dio del Sole (*Barale 2003*, pp. 36, 37).

Nelle prime civiltà agricole e pastorali, il fulmine era anche uno dei mezzi con cui gli dèi del cielo rendevano feconda la terra, atto che si espletava in una sorta di ierogamia in cui la Terra era ben rappresentata da una donna (idea che confluirà nell'immagine della Grande Dea Madre), ed il cielo (o gli dèi del cielo) ad un uomo o all'immagine di un toro, simbolo di potenza sessuale per eccellenza (Veneziano 2013, p. 30).

Vi sono numerose rappresentazioni nell'arte rupestre in cui è lecito intravedere la rappresentazione di entità divine delle folgori, della pioggia o delle tempeste. Molte di queste, databili tra il 2500 e il 1700 a.C., sono presenti nell'area del Monte Bego (Alpi Marittime francesi), regione soggetta ad improvvisi quanto violenti temporali che dovevano evidentemente impressionare l'immaginazione degli eventuali testimoni. Emblematica è l'incisione denominata "Uomo con le braccia a zig-zag" (figura 8), un essere sovranaturale che con la pioggia, il tuono ed i fulmini, feconda dei terreni parcellati. Il fulmine era interpretato come un vero e proprio atto sessuale (una ierogamia) con cui gli dèi del cielo (dalle caratteristiche maschili) fecondavano la terra (divinità prettamente femminile). Come scrive Piero Barale: "Le personificazioni mitiche del tuono, del fulmine e della pioggia, sul Monte Bego si dovevano concretizzare in una sola entità atmosferica: il dio del temporale." Egli suggerisce inoltre una stimolante ipotesi: "... la testa dell'uomo con le braccia a zig zag risulta colpita e penetrata da un'ascia-accetta. Secondo una tradizione popolare, consuetudine riscontrata in tutta l'Europa occidentale, si pensava che le asce e le accette in pietra levigata, prodotte dal Neolitico all'Età dei Metalli, cadessero dal cielo. Questi utensili infatti vengono ancora chiamati nell'area piemontese (le pietre del tuono). Tale consuetudine quindi, lascia presupporre che questi manufatti ... siano in qualche modo legati al fulmine che, secondo la tradizione, colpendo il terreno vi lasciava nei solchi dei campi arati l'attrezzo o l'arma che l'aveva generato." (Barale 2003, pp. 52, 53). Il ritrovamento in molti luoghi preistorici di asce o accette in pietra sepolte a pelo del terreno con la lama rivolta verso l'alto aveva molto probabilmente lo scopo di attirare i fulmini a scopo fecondativo. Pur senza averne dimostrazione scientifica, l'uomo dell'antichità, per via empirica, aveva correlato i fulmini alla fertilità del terreno: oggi sappiamo che queste potenti scariche elettriche rompono i legami dell'azoto molecolare atmosferico rendendo in tal modo disponibili ai microrganismi del suolo i composti azotati e gli ossidi di azoto di cui hanno bisogno (figura 9).

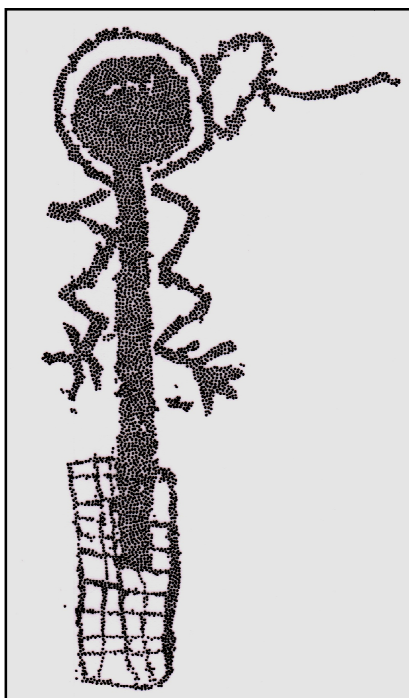


Figura 8 (a sinistra). Disegno dell'incisione detta "dell'uomo con le braccia a zig-zag", un essere sovranaturale che con la pioggia, il tuono ed i fulmini feconda dei terreni parcellati.

Figura 9 (a destra). Entità o divinità atmosferica associata ad un fulmine e alla pioggia.

Entrambe le incisioni (datate tra il 2500 ed il 1700 a.C.) sono sul Monte Bego (nelle Alpi Marittime francesi).

Disegni di Piero Barale (da Barale 2003). Per gentile concessione.



Nelle Sacre Scritture molto spesso Dio usa gli elementi celesti per attestare la sua volontà: in **Giosuè 10:1-14** ritarda il tramonto del Sole (o prolunga visivamente la luce solare) per consentire agli Israeliti di vincere un'importante battaglia per la conquista della Terra Promessa. In quell'occasione Dio si servì anche di una forte grandinata per sbaragliare i nemici di Israele, tanto che – come dicono le Scritture – in quell'occasione *“furono più quelli che morirono per le pietre della grandine che quelli che i figli d'Israele uccisero con la spada”* (figura 10).



Figura 10. Giosuè e la pioggia di pietre e grandine. Nella scena: in primo piano i Gabaoniti si presentano a Giosuè sotto umili spoglie per chiedere un patto di pace con gli Israeliti. Alla notizia dell'accordo, cinque re degli Amorrei attaccano la città di Gabaon per punirla del “tradimento”. Gli Israeliti intervengono in difesa della città vincendo grazie all'intervento divino: il Sole (in alto a sinistra nell'immagine) rimane immoto sulla pianura della battaglia dando modo agli Israeliti di completare la loro vittoria, mentre una pioggia di pietre di grandine decima l'esercito nemico in fuga. La xilografia è tratta da una versione del 1741 della Biblia Sacra, Vulgatae Editionis, l'Antico Testamento in lingua latina tradotto da san Girolamo (IV-V secolo), seguace fino all'estremo nel ricostruire i “testi originali” ebraici. Tale versione fu in uso nella chiesa latina per circa 1500 anni nell'edizione preparata secondo i dettami del Concilio di Trento (1545-1563) e vanta il maggior numero di manoscritti tra tutti i libri dell'antichità. Fu il primo libro ad essere stampato da Gutenberg (1455). <https://www.maremagnum.com/libri-antichi/biblia-sacra-vulgatae-editionis-sixti-v-pontificis-max-jussu/142202315>

Nel I Libro dei Re (III Libro dei Re, LXX), al capitolo 19, si narra che il profeta Elia per sfuggire alla regina Izebel (o Gezabele), adoratrice di Ba'al (in ebraico *habBà'al*), che lo voleva uccidere, fuggì sul Monte Horeb rifugiandosi in una caverna. Si sentiva solo e abbandonato, finché Dio non lo portò all'ingresso della caverna e lo fece assistere ad una serie di fenomeni impressionanti. Inizialmente si sollevò un vento impetuoso, così violento che *“fendeva i monti e spezzava le rupi”* emettendo un ruggito assordante; poi l'intera regione fu scossa da un violento terremoto al quale fece seguito il divampare di un grande fuoco il cui calore costrinse Elia a

rifugiarsi all'interno della caverna per non esserne ucciso. Per ognuno di questi eventi le Scritture ribadiscono che *“Dio non era nel vento ... non era nel terremoto ... non era nel fuoco”* (I Re [III Re, LXX] 19:11, 12). Quelle spettacolari manifestazioni erano una dimostrazione che, a differenza di Baal o delle altre divinità della natura, Dio era *“all’origine”* delle sorprendenti forze della natura, ma che, allo stesso tempo, era infinitamente più grande di qualsiasi cosa Egli avesse mai creato, tanto che – come disse il re Salomone – persino i cieli stessi non potevano contenerlo (I Re [III Re, LXX] 8:27; vedi *Veneziano 2021*).

Le Sacre Scritture sono permeate di eventi che dimostrano la potenza divina e l'uso che Dio fa delle forze e degli elementi naturali, facendoli avvenire al tempo che Egli ritiene opportuno affinché si avveri il suo proposito. Alcuni di questi fenomeni sono conosciuti e spiegabili scientificamente, altri esulano invece dall'esperienza umana.

Anche le eclissi assumono un segno della disapprovazione e del giudizio divino, spesso associati ad indizi precursori di cataclismi e flagelli o, addirittura, della fine del mondo. Nell'Antico Testamento (le Scritture Ebraiche) i profeti Amos e Gioele così descrivono la collera divina per l'idolatria in Israele:

“Il Fattore della costellazione di Chima e della costellazione di Chesil, Colui che trasforma la profonda ombra nel chiarore mattutino, che rende il giorno buio come la notte, che chiama a raccolta le acque del mare per versarle sulla superficie della terra: Yahwèh è il suo nome ...”

(Amos 5:8, 9)

“E deve accadere in quel giorno – è l'espressione di Yahwèh – che certamente farò tramontare il Sole in pieno mezzogiorno, e certamente farò oscurare la terra in pieno giorno. E certamente muterò le vostre feste in lutto e tutti i vostri canti in una nenia funebre, e farò sì che tutti i fianchi si coprano di sacco 115 e ogni testa di calvizie.”

(Amos 8: 9, 10)

“Si agitino tutti gli abitanti del Paese, poiché il giorno di Yahwèh viene, è vicino! È un giorno di tenebre e di caligine, un giorno di nuvole e di fitta oscurità ... davanti a Lui il Paese si è agitato, i cieli han sobbalzato. Il Sole e la Luna stessi si sono oscurati, e le medesime stelle hanno ritirato il loro fulgore.”

(Gioele 2:1, 2, 10)

“E certamente farò portentosi nei cieli e sulla Terra, sangue e fuoco e colonne di fumo. Il Sole stesso sarà mutato in tenebre, e la Luna in sangue, prima della venuta del grande e tremendo giorno di Yahweh.”

(Gioele 2: 30, 31)

Dello stesso tenore sono le parole del profeta Isaia:

“Poiché le medesime stelle dei cieli e le loro costellazioni di Chesil non irradieranno la loro luce; il Sole realmente si oscurerà al suo spuntare, e la Luna stessa non farà risplendere la sua luce.”

(Isaia 13:10)

Infine, nel Nuovo Testamento, l'oscuramento del Sole e della Luna e la *“caduta”* delle stelle dal cielo, con il conseguente calare di angoscianti tenebre, fanno da cornice alle parole di Gesù, riportate dai quattro Evangelisti, come segno della sua venuta, della distruzione degli

uomini empì e la conseguente restaurazione del regno di Dio sulla Terra (Matteo 24:29-31; Marco 13:24-27; Luca 21:25-28; Atti 2:19-21; Apocalisse 6:12-14. Vedi a questo riguardo *Bianchi, Codebò, Veneziano 2021*, pp. 36-38).

6. L'astrolatria nelle Sacre Scritture

L'astrolatria, cioè il culto rivolto agli astri, praticata dai popoli con cui gli Ebrei vennero a contatto e alla quale più volte cedettero, è menzionata nelle Sacre Scritture come un pensiero altamente sacrilego, un qualcosa da cui rifuggire. L'astrologia faceva parte di quelle pratiche detestabili contro le quali la stessa Legge Mosaica metteva in guardia:

*“E dovete badare bene alle vostre anime, ...
... affinché non agiate rovinosamente e non vi facciate
realmente una immagine scolpita, la forma di un qualche simbolo,
la rappresentazione di maschio e femmina, ...
... la rappresentazione di qualunque cosa che si muove sul suolo, ...
... e affinché non alzi i tuoi occhi ai cieli,
e sia realmente sedotto e ti inchini davanti ad essi e li serva,
essi, che Yahweh tuo Dio ha ripartito a tutti i popoli sotto tutti i cieli.”*
(Deuteronomio 4: 15-19)

Da questa ultima parte del verso biblico si intuisce quale era il pensiero divino a questo riguardo: Dio aveva creato i cieli, e le stelle contenute in essi, in maniera tale che fossero visibili e di utilità per tutti i popoli della Terra (vedi Genesi 1:14-16). Il fatto che alcuni individui le utilizzassero per scopi divinatori era agli occhi di Dio una cosa ignobile e detestabile (Deuteronomio 18:9-12). Il profeta Isaia, rivolge una severa condanna all'indirizzo dei governanti babilonesi e agli adoratori delle stelle, che avevano fatto dell'astrolatria e dell'astrologia una religione di stato e che nulla facevano senza avere un responso *ex-caelo*:

“Ma su di te si abatterà la sciagura, e nessuno dei tuoi malefici potrà impedirla. Piomberà su di te un disastro e non potrai evitarlo. ... Stattene, ora, con le tue malie e con l'abbondanza delle tue stregonerie, nelle quali ti sei affaticata fin dalla tua giovinezza ... Stiano in piedi, ora, e ti salvino, gli adoratori dei cieli, quelli che guardano le stelle, che alle lune nuove divulgano conoscenza circa le cose che verranno su di te”.

(Isaia 47:11-13)



Figura 11. Kudurru (stele) del re Melishipak I (1186-1172 a.C.). Il re presenta sua figlia alla dea Nanna (Nannaya). Sopra le loro teste, il crescente lunare rappresenta il dio Sin, il cerchio il dio solare Shamash e la stella a otto punte (Venere) la dea Ishtar. (Museo del Louvre, Parigi)

Le pratiche “astro-religiose” dei popoli pagani menzionate nelle Sacre Scritture, sono presentate sempre in tono negativo. Vediamone alcune.

Il libro di Giobbe riporta la testimonianza di un rituale pagano in uso ai suoi tempi: il saluto o “bacio” alla Luna.

“Se vedevo la luce quando rifulgeva, o la preziosa Luna che camminava, e il mio cuore era adescato in segreto, e la mia mano baciava la mia bocca, anche questo sarebbe stato un errore da sottoporre all’attenzione dei giudici, poiché avrei rinnegato il vero Dio [che è] di sopra.”

(Giobbe 31:26-28)

L’affermazione di Giobbe riportata sopra dimostra che egli, a differenza dei suoi coetanei, non adorava oggetti inanimati. Anzi, mette in risalto il pericolo di lasciare che il proprio cuore sia indotto a venerare gli astri fino al punto di compiere gesti idolatrici verso di essi. Se Giobbe, guardando la Luna, fosse stato tentato di far sì che la sua ‘mano avesse baciato la sua bocca’, mandando una sorta di bacio a quell’astro in un atto idolatrico – come facevano i pagani – sarebbe stato meritevole di essere condannato per aver rinnegato Dio. Testimonianze a sostegno dell’uso del bacio ai falsi dèi sono riportati in vari passi della Bibbia. In **I Re (III Re, LXX) 19:18**, Dio conforta il profeta Elia facendogli sapere di non essere l’unico ad essergli fedele: *“E in Israele ho ancora 7.000 persone, tutti coloro che non hanno piegato le ginocchia davanti a Baal e che non lo hanno baciato con la loro bocca”*. La tribù ebraica di Efraim fu rimproverata e condannata da Dio perché *“col loro argento si facevano statue di metallo fuso, idoli secondo il loro intendimento ... e dicevano: ‘gli uomini che offrono sacrifici bacino i vitelli’”*. (**Osea 13:1-3**). Quella dell’adorazione dei vitelli non era cosa nuova nel mondo biblico antico: basti pensare al dio Api della religione egizia o al vitello d’oro adorato dagli Israeliti nel deserto ai tempi di Mosè, poco dopo l’esodo dall’Egitto. O, ancora, ai due vitelli d’oro fatti erigere dal re Geroboamo al tempo della divisione della popolazione d’Israele in due nazioni²⁰, per impedire che gli abitanti del regno settentrionale delle 10 tribù andassero in quello meridionale, a Gerusalemme, per adorare Dio nel tempio edificato da Salomone (I Re [III Re, LXX] 12:26-28). Anche Greci e Romani avevano la consuetudine di mandare un bacio con la mano agli idoli, se erano non accessibili, e in questo modo salutavano ogni mattina anche il sorgere del Sole.

Una seconda menzione di astrolatria nella Bibbia è quella legata al luminare diurno, il Sole. Nella religione babilonese e cananea c’era l’abitudine di inchinarsi in adorazione del Sole nascente. Tale consuetudine idolatrica influenzò anche gli Ebrei.

“... Dio [in visione] mi portò dunque nel cortile interno della casa di Yahwèh, ed ecco, all’ingresso del tempio, fra il portico e l’altare, c’erano circa venticinque uomini col dorso verso il tempio e la faccia verso est, e s’inchinavano verso est, al Sole.”

(Ezechiele 8:16-18)

Una volta che i fedeli erano entrati nel cortile del tempio di Gerusalemme, ed essersi posizionati tra il portico e l’altare dei sacrifici, l’altare rimaneva in direzione ovest, e dietro a quest’ultimo – sempre in direzione ovest – c’era il Tabernacolo con l’Arca del Patto nella quale erano conservate le due tavolette con i Dieci Comandamenti dati da Dio a Mosè. Chi entrava nel

²⁰ Dopo la morte del re Salomone, il regno unificato di Israele passò al figlio Roboamo il quale, privo di sapienza e previdenza, accrebbe i già pesanti oneri imposti al popolo, cosa che portò alla secessione delle 10 tribù settentrionali che elessero Geroboamo come loro re, mentre il regno meridionale (quello delle tribù di Giuda e Beniamino, con capitale Gerusalemme) continuò a rimanere a Roboamo.

cortile del tempio e andava ad offrire sacrifici a Dio, doveva quindi essere rivolto verso occidente (Veneziano 2022, p. 9). Ezechiele, invece, parla espressamente di un folto gruppo di Israeliti che, voltando le spalle al tempio di Dio e al suo altare, erano rivolti verso Est, inchinandosi in adorazione del Sole nascente.

Ma ritorniamo alla Luna. Fin dai tempi più remoti gli ornamenti erano molto apprezzati e rappresentavano un segno di distinzione sociale. Molti monili, ritrovati in numerosi siti archeologici in tutto il Medio Oriente, avevano relazione con l'astrolatria. Nel Libro dei Giudici si menziona che i re di Madian possedevano anelli d'oro da naso e ornamenti a forma di Luna (le cosiddette lunule, dal latino *lunulae*, figure 12, 13, 14) e che questi venivano appesi al collo anche dei cammelli.

“... Pertanto Gedeone si levò e uccise Zeba e Zalmunna e prese gli ornamenti a forma di Luna che erano al collo dei loro cammelli ... e il peso degli anelli d'oro da naso ammontò a 1700 sicli d'oro,²¹ oltre agli ornamenti a forma di Luna e ai ciondoli ... che erano sui re di Madian e oltre alle collane che erano al collo dei cammelli.”

(Giudici 8:21, 26)



Figura 12 (sopra a sinistra). Lunula a collare in oro rinvenuta a Blessington (Irlanda) e conservata al British Museum di Londra. Età del Bronzo, 2400 - 2000 a.C.).

Figura 13 (sopra a destra). Lunula in bronzo di epoca romana, che poteva essere usata come pendaglio o ciondolo.

Figura 14 (a lato). Lunula romana in oro (III secolo d.C.).

²¹ Il siclo è un'unità di misura usata per le monete a peso. 1 siclo equivale approssimativamente a 11,4 grammi.

Nelle culture antiche la Luna è stata sempre associata alla figura della Grande Dea Madre, e le sue fasi mensili al ciclo della natura e della donna (mestruai e gravidanza, crescita della vegetazione, maree). La sua immagine sui monili e sugli ornamenti femminili era un augurio di fertilità, che in molti casi poteva essere allargato anche a quegli animali che potevano costituire una fonte di reddito, come appunto i cammelli per i Madianiti. Che tali ornamenti fossero legati all'adorazione degli astri, aborrita dalla legge mosaica, viene evidenziato da un altro versetto biblico, esposto nel libro del profeta Isaia (Isaia 3:17,18), dove si dice che nel giorno della sua ira contro gli idolatri israeliti Dio avrebbe distrutto tutti i loro ornamenti a forma di Luna, segno che l'astrolatria e quindi la falsa adorazione era entrata a far parte della cultura del popolo ebraico (Veneziano 2010).

Nella mitologia dei Fenici, popolazione cui Madianiti e Cananei erano affini, la Dea Madre era Astarte, la biblica Ashtoreth “*dea dei Sidoni*” (I Re [III Re, LXX] 11:5, 33; II Re [IV Re, LXX] 23:13), dea lunare della fecondità, della fertilità e della guerra, strettamente collegata alla siriana Atargatis, alla frigia Cibele, alla cartaginese Tanit. L'Artemide venerata ad Efeso e in tutta l'Asia Minore aveva ben poco in comune con l'omonima dea della caccia dei Greci (la romana Diana), ma era piuttosto una dea della fertilità, simile ad Astarte, ed era raffigurata con molteplici mammelle (o, secondo altri, scroti di toro, simbolo di fertilità) una corona turrata e una specie di aureola dietro la testa (figure 15, 16). Secondo J. Hastings, le analogie tra l'Artemide di Efeso, Cibele, Ishtar, Astarte, Atargatis e Tanit suggeriscono che queste dee non fossero altro che “*semplici varianti di un unico concetto religioso fondamentale, che presenta certe diversità nei vari paesi, secondo lo sviluppo dovuto a circostanze locali e carattere nazionale.*”²²



Figura 15 (a sinistra). La Signora di Efeso, che i Greci identificavano con Artemide. Copia romana del I sec. d.C. della statua del tempio di Efeso. Museo Archeologico di Efeso (Turchia).



Figura 16 (a destra). Artemide Efesia in alabastro giallo del II sec. d.C.) rinvenuta nella Villa Adriana di Tivoli (Roma) e conservata al Museo Archeologico Nazionale di Napoli.

²² Hastings J., 1904, *A Dictionary of the Bible*, vol. I, p. 605.

Pare che in occasione del genetliaco della dea Artemide i fedeli mettessero sul suo altare, come offerta, delle torte o delle focacce al miele di forma rotonda sulle quali venivano poste delle candeline accese, nella credenza che le candeline fossero dotate di uno speciale potere magico per esaudire i desideri (*Ralph & Adelin Linton 1952*). La forma delle focacce richiamava quella della Luna Piena, fase ove le sue proprietà fecondatrici erano considerate massime. La luce delle candeline, generando sulla superficie delle focacce delle zone ad illuminazione disomogenea, davano la parvenza dello stesso fenomeno che avviene sulla superficie lunare che presenta zone a diversa riflessione (*Veneziano 2010*).

Il tempio di Artemide (o *Artemision* in greco antico)²³ situato nell'antica città di Efeso, nell'attuale Turchia, a circa 50 km dalla città di Smirne, era considerata una delle sette meraviglie del mondo antico. Nel I secolo d.C. Efeso, con circa 250 mila abitanti, era la città più popolosa dell'Asia Minore occidentale ed era la capitale della provincia romana dell'Asia. Del tempio di Artemide ad Efeso si parla nel Nuovo Testamento, nel capitolo 19 degli Atti degli Apostoli, in riferimento ad un fatto alquanto curioso. Durante il suo terzo viaggio missionario Paolo di Tarso (San Paolo) visitò la città e per tre mesi predicò nella locale sinagoga ebraica, facendo numerosi proseliti. Ora, il benessere della città era dovuto in gran parte agli introiti dovuti alla vendita di statuette d'argento della dea Artemide Efesia o delle copie in miniatura del suo tempio. Fu un argentiere di nome Demetrio a sobillare la folla contro Paolo, insinuando che il messaggio cristiano contro l'uso degli idoli danneggiasse i loro affari e il loro benessere. La folla in tumulto cominciò a gridare in coro: "*Grande è l'Artemide degli Efesini!*" facendo piombare la città nel caos. Solo l'intervento del cancelliere della città riuscì a calmare la folla inferocita, e proprio dalle sue parole veniamo a conoscenza di un fatto particolare:

"Quando infine il cancelliere della città ebbe acquietato la folla, disse: "Uomini di Efeso, chi c'è in realtà fra il genere umano che non sappia che la città degli efesini è la custode del tempio della grande Artemide e dell'immagine che cadde dal cielo? Perciò, siccome queste cose sono incontestabili, conviene che vi manteniati calmi e che non agiate avventatamente." "

(Atti degli Apostoli 19:35, 36)

Cosa significa che l'immagine della dea "cadde dal cielo"? Il testo greco originale riporta: *megalēs artemidos kai tou diopetous* (μεγάλης Ἀρτέμιδος καὶ τοῦ διοπετοῦς), cioè "... della grande Artemide e la sua immagine caduta dal cielo" (*KIT; TNM; Abrahamic Study Hall; CEI 2008; Galbiati 1972*). Altre traduzioni riportano invece "*della grande dea Diana [Artemide] e dell'immagine caduta da Giove [Zeus]*" (*Diodati 1975; Luzzi 1969*). Essendo Giove (o Zeus) il signore degli dèi e dio del cielo, il significato comunque non cambia. Nel passo biblico si ravvisa il fatto che la statua della dea Artemide che era nel tempio di Efeso era stata ricavata da materiale caduto dal cielo. Poteva essere una leggenda, come ve n'erano tante nel mondo antico, oppure poteva essere sicuramente un meteorite; non mancano simili casi nelle fonti storiche. Altre fonti ipotizzano invece che la grande pietra che era caduta dal cielo fosse stata incastonata sopra l'entrata del tempio, ma in tal caso non si spiega come una pietra grezza e amorfa potesse essere definita dal cancelliere "l'immagine caduta dal cielo".

²³ Il tempio di Artemide ad Efeso, inaugurato intorno al 330 a.C., misurava a quanto pare 105 metri per 50. Aveva un centinaio di colonne di marmo alte circa 17 metri e con un diametro di quasi due metri alla base. Era considerato degno di venerazione in tutto il bacino del Mediterraneo. Dato che ingenti somme di denaro venivano affidate alla custodia della dea, il tempio divenne anche il più grande "centro bancario" dell'Asia.

Da sempre le meteoriti, e i fenomeni connessi con la loro caduta, hanno suscitato un senso di meraviglia e di sacralità. Capita spesso che i ritrovamenti archeologici abbiano pure un valore astronomico: manufatti, gioielli e oggetti funerari ricavati da meteoriti, “pietre cadute dal cielo” che sono divenute oggetti di culto (*Serra 2002*).

Del corredo funerario del faraone egiziano Tutankhamon (1341-1323 a.C. circa) fa parte un pugnale di pregevole fattura (*figura 17*) la cui lama venne ricavata da una meteorite ferrosa. L’analisi chimica sulla lama del pugnale, eseguita da un team di scienziati tramite la tecnica della fluorescenza di raggi X, ha evidenziato la presenza di ferro con una importante percentuale (circa 11%) di nichel e di cobalto (0,6%), chiari indizi della provenienza extraterrestre del metallo (*Comelli et al. 2016*).



*Figura 17. Il pugnale del faraone Tutankhamon (Museo Egizio del Cairo, Egitto).
<https://www.focus.it/cultura/storia/tutankhamon-il-pugnale-del-faraone> .*

Tra gli imperatori romani, Marco Aurelio Antonino (reggente dal 218 al 222 d.C., nato col nome di Sesto Vario Avito Bassiano) è ricordato per aver emesso una moneta (detta anche “moneta di Emesa”, sua città natale in Siria) sul cui rovescio è raffigurata una pietra nera caduta dal cielo che l’imperatore fece portare a Roma per favorire il culto di una divinità solare siriana, quella di *El-Gabal*²⁴ di cui egli era l’alto sacerdote, e la cui presenza era rappresentata da un “betilo”²⁵ (*figura 18*).

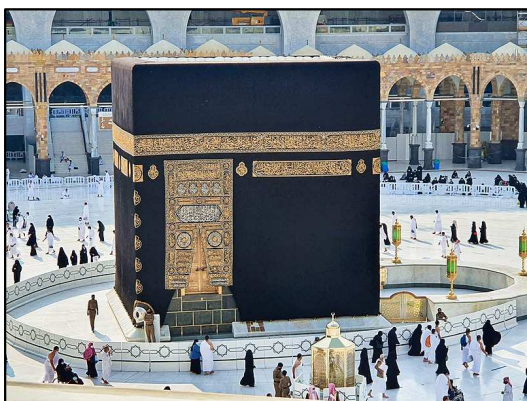
²⁴ L’imperatore cercò di sovvertire le tradizioni religiose romane, sostituendo a Giove, signore del pantheon romano, la nuova divinità solare del *Sol Invictus*, che aveva gli stessi attributi del dio solare *El-Gabal* di Emesa, ma fu ucciso prima di riuscire nel suo intento. Il nome Eliogabalo, con cui a volte è designato dagli storici e che riconduce al nome della divinità, sembra che non fu mai usato né dall’imperatore né dai suoi contemporanei, ma è attestato solo da una fonte del IV secolo (*Historia Augusta, Vita di Alessandro Severo*, 1; *Vita di Eliogabalo*, XVII, 4-5).

²⁵ Il *betilo* è una pietra o una roccia alla quale si attribuisce una funzione sacra in quanto dimora di una divinità o perché è identificata con la divinità stessa, così come avviene per l’Artemide degli Efesini descritta negli Atti degli Apostoli. Il termine *betilo* (in latino *Baetylus*, in greco βᾱίτυλος) deriva infatti dall’ebraico *Beith-El* (o Bethel), che significa “Casa di Dio”. L’adorazione dei betili viene detta anche “Litolatria”.



Figura 18. La moneta di Emesa. Al rovescio vi è raffigurata la pietra nera che Marco Aurelio Antonino fece portare da Emesa, per venerare il Dio Sole El-Gabal e inculcarne nella mente dei romani il culto. Forse per questo fatto, l'imperatore venne poi ricordato con l'appellativo di Eliogabalo (o anche Elagabalo).

Non bisogna infine dimenticare la sacra “Pietra Nera” dell’Islam, custodita presso la Kaaba (Ka’ba) a La Mecca: una tectite scura, grande grossomodo come un pallone da calcio, proveniente da un meteorite ferroso caduto a Wabar, nel deserto di Rub al Kali, nella penisola arabica. Secondo la leggenda, fu il profeta Maometto stesso a deporre la pietra nella Kaaba (figure 19, 20).



*Figura 19 (a sinistra). La Kaaba a La Mecca, cuore religioso dell’Islam.
Figura 20 (a destra). Maometto depone la “pietra nera” nel cubo della Kaaba. Miniatura del 1307.*

7. Conclusioni

A conclusione di questa analisi dei “Cieli della Bibbia” e della loro valenza per il popolo ebraico, è possibile riassumere quanto detto in due punti essenziali:

- Nelle Sacre Scritture non vi è alcuna visione animistica del cielo, come avviene invece per le altre religioni antiche. Nel testo vige una elevata teologia monoteistica che identifica in Dio il Creatore di tutte le cose. Il Sole, la Luna e le stelle non hanno vita propria, non agiscono per propria volontà, ma sono opere creative soggette alle leggi imposte da Colui che le ha create. Ogni visione idolatrica degli oggetti celesti è fortemente aborrita.
- Nella Bibbia si parla dei cieli a volte in tono poetico o metaforico, altre volte in senso più realistico. Se si analizza il testo biblico con lo spirito di un credente e di una persona illetterata (un pastore o un agricoltore), i “Cieli della Bibbia” assumono un significato del tutto nuovo che è coerente con la visione soggettiva degli astri, e che accompagna simbolicamente il lettore alla scoperta del Creatore.

BIBLIOGRAFIA

BARALE P., 2003, *Il Cielo del Popolo del Faggio. Sole, Luna e stelle dei Ligures Bagienni*, Editore La Torre, Pollenzo (Cuneo).

BIANCHI E. – CODEBÒ M. – VENEZIANO G., 2021, *Un millennio pagano. Attese escatologiche e portenti celesti nel III secolo d.C.*, Atti del XXIII Seminario di Archeoastronomia, Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici, Osservatorio Astronomico di Genova, 12 giugno 2021, pp. 15-57. <https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2021/11/Atti-23°-Seminario.pdf> . O su: https://www.academia.edu/61124805/Un_millennio_pagano_Attese_escatologiche_e_portenti_celesti_nel_III_secolo_d_C .

CEI, 2008, *La Sacra Bibbia*, Conferenza Episcopale Italiana, Roma.

COMELLI D. – D’ORAZIO M. – FOLCO L. – EL-HALWAGY M. – FRIZZI T. – ALBERTI R. – CAPOGROSSO V. – ELNAGGAR A. – HASSAN H. – NEVIN A. – PORCELLI F. – RASHED M.G. – VALENTINI G., 2016, The meteoritic origin of Tutankhamun’s iron dagger blade, *Meteoritics & Planetary Science*, vol. 51, nr. 7, pp. 1301-1309. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/maps.12664> .

- DE SANTIS H., 2016, *L'interpretazione del Mazzaroth del libro biblico di Giobbe e le sue connessioni con l'astronomia assiro-babilonese*, Atti del XVIII Seminario di Archeoastronomia, Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici, Osservatorio Astronomico di Genova, 19-20 marzo 2016, pp. 7-13. <https://www.alsa.it/wp-content/uploads/2020/08/Atti-Seminario-18-2016.pdf> .
- DIODATI G., 1975, *La Sacra Bibbia, traduzione di Giovanni Diodati lucchese (1576-1649) professore di lingua ebraica a Ginevra*, con illustrazioni di Gustave Doré, Edizioni Forni, Ginevra, 1975.
- DOUGLAS A.K. – LEVINE A.J., 2011, *The Meaning of the Bible: What the Jewish Scriptures and Christian Old Testament Can Teach Us*, HarperOne, p. 142, New York.
- FAVARO A. (a cura di), 1968, *Galileo Galilei, Opere*, Giunti-Barbera Editori, Firenze.
- GALBIATI E., 1972, *La chiesa delle origini negli Atti degli Apostoli e nei loro scritti*, testo degli Atti e passi dalle lettere apostoliche coordinati e commentati da monsignor Enrico Galbiati, Edizioni Istituto S. Gaetano, Vicenza.
- HASTINGS J., 1904, *A Dictionary of the Bible, dealing with the Language, Literature and Contents, including the Biblical Theology*, T. & T. Clark (Edinburgh) and Charles Scribner's Sons (New York).
- KIT, 1969, *The Kingdom Interlinear Translation of the Greek Scriptures*, Watch Tower Bible & Tract Society of Pennsylvania, International Bible Students Association, New York.
- KOTANSKY R. – SPIER J., 1995, *The 'Horned Hunter' on a Lost Gnostic Gem*, The Harvard Theological Review, vol. 88, n. 3 (July, 1995).
- INNEREBNER G., 1959, *La determinazione del tempo nella preistoria dell'Alto Adige*, in: Annali dell'Università di Ferrara, Nuova Serie, Sez. XV - PaleontologiaUmana e Paleontologia, vol. 1, n. 1, Ferrara. <https://www.alsa.it/wp-content/uploads/2020/06/Determinazione-del-tempo-in-Alto-Adige.pdf>
- LINTON R. – LINTON A., 1952, *The Lore Of Birthdays*, New York.
- LUZZI G., 1969, *La Sacra Bibbia, ossia l'Antico e il Nuovo Testamento*, versione riveduta del dott. Giovanni Luzzi, Facoltà teologica Valdese di Roma, Società Biblica Britannica e Forestiera, Libreria Sacre Scritture, Roma.
- RI, 1955, *La Sacra Bibbia*, traduzione di Giuseppe Ricciotti, Firenze.
- SCHIAPARELLI G., 1925 (prima edizione), *Scritti sulla storia dell'astronomia antica*, Associazione Culturale Mimesis, 1997, IsIAO, Bologna.
- SERRA R., 2002, *Meteoriti nella preistoria*, L'Astronomia n. 230, aprile 2002, pp. 32-37.
- SPERLING S.D., 2005, *Encyclopedia of Religion*, vol. 7, p. 3538, Macmillan, New York.
- TNM, 1987, *Traduzione del Nuovo Mondo delle Sacre Scritture*, Watchtower Bible and Tract Society, New York. Congregazione Cristiana dei Testimoni di Geova.
- VENEZIANO G., 2004, *L'Astronomia nei testi biblici*, Atti del VII Seminario di Archeoastronomia della Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici, Osservatorio Astronomico di Genova, 24 aprile 2004, pp. 67-91. <https://www.alsa.it/wp-content/uploads/2020/07/Atti-Seminario-7-2004.pdf> .
- VENEZIANO G., 2010, *Dalla Bibbia ...alla Luna*, Circolare dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), n. 10, febbraio 2010. <https://www.alsa.it/wp-content/uploads/2020/06/Circolare-10-febbraio-2010.pdf>

VENEZIANO G., 2013, *Effetti della rotazione terrestre sulla previsione dei fenomeni celesti (Sulla presunta eclisse del Monte Bego)*, Atti del XV Seminario di Archeoastronomia della Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), Osservatorio Astronomico di Genova, 13-14 aprile 2013, pp. 26-54. <https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2020/08/Atti-Seminario-15-2013.pdf> .

VENEZIANO G., 2015 a, *L'eclisse di Erode*, in: Atti del XVII Seminario di Archeoastronomia della Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici, Osservatorio Astronomico di Genova, 28-29 marzo 2015, pp. 75-115
<https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2020/08/Atti-Seminario-17-2015.pdf> , oppure sul sito:
https://www.academia.edu/21950198/17_Seminario_di_Archeoastronomia_Leclisse_di_Erode .

VENEZIANO G., 2015 b, *Quale Pasqua? Rituali e simbolismi tra culto e astronomia*, Circolare dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli studi Archeoastronomici (ALSSA), n. 23, aprile 2015.
<https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2020/08/Circolare-23-aprile-2015.pdf> , oppure sul sito:
https://www.academia.edu/11807832/Quale_Pasqua_Ritual_i_e_simbolismi_tra_culto_e_astronomia .

VENEZIANO G., 2018, *Astrologia e astronomia nell'antica Roma*, Osservatorio Astronomico di Genova, <https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2020/06/Astrologia-e-astronomia-nellantica-Roma.pdf>; oppure su: https://www.academia.edu/36291865/Astrologia_e_astronomia_nellantica_Roma .

VENEZIANO G., 2019, *I due volti di Sirio. L'immaginario delle culture mediterranee sulla stella più luminosa del cielo*, in: Atti del XXI Seminario di Archeoastronomia, Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici, Osservatorio Astronomico di Genova, 30-31 marzo 2019, pp. 96-119, <https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2020/08/Atti-Seminario-21-2019.pdf> ; oppure sul sito:
https://www.academia.edu/41603945/I_due_volti_di_Sirio_Limmaginario_delle_culture_mediterranee_sulla_stella_più_luminosa_del_cielo

VENEZIANO G., 2021, *La Stella di Betlemme tra miracoli e portenti celesti. Cosa dice realmente la Bibbia su questo evento straordinario?*, Circolare dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), n. 35, novembre 2021, pp. 1-16.
<https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2021/11/Circolare-35-novembre-2021.pdf> .

VENEZIANO G., 2022, *Il Tabernacolo di Israele tra culto, astronomia e significati simbolici*, Osservatorio Astronomico di Genova.
<https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2022/01/Il-Tabernacolo-di-Israele.pdf> .

VM, 1966, *La Santa Bibbia*, Versión Moderna, Sociedades Biblicas en América Latina.

VR, 1925, *Versione Riveduta delle Sacre Scritture*, di Giovanni Luzzi, ristampa del 1966 a cura della Società Biblica Britannica e Forestiera.

AA.VV., 1990, *Perspicacia nello studio delle Scritture*, Watch Tower, Congregazione Cristiana dei Testimoni di Geova, Roma.

AA.VV., 2004, *La creazione dichiara la gloria di Dio!*, La Torre di Guardia, 1 giugno 2004, pp. 9-14, Watch Tower, Congregazione Cristiana dei Testimoni di Geova, Roma.
<https://wol.jw.org/it/wol/d/r6/lp-i/2004403>

Il Parco Astronomico *Margherita Hack*, Pecetto di Valenza (AL)

Luigi Torlai

GAG, Gruppo Astrofili Galileo



1. Premessa

“... *Ill.mo Sig. Sindaco di Pecetto, in relazione alla Vs. richiesta di uno studio di fattibilità relativo alla prevista riqualificazione dell'area, al fine di ricavarne un sito panoramico, naturalistico e d'interesse astronomico, ci pregiamo di sottoporre alla Vs. attenzione quanto emerso dallo studio effettuato dal Gruppo Astrofili Galileo ...* ”. Così, nel lontano 2006, ebbe inizio la scommessa e l'avventura che il nostro Gruppo si impegnava a progettare e realizzare, con il supporto di alcuni artigiani della zona, un vero e proprio **Parco Astronomico**, per far conoscere a scuole e pubblico alcuni aspetti della scienza astronomica antica e moderna. Nel maggio del 2009, giusto 15 anni fa, questa scommessa fu onorata con il completamento dell'opera e con una solenne inaugurazione pubblica (figura 1).



Figura 1. Inaugurazione del Parco Astronomico

2. Un po' di storia

L'area messa a disposizione dall'Amministrazione Comunale é collocata sui ruderi dell'antica Rocca medievale, che alcuni documenti farebbero risalire al XIII sec., quando Pecetto di Valenza faceva parte del potente marchesato del Monferrato. Successivamente tutta l'area circostante fu teatro di lotte senza quartiere tra guelfi e ghibellini e, nel successivo periodo storico, passando di mano in mano tra i potentati locali, cadde in un rovinoso oblio. Oggi rimangono solo alcuni resti delle antiche mura (figura 2).



Figura 2. In primo piano, in evidenza, il Municipio della Amministrazione di Pecetto e, sul retro, i resti delle antiche mura della Rocca, che al loro interno ospitano l'area verde e il percorso del Parco Astronomico (foto dal web).

Il perimetro messo a disposizione dalla Amministrazione Comunale per il progetto del Parco Astronomico si sviluppava su una lunghezza di circa 200 metri. Quindi fu necessario ricalcolare in scala le distanze dei pianeti dal Sole, in modo da inserire nello spazio disponibile tutto lo sviluppo del Sistema Solare. L'intero percorso si snoda, a piedi, su un selciato calpestabile (vedi figure 2 e 3). Le frecce in colore rosso, inserite nella piantina del progetto originale del comune (**Fig. 3**), indicano il percorso a piedi sul Sistema Solare. L'ingresso è indicato da un disco giallo.

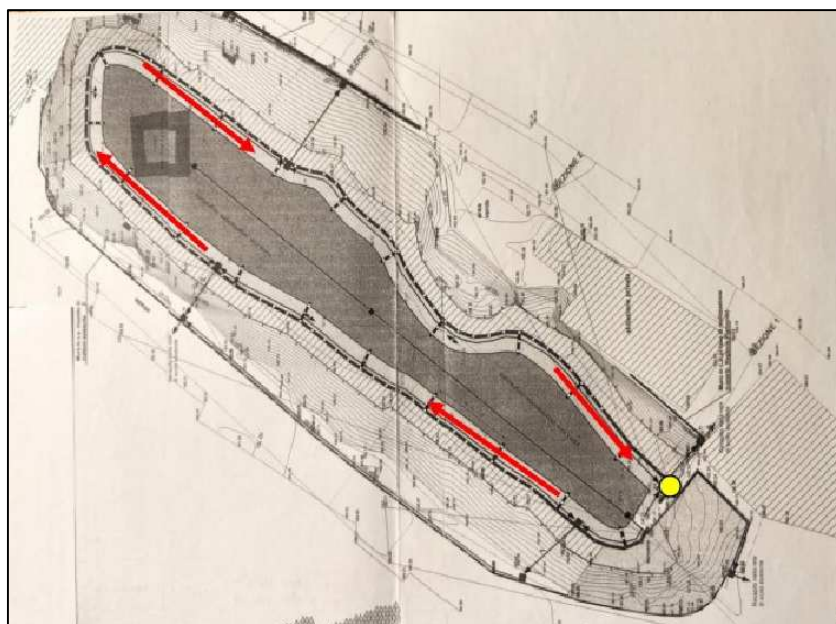


Figura 3. Il disco giallo (il Sole) indica l'inizio del percorso, che si snoda lungo le linee rosse.

Nella successiva figura 4 viene mostrata la tabella riepilogativa dei parametri inerenti le distanze dei pianeti dal Sole con i loro relativi diametri (in seguito evidenziati con manufatti in metallo e descritti al dettaglio), le coordinate geografiche del Parco Astronomico e i punti salienti di levata e tramonto del Sole ai Solstizi d’Estate e d’Inverno. Come vedremo più avanti questi ultimi dati verranno meglio commentati ed evidenziati sul manufatto della “*Rosa dei Venti*”. Il dato della *Costante Locale* verrà definito al dettaglio in relazione alla misura del tempo con i tre *Orologi Solari* presenti nel Parco.

Il Sistema Solare (a piedi...) sul parco Astronomico di Pecetto			
Latitudine = 44°59'25"N – Longitudine = 8°40'15"E – Costante Locale = 25min. + 20sec. (dal centro del 1° Fuso Est) Azimut Sole all'alba (contato da Nord-orizzonte astronomico): Solst. Estate = 55°24'; Solst. Inverno = 123°54' Azimut Sole al tramonto (contato da Nord-orizzonte astronomico): Solst. Estate = 304°35'; Solst. Inverno = 236°07'.			
Pianeti	Distanze medie dal Sole		Diam. medio pianeti (Sole = 2180mm.)
	AU	metri	millimetri
Mercurio	0.4	2.0	7.6
Venere	0.7	3.5	19.0
Terra	1.0	5.0	20.0
Marte	1.5	7.5	10.6
Giove	5.2	26.0	224.2
Saturno	9,5	47.5	188.0
Urano	19,2	96.0	80.0
Nettuno	30,1	150.5	77.6
Plutone	39,5	197.5	3.6

NOTA.
 Per trovare le distanze dei pianeti dal Sole in metri lungo il percorso a piedi, occorre moltiplicare il valore espresso in Unità Astronomiche per una stessa cifra.
 Se ad esempio moltiplichiamo tutte le distanze per 5, Plutone disterà dal Sole $39,5 \times 5 = 197,5$ metri, che è lo spazio massimo disponibile all'interno del Parco.
 La stella più vicina a noi (Proxima - costellazione del Centauro) con questa scala si troverebbe a circa 7.050 volte la distanza di Plutone dal Sole:
 $197.5m. \times 7.050 = 1.372 \text{ Km.}$!

Figura 4. Tabella riepilogativa delle coordinate geografiche del Parco Astronomico con i relativi dati inerenti le distanze e i diametri dei pianeti rispetto al Sole. Plutone è stato ancora inserito come pianeta, nonostante sia stato declassato a pianeta nano nel 2006.

3. Finalità del progetto

Con la gestione di modelli e strumenti didattici installati direttamente sul terreno, integrati da opportuni supporti esplicativi, si è voluto predisporre un percorso permanente per avviare ed approfondire le conoscenze teoriche e pratiche sia dell'astronomia antica che moderna. Il quadro generale che ne emerge ci è sembrato adeguato a fornire le indicazioni di base per un primo approccio con l'astronomia, sia per il pubblico generico sia per le scuole.

Strumenti e modelli installati

- il *Sistema Solare in scala* (modelli e tabelle del Sole e dei pianeti);
- *Orologi Solari* (per approfondire la storia della misura del tempo);
- il *Cerchio di Ipparco* (per definire l'istante dell'Equinozio e la Latitudine);
- il *Plinto di Tolomeo* (per misurare l'Altezza e l'Azimut del Sole);
- il *Cerchio Indù* (per localizzare sul terreno i punti cardinali senza la bussola);
- la *Rosa dei venti* (per localizzare i venti e alcune zone geografiche di interesse sull'orizzonte);
- *colonnine* con prese elettriche per installare i telescopi (per osservare e fotografare il cielo).

4. L'opera completa in dettaglio

• Il Sistema Solare in scala

Allo scopo di fornire un sintetico ma adeguato quadro esplicativo dei pianeti, si è pensato di rappresentarli corredati con le seguenti informazioni: una tabella sinottica contenente i loro parametri fisico-chimici, un disco metallico che esprime il loro diametro in scala rispetto al Sole collocato alla distanza media in metri dal Sole stesso, un simbolo geroglifico metallico simile a quello presente nelle mappe celesti degli antichi astronomi caldei.

Di seguito riporto il sommario delle rappresentazioni dei pianeti tralasciando, per brevità, di inserire il dettaglio dei parametri fisico-chimici degli stessi. Oltre ai pianeti, al fine di completare il quadro dei principali corpi celesti presenti all'interno del Sistema Solare, abbiamo inserito una sintetica tabella che rappresenta la fascia degli asteroidi compresi tra Marte e Giove. Inoltre, per quantificare e confrontare approssimativamente le distanze e le dimensioni in gioco nel Sistema Solare rispetto al profondo cielo, abbiamo inserito una tabella indicativa della distanza in scala della stella a noi più vicina. Da ultimo, ci è sembrato opportuno completare questa sommaria panoramica inserendo una tabella riguardante il promettente campo delle esplorazioni del profondo cielo:

• *Gli Esopianeti.*

La breve descrizione che segue compare accanto alla tabella che li rappresenta ([figura 5](#)). A partire dal 1995, sono stati scoperti alcuni migliaia di pianeti fuori dal nostro Sistema Solare. Alcuni di questi corpi celesti, che orbitano quindi attorno a stelle diverse dal Sole, hanno caratteristiche chimico-fisiche che presentano qualche interessante analogia con quelle della nostra Terra. Per tale motivo costituiranno per il futuro un campo di ricerca di grande rilevanza, soprattutto se vi venisse accertata l'eventuale presenza di sostanze organiche atte a generare eventuali processi di formazione di vita primordiale.

Mercurio (diametro = 7.6 mm. - distanza dal sole = 2 metri)



Venere (diametro = 19 mm – distanza dal sole = 3.5 metri)



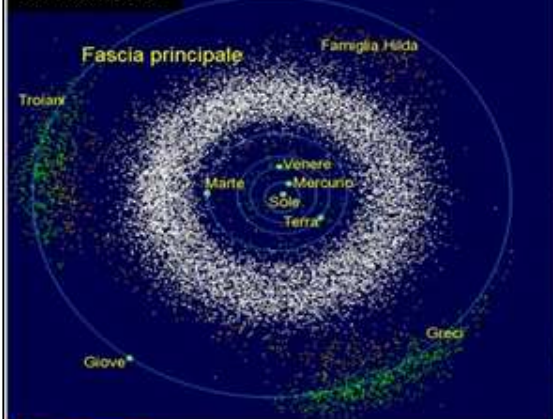
Terra (diametro = 20 mm – distanza dal sole = 5 metri)



Marte (diametro = 10.6 mm. – distanza dal sole = 7.5 metri)



Gli Asteroidi



Giove (diametro = 224.2 mm – distanza dal sole = 26 metri)



Saturno (diametro = 188 mm – distanza dal sole = 47.5 metri)



Urano (diametro = 80mm – distanza dal sole = 96 metri)





Figura 5.

- **Gli orologi solari orizzontali**

Il tentativo di cercare di quantificare al meglio lo scorrere del tempo riconduce direttamente alle origini di tutte le antiche civiltà. Questo vasto argomento, che richiederebbe un intero trattato (vedi in bibliografia), è stato sinteticamente materializzato, all'interno del Parco Astronomico, con tre manufatti che rappresentano altrettante modalità di misura del trascorrere del tempo. Si sono considerati solo tre sistemi di misura del tempo: quelli con la stessa durata delle frazioni orarie (*ore uguali*), a differenza di quanto avveniva nel periodo medievale antecedente al XIII sec., cioè prima della comparsa degli orologi meccanici da campanile, quando ancora erano in uso le cosiddette *ore temporali*, di durata variabile in base alle stagioni (*ore diseguali*).

Le frazioni orarie di uguale durata hanno semplificato notevolmente, anche nelle popolazioni poco acculturate, la lettura degli *Orologi Solari* ubicati spesso in zone di pubblico accesso. Fino al termine del XVIII sec. e con l'ingresso in Italia delle truppe napoleoniche, l'origine del computo delle 24 ore partiva, a seconda delle consuetudini storico-geografiche, sia dal sorgere del Sole (*ora Babilonese*) sia dal tramonto dell'astro del giorno (*ore Italiane*). Durante il XIX sec., per quanto detto in precedenza, il calcolo orario partiva dalla mezzanotte (*ore Francesi o Moderne*).

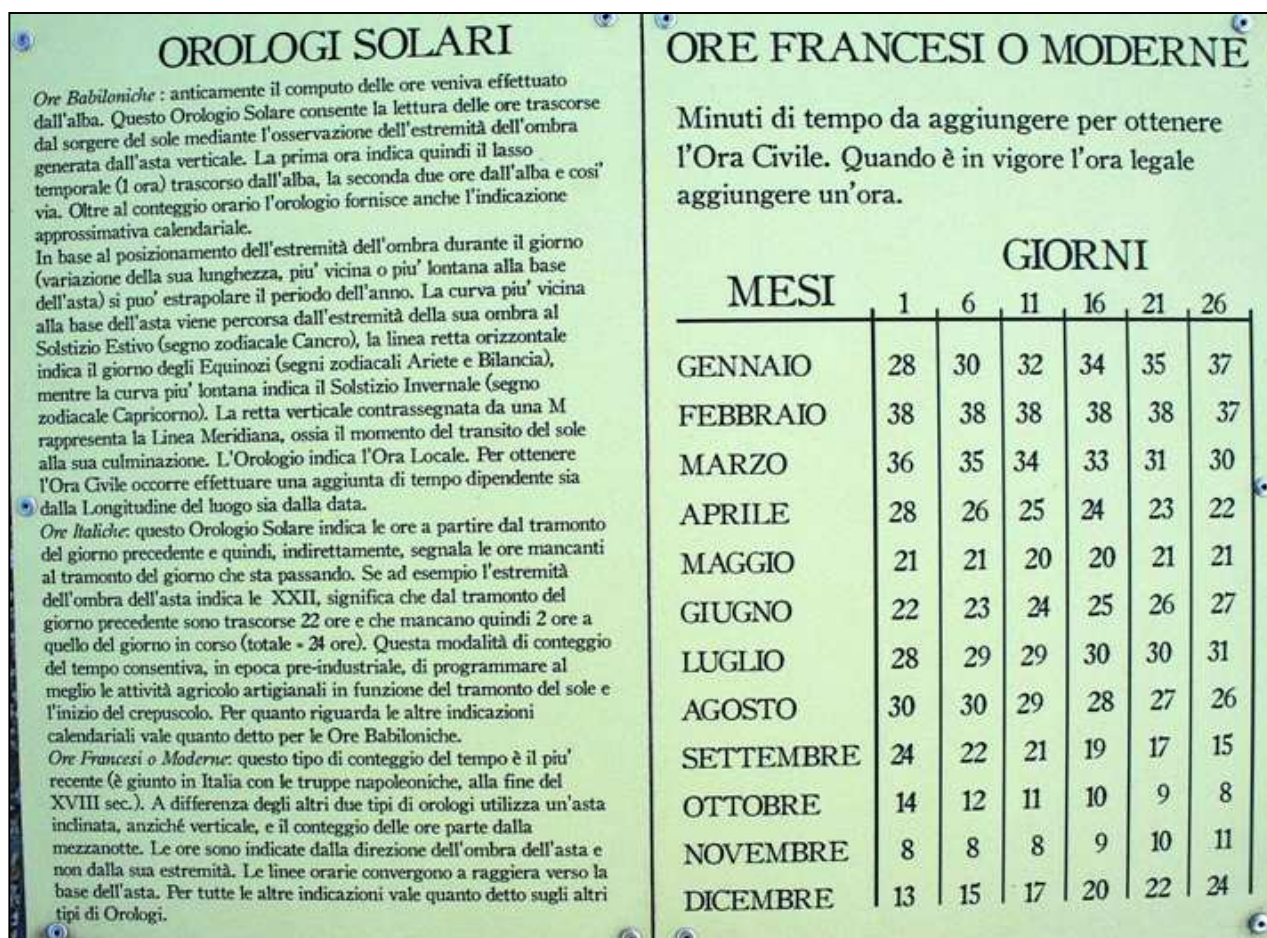


Figura 6. Tabella esplicativa per la lettura dei tre Orologi Solari e confronto con l'ora Civile.

La tabella sopra esposta (figura 6) consente la trasformazione delle **Ore Locali**, quelle indicate dagli **Orologi Solari**, in **Ore Civili**. Viene determinata tenendo conto della inclinazione del piano dell'*Eclittica* rispetto a quello di rivoluzione della Terra intorno al Sole e della variazione della sua velocità di rivoluzione nell'arco dell'anno (*Equazione del Tempo*). A questi due parametri occorre aggiungere il valore della *Costante Locale*, cioè la differenza di longitudine (espressa in tempi) tra il luogo (Pecetto) e il centro del 1° Fuso EST, convenzionalmente localizzato sul Meridiano dell'Etna (posto a 25min.+20sec.).

Allo scopo di permettere una migliore comprensione del funzionamento dei tre Orologi Solari ed apprezzarne tutti i dettagli costruttivi, si è ritenuto utile presentarli separatamente, con l'aggiunta di una breve indicazione sulle loro modalità di consultazione (figure 7, 8, 9).

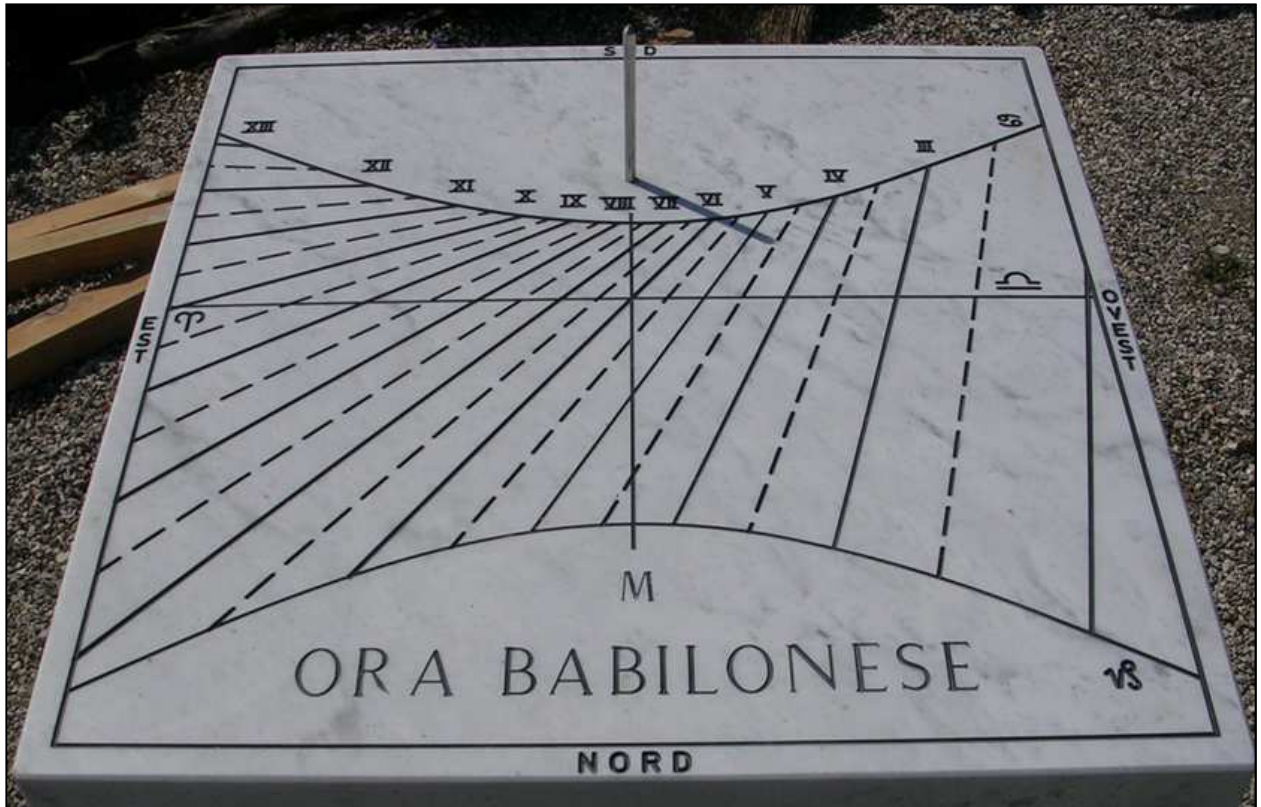


Figura 7. Come si legge l'ora Babilonese, che inizia all'alba. L'estremità dell'ombra dell'asta sfiora la linea oraria (tratteggiata) delle 4 e 30 (tra le IV e le V): sono trascorse 4 ore e 30 minuti dall'alba.

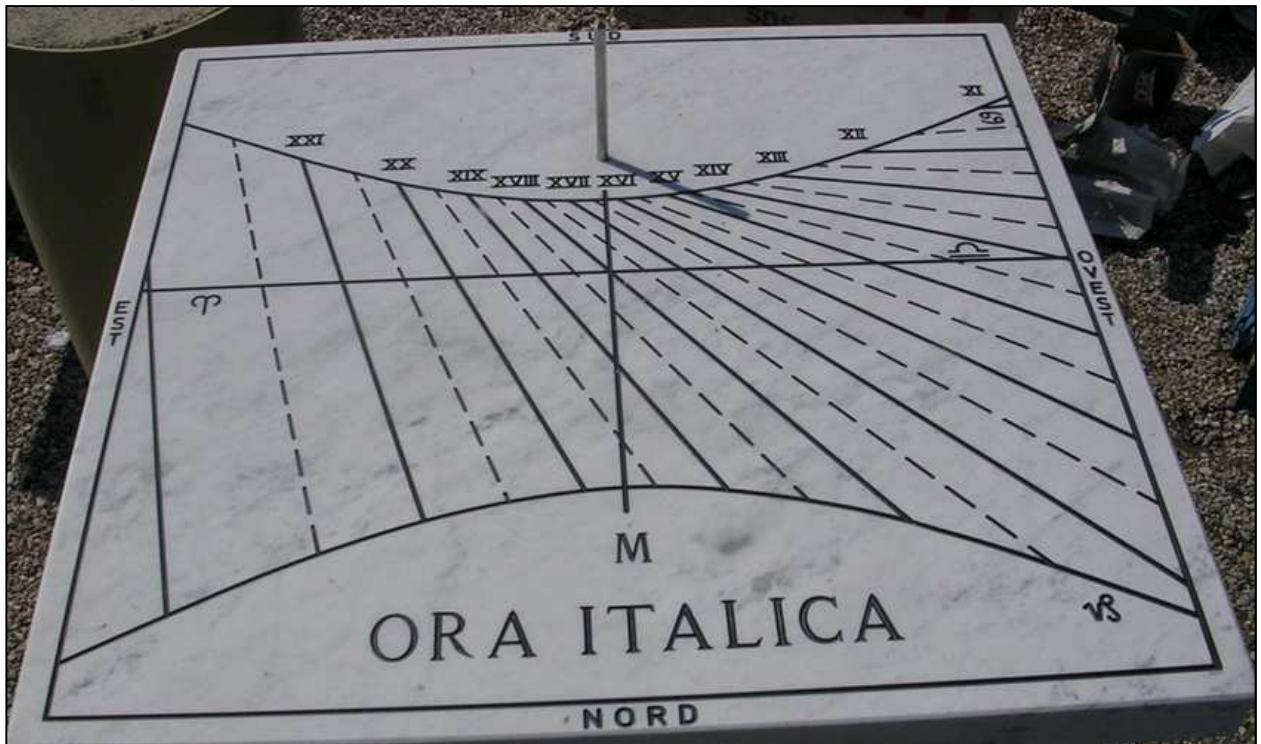


Figura 8. Come si legge l'ora Italica con l'inizio dal tramonto del giorno precedente. L'estremità dell'ombra dell'asta sfiora le 15 (XV): significa che sono trascorse circa 15 ore dal tramonto del Sole del giorno prima, quindi ne mancano 9 per arrivare al tramonto del giorno in corso (totale 24 ore).



Figura 9. Come si legge l'ora Francese/Moderna, con l'inizio dalla mezzanotte. La direzione dell'ombra dell'asta si sovrappone alla linea tratteggiata delle 9.30 (tra le IX e le X). La lettura è immediata: 9.30.

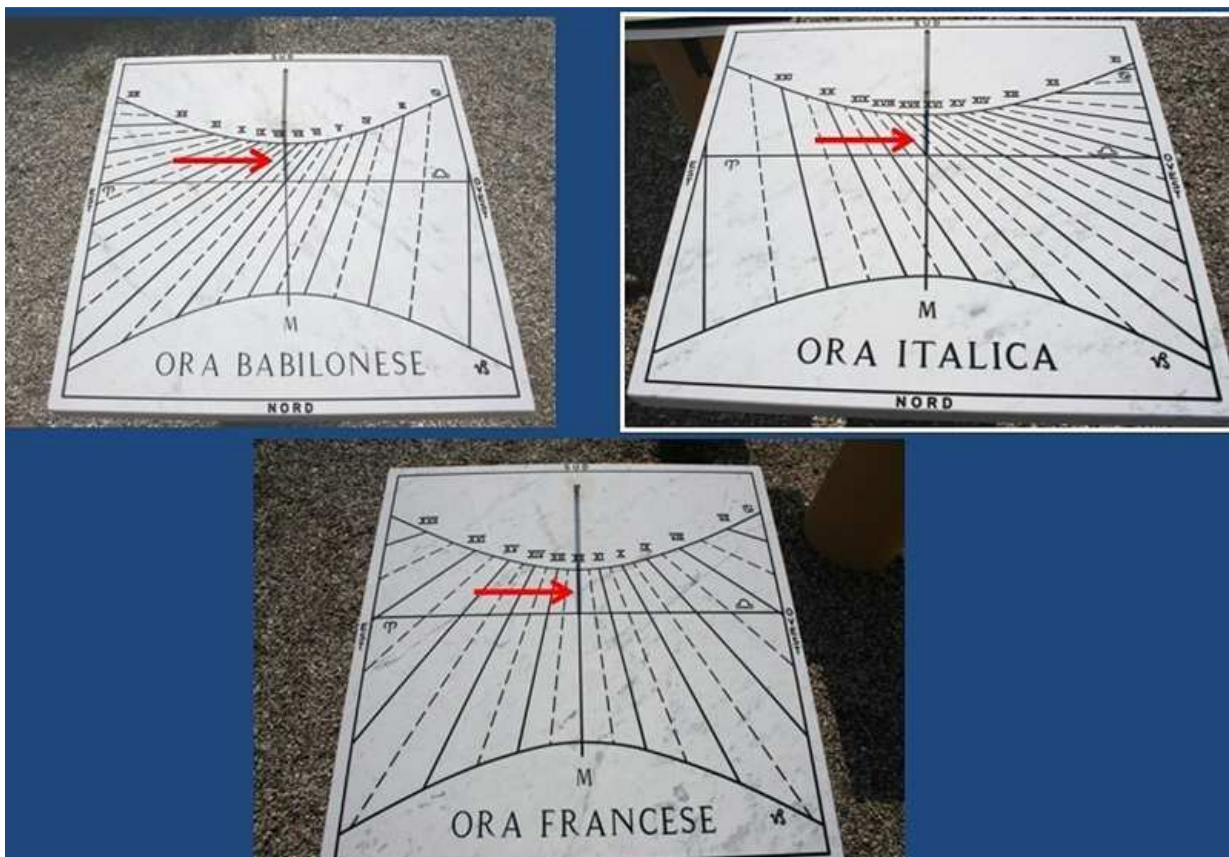


Figura 10. Posizione dell'ombra alle 12 locali del 23 settembre 2009: equinozio d'autunno.

Come risulta dalle immagini scattate alle ore 12 locali (figura 10) nell'*Ora Francese*, si nota la perfetta sovrapposizione, nei rispettivi sistemi orari, dell'ombra dell'asta (freccia rossa) con la linea da Sud a Nord (*Linea Meridiana*), contrassegnata da una "M". Si nota come l'Orologio Solare Babilonese indica le VI (ore trascorse dall'alba), quello Italico le XVIII (cioè XII+VI dal tramonto del giorno precedente). L'estremità dell'ombra dell'asta, nei tre sistemi orari, lambisce la linea Est-Ovest, cioè quella degli Equinozi (segni zodiacali *Ariete e Bilancia*). In quei due giorni l'estremità dell'ombra percorrerà la retta orizzontale da destra a sinistra. Le due curve, superiore e inferiore, contrassegnate rispettivamente dai segni del *Cancro* e del *Capricorno*, sono quelle dei Solstizi d'Estate e del Solstizio d'Inverno: l'ombra dell'estremità dell'asta le attraverserà nei rispettivi inizi di stagione.

- **Il Cerchio di Ipparco**



Figura 11. Il Cerchio di Ipparco.

Per la corretta installazione del *Cerchio di Ipparco* occorre determinare prima la **direttrice Nord-Sud** con la tecnica del *Cerchio Indù* (vedi in seguito), sulla quale collocare l'asse della struttura. L'ombra generata dal cerchio metallico (**opportunamente inclinato** parallelamente al piano equatoriale), **alle ore 12 locali** si dispone sul pavimento lungo la direzione Est-Ovest, quella degli Equinozi (segni zodiacali Ariete e Bilancia). In quei due giorni dell'anno, quando la declinazione del Sole è di 0° , l'altezza del Sole dà direttamente la latitudine del luogo: **Latitudine = 90° - altezza del Sole** (vedi *Plinto di Tolomeo*). A Pecetto di Valenza, essendo la latitudine circa 45° , si può utilizzare lo schema sotto riportato (figura 12). Il **numero 0.707** che compare nella formula è il coseno di Lh o il seno di Lb (**inclinazione = 45°**).

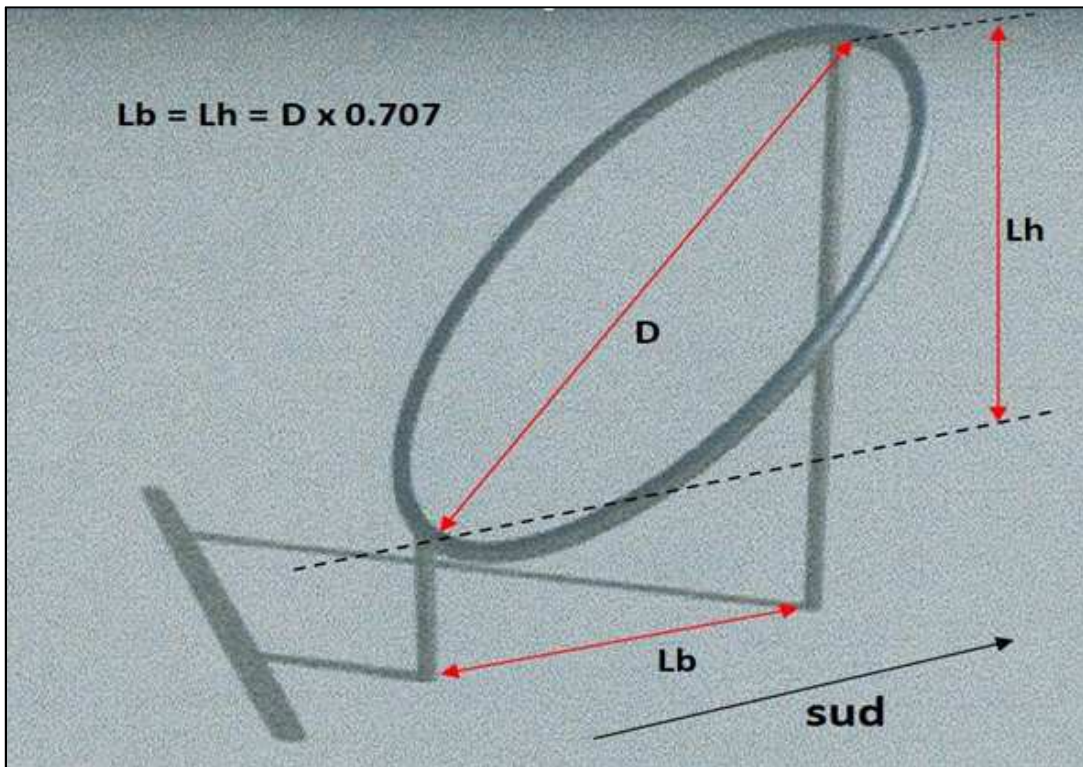


Figura 12

- **Il Plinto di Tolomeo**

IL PLINTO DI TOLOMEO

E' uno strumento che consentiva agli antichi astronomi il rilevamento della Latitudine, misurando l'altezza del sole durante il suo transito in Meridiano. Se l'operazione veniva effettuata nei giorni degli Equinozi (rilevati in precedenza con il Cerchio di Ipparco), era sufficiente applicare la formula: Latitudine = 90° - altezza del sole. Per tutti gli altri periodi dell'anno si doveva conoscere anche la Declinazione del sole (la sua altezza rispetto all'Equatore Celeste). La formula quindi variava così: Latitudine = 90° - altezza del sole \pm Declinazione. La misura dell'altezza del sole si rilevava dalla proiezione dell'ombra dell'asta direttamente sul quadrante graduato da 0° a 90° .

Sul quadrante sono incise tre linee particolari: sono quelle relative ai giorni dei Solstizi ed Equinozi. Una ulteriore graduazione circolare da 0° a 360° , posta alla base dello strumento, consente di verificare oltre l'altezza anche l'Azimut del sole (angolo sul piano orizzontale), ruotando il manufatto in direzione dell'astro del giorno.

Figura 13. Il Plinto di Tolomeo.

La tabella di sinistra (figura 13), che è collocata in prossimità del manufatto del *Plinto di Tolomeo* (a destra), illustra il funzionamento del manufatto. In origine questo strumento era costituito solo da una lastra verticale fissa, perfettamente orientata sul *meridiano del luogo*, e inserita su una parete. Nella nostra variante si è preferito dotarla anche di un cerchio azimutale orizzontale, con incisioni da 0° a 360°, in modo da rilevare, oltre l'altezza del Sole, anche il suo azimut. La freccia rossa mostra l'altezza del Sole (45°) il giorno degli equinozi, consentendo così di verificare sia la latitudine di Pecetto di Valenza (45°) sia l'azimut del sole in *meridiano* (180°).



Figura 14. A sinistra si evidenzia al dettaglio la funzione del puntatore che indica l'azimut dell'astro inquadrato ad un'ora qualsiasi: l'azimut è = 265°. A destra si evidenzia l'asta verticale (in alto), che consente di allineare, fungendo come un vero mirino, la direzione della sua ombra con l'asse del piano orizzontale del Plinto.

- **Il Cerchio Indù**

IL CERCHIO INDÙ

E' uno strumento semplice ed intuitivo, conosciuto già dalla remota antichità, per localizzare su un piano, o direttamente per terra, la direttrice Nord-Sud. La tracciatura di questa fondamentale linea consentiva di orientarsi, senza altri strumenti, e di sviluppare tutta una gamma di allineamenti sul terreno. Per la sua costruzione si localizza, al mattino, l'estremità dell'ombra dell'asta su una sola circonferenza, ripetendo sulla medesima l'operazione al pomeriggio. Si congiungono i due punti sulla stessa circonferenza con una linea (Linea Equinoziale Est-Ovest). Dalla metà di questa retta si traccia la sua direttrice verso la base dell'asta. Quest'ultima linea è quella che individua la direzione Nord-Sud (Linea Meridiana). L'operazione descritta si può ripetere, per ulteriore conferme, sulle altre circonferenze.

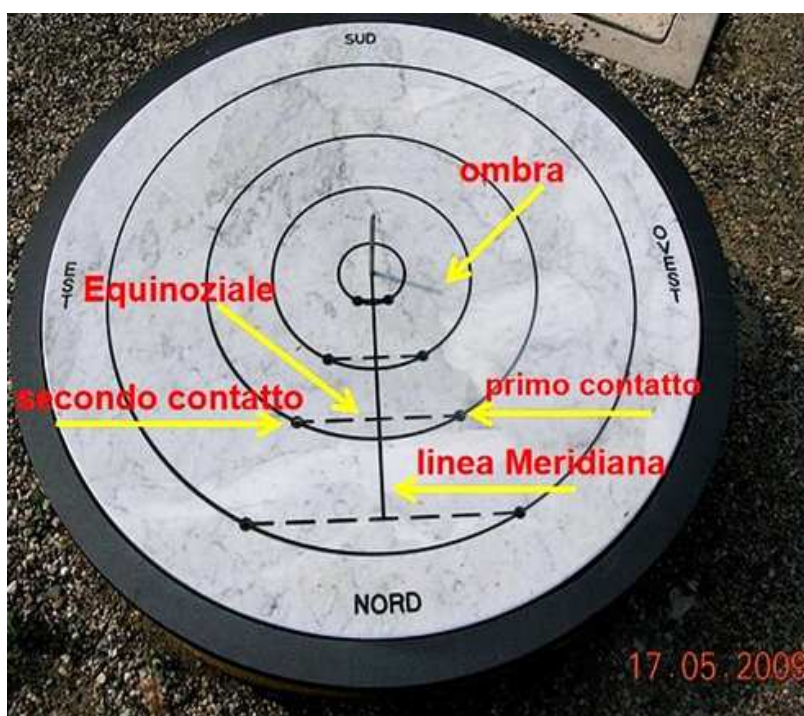


Figura 15. A sinistra viene mostrata la tabella esplicativa del Cerchio Indù, collocata a fianco del manufatto (immagine a destra), con le tre frecce che ne evidenziano le parti salienti. Nella pagina successiva (figura 16) viene mostrata la sequenza delle fasi operative.

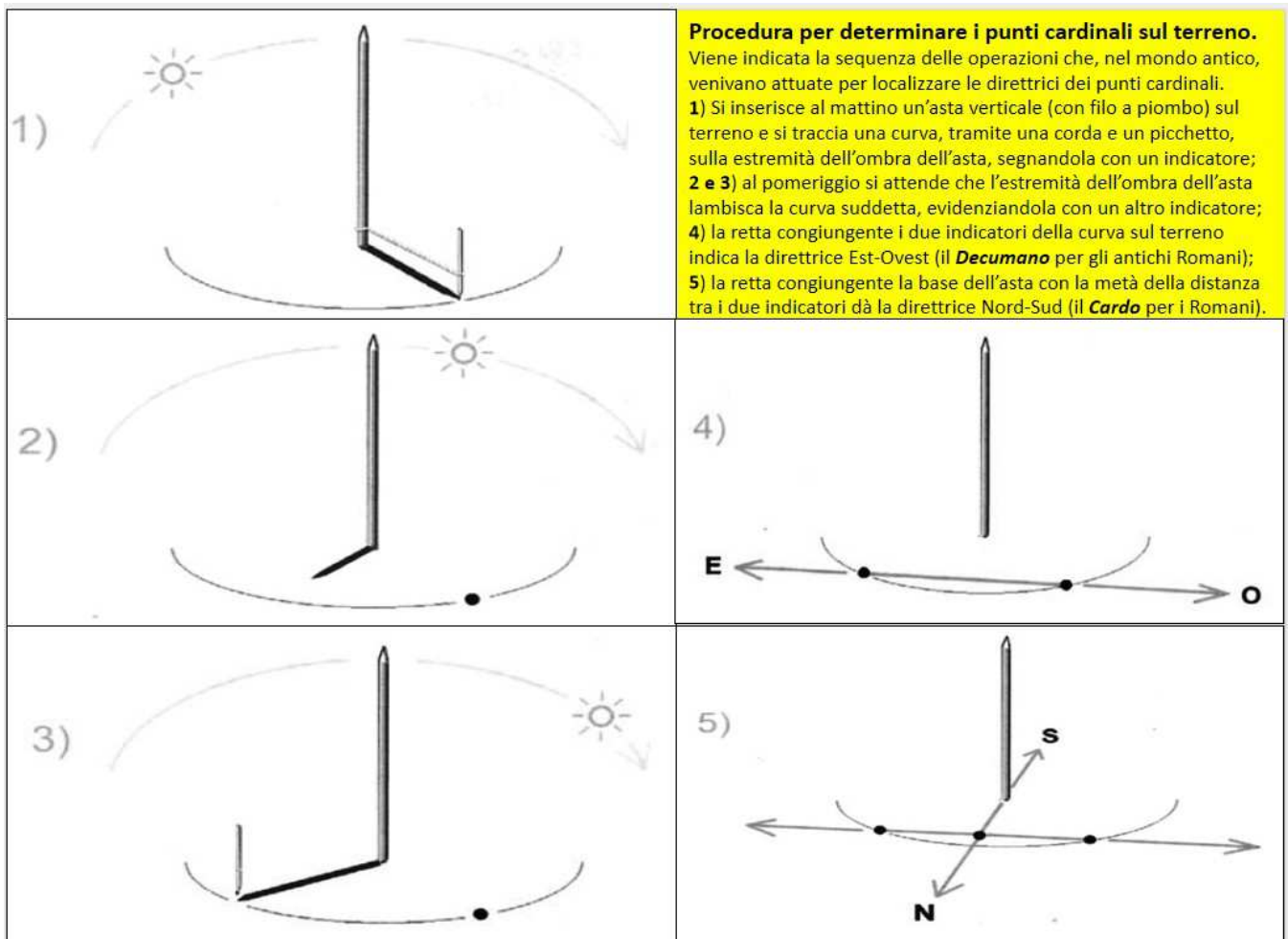


Figura 16

- **La Rosa dei venti**

Questo manufatto (figura 17), oltre a fornire le consuete indicazioni dei principali venti e la loro direzione geografica di provenienza, consente di visualizzare sull'orizzonte luoghi di particolare interesse. Ruotando e sovrapponendo l'apposito indicatore girevole a forma di freccia sul nome della località prescelta, è possibile stabilire una corrispondenza visiva nella direzione della zona selezionata. Ciò risulta particolarmente apprezzabile durante le giornate di buona trasparenza atmosferica, quando montagne e centri abitati vicini risultano visibili a occhio nudo. In aggiunta alle suddette località è possibile individuare sull'**Orizzonte di Pecetto** i punti del sorgere e tramontare del Sole in occasione dei cambi di stagione (**Equinozi e Solstizi**). Questi punti sono evidenziati da piccole sfere colorate in giallo, che disposte sulla parte Orientale e Occidentale del manufatto, fungono da "indici" per l'allineamento con l'Orizzonte dell'asta girevole. Sul versante Orientale la prima sfera posta a sinistra indica il sorgere del sole al 21 Giugno (**Solstizio Estivo**), quella al centro il 21 Marzo e 23 Settembre (**Equinozi**), mentre quella a destra è relativa alla levata del Sole al 21 Dicembre (Solstizio Invernale). Il percorso del sorgere del Sole tra i due punti estremi dell'Orizzonte avviene quindi in sei mesi, mentre negli altri sei l'astro del giorno attraversa l'Orizzonte in senso contrario. L'intero ciclo di percorrenza, pari a dodici mesi, evidenzia pertanto la durata di un anno del nostro calendario. Questo schema di conteggio del tempo veniva praticato dalle antiche civiltà, sia inserendo come indicatori pali infissi sul terreno sia con grossi pietroni verticali opportunamente sagomati (*menhir*). La disciplina che ne parla è l'**Archeoastronomia**. Sul versante Occidentale il tramonto del Sole sull'Orizzonte, in occasione dei cambi stagionali, avviene da destra verso sinistra (dal 21 Giugno al 21 Dicembre). A seguire (figure 18, 19, 20) le foto e i particolari del manufatto.



Figura 17



Figura 18



Figura 19



Figura 20

- Colonnine metalliche con prese elettriche per l'inserimento e la guida di telescopi



Figura 21



Serata di osservazioni del Gruppo Astrofili Galileo (per i più attenti: sotto il segno dello Scorpione...)

Figura 22

5. Conclusioni

La realizzazione e la conseguente gestione del Parco Astronomico “Margherita Hack” ha rappresentato, e rappresenta attualmente, una pagina di notevole impegno, soddisfazione e riscontri positivi da parte del *Gruppo Astrofili Galileo* di Pecetto di Valenza.

Nell’arco dei 15 anni di gestione del Parco è stato possibile svolgere una proficua attività didattica con le scuole, dalle elementari alle superiori. I modelli degli strumenti antichi e la possibilità di osservare il cielo sia di giorno sia di notte, hanno consentito anche al pubblico degli adulti di toccare con mano, dal vivo, molti degli argomenti inerenti l’astronomia, che non sarebbe stato possibile affrontare in altri ambiti con altrettanta efficacia. La piena riuscita di questa attività è stata possibile grazie anche alla convergenza di intenti e al costante supporto dell’Amministrazione Comunale di Pecetto.

Bibliografia essenziale

AA.VV., *Rete di Eratostene*, sito consultabile in Internet.

ILARI V., *L’Astronomia tolemaica e gli strumenti osservativi descritti nell’Almagesto*, corso di Laurea in Fisica di Veronica Ilari, Università di Bologna.

TRINCHERO A. - MOGLIA L. - PAVANELLO G., *L’ombra e il tempo*, Ed. Vanel, Torino.

RENÉ R. - ROHR J., *Meridiane*, Ulissedizioni.

ROMANO G., 1992, *Archeoastronomia Italiana*, Ediz. CLEUP.

ROMANO G., 1998, *Mio padre è il cielo. Segni dell’antica astronomia nordamericana*, Ed CLEUP.

Presentazione del libro:
Castel Sant'Angelo. Mausoleo di Adriano.
Architettura e Luce

Marina De Franceschini

(Archeologa, Progetto Accademia, Genova, mdfmdf28@gmail.com)

Giuseppe Veneziano

(Osservatorio Astronomico di Genova, giuseppe.veneziano59@gmail.com)



Edizioni ALSSA

26° Seminario di Arqueostronomia
4 - 5 maggio 2024
Università Popolare Sestrese
Piazzetta dell'Università Popolare
Genova Sestri

4 maggio 2024 ore 11:45
Presentazione del nuovo libro
di Marina De Franceschini e Giuseppe Veneziano

Castel Sant'Angelo
Mausoleo di Adriano
Architettura e Luce

Rirella Editrice

www.rirella-editrice.com

Questo libro, il secondo della serie «Studi di Archeoastronomia» pubblicati da Rirella Editrice (il primo è dedicato al Pantheon) ha la prefazione di Anna Maria Reggiani, Direttore Generale Emerito per l'Archeologia del Ministero della Cultura. Racconta le millenarie vicende storiche di questo grandioso monumento, strettamente intrecciate con quelle della città di Roma.

L'imperatore Augusto costruì il primo grandioso Mausoleo di Roma, dove furono sepolti tutti gli imperatori della dinastia Giulio Claudia e Flavia, assieme ai loro familiari; l'ultimo fu Nerva (figura 1). Nel progettargli Augusto probabilmente prese a modello i grandi tumuli funerari del mondo etrusco, che erano il simbolo della ricchezza e del potere dei loro nobili proprietari. E probabilmente si ispirò al Mausoleo di Alicarnasso, che era una delle Sette Meraviglie del mondo antico. Le *domus* e i palazzi degli antichi romani erano un simbolo del potere e della ricchezza dei loro proprietari e lo stesso avvenne per le loro tombe. Fecero a gara nel costruirle sempre più grandi e monumentali, collocandole lungo le principali vie consolari in modo che avessero la massima visibilità. Un esempio è il Mausoleo di Cecilia Metella, costruito nel I sec. a.C. lungo l'Appia Antica (figura 2).



Figura 1 (a sinistra). Ritratto dell'imperatore Augusto. Figura 2 (a destra). Il Mausoleo di Cecilia Metella, sull'Appia Antica. (foto dell'autrice).

A riprova del prestigio della *Gens Julia* alla quale apparteneva, Augusto volle costruire il suo Mausoleo in un luogo di grandissima importanza simbolica: il Campo Marzio, dove era avvenuta l'apoteosi di Romolo, e dove aveva costruito il primo Pantheon di Agrippa e l'Ara Pacis che celebrava la fine di un secolo di guerre civili.

Nel II sec. d.C. nel Mausoleo di Augusto non vi era più posto; Traiano venne sepolto in via eccezionale nel basamento della Colonna Traiana. Adriano decise quindi di costruire una nuova tomba dinastica e sicuramente prese a modello il Mausoleo di Augusto, ma a sua volta volle costruire qualcosa di diverso.

Dato che nel corso di oltre un secolo nel Campo Marzio erano stati edificati moltissimi monumenti e templi, dedicati ai vari imperatori divinizzati, lo spazio era limitato, e non vi era posto per un edificio di quella mole. Quindi Adriano scelse un'area vicina al Campo Marzio, situata sulla sponda opposta del Tevere, dove poteva disporre di tutto lo spazio necessario, che da tempo apparteneva alla Casa imperiale: gli *Horti Domitiae*. Per attraversare il fiume costruì il ponte Elio che ne era la via d'accesso monumentale e scenografica.

Come tutti i grandi monumenti dell'antichità romana, il Mausoleo di Adriano fu progettato e costruito per durare in eterno, e infatti ha sfidato i millenni superando catastrofi naturali ed umane come inondazioni, terremoti, guerre e saccheggi. La sua costruzione iniziò dopo il 123 d.C. e fu molto impegnativa perché il terreno era alluvionale e cedevole. Fu realizzato un poderoso basamento quadrato che poggiava su fondazioni profonde oltre sette metri, dotate di palificazioni. Sopra di esso sorgeva il corpo di fabbrica cilindrico che secondo le ricostruzioni tradizionali aveva in cima un tumulo alberato dal quale sporgeva un tempio sormontato da un'enorme Quadriga del Sole in bronzo, guidata dall'imperatore Adriano raffigurato come *Sol Invictus* (figura 3).



Figura 3. Plastico ricostruttivo tradizionale del Mausoleo di Adriano.

Il Ponte Elio che lo precedeva aveva tre grandi arcate centrali e due rampe che poggiavano su cinque archi più piccoli. L'alveo del fiume venne sagomato con banchine artificiali disposte a diverse altezze che corrispondevano al flusso delle acque in periodi di magra, di piena o di vere e proprie alluvioni; un capolavoro dell'idraulica antica.

Il libro racconta la sciagurata vicenda della demolizione di parte del Ponte Elio durante la costruzione dei nuovi argini del Lungotevere, che pochi conoscono: a fine Ottocento vennero riscoperte le sue rampe originali e persino il basolato romano, distrutti senza tanti scrupoli e

documentati da rare immagini e disegni dell'epoca che abbiamo recuperato grazie a ricerche d'archivio.

Nel corso dei secoli il Mausoleo fu spogliato delle colonne e dei capitelli e poi dei pavimenti e rivestimenti parietali in marmi preziosi provenienti da tutto il mondo antico. I grandi blocchi di travertino e peperino che lo rivestivano all'esterno vennero usati per pavimentare le strade e le piazze di Roma. Le enormi sculture in marmo vennero addirittura fatte a pezzi per gettarle sugli assediati durante l'assedio dei Goti di Vitige nel 537. Ben poco è rimasto dell'antica e preziosa decorazione conservata nell'*Antiquarium* del Museo di Castel Sant'Angelo, dove è degno di nota uno splendido fregio con teste taurine ([figura 4](#)).



Figura 4. Fregio con teste di toro, che un tempo decorava il Mausoleo. (foto dell'autrice)

Dopo le varie spoliazioni, data la sua forma circolare simile ad una torre e per via della sua collocazione strategica lungo uno delle principali vie d'accesso alla città da parte dei pellegrini, il Mausoleo fu trasformato in Castello ed inglobato nelle fortificazioni di papa Leone X. Divenne una fortezza inespugnabile che resistette a feroci assedi come quelli dei Visigoti, dei Vandali e dei Goti (rispettivamente nel 410, 455 e 537 d.C.) e anche al sacco dei Lanzichenechi del 1527, quando papa Clemente VII vi si rifugiò assieme a migliaia di persone.

La leggendaria apparizione dell'Arcangelo Michele, che pose fine alla pestilenza del 590 d.C., fece sì che il Mausoleo prendesse l'attuale nome di Castel Sant'Angelo. Durante il Rinascimento fu scelto da numerosi papi che ne fecero la loro residenza e chiamarono alcuni fra i più grandi architetti dell'epoca per decorare gli appartamenti papali: Leon Battista Alberti, Michelangelo, Giuliano da Sangallo e molti altri ([figura 5](#)).

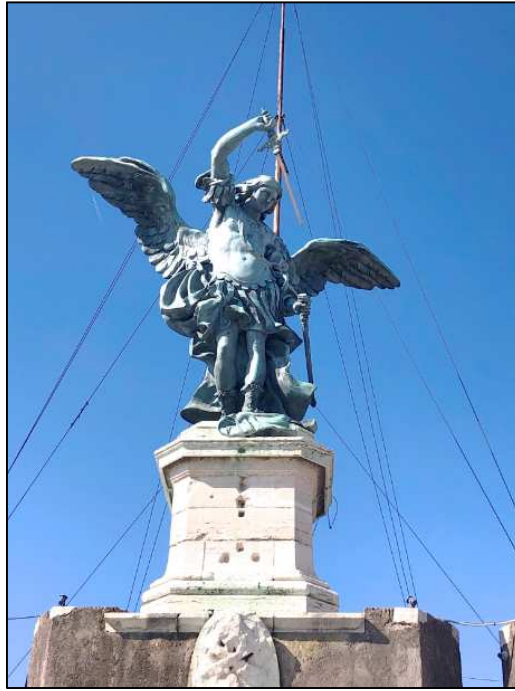


Figura 5. La statua di San Michele Arcangelo in cima al castello. (foto dell'autrice)

Le strutture romane originali sopravvissute a secoli di spoliazioni vennero quindi rivestite da un 'guscio' rinascimentale e modificate in modo massiccio, nascondendo quello che era il suo aspetto antico. Il libro documenta queste ed altre vicende con nuove foto inedite.

Il 22 giugno del 2012, cioè nel periodo del Solstizio estivo, l'autrice ha visitato Castel Sant'Angelo «nel giorno giusto e al momento giusto» e ha scoperto una illuminazione (ierofania) nella Sala sepolcrale: nel pomeriggio i raggi del Sole entrano da una finestra a bocca di lupo orientata a ovest ed illuminano con un rettangolo di luce la nicchia est sul lato opposto ([figura 6](#)).



Figura 6. L'illuminazione (ierofania) della nicchia est nei giorni del solstizio estivo. (foto dell'autrice)

Grazie ai calcoli di Giuseppe Veneziano e a osservazioni dirette sul posto abbiamo scoperto che sempre nei giorni del Solstizio estivo, al mattino i raggi del Sole entrano dall'altra finestra a bocca di lupo orientata a est, ed illuminano con un rettangolo luminoso la nicchia ovest sul lato opposto. Non solo, ma vi è una terza nicchia centrale sul lato nord della Sala sepolcrale, attualmente nascosta dalla passerella ottocentesca di Valadier sulla quale si passa di corsa per salire nella parte alta del Castello. La nicchia nord veniva illuminata anch'essa due volte al giorno dai raggi del Sole che entravano prima dalla finestra est e poi da quella ovest, sempre nella settimana del Solstizio estivo.

Da questa scoperta di archeoastronomia è nata una nuova e inedita ricostruzione dell'aspetto antico del Mausoleo, che non aveva il tumulo alberato delle ricostruzioni tradizionali; il tempietto sulla sua sommità non era rettangolare ma rotondo. Partendo dall'ottimo rilievo del prof. Cesare Cundari pubblicato nel 2000, gli architetti Giovanni Maria Bagordo, Maria Rosaria Cundari ed Elisa L'Angiocola, hanno disegnato ricostruzioni tridimensionali completamente diverse, perché in pratica hanno 'spogliato' l'edificio di tutte le superfetazioni rinascimentali, ricostruendone il nucleo originario ([figura 7](#)).

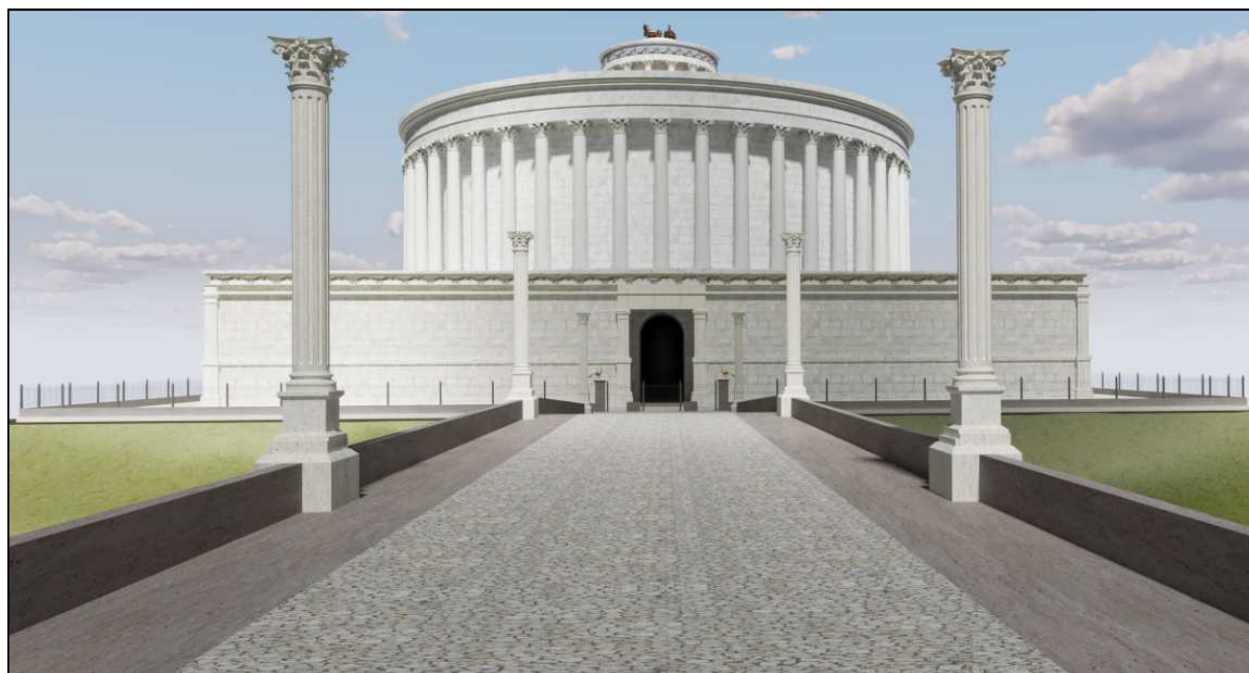
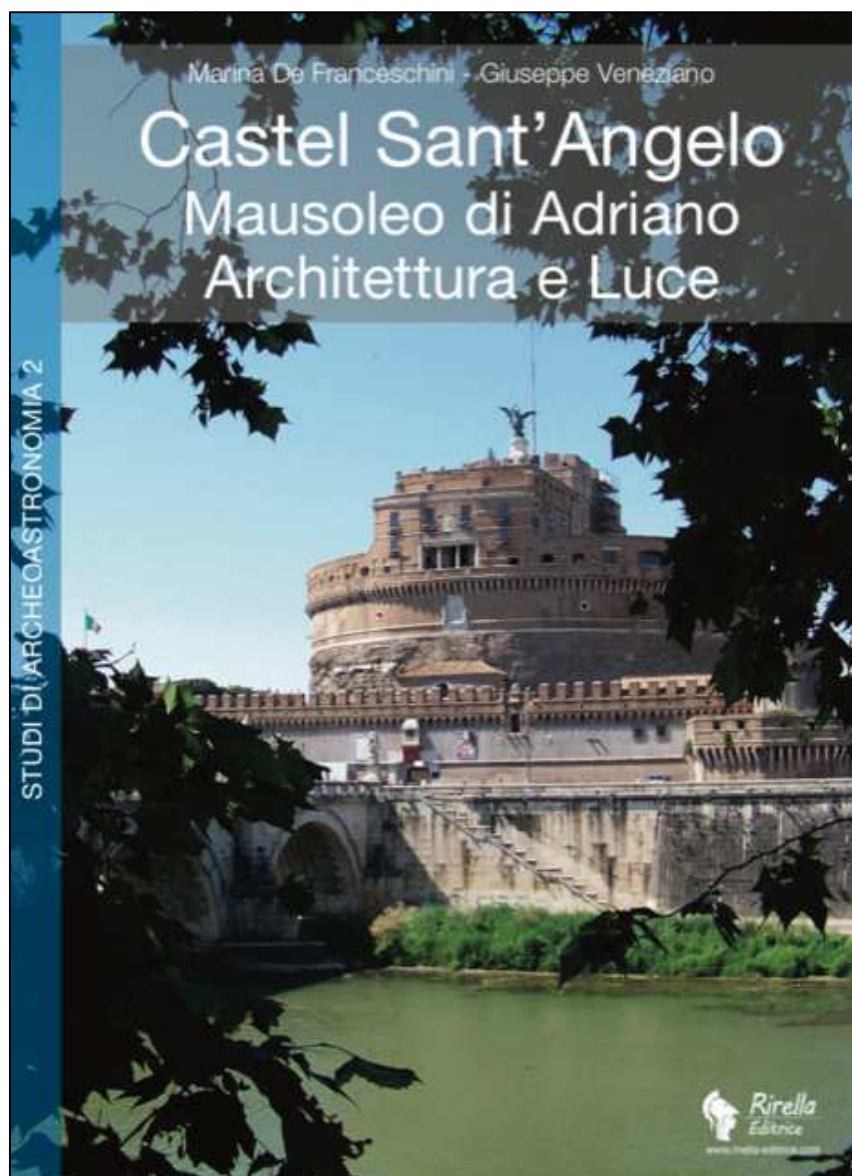


Figura 7. Nuova ricostruzione tridimensionale del Mausoleo disegnata dagli architetti Giovanni Maria Bagordo, Maria Rosaria Cundari ed Elisa L'Angiocola.

L'archeoastronomia ci ha dato inoltre una nuova chiave di interpretazione che, affiancata allo studio delle fonti antiche, ci ha permesso di comprendere il significato simbolico del Mausoleo, e in particolare della sua struttura architettonica legata al *Templum* etrusco. Il libro rivela infine l'essenza stessa del Potere imperiale: l'imperatore Adriano raffigurato alla guida della Quadriga del Sole come *Sol Invictus*, era divino e immortale come il Sole stesso: teneva in mano le redini dell'Universo e al contempo legittimava il potere dei suoi successori.

Il libro è disponibile in italiano ed anche in lingua inglese: www.rirella-editrice.com

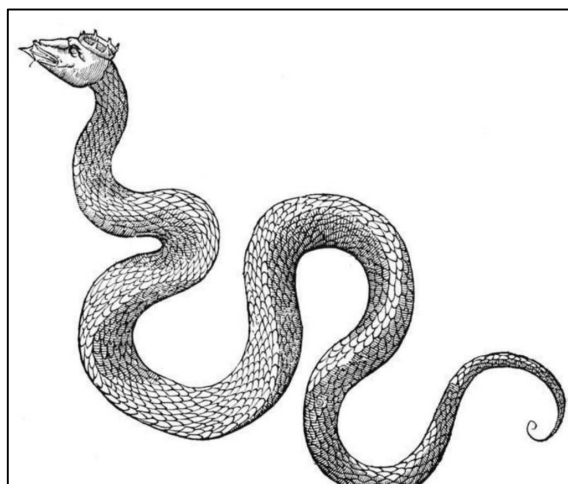


Il mito medievale del basilisco.

Una visione archeoastronomica

Giovanni Nocentini

(Associazione Ligure per lo sviluppo degli Studi Archeoastronomici)



Abstract

La relazione prende in esame il mito del basilisco, un fantastico animale creato dalla fantasia popolare nel Medioevo, facendo riferimento alla descrizione di Plinio il Vecchio nella sua *Naturalis Historia* (8, 78-79). La formazione del mito ha avuto due fasi: nella prima, il basilisco, che mantiene sostanzialmente la forma di serpente velenoso con una sorta di corona in testa, come descritto da Plinio, assume tuttavia dimensioni molto maggiori rispetto alla narrazione dell'autore classico.

Nella seconda fase della formazione del mito, il basilisco assume corpo e testa di gallo e coda di serpente, secondo quanto narra Beda il Venerabile (672-735), monaco e Dottore della Chiesa.

Ai fini della relazione interessa approfondire questa seconda fase, in quanto essa è ricca di elementi che stimolano una ricerca archeoastronomica. Il relatore illustrerà in dettaglio i risultati di questo lavoro.

1. Premessa. Il contesto

Plinio il Vecchio nella sua *Naturalis Historia* (8, 78-79) descrive il basilisco come originario della Cirenaica (attualmente una regione della Libia). Questo serpente, secondo Plinio, aveva una macchia bianca sul capo come una specie di corona ed era lungo circa 12 dita (20-30 cm). Naturalmente era velenoso ed aveva un sibilo che faceva scappare gli altri serpenti. Lungo i secoli successivi l'immagine del basilisco è cambiata, evolvendosi da serpente a qualcosa di diverso.

Nel Medioevo, infatti, in un primo momento vengono ampliate dalla fantasia popolare le dimensioni del basilisco, fino ad assimilarlo ad un drago. In un secondo momento la sua stessa immagine cambia: secondo Valentina Borniotto, esso assume un aspetto ibrido, cioè con corpo e testa di gallo e coda di serpente²⁶.

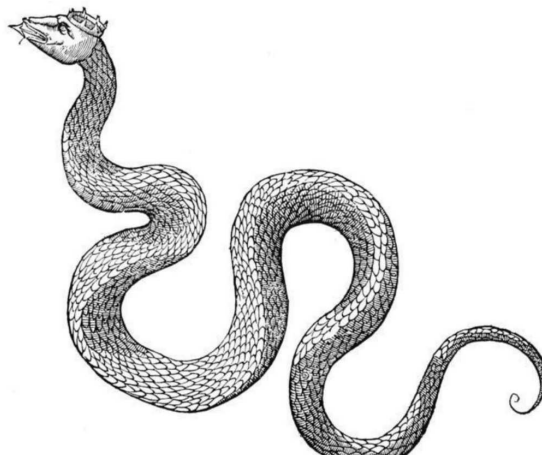


Figura 1. Il basilisco nell'*Historia serpentum et draconum* di Ulisse Aldrovandi, Bologna, 1640.



Figura 2. Un basilisco mitologico

(https://it.wiktionary.org/wiki/basilisco#/media/File:Animal_drawings_collected_by_Felix_Platter,_p2_-_80.jpg)

²⁶ Cfr. V. BORNIOTTO, "Rex serpentium": il basilisco in arte tra storia naturale, mito e fede, in sito web <https://www.researchgate.net/publication/272433811>, Gennaio 2012, p. 23.

2. Storia dell'evoluzione del basilisco

La rappresentazione mostruosa, pericolosa e addirittura “demoniaca” del basilisco deriva da una cattiva interpretazione della Bibbia. Già in *Levitico* 11,41 si legge: “*Ogni animale che striscia sopra la terra è un abominio.*” La Bibbia considera infatti i rettili come un’emanazione di Satana. Nel II secolo Melitone di Sardi, in Lidia, annovera tra gli animali diabolici il Behemoth, il Leviatano, il basilisco, la vipera, l’aspide, lo scorpione, ecc. Questa posizione sarà mantenuta per tutto il Medioevo. Perché?

Il biblista Alessandro Conti Puorger dice che San Girolamo (347-420), nella stesura della *Vulgata* (traduzione latina della Bibbia) con *basiliscus* traduce il termine ebraico *soefa*, che nei libri canonici della bibbia indica solo un normale serpente anche se molto velenoso. In pratica, quando si trova a dover tradurre il versetto 13 del Salmo 91 (che la versione Nuova Diodati traduce: “*Tu camminerai sul leone e sull’aspide, calpesterai il leoncello e il dragone*”), Girolamo traduce così: “*Super aspidem et basiliscum ambulabis et conculcabis leonem et draconem*” (Sopra l’aspide e il basilisco camminerai e schiacterai il leone e il drago). Il termine ebraico *soefa* è tradotto da Girolamo con “*basiliscus*”, probabilmente per influenza di Plinio, afferma il Conti. Aggiunge poi che, prendendo a prestito una parola mitica della cultura pagana, Girolamo fa capire meglio “*chi era colui di cui parlava la bibbia, cioè una manifestazione del demonio*”²⁷.

Tralascio per semplificare le citazioni dei vari autori medievali. Come è ben evidente, l’immaginario che il basilisco simboleggia è molto congeniale ad un cristianesimo che si vuole affermare in territori caratterizzati da culti tradizionali, detti “pagani” e considerati demoniaci, quindi da debellare. A questo proposito entra in scena San Michele Arcangelo, colui che già secondo la Bibbia (*Apocalisse* 12,7) lotta contro il “drago”. Questa emblematica lotta diverrà un *topos* nelle Ere successive alla diffusione del libro dell’*Apocalisse*. L’iconografia medievale, ma anche quella rinascimentale e la moderna abbondano di rappresentazioni della lotta di Michele col Drago, raffigurato a volte come drago, a volte come serpente, richiamando così il notissimo “serpente” protagonista del racconto biblico delle tentazioni di Eva ed Adamo.

San Michele in lotta con il Serpente, o il Demonio, viene visto dai vari studiosi come il cristianesimo in lotta contro il paganesimo, perché nel lungo e difficile processo di cristianizzazione, il paganesimo è stato molto duro a morire.



Figura 3. Maestro di Santa Verdiana, *L'arcangelo Michele sconfigge il drago* (1380). Walters Art Museum, Baltimora.

²⁷ A. CONTI PUORGER, *L'Arcangelo Michele lotta con Basilisco e Leviatano*, in <https://www.bibbiaweb.net/lett029n.htm>, BibbiaWeb. net, 2008.

Vari racconti popolari dell'Italia Centrale mettono in guardia dall'uccidere i serpenti perché se il colpo assestato non è ben sicuro, il serpente scappa e invece di morire resta mutilato, crescendo poi in maniera deforme e diventando più pericoloso di prima. Il basilisco sarebbe una di queste fantastiche deformazioni.

Potremmo dunque vedere nel mito del basilisco il “paganesimo”, il quale in certi luoghi è persistito così tenacemente da non spegnersi del tutto (proprio come il “serpente” colpito da Michele che in certi casi anziché morire resta solo ferito), lasciando sopravvivere certe pratiche, miste ad altre credenze popolari e tradizioni folkloristiche.

3. Indagine archeoastronomica

In un secondo momento del Medioevo, dicevamo, l'immaginario popolare fa nascere il basilisco da una strana ibridazione: si dice che quando un gallo raggiunge i sette anni di età, deponga un uovo, che può essere poi fecondato da un serpente e covato da un rospo. Da questa complicata gestazione vede la luce il nostro animale che porta su di sé i segni della sua tormentata procreazione: infatti, contrariamente alla più antica descrizione di Plinio, nel Medioevo il basilisco assume il corpo di un gallo che termina in una coda di serpente.

Riporto quanto scrive Valentina Borniotto: *“La prima attestazione nota del tema dell'uovo di gallo risale all'inglese Beda, detto Il Venerabile (672-735), monaco e Dottore della Chiesa, autore di testi storici, teologici e scientifici e considerato fra le personalità culturali di maggior rilievo dell'VIII secolo; secondo la sua opinione può accadere che un gallo vecchio deponga un uovo, dal quale - nel caso sia covato da un serpente velenoso nei giorni di canicola (quando Sirio è ascendente) - nasce il basilisco”*. Poi in nota specifica: *“Il periodo della canicola, considerato come il momento più caldo dell'anno, inizia con il sorgere di Sirio nella costellazione del Cane il 25 luglio, concludendosi con il tramonto della medesima stella il 24 agosto. Questo breve periodo, in cui il caldo afoso era foriero di acque malsane, viene considerato da Beda come l'unico adatto alla nascita del basilisco”*²⁸.

Aggiungo che già in Età Classica si pensava che i giorni della canicola portassero gravi malattie, come la rabbia per i cani e la malaria diffusa dalle zanzare; anche il morso del lupo poteva diventare velenoso. È probabile che questa credenza abbia influenzato la leggenda della gestazione del basilisco nei giorni della canicola, per giustificarne l'accentuata velenosità. Riflettendo su questa strana ibridazione che ha dato al basilisco il corpo e la testa di gallo, faccio scendere in campo ancora San Michele Arcangelo. Cito una curiosa filastrocca che lo riguarda: *“San Michele aveva un gallo, / bianco rosso verde e giallo / e per farlo ben cantare / lui gli dava da mangiare”*.

Si apre qui un filone leggendario molto intrigante che vede protagonisti i nostri gallinacci domestici, la gallina, la chioccia e il gallo, appunto. Tra Romagna e Marche circola un proverbio popolare che dice: *“Per Santa Caterina tramonta la gallina”*. Cosa rappresenta questa gallina che tramonta proprio il 25 novembre per la festa di Santa Caterina D'Alessandria? Ci viene in aiuto Giovanni Pascoli con la sua poesia *Il gelsomino notturno*, che recita: *“La Chiocchetta per l'aia azzurra / va col suo pigolio di stelle”*. I vari commenti riportano palesemente la stessa

²⁸ V. BORNIOOTTO, *Op. cit.*, p.25, nota 21. È curioso osservare come al sopraggiungere del cristianesimo, in queste due date (25 luglio e 24 agosto) vengano fissate le feste di due santi, rispettivamente di San Cristoforo e di San Bartolomeo. Evidentemente da parte delle autorità cristiane premeva sopprimere certe usanze “pagane” legate ai giorni canicolari, deviando l'attenzione popolare verso il culto di detti santi.

interpretazione astronomica: la costellazione delle Pleiadi risplende nel cielo azzurro, in uno scintillio di stelle, come una Chioccia circondata dal pigolio dei suoi pulcini.

Quando si parla, dunque, di questi gallinacci (gallina, chioccia, gallo) per metafora si allude all'ammasso stellare delle Pleiadi, la cui forma ricorda proprio una gallina. A questo proposito, Paola Capponi scrive: *“Per definire le Pleiadi nei dialetti italiani è altamente diffusa la rappresentazione zoomorfica della chioccia con i pulcini, o dell'insieme di gallinelle. L'immagine è espressa attraverso i tipi lessicali «chioccia (coi pulcini)», «(sette) gallinelle», «(gallina) pulcinaria»”*²⁹. Piero Barale precisa: *“Le Pleiadi sono sicuramente l'oggetto celeste più conosciuto, dopo i luminari. Fin dall'antichità quasi tutte le civiltà e culture hanno coniato dei nomi propri per queste stelle; nell'ambito europeo esiste un appellativo comune identificabile nelle Gallinelle oppure nella Chioccia con i pulcini. In Valle Varaita le Pleiadi erano ben conosciute e venivano chiamate La Pusinà (La chioccia con i pulcini), caratteristica formazione di stelle che appare a Sud-Ovest in una forma simile ad una nidata di pulcini avvolti in un alone di color giallo”*³⁰.



Figura 4. Le Pleiadi. dal sito web: <https://www.matefilia.it/arturnet/numero3/astronomia/pleiadi.htm>

Per inciso voglio sommariamente ricordare le tante leggende che corrono sul suolo italiano rispetto alla chioccia dai pulcini d'oro. In una delle grotte del Monte Conero si troverebbe una gallina d'oro con i suoi pulcini. Poi c'è il tesoro di Teodolinda a Monza, sempre una chioccia con pulcini d'oro, così come nel labirinto della tomba di Porsenna a Chiusi. Inoltre una leggenda della chioccia con i pulcini d'oro è narrata nelle vicinanze dell'Abbazia di S. Rabano, nella Maremma toscana; nel Monte Argentario si tramanda una leggenda su una chioccia con i pulcini d'oro che sarebbero nascosti nei pressi della Torre dell'Argentiera. Così anche tra le gallerie sotterranee dell'antica Norba (Latina). A Pietrabbondante (Isernia) si narra di una chioccia dai pulcini d'oro nascosta in un cunicolo che va dalla zona degli scavi archeologici fino alla sommità del Monte Caraceno. A Manduria (Taranto) una leggenda racconta di una chioccia dai pulcini d'oro che fu sottratta a Taranto e nascosta in un pozzo. Tutti questi tesori si trovano o in grotte e caverne, o dentro ai pozzi.

²⁹ P. CAPPONI, *La stella perduta. Le Pleiadi nella tradizione mitologica e popolare*, Edizioni Dell'Orso, Alessandria, 2010, p. 157.

³⁰ P. BARALE, *La costellazione di Orione nella tradizione popolare delle Alpi sud-occidentali*, in Atti del XIX Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia, a cura di Pasquale Tucci, Centro Volta Villa Olmo, Como 28-29 Maggio 1999, Milano 2000, p. 152.

Perché questo? Perché le Pleiadi, nell'antichità si vedevano in cielo da maggio a novembre (cioè dalla loro levata eliaca fino al loro tramonto eliaco) ed avevano funzione calendariale, ma non solo. Esiodo, ne *Le Opere e i giorni* (vv. 383-387) scrive: “*Quando sorgono le figlie di Atlante, le Pleiadi, incomincia la mietitura; l'aratura quando tramontano; esse infatti quaranta notti e quaranta giorni, stanno nascoste, poi, volgendosi l'anno, appaiono per la prima volta quando viene l'ora di affilare gli arnesi*”. E ancora (vv. 614-617): “*Poi, dopo che le Pleiadi e le Iadi e il forte Orione sono tramontati, ricordati di arare, è il momento opportuno, e che l'anno sia propizio ai tuoi campi*”.

Sono raccomandazioni puntuali, quasi magiche, da seguire alla lettera. Nell'antichità e nel Medioevo era indispensabile osservare le Pleiadi, perché esse giocavano un ruolo di fondamentale importanza per la riuscita dei raccolti, come raccomanda in seguito anche Virgilio³¹. Affermandosi il cristianesimo, questo fatto di affidarsi troppo, quasi in maniera scaramantica, a queste pratiche della paganism era considerato un peccato e un oltraggio alla provvidenza divina, la quale nutre gli uccelli del cielo e fa crescere i gigli nel campo (cfr. *Matteo* 6, 26.28). Queste cose, al pari della divinazione e altre pratiche ritenute magiche, venivano sistematicamente vietate.

I contadini tuttavia non potevano farne a meno, pena la riuscita dei loro raccolti. Allora, visto che le Pleiadi non si potevano più nominare, venivano evocate metaforicamente attraverso i vari gallinacci: la gallina, la chiocchia con i pulcini e il gallo, come abbiamo visto. Così la fantasia popolare ha creato *ad hoc* un animale fantastico che ricordava le Pleiadi, non solo nella forma ma anche nel comportamento. La chiocchia o il gallo possono ben rappresentare nella forma questo gruppo di stelle. Occorreva quindi creare un animale che evocasse questo ammasso stellare, così nella forma come nel “comportamento”.

Il basilisco, avendo corpo e testa di gallo con coda di serpente, viene a rappresentare compiutamente le Pleiadi. E come? Nel periodo in cui le Pleiadi erano visibili cioè da maggio a novembre, esse erano rappresentate dal “gallo” del basilisco (corpo e testa). Nel periodo in cui esse non erano visibili, è come se fossero rientrate nel grembo della terra, simili alla chiocchia con i pulcini nelle caverne del Conero. Così, quando le Pleiadi non erano visibili, erano rappresentate metaforicamente dalla “coda di serpente” del basilisco. Il serpente infatti nei mesi invernali va in letargo e rientra negli anfratti della terra. C'è inoltre da considerare l'aspetto velenoso del basilisco che potrebbe alludere, da parte di un cristianesimo affermato o in via di affermazione, a tutto quell'aspetto ambiguamente pagano che assumerebbero le Pleiadi qualora venissero usate, quasi magicamente, per propiziare la pioggia e i raccolti.

Anche la filastrocca di San Michele è così spiegata: *San Michele aveva un gallo, bianco rosso verde e giallo ...* Sono i colori dei raccolti (bianco la farina, rosso il vino, verde l'olio). Il concetto era questo: se si osservano bene le Pleiadi con le tradizionali raccomandazioni e si fa tutto secondo i ritmi stagionali che loro dettano, avremo dei buoni raccolti. Per cui mi sembra più che evidente l'accostamento del *gallo* della filastrocca con le Pleiadi.

Poi, perché San Michele? Secondo il calendario romano la sua festa cade il 29 settembre; ma il giorno 8 maggio si celebra ancora oggi in molti luoghi e parrocchie la festa, di consolidata tradizione, dell'*Apparizione di San Michele Arcangelo*. Tale festa è riportata puntualmente nel calendario perpetuo di Adriano Cappelli³². Inoltre la Chiesa Bizantina celebra San Michele

³¹ Il poeta Virgilio mette in guardia il contadino dal seminare il grano prima dell'epoca del tramonto (eliaco) delle Pleiadi (Virgilio, *Georgiche*, Libro primo).

³² A. CAPPELLI, *Cronologia, Cronografia e Calendario Perpetuo*, Hoepli, Milano, 1930, p. 36.

Arcangelo l'8 novembre³³. Colpisce il fatto che due importanti feste dell'Arcangelo cadano esattamente a sei mesi di distanza l'una dall'altra e in particolare l'*Apparizione* l'8 maggio, proprio nel periodo in cui nel mondo pagano si osservava l'*apparizione* delle Pleiadi nella loro levata eliaca. Si sa inoltre che il tramonto eliaco avveniva in novembre, in un giorno variabile a seconda delle latitudini e anche delle tradizioni. Ritengo che per molti luoghi e tradizioni, le due feste di San Michele, 8 maggio e 8 novembre, siano state fissate in sostituzione, rispettivamente, della levata eliaca e del tramonto eliaco delle Pleiadi.

Finora si è visto il collegamento gallo/Pleiadi e feste di San Michele/Pleiadi. Invece, l'accostamento basilisco/Pleiadi possiamo ricostruirlo attraverso le notizie di Beda sulla gestazione del basilisco nei giorni canicolari, "quando Sirio è ascendente", cioè alla sua levata eliaca. Il legame di Sirio con le Pleiadi è indiscutibile. Il mito greco racconta che Orione era bramoso di possedere le figlie di Atlante, che sono le Pleiadi: egli si serve allora del suo "cane" Sirio per inseguirle.

Sirio è la stella più lucente della costellazione del Cane Maggiore. Giuseppe Veneziano, in un suo studio, ha messo in evidenza e spiegato lo stretto legame esistente tra Sirio, le Pleiadi e gli altri asterismi vicini: "*Nell'antichità questo astro (Sirio) e la relativa costellazione, era spesso collegato ad altri asterismi, prossimi ad esso, che lo precedevano nella sua levata eliaca: le costellazioni del Cane Minore, di Orione, e del Toro, gli ammassi aperti delle Pleiadi e delle Iadi*"³⁴. Così, le antiche popolazioni che osservavano le Pleiadi per i loro lavori agricoli le osservavano nel loro contesto celeste, insieme cioè agli altri asterismi prossimi, in particolare alle Iadi (la testa del Toro) che erano chiamate le "piovose", perché la loro levata eliaca portava le piogge primaverili, molto preziose per la fertilità del suolo e quindi per la riuscita dei raccolti.



Figura 5. La "famiglia celeste" di Sirio (da G. Veneziano 2019).

³³ M. KUNZLER, *La liturgia della Chiesa*, Jaca Book, Milano, 2003, Vol. 10, p. 596.

³⁴ G. VENEZIANO, *I due volti di Sirio*, in Atti del 21° Seminario di Archeoastronomia, Genova, 2019, pp. 96-119. Reperibile sul sito: <https://www.alssa.it/wp-content/uploads/2020/08/Atti-Seminario-21-2019.pdf>.

Con il cristianesimo tutto è bandito, ma i contadini continuavano a seguire di nascosto i ritmi cadenzati delle loro operazioni agricole. Il duro lavoro di tutto l'anno non poteva essere compromesso.

In sintesi, mi sembra di poter affermare, attraverso la complessità dei collegamenti appena visti, il legame certo tra il basilisco e le Pleiadi. Cioè il basilisco sarebbe una costruzione della fantasia popolare per camuffare la complessità delle attenzioni che la tradizione ormai consolidata riservava alle Pleiadi, sapendo che dalla Chiesa, queste attenzioni, ed ancor più le ritualità ad esse connesse, non erano gradite, ma combattute.

Anche Paola Capponi, nella *Premessa* del suo libro sulle Pleiadi, parla di “*relazione di succedaneità tra evento astronomico, evento meteorologico e attività terrene*”³⁵, confermando la prassi da parte dei contadini medievali di osservare levate e tramonti eliaci delle Pleiadi (evento astronomico), la relazione che questi eventi avevano con le piogge benefiche alle coltivazioni (evento meteorologico) e di conseguenza le decisioni sui lavori da intraprendere nei vari momenti stagionali, finalizzati ad ottenere risultati ottimali (attività terrene). Tutto questo avvolto da un alone sacro, collegato cioè ad una ritualità implicante le divinità o specifici numi tutelari. Scrive sempre la Capponi: “*Frequenti, per le Pleiadi, i richiami alle divinità legate al tuono, alle prime piogge primaverili, in un succedersi di numi che rimandano [...] a quei mutamenti della natura di cui è augure il cielo, con il suo mutevole e ciclico aspetto*”³⁶.

È interessante, poi, che l'autrice riporti la testimonianza di Fray Bernardino de Sahagùn, un missionario spagnolo, francescano, giunto in Messico nel 1529. Il missionario resta meravigliato di come molte attività della vita quotidiana siano messe, da parte della popolazione locale, sotto la protezione di divinità, con gesti che ricordano una ritualità precristiana. Egli spiega che le pratiche di culto riservate al Sole, alla Luna e agli astri “*sono prova dell'insensatezza della visione del mondo antica, i ridicoli racconti di greci e latini sul Sole e sulla Luna, sulle stelle, l'acqua, il fuoco, la terra e l'aria. A tutti questi elementi, spiega, era attribuita natura divina: erano fatti oggetti di culto e adorazione, a loro venivano recati offerte e sacrifici. L'errore, continua il missionario, è dovuto alla cecità in cui cadde l'uomo con il peccato originale e in parte a Satana che riesce sempre a indurre l'essere umano a cose vili, ridicole, riprovevoli*”³⁷.

Questa testimonianza è preziosa per vari motivi. Il primo perché ci riferisce un po' più nel dettaglio come si rapportavano culturalmente le antiche popolazioni con gli astri e con gli elementi della natura. Il secondo perché ritengo la testimonianza una conferma a quanto si è detto sul basilisco, come demonizzazione dei culti precristiani legati alle Pleiadi. Il terzo motivo perché il racconto ci dà il metro con cui, da parte delle autorità ecclesiastiche, si giudicavano i culti precristiani, vale a dire senza minimamente calarsi nello spirito dei popoli che li praticavano e nella logica delle loro religioni naturali, logica che oggi cominciamo a comprendere meglio e ad interpretare di conseguenza.

³⁵ P. CAPPONI, *Op. cit.*, p. X.

³⁶ *Ivi*, p. X.

³⁷ *Ivi*, p. 186.

4. In conclusione

A conclusione di questa esposizione mi piace riportare quanto si narra su San Siro di Genova, come ulteriore prova dell'accostamento del basilisco con le Pleiadi. Chi si occupa di agiografia, cioè di storie e leggende dei santi, sa che molti santi cristiani non sono altro che la "cristianizzazione" di divinità pagane, intuibile attraverso le leggende ad essi relative. Siro, latino *Syrius*, potrebbe voler dire "proveniente dalla Siria", ma è più probabile che richiami la nostra splendida stella Sirio della costellazione del Cane Maggiore. Iacopo da Varazze, o da Varagine, nella *Legenda aurea*, narra: "*San Siro fu ardente per il fervore della carità, fu lucente per la luce della verità*"³⁸ e questo concetto è ripetuto più volte nella *Legenda*. Sembra che l'autore faccia un'implicita allusione alla lucentezza della stella Sirio per parlare di una qualità del santo: come Sirio è stella luminosissima, così Siro è luminoso per la luce della verità. Dunque il parallelo con la stella è sottinteso ma molto evidente. Poi, dice: "*Siro ebbe una vita santa, fu umido. Se la terra non riceve pioggia e non è resa umida, o diviene sterile o non produce un frutto che sia utile, ma per il fatto che a tempo opportuno riceve la pioggia viene allietata dall'abbondanza dei frutti. Poiché san Siro fu irrorato dall'umore della grazia, per questo motivo produsse abbondantemente il frutto del buon operare*"³⁹. Sembra che l'autore della *Legenda* si sforzi di ricercare frasi e immagini prese dal mondo agricolo, come per esempio quando la terra riceve pioggia al momento opportuno e di conseguenza dà abbondanti raccolti, per adattare il più possibile a San Siro, definito umido. Ma la pioggia arriva al momento opportuno se si osservano i ritmi astronomici e stagionali delle Pleiadi e delle stelle connesse (Iadi, Sirio, ecc.), perciò con questo artificio linguistico è implicito che la *Legenda* alluda a queste stelle. Dopo avere applicato la metafora del linguaggio agricolo alla vita del santo vescovo il testo dice inoltre che *san Siro fu irrorato dall'umore della grazia*. Dunque, i "raccolti", nella sua vita sono ottenuti non guardando in modo superstizioso le stelle, ma per il fatto di essersi affidato alla grazia divina.

L'autore racconta anche che Siro ancora piccolo fu affidato, dal padre, al vescovo di Genova, perché lui lo voleva istruire nelle Sacre Scritture, poiché si era accorto della santità del bambino. Per strada, mentre il padre lo accompagnava dal vescovo, passando davanti al porto di Genova, Siro vide una nave che stava solcando il mare. Incuriosito si fermò e il testo dice: "*Siro parlò alla nave dicendo: «Ferma la tua corsa e rimani immobile finché dei segni sicuri mi rivelino che cosa tu sia». Subito la nave rimase immobile, nonostante fosse spinta dai venti*"⁴⁰. La gente accorse meravigliata ed infine fu chiesto a Siro di sbloccare la situazione perché la nave ripartisse: "*Siro concesse allora il permesso e revocò il suo comando. Subito la nave frangendo le onde, con rapido movimento, riprese a percorrere la rotta*"⁴¹. Anche qui, dietro a queste espressioni, c'è l'allusione all'osservazione delle Pleiadi. Esiodo, infatti, scrive che quando tramontano le Pleiadi è tempo di interrompere la navigazione, mentre quando esse sorgono di nuovo, si può riprendere la navigazione. Solo che, nel caso specifico, la navigazione si interruppe e riprese quando lo decise Siro per grazia divina. È un messaggio celato che intende comunicare di smettete di guardare le Pleiadi per regolarvi sui comportamenti umani, cercando invece di osservare i segni divini, i soli che possono regolare la vita dell'uomo.

L'ultimo episodio narrato dalla *Legenda* che riguarda l'attività di san Siro è interessantissimo. Dopo molti anni, morto il vescovo di Genova, fu nominato Siro al suo posto. Un giorno avvenne il miracolo più importante per cui san Siro è famoso. Dice il testo: "*In quel*

³⁸ I. DA VARAZZE, *Legenda aurea*, Testo critico riveduto e commento a cura di Giovanni Paolo Maggioni, SISMEL, Firenze, 2007, p. 671.

³⁹ *Ivi*, p. 671.

⁴⁰ *Ivi*, p. 673-675.

⁴¹ *Ivi*, p. 675.

*tempo si nascondeva in un pozzo un regulus, un serpente che in greco viene chiamato basilisco, il quale corrompeva l'aria con il suo fiato velenoso [...] San Siro ammonì che bisognava insistere con un triduo di preghiere e indisse un digiuno solenne. Quando questo fu terminato si diresse in quel luogo con tutta la popolazione e implorò la misericordia di Dio onnipotente*⁴². In sintesi, il santo si fece poi dare una fune con un grosso secchio che calò nel pozzo ed impose al basilisco: “*Serpente velenoso, chiudi la bocca, trattieni il fiato, entra in questo recipiente e vattene da questo pozzo nel nome di Gesù Cristo nostro Signore*”. E così avvenne. Poi il testo commenta: “*Era di aspetto terribile, ornato sulla testa da una cresta simile a quella di un gallo*”⁴³.

Sono chiare le metafore: il miracolo è avvenuto quando il basilisco era nel pozzo, preciso riferimento alle Pleiadi quando non sono visibili in cielo, tempo in cui la fantasia popolare le colloca al grembo della terra, mondo dell'invisibile. Infatti, mentre il basilisco si trovava nel pozzo, San Siro si rivolse a lui chiamandolo “serpente velenoso”. Invece, l'uscita dal pozzo rappresenta la levata eliacca delle Pleiadi (le quali sono ammansite e non nuocciono più agli abitanti). Infatti, fuori dal pozzo il basilisco ha una testa simile a quella di un “gallo”, allusione alle Pleiadi nel periodo in cui sono visibili in cielo.

Il basilisco esce dal pozzo per ordine di Siro e nel nome di Gesù Cristo. L'insegnamento è ben evidente: è necessario allontanarsi dai culti pagani, prendere coscienza che le Pleiadi e le ritualità connesse sono inefficaci, rimettendosi così a quanto stabilito dalla Chiesa, perché essa agisce nel nome di Gesù Cristo. È il volere della nuova religione rispetto ai precedenti culti.



Figura 6 (sopra). Giambattista Carlone. San Siro scaccia il basilisco, affresco (sec. XVII), Catino absidale della Basilica di San Siro a Genova.

Figura 7 (a lato). San Siro scaccia il basilisco, incisione del XVIII secolo.



⁴² Ivi, p. 677.

⁴³ Ivi, p. 677.

La datazione archeoastronomica dei siti archeologici astronomicamente significativi: strumenti e tecniche

Adriano Gaspani

S.E.A.C. - European Society for Cultural Astronomy
S.I.A. - Società Italiana di Archeoastronomia

Abstract

Il problema della datazione dei siti archeologici astronomicamente significativi utilizzando solamente le informazioni derivanti dall'analisi archeoastronomica è un problema annoso e da sempre dibattuto.

Il problema può essere scisso in due aspetti fondamentali. Il primo riguarda l'utilizzo degli allineamenti solari e lunari presenti nei siti archeologici e il secondo aspetto è quello riguardante l'utilizzo degli allineamenti stellari. Eseguendo un'analisi accurata del problema generale della datazione archeoastronomica è possibile dimostrare che l'affidabilità dei risultati ottenibili è strettamente correlata con la derivata della declinazione dell'astro rispetto al tempo. Questo indica che gli allineamenti solari e lunari sono utili solamente per la datazione a scadenza breve, cioè un particolare giorno o dell'anno oppure un particolare periodo entro un particolare ciclo di retrogradazione dei nodi lunari, ma completamente inefficace sui periodi lunghi, cioè secoli millenni in quanto, in questo caso la derivata della declinazione rispetto al tempo è molto piccola. Nel caso delle stelle invece la situazione è molto più favorevole permettendo, almeno dal punto di vista teorico, lo sviluppo di alcune efficaci procedure, le quali diventano maggiormente efficaci se si utilizzano più allineamenti contemporaneamente costruendo la funzione densità di probabilità complessiva di essi. In generale si pensa che per epoche molto remote (10000-20000 a.C. o più) l'aspetto critico sia l'accuratezza con cui vengono simulate le posizioni delle stelle nel cielo antico, ma un'accurata analisi degli errori ha mostrato che non è così e che l'aspetto critico è invece l'accuratezza con cui sono noti gli azimut astronomici di orientazione degli allineamenti presenti nei siti e l'altezza dell'orizzonte naturale locale nella direzione della loro intersezione con il piano tangente la Sfera Celeste. Nel momento in cui, per una data epoca, un particolare target astronomico è all'interno dell'ellisse d'errore di ciascuna allineamento, la datazione archeoastronomica diventa possibile, con differenti livelli di accuratezza e di probabilità.

1. Introduzione

Il problema della datazione dei siti archeologici astronomicamente significativi, utilizzando solamente le informazioni derivanti dall'analisi archeoastronomica, è un problema annoso e da sempre dibattuto. Generalmente la questione viene, da tempo immemorabile, liquidata con un "*non si può fare*". In realtà non è strettamente vero e in questo lavoro metterò in evidenza il perché.

2. La natura del problema della datazione archeoastronomica

Il problema della datazione archeoastronomica di un sito archeologico astronomicamente significativo è sostanzialmente un problema di ottimizzazione in regime di incertezza in quanto la propagazione degli errori sugli azimut degli allineamenti crea un consistente livello di incertezza sulla datazione ottimizzata.

3. Vale la pena datare archeoastronomicamente?

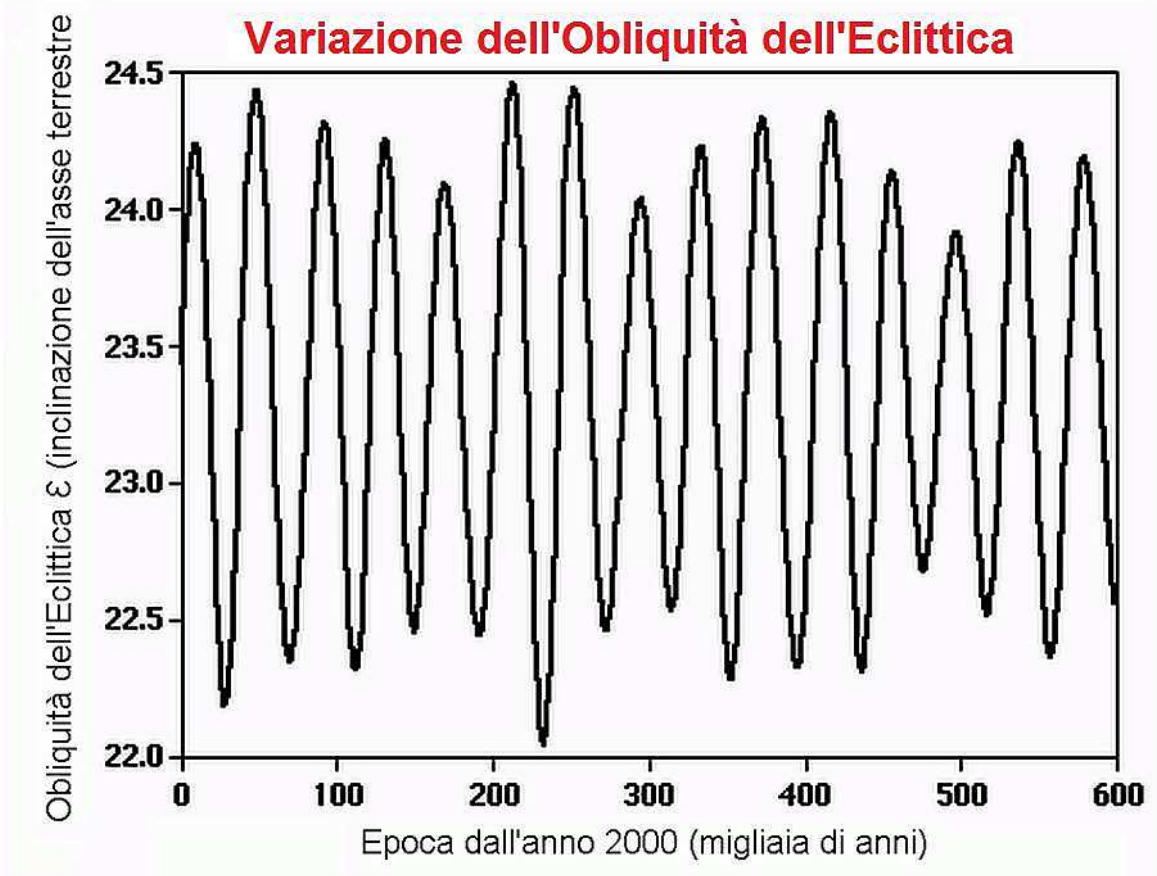
Questa è una domanda fondamentale. Esistono due possibilità: la prima è datare utilizzando le declinazioni del Sole e della Luna e quindi ci si deve basare sulla variazione dell'Obliquità dell'Eclittica $\varepsilon(t)$ nei secoli e nei millenni.

La seconda possibilità riguarda la datazione utilizzando le stelle, quindi basandosi sulla variazione della loro declinazione nei secoli e nei millenni a causa della Precessione.

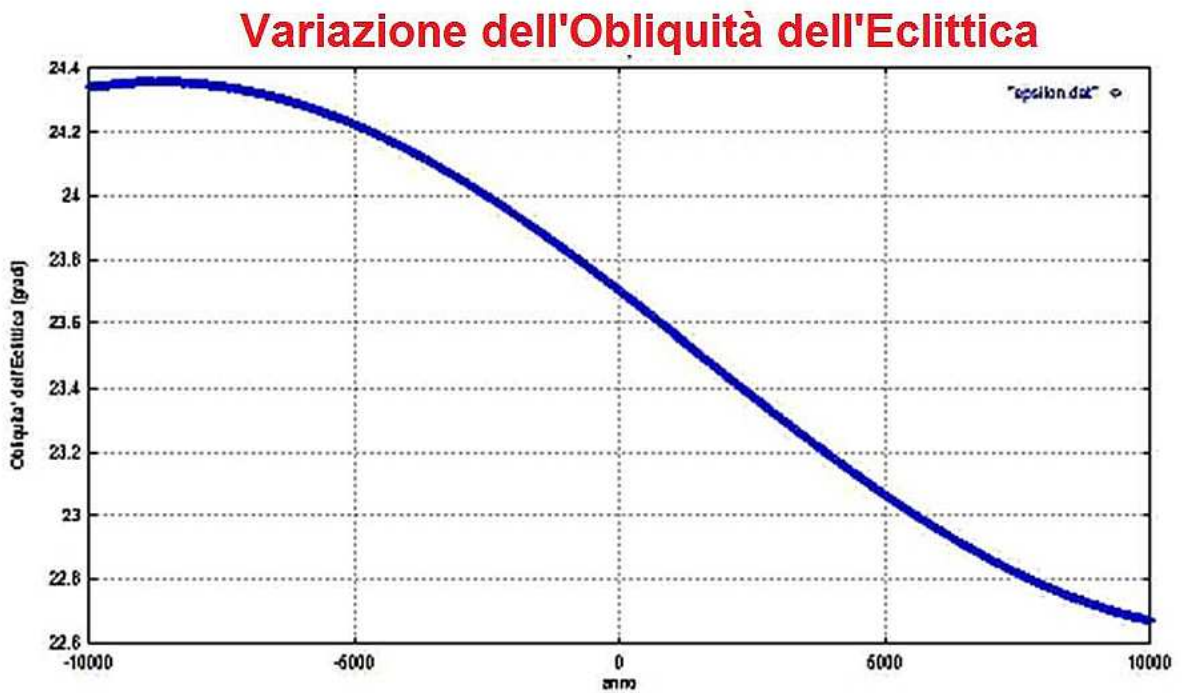
In entrambi i casi la grandezza fondamentale in gioco è il valore assoluto della derivata della declinazione rispetto al tempo: $|d\delta/dt|$. Minore sarà il valore assoluto di tale derivata e minore sarà la possibilità di datare archeoastronomicamente.

4. Datare con il Sole e la Luna

Per datare con il Sole e con la Luna si utilizzano le declinazioni solstiziali solari e le declinazioni lunistiziali lunari, entrambe basate sulla variazione dell'Obliquità dell'Eclittica, cioè la variazione di inclinazione dell'asse della Terra, nei secoli e nei millenni.



Variazione dell'Obliquità dell'Eclittica dall'anno 2000 fino a 600.000 prima.



Variazione dell'Obliquità dell'Eclittica dall'anno -10000 al +10000.

La variazione dell'Obliquità dell'Eclittica è caratterizzata da numerose armoniche che corrispondono a svariati cicli di variazione che si sovrappongono tra loro. Nel caso dello studio archeoastronomico dei siti archeologici è sufficiente utilizzare l'armonica prevalente negli ultimi 20000 anni. Quindi potremo scrivere:

$$\varepsilon(t) = A_0 + A_1 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$

dove:

$$\begin{aligned} A_0 &= 23^\circ.496932 \\ A_1 &= -0^\circ.860 \\ \omega &= 0.008777777 \text{ }^\circ/\text{anno} \\ \varphi &= 13^\circ.69324 \end{aligned}$$

Allora il periodo di oscillazione P_ω sarà pari a:

$$P_\omega = 360^\circ/\omega = 41013.7 \text{ anni}$$

L'ampiezza di variazione sarà quindi pari a $1^\circ.72$ in metà di **41013.7 anni**, cioè in 20500 anni circa.

La derivata rispetto al tempo $d\varepsilon/dt$ vale:

$$d\varepsilon/dt = A_1 \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$$

e quindi numericamente:

$$d\varepsilon/dt = -0.00754822 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \text{ }^\circ/\text{anno}$$

appare chiaro che $|d\varepsilon/dt|$ nella migliore delle ipotesi, vale $0.0075 \text{ }^\circ/\text{anno}$.

Utilizzando un allineamento solstiziale estivo o invernale con un errore nella declinazione $\sigma(\delta)$ dovuto all'incertezza sull'azimut dell'allineamento, si ha:

$$\sigma(t) = \sigma(\delta) / |d\varepsilon/dt|$$

Se accettiamo una valutazione approssimata di $|d\varepsilon/dt|$ possiamo calcolare il valore medio della derivata tra il 4000 a.C. e il 2000 d.C. ottenendo:

$$|d\varepsilon/dt| \approx 0.0001175 \text{ }^\circ/\text{anno}$$

Allora:

$$\sigma(t) = \sigma(\delta) \cdot |d\varepsilon/dt|$$

e va da se che:

$$\sigma(t) = \sigma(\delta) \cdot 8510.6 \text{ anni}$$

Anno	ε
2000 d.C.	23°.439
1000 d.C.	23°.571
1 d.C.	23°.700
1000 a.C.	23°.821
2000 a.C.	23°.943
3000 a.C.	24°.052
4000 a.C.	24°.144

Valori dell'Obliquità dell'Eclittica negli ultimi 6000 anni.

Nel caso utilizzassimo N allineamenti solstiziali diversi e indipendenti i quali producono una incertezza media $\sigma(\delta)$ sulla declinazione ciascuno, (caso omoscedastico) avremmo un'incertezza attesa sulla datazione complessiva circa pari a:

$$\sigma(t) = \sigma(\delta) \cdot 8511 / \sqrt{(N-1)} \text{ anni}$$

rendendo completamente senza senso datare con gli allineamenti solstiziali solari. Nel caso degli allineamenti lunistiziali lunari, la situazione è pressoché identica.

5. Datare con le stelle

Ora affrontiamo la problematica relativa alla datazione utilizzando la variazione precessionale della declinazione delle stelle maggiormente luminose. Possiamo ragionare allo stesso modo di prima e calcolare l'errore atteso:

$$\sigma(t) = \sigma(\delta) / |d\delta/dt|$$

Ovviamente la derivata $|d\delta/dt|$ dipende dalle coordinate equatoriali di ciascuna stella, come appare chiaramente dai seguenti diagrammi che mostrano l'andamento della declinazione rispetto al tempo per un certo numero di stelle luminose.

I seguenti diagrammi mostrano l'andamento della declinazione $\delta_s(t) - \delta_s(-1000)$ di un certo numero di stelle luminose usualmente importanti per l'Archeoastronomia. L'ultima figura di questa serie riporta la tabella delle declinazioni calcolate all'epoca $t = -1000$. In questo modo, almeno in teoria, è possibile tracciare in un unico diagramma gli andamenti di tutte le stelle (poi per evitare confusione è meglio farne più di uno...). I diagrammi riportati mostrano chiaramente che esistono stelle che si prestano meglio alla datazione di un sito archeoastronomico rispetto ad altre. Tali stelle sono quelle che hanno un valore più alto del modulo della derivata temporale $|d\delta/dt|$. Alcune di queste sono: Antares, Aldebaran, Spica, Capella, le Pleiadi, etc.

Per calcolare l'errore atteso $\sigma(t)$ scegliamo ad esempio le Pleiadi. Il valore medio integrato su 6000 anni (dal -4000 al +2000) del modulo della derivata $|d\delta/dt|$ è dell'ordine di $0.05^\circ/\text{anno}$ che significa 1° mediamente ogni 20 anni. Questo è un caso molto favorevole, quindi dobbiamo sempre tenere a mente che ordinariamente: $0 < |d\delta/dt| < 0.05^\circ/\text{anno}$.

Allora l'errore atteso sulla datazione di un sito archeologico astronomicamente significativo contenente N allineamenti stellari indipendenti, tutti con lo stesso errore $\sigma(\delta)$ (caso omoscedastico) sarà:

$$\sigma(t) = \sigma(\delta) / |d\delta/dt| / \sqrt{(N-1)}$$

vale a dire:

$$\sigma(t) = \sigma(\delta) \cdot 20 / \sqrt{(N-1)} \text{ anni}$$

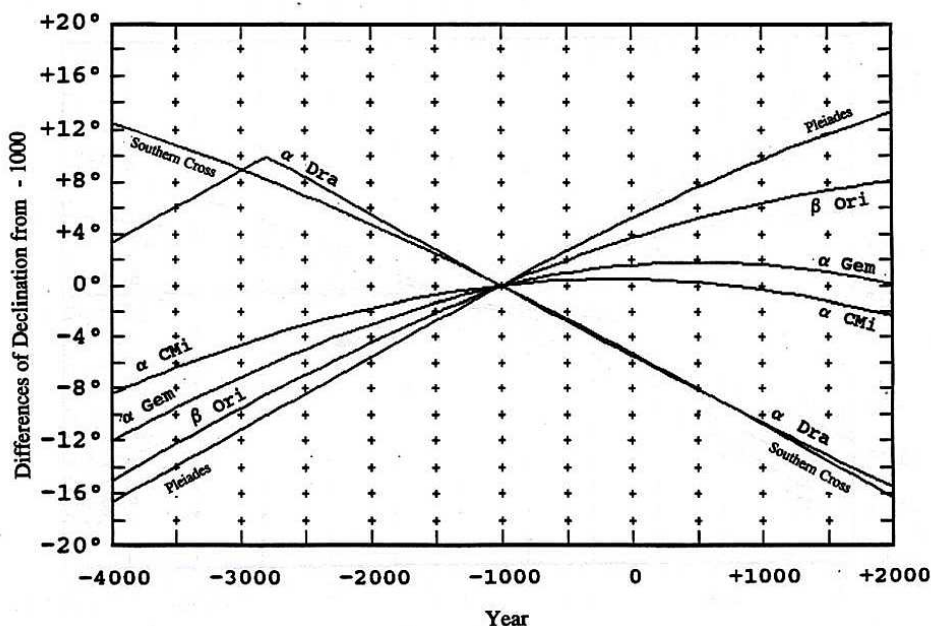
nel caso favorevole e comunque in media:

$$\sigma(t) = \sigma(\delta) \cdot 40 / \sqrt{(N-1)} \text{ anni}$$

che è decisamente molto più favorevole che utilizzare le linee solstiziali solari.

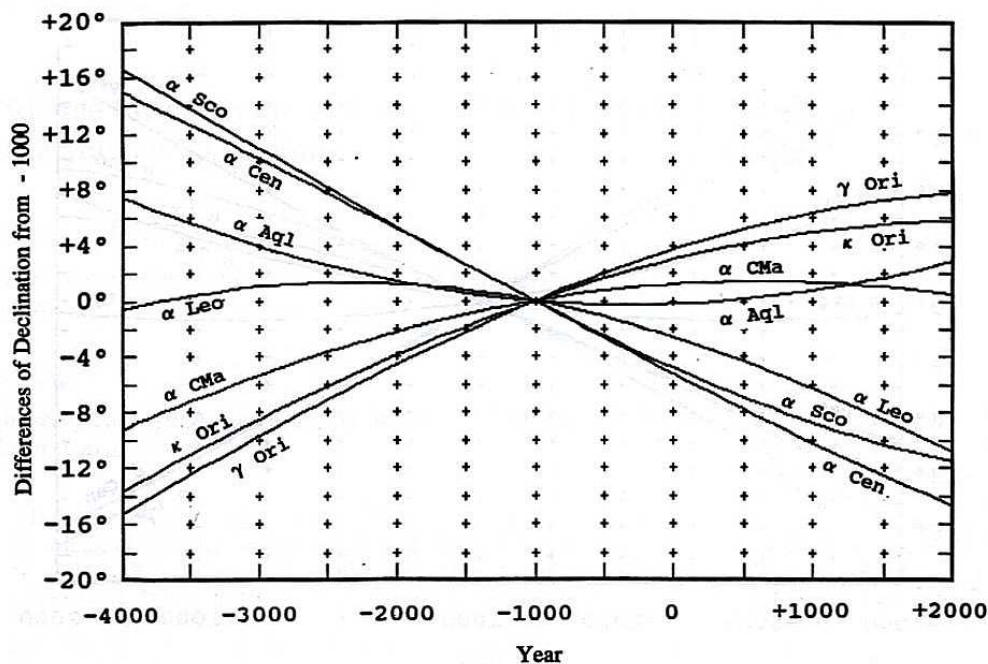
La conclusione per ora è che contrariamente a ciò che avviene con il Sole e la Luna, con le stelle è possibile datare un sito archeologico astronomicamente significativo. Ora rimane da capire come fare, ovvero progettare gli algoritmi maggiormente efficienti per farlo praticamente.

Variazione della Declinazione delle Stelle



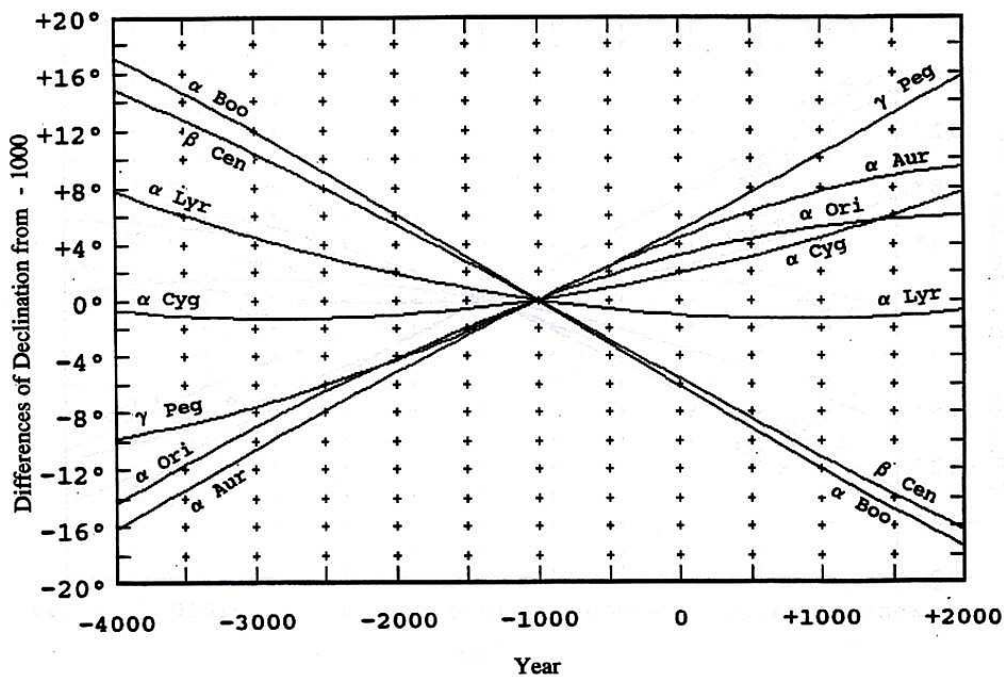
Variazione della declinazione di alcune stelle luminose tra il -4000 e il +2000, per effetto della precessione. In ascissa, per comodità di rappresentazione è riportata la declinazione $(\delta - \delta_{-1000})$. Diagramma 1

Variazione della Declinazione delle Stelle



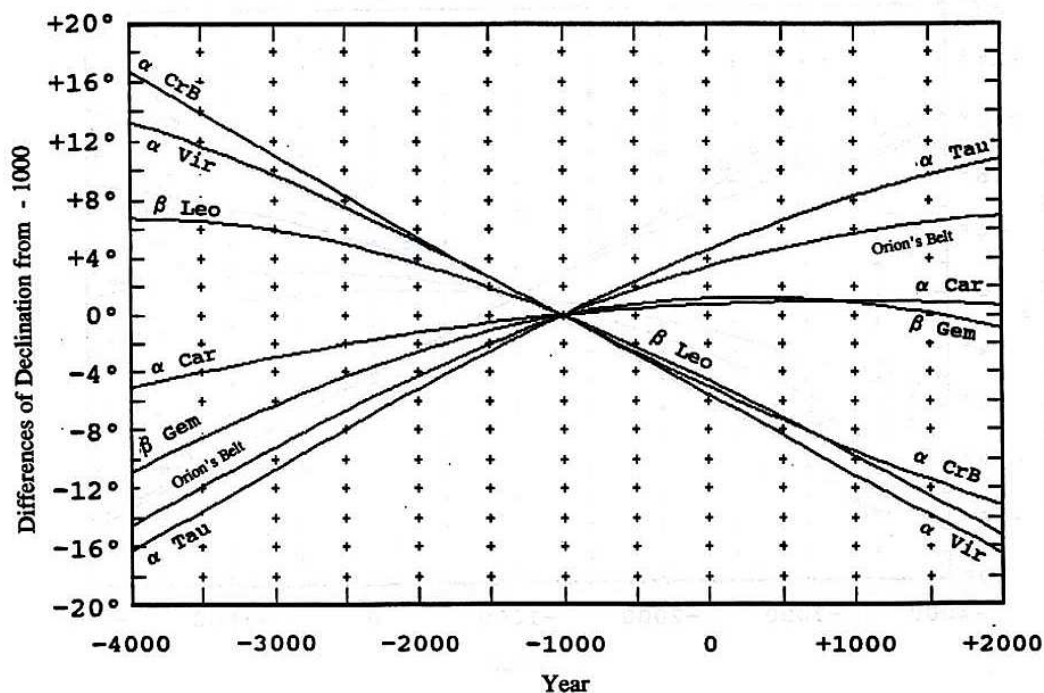
*Variazione della declinazione di alcune stelle luminose tra il -4000 e il +2000, per effetto della precessione. In ascissa, per comodità di rappresentazione è riportata la declinazione ($\delta - \delta_{-1000}$).
Diagramma 2*

Variazione della Declinazione delle Stelle



*Variazione della declinazione di alcune stelle luminose tra il -4000 e il +2000, per effetto della precessione. In ascissa, per comodità di rappresentazione è riportata la declinazione ($\delta - \delta_{-1000}$).
Diagramma 3.*

Variazione della Declinazione delle Stelle



Variazione della declinazione di alcune stelle luminose tra il -4000 e il +2000, per effetto della precessione. In ascissa, per comodità di rappresentazione è riportata la declinazione ($\delta - \delta_{-1000}$). Diagramma 4.

Coordinate Equatoriali riferite all'anno -1000

Star		Declination	Star		Declination
Name	Magnitude	for -1000	Name	Magnitude	for -1000
α Aql (Altair)	0.8 ^m	5.95°	α Leo (Regulus)	1.4 ^m	22.85°
α Aur (Capella)	0.1	36.53	β Leo (Denebola)	2.1	29.89
α Boo (Arcturus)	0.0	36.64	α Lyr (Vega)	0.0	39.57
α CMa (Sirius)	-1.5	-17.18	α Ori (Betelgeuse)	0.5	1.42
α CMi (Procyon)	0.4	7.57	β Ori (Rigel)	0.1	-16.26
α Car (Canopus)	-0.7	-53.37	γ Ori (Bellatrix)	1.6	-1.50
α Cen	-0.3	-46.12	Orion's Belt (mean of the three stars)		-7.77
β Cen	0.6	-44.09	κ Ori	2.1	-15.51
α CrB (Gemma)	2.2	39.91	γ Peg (Algenib)	2.8	-0.70
Southern Cross (center of quadrangle)		-43.33	α Sco (Antares)	1.0	-14.87
α Cyg (Deneb)	1.3	37.55	α Tau (Aldebaran)	0.9	5.67
α Dra (Thuban)	3.7	79.94	Pleiades (η Tau)		10.77
α Gem (Castor)	0.8	31.79	α Vir (Spica)	1.0	5.35
β Gem (Pollux)	1.1	28.98			

Tabella delle declinazioni riferite al -1000 delle stelle riportate nei precedenti diagrammi da 1 a 4.

6. Soluzione in declinazione senza errore

In prima approssimazione, per mostrare come funzionano i vari algoritmi, usiamo un singolo allineamento e trascuriamo gli errori sugli azimut misurati; in seconda battuta considereremo il loro effetto.

Sia dato un allineamento di azimut astronomico Az presente in un sito archeologico posto alla latitudine geografica φ che punta verso un punto che interseca l'orizzonte naturale locale ad un'altezza angolare apparente h .

La declinazione δ_B che identifica sulla sfera celeste il cerchio di declinazione dove è teoricamente posto l'astro *target* dell'allineamento B è dato da una delle formule di Eulero nel modo seguente:

$$\sin(\delta_B) = \cos(Az) \cdot \cos(\varphi) \cdot \cos(h) + \sin(\varphi) \cdot \sin(h)$$

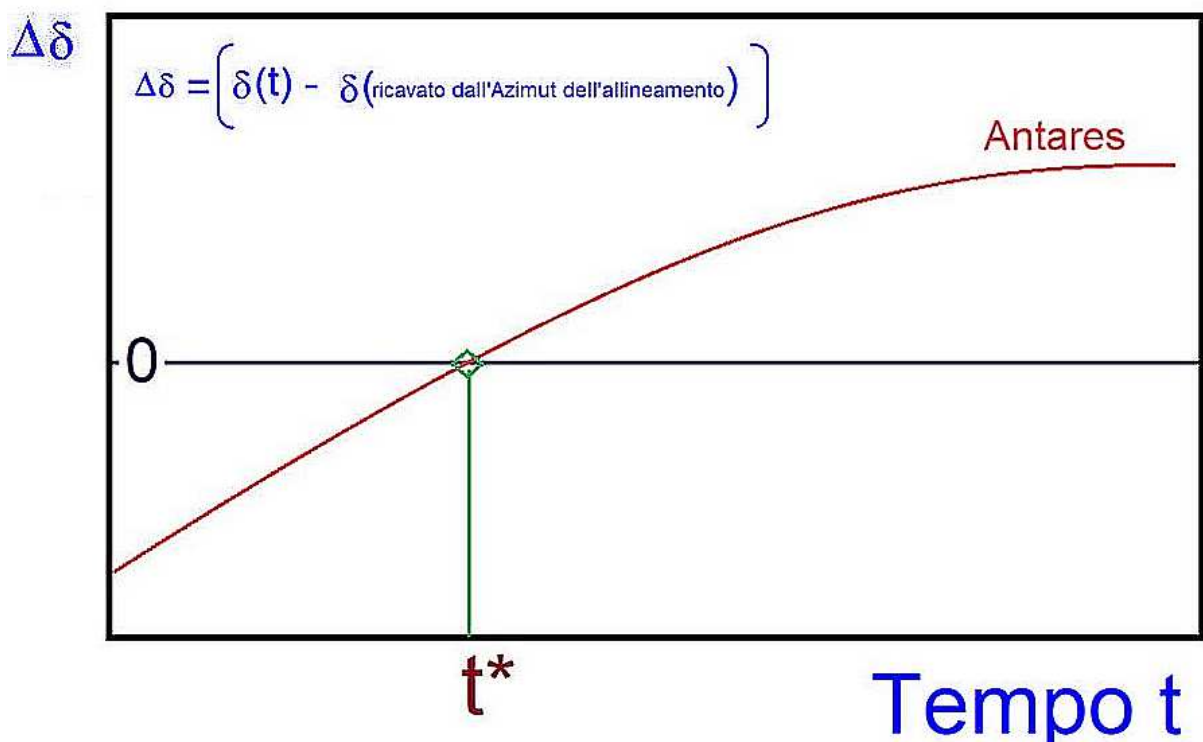
e ovviamente: $\delta_B = \arcsin(\sin(\delta_B))$.

Se l'astro S , che abbiamo già individuato per un'epoca approssimativa t come possibile target dell'allineamento B , giace sul cerchio di declinazione $\delta_S(t^*)$ sulla Sfera Celeste, allora teoricamente l'epoca ottimale t^* di datazione per quel particolare allineamento sarà data da:

$$t^* := \{ t \mid (\delta_B - \delta_S(t^*)) = 0 \}$$

che si legge: " t^* è uguale al valore di t tale che la differenza $\Delta\delta = (\delta_B - \delta_S(t^*))$ sia uguale a zero".

Questo implica che $(\delta_B = \delta_S(t^*))$.



Ottimizzazione della datazione t^* nel caso privo di errore, che corrisponde alla soluzione dell'equazione $(\delta_B - \delta_S(t^*)) = 0$

La declinazione $\delta_S(t)$ dell'astro S varia con il tempo t a causa della precessione lunisolare; esistono formule ben precise di Astronomia Sferica che mettono in relazione la variazione precessionale della longitudine eclittica dell'astro S nel tempo con la declinazione $\delta_S(t)$ quindi il nostro problema si riduce alla soluzione di un'equazione non lineare del tipo:

$$(\delta_B - \delta_S(t^*)) = 0$$

Che può essere ottenuta mediante uno dei ben noti metodi dell'Analisi Numerica per la risoluzione delle equazioni non-lineari.

Al fine di semplificare il problema, ma rimanendo comunque in ambito rigoroso, possiamo scrivere $\delta_S(t)$ sotto forma di serie di potenze:

$$\delta_S(t) = \delta(t_0) + \sum_{k=1}^{k=N} a_k \cdot (t - t_0)^k$$

dove, essendo richiesta la convergenza, dovrà essere: $a_k < a_{k-1} \quad \forall k$.

Il vettore $A := \{a_k\}$ che contiene i coefficienti della serie sarà diverso per ciascuna stella S considerata.

L'epoca di riferimento t_0 può essere convenientemente fissata all'anno -1000.

Quello che è importante è che la variazione della declinazione nei secoli e nei millenni sia di tipo graduale e smussato, quindi il numero dei coefficienti che appaiono nella serie che esprime $\delta_S(t)$ sia relativamente ridotto.

I diagrammi riportati potrebbero, almeno virtualmente, ottenere una stima della datazione in termini puramente grafici. Ad esempio se l'allineamento presente nel sito archeologico identifica una declinazione pari a -11.8° per le stelle della Cintura di Orione allora, sottraendo la declinazione della Cintura di Orione all'anno -1000 che è pari a un valore di $-7^\circ.77$ ottengo circa -4° e quindi entrando nel diagramma con tale valore in ordinata, posso leggere in ascissa un valore temporale pari al -1500.

Sembra un gioco, ma funziona... ed è molto utile per verificare i calcoli eseguiti con gli algoritmi di datazione molto più sofisticati. Sempre bene non perdere di vista la realtà...

7. Soluzione in Azimut senza errore

Invece che la declinazione può essere usato anche direttamente l'Azimut astronomico di orientazione. In questo caso avremo che l'Azimut di orientazione dell'allineamento B sarà A_B , mentre quello della stella S da una data epoca t sarà $A_S(t)$ dato da:

$$\cos(A_S(t)) = (\sin(\delta_S(t)) - \sin(\varphi) \cdot \sin(h)) / (\cos(\varphi) \cdot \cos(h))$$

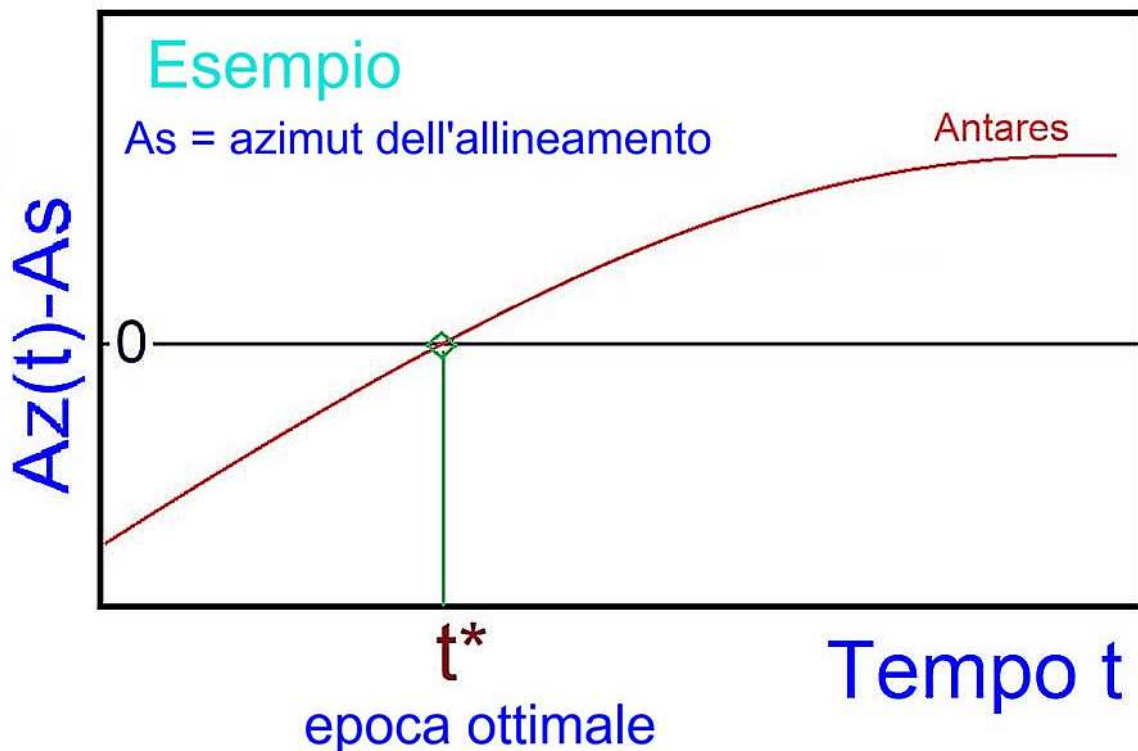
e allora: $A_S(t) = \arccos(\cos(A_S(t)))$.

E quindi teoricamente l'epoca ottimale t^* di datazione per quel particolare allineamento sarà data da:

$$t^* := \{ t \mid (A_B - A_S(t^*)) = 0 \}$$

che si legge: " t^* è uguale al valore di t tale che la differenza $\Delta A = (A_B - A_S(t^*))$ sia uguale a zero".

Questo implica che $(A_B = A_S(t^*))$.



Ottimizzazione della datazione t^* nel caso privo di errore, che corrisponde alla soluzione dell'equazione $(A_B - A_S(t^*)) = 0$.

Nuovamente la declinazione $\delta_S(t)$ dell'astro S al tempo t è calcolabile con lo sviluppo in serie già riportato in precedenza.

8. Soluzione in declinazione con errore sull'Azimut dell'allineamento

In questo caso l'Azimut astronomico A_B dell'allineamento misurato è noto con un errore $\pm \epsilon(A_B)$.

Allora la propagazione degli errori provocherà un corrispondente errore $\pm \epsilon(\delta_B)$ nella declinazione corrispondente, dato da:

$$\varepsilon(\delta_B) = |d\delta/dA| \cdot \varepsilon(A_B)$$

dove:

$$|d\delta/dA| = -\cos(\varphi) \cdot \cos(h) \cdot \sin(A) / \cos(\delta)$$

in cui:

φ = latitudine geografica del sito

h = altezza angolare dell'orizzonte naturale locale

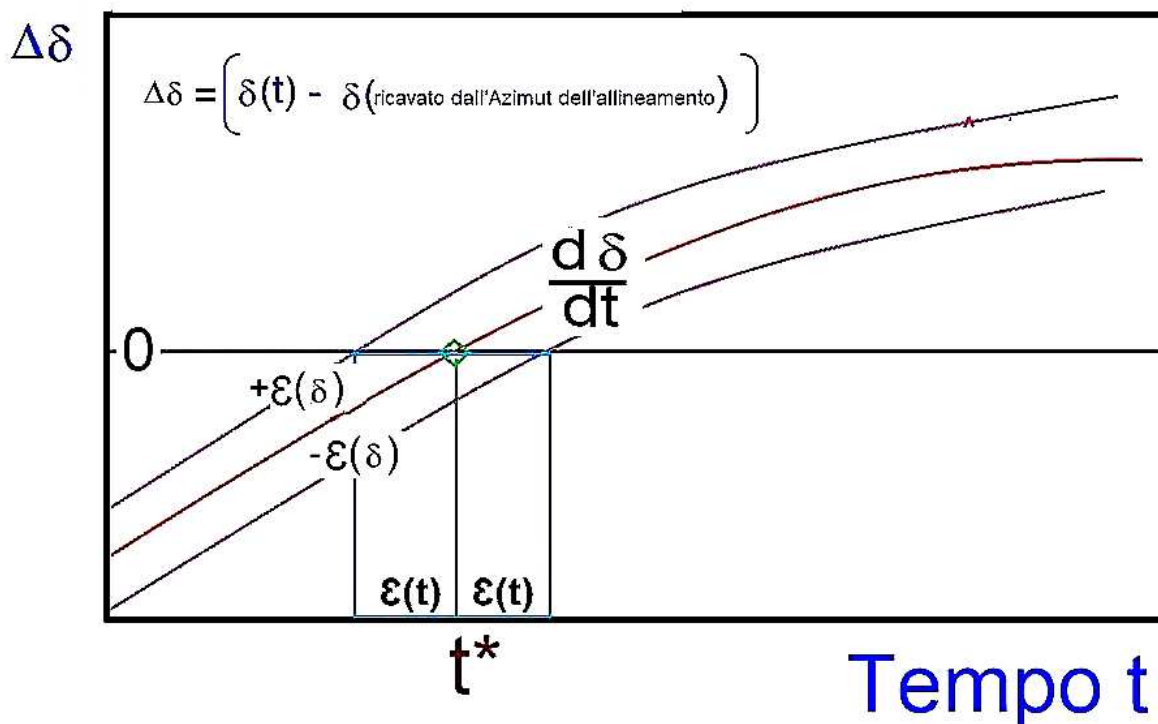
A = Azimut astronomico dell'allineamento

δ_B = declinazione della stella target dell'allineamento

allora l'errore $\varepsilon(t^*)$ sulla datazione ottimale diventerà:

$$\varepsilon(t^*) = 1 / |d\delta/dt| \cdot \varepsilon(\delta_B)$$

dove la derivata $d\delta/dt$ è la pendenza locale delle curve riportate nei diagrammi delle declinazione delle stelle precedentemente riportati per $t=t^*$.



Ottimizzazione della datazione t^* che corrisponde alla soluzione dell'equazione $(A_B - A_S(t^*)) = 0$, ma con errore $\varepsilon(\delta)$ dovuto all'errore sulla valutazione dell'Azimut astronomico di orientazione dell'allineamento.

Appare quindi evidente che minore è la pendenza della curva $\delta_S(t)$ e maggiore sarà l'errore sulla datazione ottimale t^* .

Esiste anche un problema di portata maggiore: gli effetti dell'errore sull'Azimut astronomico misurato potrebbero anche fare sì che la soluzione dell'equazione:

$$(\delta_B - \delta_S(t^*)) = 0$$

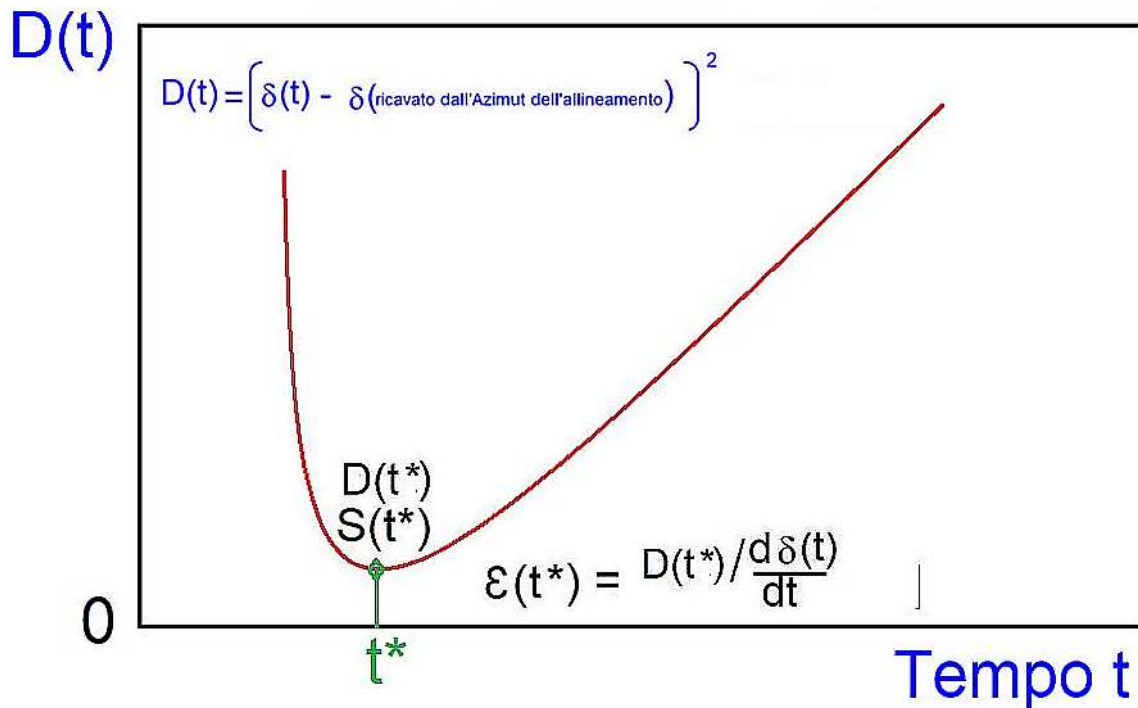
possa essere situata in corrispondenza di alcune date completamente senza senso per il sito archeologico che stiamo studiando.

Allora come possiamo ovviare a questo inconveniente? Cambiando la procedura di ottimizzazione e sostituendola con la seguente:

$$t^* := \{ t \mid (\delta_B - \delta_S(t^*))^2 \rightarrow \min! \}$$

che si legge “ t^* è definito come la data t tale che l’energia $(\delta_B - \delta_S(t^*))^2$ sia la minima possibile”.

Siamo quindi passati da una procedura di ottimizzazione lineare ad una di ottimizzazione non-lineare. Questa fornisce una soluzione ottimale t^* nel caso che non ci siano errori sull’azimut dell’allineamento, ma non lo è più nel caso che esistano gli errori e la valutazione di t^* in questo caso è migliore poiché essi influiranno sulla distanza del vertice della curva di variazione dell’energia dalla linea di energia pari a zero.



Datazione archeoastronomica di un sito archeologico astronomicamente significativo, in condizioni di errore, utilizzando il metodo di minima energia.

Dal punto di vista operativo esistono due possibilità. La prima è quella di utilizzare lo sviluppo in serie di potenze:

$$\delta_S(t) = \delta(t_0) + \sum_{k=1}^{k=N} a_k \cdot (t - t_0)^k$$

e minimizzare la funzione obiettivo non-lineare:

$$E(t) = (\delta_B - \delta_S(t^*))^2$$

Che rappresenta l'energia $E(t)$, in maniera analitica, in un conveniente intervallo compatibile con la frequentazione del sito, messa in evidenza dall'Archeologia. Tale lavoro richiede la conoscenza di un certo numero di derivate della declinazione δ rispetto la tempo, che comunque per ottenere lo sviluppo in serie della declinazione, sono già state determinate.

Una procedura alternativa è la minimizzazione numerica dell'energia $E(t)$, calcolandola per una serie di n valori discreti $E(t_k)$ con $k=1, \dots, n$, cercando i tre valori più bassi di $E(t_k)$, diciamo $E(t_1)$, $E(t_2)$, $E(t_3)$, e poi eseguire un'interpolazione parabolica, determinando il punto di minimo della parabola che passa per i punti di coordinate $[t_1, E(t_1)]$, $[t_2, E(t_2)]$, $[t_3, E(t_3)]$. Per ragioni di stabilità numerica si consiglia che sia verificata la seguente condizione:

$$E(t_1) > E(t_2) < E(t_3).$$

Tale approssimazione parabolica sarà del tipo:

$$E(t) = B_0 + B_1 \cdot t + B_2 \cdot t^2$$

I cui coefficienti B_0 , B_1 e B_2 si possono calcolare, per valori non equidistanti di t , nel seguente modo:

$$H = (E(t_1) - E(t_2)) / (t_1 - t_2)$$

$$B_2 = [H - (E(t_2) - E(t_3)) / (t_2 - t_3)] / (t_1 - t_3)$$

$$B_1 = H - B_2 \cdot (t_1 + t_2)$$

$$B_0 = E(t_1) - B_2 \cdot t_1^2 - B_1 \cdot t_1$$

Da cui è immediato ricavare il punto di minimo corrispondente al valore ottimale t^* della datazione del sito:

$$t^* = - B_1 / (2 \cdot B_2)$$

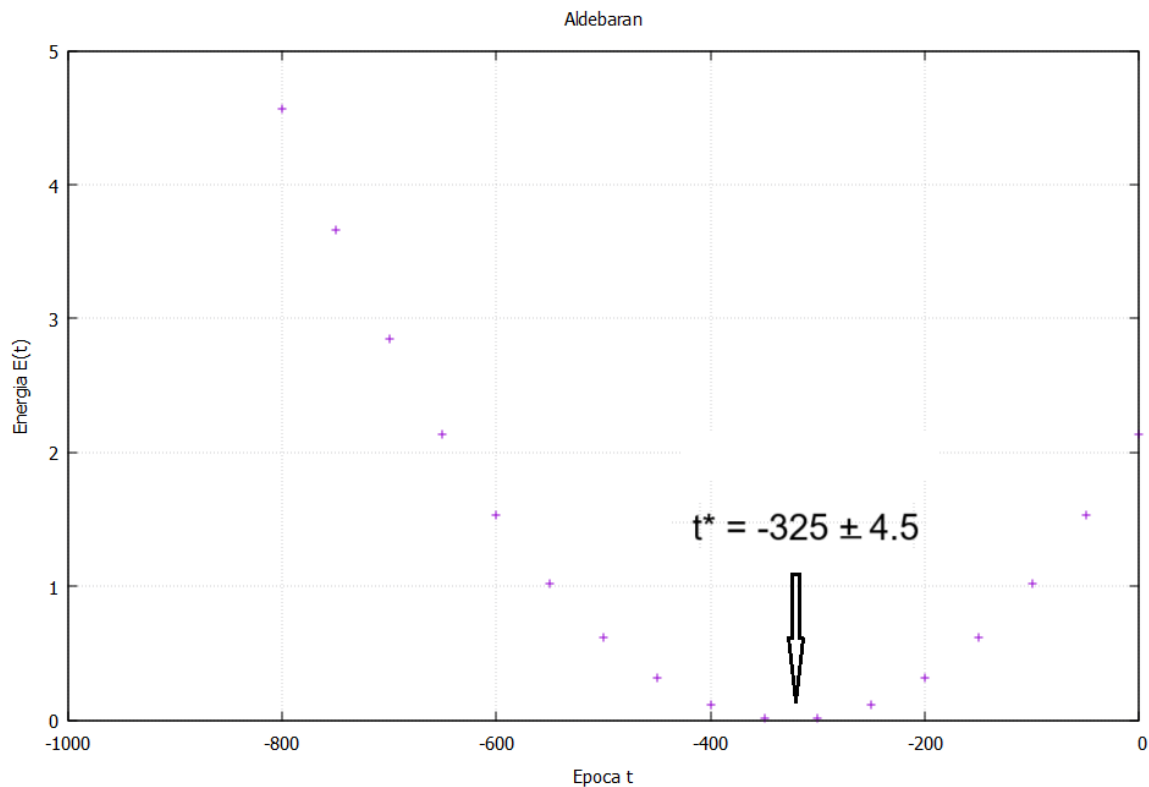
e la relativa incertezza $\sigma(t^*)$:

$$\sigma(t^*) = [1 / (|B_2| \cdot \sqrt{2 \cdot \pi})]^{1/3}$$

Tale valore dell'incertezza può essere considerato come la deviazione standard di una distribuzione normale $N(t^*, \sigma(t^*))$ quindi con un livello di affidabilità pari al 67%, quindi volendo un livello di affidabilità pari al 95% avremo $\pm 2 \cdot \sigma(t^*)$ e se si volesse un'affidabilità del 99.76% allora dovremmo considerare un'incertezza di $\pm 3 \cdot \sigma(t^*)$.

Il secondo modo di operare è quello di eseguire l'ottimizzazione di $E(t)$ usando direttamente una serie dei valori discreti della declinazione $\delta(t)$ per i corrispondenti valori di t applicando strettamente una procedura basata su un conveniente algoritmo rigoroso di precessione per la stella utilizzata. Questo metodo è computazionalmente più oneroso, ma maggiormente accurato.

Per il resto lo schema di ottimizzazione finale è identico a quello precedente, sfruttando un'approssimazione parabolica dei tre punti più bassi dell'andamento discreto di $E(t)$ in funzione di t .



Esempio dello schema di ottimizzazione della datazione ottimale t^ descritto nel testo. In questa simulazione è stato utilizzato un singolo allineamento diretto verso il punto di sorgere della stella Aldebaran. La declinazione della stella è stata ottenuta mediante un algoritmo di precessione rigorosa. L'approssimazione parabolica ha fornito i seguenti coefficienti: $B_0=475.3$, $B_1=2.925$, $B_2=0.0045$. Il valore ottimale t^* dell'epoca di datazione è risultato essere $t^*=-325 \pm 4.5$ anni. Essendo stato utilizzato un singolo allineamento il valore di $E(t^*)$ è, per definizione, nullo.*

9. Ottimizzazione della datazione di un sito archeoastronomico utilizzando più allineamenti

La tecnica di ottimizzazione della datazione dell'epoca di un sito archeoastronomico utilizzando simultaneamente un certo numero di allineamenti non è molto diversa da quella utilizzata per un singolo allineamento. Semplicemente abbiamo una definizione più completa dell'Energia $E(t)$.

Siano disponibili M allineamenti astronomicamente significativi nel sito studiato, allora l'energia $E(t)$ complessiva sarà definita nel seguente modo:

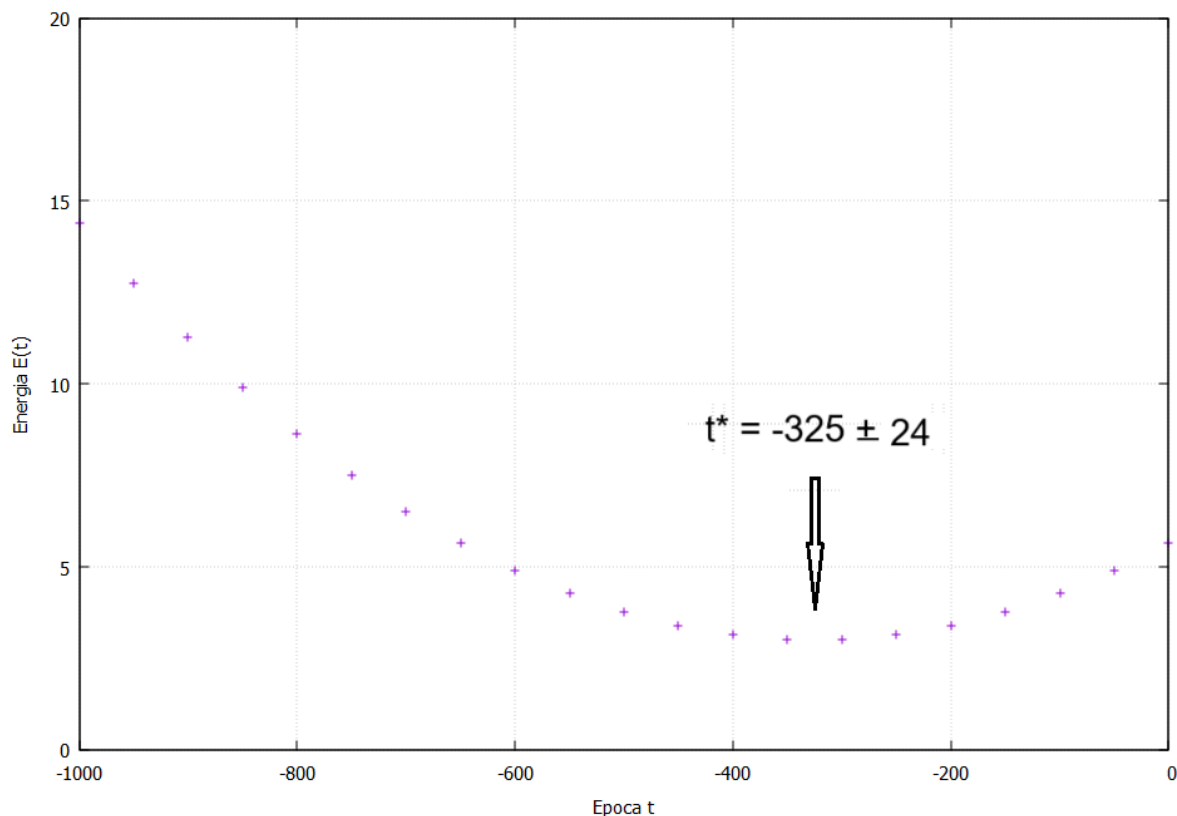
$$E(t) = \sum_{k=1}^{k=M} (\delta_{Bk} - \delta_{Sk}(t))^2$$

Dove δ_{Bk} è la declinazione pertinente all'azimut di orientazione del k -esimo allineamento, e $\delta_{Sk}(t)$ è la declinazione della stella target del k -esimo allineamento al tempo t calcolata con un algoritmo di precessione rigorosa per ciascuna epoca, oppure con un conveniente sviluppo in serie sufficientemente accurato.

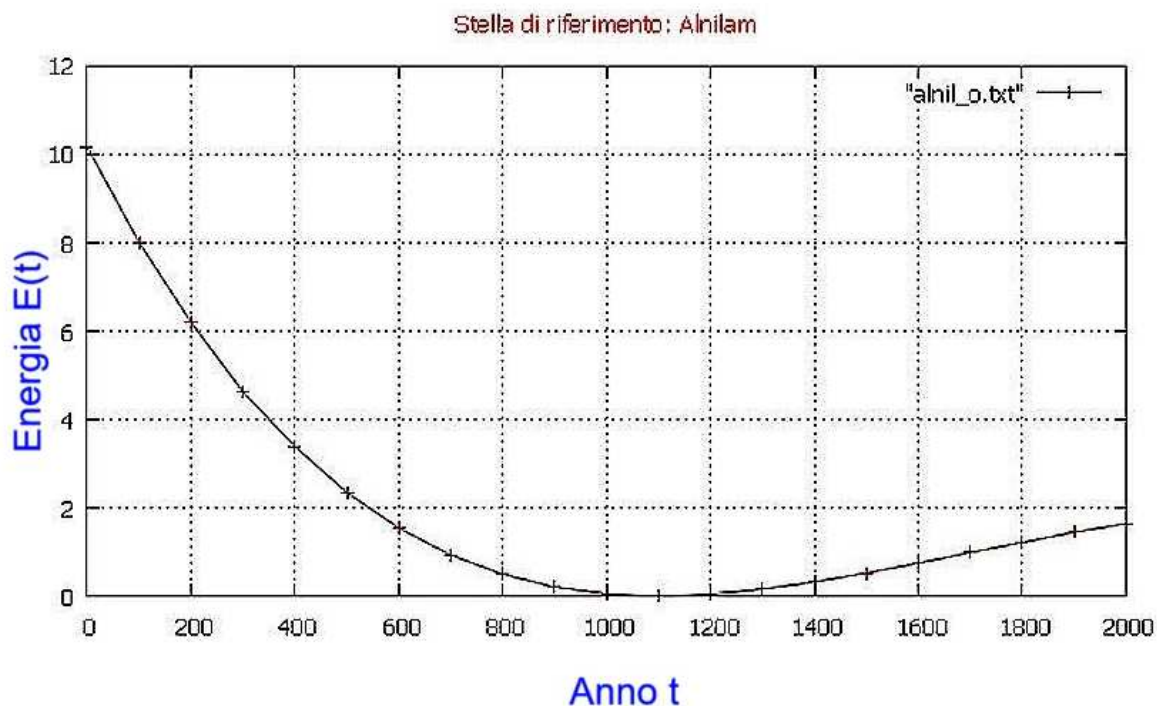
La definizione dell'energia globale può essere convenientemente riscritta nel seguente modo:

$$E(t) = \sum_{k=1}^{k=M} (E_k(t))$$

Se siamo fortunati, ma non lo siamo praticamente mai, tutti i tempi t^* che azzerano ciascuna componente $E_k(t)$ dell'energia, sono relativamente vicini tra loro, ma nel caso che diversi allineamenti siano stati materializzati in epoche diverse, è possibile che i vari t^* possano essere consistentemente diversi tra loro. Questo implica che $E(t^*)$ possa essere $E(t^*) > 0$.



Esempio dello schema di ottimizzazione della datazione ottimale t^* descritto nel testo. In questa simulazione sono stati utilizzati 5 allineamenti indipendenti diretto verso il punto di sorgere di 5 diverse stelle. La declinazione della stella è stata ottenuta mediante un algoritmo di precessione rigorosa. L'approssimazione parabolica ha fornito il valore ottimale t^* dell'epoca di datazione che è risultato essere $t^* = -325 \pm 24$ anni. Essendo stati utilizzati 5 allineamenti il valore di $E(t^*)$ non è più nullo perché ciascun allineamento prevede un differente valore ottimale t^* , anche se i vari valori sono poco differenti tra loro. Il margine d'errore quindi, in questo caso, aumenta.



Ottimizzazione della datazione del sito aborigeno di Wurdy Youang (Australia) usando il metodo di Minima Energia. I punti sono stati ottenuti con un intervallo di 50 anni tra l'anno 0 e l'anno 2000, mediante un algoritmo rigoroso di precessione usando la sola stella Alnilam nella Cintura di Orione.

10. Interpretazione probabilistica

L'algoritmo di ottimizzazione di minima energia descritto fornisce un valore ottimale della collocazione cronologica t^* e un'incertezza $\sigma(t^*)$ su tale valore. Se interpretiamo l'epoca t come una variabile casuale con media t^* e varianza $\sigma(t^*)^2$ allora possiamo, in virtù del teorema Centrale Limite pensare la funzione densità di probabilità $f(t)$ come una distribuzione Gaussiana del tipo:

$$f(t) = 1/(\sqrt{2 \cdot \pi} \cdot \sigma(t^*)) \cdot \exp(-1/2 \cdot ((t - t^*) / \sigma(t^*))^2)$$

questo permette di valutare la probabilità che il sito possa essere datato entro un intervallo temporale fissato.

Sviluppiamo in serie $f(t)$ in uno stretto intorno di t^* . Allora otterremo:

$$f(t) \approx C_0 + C_1 \cdot t + C_2 \cdot t^2 + \dots$$

dove i coefficienti C_0 , C_1 e C_2 sono:

$$C_0 = 1/(\sqrt{2 \cdot \pi} \cdot \sigma(t^*)) \cdot (1 - t^* / (2 \cdot \sigma(t^*)^2))$$

$$C_1 = t^* / (\sqrt{2 \cdot \pi} \cdot \sigma(t^*)^3)$$

$$C_2 = 1/(2 \cdot \sqrt{(2 \cdot \pi)} \cdot \sigma(t^*)^3)$$

Allora:

il valore ottimale è :

$$t^* = - C_1 / (2 \cdot C_2)$$

e l'incertezza è :

$$\sigma(t^*) = (1 / (2 \cdot |C_2| \cdot \sqrt{(2 \cdot \pi)}))^{1/3}$$

Quindi noti i tre valori più bassi dell'energia $[t_1, E(t_1)]$, $[t_2, E(t_2)]$, $[t_3, E(t_3)]$, si possono calcolare i coefficienti C_0 , C_1 e C_2 e quindi t^* e $\sigma(t^*)$ della distribuzione di probabilità Gaussiana:

$$f(t) = 1/(\sqrt{(2 \cdot \pi)} \cdot \sigma(t^*)) \cdot \exp(-1/2 \cdot ((t - t^*) / \sigma(t^*))^2)$$

E poi è possibile calcolare la probabilità che un sito archeologico, astronomicamente significativo, abbia una collocazione cronologica compresa tra due epoche t_a e t_b con $t_a < t_b$.

Infatti se io fisso due estremi di un intervallo temporale, diciamo t_a e t_b e voglio calcolare quale sia la probabilità che la collocazione cronologica del sito sia compresa tra questi due estremi avrò semplicemente:

$$P(t_a, t_b) = \int_{t_a}^{t_b} f(t) dt$$

Quindi avremo:

$$P(t_a, t_b) = \Phi(z_b) - \Phi(z_a)$$

Dove la funzione $\Phi(z)$ è la cosiddetta funzione Cumulativa di Probabilità, definita come:

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^z f(z) dz$$

Dove z è la variabile standardizzata:

$$z = (t - t^*) / \sigma(t^*)$$

e quindi:

$$z_a = (t_a - t^*) / \sigma(t^*)$$

$$z_b = (t_b - t^*) / \sigma(t^*)$$

La valutazione di $\Phi(z)$ può essere eseguita utilizzando la cosiddetta Funzione degli Errori $erf(z)$ nel seguente modo:

$$\Phi(z) = 1/2 \cdot \operatorname{erfc}(-z/\sqrt{2})$$

Dove $erfc(z)$ è il complemento della Funzione degli Errori $erf(z)$ cioè:

$$erfc(z) = 1 - erf(z)$$

utilizzando le apposite tabelle pre-calcolate presenti in ogni manuale di Statistica, oppure utilizzando qualche particolare funzione di approssimazione accurata come ad esempio la seguente:

$$\Phi(z) \approx 1/[1 + \exp(-(1.5976 + 0.07056 \cdot z^2) \cdot z)]$$

Che ha un errore massimo, rispetto alla vera funzione Cumulativa di Probabilità, inferiore a 0.00014 nel peggiore dei casi.

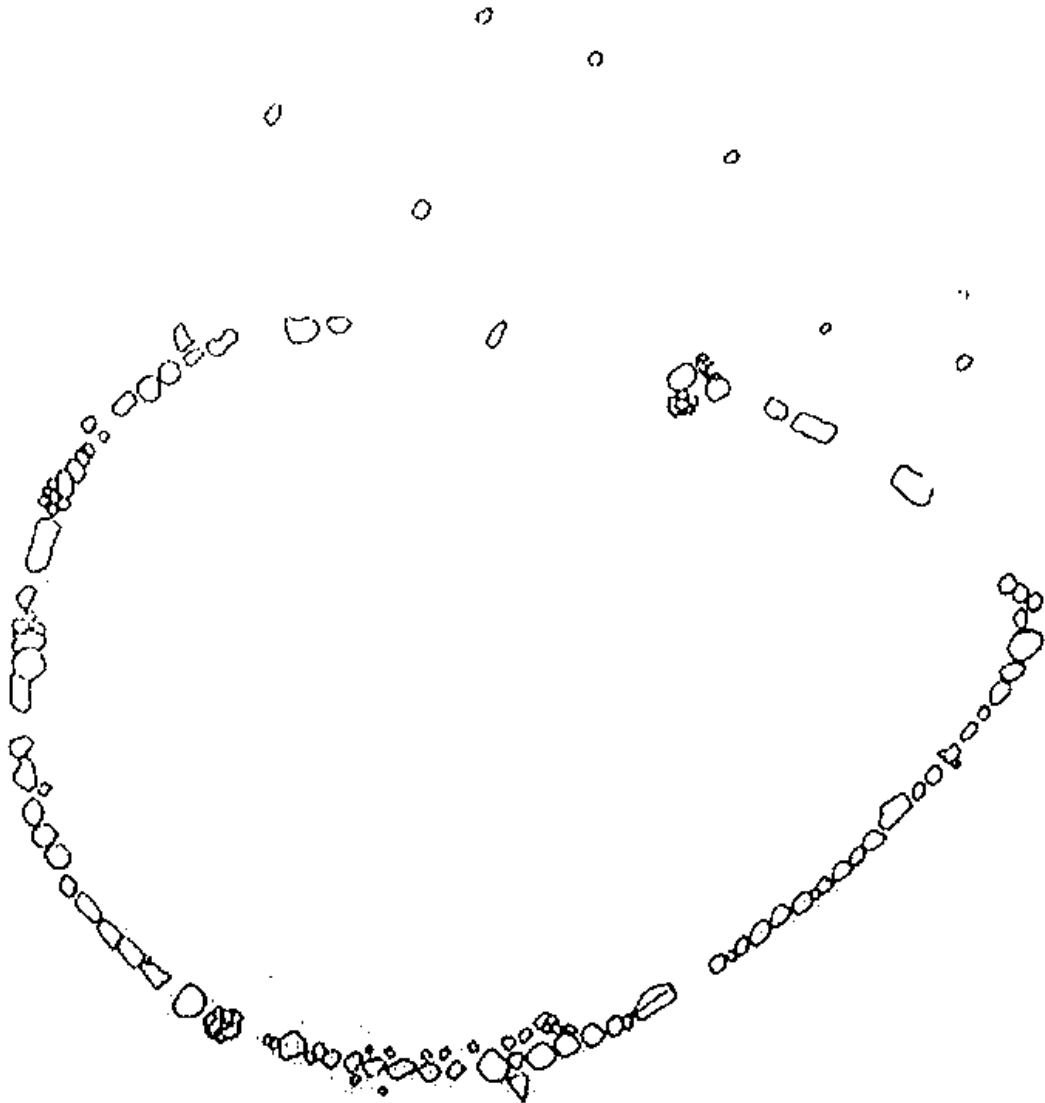
11. Applicazione a Wurdy Youang

Vediamo ora un'applicazione pratica, al sito aborigeno australiano di Wurdy Youang. Il sito in questione è un'enigmatica configurazione di pietre che si pensa essere stato costruito dagli aborigeni australiani per scopi probabilmente rituali. Non conosciamo l'età della disposizione delle pietre: essa potrebbe essere compresa tra il 40000 a.C. fino al 1854 AD quando la famiglia proprietaria dell'area dove il sito si trova ne rivelò l'esistenza.



Il sito di Wurdy Youang costruito dagli aborigeni australiani

La famiglia che possiede la proprietà su cui si trova la disposizione è la stessa che si è insediata nella zona al momento della colonizzazione inglese. Sostengono che le pietre sono sempre state lì, rifiutando quindi un'origine recente europea. I siti archeologici presenti in quella zona sono stati datati a 20.000 anni fa, ma questo non significa che Wurdi Youang sia così antico. Le citazioni dei media locali australiani secondo cui questo sito archeologico avrebbe oltre 10.000 anni non hanno alcun fondamento.

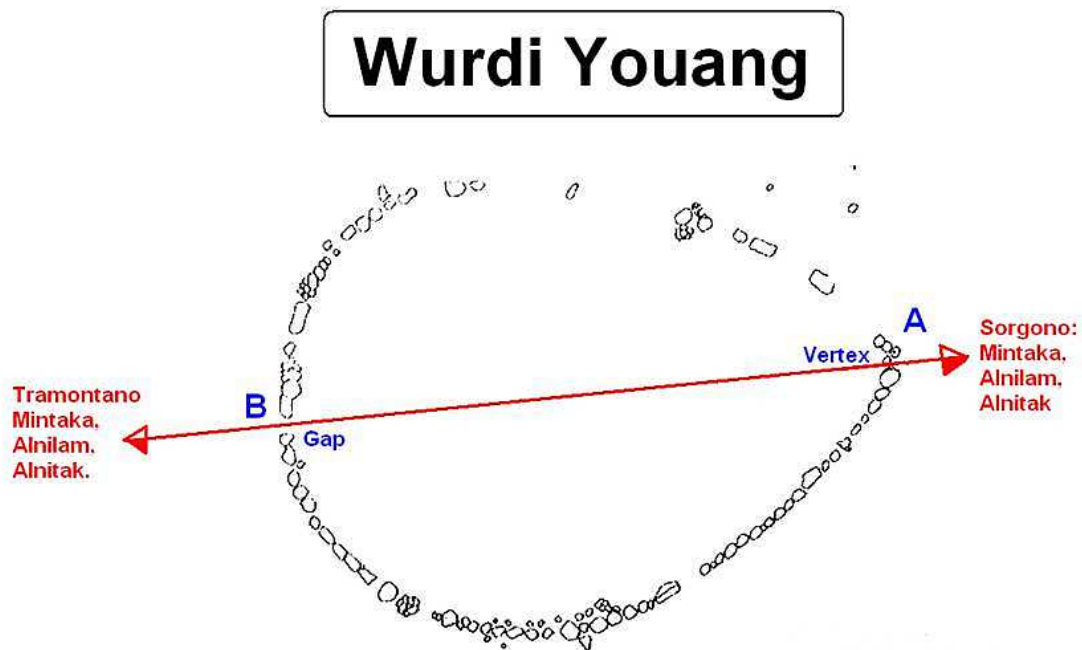


Planimetria del sito megalitico di Wurdi Youang

Attualmente non conosciamo né lo scopo né l'uso di questo sito. Sembra essere una sorta di sito cerimoniale, ma gli allineamenti astronomici potrebbero essere periferici rispetto al suo scopo principale.

Alcuni ricercatori hanno suggerito che la disposizione delle pietre non sia di origine aborigena, sottolineando che nessun dato etnografico noto fino ad ora supporta

questa affermazione. Suggestiscono inoltre di non fare ipotesi sull'origine di questa sistemazione fino a quando non ne sapremo di più dai nostri "fratelli e sorelle aborigeni". Gli antropologi australiani sono ancora alla ricerca di anziani aborigeni che possano parlarci del sito, ma i consigli terrieri aborigeni locali ci hanno informato che di Wurdi Youang non se ne sa quasi nulla. Ma poiché la famiglia proprietaria del terreno afferma che il sito si trova lì da quando i loro antenati hanno colonizzato l'Australia, possiamo affermare con certezza che non è di origine recente europea.



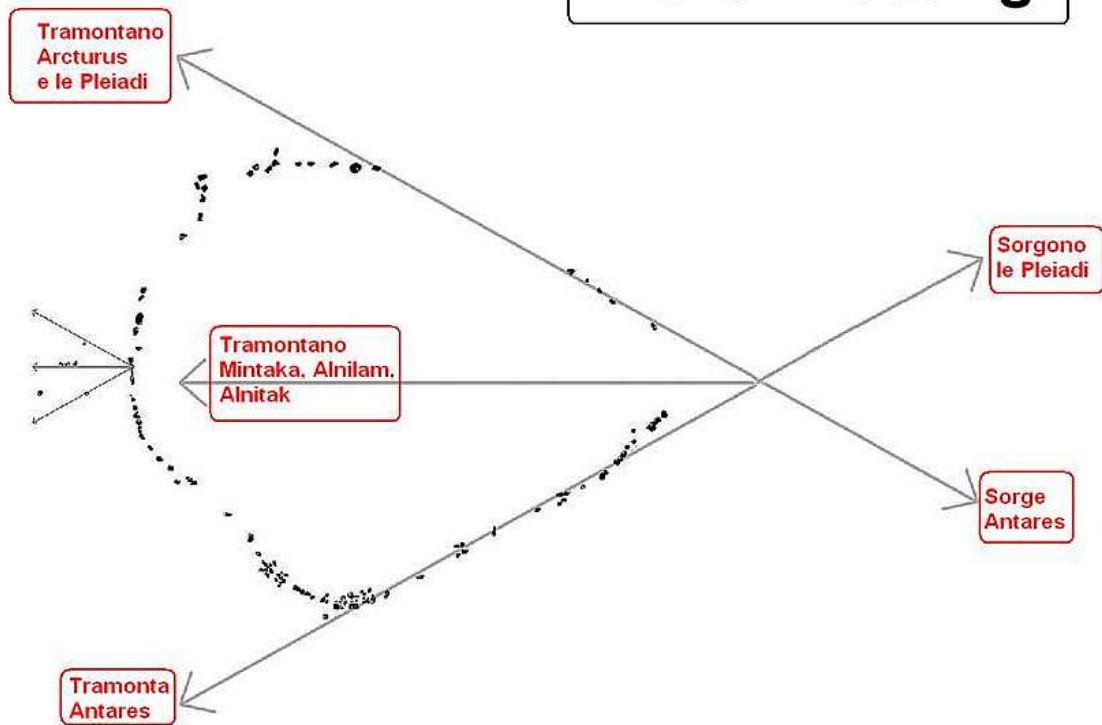
12. Allineamenti stellari a Wurdi Youang

Alcuni sostengono anche che le pietre potrebbero essere state spostate rispetto alla configurazione originale e quindi non possiamo escludere che gli allineamenti astronomici stellari che sono stati individuati siano il risultato di questa azione. Va però detto che mentre alcune delle pietre esterne sono relativamente piccole e facilmente spostabili, la maggior parte dei blocchi di basalto che formano la disposizione principale sono piuttosto grandi e pesanti e alcune superano i 500 kg di peso. Senza un'indagine archeologica, non c'è modo di sapere con certezza chi l'abbia costruita.

Nessuna struttura megalitica europea assomiglia a Wurdi Youang. Gli unici fatti di cui disponiamo provengono dai reperti archeologici.

La datazione del sito mostrerà in modo definitivo se la sistemazione è stata costruita prima o dopo la colonizzazione. L'obiettivo è quindi quello di tentare di determinare archeoastronomicamente l'età del sito.

Wurdi Youang



Allineamenti stellari a Wurdi Youang

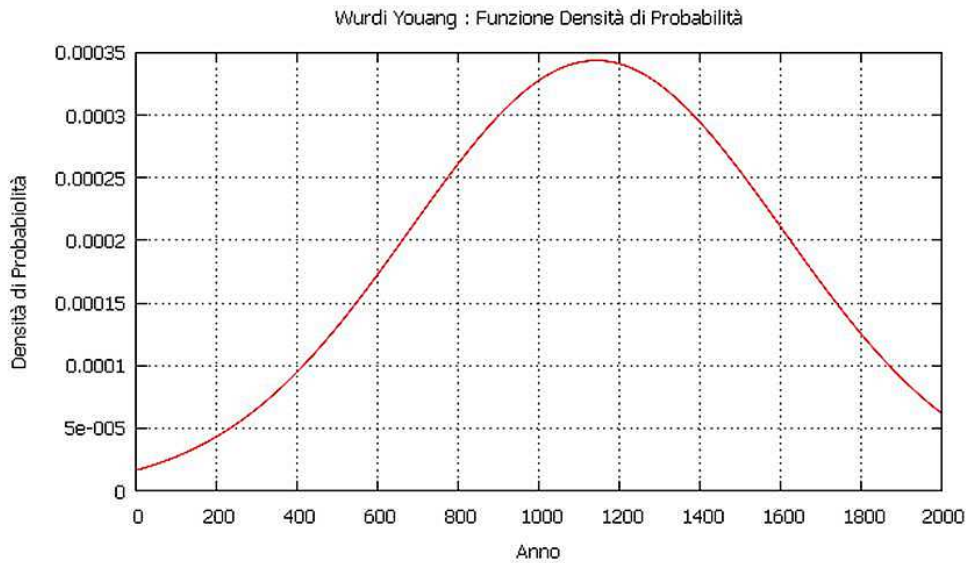
La datazione archeoastronomica è stata ottenuta minimizzando l'Energia $E(t)$ calcolata utilizzando tutti gli allineamenti astronomici di tipo stellare rilevati nel sito, ottenendo:

$$t^* = 1142$$

$$\sigma(t^*) = \pm 463 \text{ anni (livello di affidabilità pari al 68\%)}$$

Da questi dati è stata costruita la funzione Densità di Probabilità $f(t)$ e la funzione Cumulativa di Probabilità $\Phi(z)$, mostrando che il sito è con grande probabilità di origine aborigena, costruito dall'etnia Wathaurong, ancora stanziata in quell'area geografica.

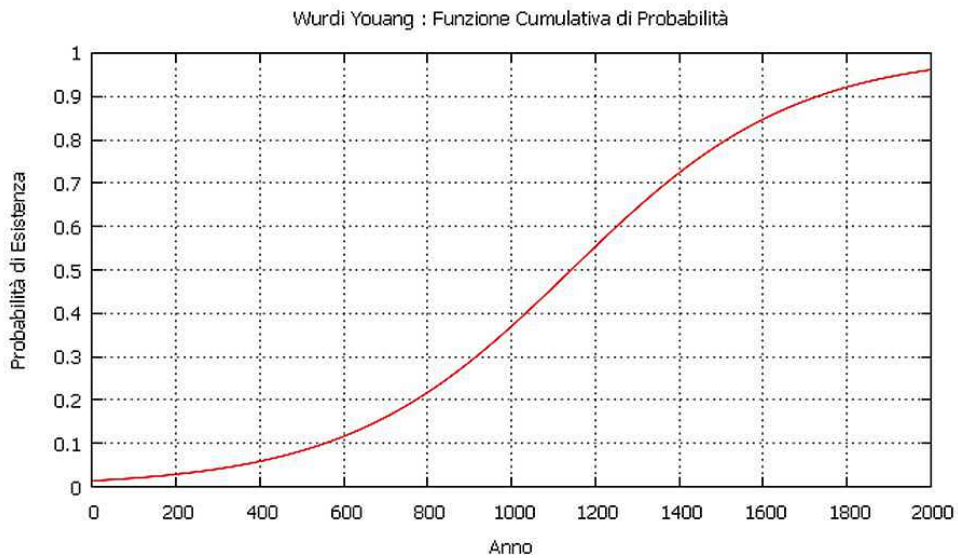
Wurdi Youang : Ottimizzazione della Datazione



data più probabile: 1142 ± 463 anni
(probabilità:68%, 1σ)

Funzione densità di probabilità della collocazione cronologica di Wurdy Youang.

Wurdi Youang : Probabilità di Esistenza



Funzione Cumulativa di Probabilità di esistenza di Wurdy Youang

13. Conclusione

In questo lavoro è stato affrontato il problema della datazione archeoastronomica dei siti archeologici astronomicamente significativi. Dal punto di vista astronomico, il problema della datazione archeoastronomica può essere scisso in due aspetti fondamentali.

Il primo riguarda l'utilizzo degli allineamenti solari e lunari presenti nei siti archeologici e il secondo aspetto è quello riguardante l'utilizzo degli allineamenti stellari. Eseguendo un'analisi accurata del problema generale della datazione archeoastronomica è possibile dimostrare che l'affidabilità dei risultati ottenibili è strettamente correlata con la derivata prima della declinazione dell'astro rispetto al tempo. Questo indica che gli allineamenti solari e lunari sono utili solamente per la datazione a scadenza molto breve, cioè un particolare giorno o dell'anno oppure un particolare periodo entro un particolare ciclo di retrogradazione dei nodi lunari, ma completamente inefficace sui periodi lunghi, cioè secoli e millenni in quanto, in questo caso il valore assoluto della derivata della declinazione rispetto al tempo è molto piccola.

Nel caso delle stelle invece la situazione è molto più favorevole in quanto il valore assoluto della derivata prima della declinazione delle stelle rispetto al tempo è molto maggiore, seppur variabile da stella a stella, permettendo, almeno dal punto di vista teorico, lo sviluppo di alcune efficaci procedure, le quali diventano maggiormente efficaci se si utilizzano più allineamenti contemporaneamente costruendo la funzione densità di probabilità complessiva di essi. In generale si pensa che per epoche molto remote (10000-20000 a.C. o più) l'aspetto critico sia l'accuratezza con cui vengono simulate le posizioni delle stelle nel cielo antico, ma un'accurata analisi degli errori ha mostrato che non è così e che l'aspetto critico è invece l'accuratezza con cui sono noti gli azimut astronomici di orientazione, sperimentalmente misurati, per gli allineamenti presenti nei siti e l'altezza dell'orizzonte naturale locale nella direzione della loro intersezione con il piano tangente la Sfera Celeste. Nel momento in cui, in corrispondenza di una data epoca, un particolare target astronomico è all'interno dell'ellisse d'errore di ciascun allineamento, la datazione archeoastronomica diventa possibile, con differenti livelli di accuratezza e di probabilità. Nel presente lavoro è stato esaminato il caso del sito aborigeno australiano di Wurdy Youang il quale, applicando gli algoritmi descritti nel presente lavoro, ha permesso di essere ragionevolmente datato archeoastronomicamente.

Il problema del calcolo archeoastronomico a distanza di tempo medio-lunga

Mario Codebò

(Archeoastronomia Ligustica)



(archeoastronomialigustica@gmail.com; www.archaeoastronomy.it)

ABSTRACT

Recentemente si è imposto ad un gruppo di archeoastronomi (in parte soci SIA ed in parte no) la necessità di verificare fino a quale distanza di tempo dal presente sia possibile calcolare, nel passato e/o nel futuro, le coordinate di un corpo celeste e con quale precisione. Conseguentemente il Gruppo di Lavoro (afferre alla SIA e formato per tale fine) si è posto anche il problema di quale/i software di astronomia siano più affidabili, precisi e adatti allo scopo.

Il presente lavoro non offre risposte a queste domande - che si spera usciranno dal Gruppo di Lavoro - ma vuole soltanto illustrare come si presenta il problema.

Spinti da una discussione sulla possibilità di calcolare le triplici congiunzioni Giove-Saturno nei 30000 anni a.C. all'inizio di un'era zodiacale, abbiamo voluto creare un gruppo di lavoro in ambito SIA (denominato SIA Software Workgroup = SIA SW WG), aperto a chiunque volesse parteciparvi⁴⁴, con lo scopo di studiare i limiti, tanto quantitativi quanto qualitativi, delle capacità di calcolo dei moderni algoritmi astronomici e dei software su di essi basati. Questo studio si propone di fatto di rispondere alle seguenti domande:

1. Fino a quando i moderni algoritmi di calcolo astronomico sono “affidabili” su stelle e pianeti prima di dare risultati grossolanamente errati e prima di divergere palesemente tra loro?
2. Qual è l'errore che accumulano nel prosieguo del tempo?
3. Di conseguenza, quali sono i software commerciali più affidabili?

Il punto di partenza è stato l'articolo di *De Lorenzis e Orofino 2018* in cui i due autori comparavano diversi software commerciali col software “Orion”, scritto in Fortran da Patrik Wallace dell'STFC Rutherford Appleton Laboratory, UK. Non essendo questo software pubblicamente disponibile, siamo stati costretti a prendere atto dei risultati ad esso attribuiti e a comparare tra loro i software di calcolo a nostra disposizione ed in gran parte citati nell'articolo del 2018, aggiungendone altri non utilizzati per varie ragioni dai due citati autori: *Cartes du Ciel* (CdC), UrukFSP, Solex 12.16⁴⁵; Starry Night Pro; Stellarium; U-Astronomy; Cybersky; FK5 J2000.0 (Effemeridi Universali di A. Frosini). I test sono stati fatti, da ciascun operatore, per varie estensioni di tempo, compatibilmente con i limiti raggiungibili dal Software testato. Per esempio, si è scoperto che Cybersky non va oltre il 3000 a.C. U-Astronomy sembra limitarsi alla data 10000 a.C.

FK5 J2000.0 (Effemeridi secolari) è un caso particolare che ben illustra limiti e potenzialità dei software di calcolo astronomico. Nella sua versione FK4 B1900.0 era già stato studiato anni fa da Elio Antonello che aveva riscontrato come esso cominciasse a divergere già a partire da 7000-8000 anni a.C. Agostino Frosini ha scritto in linguaggio Javascript la più recente versione FK5 J2000.0⁴⁶ come riportata da Jean Meeus nel 1998; 2005; 2014. Frosini ha prima aggiornato i moti propri stellari ai cataloghi Hipparcos (ICRS), ma ha continuato ad usare le formule del moto rettilineo uniforme e le formule classiche per l'aberrazione della luce. In una terza fase ha sostituito il moto uniforme lineare col moto nello spazio. Le “Effemeridi Secolari” così modificate si sono rivelate convergenti (di 1000 anni in 1000 anni) con i software *Solex 12.16* e *U-Astronomy* (e con i pochi dati disponibili di *Cartes du Ciel*, *UrukFSP* e *Orion*) fino al 12000 a.C., mentre dopo tale data diventano del tutto divergenti e perfino assurde (figura 1).

Nella seguente tabella n. 1 si è presa in considerazione la sola Sirio (α Canis Majoris) ma si sono confrontati tutti i software a nostra disposizione e, per FK5 J2000, si sono riportati i risultati ottenuti, anno per anno, tanto con il moto proprio lineare quanto con il moto nello spazio e i nuovi dati ICRS. Pur essendo una stella binaria, non si è tenuto conto delle lievi perturbazioni

⁴⁴ Attualmente gli iscritti alla mailing list del Gruppo di Lavoro sono i seguenti: Barbara Bubbi; Massimo Calabresi; Luigi Candurro; Alberto Cavalli; Laura Citernes; Mario Codebò; Alberto Cora; Ilaria Cristofaro; Athanasios Fourlis; Agostino Frosini; Adriano Gaspani; Domenico Ienna; Silvia Motta; Giovanni Nocentini; Renato Pannunzio; Dario Petri; Franco Ruggeri; Luigi Torlai; Uberti Marisa; Vanzani Valeria; Veneziano Giuseppe; Vitagliano Aldo. Di fatto i partecipanti sono circa la metà.

⁴⁵ Contrariamente a quanto creduto e scritto in De Lorenzis ed Orofino, 2018, p. 121, Solex non ha limiti di tempo e, virtualmente, può raggiungere qualsiasi data nel passato e nel futuro, benché l'intervallo delle sue effemeridi DE430, DE431, DE406, sia limitato a ± 1000 ; ± 50000 ; ± 1000000 di anni, a seconda della composizione di ogni singola libreria. Per esempio, ± 1000000 di anni si ottengono solo con le librerie che escludono la Luna.

⁴⁶ FK4 B1950 e FK4 B1900 sono già stati pubblicati da Codebò (traendoli da Meeus 1988 e 1990) negli Atti dei Seminari ALSSA, rispettivamente, XIII (2011) e XIV (2012) www.alssa.it ; www.archaeoastronomy.it . Scritti in Javascript da Frosini, sono utilizzabili on line e scaricabili (come altri software archeoastronomici e di navigazione) dal sito www.archaeoastronomy.it

provocate dalla sua compagna Sirio B, sia perché di massa molto modesta sia perché orbitante a distanza notevole da Sirio A. Ben diverso è il discorso per una binaria (o un gruppo ancora maggiore) le cui componenti sono di massa poco differente ed orbitanti a distanza ravvicinata, come α Centauri.

Sirio δ° app.	Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11
Anno 01/01	Orion	Solex 12.16	FK5 J2000.0 moto rettilineo .r	FK5 J2000.0 moto nello spazio	CdC 4.2.1	Huruk fsp	u_astronomy	Cybersky	Stellarium 23.4	Bourtembourg	CdC 4.3 β -4755
2000 d.C.		-16,718°	-16,718°	-16,718°	-16,718°						
1000 d.C.		-15,810°	-15,813°	-15,709°							
1 d.C.		-15,967°	-15,972°	-15,968°							
1000 a.C.		-17,179°	-17,186°	-17,184°			-17,176°		-17,100°		
2000 a.C.		-19,387°	-19,391°	-19,397°			-19,383°		-19,267°		
2500 a.C.	-20,83°	-20,84°	-20,842°	-20,852°			-20,834°				
3000 a.C.		-22,504°	-22,507°	-22,521°			-22,499°		-22,340°		
4000 a.C.		-26,415°	-26,422°	-26,448°			-26,408°		-26,201°		
4500 a.C.	-28,61°	-28,62°	-28,637°	-28,669°			-28,613°				
5000 a.C.		-30,968°	-30,998°	-31,038°			-30,959°		-30p,701°		
6000 a.C.	-35,98°	-35,99°	-36,077°	-36,133°	-35,978°	-35,949°	-35,981°		-35,670°		
7000 a.C.		-41,292°	-41,480°	-41,552°			-41,278°		-40,914°		
8000 a.C.	-46,61°	-46,63°	-46,981°	-47,068°	-46,614°	-46,568°	-46,615°		-46,195°		
9000 a.C.		-51,708°	-52,967°	-52,352°			-51,682°		-51,205°		
10000 a.C.	-56,05°	-56,095°	-56,776°	-56,551°	-56,053°	-55,985°	-56,059°	-56,794°	-55,536°		
11000 a.C.		-59,252°	-59,786°	-59,889°							
12000 a.C.		-60,611°	-60,371°	-60,454°							
13000 a.C.		-59,846°	-57,998°	-58,049°							
14000 a.C.		-57,098°	-52,914°	-52,934°							
15000 a.C.		-52,563°	-45,852°	-45,855°							
16000 a.C.		-47,704°	-37,597°	-37,599°							
17000 a.C.		-42,082°	-28,894°	-28,914°							
18000 a.C.		-36,341°	-20,574°	-20,635°							
19000 a.C.		-30,748°	-13,709°	-13,836°							
20000a.C.		-25,518°	-9,681°	-09,902°	-25,440°				-24,527°		
21000 a.C.		-20,847°	-10,022°	-10,357°							
22000 a.C.		-16,912°	-15,937°	-16,387°							
23000 a.C.		-13,870°	-27,796°	-28,348°							
24000 a.C.		-11,844°	-45,101°	-45,736°							
25000 a.C.		-10,919°	-66,675°	-67,375°							
26000 a.C.		-11,140°	-82,097°	-81,883°							
27000 a.C.		-12,490°	-57,594°	-56,866°							

28000 a.C.	-14,890°	-29,379°	-28,599°				
29000 a.C.	-18,215°	-4,400°	-03,660				
30000 a.C.	-22,308°	-8,796°	+09,284°	-21,996°		-19,578°	
40000 a.C.	-46,110°	+59,125°	+60,790°	-45,894°		-43,035°	
50000 a.C.	+0,744°	+51,473°	+53,181°	+1,319°		+5,725°	
60000 a.C.	-31,647°	-16,752°	+06,408°	-30,922°			
66270 a.C.	-88,353416°	+10,5882805°	-73,584°	-87,129969°		-82,205138°	-88,4°
70000 a.C.	-18,376°	-73,423°	-73,384°	-17,575°			
80000 a.C.	-2,176°	-39,929°	-39,902°	-0,960°			
90000 a.C.	-40,823°	+7,860°	-07,814°	-39,629°			
93830 a.C.	-87,47697(2)	+18,562697(2)°	+18,863°	-88,650466°		-80,247°	-87,7°
100000 a.C.	+4,428°	+41,957°	+41,891°	+6,118°			

Tabella 1. Sirio dal J2000.0 al 100 000 a.C.^{47 48}

A parte il limite, per altro atteso, di FK5 J2000, la comparazione tra gli altri software ha riservato qualche sorpresa. In primis *Stellarium* si è rivelato non all'altezza delle aspettative, mostrando errori grossolani già dopo pochi millenni. *Starry Night Pro* purtroppo non è stato testato e quindi non abbiamo dati su di esso. *Cartes du Ciel*, *UrukFSP*, *Solex* e *U-Astronomy* hanno invece mostrato buone convergenze reciproche, tra loro e con il mitico Orion, fino al 10000 a.C., benché si notino lievi divergenze nell'ordine degli arcoprismi, soprattutto in *Solex* (vedi Tabella n. 2). C'è da dire però che, mentre *Cartes du Ciel* e *UrukFSP* usano le espressioni per la precessione di Vondràk et alii (*Vondràk*, *Capitaine*, *Wallace 2011-2012*) e le effemeridi DE440 e DE441, oltreché i moti propri stellari dai cataloghi di Hipparcos e Gaia, *Solex 12.16* (basato sull'integrazione numerica delle equazioni del moto di Newton, con i maggiori effetti relativistici) usa ancora le effemeridi DE430 e DE431, i cataloghi stellari NOMAD1 e (per 66 stelle brillanti) PPM (*Vitagliano 2018*). È lecito aspettarsi che *Solex*, una volta aggiornato, dia risultati ancor più convergenti con *Cartes du Ciel* e *UrukFSP*, col vantaggio di un'estensione temporale praticamente illimitata (ma con risultati non necessariamente veritieri per lunghissime distanze di tempo, come vedremo).

Nella tabella 2 sono state comparate con *Cartes du Ciel*, *UrukFSP* e *Solex* le coordinate delle venticinque stelle (tranne α Centauri, per le ragioni sopra esposte) delle quali De Lorentis e Orofino diedero nel 2018 le coordinate calcolate con *Orion* per gli anni a.C. (BC). 2500; 4500; 6000; 8000; 10000. È facile vedere le differenze: prendendo arbitrariamente Orion come riferimento, *Cartes du Ciel* è il software che meno se ne discosta, seguito da *UrukFSP* e da *Solex* che si rivela il "peggiore". In ogni caso le differenze sono minime e si mantengono sempre sotto 0,1°.

Nelle pagine seguenti: Tabella 2⁴⁹

⁴⁷ Le due date d.C. 66270 e 93830, sottolineate in giallo, sono quelle in cui Sirio diventerà la Stella Polare Australe secondo Meeus 2009, cap.66, pp. 356; 362-363.

⁴⁸ Si noti la profonda differenza tra i risultati dei due FK5 J2000.0 e tutti gli altri dopo il 12000 a.C.

⁴⁹ Le declinazioni in nero sono quelle uguali; le declinazioni in rosso sono quelle con differenze e Δ è la differenza. Le declinazioni in verde sono quelle che presentano qualche incertezza; le declinazioni in blu sono quelle errate di α Centauri.

	2500 BC Orion Solex 12.16	4500 BC Orion Solex 12.16
Achernar	-81,12° -81,115° Δ 0,005°	-79,91° -79,91°
Acrux	-39,89 -39,88° Δ 0,01	-32,75° -32,74° Δ -0,01
Aldebaran	-2,25° -2,24° Δ 0,01	-13,40° -13,40°
Alioth	+77,60° +77,60°	+73,75° +73,76° Δ 0,01
Alkaid	+73,53° +73,53°	+78,33° +78,33°
Alnilam	-14,76° -14,76°	-25,53° -25,53°
Alnitak	-15,06° -15,06°	-25,75° -25,74° Δ 0,01
Altair	+8,50° +8,50°	+15,55° +15,54° Δ 0,01
Antares	-6,71° -6,71°	+4,48° +4,48°
Arcturus	+45,71° +45,71°	+55,92° +55,92°
Betelgeuse	-5,06° -5,06°	-15,78° -15,78°
Canopus	-55,42° -55,42°	-59,68° -59,68°
Capella	+28,69° +28,69°	+17,66° +17,67° Δ 0,01
Deneb	+36,27° +36,27°	+37,43° +37,42° Δ 0,01
Dubhe	+71,07° +71,07°	+61,67° +61,68° Δ 0,01
Hadar	-36,12° -36,12°	-27,19° -27,19°
Mintaka	-14,27° -14,27°	-25,12° -25,12°
Procyon	+4,55° +4,55°	-3,01° -3,01°
Rigel	-23,19° -23,19°	-34,10° -34,10°
Sirius	-20,83° -20,84° Δ 0,01	-28,61° -28,62° Δ 0,01
Spica	+12,89° +12,89°	+20,13° +20,13°
Thuban	+88,32° +88,32°	+80,42° +80,42°
Alpha Cent. A	-37,70° -37,70°	-27,79° -27,80° Δ 0,01
Vega	+42,67° +42,66° Δ 0,01	+49,26° +49,25° Δ 0,01

	6000 BC Orion Solex 12.16	6000 BC Orion CdC	6000 BC Orion UrukFSP
Achernar	-71,90° --71,89° Δ 0,01	-71,90° '-71,896°	-71,90° '-71,896°
Acrux	-29,41° -29,40° Δ 0,01	-29,41° '-29,405° Δ 0,005	-29,41° '-29,405° Δ 0,005
Aldebaran	-20,99° -20,99°	-20,99° '-20,992°	-20,99° '-21,000° Δ 0,01
Alioth	+65,88° +65,88°	+65,88° '+65,882°	+65,88° '+65,881°
Alkaid	+73,47° +73,47°	+73,47° +73,467°	+73,47° +73,468°
Alnilam	-34,02° -34,02°	-34,02° -34,023°	-34,02° -34,023°
Alnitak	-34,25°! -34,25°	-34,25°! -34,254°	-34,25°! -34,254°
Altair	+22,87° +22,86° Δ 0,01	+22,87° +22,866°	+22,87° +22,868°
Antares	+11,92° +11,93° Δ 0,01	+11,92° +11,922°	+11,92° +11,922°
Arcturus	+60,04° +60,04°	+60,04° +60,036°	+60,04° +60,053° Δ 0,013

Betelgeuse	-24,29° -24,29°	-24,29° -24,290°	-24,29° -24,290°
Canopus	-63,76° -63,76°	-63,76° -63,762°	-63,76° -63,762°
Capella	+10,14° +10,14°	+10,14° +10,139°	+10,14° +10,124° Δ 0,016
Deneb	+40,37° +40,36° Δ 0,01	+40,37° +40,371°	+40,37° +40,371°
Dubhe	+53,24° +53,24°	+53,24° +53,236°	+53,24° +53,236°
Hadar	-22,39° -22,38° Δ 0,01	-22,39° -22,390°	-22,39° -22,390°
Mintaka	-33,60° -33,60°	-33,60° -33,596°	-33,60° -33,596°
Procyon	-10°,42° -10,42°	-10°,42° -10,420°	-10°,42° -10,409° Δ 0,011
Rigel	-42,56° -42,56°	-42,56° -42,557°	-42,56° -42,557°
Sirius	-35,98° -35,99° Δ 0,01	-35,98° -35,978°	-35,98° -35,949° Δ 0,031
Spica	+22,37° +22,38°	+22,37° +22,367°	+22,37° +22,367°
Thuban	+72,22° +72,22°	+72,22° +72,220°	+72,22° +72,213° Δ 0,007
Alpha Cent. A	-21,61° -21,64° Δ 0,03	-21,61°	-21,61°
Vega	+55,74° +55,74°	+55,74° +55,745°	+55,74° +55,744°

	8000 BC Orion Solex 12.16	8000 BC Orion CdC	8000 BC Orion UrukFSP
Achernar	-60,56° -60,57° Δ 0,01	-60,56° -60,561°	-60,56° -60,562°
Acrux	-28,06° -28,04° Δ 0,02	-28,06° -28,053° Δ 0,007	-28,06° -28,053° Δ 0,007
Aldebaran	-28,16° -28,16°	-28,16° -28,161°	-28,16° -28,175°
Alioth	+54,49° +54,50° Δ 0,01	+54,49° +54,495°	+54,49° +54,494°
Alkaid	+62,62° +62,64° Δ 0,02	+62,62° +62,625°	+62,62° +62,628° Δ 0,008
Alnilam	-44,03° -44,03°	-44,03° -44,034°	-44,03° -44,034°
Alnitak	-44,42° -44,42°	-44,42° -44,421°	-44,42° -44,421°
Altair	+34,05° +34,03° Δ 0,02	+34,05° +34,045° Δ 0,005	+34,05° +34,051°
Antares	+18,85° +18,86° Δ 0,01	+18,85° +18,853°	+18,85° +18,853°
Arcturus	+58,31° +58,32° Δ 0,01	+58,31° +58,306°	+58,31° +58,332° Δ 0,022
Betelgeuse	-34,47° -34,46° Δ 0,01	-34,47° -34,465° Δ 0,0005	-34,47° -34,465° Δ 0,005
Canopus	-69,83° -69,82° Δ 0,01	-69,83° -69,835°	-69,83° -69,834°
Capella	+2,53° +2,53°	+2,53° +2,529°	+2,53° +2,505° Δ 0,025
Deneb	+46,76° +46,75° Δ 0,01	+46,76° +46,765°	+46,76° +46,765°
Dubhe	+42,42° +42,44° Δ 0,02	+42,42° +42,421°	+42,42° +42,422°
Hadar	-19,20° -19,18° Δ 0,02	-19,20° -19,197°	-19,20° -19,197°
Mintaka	-43,45° -43,45°	-43,45° -43,450°	-43,45° -43,450°
Procyon	-21,07° -21,06° Δ 0,01	-21,07° -21,067°	-21,07° -21,051° Δ 0,019
Rigel	-52,18° -52,17° Δ 0,01	-52,18° -52,176°	-52,18° -52,176°
Sirius	-46,61° -46,63° Δ 0,02	-46,61° -46,614°	-46,61° -46,568° Δ 0,042
Spica	+20,35° +20,36° Δ 0,01	+20,35° +20,364° Δ 0,014	+20,35° +20,346°
Thuban	+62,06° +62,07° Δ 0,01	+62,06° +62,059°	+62,06° +62,054° Δ 0,006
Alpha Cent. A	-15,82° -15,90° Δ 0,008	-15,82°	-15,82°
Vega	+65,93° +65,91° Δ 0,02	+65,93° +65,925° Δ 0,005	+65,93° +65,928°

	10000 BC Orion Solex 12.16	10000 BC Orion CdC	10000 BC Orion UrukFSP
Achernar	-50,25° -50,25°	-50,25° -50,247°	-50,25° -50,248°
Acrux	-30,37° -30,34° Δ 0,03	-30,37° -30,359° Δ 0,011	-30,37° -30,359° Δ 0,011
Aldebaran	-30,01° -30,02° Δ 0,01	-30,01° -30,006°	-30,01° -30,027° Δ 0,017
Alioth	+44,07° +44,08° Δ 0,01	+44,07° +44,069°	+44,07° +44,067°
Alkaid	+51,56° +51,57° Δ 0,01	+51,56° +51,562°	+51,56° +51,564°
Alnilam	-49,68° -49,69° Δ 0,01	-49,68° -49,683°	-49,68° -49,683°
Alnitak	-50,38° -50,39° Δ 0,01	-50,38° -50,381°	-50,38° -50,381°
Altair	+44,96° +44,95° Δ 0,01	+44,96° +44,959°	+44,96° +44,959°
Antares	+20,75° +20,76° Δ 0,01	+20,75° +20,75°	+20,75° +20,750°
Arcturus	+50,26° +50,28° Δ 0,02	+50,26° +50,263°	+50,26° +50,298° Δ 0,038
Betelgeuse	-40,80° -40,81° Δ 0,01	-40,80° -40,801°	-40,80° -40,801°
Canopus	-75,51° -75,49° Δ 0,02	-75,51° -75,507°	-75,51° -75,507°
Capella	-1,00° -1,00°	-1,00° -0,994°	-1,00° -1,032° Δ 0,032
Deneb	+55,46° +55,44° Δ 0,02	+55,46° +55,459°	+55,46° +55,459°
Dubhe	+33,38° +33,39° Δ 0,01	+33,38° +33,382°	+33,38° +33,383°
Hadar	-20,05° -20,03° Δ 0,02	-20,05° -20,054°	-20,05° -20,054°
Mintaka	-48,80° -48,82° Δ 0,02	-48,80° -48,805°	-48,80° -48,805°
Procyon	-30,58° -30,57° Δ 0,01	-30,58° -30,572° Δ 0,008	-30,58° -30,548° Δ 0,032
Rigel	-56,55° -56,56° Δ 0,01	-56,55° -56,548°	-56,55° -56,548°
Sirius	-56,05° -56,09° Δ 0,04	-56,05° -56,053°	-56,05° -55,985° Δ 0,065
Spica	+13,29° +13,31° Δ 0,02	+13,29° +13,29°	+13,29° +13,290°
Thuban	+53,31° +53,32° Δ 0,01	+53,31° +53,314°	+53,31° +53,311°
Alpha Cent. A	-13,51° -13,67° Δ 0,16	-13,51°	-13,51°
Vega	+77,17° +77,15° Δ 0,02	+77,17° +77,169°	+77,17° +77,176° Δ 0,006

Tabella 2.

Le verifiche effettuate hanno messo in evidenza anche l'impossibilità, con i software testati, di ottenere calcoli esatti (o anche solo accettabili) per le stelle doppie o plurime effettuandoli su una delle componenti del sistema anziché sul suo baricentro. È stato il caso della tripla α Centauri, della quale tutti i software testati separavano anche di molti gradi nel corso del tempo la componente A (Rigel Centauri) dalla componente B (Toliman), che invece non possono distare mai più di 22" per effetto dell'attrazione gravitazionale. In questi casi è indispensabile (ma lo sarebbe per ogni gruppo di stelle gravitazionalmente legate) studiare il moto proprio del loro baricentro, cosa che ben pochi software fanno (fra questi pochi *UrukFSP* nell'ultima versione). Nel caso di *Solex*, che non tiene conto del baricentro ma solo di ciascuna stella, dopo alcune migliaia di anni Rigel Centauri e Toliman arrivano a distare parecchi gradi l'una dall'altra, mentre nella realtà non distano mai più di 22" d'arco. Nel caso in cui un software non esegua i suoi calcoli sul baricentro del sistema di stelle, non c'è altra possibilità che considerare inattendibili i suoi risultati.

Con *Solex 12.16* e *Cartes du Ciel 4.2.1* (usata da Agostino Frosini) è stato possibile fare verifiche fino a 100000 a.C. ottenendo divergenze massime di 1° - 2°. In particolare sulle coordinate di Sirio (senza tenere conto del baricentro del sistema A e B) negli anni 66270 e

93830 d.C. in cui, secondo *Meeus 2009*, cap. 66, pp. 356; 362-363 (che, a sua volta, riprende ed amplia il lavoro di *Bourtembourg 2008*) α Canis Majoris sarà una stella polare australe distante circa 2° dal Polo Sud. Nella tabella 3 sono riportate le declinazioni e le distanze polari di Sirio nel 66270 d.C. e nel 93830 d.C. secondo *Cartes du Ciel 4.2.1*, *Solex 12.16*, *Meeus 2009*. Si è riportata anche la declinazione secondo *FK5 J2000* (Effemeridi Secolari) per mostrare quanto siano inconsistenti i suoi risultati dopo il 12000 a.C.

anno d.C.	Cartes du Ciel 4.2.1	Solex 12.16	FK5 J2000 (Effemeridi Secolari)	Distanza polare (Meeus 2009)	Magnitudine Apparente (Meeus 2009)
66270	-87°07'47,9"	-88°21'12,3"	+10°35'17,8"	1,6°	-1,6
93830	-88°39'01,7"	-87°28'37,1"	+18°33'45,7"	2,3°	-1,5

Tabella 3. Sirio stella polare australe!

Grazie all'assenza virtuale di limiti temporali in *Solex 12.16* è stato possibile andare oltre il 100000 a.C. e "verificare" le coordinate di alcune stelle riportate in *Bourtembourg 2008* fino a quasi ± 5000000 di anni dal J2000.

Nel 447891 a.C. (JD-161870764,5⁵⁰) secondo *Bourtembourg 2008*, p. 170, Capella e Aldebaran formarono una doppia stella polare boreale trovandosi a circa 2° di distanza reciproca ed a meno di 3° dal polo celeste nord (figure 1 e 2).

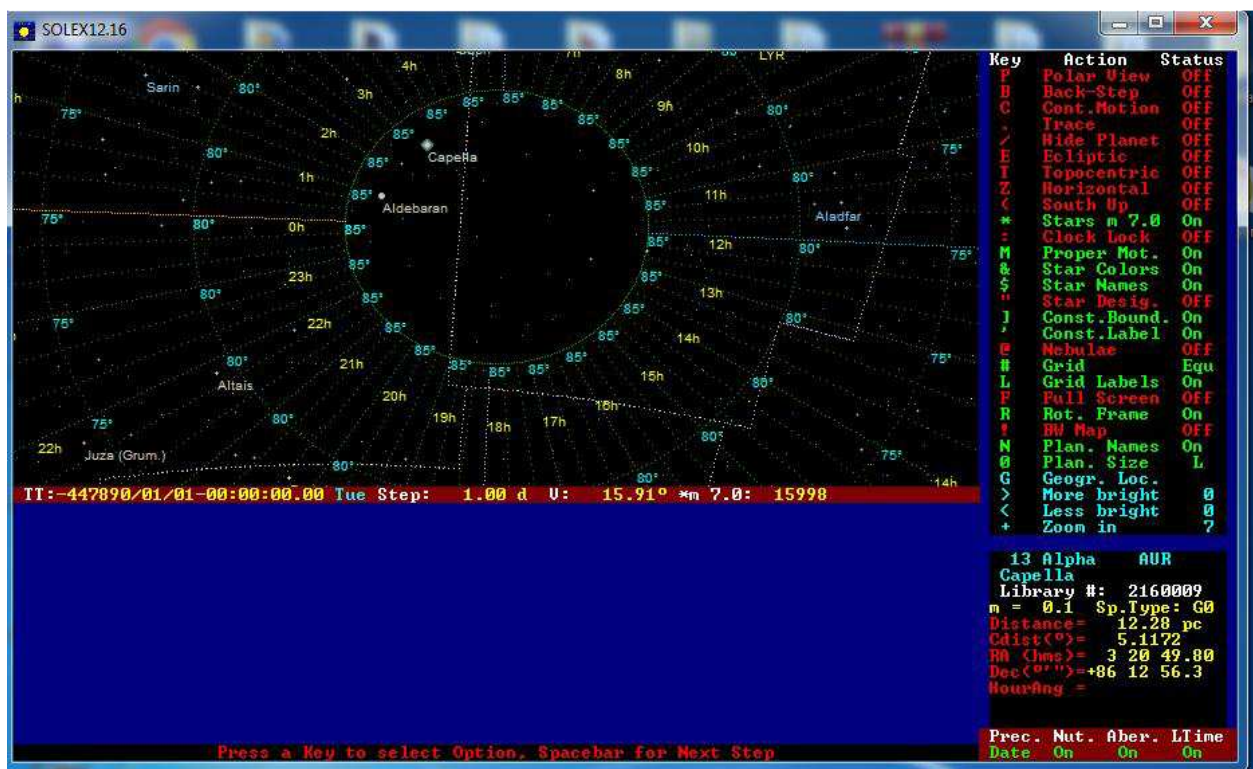


Figura 1. Capella.

⁵⁰ Per convenzione e si è adottata la data del 01 gennaio di tutti gli anni citati (sempre senza giorno e senza mese) da Bourtembourg.

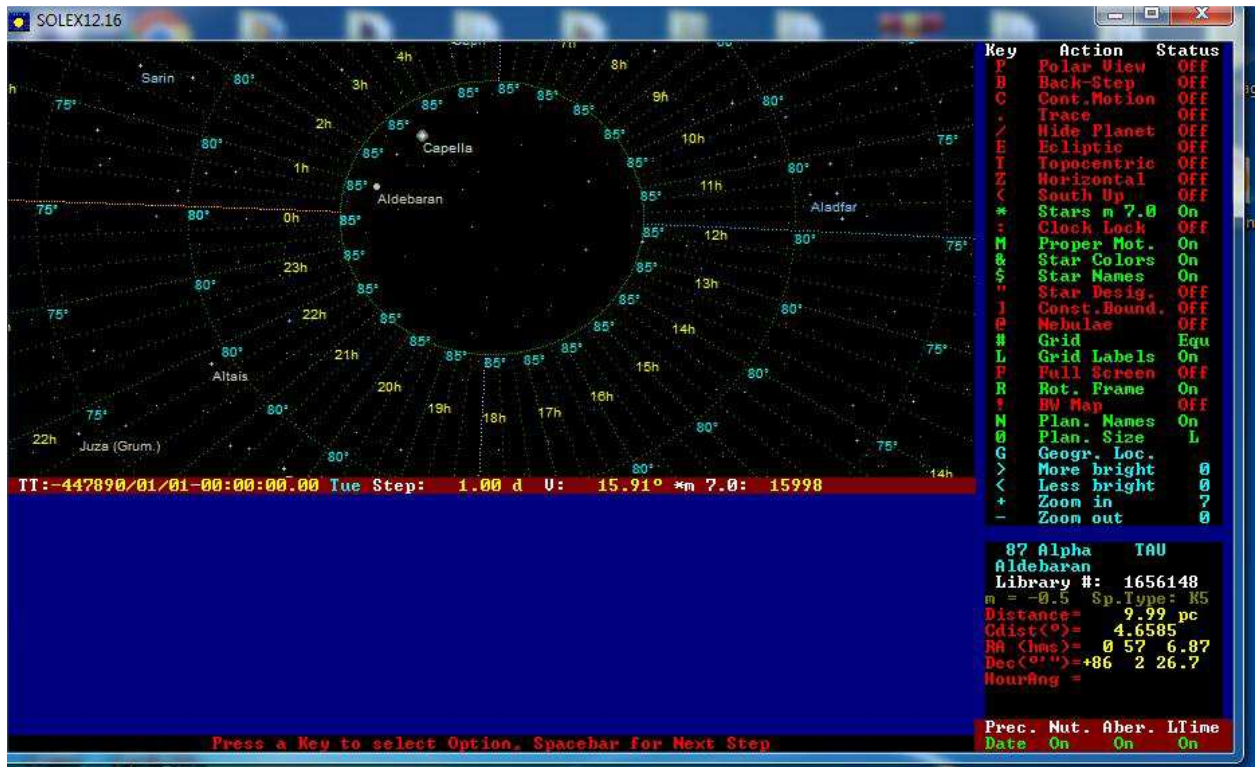


Figura 2. Aldebaran.

Solex 12.16 ha restituito i risultati riportati in [tabella 4](#). Utilizzando la formula 17.1 di *Astronomical Algorithms* (Meeus 1998 – 2005) la separazione angolare tra le due stelle è risultata di $2^{\circ}23'32,94''$. *Solex 12.16* ha calcolato in modalità automatica il Δt in -647164946,7 secondi di tempo al JD 161870764,5.

	Declinazione	Latitudine eclittica	Distanza polare	Magnitudine
Capella	+86°12'56,3''	+63°10'30,1''	3,1820°	+0,1
Aldebaran	+86°02'26,7''	+64°55'53,0''	3,4303°	-0,5

Tabella 4. Capella e Aldebaran nel 447891 a.C., secondo *Solex 12.16*.

Come si vede, la differenza tra i risultati della separazione angolare e la distanza polare ottenuti da Bourtembourg (declinazione e longitudine eclittica non sono da lui date) e *Solex 12.16* sono modeste.

Un secondo confronto è stato fatto per la posizione di Eltanin (γ Draconis) nell'anno 2083470 d.C. (JD 762693216.5) Secondo *Bourtembourg 2008* la stella, con una magnitudine di +0,1, passerà a soli 49' dal polo nord. Secondo *Solex 12.16* essa, con magnitudine +0,1, avrà una declinazione di $-81^{\circ}09'24,6''$, quindi molto maggiore della distanza polare calcolata da Bourtembourg ([figura 3](#)). Ma Vitagliano, nella sua mail del 01/05/2024, mi scrisse a proposito: <Ho controllato Eltanin all'anno 2083470 d.C. e sia la vecchia versione della precessione che la nuova si discostano di parecchi gradi (anzi, la nuova ancora di più). Tuttavia la distanza in parsec coincide con quella riportata da Bourtembourg (se l'avevi citata correttamente in 17.57 psc contro i 45.2 attuali – viaggiano queste stelle...). Ne deduco che la discrepanza non è dovuta

ai moti propri ma alla precessione diversamente calcolata, ed infatti io per i moti propri nel 2011 seguì proprio le segnalazioni di Bourtembourg sul catalogo e l'algoritmo da adottare. In particolare con la "nuova" precessione, arrivo con Eltanin a 52" dal Polo Sud due millenni dopo, nel 2 085 660 d.C. Proverò a vedere cosa succede aggiungendo o togliendo la correzione di Vondrak, così magari capisco anche cosa può aver fatto Bourtembourg>.

Quindi Vitagliano, con gli aggiornamenti che si propone di fare a *Solex*, ottiene una distanza polare di Eltanin dal Polo Sud sovrapponibile a quella ottenuta da Bourtembourg. Che, ricordiamolo, scrive a p. 165 del suo citato articolo: <Le catalogue stellaire utilisé est le SKY2000 qui est une compilation des catalogues astrométriques les plus récents (dont Hipparcos). La Théorie de la précession utilisée est La2004 (une comparaison entre La93 et La2004 a été effectuée et les différences étaient négligeables dans l'intervalle de temps considéré)>.

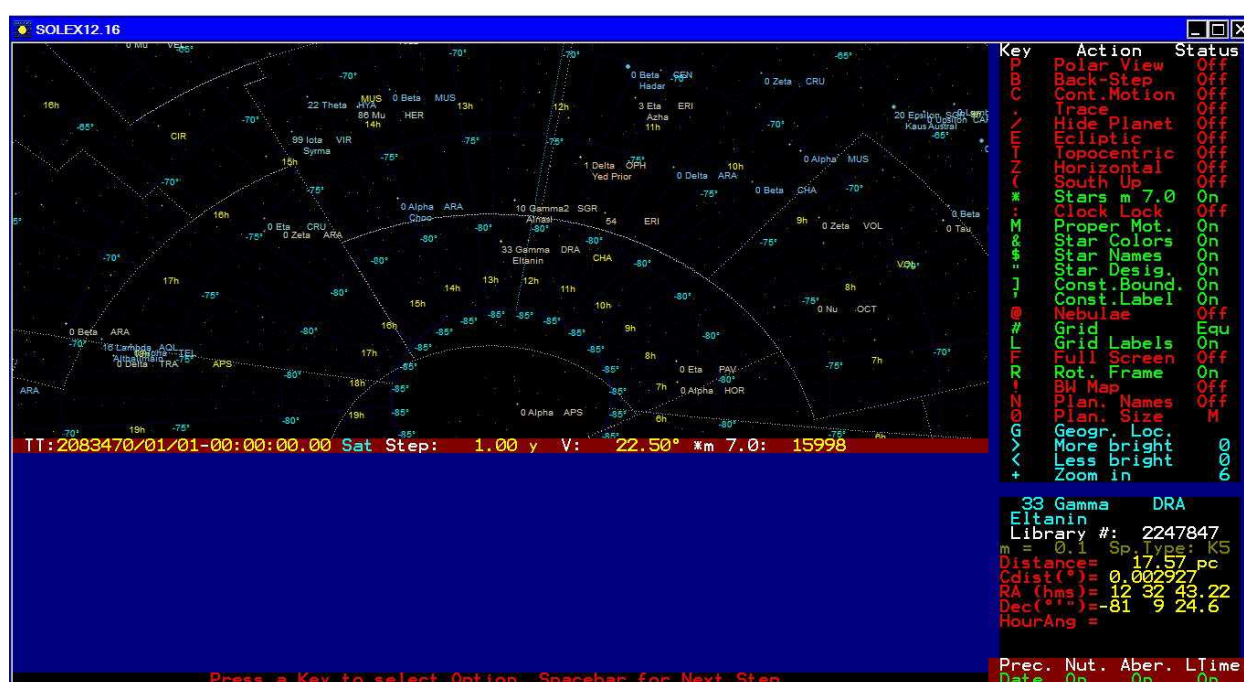


Figura 3. Eltanin nel 2083471/01/01 d.C. secondo Solex 12.16.

Veniamo infine alla comparazione delle coordinate di ν Puppis (attualmente stella australe). Negli anni 4871151 a.C. (JD -1777466479,5) e 4924260 a.C. (JD -1796864907,5) essa fu una stella polare boreale (figure 4 e 5) e passò, secondo Bourtembourg, a meno di 2° dal Polo Nord. *Solex 12.16* restituisce i valori riportati in tabella 5.

Anno a. C.	Declinazione	Latitudine eclittica	magnitudine	Distanza in parsec
4871151	+47°14'09,2"	+65°04'07,9"	-1,3	16,43
4924260	+55°38'06,8"	+68°31'55,0"	-1,2	17,57

Tabella 5. ν Puppis secondo Solex 12.16.

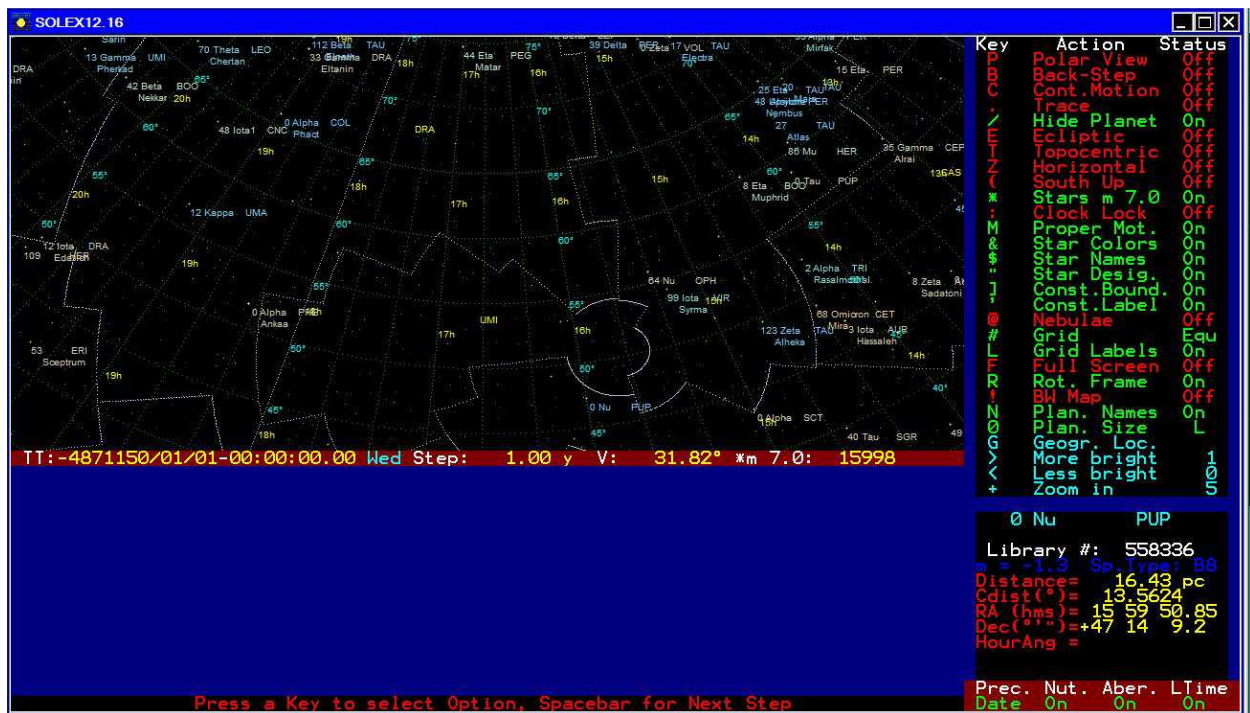


Figura 4. v Puppis nel 4871151/01/01 a.C. secondo Solex 12.16.

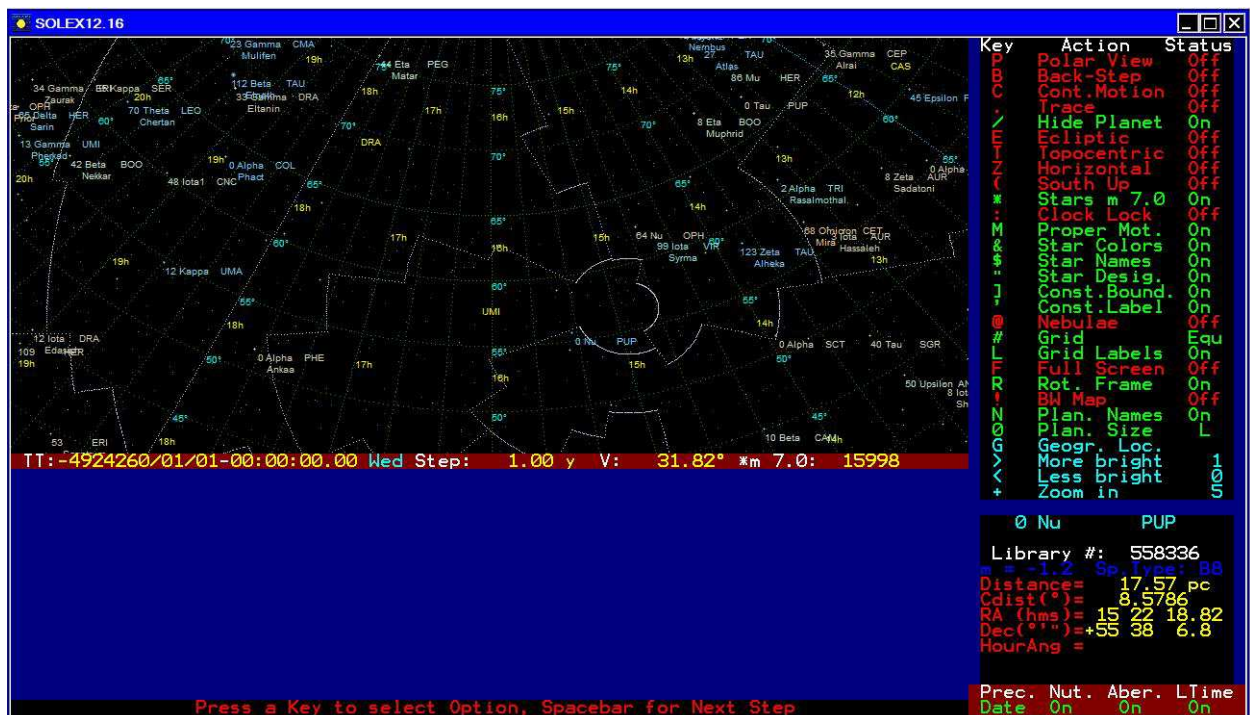


Figura 5. v Puppis nel 4924261/01/01 a.C. secondo Solex 12.16.

A distanza di oltre 4,5 milioni di anni le differenze tra Bourtembourg e Solex sono radicali. Bourtembourg stesso scrive in proposito a p. 170: <La précision de son mouvement propre sur un aussi long intervalle de temps (presque 5 million d'années) n'est cependant pas garanti eau degré pres...>. Noi aggiungiamo che anche il calcolo del moto precessionale quasi sicuramente introduce grossi errori a così grandi distanze di tempo.

Al momento attuale, le conclusioni che si possono trarre sono le seguenti:

- 1) Solo alcuni algoritmi e software mostrano di convergere e quindi hanno una maggiore probabilità di restituire misure vicine al vero;
- 2) Questa convergenza/esattezza si ha sicuramente fino a circa $\pm 10\,000 - 12\,000$ anni dal J2000.0;
- 3) Tale convergenza/esattezza si estende con grande probabilità fino a $\pm 100\,000$ anni dal J2000.0;
- 4) In teoria, grazie agli algoritmi precessionali di *Vondrak, Capitaine, Wallace 2011 e 2012* e ai dati di *Hipparcos* e *Gaia* si dovrebbero ottenere precise coordinate stellari fino a $\pm 200\,000$ anni dal J2000.0;
- 5) I soli *Solex 12.16* e *Bourtembourg* hanno mostrato di convergere “abbastanza” fino a \pm mezzo milione di anni e in misura molto più incerta fino a ± 2000000 dal J2000.0. Oltre questa data sembrano divergere nettamente⁵¹.

Queste misure/calcoli, “tirate” fino a circa ± 5000000 di anni, hanno solo lo scopo di testare algoritmi e software fino a individuare il loro “punto di divergenza” o, sarebbe più giusto dire, “di rottura”.

Dal punto di vista archeologico, invece, il loro livello di comfort è decisamente maggiore. Attualmente il più antico monumento oggetto di indagine archeoastronomica è Gobekli-Tepe, che, essendo datato al 10000 a.C., giace ben entro lo scarto di affidabilità dei software da noi provati (*Cartes du Ciel*, *UrukFSP*, *Solex*, *U_Astronomy* e perfino *FK5 J2000.0!*). Ma anche l'età dei manufatti preistorici più antichi ad oggi noti – pitture rupestri nelle grotte indonesiane di Sulawesi, risalenti a circa 45000 anni BP (Before Present, prima del presente), e pitture rupestri nella grotta francese di Chauvet, datate al 36000 BP – rientrano nel margine di buona affidabilità dei ± 100000 anni dal J2000.0 mostrato dalla convergenza dei risultati di *Cartes du Ciel* e *Solex*. Ma ben difficilmente saranno oggetto di indagine archeoastronomica in quanto sembrano presentare scene di caccia piuttosto che rappresentazioni, totali o parziali, del cielo di allora. Si noti che, anche qualora s'intravedesse in tali pitture rappresentazioni del cielo (come pare sia accaduto a Lascaux), queste sarebbero comunque state fatte “ad occhio” e non certo con l'ausilio di strumenti di misura; per di più entrando ed uscendo continuamente dalla grotta. Conterrebbero quindi errori intrinseci di distanze angolari probabilmente ben superiori ai nostri errori di calcolo astronomico.

Infine, i manufatti ad oggi più antichi considerati di cultura spirituale/intellettuale (cioè non materiale, come sono invece gli strumenti litici) sono sì databili a 150000 - 170000 anni BP, ma si tratta di semplici macchie di ocre rossa spalmata su supporti quali gusci di uova, materiali lapidei, ecc., e quindi d'interesse e possibilità di studio archeoastronomici nulli.

Possiamo quindi concludere che gli algoritmi ed i software migliori di cui disponiamo oggi possono calcolare in tutta affidabilità le coordinate delle stelle singole⁵² entro i tempi archeologici risalenti all'inizio del Paleolitico Superiore (circa 50000 anni fa)⁵³.

⁵¹ Del resto *Solex 12.16* è l'unico che, al momento in cui questo articolo viene scritto, è stato testato per tempi così remoti.

⁵² Per i gruppi di stelle legate tra loro dalla gravitazione occorre usare il baricentro del gruppo.

⁵³ La cosa migliore è usarne più di uno e comparare i risultati.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano l'ALSSA (Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici), la SIA (Società Italiana di Archeoastronomia), i membri del Gruppo di Lavoro SIA SW GW (vedi nota n. 1), Walter Ferreri, Elio Antonello e tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione di questo studio.

BIBLIOGRAFIA

BOURTEMBourg René, 2008, *Les Etoiles Polaires au Fil de Temps...*, Ciel et Terre, vol. 124, n. 6, nov.-déc.

CODEBÒ Mario, 2011, *Il Calcolo FK4 B1950.0 della precessione delle stelle*, Atti del XIII Seminario ALSSA, Genova.

CODEBÒ Mario, 2012, *Il calcolo FK4 B1900 della precessione delle stelle*, Atti del XIV Seminario ALSSA, Genova.

DE LORENZIS . OROFINO V., 2018, *Comparison of Astronomical Software Programs for Aecheoastronomical Applications*, Astronomy and Computing, 25, pp. 118-132.

MEEUS Jean, 1988, *Astronomical Formulae for Calculators*; Willmann-Bell, Richmond, Virginia, USA.

MEEUS Jean, 1990, *Astronomia con il computer*, Hoepli, Milano.

MEEUS Jean, 1998-2005, *Astronomical Algorithms*, Willmann-Bell, Richmond, Virginia, USA.

MEEUS Jean, 2009, *Mathematical Astronomy Morsels V*, Willmann-Bell, Richmond, Virginia, USA.

MEEUS Jean, 2014, *Calculus Astronomique à l'usage des amateurs*, Société Astronomique de France, Paris, France.

VITAGLIANO Aldo, 2018, *Solex 12.1 User Manual and Technical Notes*, www.solexorb.it

VONDRÀK J - CAPITAINE N. - WALLACE P., 2011, *New Precession Expressions, Valid for Long Time Intervals*, Astronomy & Astrophysics, 534, A22.

VONDRÀK J - CAPITAINE N. - WALLACE P., 2012, *New Precession Expressions, Valid for Long Time Intervals (Corrigendum)*, Astronomy & Astrophysics, 541, C1.

Questioni di metodo in Archeoastronomia e Astronomia culturale. Note antropologiche

Domenico Ienna

(1953) Già “Sapienza Università di Roma, SIA - Società Italiana di Archeoastronomia, SIAC - Società Italiana di Antropologia Culturale

Riassunto

Dopo notevoli progressi e tanti risultati conseguiti negli ultimi decenni nel nostro Paese e nel mondo, opportune motivazioni richiedono che l'Archeoastronomia – al di là di convenzioni accademiche e inevitabili criticità uno dei più proficui terreni d'incontro tra discipline tecnico-scientifiche e umanistiche – analizzi di nuovo compiutamente come e cosa hanno prodotto/stanno producendo i suoi vari percorsi di ricerca. Giusto evidenziare allora in merito le opportunità che la riflessione antropologico-culturale – tra le più attrezzate ad analizzare sia l'Uomo che fa scienza sia le strutture della stessa – può apportare alla disciplina interessata, ricevendo in cambio nel contempo ottime articolate situazioni di 'studio'. Inoltre, il presente contributo costituisce lo sviluppo d'un tema specifico che riguarda il § 2.3.3 *L'Antropologia per rilevamento in eventi e manufatti di dinamiche generali di cultura*, e in parte anche il successivo § 2.3.4 *Antropologia e interpretazione del Cosmo: sistemi di relazione Terra-Cielo*.

Parole chiave: Archeoastronomia, Astronomia culturale, Storia della Scienza, Filosofia della Scienza.

Abstract

After remarkable progress and many results achieved during the last decades in our country and in the world, appropriate reasons request that archaeoastronomy – which is beyond academic agreements and unavoidable critical issues one of the most advantageous meeting grounds between technical-scientific and humanistic disciplines – could analyze again completely how and what produced/are producing its various ways of research. Then it is right to make evident about this the opportunities that the anthropological-cultural reflection - between the most equipped to analyze both the Man who makes science and the structures of the science - can bring to the concerned discipline, receiving in exchange at the same time excellent articulated “study” situations. Furthermore, this paper constitutes the expansion of a specific topic that concerns § 2.3.3 *The Role of Anthropology in Detecting General Dynamics of Culture in Events and Artifacts*, and in part also the subsequent § 2.3.4 *Anthropology and Interpretation of the Cosmos: Earth-Sky Relationship Systems*.

Keywords: Archeoastronomy, Cultural Astronomy, Cognitive Anthropology, Ethnoscience

1. Il metodo scientifico⁵⁴

Per chi fa ricerca scientifica vero tesoro – oltre a disponibilità di buoni strumenti e dati d’osservazione – è rappresentato da specifici metodi d’indagine approntati al riguardo, suscettibili certo di correzioni, integrazioni e aggiornamenti continui.

Con ‘**metodo scientifico**’ si designa sia ogni orientamento di ricerca come ‘**indagine**’, ‘**dottrina**’ (‘metodo sperimentale’), sia una **tecnica particolare** che porti a validi risultati (‘metodo sillogistico’). In realtà, un medesimo procedimento può essere considerato da un punto di vista ‘Metodo’ e da un altro ‘Dottrina’. Se in Platone e Aristotele sono rinvenibili entrambi i significati, nell’uso moderno e contemporaneo a imporsi è soprattutto, invece, la seconda accezione. Dopo tappe fondamentali nell’elaborazione del concetto [contributi di Bernardino Telesio (1509-1588), Francis Bacon (1561-1626), Galileo Galilei (1564-1642), René Descartes 1596-1650)⁵⁵, Isaac Newton (1643-1727)], più recentemente l’attenzione filosofica s’è venuta a concentrare sulla possibilità stessa di rendere legittimo un ‘metodo scientifico’. Affermata la rilevanza di tale concetto in epistemologie empiristiche [verificazionismo (Positivismo logico, Wiener Kreis) e falsificazionismo (Karl Popper, 1902-1994)], l’accezione tradizionale viene a perdere infatti credibilità nel Post-Positivismo tanto che Paul Karl Feyerabend (1924-1994) contesta proprio la pretesa di processo ‘unico e universale’ fondato su razionalità umana non storicizzata, a favore di procedimenti di volta in volta predisposti invece secondo esigenze della ricerca⁵⁶. Particolare infine la posizione ‘estetica’ di Paul Dirac (1902-1984) che promuove – prima di requisiti quali ‘semplicità’ e accordo con le osservazioni – proprio il criterio di bellezza (matematica) come metodo scientifico di ricerca della verità⁵⁷.

2. Ripensare l’Archeoastronomia

Dopo notevoli progressi e tanti risultati conseguiti negli ultimi decenni nel nostro Paese e nel mondo, opportune motivazioni richiedono che l’Archeoastronomia - al di là di convenzioni accademiche, uno dei più proficui terreni d’incontro tra discipline tecnico-scientifiche e umanistiche – analizzi di nuovo compiutamente come e cosa hanno prodotto/stanno producendo i suoi vari e articolati percorsi di ricerca; al fine di non rendere così, ancora necessaria al riguardo, la parodia-stimolo d’una famosa espressione politica nostrana “*Fatta l’Archeoastronomia, bisogna fare gli archeoastronomi*”!⁵⁸

2.1 Criticità della/nella Archeoastronomia

Le criticità rilevate nel percorso storico dell’Archeoastronomia – riassumibili essenzialmente come **non sempre ‘chiari e distinti’ indagini e progetti** – sembrano dipendere da varie ragioni, sinteticamente qui riportate.

⁵⁴ Abbagnano 2006, pp. 646-647.

⁵⁵ *Discours de la méthode* (1637); *Meditationes de prima philosophia* (1641), *Principia philosophiae* (1644).

⁵⁶ *Against Method. Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge* (1975).

⁵⁷ Dirac 2019, pp. 63 e 4a di cop.

⁵⁸ Riferimento alla famosa battuta attribuita a Massimo d’Azeglio (in realtà di Ferdinando Martini) dopo l’Unità d’Italia: “Fatta l’Italia, occorre fare gli Italiani”.

A) Relativamente recente strutturazione come disciplina ‘compiuta’ (complessità di studi raggiunta, cattedre accademiche istituite⁵⁹...).

B) Ambivalenza d’attenzione ricevuta **da ambiti e personalità accademici** nel tempo: da un lato diffidenza - più che per ragioni d’essere della disciplina stessa – a causa di problematiche frequentazioni di contenuti e forme nei contributi prodotti; dall’altro acritiche condiscendenze di troppo, rivolte proprio – pur se da contesti diversi - verso tali discutibili percorsi interpretativi.

C) Difficoltà – da parte d’Istituzioni interessate – **a sostenere la ricerca** a fronte di particolarità/complessità delle indagini specifiche: così che gran parte di esse risulta effettuata da ricercatori indipendenti, con esperienze (anche buone) acquisite direttamente ‘sul campo’.

D) Necessità d’utilizzare in modo più corretto/compiuto vari strumenti scientifici, tra cui: **comparazione** fra teatri d’osservazione o manufatti (in Archeoastronomia) e credenze o ritualità (in Astronomia culturale); **rilevazione e comprensione** di motivazioni/logiche/simbologie riguardanti gli ‘oggetti’ materiali/intellettuali in esame; **valutazione critica dei contributi** prodotti [dedicare maggiore attenzione soprattutto a queste caratterizzazioni: eccessive vastità/vaghezza d’argomenti privi di (sufficienti) ancoraggi documentali⁶⁰ o di ‘campo’; penurie/aporie di fonti (o non adeguate analisi relative) trasformate con ‘sovraccarichi di senso’ in misteri della Storia (troppo frequenti soluzioni-scorciatoia, con ‘suggestivi’ riferimenti soprannaturali, esoterici o sacrali...)⁶¹].

E questo perché Archeoastronomia e Astronomia culturale – proprio perché potenzialmente capaci di ampiezza d’orizzonti e applicazioni privilegiate di ricerca – possono rimanere esposte a **rischi metodologici**, come passate/recenti **derive ipertecnicistiche** (precipuo interesse per i modelli esplicativi adottati più che per dialoghi di questi con il reale) **o non razionali** (condizionamenti di matrice antroposofica, teosofica, discutibilmente olistica, fideistica o esoterica) nonché **confusioni interpretative** (coesistenza di più ‘letture’ prodotte, nel tempo, in discipline di supporto⁶²) vanno purtroppo senza dubbio a confermare.

2.2 Contrasti alle criticità e soluzioni con promozione di dialogo

A fronte delle criticità rilevate, necessario promuovere azioni di contrasto ma pure costruttive al riguardo, come:

I) Stimolare gli studiosi di diversi profili che afferiscono/ritengono d’afferire al settore interessato di **curare** – in quanto a contenuti – **almeno due ambiti diversi di cultura**⁶³: per poter effettuare così opportune comparazioni, evitando assolutizzazioni di prospettiva grave inciampo per la ricerca.

⁵⁹ Morellato 2011.

⁶⁰ “La mancanza pressoché totale di una documentazione storicamente attendibile non solo favorisce la soggettività delle interpretazioni, ma dà a ogni teoria una base approssimativa e precaria” (Bernardi 1987, p. 182).

⁶¹ Ferrara 2021, pp. 173 e 176.

⁶² Ad esempio “L’archeologia, specialmente quella ‘paleo’, non è una “scienza statica, va con i tempi, va con il vento intellettuale del momento” (Ferrara 2021, p. 46).

⁶³ Edward E. Evans-Pritchard: “uno studio di una seconda società è desiderabile, perché altrimenti un antropologo [ma anche un archeoastronomo] diventa incline a pensare per il resto della vita [...] in termini di un particolare tipo di società” (Bernardi, pp. 118-119).

II) Riguardo poi a strumenti/metodi d'indagine, promuovere maggiori **confronti tra ricercatori**, a evitare esclusivi specchiamenti acritici d'ognuno nel proprio percorso (ulteriore limite a progressi di disciplina).

III) In quanto a **formazione essenziale di base**, stimolare l'integrazione proficua (per quanto occorre) di corredi disciplinari quali Astronomia di posizione, Softwares astronomici, Antropologia fisica, Antropologia culturale/Etnoastronomia, Storia, Archeologia, Architettura dell'Antichità, Topografia, Geoarcheologia⁶⁴ e Statistica. È circostanza consueta infatti, se non necessaria, che sia uno specifico **quesito astronomico/archeologico/antropologico**, ecc. a fare da **stimolo iniziale** a un'indagine d'interesse potenzialmente archeoastronomico. Tale 'input' si rivela però non sufficiente a raggiungere tale scopo da solo, in quanto è proprio l'apporto integrato dei corredi disciplinari di base a fornire non solo i vari concetti/strumenti necessari, ma soprattutto la **sensibilità archeoastronomica 'unitaria'** (oltre la mera sommatoria dei saperi coinvolti) capace di orientare e sostenere l'indagine intrapresa.

IV) È necessario **presidiare**, infine, **i più insidiabili snodi di ricerca** accennati, attivando comunque al riguardo non demonizzazioni/chiusure, ma aperture di dialogo scientifico tra discipline e ricercatori interessati.

2.3 Opportunità/vantaggi del rapporto tra Antropologia e Archeoastronomia/Astronomia culturale

Giusto evidenziare ora - dopo le criticità patite dell'Archeoastronomia – anche le opportunità che la riflessione antropologico-culturale⁶⁵ – può apportare alla disciplina o ricevere da essa.

2.3.1 L'Antropologia esercizio di dialogo tra cultura d'appartenenza e ambiti spazio-temporali diversi

L'ausilio dell'Antropologia – disciplina strutturalmente predisposta a favorire nel ricercatore **disponibilità e comprensione ideologico-esistenziale** – appare certo indispensabile per porsi in modo proficuo nei confronti d'oggetti di studio così legati al progettare dell'Uomo.

2.3.2 L'Antropologia guida a interdisciplinarietà e consilienza con altre scienze

Secondo beneficio, ausilio ed esperienze per superare dicotomie tra scienze e tecniche diverse, così da favorire la strutturazione dell'**Archeoastronomia** come **'arte' compiuta di vari saperi** (in linea con l'*iter* seguito da millenni in ambito medico). E ciò grazie al peculiare interesse dell'Antropologia C. per l' 'Anthropos' 'facitore di cultura che – coprendo evidentemente l'intera azione umana – non può non avvalersi “delle tecniche di ricerca elaborate dalle altre discipline, tanto nello stadio della raccolta [dati], quanto nello stadio dell'elaborazione analitica”⁶⁶ per comprendere credenze, ritualità, simbolismi e cultura materiale.

⁶⁴ Analisi di problemi archeologici con l'ausilio di strumenti di Scienze della Terra (*Gisotti 2021*).

⁶⁵ Oggetto dell'Antropologia è l'essere umano; quella fisica studia “le forme e le strutture del corpo”, la culturale invece “il significato e le strutture della vita dell'uomo, come espressione della sua attività mentale” (*Bernardi 1987*, p. 21).

⁶⁶ *Bernardi 1987*, p. 115.

La ricerca archeoastronomica avviene infatti attraverso ricostruzioni necessariamente antropologiche di ‘luoghi’/manufatti e riti/miti relativi che – effettuate con l’apporto di vari saperi di corredo⁶⁷ – guadagnano i frutti del fare ‘**consilienza**’: “efficace contaminazione tra modelli teorico-metodologici [...] diversi”⁶⁸, ma anche tra fonti indipendenti, per l’interpretazione di fenomeni oggetti di studio.

2.3.3 *L’Antropologia per rilevamento in eventi e manufatti di dinamiche generali di cultura*

Il terzo ‘*benefit*’ ricavabile da riflessione e contributi antropologici auspicati consiste in acquisizione di strumenti indispensabili a corrette interpretazioni d’attività umane. Tale guadagno si realizza ‘in primis’ con l’evidenziare la ‘dinamica interattiva’ dei **quattro fattori fondamentali che producono cultura**⁶⁹: l’azione cioè con cui ‘Anthropos’ (“l’uomo nella sua realtà individuale e personale”) – nel teatro di ‘Oikos’ (l’ambiente naturale in cui si trova ad operare, ma anche da lui costruito) e ‘Chrònos’ (il tempo relativo) – viene a partecipare del patrimonio materiale/immateriale collettivamente elaborato nell’‘Ethnos’ (contesto socio-culturale) di riferimento.

Tale processo si realizza attraverso la dialettica tra ‘**antropemi**’ “espressioni capillari della cultura, che risalgono all’intuizione inventiva di un individuo oppure radici della struttura culturale e sociale” ed ‘**etnemi**’, “antropemi costituiti in struttura, cioè articolati tra loro sistematicamente”. Da qui la funzione degli ‘etnemi’ complessi (aggregazione sociale, ordinamento politico, organizzazione economica, livello tecnologico, sistema magico-religioso, temperie artistica, ecc. nella costruzione/caratterizzazione di gruppi, comunità, civiltà e produzioni relative⁷⁰). Oltre a descrivere teatri e dinamiche generali di cultura, le discipline etnoantropologiche forniscono poi anche **strumenti specifici d’indagine** ad esempio **metodologici** (tipologie d’indagine: strutturalismo e funzionalismo⁷¹, molteplice/pluralità⁷², comparazione⁷³, lavoro ‘sul campo’, ecc.) e **lessicali/concettuali** (termini, espressioni descrittive). In tal modo l’analisi antropologica svela l’‘invenzione’ di ‘luoghi’/manufatti/riti/miti tra storia, cultura e ambiente⁷⁴, smontandoli e rimontandoli a fini di studio: “dalla ricostruzione puntuale di un ‘luogo’ [ma anche oggetto] viene individuato un nucleo di valori e di simboli, di un insieme rituale addensantisi attorno ad esso, e vengono tratteggiati spazi e ruoli specifici in una determinata area”⁷⁵.

⁶⁷ “Attraverso ricostruzioni siffatte abbiamo, spesso, una dilatazione dell’ambito tradizionale delle diverse discipline” (Luigi M. Lombardi Satriani, in *Rami Ceci* 2003, p. 11).

⁶⁸ “Prospettiva unitaria di conoscenza futura fra l’antropologia e le altre scienze” (3° convegno Società Italiana di Antropologia Culturale-SIAC; Roma, prima sessione 23.9.2021).

⁶⁹ Prima formulazione del concetto antropologico di ‘Cultura’ (*Edward B. Tylor, 1871*): “il complesso unitario che include la conoscenza, la credenza, l’arte, la morale, le leggi e ogni altra capacità e abitudine acquisita dall’uomo come membro della società” (*Bernardi* 1987, p. 26).

⁷⁰ *Bernardi* 1987, pp. 80-81.

⁷¹ “capire la realtà culturale e sociale nella sua struttura e funzione” (*Bernardi*, 1987 p. 182).

⁷² *Alberto Simonetti*, “Il molteplice come metodo, la pluralità come dimensione antropologica” (3° convegno SIAC; Roma, 23.9.2021).

⁷³ “La comparazione può essere fatta solo se gli elementi da mettere a confronto sono ben conosciuti [...]. Le antiche comparazioni dal raggio vastissimo, le antiche storie universali, non sono oggi più concepibili, non perché non sia necessaria una visione d’insieme comparativa e sintetica, ma perché si è troppo coscienti dell’insufficiente conoscenza degli aspetti particolari che consentono deduzioni generali e sintesi sicure” (*Bernardi* 1987, pp. 115-116).

⁷⁴ Secondo le intuizioni di Roy Wagner (*Rami Ceci* 2003, p. 79).

⁷⁵ Luigi M. Lombardi Satriani (*Rami Ceci* 2003, p. 11).

Evidente l'opportunità d'analizzare a tal fine contributi anche d'**Antropologia fisica**: resti umani e di animali frequentati (mummificazioni, fossili, ecc.) e relative modalità di ritrovamento (posture, abbigliamento, corredi, utensili, ecc.) in ambienti vari (insediamenti, luoghi sacri, necropoli), in grado di far luce su datazioni/collegamenti/comparazioni d'ambiti culturali di studio.

2.3.4 Antropologia e interpretazione del Cosmo: sistemi di relazione Terra-Cielo

Quarta acquisizione ricavabile dalla riflessione antropologica, quella d'elementi necessari alla ricostruzione/interpretazione d'ambiti mitopoietico-rituali riguardanti specificamente sistemi di relazione Terra-Cielo: mondi da scrivere e da leggere creati mediante l'**osservazione 'primaria'**⁷⁶ della volta celeste, con scopi pratici (misure di spazio e tempo) e cosmologico-culturali da individui/gruppi/culture in contesti di volta in volta definiti 'arcaici', 'primitivi' (!), 'folklorici'.

2.3.5 L'Antropologia per protezione ambientale e dei siti archeoastronomici in particolare

“L'antropologia dei siti arcaici [...] dovrà favorire un più corretto approccio alle strategie di riqualificazione ambientale e alle politiche culturali dei diversi paesi e potenziare il recupero delle tradizioni e dei saperi locali”⁷⁷.

2.3.6 L'Archeoastronomia per l'Antropologia

Ultimo (ma non ultimo) beneficio dal rapporto Antropologia Culturale-Archeoastronomia è quello di cui viene a usufruire la stessa Antropologia C., viste le possibilità di ritorno a essa di preziosi affinamenti metodologici e conferme 'sul campo' proprio dalla partecipazione a ricerche di tipo archeoastronomico (ricche di notazioni su rapporti tra Uomo, Terra e Cielo): scambio reciproco come avviene, del resto, in tutti i ben riusciti casi di sincretismo culturale.

3. Riferimenti bibliografici essenziali

ABBAGNANO N. 2006, *Storia della filosofia 11. Dizionario di filosofia ESP-OPP*, Novara, Roma.

BERNARDI B. 1987, *Uomo, cultura società. Introduzione agli studi etno-antropologici. Antropologia culturale e sociale*, 9. ed., Milano.

DIRAC P.A.M. 2019, *La bellezza come metodo*, Milano.

FERRARA S. 2021, *Il salto. Segni, figure, parole: viaggio all'origine dell'immaginazione*, Milano.

GISOTTI G. 2021, *Geologia per archeologi*, Roma.

⁷⁶ Osservazione della volta celeste che – effettuata a occhio nudo con grande attenzione a riferimenti tra Cielo e Terra – è in grado d'accomunare, riguardo ad alcuni ambiti, civiltà antiche, culture tradizionali e folklore attuale.

⁷⁷ *Rami Ceci 2003*, 4a di cop.

IENNA D. 2019, *Il cielo sopra il Cilento. Credenze, ritualità e simbologie del folklore astronomico*, in *Uno scrigno per l'Unesco. I siti, la cultura immateriale e le aree di interesse comunitario nel Cilento e nel Vallo di Diano. Aspetti storico-antropologici* a cura di A. La Greca e A. Baldini, Torre Orsaia e Acciaroli (Salerno), pp. 475-518.

IENNA D. 2014, 'Cherchez l'Anthropos' in *Archeoastronomia. Note e riflessioni antropologiche intorno al secolare incontro disciplinare tra Archeologia e Astronomia*, in *Atti del XII Convegno SIA Società Italiana di Archeoastronomia* (Albano Laziale 5-6 Ottobre 2012), a cura di Vito Francesco Polcaro, Napoli, pp. 219-233.

MORELLATO J. 2011, *Archeologia e Astronomia. Trecento anni d'incontro*, Roma.

RAMI CECIL. 2003, *Sassi e templi. Il luogo antropologico tra cultura e ambiente*, Roma.

Stratigrafia archeoastronomica: Informazioni inaspettate da un recinto celtico cisalpino

Stefano Spagocci

SMS Consulting, Cinisello Balsamo - MI, scimodsim@gmail.com

Adriano Gaspani

(SEAC - European Society for the Astronomy in Culture,
SIA - Società Italiana di Archeoastronomia, adriano.gaspani.astro@gmail.com)



Abstract

Un recinto ellittico ai Piani d’Avaro (Val Brembana, BG) è stato esaminato dal punto di vista archeoastronomico. A causa di precedenti studi da parte di Gaspani, le sue strutture interne erano note per essere astronomicamente allineate - si sospettava risalissero all’età del Ferro - ma il recinto esterno era ritenuto bassomedievale. Utilizzando un algoritmo di datazione, concepito dagli autori, è stato confermato che il sito è astronomicamente allineato. Si segnalano diversi allineamenti lunari e solari, tra i quali citiamo quelli all’alba e al tramonto nei giorni delle quattro principali feste celtiche. Siamo in grado di affermare che il sito ebbe due fasi costruttive. Nella prima fase, 510 ± 20 a.C., fu eretta e allineata la struttura interna (forse anche quella esterna). Nella seconda fase, 340 ± 20 a.C., la struttura interna fu riallineata e il recinto ellittico eretto e allineato (se non lo era già stato). La probabilità che il recinto fosse stato dimensionato da una sacerdotessa è risultata essere del $(55\pm 8)\%$. Questa scoperta suggerisce che, con una probabilità maggiore del $(70\pm 10)\%$, in Gallia Cisalpina vi fossero “druidi” sia maschi che femmine.

1. Introduzione

Il Barec di Monte Avaro ([figura 1](#)) è un recinto ellittico sito in Val Brembana (provincia di Bergamo). Grazie a precedenti studi di uno degli autori (*Gaspani 2001*), le sue strutture interne erano note per essere allineate astronomicamente e risalire probabilmente all'Età del Ferro; il recinto vero e proprio, però, si pensava risalisse al basso medioevo. La struttura è stata rimisurata e analizzata dagli autori e i risultati sono andati oltre le loro aspettative; è stato infatti possibile datare il sito, ma anche leggere le diverse fasi della sua costruzione e ottenere indicazioni sul genere del suo progettista. Di seguito, gli errori sono espressi come limiti di confidenza al 95%.



Figura 1. Una veduta del Barec di Monte Avaro
(da *Google Earth*, immagine © 2020 Maxar Technologies)

2. Allineamenti del sito

Abbiamo constatato la presenza di allineamenti lunari e stellari. Gli allineamenti lunari sono stati controllati utilizzando il programma di simulazione *SkyMap*. Per quanto riguarda gli allineamenti stellari, abbiamo controllato 144 target – le stelle al di sopra della terza magnitudine visibili dalla nostra latitudine – utilizzando il simulatore *Rigel*, scritto da Gaspani. La struttura è stata misurata stabilendo una base GPS e riferendo poi ad essa le misurazioni compiute con l'ausilio della bussola. Per alcune misurazioni si è anche impiegato *Google Earth*. Per una

descrizione della procedura si veda (*Cernuti e Gaspani 2006*). In [figura 2](#) sono mostrati gli allineamenti trovati (*Gaspani e Spagocci 2018, 2020*). Le coordinate del centro dell'ellisse che approssima il profilo, misurate con *Google Earth*, sono:

- Latitudine: 46° 00' 37.90" N
- Longitudine: 9° 35' 51.23" E
- Altezza (ellissoide WGS84): 1761 m

Il profilo della struttura è stato approssimato da un'ellisse, descritta dal seguente insieme di parametri:

- Semiasse maggiore: 32.30 m
- Semiasse minore: 23.42 m
- Eccentricità: 0.69

L'azimut degli assi dell'ellisse è stato misurato con *Google Earth*, con il risultato:

- Semiasse maggiore (AC): $(159.0 \pm 0.4)^\circ$
- Semiasse maggiore (CA): $(339.0 \pm 0.4)^\circ$
- Semiasse maggiore (BD): $(249.0 \pm 0.6)^\circ$
- Semiasse maggiore (DB): $(69.0 \pm 0.6)^\circ$

L'azimut delle linee astronomicamente significative, formate dai monoliti interni, è stato invece misurato sul campo da un team guidato da Gaspani, con il risultato:

- Linea EF: $(141.7 \pm 0.5)^\circ$
- Linea FG: $(220.5 \pm 0.8)^\circ$

Gli assi dell'ellisse sono risultati orientati verso i seguenti target:

- AC: Levata eliacca di Fomalhaut (20 aprile)
- BD: Primo tramonto mattutino di Rigel (30 ottobre)

Sono stati inoltre trovati i seguenti allineamenti solari a date compatibili con le principali feste celtiche:

- DB: Alba a Beltane e Lughnasad
- BD: Tramonto a Imbolc e Samhain

Sono stati trovati anche allineamenti alle posizioni estreme della Luna:

- EF: Luna sorge a $\delta = (-\varepsilon-i)$
- FG: Luna tramonta a $\delta = (-\varepsilon-i)$

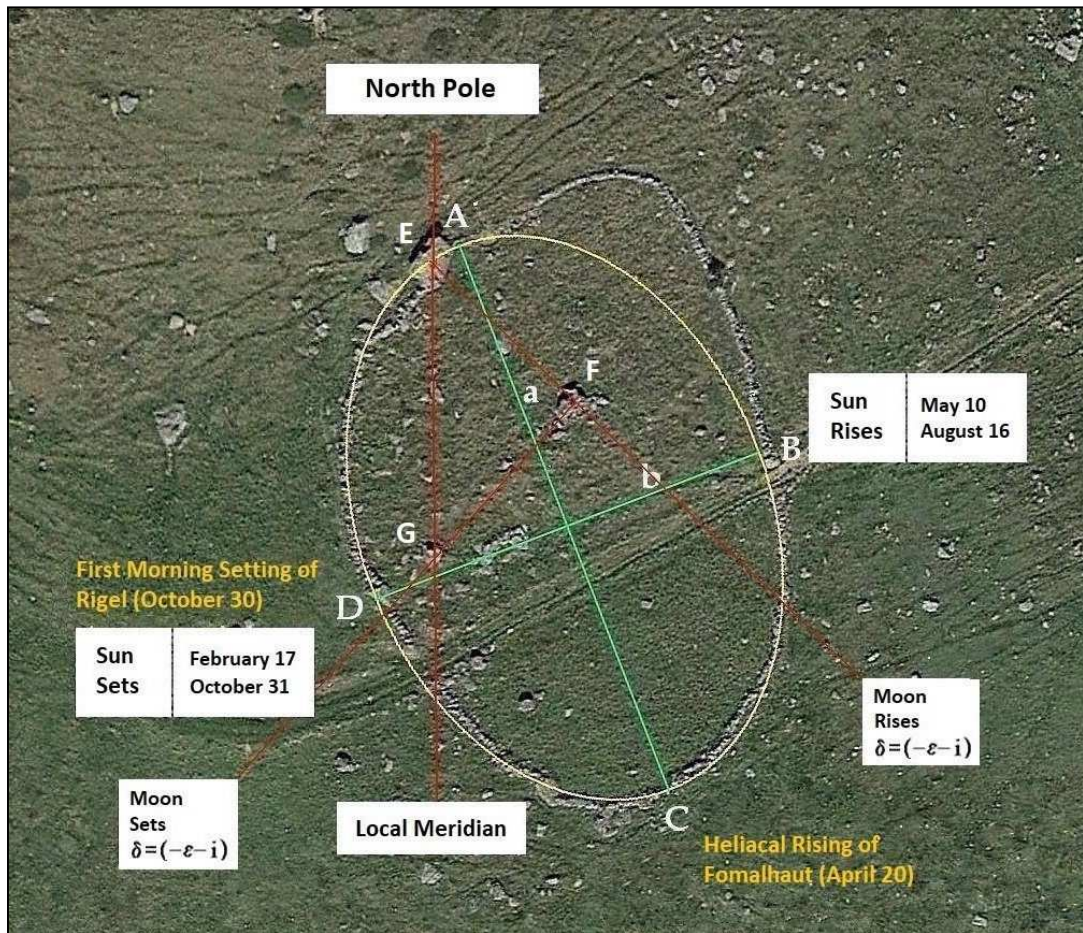


Figura 2. Allineamenti delle strutture del Barec di Monte Avaro (adattato da Google Earth, immagine © 2020 Maxar Technologies)

3. L'algoritmo di datazione

Con l'obiettivo di datare questa e altre strutture, abbiamo concepito un algoritmo basato sugli allineamenti astronomici (Gaspani e Spagocci 2022). Nel nostro algoritmo si definisce un intervallo di tempo, centrato sul tempo reale dell'allineamento in esame, in cui un antico astronomo potrebbe aver individuato l'allineamento. Gli osservatori antichi, infatti, a causa della limitata precisione delle misure non sarebbero stati in grado di distinguere le reali posizioni estreme di un astro da quelle aventi un azimut situato entro una certa banda di tolleranza. Per tenerne conto viene definita una tolleranza per l'azimut; gli allineamenti, quindi, sono verificati in un intervallo di tempo centrato sull'anno in cui si verifica la posizione estrema e la cui larghezza è data da alcuni anni (echi), il cui numero deve essere determinato dalla simulazione.

L'algoritmo si basa sull'osservazione che nel caso di un manufatto non astronomicamente orientato, ovvero orientato a caso, esiste una certa probabilità che uno o più degli allineamenti architettonici punti ad uno dei possibili target astronomici. Si ha così un fondo statistico di pseudo-eventi, nel senso che per ogni intervallo temporale considerato vi sarà un certo numero di apparenti allineamenti che fluttuerà statisticamente da intervallo a intervallo, secondo una distribuzione gaussiana il cui valor medio e deviazione standard abbiamo calcolato. Gli allineamenti veri emergeranno quindi dal fondo statistico, dando origine a picchi il cui profilo si

è determinato essere approssimativamente gaussiano. La datazione del manufatto corrisponde al punto di massimo del picco e la larghezza della relativa gaussiana dà l'errore sulla datazione.

È anche possibile calcolare, sulla base della distribuzione di Poisson, la probabilità che una fluttuazione casuale simuli un picco di ampiezza pari a quella osservata. Sono ritenuti affidabili quei picchi che danno una probabilità di essere fluttuazioni statistiche minore del 5%. Ponendo in grafico la probabilità di fluttuazione statistica rispetto al tempo si ottiene un plot equivalente a quello ottenuto ponendo in grafico il numero di allineamenti rispetto al tempo, eccettuato il fatto che la datazione del manufatto in questo caso è segnalata da un picco invertito.

Una strategia sensata per gli allineamenti lunari si è rivelata essere quella di esaminare i cinque anni prima e dopo l'anno in cui si verifica la vera posizione estrema. A causa del numero limitato di target – otto, le posizioni estreme della Luna – è possibile controllare manualmente gli allineamenti, utilizzando un programma di simulazione quale *SkyMap*.

Gli allineamenti stellari, in linea di principio, potrebbero essere trattati allo stesso modo; tuttavia la dimensione del campione per alcune stelle bersaglio è troppo piccola per un'analisi statistica. Per ovviare a questa difficoltà è stato adottato un approccio diverso; il simulatore *Rigel* è stato infatti utilizzato per elencare gli allineamenti con le 144 stelle visibili dalla nostra latitudine, la cui magnitudine visuale è maggiore della terza. *Rigel*, basato su un sistema neuro-fuzzy, fornisce l'elenco degli allineamenti dei bersagli specificati con le 144 stelle più visibili; viene calcolata anche l'energia della rete neurale, ove l'energia è definita come la somma dei quadrati degli errori di allineamento tra ogni linea architettonica e ogni stella bersaglio.

4. Datazione delle strutture

In [figura 3](#) e in [figura.4](#) sono riportate le curve di datazione ottenute rispettivamente per l'ellisse del recinto e le sue strutture interne. Le curve di datazione sono state ottenute applicando il nostro algoritmo con una tolleranza sugli allineamenti di $\pm 0.5^\circ$ (questo valore si giustifica considerando, ad esempio, due pali aventi diametro di 5 cm e posti a 10 m di distanza, in ogni caso si è constatato che le datazioni non sono sensibili al valore preciso della tolleranza).

La curva di datazione della struttura interna per allineamenti lunari ([figura 3](#)) mostra due picchi al 510 ± 20 a.C. e 340 ± 20 a.C., con probabilità di casualità dello 0.03%. La curva di datazione della struttura esterna per allineamenti stellari ([figura 4](#)) mostra due picchi al 600 ± 100 a.C. e 320 ± 140 a.C., con probabilità di casualità dello 0.7%. Le date calcolate per le strutture interne ed esterne sono statisticamente compatibili tra loro; ne abbiamo quindi calcolato la media.

Sulla base di queste considerazioni, affermiamo che il sito fu astronomicamente allineato ed ebbe due fasi di costruzione. Nella prima fase, 510 ± 20 a.C., fu eretta e allineata la struttura interna (forse anche quella esterna). Nella seconda fase, 340 ± 20 a.C., la struttura interna fu riallineata e il recinto esterno eretto e allineato (se non lo era già stato). Infine, la probabilità di casualità per gli allineamenti è risultata essere dello 0.7%. Le datazioni proposte ci sembrano ragionevoli, in quanto la probabilità di casualità è molto inferiore al 5% e le datazioni lunari sono statisticamente compatibili con quelle solari. La datazione del sito ci ha inaspettatamente consentito di realizzare una “stratigrafia archeoastronomica”, essendosi potute accertare due fasi costruttive.

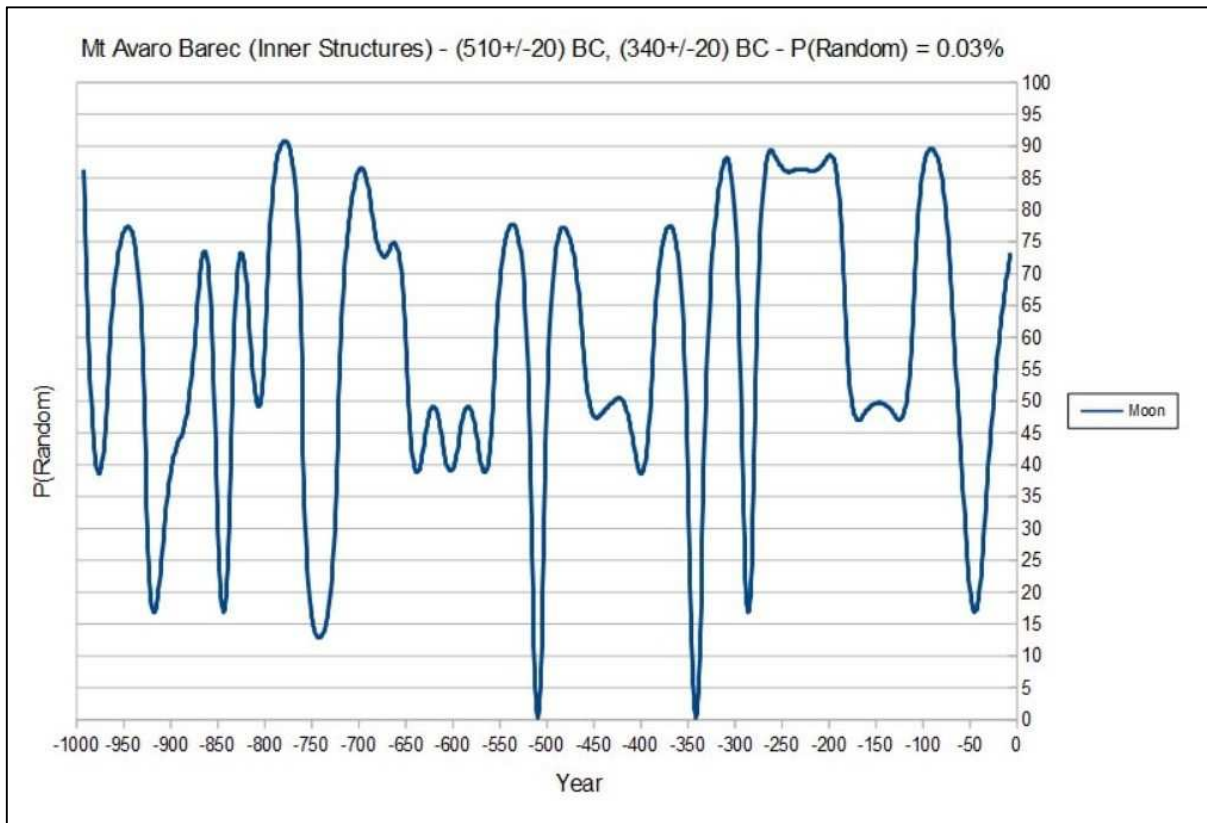


Figura 3. Curva di datazione, basata sulla probabilità di casualità, per le strutture interne del Barec e allineamenti lunari.

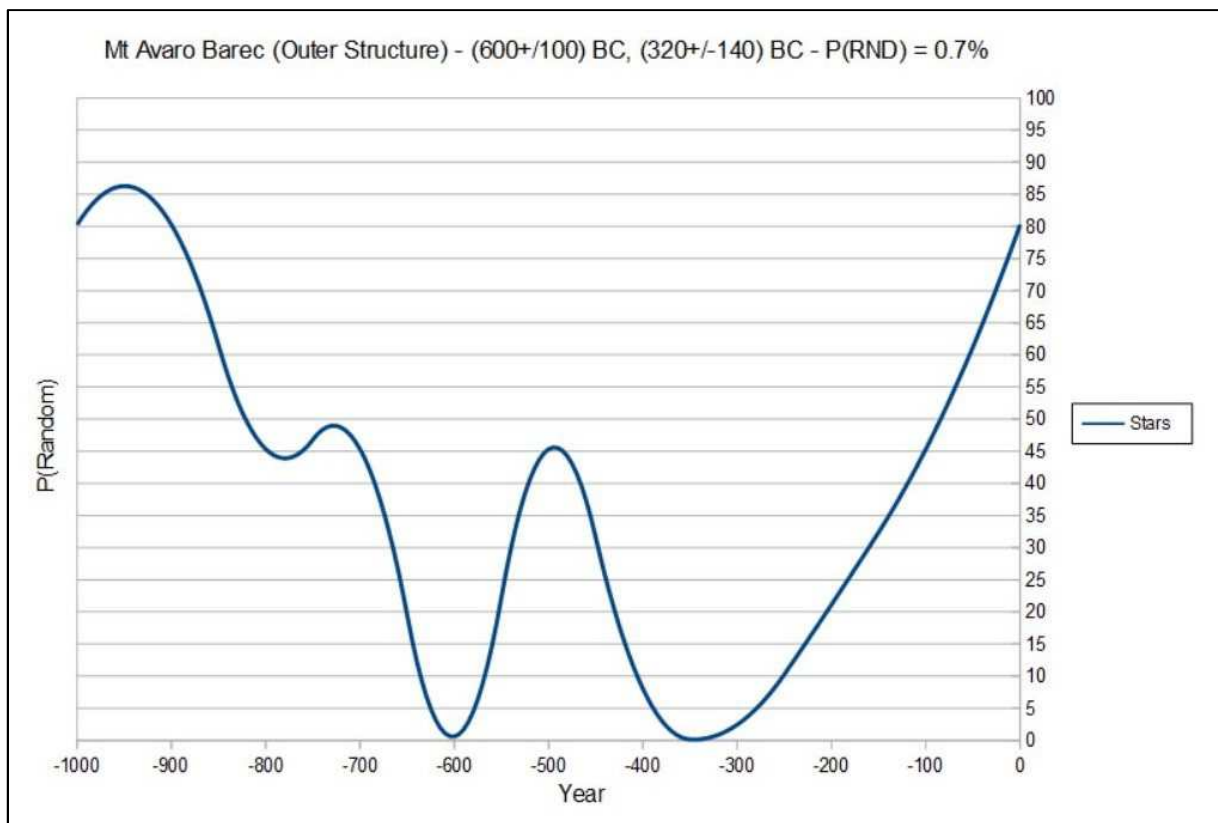


Figura 4. Curva di datazione, basata sulla probabilità di casualità, per le strutture esterne del Barec e allineamenti stellari.

5. L'algoritmo di ottimizzazione

Abbiamo anche ideato un algoritmo (*Gaspani e Spagocci 2020*) per stimare l'unità di misura utilizzata per il dimensionamento della struttura. Ciò è stato fatto considerando che il rapporto a/b dell'ellisse con cui si approssima il profilo del recinto (*figura 2*) è vicino a $4/3$, per cui la terna pitagorica (3,4,5) è stata probabilmente impiegata per dimensionare il sito. Sommando le misure del semiasse maggiore dell'ellisse, del suo semiasse minore e della diagonale del relativo triangolo pitagorico e dividendo il risultato per 12, si ottiene un multiplo dell'unità di misura probabilmente usata per dimensionare la struttura. Il risultato, nel nostro caso, è stato 7.97 m. Una volta ottenuto il multiplo dell'unità di misura, si deve scegliere tra i suoi possibili sottomultipli. A tale riguardo, l'algoritmo trova il sottomultiplo che, moltiplicato per un numero intero, approssima in modo più accurato il perimetro del triangolo pitagorico.

L'ottimizzazione ha dato come risultato un'unità di misura pari a 0.50 m; questo è un valore ragionevole, a condizione che i costruttori abbiano materializzato il triangolo pitagorico mediante una corda con un numero di segmenti (delimitati da nodi) multiplo di 12, disposti a triangolo rettangolo con lati multipli di 3, 4, 5. Abbiamo poi considerato la possibilità che, invece di una corda con nodi, siano stati utilizzati passi umani per dimensionare il triangolo pitagorico. Esiste una relazione tra la lunghezza del passo e l'altezza di un essere umano, in quanto l'altezza è pari, con un'approssimazione del 10%, al doppio della lunghezza del passo (*Maddalena 2010*); le lunghezze di passo compatibili con l'altezza di un essere umano sono risultate rispettivamente 0.89 m e 0.80 m. L'altezza della persona che ha dimensionato l'ellisse potrebbe quindi essere pari a 1.78 m o 1.60 m.

6. Progettato da una druidessa?

Partendo dalle considerazioni di cui sopra, abbiamo ideato un algoritmo per calcolare la probabilità che la persona che ha disposto l'ellisse appartenga a un determinato genere, facente uso del teorema di Bayes (*Stone 2013*). L'idea di fare tali calcoli è stata ispirata dalla considerazione che mentre l'altezza di 1.72 metri sembrava compatibile con un uomo, quella di 1.60 metri sembrava essere compatibile con una donna.

Il teorema di Bayes permette di calcolare la probabilità condizionata che una donna abbia dimensionato il sito, date le unità di misura precedentemente determinate. Il calcolo in questione tiene conto del fatto che le unità di misura più probabili corrispondono rispettivamente all'uso di una corda con nodi e di passi corrispondenti a due diverse altezze. Per il calcolo è necessario conoscere le probabilità a priori che il sito sia stato dimensionato da una donna o da un uomo e le probabilità condizionate che il sito sia stato realizzato con le misure da noi determinate, ammesso rispettivamente che il sito sia stato dimensionato da una donna o da un uomo.

Per "lasciar parlare i fatti", le due probabilità a priori sono state poste uguali a $1/2$. Le due probabilità condizionate possono essere calcolate a condizione che si conosca la distribuzione in altezza di uomini e donne nel VI-IV secolo a.C. In (*Koepke e Baten 2005*) è stata calcolata la distribuzione delle altezze per gli uomini e le donne europei tra il I e il XVIII secolo d.C. In mancanza di dati più specifici, abbiamo assunto come altezze medie quelle relative al periodo I-V secolo d.C., assunzione che ci sembra ragionevole poiché l'altezza media risulta essere variata poco fino alle soglie dell'era moderna, eccezion fatta per l'apporto germanico nell'Alto Medioevo. Le altezze medie sono state calcolate in 160 ± 6 cm per le donne e 171 ± 6 cm per gli uomini.

Inserendo i numeri nelle rilevanti equazioni, la probabilità che una donna abbia dimensionato il sito è stata calcolata pari al $(55\pm 8)\%$. Abbiamo anche impiegato il teorema di Bayes per stimare la probabilità che “druidesse” oltre che “druidi” fossero presenti nella Gallia Cisalpina. Assumendo come probabilità a priori le probabilità condizionate precedentemente calcolate, la probabilità che nella Gallia Cisalpina vi fossero sacerdotesse femminili (se druidesse nello stesso senso di altre parti del mondo celtico, non possiamo dirlo) risulta maggiore del $(70\pm 10)\%$.

7. Considerazioni conclusive

Nella stessa valle lombarda (Val Brembana) del Barec, un possibile santuario celtico di alta montagna è stato riconosciuto da altri studiosi (*Casini et al. 2010*) e datato al VI sec. a.C. Nella stessa area sono state rinvenute incisioni rupestri, tra cui molte iscrizioni (*Casini e Fossati 2013, Motta 2016*). Nelle iscrizioni protostoriche sono impiegate la lingua lepontica e quella camuna, il che sembra indicare che nell’area convergessero Celti e Reti. Questo fatto, a nostro avviso, rafforza l’interpretazione del recinto come santuario d’altura dell’Età del Ferro.

Vogliamo infine affrontare il problema della deviazione dalla forma ellittica di una parte del recinto ([figura 1](#)). A questo proposito suggeriamo che in epoca medievale la struttura, caduta in rovina, sia stata reimpiegata quale recinto per il bestiame; infatti uno degli autori (*Gaspani 2001*) riporta che negli statuti trecenteschi della Comunità di Averara, a cui il Barec apparteneva, è menzionato l’uso agricolo dei recinti della zona. Essendosi perso il senso della sacralità del luogo, la parte caduta in rovina potrebbe essere stata ricostruita senza rispettare la forma ellittica. L’esame visivo ha infatti dimostrato che le pietre del settore non ellittico hanno un aspetto diverso rispetto alla parte ellittica.

Ringraziamenti

Ringraziamo il team di astrofili che, insieme a noi, ha eseguito le misurazioni sul campo.

Bibliografia

CASINI Stefania - FOSSATI Angelo, 2013, *Incisioni Rupestri e Iscrizioni Preromane a Carona (Bergamo)*, Bulletin d'Etudes Prehistoriques et Archeologiques Alpines n. 24, (2013): pp. 377-392.

CASINI Stefania et al., 2010, *Un Santuario Celtico a Carona (Bergamo)?*, Notizie Archeologiche Bergomensi 18, (2010): pp. 133-154.

CERNUTI Silvia - GASPANI Adriano, 2006, *Introduzione all'Archeoastronomia*, Tassinari, Firenze.

GASPANI Adriano, 2001, *I Barec del Monte Avaro: Semplici Recinti di Pastori?*, Terra Insubre n.18, (2001): pp. 14-17.

GASPANI Adriano - SPAGOCCI Stefano, 2018, *Il Barec dei Piani di Monte Avaro*, Terra Insubre n.85, (2018): pp. 36-43.

GASPANI Adriano - SPAGOCCI Stefano, 2020, *Archeoastronomical Stratigraphy: Investigations on a Cisalpine Celtic Enclosure*, SEAC Publications n.1, (2020): pp. 126-134.

GASPANI Adriano - SPAGOCCI Stefano, 2022, *A Method for Dating Archaeological Structures Based on Astronomical Alignments*, Archaeoastronomy and Ancient Technologies n.10 (1), (2022): pp. 79-90.

KOEKPE Nikola - BATEN Joerg, 2005, *The Biological Standard of Living in Europe During the Last Two Millennia*, European Review of Economic History n. 9, (2005): pp. 61-95.

MADDALENA Enrico, 2010, *Orienteering*, Hoepli, Milano.

MOTTA Filippo, 2016, *Sulle Ultime Campagne di Studio delle Epigrafi Preromane di Carona*, in: Giancarlo Minella, Maurizio Pasquero et al., *Gli Orobi*. Varese: Terra Insubre, 2016.

STONE James, 2013, *Bayes' Rule*, Sebtel Press, Sheffield.

L'origine astronomica del mito dell'Orsa Maggiore

Paolo Colona

(Società Italiana di Archeoastronomia; Accademia delle Stelle;
Unione Astrofili Italiani)

Abstract

Interpreting the myth of the “cosmic hunt” related to the constellation of Ursa Major as a description of a group of stars revolving around the North Celestial Pole, unequivocally leads to just three periods in which the constellation and its myth could have been created, each spanning 6k years and centered on -105k, -78k, and -53k YBP for latitudes below +45°. Constraints that define these three epochs are proper motion and precession (used both for the varying distance to the NCP and for the tilt of the starry pattern toward the coordinate grid). This result affects the age of the myth and of astronomy itself, showing it was already practiced in the Middle Paleolithic. Some notes on constellations' genesis, with the debunking of common beliefs, and a few original hints about Draco, Ursa Minor and Arcturus are also added.

Abstract

L'origine della costellazione dell'Orsa Maggiore e del suo mito legato alla caccia è stata investigata a lungo. La soluzione sembra provenire immediatamente dalla posizione che le sue sette stelle più luminose avevano nel passato: ricostruendo l'antico aspetto del Grande Carro emerge infatti una limpida scena di caccia. Considerazioni elementari mostrano che la preda doveva essere femmina e madre, come i miti puntualmente restituiscono. Analisi precessionali consentono di individuare i tre periodi in cui questa costellazione e il suo mito furono più probabilmente concepiti nel Paleolitico. Cerchiamo anche di sfatare luoghi comuni sulla creazione delle costellazioni, tratteggiamo l'importanza dell'Orsa Maggiore oggi come nell'antichità, e proponiamo ipotesi originali sulla natura del Drago, dell'Orsa Minore e di Arturo.

Keywords: *Ursa Major, cosmic hunt, origin of myths, origin of constellations.*

1. L'Orsa Maggiore nella cultura

Grazie al Grande Carro, l'asterismo costituito dalle sue sette stelle più luminose, l'Orsa Maggiore è la costellazione più nota e riconosciuta. Nel grande pubblico c'è chi è capace di riconoscere Orione, qualcuno sa com'è fatta Cassiopea, ma tutti sono in grado di identificare il Grande Carro nell'Orsa Maggiore⁷⁸. La costellazione è citata fin dalle prime fonti letterarie occidentali. Da Omero sappiamo che veniva utilizzata per la navigazione (in quanto indica il nord)⁷⁹ ed egli non manca di sottolineare che l'Orsa maggiore veniva anche chiamata "Carro". Seneca, nella *Medea*, ricorda che il Piccolo Carro era utilizzato al posto del Grande Carro dai più esperti navigatori fenici (in quanto indicava il nord in maniera più accurata), mentre i Greci si basavano sul più luminoso e riconoscibile Grande Carro^{80 81}. La sua notorietà oggi è talmente vasta da renderla una costellazione *iconica*, capace da sola di ispirare e rappresentare *tout court* il cielo delle costellazioni.



Figura 1. Il Grande Carro utilizzato come logo dal Centro Commerciale "Zodiaco". Nonostante il nome dell'impresa commerciale, è stata scelta una costellazione non zodiacale in quanto qualsiasi costellazione dello Zodiaco è incomparabilmente meno nota e riconoscibile al grande pubblico rispetto al Grande Carro.

2. La fortuna del Grande Carro nell'antichità

Come si vede in [figura 2](#), il cielo circumpolare tremila anni fa, agli albori della civiltà greca, era piuttosto scialbo: in un cerchio di 72° centrato sul Polo, di stelle di seconda magnitudine se ne contano appena *tre* (Alfa e Beta dell'Orsa Minore e Gamma del Drago)... se si eccettuano le ben *sei* concentrate nella figura del Grande Carro! Questa semplice osservazione dà un'idea di quanto potesse spiccare il Carro nel cielo settentrionale: un gruppo compatto di stelle luminose che risaltava in una plaga di stelle deboli e sparse. Notevole, oltre che per la sua brillantezza⁸², anche per la grande vicinanza al Polo.

⁷⁸ È un dato ribadito in letteratura che posso agevolmente confermare per le molte centinaia di eventi divulgativi che ho tenuto in quattro decenni sotto il cielo stellato illustrando al pubblico stelle e costellazioni.

⁷⁹ Nel quinto libro dell'Odissea, vv. 270 ss., Omero narra la navigazione di Ulisse verso Itaca e spiega che tiene la rotta osservando specifiche costellazioni inclusa l'Orsa.

⁸⁰ *Ambedue l'Orse, quella, Ch'è maggiore, et insieme la minore. La maggior vie più atta A Pelasgi, e a Sidonij la minore.* (Seneca, *Medea*, atto quarto, vv. 50,51).

⁸¹ Igino sostiene che l'Orsa Minore era detta Fenice perché studiata inizialmente da Talete il quale aveva origini fenice e per questo i Fenici a loro volta si basano su di essa per la navigazione. Riporta anche che essa indica più accuratamente il nord: *et illi qui hanc observant, verius et diligentius navigare dicantur*: "e quelli che l'osservano si dice che navighino con più precisione" (*De Astronomia*, libro II-2).

⁸² Oltre al raggruppamento di 6 astri luminosi, contiene le due stelle in assoluto più luminose di tutta l'area: Alioth e Alkaid, rispettivamente di magnitudini 1,75 e 1,85.

Questa posizione di spicco e preminenza del Grande Carro (vicino al “sommo cardine del cielo”, come direbbe Boezio⁸³) è un dato fondamentale per comprenderne ruolo e funzione nell’antichità. Poiché si trattava di un asterismo incontrastato in tutta quell’area di cielo, ne divenne segno e rappresentazione. Dire “Grande Carro” o “Orsa” significava dire “nord” (direzione geografica) o anche “cielo boreale” (la zona circumpolare), dato che a nord, attorno al Polo Celeste⁸⁴, splendeva “unico e solo” il Grande Carro (nel senso visto di “unica e sola costellazione splendente capace di imporsi alla vista”). Le fonti sono chiare in proposito.

Il primo a indicare che l’Orsa era la “unica” costellazione circumpolare è proprio Omero, che la descrive come la sola costellazione che non si immerge nell’oceano (ovvero che non tramonta mai):

*e l’Orsa che chiamano anche col nome di carro,
che ruota in un punto e spia Orione:
è la sola esclusa dai lavacri di Oceano,*⁸⁵

Nei secoli successivi, come si sa⁸⁶, furono indirizzate ad Omero aspre critiche basate sul fatto che “in realtà” l’Orsa non è l’unica costellazione circumpolare. Tra gli altri, si unirono alla disputa, schierandosi in difesa di Omero con argomentazioni varie, Aristotele, Cratete di Mallo e Strabone. Quest’ultimo in particolare, nel primo libro della *Geografia*, spiegò con ogni chiarezza che è ovvio che l’Orsa non sia l’unica costellazione circumpolare, ma che è talmente preminente da poter essere usata per designare quell’intera area di cielo.

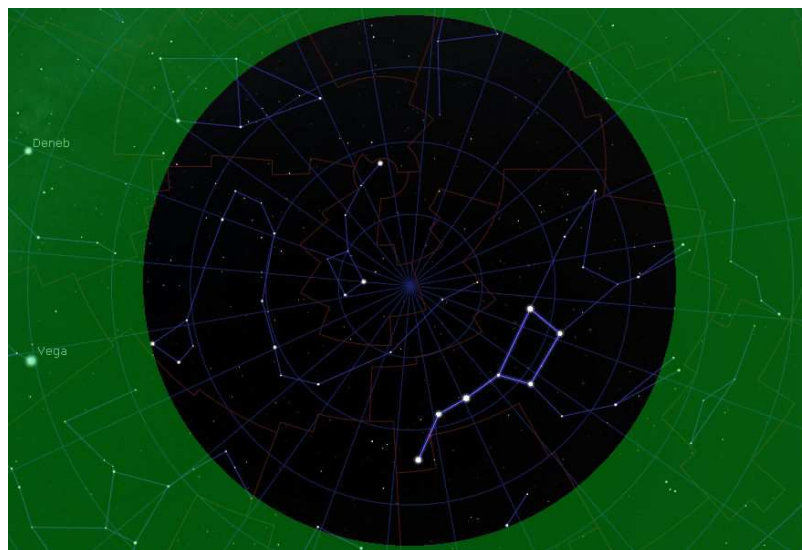


Figura 2. Il cielo circumpolare nel 1000 a.C. visto dalla latitudine di 34° nord (isola di Antikitera, al confine sud della Grecia). Al centro c’è il Polo Nord Celeste. Il Grande Carro (in evidenza nell’immagine) era più vicino al Polo di quanto lo sia oggi. Solo una dozzina di stelle in tutta quell’area supera in luminosità la più debole del Grande Carro (Megrez, magnitudine 3,3) e nessuna eguaglia le più brillanti (Alioth, mag. 1,75, e Alkaid mag. 1,85). Elaborazione da Stellarium.

⁸³ Contesto e significato della citazione sono spiegati in «“Boote che tardi tramonta”: conoscenza e oblio di un fenomeno astronomico da Omero ai giorni nostri», *Paolo Colona, 2019*.

⁸⁴ La sfera celeste è in perenne rotazione (a causa della rotazione diurna della Terra) e pertanto ha due "poli". Quello visibile nel nostro emisfero è il Polo Nord Celeste, abbreviato PNC, che indica la direzione del nord geografico.

⁸⁵ Odissea, V, 273-275 nella traduzione di Ippolito Pindemonte.

⁸⁶ Per una bibliografia storica relativa all’interpretazione di quel verso di Omero e un approfondimento della diatriba che suscitò l’aggettivo "sola", si veda «L’origine astronomica di alcuni miti greci», §3 «L’Orsa Maggiore condannata a non bagnarsi mai nel mare», *Paolo Colona, 2018*.

Da Strabone sappiamo inoltre che l'abitudine di usare l'Orsa per indicare il cielo circumpolare esisteva già da almeno 5 secoli. Egli infatti cita Eraclito (frammento DK 120), secondo il quale per l'appunto:

*Dell'alba e del tramonto i limiti sono l'Orsa e,
dalla parte opposta dell'Orsa, la zona più luminosa del cielo.*

intendendo che il Sole né sorge né tramonta mai troppo a nord ("Orsa") né troppo a sud ("la zona più luminosa del cielo" ovvero il meridione, dove il Sole raggiunge la massima altezza e luminosità nell'arco della giornata)⁸⁷. Eraclito quindi, per nominare il nord e in generale la zona di cielo circumpolare, usa senza alcuno scandalo, né rischio di essere frainteso, l'Orsa. Vedremo che una tale preminenza e funzione dell'Orsa (dovuta al Grande Carro) nel cielo circumpolare boreale avrà altre conseguenze.

3. Artide e Settentrione

L'equivalenza *Orsa = Nord*, ovvero l'uso di designare col termine "Orsa" la zona circumpolare del cielo e il nord in generale è altrettanto abituale ai nostri tempi. I termini *artide* e *artico* derivano infatti dal greco ἄρκτος (*arktos*), Orsa, mentre *settentrione* era il nome del Grande Carro presso i Romani (da *Semptem Triones*, i sette buoi che i Romani vedevano nelle sette stelle del Carro). Anche noi oggi utilizziamo quindi il nome di una costellazione (l'Orsa!) per indicare il nord.

Un aspetto che resta da esplorare è quanto sia antica questa relazione, se risale a tempi protostorici, successivamente al ritorno nell'Orsa nel cielo circumpolare nel VII millennio a.C., o se fosse già stata stabilita durante precedenti cicli precessionali⁸⁸. Forse la linguistica, oltre che l'antropologia culturale, potrebbe aiutare ad indagare questa possibilità.

4. I confini dell'Orsa

Come detto, questo successo incontrastato del Carro dipende in parte dal fatto che si trovava in una vasta zona povera di stelle luminose. La vacuità del cielo attorno al Carro, oltre ad aver favorito l'associazione tra il nome di questa costellazione e l'intera area di cielo e della direzione geografica del nord, è anche il motivo per cui l'Orsa Maggiore è la terza più grande costellazione di tutto il cielo (dopo Idra e Vergine)⁸⁹. Se fosse stata circondata da zone di cielo significative o ricche di stelle luminose, infatti, lo spazio riservato a lei sarebbe stato minore. È notevole che essa rimanga tuttora tra le costellazioni più estese del cielo nonostante nelle plaghe celesti circostanti siano state create in tempi moderni altre costellazioni che ne hanno ridotto l'estensione. La Giraffa, introdotta da Petrus Plancius nel 1613, i Cani da Caccia, il Leone Minore e la Lince, create da Johannes Hevelius nel 1687 (anche se *Canes Venatici* si era andata

⁸⁷ La disamina del passo di Eraclito con la sua spiegazione, si trova in «Traduzione e significato del frammento astronomico di Eraclito DK120», *Paolo Colona, 2019*.

⁸⁸ La declinazione delle stelle, ovvero la loro distanza dall'Equatore Celeste (e di conseguenza la loro vicinanza al Polo) aumenta e diminuisce per la precessione degli equinozi e ritorna uguale ogni 26 mila anni.

⁸⁹ Con 1280 gradi quadrati di area contro i 1303 dell'Idra e i 1294 della Vergine. È possibile citare le estensioni esatte delle costellazioni per via dei confini netti stabiliti cento anni fa dall'Unione Astronomica Internazionale grazie al lavoro filologico di Eugène Delporte. Il nome ufficiale della costellazione è *Ursa Major* (Orsa Maggiore), mentre Grande Carro è un nome popolare usato per indicare l'asterismo più luminoso dell'Orsa Maggiore. Anticamente non sussisteva questa esigenza di precisione scientifica e si potevano scambiare i nomi o usarli in senso lato senza generare alcuna ambiguità.

stabilendosi già nel XVI secolo⁹⁰), sono costellazioni “ritagliate” nel cielo circostante al grande Carro, un tempo parte dell’Orsa Maggiore. Insieme, queste quattro costellazioni coprono un’area di 1999 gradi quadrati, superiore all’area attuale dell’Orsa Maggiore: in antichità, senza queste costellazioni più recenti, l’area di pertinenza naturale dell’Orsa doveva apparire immensa.

5. Le costellazioni circonvicine

In realtà il cielo stellato era rarefatto solo su tre lati del Grande Carro: nord-ovest, est e sud⁹¹ (in questa direzione l’Orsa confinava addirittura con il Leone, a più di 30° di distanza, che all’epoca era la più settentrionale costellazione zodiacale⁹²). Sul lato nord esistevano invece costellazioni che, in vari modi, potevano porre un confine allo strapotere dell’Orsa.

Nella figura 2, a sinistra, si vedono in particolare due costellazioni vicine all’Orsa, ben definite e capaci di limitarne l’estensione sul lato nord: l’Orsa Minore e il Drago. L’Orsa Minore probabilmente esiste ed ha quel nome per nessun’altra ragione se non perché la sua forma ricorda quella del Grande Carro, rispetto al quale è più piccola e più debole, unitamente al fatto che contiene comunque due delle tre stelle di seconda magnitudine nel cielo circumpolare al di fuori del Grande Carro... Il Drago, da parte sua, ha un significato ben più pregnante.

Si tratta infatti della costellazione che conteneva insieme il Polo Nord dell’Eclittica (PNE) e il Polo Nord Celeste (PNC, dal sesto fino al primo millennio a.C.), una circostanza che all’epoca doveva suscitare interesse estremo e profonda meraviglia⁹³. I poli erano infatti punti cruciali del cielo, di importanza non inferiore ai solstizi o agli equinozi⁹⁴. Sarebbe di fondamentale importanza conoscere la data di creazione del Drago ma non abbiamo indicazioni certe e conclusive in proposito. Brevemente, riassumiamo tre possibilità:

- La teoria degli strati di Gurshtein indicherebbe per questa costellazione vicina o sovrapposta al PNC una genesi precedente alla fine del Paleolitico, verso i 12 mila anni fa.
- Se vogliamo assegnare alla presenza del PNE un ruolo cruciale nella creazione di questa costellazione, dobbiamo aspettare (in base a ciò che sappiamo dell’astronomia antica) gli astronomi del Neolitico finale (quelli di Stonehenge, Mnajdra e Newgrange, per intenderci), implacabilmente dediti allo studio del moto del Sole, i quali ragionevolmente sarebbero stati i primi capaci di stabilire la posizione esatta del PNE e dargli qualche importanza. In tal caso il Drago avrebbe non più di 5-6000 anni e sarebbe nato per contenere i due Poli del cielo.

⁹⁰ Per maggiori informazioni sulla genesi dei Cani da Caccia si veda «La volta celeste della sala del Mappamondo nel palazzo Farnese di Caprarola», *Paolo Colona, 2008*.

⁹¹ A nordovest fu creata la Giraffa, a ovest la Lince, a sud il Leoncino, a est i Cani da Caccia.

⁹² Per questo Ovidio poté scrivere che, quando Fetonte perse il controllo del Sole, “per la prima volta le fredde stelle dell’Orsa Maggiore e dell’Orsa Minore, si riscaldarono e tentarono invano di immergersi in acque proibite. E il Drago, che è il più vicino al polo ghiacciato, ora ardeva di calore e cominciò a ribollire con nuova furia”: il Leone era praticamente loro confinante. (Ovidio, *Fasti*, libro II, vv. 171-175)

⁹³ Naturalmente è sempre possibile speculare che il Drago sia stato disegnato proprio per realizzare tale circostanza.

⁹⁴ Per chiarire di cosa parliamo, attorno al PNE (Polo Nord dell’Eclittica) si svolge la rotazione annua del Sole: esso, muovendosi tra le stelle durante l’anno, compie un giro apparente il cui centro è appunto il PNE. Attorno al PNC (Polo Nord Celeste) si svolge invece la rotazione diurna dell’intero cielo, quella che fa sorgere e tramontare Sole, Luna, stelle e pianeti e fa ruotare le costellazioni durante la notte. Questi due poli distano tra loro 23° 27’, valore noto come *obliquità dell’eclittica*. È in risposta a questa obliquità che il Sole durante l’anno assume posizioni estreme a nord e a sud dell’Equatore Celeste (i solstizi) e si determinano le stagioni climatiche sulla terra.

- Infine, una possibilità che avanziamo è che il Drago sia incomparabilmente più antico: se il drago (inteso come animale mitico) discende dalla costellazione, essa deve avere origini vertiginosamente remote considerando che il mito del drago è letteralmente ancestrale e ubiquo sul pianeta. All'interno dei confini moderni del Drago, poi, è finito per transitare anche il PNC negli ultimi millenni della preistoria rinnovandone importanza e prestigio.

In ogni caso, sia che vogliamo il Drago frutto di osservazioni astronomiche “recenti” (IV-III millennio a.C.), sia che ne accettiamo l'incomparabile vetustà, si tratta chiaramente di una costellazione “intoccabile” i cui confini, ritagliati attorno ai due punti forti del PNE e del PNC, non possono essere travalicati da nessun'altra presenza celeste, neppure della potenza del Grande Carro. Ed ecco spiegato il “confine nord” dell'Orsa Maggiore, dove si arresta il suo strapotere: davanti alla coda del Drago (che si trova lì perché insegue il PNC nel suo moto millenario tra le stelle) e all'Orsa Minore (che si trova lì per puro caso e ha dignità di costellazione per la sua forma che ricorda la ben più significativa Orsa Maggiore e per contenere un paio di rare stelle luminose). Sottolineiamo che la rigidità di questo confine dipende dalla forza dei riferimenti astronomici che lo determinano: esso separa da una parte l'asterismo del Grande Carro, dall'altra il percorso del PNC attraverso i millenni, storicamente mantenuto rigorosamente all'interno del Drago⁹⁵. La fine del possesso polare del Drago sarà segnata esclusivamente nel momento in cui il PNC, a causa della precessione, si avvicinerà alla luminosa Stella Polare, che lo prenderà metaforicamente sotto la propria tutela per far da guida sicura a naviganti e viaggiatori. Se si va a vedere sulla mappa celeste quanto sia angusto lo spazio lasciato al Grande Carro dalle deboli e quindi altrimenti insignificanti stelle della preistorica costellazione del Drago, si ha un'idea chiara della rigidità di queste regole e dell'ineluttabilità della semantica assegnata a diverse zone del cielo.

6. Perché “Carro”?

A questo punto bisogna chiarire la nomenclatura: le sette stelle del Carro erano inizialmente chiamate Orsa, termine che, per i motivi visti sopra, passò a indicare tutta l'area circostante, che ancora oggi ricade in gran parte nei confini della costellazione che chiamiamo appunto “Orsa Maggiore”. Le sette stelle del Carro assunsero invece quest'altro nome dopo l'invenzione del carro e quindi in epoche posteriori. Carro è un nome assegnato successivamente alle stelle dell'Orsa, dopo l'invenzione della ruota, evento che gli studiosi datano al IV millennio a.C. Come mai l'Orsa passò a chiamarsi Carro?

Cercando in letteratura e in rete si trova frequentemente, anche in fonti insospettabili, una spiegazione abbastanza sconvolgente: quell'asterismo si chiama Carro perché le sue stelle ricordano la forma di un carro. Occorre sottolineare che, a prescindere che sia vero o no che quelle stelle sembrino un carro, se questa frase fosse fondata, allora bisognerebbe ammettere pure che le sette stelle del Carro somiglino anche a un'Orsa. Perché se è la somiglianza tra forma delle stelle e oggetto a dare il nome ad una costellazione, allora quelle stelle devono sembrare tantissimo un'orsa visto che questo era il nome con cui erano universalmente conosciute in precedenza.

⁹⁵ Cercheremo di mostrare in un futuro lavoro il motivo per cui il Drago è astronomicamente e miticamente il guardiano del Polo e pertanto sarebbe stato inconcepibile che il PNC uscisse dai suoi confini, cosa avvenuta definitivamente solo nel Medioevo.

Ovviamente quelle stelle non somigliano a un'orsa più di quanto somiglino a un carro, e non c'è alcun bisogno che le cose stiano diversamente dato che il nome delle costellazioni normalmente non dipende dalla disposizione delle loro stelle.

È bene chiarire questo aspetto generale. Alcune costellazioni derivano effettivamente il loro nome dalla forma delle loro stelle, ma sono casi eccezionali. Freccia, Corona Boreale e Corona Australe⁹⁶ sono ottimi esempi; le possiamo considerare costellazioni “gestaltiche”. In realtà il meccanismo di astropoiesi⁹⁷ è generalmente più vario e articolato e può basarsi talvolta anche su osservazioni astronomiche raffinate come ad esempio per la Bilancia, il *segno* creato per l'equinozio di autunno, per il Cancro, *segno* introdotto per indicare l'inversione del moto del Sole al solstizio estivo, o ... per il Drago, legato alla vicinanza dei Poli Celesti, come accennavamo in nota 18.

Per nessun motivo la somiglianza con un “carro” (peraltro opinabile) avrebbe potuto mutare il nome millenario di una costellazione stabile come quella dell'Orsa⁹⁸. Considerando allora la spiccata somiglianza con una lucerna, il Carro avrebbe dovuto assumere di conseguenza il nome di “Grande Lumino” nel momento in cui fu inventa la lanterna di terracotta. Ma ovviamente non è successo; e non è successo perché, come detto, non è in base alle vaghe somiglianze formali che venivano assegnati i nomi alle zone del cielo⁹⁹.



Figura 3 - un meme ironizza sul fatto che un gruppo di stelle distribuite casualmente fosse nettamente identificato nell'antichità con una figura precisa (la costellazione dell'Ariete). Questa battuta, decisamente divertente agli occhi di noi moderni, da sola dimostra come non fosse la disposizione delle stelle a determinare il nome della costellazione, e denuncia la grande distanza culturale tra noi e gli antichi. In particolare evidenzia quanto oggi sfugga il meccanismo di astropoiesi in atto in epoche preistoriche, e il senso che avesse per le civiltà antiche la creazione delle costellazioni.

A questo punto capiamo che il passaggio al nome di Carro non può che essere avvenuto sotto la spinta irresistibile di una potente motivazione culturale.

⁹⁶ Per approfondimenti sull'origine delle costellazioni zodiacali si può vedere «Cielo e Costellazioni – la scienza racconta i miti», Paolo Colona, 2010.

⁹⁷ Introduciamo questo termine per indicare ogni processo di semantizzazione di un gruppo di stelle o di una porzione di cielo, come può essere quello che porta alla creazione di una costellazione.

⁹⁸ Si potrebbe far notare a chi sostiene questa derivazione, che il “carro” che loro vedono in cielo andrebbe al contrario, muovendosi il carro davanti ai cavalli per via di come è orientato rispetto alla rotazione del cielo. L'immagine ridicola e insensata di un carro che va indietro, con i cavalli trascinati dal carro, sarebbe di per sé un motivo sufficiente per rigettare questa puerile spiegazione.

⁹⁹ Per lo meno in tempi antichi e arcaici, quando il cielo era un luogo in un certo senso “sacro” e il nome alle sue parti veniva dato per motivi altrettanto gravi e impellenti. Oggi un meccanismo così becero funzionerebbe tranquillamente. E in effetti sappiamo che funziona, visto che in lingua inglese il Grande Carro viene chiamato *Big Dipper*, il Grande Mestolo, e in francese *Grande Casserole*, ovvero il Grande Pentolino: per chi è persuaso che le costellazioni “somigliano” all'oggetto che rappresentano, o non ha nient'altro da notare in esse, dev'essere naturale ribattezzarle con le forme che la fantasia gli fa vedere nelle loro stelle.

La caratteristica di spicco della zona di cielo in cui si trova il Grande Carro da 8 mila anni¹⁰⁰ a questa parte è la rotazione diurna: le stelle ruotano incessantemente descrivendo circonferenze attorno al Polo senza mai tramontare. Questo dato è incomparabilmente più significativo e rilevante agli occhi degli osservatori arcaici rispetto a quanto potesse esserlo la “forma” disegnata dalle stelle.¹⁰¹ Ciò che si può ammettere facilmente, anche senza voler seguire la famosa opera di De Santillana, è che costantemente nella storia dell’umanità è stato cercato un efficace simbolo capace di riassumere e rendere narrativo il moto circolare del cielo attorno al Polo. Grande mulino celeste, gorgo, buoi aranti, lupo (o cammello) legato a un palo sono alcuni dei modi in cui veniva reinterpretato il perenne movimento circolare di quella parte del cielo. Ma quando la tecnologia ha fornito all’uomo un oggetto come la ruota, che compie esattamente, replicandola in maniera così fedele, la rotazione del cielo attorno al Polo, il simbolo più efficace possibile fu finalmente trovato e, con la più esplicita e semplice analogia, fu spontaneamente riferita al cielo circumpolare l’immagine di una ruota che gira attorno al proprio asse.

Compare per così dire il “segno” della *ruota del carro*, un modo per razionalizzare la rotazione della calotta circumpolare, che poi si riferì in maniera più precisa al Grande Carro in quanto era il gruppo di stelle che, spiccando più di ogni altro, evidenziava meglio la rotazione del cielo attorno al Polo. È logico ammettere che questa transizione sia avvenuta nel luogo in cui, al contempo, era stato inventato il carro ed era più sviluppata l’astronomia, ovvero la Mesopotamia, dove in effetti per la prima volta è attestata la costellazione del Carro (*Rogers, 1998 II*).

Se sorprende la traslazione semantica tra “ruota” e “carro”, si consideri che inizialmente non doveva esserci tra questi concetti una differenza radicale come è per noi oggi. Dopotutto, l’invenzione della ruota viene insieme all’invenzione del mozzo (asse) ed entrambe servono per ottenere un carro. Si pensi ad esempio che la parola sanscrita *aksha*, che forse all’inizio indicava l’aggancio del mozzo attraverso il foro della ruota, passò a designare sia la ruota, sia l’asse, sia il carro. Diede così vita alla parola “asse” in latino (*axis*) e in italiano, e alla parola “carro” (*am-axa*) in greco antico¹⁰². Col tempo, tra queste accezioni, al Carro è rimasta la connotazione di “carro” più che di “ruota”¹⁰³, facendo scaturire la vasta tradizione dei carri e dei cortei¹⁰⁴ con cui quell’asterismo è individuato in larga parte del nostro emisfero. Il nome e il concetto di “carro”, quindi, venne dato a quelle stelle a causa del loro movimento continuo ed evidente attorno al Polo e non per la loro forma. Questo concetto è confermato dal fatto che l’altro nome con cui era noto il Grande Carro presso i Greci e i Latini era Elica, *Helice*. Tale termine deriva dal greco *èlix*, che indica una forma elicoidale o rotante, dalla radice indoeuropea *wel ‘girare, rotolare’¹⁰⁵, significando quindi “la costellazione che gira”.

¹⁰⁰ Come tutte le stelle, anche quelle del Carro sono soggette alla precessione millenaria. Tale movimento ha avvicinato e allontanato periodicamente il Carro dal Polo. Fino a circa 8000 anni fa il Carro non era circumpolare dalle latitudini medie del Mediterraneo, diventandolo però nei millenni successivi, con il massimo avvicinamento al Polo avvenuto tra 5 e 4 mila anni fa.

¹⁰¹ Per dare un’idea della connotazione totalmente diversa che avevano le stelle circumpolari, gli Egiziani chiamavano le stelle circumpolari, che non tramontavano mai, “immortali” o “imperiture”.

¹⁰² Abbiamo approfondito il sanscrito *aksha* e il suo derivato *akshivan* in «The myth of Ixion: an astronomical interpretation» *Paolo Colona, 2016*.

¹⁰³ È comprensibile: la ruota gira su sé stessa, il carro si sposta. Il Grande Carro ruota attorno al PNC compiendo un movimento che non somiglia ad una “rotazione su se stesso” ma ricorda di più qualcosa in movimento lungo un circuito.

¹⁰⁴ Presso gli Arabi il Grande Carro era ad esempio un corteo funebre. Con un senso dell’astronomia oggi evidentemente dimenticato, gli Arabi chiamarono le tre stelle che per noi disegnano il “timone del carro” o i suoi cavalli da tiro, con il nome di “piangenti”, ovvero le donne che *seguivano* il feretro, non che lo precedevano, facendo quindi andare il Carro nel verso giusto.

¹⁰⁵ Da cui derivano anche: valzer, volta (la struttura arcuata), volubile, volume, voluta, archivolto, circonvoluzione, convoluzione, devolvere, evolvere ed evoluzione, rinvolvere e rivoluzione, volgere, coinvolgere, convoluzione, devoluzione, rivolta, vulva, valvola, elica, elicottero, ileo, ecc...

7. Perché “Orsa”?

Se abbiamo cercato di ricostruire il motivo per cui quelle stelle presero il nome di Carro, un interrogativo rimane: perché prima erano state chiamate “Orsa”? Nelle parole di Ian Ridpath: *“Un enigma persistente riguardante l’Orsa Maggiore e la sua compagna Orsa Minore è il motivo per cui sono state considerate orsi quando non sembrano affatto orsi. Entrambi gli orsi celesti hanno lunghe code, che gli orsi veri non hanno, una stranezza anatomica che i mitologi non hanno mai spiegato. Thomas Hood, uno scrittore astronomico inglese della fine del XVI secolo, ha offerto l’ironica ipotesi che le code si fossero allungate quando Zeus aveva tirato gli orsi in cielo. “Non conosco altre ragioni”, ha aggiunto in tono di scusa.”*¹⁰⁶ Questo brano, anche quando lo emendassimo dal già stigmatizzato pregiudizio secondo cui le costellazioni dovrebbero disegnare con le stelle la figura del soggetto di cui portano il nome, mantiene comunque il suo motivo, che è poi la ragione del presente lavoro: perché gli antichi hanno voluto immortalare un orso, anzi un’orsa in quelle stelle?

SECONDA PARTE - ORIGINE DEL MITO E DELLA COSTELLAZIONE DELL’ORSA MAGGIORE

8. Il mito dell’Orsa

I Greci raccontavano che la bellissima Callisto si era fatta seguace di Artemide, dea della caccia, votandosi alla verginità. Invaghitosi di lei, Zeus la sedusse con l’inganno lasciandola incinta. Artemide, quando si accorse che Callisto aveva infranto il voto, la cacciò dal proprio seguito. Quando Callisto diede alla luce il figlio Arcade, la moglie di Zeus, Era, la trasformò per vendetta in un’orsa (o fu Zeus stesso a farlo, come dice Igino, per nascondere il suo misfatto). Anni dopo, Arcade, divenuto un eccellente cacciatore s’imbatté nella madre e, senza poterla riconoscere sotto le sembianze di un’orsa, stava per abatterla mentre lei, racconta Ovidio in una pagina commovente, gli si avvicinava colma di emozione. In quel momento Zeus interviene di nuovo nella vita di Callisto sventando la sciagura: prese lei e il figlio e li traspose nel cielo sotto forma di stelle: l’Orsa Maggiore e il Bootes, la costellazione della luminosissima stella Arturo (*Ἄρκτου οὐρός*, *Arktou-ouros*, il Guardiano dell’Orsa). Era, invidiosa del destino celeste della rivale, la condannò da parte sua a non toccare mai l’oceano (ovvero a non tramontare mai, si veda la nota 9).

Non sono molte le costellazioni che possono vantare un mito così ricco ed elaborato ma, al di là della bellezza di questo racconto, esistono alcuni aspetti che insieme risultano rivelatori:

- Non esistono miti greci alternativi per la stessa costellazione¹⁰⁷. In molti casi le fonti riportano diverse storie per spiegare chi sia la figura salita in cielo. Si pensi ad esempio a Ofiuco, identificato variamente con Eracle che affronta l’Idra, con Esculapio che raccoglie il farmaco dal serpente, con Laocoonte sulla spiaggia di Troia, o anche con Trittolemo sul suo carro trainato da serpenti. Nel caso dell’Orsa Maggiore questo non avviene.
- Il mito narra una storia che prevede la nascita della costellazione come parte integrante e non come un’aggiunta. Spesso troviamo miti che vengono “riferiti” alle costellazioni in

¹⁰⁶ In: *Star Tales: Revised and Expanded Edition*, Cap. 3, § “Ursa Major”.

¹⁰⁷ Se si eccettua il singolare racconto di Arato secondo cui le Orse si presero cura di Zeus neonato nascondendolo a Crono sull’isola di Creta e nutrendolo per un anno. In Nord America il mito alternativo (decisamente meno frequente) era quello dei sette fratelli (*Gibbon, 1964*).

maniera posticcia, senza che abbiano un'origine comune, e con motivazioni deboli o nulle. Ad esempio il Leone è semplicemente “il leone” ucciso da Ercole a Nemea, senza alcun motivo per la sua catasterizzazione. Ugualmente l'Idra era la bestia uccisa da Ercole a Lerna e il Drago era quello ucciso da Ercole per rubare i pomi d'oro del giardino delle Esperidi e infine il Cancro era il granchietto che punse il piede di Ercole mentre combatteva con l'Idra venendone immediatamente dopo calpestato: comparse tratte da famosi cicli mitologici solo perché adatte a giustificare la presenza di costellazioni la cui origine era ignota ai Greci e che risultavano prive di un particolare mito di genesi.¹⁰⁸

- È un mito diffuso in tutto il mondo. È stato ritrovato quasi in ogni territorio in vista di questa costellazione, comprese le popolazioni berbere dell'Africa. È invece praticamente assente nell'emisfero australe. Ciò, oltre a lasciar supporre una vetustà impressionante, è anche un altro dato che lega in maniera intrinseca il mito alla costellazione: è da lì, dalle stelle, che viene il mito.
- Non tutte le versioni note di questo mito sono ornate come quella greca (che è particolarmente raffinata), ma tutte si riferiscono alla costellazione e hanno un nucleo in comune. Tale nucleo, che tratteggia quella che doveva essere la narrazione “originale”, riguarda una scena di caccia che non può essere completata in quanto la preda (uno o più animali) fugge in cielo e lì viene inseguita da uno o più cacciatori; il gruppo si trasforma nell'asterismo che oggi chiamiamo Grande Carro. In Grecia il nome della costellazione rimane quello della preda che veniva cacciata.

9. Si può stabilire a quando risalgono il mito e la costellazione dell'Orsa Maggiore?

È raro che possa succedere, ma nel caso dell'Orsa Maggiore siamo in grado di stimare una data di creazione¹⁰⁹. L'evidenza più semplice da usare per la datazione dell'Orsa Maggiore è la sua ubiquità: se un mito si raccontava già secoli fa ovunque nel mondo significa che è molto antico. Il fatto ad esempio che sia narrato anche in Nord America implica un'età di almeno ventimila anni poiché è a quell'epoca che risalgono gli ultimi scambi culturali e genetici tra quel continente e il resto del mondo: se il mito arrivò in America dovette farlo più di ventimila anni fa e ciò vuol dire che era già raccontato a quei tempi¹¹⁰.

Tuttavia gli studi filogenetici delle cinquanta versioni del mito dell'Orsa Maggiore attestate in tutto il mondo permettono di seguirne l'evoluzione in epoche ancora più remote. Uno dei principali studiosi del campo, Julien d'Huy, che utilizza la teoria evolutiva e la modellazione informatica nell'analisi comparativa di miti e racconti popolari, cita come date più alte nel suo articolo su *Scientific American* quelle attorno ai 30 mila o anche 50 mila anni fa senza porle come limite superiore alla nascita dei miti ma anzi dicendosi ottimista che lo studio dei miti potrà “gettare luce sulle interazioni avvenute nelle prime fasi del Paleolitico tra i primi Homo

¹⁰⁸ Quanta differenza ad esempio con il mito della Chioma di Berenice! Il suo racconto ruota tutto attorno alla catasterizzazione dei capelli della regina d'Egitto: non si tratta di un accostamento artificioso e arbitrario, ma di un mito che nasce insieme alla costellazione a cui si riferisce. Circostanza, questa, che ci è confermata da fonti storiche.

¹⁰⁹ Sono poche le costellazioni tolemaiche di cui conosciamo con un certo grado di certezza la data, come Chioma di Berenice, Bilancia, Cancro. Fra le altre costellazioni di cui è stata proposta una datazione vi sono Corvo, Coppa e Idra; si veda «Elementi astronomici e naturalistici nel mito di Apollo, Coronide e il Corvo», Paolo Colona, 2021.

¹¹⁰ In realtà la distribuzione in Eurasia e in America di particolari varianti del mito venatorio legato al Grande Carro sono compatibili con una diffusione del mito con le prime migrazioni in America, non con le ultime (Berezkin 2005).

sapiens e altre specie umane poi estinte”¹¹¹. Stando così le cose, non solo non dovremmo rifiutarci di concepire date ancora più alte per la genesi di alcuni racconti mitologici, ma ci rendiamo conto di quanto potrebbe essere prezioso qualsiasi indizio che aiuti a delineare la mitopoiesi in epoche tanto lontane.

10. L’Orsa Maggiore nel lontano passato

L’astronomo, di fronte alla sfida di sondare periodi remotissimi, ha diverse carte da giocare. Se sulla scala dei millenni può avvalersi della precessione degli equinozi, quando si tratta di valutare eventi avvenuti su scala di decine di migliaia di anni fa può affidarsi al moto proprio delle stelle. Si tratta del naturale movimento prospettico degli astri dovuto alla rivoluzione del Sole e delle altre stelle attorno alla Galassia, che fa sì che le posizioni stellari in cielo cambino costantemente sia pure di angoli minuscoli e impercettibili all’occhio umano (motivo per cui gli antichi le chiamavano “stelle fisse”). Per dare un’idea dell’entità di questo spostamento, un quarto delle stelle visibili ad occhio nudo ha un moto proprio di circa un secondo d’arco all’anno o superiore. Queste stelle cioè in sessant’anni percorrono un primo d’arco (o più) e in tremilaseicento anni un grado (o più). Si capisce quindi che, se prendiamo archi temporali di decine di millenni, l’aspetto della volta celeste viene fortemente modificato, con stelle brillanti distanti molti gradi dalla loro attuale posizione.

In altre parole, i nostri predecessori di centomila anni fa osservavano un panorama stellare piuttosto diverso dal nostro. L’unica costellazione che saremmo facilmente in grado di riconoscere nel cielo di centomila anni fa è quella di Orione. Il Grande Cacciatore è composto infatti da stelle così distanti dalla Terra (talvolta più di 1000 anni luce) che anche in cento millenni il moto proprio delle sue stelle ha poco effetto sulla sua forma.

A differenza di Orione, il Grande Carro è formato da stelle relativamente vicine a noi (quasi tutte a circa 80 anni luce, tranne Dubhe, a 120 anni luce) per cui il moto proprio interviene in maniera più importante sulla posizione reciproca dei suoi astri. Fatta questa premessa, possiamo porci una domanda non superflua:

11. Perché il Grande Carro è stato universalmente interpretato come una scena di caccia?

Abbiamo visto che le costellazioni vengono concepite e nominate in base a precise motivazioni, che spesso seguivano accurate osservazioni della volta celeste. Allora per quale motivo un gruppo di stelle che oggi secondo molti “somiglia a un carro” è stato nella preistoria identificato in maniera così forte con una scena di caccia?

A questa domanda cruciale, che riguarda l’origine della costellazione dell’Orsa Maggiore, la risposta sembra venire in maniera naturale dalla forma arcaica delle stelle del Grande Carro e dalla loro posizione in cielo. A causa del loro moto proprio, infatti, le stelle che oggi “sembrano un carro” (o un mestolo, una lucerna o un pentolino) avevano tutt’altro aspetto. Ricostruendolo tramite calcolatore, si vede come quella forma fosse ideale per evocare piuttosto un inseguimento durante una battuta di caccia.

¹¹¹ «*Scientists Trace Society’s Myths to Primordial Origins*», Scientific American, September 2016.

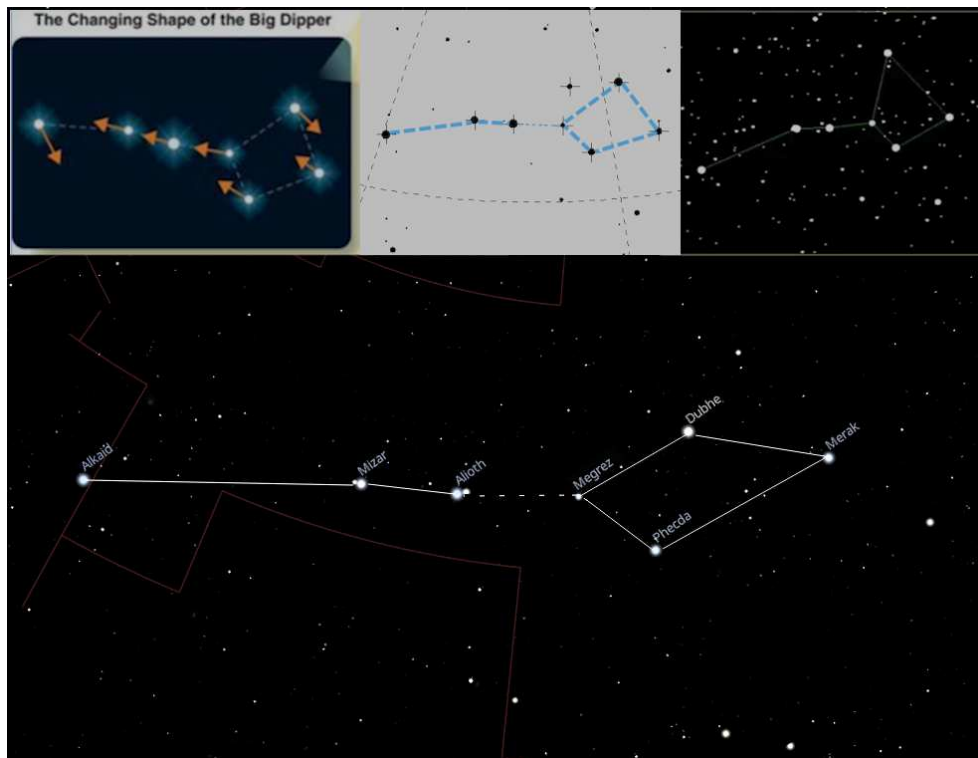


Figura 3 - il Grande Carro 100 mila anni fa (da Stellarium). Nei riquadri in alto, per confronto, immagini analoghe del Boyce Research Initiatives and Education Foundation a sinistra, di Elio Antonello su dati Hipparcos al centro, e dell'Astronomisches Rechen-Institut, Universität Heidelberg su dati Hipparcos e Gliese, a destra. Tutte le ricostruzioni mostrano una losanga di stelle seguita da tre stelle allineate.

La figura 3 mostra l'aspetto che il Grande Carro aveva centomila anni fa. La sua forma (qualunque sia la ricostruzione che adottiamo) appare molto particolare, caratterizzata da un gruppo di quattro stelle ravvicinate seguite da una linea di tre stelle. Diciamo “seguite” perché la losanga è a ovest mentre la fila di stelle è a est, per cui, nel moto del cielo, la losanga precede, la linea insegue.

Il gruppo stellare è molto vicino al PNC e quindi la sua rotazione costante era sotto gli occhi di tutti gli osservatori ogni sera. Va ricordato che si tratta di un gruppo di stelle luminose che spicca nel cielo circumpolare. La domanda di cui conosciamo già la risposta è: cosa vedevano i nostri antenati in quell'assai curioso gruppo di stelle? Anche considerando che l'occupazione prevalente per la sussistenza era la caccia, non si fa alcuna fatica a immaginare che un inseguimento tra stelle potesse ricordar loro proprio una scena tratta dalla loro esperienza: cacciatori che cercano di raggiungere una preda.

Si trattava di uno spettacolo che il cielo metteva in mostra regolarmente grazie a un asterismo dalla forma peculiare: ogni notte quattro stelle (cinque tra il -80.000 e il -40.000 per il transito di Theta UMa¹¹² nella losanga) erano incessantemente seguite da tre stelle allineate.

¹¹² L'Unione Astronomica Internazionale, oltre a definire quali costellazioni ritenere ufficiali, negli anni Venti del '900 stabilì anche i loro nomi e relative ABBREVIAZIONI A TRE LETTERE. Per costellazioni con nome di una sola parola come *Draco*, l'abbreviazione ha solo la maiuscola iniziale: Dra. Le costellazioni con nomi composti come *Ursa Major*, hanno due maiuscole: UMa. *Ursa Minor* si abbrevia UMi. Le stelle designate con la lettera greca assegnata da Bayer nel 1600, a loro volta vengono scritte per esteso o abbreviate anch'esse a tre lettere. Ad esempio la Stella Polare, *Alpha Ursae Minoris*, si può abbreviare *Alp UMi*.

L'idea di una battuta di caccia che si svolge nel cielo doveva essere spontanea per la forma e il movimento di quelle stelle.

Dopo questa impressione, il ragionamento deve aver posto loro il problema: come mai una scena di caccia si svolge nel cielo? E da qui prende vita il mito: una preda è salita in cielo per sfuggire ai cacciatori, i quali sono saliti a loro volta nel firmamento, dove ora splendono sotto forma di stelle.

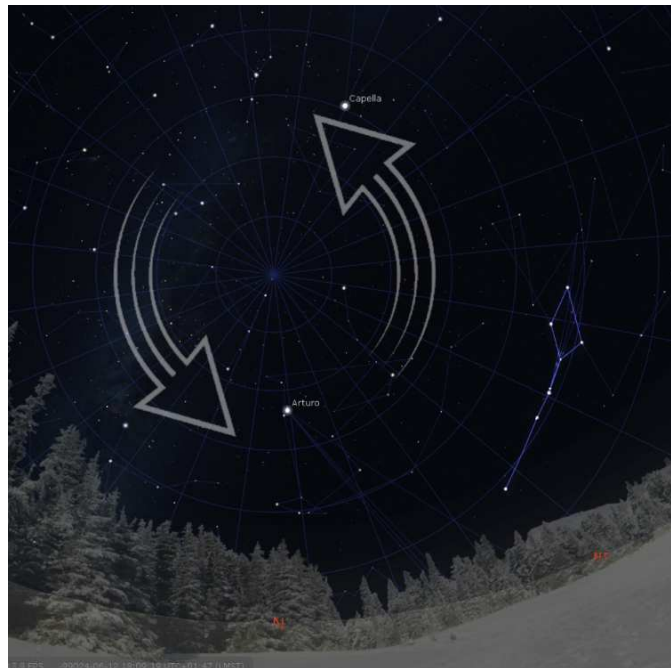


Figura 4. Il Grande Carro sale nel cielo 100 mila anni fa (da Stellarium). È evidenziato il moto di rotazione del cielo.

La forma molto peculiare che quelle stelle avevano all'epoca può ricordare un cimento venatorio molto di più di oggi: quattro in fuga e tre lanciate all'inseguimento (tra l'altro in una forma complessiva che ricorda una lancia). Il Grande Carro di oggi non somiglia così tanto a dei cacciatori che inseguono un gruppo di prede. Se questa storia è raccontata ancora oggi è perché quell'antico "mito" è rimasto tenacemente attaccato a quelle stelle per centinaia di secoli.

Il raggruppamento stellare che spiccava nel cielo circumpolare, la sua forma così particolare e il suo movimento evidente hanno attratto l'attenzione dell'uomo e ispirato l'immagine di una caccia. La forza di quell'immagine ha poi, in maniera molto naturale, portato a elaborare un racconto che in un certo senso spiegasse quella visione ma, più importante, che la rendesse familiare. In questa vicenda abbiamo l'opportunità di seguire un "ragionamento", un processo creativo del Paleolitico, nonché l'origine di un mito legato a una costellazione.

12. Perché un'orsa e non un orso

Si è speculato molto sul motivo per cui la costellazione è femmina, spingendosi addirittura a ipotizzare che il famigerato “culto dell'orso” paleolitico insieme a un assetto sociale di tipo matriarcale avessero fatto catasterizzare un esemplare femmina di orso. Quello che ci sembra più in linea con una semplice e immediata lettura del cielo, è che le stelle che rappresentano la preda o il gruppo di prede in fuga, essendo disposte in gruppo, potevano ispirare più facilmente l'idea di una femmina con i suoi cuccioli. Nel mondo animale, del resto, la preda per eccellenza sono i cuccioli, in quanto più indifesi e lenti nella fuga. Questo doveva valere naturalmente anche per i nostri antenati, che, c'è da credere, basavano i loro tipi di caccia anche sui cicli riproduttivi delle specie che cacciavano. Considerando quindi più allettante inseguire una madre rallentata dai suoi piccoli, sembra inevitabile che sia stata quella l'immagine che ha prevalso, lasciando poi, col passare del tempo, il solo concetto di Orsa o di altro animale femmina (la quale, anche per sineddoche, poteva comunque comprendere l'idea della cucciolata al seguito). Occorre notare che questa lettura si basa su ciò che già sappiamo e non richiede alcun presupposto aggiuntivo come culti dell'orso o matriarcato preistorico. Inoltre è notevole che in diverse versioni del mito, compresa quella greca, la preda catasterizzata sia stabilmente caratterizzata dall'essere madre.¹¹³

13. La datazione in dettaglio

L'epoca a cui facciamo risalire questa mitopoiesi non è necessariamente “centomila anni fa”: il gruppo stellare mantenne una forma simile per quasi altri *cinquantamila anni* deformandosi lentamente, per poi diventare inevitabilmente più simile all'odierno Grande Carro, che, al confronto, è molto più disordinato e caotico e si presta nettamente meno all'interpretazione della vicenda venatoria.

C'è poi un'altra variabile da tenere presente: in quei 50 mila anni, il Carro non è sempre stato circumpolare. A causa della precessione degli equinozi, l'asterismo è arrivato ad assumere declinazioni simili a quelle delle costellazioni zodiacali, risultando quindi completamente occiduo. Occorre pertanto escludere i periodi in cui la precessione ha sottratto il gruppo stellare dalla circumpolarità. Per determinarli, in [figura 5](#) abbiamo indicato l'evoluzione nel tempo della declinazione di Megrez, la stella centrale dell'asterismo.¹¹⁴

Riteniamo che la condizione ideale per l'identificazione del gruppo di stelle con una scena di caccia che si trasferisce in cielo sia la “quasi circumpolarità”, il momento cioè in cui le stelle sfiorano l'orizzonte, sparendo almeno in parte dietro ostacoli naturali, e poi salgono in cielo dove passano la maggior parte del tempo. Un sia pur minimo contatto con la terra,

¹¹³ La versione narrata dai Mari sostituisce un'alce all'orsa ma la descrive comunque accompagnata dal suo piccolo. Anche nella versione araba di questa costellazione, benché abbandoni la caccia cosmica per la lettura più recente di un carro e interpreti le stelle come un corteo funebre, le componenti della stella doppia al centro tra le “piangenti” (Alcor e Mizar) sono una madre con suo figlio.

¹¹⁴ Maggiore è la declinazione di quella stella e maggiore è la regione dal quale il Carro appariva circumpolare. Ad esempio una declinazione di +90° l'avrebbe reso circumpolare per quasi tutto l'emisfero nord, una declinazione di pochi gradi sopra zero, invece, l'avrebbe reso circumpolare solo dal Polo Nord. La declinazione di +50°, simile a quella che ha attualmente la stella più meridionale del Grande Carro, renderebbe l'asterismo circumpolare per gli osservatori a nord della latitudine +40° circa.

insomma, è verosimilmente importante per suggerire l'idea di un passaggio dall'ambientazione terrestre a una celeste come narrato nel mito¹¹⁵.

La cronologia esatta di questi momenti dipende non solo dalla variazione della declinazione stellare dovuta alla precessione, ma anche dalla latitudine alla quale si trovavano gli osservatori che hanno ideato questo mito. Non conoscendo per ora con certezza il luogo esatto in cui mito e costellazione furono concepite, manteniamo libera questa variabile e osserviamo il grafico, che indica due momenti, attorno al -80.000 e attorno al -55.000, in cui il gruppo della “caccia cosmica” era vicinissimo al PNC, e le due finestre nelle quali esso era circumpolare a sud della latitudine +45° (colorate in celeste). In quei lassi di tempo, e specialmente verso i loro estremi, le condizioni astronomiche erano ideali per la visualizzazione della “caccia cosmica” così come raccontata dai miti.

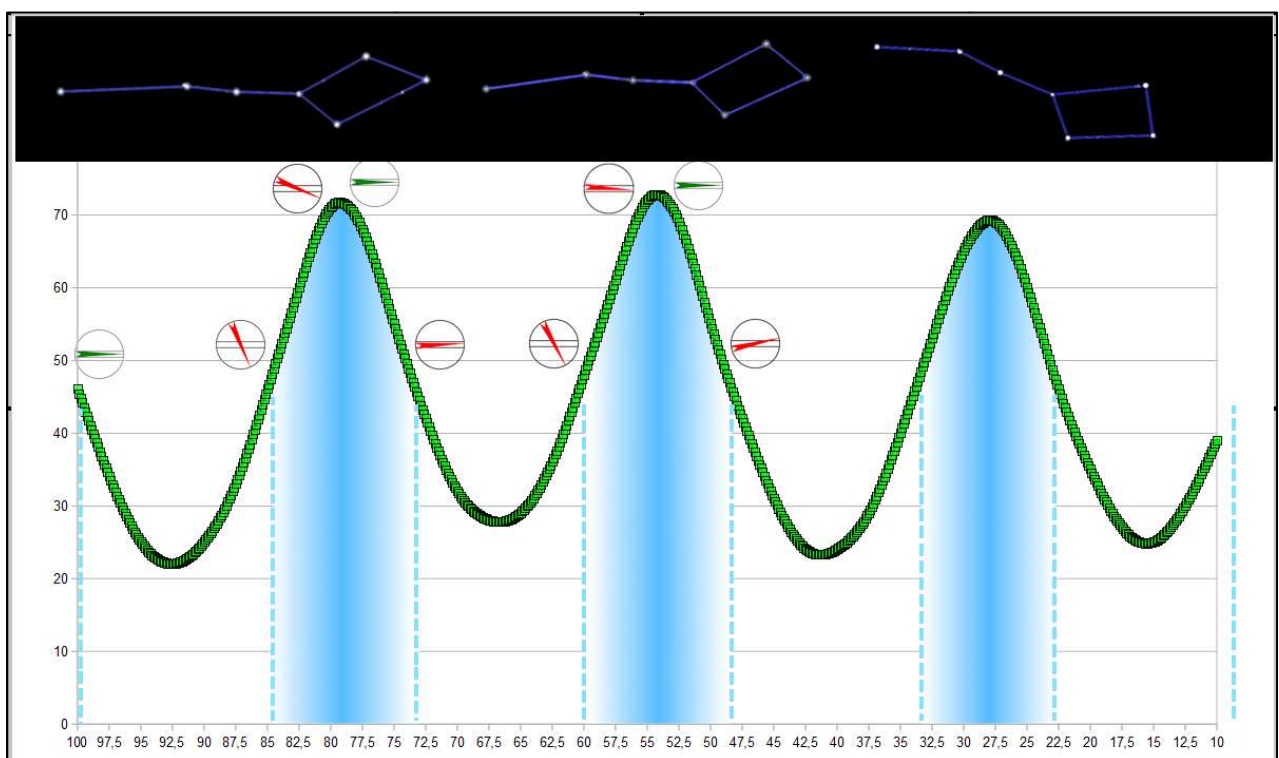


Figura 5. La declinazione di Megrez dopo il -100.000. (In ordinata la declinazione in gradi, in ascissa i millenni a.C.) Sopra, col passare del tempo il gruppo stellare perde progressivamente l'aspetto di un inseguimento per diventare l'attuale “Grande Carro”. Vicino ai massimi della curva, la costellazione della “caccia cosmica” non tramontava mai per chiunque la osservasse da più a nord della latitudine ~30° (Mediterraneo meridionale). Occorreva trovarsi invece alla latitudine dell'Europa Centrale per vedere il Carro circumpolare in corrispondenza dei flessi della curva. Le piccole bussole indicano l'inclinazione dell'asterismo (freccia rossa) rispetto al parallelo celeste (righe orizzontali) in corrispondenza dei massimi della curva e agli estremi delle zone celesti; le bussole con freccia verde sono disposte presso la curva negli intervalli di interesse nel momento in cui si verificò un parallelismo perfetto.

¹¹⁵ Sembra confermare questa intuizione il fatto che l'Orsa sia collegata al mito della caccia cosmica solo presso popolazioni che vivono a latitudini intermedie (come quelle della Siberia centrale o del confine USA-Canada), dove essa poteva risultare parzialmente (o anche per nulla) circumpolare, mentre non ha questa valenza nella zona artica dove è permanentemente circumpolare. A quelle latitudini estreme, al contrario, tale mito (la cosiddetta “caccia cosmica”) è riferito a Orione, una costellazione occidua.

Se ci limitiamo quindi a dopo il -100.000, e non superiamo il periodo in cui le stelle del Carro ancora somigliavano più a una lancia che non a un pentolino e potevano meglio ispirare l'immagine di una caccia, vediamo che le epoche in cui poté essere più probabilmente concepita la costellazione e il suo mito sono solo due: i dodici millenni dopo l'85 mila e quelli dopo il 60 mila a.C. circa. Il periodo successivo, a cavallo tra Aurignaziano e Gravettiano, vedeva un Grande Carro già di aspetto moderno, meno capace di ispirare una corsa di cacciatori dietro una preda, per cui lo riteniamo una soluzione possibile ma meno probabile. Anche i 12 mila anni circa prima del -100.000 sarebbero in teoria perfettamente validi per il processo descritto. Altri intervalli precedenti tendiamo a ritenerli via via meno ammissibili sia perché Alkaid (l'ultima delle stelle inseguatrici) si andava progressivamente allontanando dal resto del gruppo, sia per ovvie considerazioni relative alla necessaria evoluzione culturale e cognitiva della nostra specie.

Infine un ultimo fattore avrebbe potuto influenzare l'impressione visiva di un inseguimento, ed è l'orientamento del gruppo stellare, che cambia nel corso delle epoche a causa del fenomeno della precessione. Ogni astro ruota attorno al Polo Celeste, tuttavia l'asterismo, per dare l'idea di un inseguimento, dovrebbe anche essere *correttamente orientato* nel senso del moto. Si tratta dello stesso motivo per cui il Carro non può prendere il nome dalla forma che hanno le sue stelle: perché si troverebbe *orientato al contrario* rispetto al verso del moto. Un'altra condizione quindi che possiamo porre per individuare meglio il momento più probabile di creazione della costellazione dell'Orsa e del suo mito è che il gruppo di sette stelle risultasse orientato nel senso della "fuga" della preda. Poiché la variazione dell'inclinazione dipende dal moto di precessione, la si può ricostruire. Ricordando che più l'asterismo è orientato in senso est-ovest e maggiore è l'impressione di un inseguimento fra le stelle, notiamo che i momenti di miglior allineamento si verificarono attorno al -99.000, -78.000, -72.000 e -53.000¹¹⁶. Poiché il cambiamento dell'orientamento è disuniforme, il periodo con un orientamento accettabile non è necessariamente centrato sul momento di allineamento perfetto. Questi sono i periodi in cui l'asterismo aveva un orientamento non superiore a una decina di gradi rispetto ai paralleli: (-106.000, -95.000), (-79.000, -68.000) e (-54.000, -42.000). Tali intervalli, come si vede, si estendono oltre il periodo di circumpolarità parziale da latitudini inferiori a +45° e quindi (a meno che non si accetti una genesi da latitudini più alte) andrebbero opportunamente abbreviati in maniera che non superino rispettivamente circa il -100.000, il -73.000 e il -48.000. Si noti che, molto convenientemente, i momenti ammissibili per l'orientamento sono centrati proprio sugli intervalli temporali che prevedono la "quasi circumpolarità" per le medie latitudini.

In conclusione, i periodi in cui l'asterismo che oggi chiamiamo Grande Carro aveva la possibilità di rappresentare al meglio l'aspetto di un inseguimento venatorio che dalla terra si portava in cielo (ovvero A: aveva l'aspetto di un gruppo di stelle in fuga e una fila di stelle all'inseguimento, B: era circumpolare o quasi da latitudini non superiori a +45°, C: era orientato nel senso del moto diurno del cielo), sono quelli che vanno approssimativamente¹¹⁷ dal -106.000 al -100.000, dal -79.000 al -73.000 e dal -54.000 al -48.000, cioè in tre finestre temporali di ~6000 anni ciascuna.¹¹⁸

¹¹⁶ La fonte è *Stellarium*. Si consideri che l'orientamento di un gruppo stellare rispetto ai paralleli è un calcolo relativamente semplice e con incertezze minori rispetto ad esempio a quello del moto proprio delle stelle.

¹¹⁷ L'incertezza, considerando i calcoli coinvolti e le considerazioni su cui si basano questi risultati, possiamo conservativamente stimarla dell'ordine di \pm un millennio per la data centrale di ciascun intervallo e di un paio di millenni per la sua estensione complessiva.

¹¹⁸ Se si richiede un'origine da latitudini più alte, si deve posticipare il termine degli intervalli. Orientativamente, per ogni 4° di latitudine in più si deve allargare la finestra temporale di un millennio verso il presente.

14. Quanto è antica l'astronomia?

Una domanda che riguarda gli studiosi ma che ci si pone anche a livello popolare è da quanto tempo l'uomo osserva il cielo. Per quanto l'archeologia materiale ci fornisca molti reperti che sosterebbero un'osservazione sistematica del cielo già nel Paleolitico, nessuno di essi sembra costituire una prova conclusiva capace di convincere e mettere d'accordo tutti gli studiosi. Per questo, nonostante non possano esservi dubbi che l'uomo conducesse osservazioni non casuali del cielo per via dei considerevoli vantaggi che ne poteva trarre (orologio, calendario, bussola, ecc.), non riusciamo a provare, utilizzando reperti materiali, che lo facesse realmente.

La risposta a quella domanda, ed è una risposta conclusiva, viene invece dal mito. L'esistenza di storie di origine astronomica presenti su più continenti, come ad esempio quelli di Fetonte¹¹⁹ e dell'Orsa Maggiore, è giustificabile solo con un'osservazione attenta del cielo da parte dell'uomo preistorico fin dal Paleolitico. Le datazioni più basse possibili per la nascita di questi miti sono di ventimila anni ma, come abbiamo visto, l'Orsa Maggiore alza con maggior probabilità questa data ad almeno cinquantamila anni insieme alla risposta al quesito “quanto è antica l'astronomia?”

APPENDICI – UMI; ALP BOO.

E l'Orsa Minore?

La denominazione di questa piccola (256 gradi quadrati) costellazione deriva dalla presenza dell'asterismo del Piccolo Carro, che ha una certa somiglianza con il Grande Carro nell'Orsa Maggiore. Effettivamente la disposizione delle sue stelle può ricordare quella del Grande Carro. Da quanto tempo esiste questa somiglianza?

Le stelle dell'Orsa Minore sono tutte più lontane da noi rispetto a quelle del Grande Carro ma con un'eccezione: Eta UMi dista meno di 100 anni luce. Ci aspettiamo quindi che la forma sia rimasta abbastanza simile all'attuale tranne che per una stella. Effettivamente la stella Eta, andando indietro nei millenni, si spostava sempre più verso il Drago, varcandone i confini attorno a ventimila anni fa e facendo così perdere fatalmente a quel gruppo di stelle la forma di “Piccolo Carro”.

Sorprendentemente, però, una stella del Drago, *Chi Draconis*, distante appena 26 anni luce da noi, si avvicinava sempre più al Piccolo Carro, dirigendosi proprio nella zona dove attualmente si trova Eta. Attorno a 45 mila anni fa si è verificata una sostituzione quasi perfetta: Chi Dra al posto di Eta UMi. Non possiamo avere la certezza che le stelle avessero esattamente la posizione calcolata perché esistono delle imprecisioni intrinseche nei valori di moto proprio, tuttavia c'è una buona probabilità che nel Paleolitico il Piccolo Carro avesse la forma del Grande Carro dopo aver scambiato una stella con il Drago. Tra l'altro il Piccolo Carro avrebbe avuto una forma più riconoscibile dell'attuale perché la stella del Drago è più luminosa di quella attuale (magnitudine 3,95 di Chi Dra contro 4,95 di Eta UMi).

¹¹⁹ Una spiegazione del mito di Fetonte, con l'individuazione dei fenomeni astronomici da cui scaturisce, si può trovare in «Significato e contenuto astronomico del mito di Fetonte», *Paolo Colona*, in: *Atti del 10° convegno internazionale di archeoastronomia in Sardegna (2021)*, di prossima pubblicazione.

Un aspetto che colpisce è che la somiglianza geometrica tra i due asterismi poteva essere persino maggiore all'epoca che non oggi. Per questo si potrebbe anche ipotizzare, *a titolo di mera possibilità teorica*, che l'Orsa Minore abbia potuto cominciare ad essere considerata in questo modo già allora, per via di questa peculiare somiglianza.

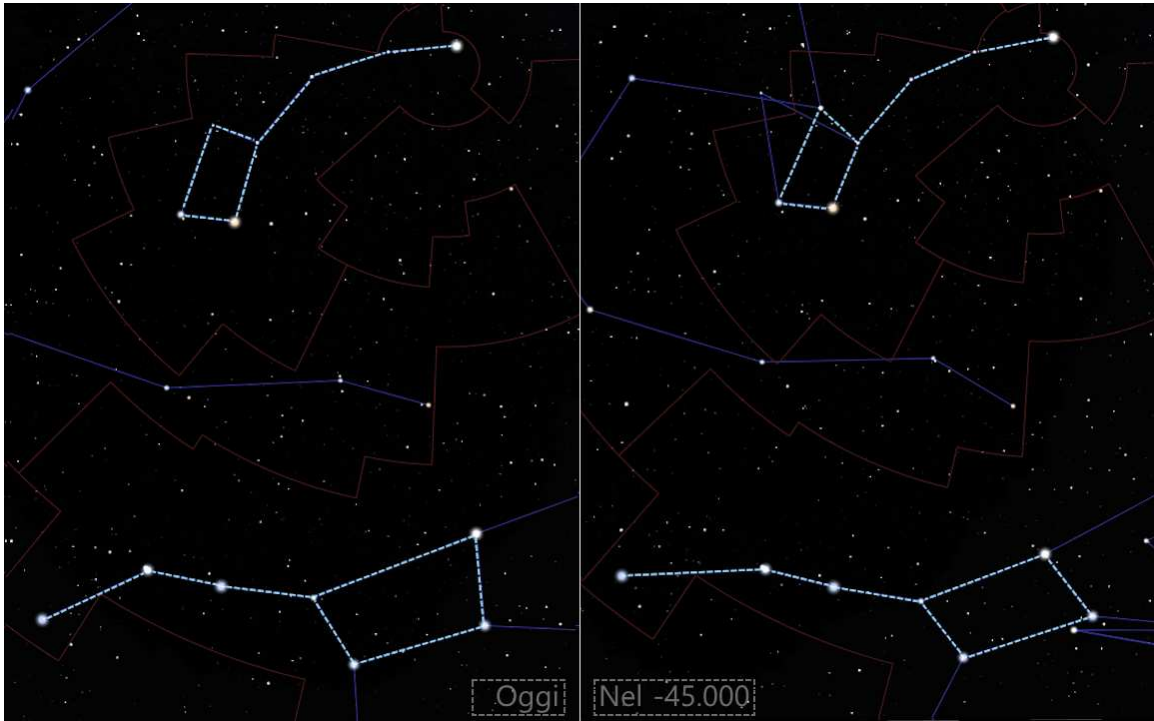


Figura 6. Piccolo e Grande Carro a confronto oggi e 47 mila anni fa. All'epoca i “timoni” erano entrambi più dritti (oggi hanno pronunciate curvature opposte tra loro), e il quadrilatero del Piccolo Carro era più evidente per la presenza della stella Chi Draconis, più luminosa dell'attuale Eta Ursae Minoris.

E il Guardiano dell'Orsa?

Come accennato sopra, Arturo, la splendentissima Alfa della costellazione di Boote (anche detta Bovaro o Pastore), la più luminosa stella dell'emisfero celeste settentrionale, deriva il suo nome dal greco Arktou-ouros, che significa “Guardiano dell'Orsa”. Concordemente, un altro nome della costellazione di Boote era Artofilace, col medesimo significato di “Custode dell'Orsa”.¹²⁰

In apertura abbiamo visto che anticamente (e in effetti ancora adesso, con Artide e Settentrione) il nome della costellazione era usato indifferentemente per indicare il gruppo stellare oppure il nord e in special modo il nord celeste, la calotta circumpolare, pertanto il nome Arturo si presterebbe ad essere letto come “Guardiano del Nord”.¹²¹

¹²⁰ “Artofilace n. pr. m. astron. - nome lett. (lat. Arctophylax, grecismo, «guardiano dell'orsa») della costellaz. denominata propr. Boote (lat. Bootes, grecismo, «guardiano dei bovi») (dal dizionario RAI riportato in Bibliografia Web). Igino si dilunga su questo termine facendolo risalire ai tempi di Omero (“*ille, qui antea plaustrum sequens Bootes appellabatur, Arctophylax est dictus*”: “e quella costellazione, che prima era detta Boote che segue il Carro, è chiamata Artofilace”. Igino, *ibid.*)

¹²¹ È così forte la relazione tra i termini e frequente lo scambio di significati tra Orsa e Nord che Ridpath cita la teoria dello storico dell'astronomia svedese Peter Blomberg, secondo cui la parola ἄρκτος fosse originariamente utilizzata per indicare “nord”, e che il suo significato alternativo, quello di orso, sia stato adottato in seguito.

Potrebbe allora quel nome implicare una mansione diversa dal far da guardia all'Orsa (che non dà particolarmente l'idea di averne bisogno) e riferirsi invece a un ruolo polare?

Oggi la sua posizione nel cielo non è propriamente "polare", attestandosi sui 19° di declinazione nord, come Algieba nel Leone, una decina di gradi più a sud di Castore e Polluce nei Gemelli. Tuttavia, risalendo indietro nel tempo Arturo rivela una storia molto diversa.

Nel 6600 a.C., ai tempi in cui l'Orsa riconquistava rapidamente la circumpolarità, Arturo segnava un record di declinazione positiva a 61° nord rimanendo circumpolare dalla latitudine di Giza per più di mille anni. Risultato impressionante ma ancora non sufficiente a renderla il "Guardiano del Nord". Nei cicli precessionali precedenti, anche grazie al suo alto moto proprio, Arturo raggiunse declinazioni ben maggiori. Nel 32.000 a.C. arrivò a +74°. E finalmente, nel -58.000, riuscì a brillare a soli 5° dal PNC¹²² divenendo la più brillante stella polare nord della storia recente del nostro pianeta.

Limitandoci a rimanere nell'ambito del possibile, per pura curiosità segnaliamo quindi che, se l'Orsa era già stata identificata come tale nel primo o nel secondo degli intervalli che abbiamo individuato, e se il suo nome già indicava il nord, per duemila anni attorno al -58.000 Arturo fu realmente "Guardiano del Nord" (ovvero Guardiano dell'"Orsa") e potrebbe aver tratto, se non il suo titolo, almeno una caratterizzazione semantica in quel periodo. Si tratta, evidentemente, di un'eventualità largamente speculativa, basata però sul fatto che l'Orsa Maggiore, con il suo mito, ha attraversato decine di millenni. Questa "mera possibilità teorica" potrebbe forse trovare conforto se si accumulassero le evidenze di un diffuso nesso culturale tra Arturo e il nord.¹²³

15. Conclusioni

Riassumiamo in breve e per punti i risultati originali che abbiamo riportato questo articolo:

- L'eccezionale disposizione delle stelle del Grande Carro 100 mila anni fa, ovvero una fila di tre stelle allineate che segue (per la rotazione celeste) un gruppo di quattro stelle, si presta ad essere una convincente spiegazione dell'interpretazione preistorica di quell'asterismo come una scena di caccia. La sua circumpolarità, parziale o totale, ha suggerito che la preda, per sfuggire ai cacciatori, sia salita dalla terra in cielo.
- La distribuzione delle sette stelle in quella foggia è durata fino a circa 50 mila anni fa. Imponendo la condizione di circumpolarità a quegli astri, si determinano tre possibili finestre temporali per la sua trasformazione in costellazione, durate ciascuna circa 12 millenni: una subito prima del -100.000 e le altre dopo il -85.000 e il -60.000.
- Richiedendo anche che il gruppo stellare fosse orientato nel senso dell'inseguimento, vengono ulteriormente accorciati i tre periodi nei quali il gruppo che oggi chiamiamo Grande Carro risaltava in cielo mimando perfettamente il movimento descritto dal mito. Tali intervalli con condizioni ideali per l'astropoiesi e conseguente mitopoiesi furono centrati sulle seguenti date a.C. e hanno un'ampiezza di circa 6 millenni ciascuna: 103.000; 76.000; 51.000, ±1000 anni, valide per latitudini fino a 45° nord (per siti più settentrionali le finestre temporali si avvicinano a noi di 1000 anni ogni 4° di latitudine circa).

¹²² I valori restituiti dai software che abbiamo usato sono 4,5° per Stellarium e 6° per Cartes du Ciel.

¹²³ Ad esempio, per cominciare: "il nome arabo della costellazione di Boote, *Al-Haris Al-Sama*, significa *la guardia del nord*" (Kunitzsch e Smart 2006), e "Il nome originale di questa costellazione (Bootes) era con ogni probabilità *Arturo*" (Olcott 1911).

- Il processo di familiarizzazione di quelle stelle tramite il racconto di una preda che fugge in cielo ha creato il mito dell’Orsa come preda di una caccia cosmica, che si diffuse e che possiamo ancora ritrovare in diversi continenti, nelle terre che vedono quella costellazione.
- La costellazione ritrae un animale femmina anziché maschio perché presumibilmente, dovendo rappresentare una preda, è stata fin da subito più facilmente identificata con una madre con cuccioli, più fruttuosa e semplice da cacciare che non un maschio da solo o in branco. La maternità dell’Orsa Maggiore ritorna ripetutamente nella mitologia.
- È uno dei rarissimi casi in cui il mito di una costellazione è nato con essa e riguarda la sua creazione.
- Questa ricostruzione ci consente di seguire un “ragionamento”, un processo creativo risalente al Paleolitico.
- Inoltre ciò prova l’antichità dell’astronomia: almeno 50 mila anni fa l’uomo già osservava la rotazione del cielo notturno e la interpretava.
- In tempi più recenti, dopo l’invenzione della ruota da trasporto, in Mesopotamia è stata accostata l’immagine di una ruota al cielo e in special modo alla calotta circumpolare in perenne rotazione. Questo “segno” è stato riassunto dal Grande Carro essendo il gruppo stellare caratteristico di quella regione celeste. A causa della contiguità semantica che vigeva allora tra ruota e carro, e per il fatto che quel gruppo di stelle non ruota su se stesso ma percorre un circuito attorno al Polo Nord Celeste, ad esso è rimasta la connotazione e il nome di “Carro”.
- Le costellazioni nascono per motivi precisi, spesso derivanti da specifiche osservazioni astronomiche e più raramente per la forma che disegnano in cielo. In particolare, è insussistente l’ipotesi che la designazione di Carro dipenda dalla forma delle sue stelle (debole di per sé, e insensata perché il “carro” viaggerebbe al contrario nel cielo, trascinandosi dietro i cavalli).
- I confini asimmetrici dell’Orsa Maggiore raccontano una storia cospicua che coinvolge altre zone “forti” di quella porzione di cielo. In particolare impressiona come le deboli stelle della coda del Drago abbiano conteso con successo il cielo allo sfavillante Grande Carro limitandone l’espansione che, in altre direzioni, non ha avuto alcun ostacolo. Ciò a riprova che le costellazioni sussistevano per motivazioni astronomiche precise, con valore inderogabile.
- Il Piccolo Carro, grazie a uno scambio di stelle con la confinante costellazione del Drago, e per le deformazioni dovute al moto proprio stellare, ebbe un momento di massima somiglianza con il Grande Carro 45 mila anni fa rendendo in linea di principio possibile che potesse essere identificato già allora come “Orsa Minore”.
- Il termine greco Arturo, che designa la stella più luminosa dell’emisfero celeste settentrionale, significa “Guardiano dell’Orsa” ma anticamente (e anche oggi: Artide, Settentrione) il nome di quella costellazione indicava usualmente il nord, pertanto “Arturo” potrebbe celare il senso di “Guardiano del Nord”, titolo adatto ad una stella polare. Poiché nel -58.000 Arturo fu realmente stella polare, forse la più luminosa da quando comparve l’uomo sulla Terra, e l’Orsa Maggiore poteva essere già stata creata, si presenta la pur labile possibilità, fortemente speculativa, che un titolo “polare” come “Guardiano del Nord”, reso poi in greco come *Arktou-ouros*, possa essere stato collegato a quella stella al termine del Paleolitico medio.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Common Proper Motion (CPM)*, Boyce-Astro, Boyce Research Initiatives and Education Foundation (BRIEF) (<https://boyce-astro.org/wp-content/uploads/BRIEF-Video-Lesson-ASTROMETRY-Common-Proper-Motion-CPM.pdf>)
- ALLEN, Richard Hinckley, 1963, *Star Names, Their Lore and Meaning*, as reprinted in the Dover edition.
- ANTONELLO Elio, 2019, *Il cielo del lontano passato (Le ciel du passé lointain)*, in “La chevauchée des Celtes. Mélanges offerts à Venceslas Kruta”, Editions Yoran, Fouesnant, p. 63.
- ARATO di Soli, 1984, *I fenomeni ed i pronostici*, M. Zoli (Curatore) C. Mutti (Traduttore); Edizioni Arktos.
- BEREZKIN, Yuri E., 2005, *Cosmic Hunt: Variants of Siberian-North American Myth*, “Folklore: Electronic Journal of Folklore”, Issue 31. 2005. Pp. 79-100.
- COLONA, Paolo; 2008, *La volta celeste della sala del Mappamondo nel palazzo Farnese di Caprarola*, in “Biblioteca e società” vol. 27, 1/2 (2008) p. 5-19.
- COLONA, Paolo; 2016, *The myth of Ixion: an astronomical interpretation*, in “Mediterranean Archaeology and Archaeometry”, Vol. 16, No 4. 2016. Pp. 183-189.
- COLONA, Paolo; 2010, *Cielo e Costellazioni – la scienza racconta i miti*, Irideventi, Roma, 2010.
- COLONA, Paolo; 2018, *L'origine astronomica di alcuni miti greci*, in: Atti del 20° Seminario di Archeoastronomia ALSSA, 2018.
- COLONA, Paolo; 2019, *Traduzione e significato del frammento astronomico di Eraclito DK120*, in: Atti del 21° Seminario di Archeoastronomia ALSSA 2019.
- COLONA, Paolo; 2019, “*Boote che tardi tramonta*”: conoscenza e oblio di un fenomeno astronomico da Omero ai giorni nostri, in: Atti del VII convegno di Archeoastronomia La Misura del Tempo, 2019.
- COLONA, Paolo; 2021, *Significato e contenuto astronomico del mito di Fetonte*, in: Atti del 10° convegno internazionale di archeoastronomia in Sardegna (2021), di prossima pubblicazione.
- COLONA, Paolo; 2022, *Elementi astronomici e naturalistici nel mito di Apollo, Coronide e il Corvo*, in: Atti dell'11° convegno internazionale di archeoastronomia in Sardegna (2022), di prossima pubblicazione.
- DE SANTILLANA Giorgio; VON DECHEND Hertha; 2003, *Il mulino di Amleto*, Adelphi.
- D'HUY, Julien, *The evolution of myths*, Scientific American, Vol. 315, No. 6 (december 2016), pp. 62-69.
- GURSHTEIN, Alexander; 1995, *Prehistory of zodiac dating: Three strata of Upper paleolithic constellations*, in “Vistas in Astronomy”, Volume 39, Issue 3. Pp. 347-362. (1995).
- GIBBON, William B.; 1964, *Asiatic parallels in North American star lore: Ursa Major*, in: Journal of American Folklore. 77 (305): 236–250. 1964.

- IGINO; *Mitologia Astrale*, Adelphi, 2009. Introduzione di Gioacchino Chiarini e Giulio Guidorizzi.
- KUNITZSCH, Paul; SMART, Tim; 2006, *A Dictionary of Modern star Names: A Short Guide to 254 Star Names and Their Derivations*, (2nd rev. ed.), Cambridge, Massachusetts: Sky Publishing Company. 2006.
- OLCOTT, William Tyler; 1911, *Star lore of all ages; a collection of myths, legends, and facts concerning the constellations of the Northern Hemisphere*, New York, London: G.P. Putnam's sons.
- OVIDIO; *Ovid's Metamorphoses*, tr. Anthony S. Kline», Book II. Vv. 172-176. (2000)
- RIDPATH, Ian; 2001, *Stars and Planets Guide*, Princeton University Press.
- RIDPATH, Ian; 2018, *Star Tales: Revised and Expanded Edition*, Lutterworth Press, 2018.
- ROGERS, John H., 1998, *Origins of the Ancient Constellations: II. The Mediterranean traditions*, Journal of the British Astronomical Association. 108: 79–89. 1998.
- SENECA, Lucio Anneo; *Medea*, Traduzione dal latino di Ludovico Dolce (1560). Atto quarto. Vv. 50, 51.
- VANIN, Gabriele; 2014, *Catasterismi. L'origine, la storia, il mito delle costellazioni*, Reticus.

BIBLIOGRAFIA WEB

<https://www.aavso.org/myths-uma>

<https://www.ap-i.net/skychart/fr/start> (Cartes du Ciel)

<http://judy-volker.com/StarLore/Myths/UrsaMajor5.html> (per la citazione di Blomberg da parte di Ian Ridpath)

<http://www.ianridpath.com/startales/ursamajor.html>

<https://www.iau.org/public/themes/naming/>

<https://ovid.lib.virginia.edu/trans/Ovhome.htm> (per il testo delle Metamorfosi di Ovidio)

<https://stellarium.org/> (Stellarium v23.4 Astronomy Software, utilizzato per le illustrazioni)

Metodologia pratica di rilievo per appassionati ricercatori di astronomia culturale e archeoastronomia

Nicola Giuliano

SIA, Società Italiana di Archeoastronomia,
UAN, Unione Astrofili Napoletani
GAS, Gruppo Archeologico Salernitano



Abstract

Si espone di seguito il mio sistema pratico di misurazione ai fini della ricerca nell'ambito dell'astronomia culturale e dell'archeoastronomia. Questa metodologia, che ha portato a molti risultati positivi, è stata elaborata sulla base dell'esperienza sul campo ed ha permesso di sviluppare attrezzature per la misurazione, efficaci e adatte a chi non ha a disposizione altri fondi per le proprie ricerche se non i propri.

Il “**Metodo Giuliano**” di rilievo archeoastronomico, mette in correlazione la gnomonica ai programmi che forniscono l'esatta posizione del Sole, nel giorno, nell'ora e nel luogo preciso, dove il risultato della misurazione non ha bisogno di ulteriori calcoli ma è quello definitivo.

L'analisi visiva dei luoghi, che pone grande attenzione alla parte storica, antropologica e geologica del posto, è fondamentale per scegliere la validità dei punti dove effettuare i rilievi. I risultati delle misurazioni saranno poi analizzati, sviluppando semplici calcoli geometrici e di trigonometria e laddove necessario aiutandosi con il disegno tecnico in scala.

Con questa metodologia è possibile:

- Rilevare l'allineamento tra megaliti e la collocazione di strutture verso la volta celeste;
- Calcolare il complesso sistema di meridiana a camera oscura e consentire a chiunque abbia passione e volontà, di tracciare percorsi di luce, alla ricerca di eventi luminosi che potrebbero avere una valenza calendariale a scopo pratico o di culto, a caccia di ierofanie, opportunamente progettate con l'intento di stupire i fedeli con la manifestazione del sacro.

1. Descrizione

In questo testo si intende mostrare una nuova metodologia pratica di rilievo, studiata per effettuare rilievi sul campo, per ricerche nell'ambito dell'astronomia culturale e dell'archeoastronomia.

Questo metodo, pensato nel 2019, è stato sviluppato, messo in pratica e perfezionato nel corso degli anni, nei quali ha portato a molteplici risultati positivi, avviando a diverse ricerche, ed è adatto a tutti i cultori e appassionati che intendono approcciare alla materia in quanto è affidabile, economico, semplice e non prevede l'utilizzo di attrezzature costose e complessi calcoli matematici. Un metodo perfetto per tutti coloro che hanno basi in astronomia, archeoastronomia e gnomonica.

Questo metodo di rilievo infatti, pone il suo fondamento sulla Gnomonica, (arte che si occupa della progettazione e della costruzione di orologi solari e meridiane), la quale viene in aiuto dell'archeoastronomia per rilevare allineamenti tra megaliti, l'orientamento di dromos e strutture costruite per assolvere a funzioni calendariali.

La gnomonica ci consente di sfruttare la proiezione dell'ombra generata da uno gnomone, la quale traccia una linea, una direzione verso l'orizzonte e, grazie ad applicazioni per Smartphone (i moderni telefoni cellulari) o programmi che forniscono i dati esatti della posizione del sole nell'istante e nel luogo preciso, sarà possibile definire con precisione la direzione espressa in gradi di azimut e di conseguenza l'orientamento.

I vantaggi rispetto a fare i rilievi con la bussola sono due: il primo è che i risultati della lettura non andranno corretti per portare i valori rilevati del nord magnetico a quelli del nord astronomico, il secondo che i campi magnetici non hanno alcuna influenza sulla misurazione, il valore che si rileva è quello definitivo. Viceversa, gli svantaggi sono: un'attrezzatura più ingombrante rispetto ad una bussola e che nel giorno prefissato per i rilievi ci deve essere il sole.

2. Rilevare l'orientamento di una struttura senza bussola, grazie alla gnomonica e un'applicazione installata su Smartphone

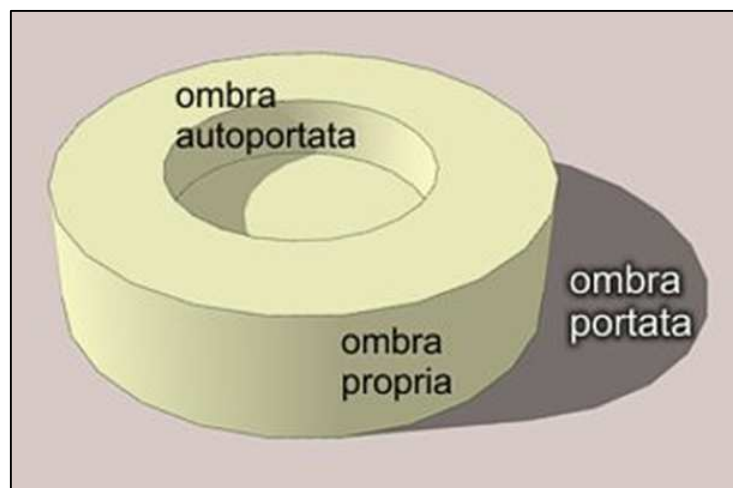


Figura 1

Avendo a disposizione una bella giornata di Sole e del tempo libero, possiamo rilevare l'orientamento di una struttura usando come gnomone la struttura stessa, attendendo che il sole generi un «ombra portata» (vedi [figura 1](#)) che si allinei perfettamente con la struttura.

A quel punto basta aver scaricato sul proprio Smartphone una delle tante applicazioni che forniscono i dati sulla posizione attuale del Sole nel luogo in cui ci troviamo e avremo ottenuto l'asse di orientamento della struttura.

Ovviamente non sempre abbiamo a disposizione tanto tempo per attendere che il Sole si allinei con la struttura, quindi si è cercata una soluzione per risolvere questo problema senza rinunciare alla gnomonica. Per assolvere a questo problema, è stata ideata da Nicola Giuliano (lo scrivente) “la Bussola Gnomonica”.

3. La bussola gnomonica

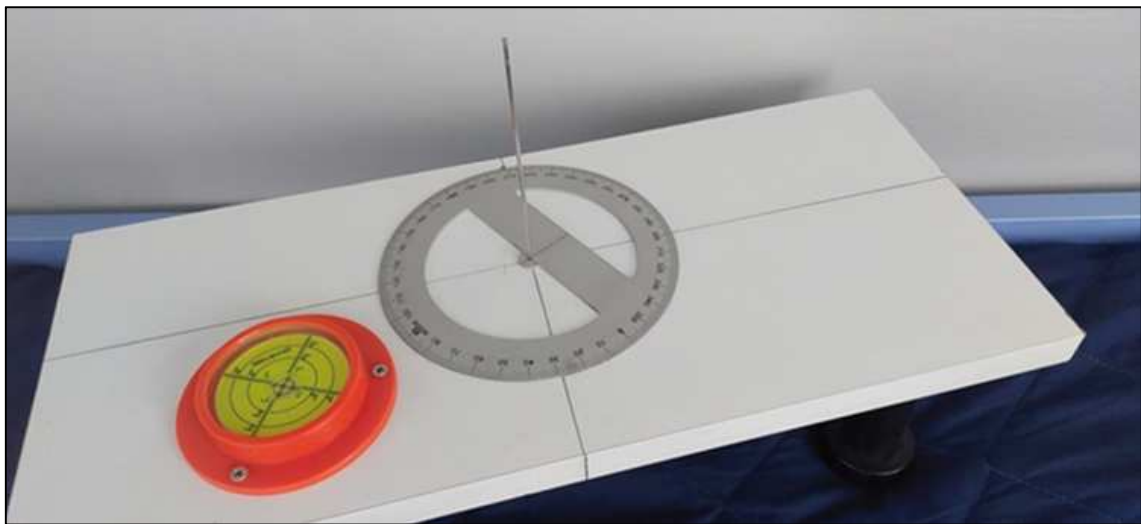


Figura 2

La bussola gnomonica ([figura 2](#)) ideata e sviluppata da Nicola Giuliano, è stata testata con successo per la prima volta il 22 maggio 2020 definendo l'orientamento di Porta Rosa, monumento sito nel parco archeologico di Elea/Velia, ad Ascea Marina in provincia di Salerno.

Essa è composta da una semplice tavola di legno, a cui vanno tracciate delle linee di riferimento parallele ai lati e che la suddividono in quattro parti uguali. Nel punto dove le linee si incrociano è posizionata un'astina perfettamente perpendicolare alla tavola, la quale fungerà da gnomone, e un goniometro forato al centro è inserito alla base dello gnomone e che avrà la libertà di essere ruotato intorno ad esso. Alla tavola sono stati aggiunti dei piedini regolabili in altezza e una livella a bolla circolare, i quali consentono l'esatto posizionamento della tavola per una misurazione precisa.

4. Come si utilizza la bussola gnomonica servendosi di applicazioni per Smartphone e software astronomici?

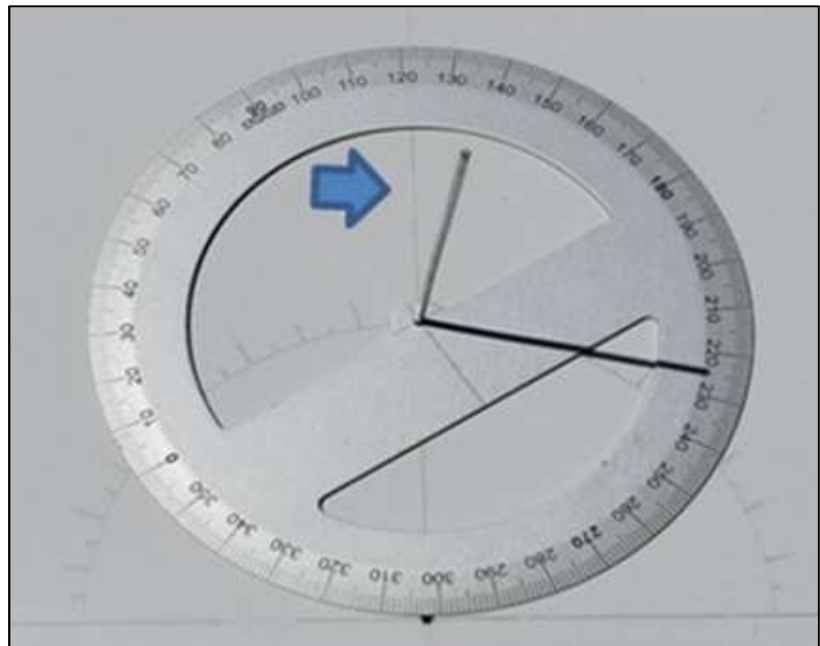
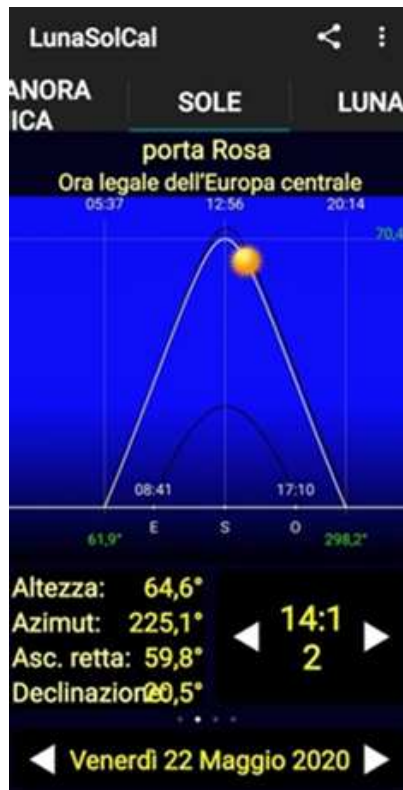


Figura 3 (a sinistra). Figura 4 (sopra).

Una volta posizionata la tavola con la bussola gnomonica ben esposta al Sole, sulla direzione che ci interessa rilevare, andremo ad aprire la nostra applicazione (figura 3). Impostando il luogo dove ci troviamo, l'applicazione indicherà l'ora e la posizione del Sole in quell'istante, fornendoci dei dati di altezza e azimuth. Il goniometro andrà ruotato fino a portare la tacchetta corrispondente ai gradi di azimuth che indica l'applicazione, sotto l'ombra dello gnomone e il valore sul goniometro corrispondente ai riferimenti sulla tavola, rileverà il nostro asse di orientamento verso l'orizzonte (figura 4).

Per fare un esempio. L'applicazione indica che il Sole è a 225° di azimuth, l'ombra dello gnomone è in corrispondenza del 225, mentre sul goniometro i riferimenti fissi sulla tavola, indicano che l'orientamento si attesta sull'asse $120^\circ/302^\circ$ azimuth.

5. Ma nel caso non ci fosse segnale per poter utilizzare l'applicazione?

In questo caso basterà portare sul valore di « 0° » la tacca corrispondente ai riferimenti sulla tavola e fare una foto con lo Smartphone che attesti il punto dove l'ombra dello gnomone cade sul goniometro con il valore corrispondente.

Sulla foto resta la data, l'ora dello scatto e la posizione geografica del luogo, appena possibile si inseriranno i dati sull'applicazione che ci darà la posizione del Sole in quel momento e con una semplice operazione matematica avremo ottenuto l'orientamento.

Facciamo un esempio. La differenza tra il valore «0°» e l'ombra dello gnomone è di «+40°», il valore fornito dall'applicazione e di «220° azimut» 220-40, l'orientamento è di «180° azimut». Si consiglia sempre di fare una foto della bussola gnomonica nel momento del rilievo, così da poter verificare in un secondo momento anche con altri programmi.

Oltre alla bussola gnomonica per i rilievi con il metodo Giuliano, sarebbe opportuno munirsi anche di (figura 5):

- Lenza per edilizia
- Chiodi da picchetto
- Martello
- Metro
- Metro a nastro
- Metro laser
- Livella
- Livella digitale con laser
- Squadro a 90°
- Goniometro
- Goniometro elettronico
- Righello
- Laser



Figura 5

6. Il metodo Giuliano applicato al megalitismo

Per applicare questo metodo nell'ambito del megalitismo e rilevare l'allineamento tra due punti verso l'orizzonte, basta collocare la bussola gnomonica con i riferimenti lungo la linea di traiettoria che vogliamo misurare, per aumentare la precisione del rilievo. Dove possibile, si possono applicare i picchetti con lo spago ben teso a definizione di una linea dove poi andrà sovrapposta la tavola con la bussola gnomonica passante sotto lo gnomone, oppure posizionata lungo i riferimenti. (figura 6)



Figura 6

7. Come si fa ricerca nel campo dell'archeoastronomia?

In questo testo, non si espone come deve essere strutturata una ricerca nell'ambito dell'archeoastronomia sul megalitismo, ma si presenta **un metodo alternativo** da poter usare per rilevare una direzione. Ma è chiaro che un allineamento tra megaliti ha valenza ai fini calendariali, soltanto se **rispetta dei precisi parametri**. Tra questi l'allineamento prevede di individuare un punto fisso su cui si pone l'osservatore e minimo due riferimenti che allineandosi definiscono una data o un periodo dell'anno. **Esempio**; se l'evento luminoso che si cerca di rilevare è il punto esatto dove tramonta il Sole, l'osservatore dalla sua posizione deve vedere l'allineamento del Sole con un punto ben definito del megalite e una collina alle spalle la quale presenta una forma naturale che funge da riferimento, così da definire una data o un periodo dell'anno. Una volta confermato l'allineamento con foto e video corredate di dati sulla posizione del Sole, si passerà alla parte più difficile della ricerca che prevede notizie storiche, antropologiche e, se possibile, archeologiche del posto, a testimonianza della sua frequentazione, ad esempio come luogo sacro alla fecondità o alla Terra. Senza il rispetto di certi parametri troveremmo allineamenti fasulli ovunque.

8. Alcune ricerche in corso partite grazie al metodo Giuliano di rilievo

8.1 Sito megalitico del Monte Grotilione a Torraca (provincia di Salerno), loc. "Conca della chiappa"

Nella foto della pagina seguente, in alto, nell'immagine di sinistra ([figura 7](#)) è possibile notare un Varco modellato artificialmente che definisce un punto verso l'orizzonte; mentre nella foto in alto a destra, viene identificato quello che sembra essere il punto dell'osservatore, una pietra modellata per dare una direzione, con scavati solchi per i piedi e, scolpite sulle rocce

vicine (immagine in basso a sinistra) quelle che sembrano essere diverse coppelle e grandi vasche sagomate per la raccolta di piccole pozze acqua.

Allineamento rilevato: 240° azimut. Alta è la possibilità di rilevare, da questo punto, il tramonto al solstizio d'inverno. Le immagini dell'evento luminoso non è stato possibile riprenderle a causa del rischio cinghiali che vivono popolosi in quei luoghi.



Ricerca in corso a cura di Nicola Giuliano, Luigi Leuzzi con la collaborazione di Vincenzo Vaiano.

Figura 7

8.2 Confine tra Tortora e Aieta (provincia di Cosenza), loc. Carro



Ricerca in corso a cura di Leonardo Lozito, Nicola Giuliano e Maria Angela Di Sanzo.

Figura 8

Fondamentale nelle ricerche sul megalitismo è l'indagine sul posto. Questo grande megalite posizionato quasi sull'asse Nord/Sud proprio in direzione dell'asterismo del Grande Carro, presenta due punti rilevanti. Il primo ben visibile nella foto (figura 8, immagine a sinistra) quello che sembra essere un altare intagliato dal megalite stesso (evidenziato dalla freccia giallo ambra). Il secondo si trova in alto scolpito sul dorso del megalite: la particolare scavatura nella roccia, che segue la linea della collina alle spalle (figura 8, immagine a destra), ha suggerito di focalizzare in questo punto i rilievi, cercando l'allineamento tra questi punti e misurando la traiettoria con il metodo gnomonico, il risultato dei rilievi si è attestato a 299° azimut circa.

Purtroppo per consentire la costruzione di una strada è stato riempito di terra il fianco del megalite dal lato est, quindi non è stato ancora possibile localizzare il punto dell'osservatore che, in questo caso, deve essere preciso per consentire di vedere con questo tipo di gioco di luce l'allineamento al tramonto del solstizio d'estate. Al momento per allineare lo sguardo tra megalite e collina, bisogna chinarsi sulle ginocchia.

In tale località, il 22 giugno 2023, sono stati effettuati dei rilievi al tramonto del solstizio d'estate. Come ben definito dalle foto in figura 9, il percorso del Sole in ascesa, prospetticamente si incanala nella parte scolpita sul dorso del megalite, seguendo la linea del monte alle spalle, tramontando raggiunti i $299,5^\circ$ di azimut.



Figura 9

Ma nelle ricerche sul megalitismo, nel momento dei rilievi, bisogna tenere in considerazione solo gli allineamenti?

8.3 Torraca, grotta Dionisia. Cavità considerata artificiale



Figura 10

Dalle foto della grotta (figura 10), si denota esternamente il particolare taglio che ricorda un pube femminile. L'orientamento dell'ingresso rilevato con metodo gnomonico si attesta a 150° azimut. Forse gli uomini del passato, per uno scopo rituale a noi ancora sconosciuto, cercavano il modo di illuminare con la luce diretta del Sole dei punti, forse ritenuti sacri in alcuni periodi dell'anno? Per verificare tale ipotesi, con il goniometro digitale è stata presa l'inclinazione dell'ingresso della galleria che si colloca a 20° di altezza sulla linea di orizzonte; questa combinazione tra azimut e altezza, si verifica solo al solstizio d'inverno.

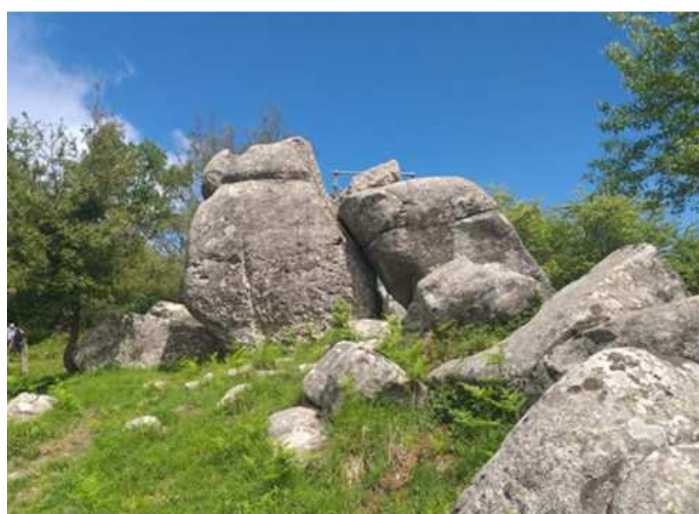


Figura 11

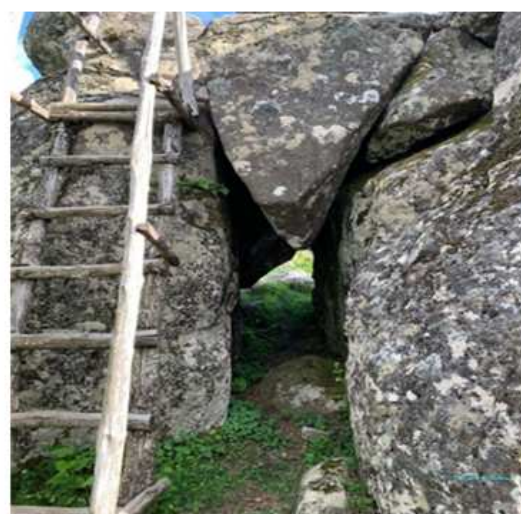
Per fare una verifica, anche se il cielo era nuvoloso, il 23 dicembre 2023 ci siamo trovati sul posto e quando il Sole è transitato tra i 145° - 155° di azimut, e i 18° - 22° di altezza, l'interno della galleria si è illuminato nel suo punto più profondo (figura 11).

Questa caratteristica inclinazione dell'ingresso può assolvere a diverse funzioni: oltre a quella calendariale/rituale potrebbero esserci anche dei motivi pratici, in quanto se la grotta fosse stata abitata, questa inclinazione avrebbe consentito al Sole di scaldare la grotta nei periodi freddi e tenerla fresca in quelli caldi.

8.4 Preta rò mulacchio (provincia di Salerno)



Lato esposto a sud



Lato esposto a nord

Figura 12

La Preta rò mulacchio, è stata già presa in considerazione e studiata nell'ambito dell'archeoastronomia e dell'antropologia da parte del Dott. Domenico Ienna e da diversi altri studiosi che si sono espressi sulle sue caratteristiche di orientamento, la quale le consentono di rilevare da una fenditura laterale l'alba del solstizio d'estate. Chiamati in causa dal Dott. Luigi Leuzzi per un parere, ci è stato chiesto di analizzare il megalite e di effettuare dei rilievi fornendo anche un nostro contributo alla ricerca su questo imponente megalite. Uno dei punti ancora poco chiari è la funzione di questa apertura. Rilevato l'orientamento di questo piccolo dromos con il metodo gnomonico e lo spago, è stato rilevato che l'asse di orientamento verso l'orizzonte si attesta a $170^{\circ}/350^{\circ}$ di azimut.

Invece dell'allineamento con la linea di orizzonte, si è preso in considerazione il punto fin dove il Sole riesce ad illuminare l'interno del piccolo dromos e in quale periodo la luce solare diretta illumini la pietra collocata al suo interno.



Sole a 170° di azimut

Figura 13

I rilievi fatti una settimana dopo il solstizio d'inverno, hanno confermato che la pietra posta all'interno del piccolo dromos viene illuminata dal Sole, con un gioco di luce simile alla sua forma e corrispondente al cuneo di riferimento posto in alto dal lato esposto a nord (figura 13).

8.5 Confine tra Tortora e Aieta (provincia di Cosenza), loc. Carro



Figura 14

Anche al megalite di località Carro è stato fatto questo genere di rilievo, tenendo in considerazione la possibilità che il Sole, in un periodo preciso dell'anno riesce ad illuminare e, fino a che punto, la parte dietro all'altare, (parte evidenziata dalla freccia verde). Alle misure di orientamento si sono aggiunte quelle dell'altezza dalla linea di orizzonte rilevate con il goniometro digitale, atte ad individuare fino a dove il Sole illumina il fondo nel periodo del solstizio d'inverno (figura 14).



Figura 15

Le verifiche fotografiche fatte il 23 dicembre 2023 (figura 15) attestano la validità dei rilievi. Nella foto (sulla destra) possiamo notare come la parte posteriore tra altare e il megalite, sia illuminata dal Sole, in corrispondenza dell'altezza dell'altare, che potrebbe essere il riferimento. La posizione del Sole al momento dello scatto era di $182,5^\circ$ azimut/ $26,5^\circ$ di altezza. Si denota come questo gioco di luci sembri rappresentare il megalite come un grosso pesce con gli occhi e le fauci spalancate e la pinna, che è il riferimento posto in alto che determina il tramonto del solstizio d'estate.

9. Come usare il goniometro elettronico per rilevare l'altezza di un punto dalla linea dell'orizzonte



Figura 16

Per rilevare l'altezza dalla linea di orizzonte, invece di un costoso «Sestante» possiamo utilizzare un goniometro digitale corredato di alcuni accessori quali: nn laser a lungo raggio, un cannocchiale, o un semplice tubo che fungerà da binocolo.

Per la misurazione, se non si dispone di un cavalletto, è consigliabile essere in due, uno che inquadri il punto da misurare e l'altro che tiene lo strumento dritto e legge il valore.

La linea di orizzonte ci sarà fornita dalla livella a bolla presente sul goniometro, mentre la misurazione dell'altezza ci sarà fornita aprendo il goniometro fino al punto che interessa, dove uno degli accessori sopradescritti posti sulla parte mobile del goniometro, indicherà l'esatta altezza e il display fornirà la misura dell'altezza in gradi.

10. Come rilevare giochi di luce e ierofanie a scopo calendariale/rituale all'interno di strutture

Più complesso è rilevare la possibilità di giochi di luce progettati per manifestarsi all'interno di strutture, quali chiese e luoghi di culto. La gnomonica e il sistema di meridiana a camera oscura, sono alla base di questa arte molto radicata in passato, della quale purtroppo se ne è persa la memoria.

Per quanto riguarda le chiese l'analisi dei luoghi è fondamentale, osservando con scrupolosità e attenzione tutti quei dettagli che possono fornire dei punti su cui partire con la ricerca, i quali possono essere: eventuale presenza di oculi, la particolare smussatura delle finestre sia nella parte interna che quella esterna, rapportati a possibili riferimenti, quali possono essere: affreschi, tabernacoli, colonne, lapidi, iscrizioni marmoree e eccetera.

La ricerca comincia rilevando l'asse di orientamento centrale della struttura, che andrà poi collocata e immaginata nello spazio: questo primo dato importantissimo ci fornirà l'indicazione del movimento apparente del Sole come gira intorno alla struttura. Ad esempio: una struttura collocata sull'asse $90^{\circ}/270^{\circ}$ di azimut (est/ovest), durante l'arco di un anno riesce ad essere illuminata su tutti e quattro i lati (figura 17).



Figura 17

L'utilizzo di una piantina può aiutarci nella ricerca di possibili allineamenti, poiché non sempre i giochi di luce si manifestano in maniera ortogonale.

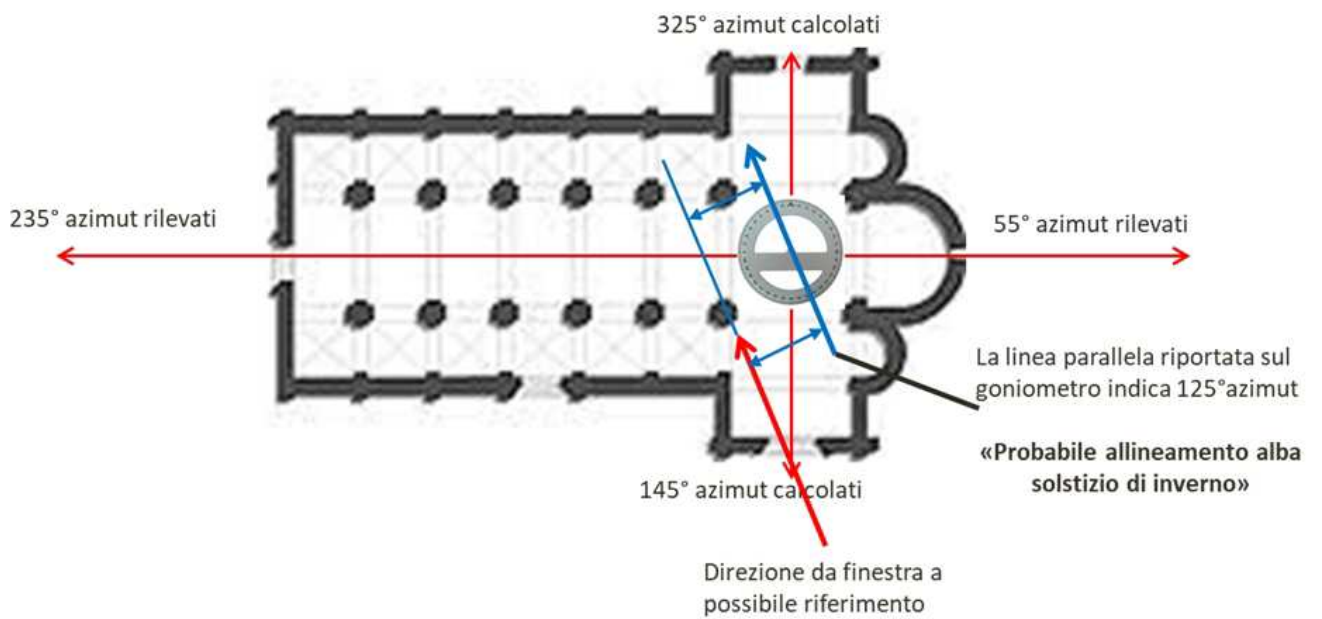


Figura 18

- Tracciamo una linea dell' Asse di orientamento rilevato con la gnomonica $235^\circ / 55^\circ$ azimut.
- Adesso tracciamo l' Asse perpendicolare che si interseca a 90° calcolando matematicamente la direzione $235+90=325 - 235-90=145$.
- Posizioniamo un Goniometro al centro dove si intersecano le linee per avere il riferimento in tutte le direzioni.
- Immaginiamo che da questa finestra e su questa colonna ci sia il riferimento da cui dobbiamo individuare gli azimut
- Tracciamo una linea e portiamo la parallela sul goniometro, il quale ci indicherà la direzione dell'allineamento che in questo caso è 125° azimut
- Quindi questa ipotetica struttura risulta essere orientata su un asse vicino al tramonto del solstizio d'inverno e dalla finestra del transetto alla colonna può rilevare anche l'alba del solstizio d'inverno ma non solo, perché il sole dai 145° di azimut transita tutto l'anno e a diverse altezze, se ci sono, basta trovare i riferimenti lungo il transetto.

11. Come rilevare l'altezza dalla linea d'orizzonte di un oculo o finestra

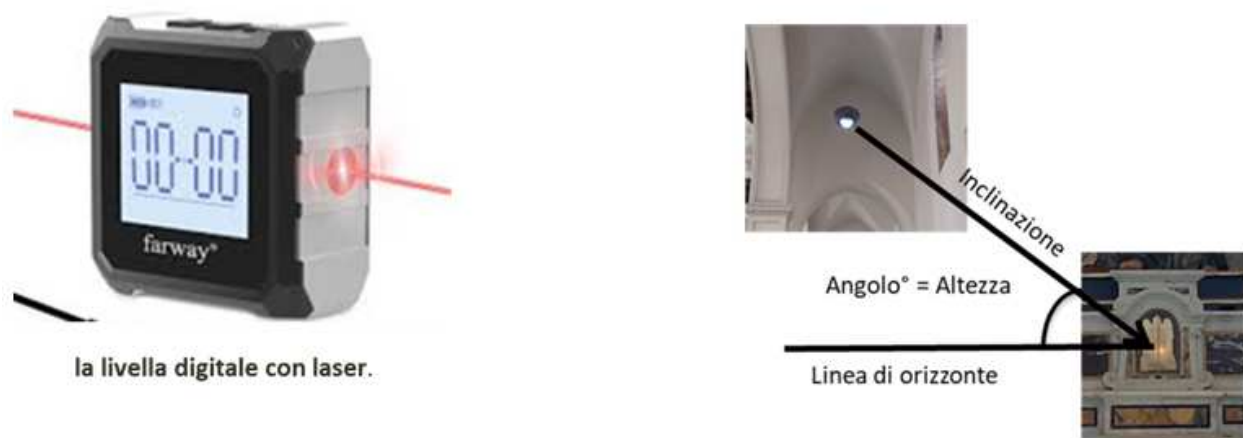


Figura 19

Per rilevare la possibilità di un gioco di luce, oltre che a una direzione in azimut abbiamo bisogno che con essa coincida anche un altro dato fondamentale, l'altezza dalla linea di orizzonte. Un raggio di luce si proietta da una finestra all'interno di un edificio, seguendo una traiettoria discendente dall'alba fino al mezzogiorno (vero locale), per poi continuare in maniera ascendente dal mezzogiorno al tramonto, ed è lungo questi complicati percorsi che compie la luce, che si manifestano le Ierofanie, illuminando un luogo buio, con un raggio di luce diretta che si sovrappone su di un punto. Per questa misura oltre al goniometro elettronico può esserci utile anche un altro strumento: **la livella digitale con laser** (figura 19).

Basterà inclinarla e fare in modo che i due laser contrapposti, puntino rispettivamente alla finestra e al possibile punto scelto come riferimento, così il display ci fornirà del grado di inclinazione dalla linea di orizzonte, che corrisponde con quello dell'altezza riportato sull'applicazione.

12. Come risalire ad una data utilizzando i valori rilevati di altezza e azimut



Figura 20

Una volta ricavati i dati di altezza e azimut tra finestra e riferimento, li confronteremo con la nostra applicazione per Smartphone (figura 20) o il nostro software astronomico e, dopo aver inserito le coordinate geografiche del luogo, si cercheranno i giorni in cui i dati di altezza e azimut del Sole coincidano con quelli rilevati.

Una volta definite le date, se le riteniamo significative e importanti, possiamo organizzarci per la parte conclusiva dei nostri rilievi che prevede foto o video del verificarsi del gioco di luci da noi previsto. Tutto questo solo dopo aver chiesto l'autorizzazione del parroco o degli enti preposti.

Nel giorno stabilito per foto o riprese del previsto evento luminoso è fondamentale controllare che le date impostate sui nostri dispositivi siano corrette e procedere con la registrazione del video e con le foto, le quali attesteranno poi con precisione l'esatto momento dell'allineamento che, dai dati approssimativi ricavati dai rilievi, diventeranno poi dati effettivi sempre grazie alla nostra applicazione che ci fornirà dei dati scientifici sulla posizione del Sole durante l'allineamento.

Ma se non possediamo di una piantina della chiesa e la finestra con il riferimento sono collocati troppo in alto?

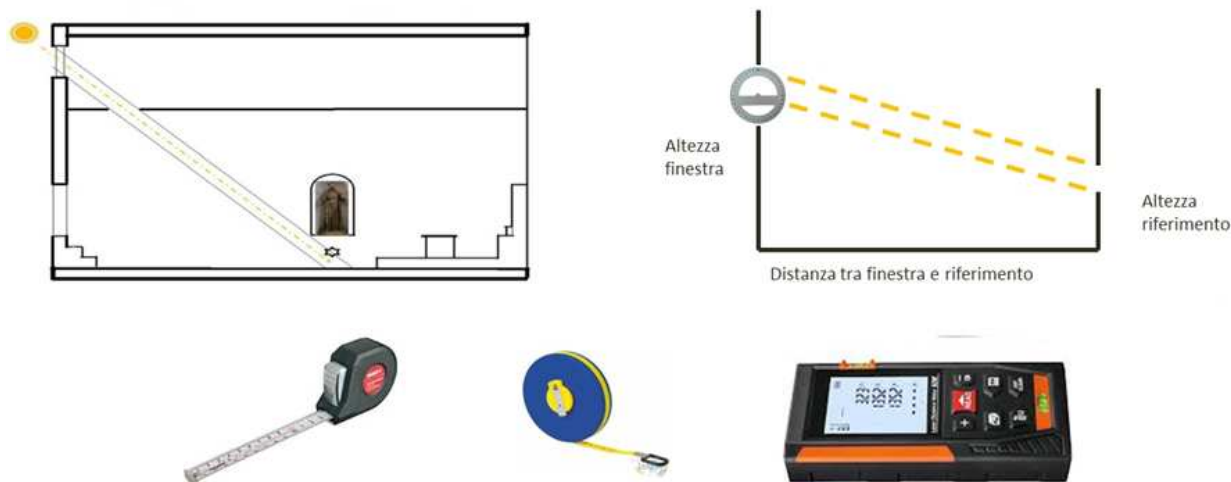


Figura 21

Si possono ricavare con un piccolo disegno in scala della struttura, o focalizzando le misurazioni solo sulle parti interessate (altezza finestra, altezza riferimento e distanza tra loro) anche sul posto, servendoci dei normali strumenti di misura come può essere il metro, metro a nastro e metro laser, quest'ultimo estremamente essenziale in quanto ci consente oltre a rilevare facilmente le lunghe distanze, grazie alle funzioni di calcolo trigonometrico, anche di ottenere con estrema facilità e senza calcoli matematici l'altezza delle finestre. Una volta tracciate le linee in scala su di un foglio di carta, basterà collegarle e utilizzando un semplice goniometro, misurare l'angolo della diagonale che parte dal riferimento e che rappresenta il dato di altezza del sole sulla linea di orizzonte.

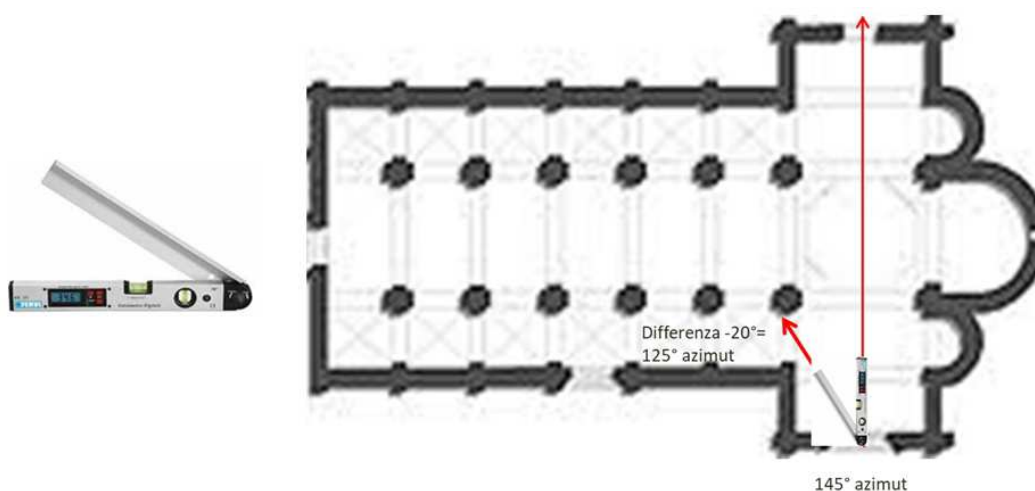


Figura 22

Mentre l'utilizzo del goniometro elettronico può esserci di grande aiuto quando finestra e riferimento non sono collocate sull'asse di orientamento principale, ma fuori asse di qualche grado, basta posizionarsi in prossimità del centro della finestra, che sarà il nostro gnomone, e aprire il goniometro puntando con il laser sull'asse conosciuto e quello da identificare: la differenza sottratta o addizionata, in funzione del movimento del Sole, ci fornirà approssimativamente dei gradi dell'allineamento. Nell'esempio in [figura 22](#): $145^\circ - 20^\circ$ di differenza, l'allineamento tra finestra e riferimento sarà 125° azimuth circa.

13. Come fare quando abbiamo a disposizione una data, i dati di altezza e azimut, una finestra, ma non un riferimento preciso e vogliamo ricavare in che punto si sovrappone il raggio di luce?

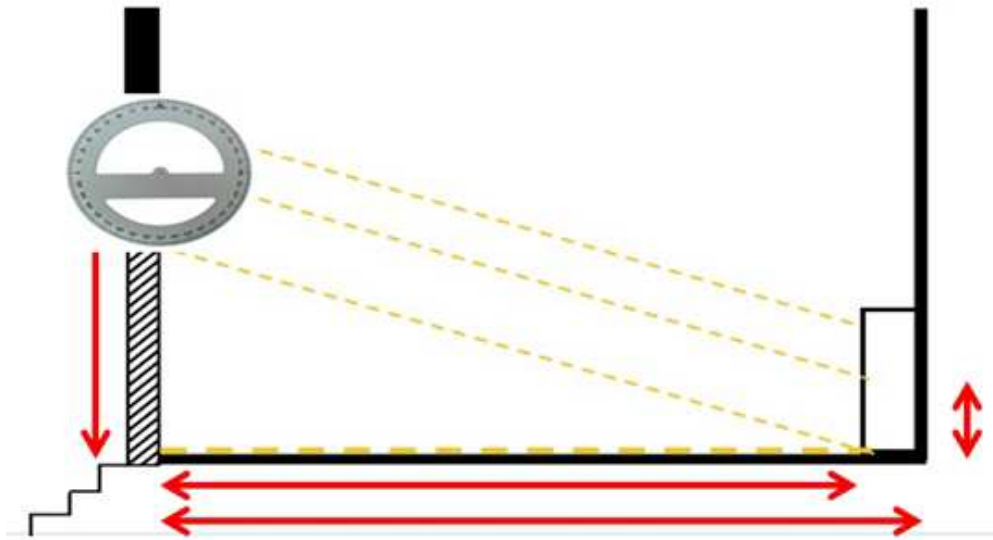


Figura 23

Senza fare alcun calcolo matematico con un disegno in scala. Tracciamo su di un foglio di carta con un righello, le linee che corrispondono all'altezza da terra della finestra e alla distanza tra la finestra e il muro antistante, (Es. 8 metri = 8 centimetri), posizionare il goniometro sul foglio da disegno sul punto più basso della finestra e tracciare una linea inclinata seguendo i dati che ci ha fornito l'applicazione, il punto in cui la linea tracciata in diagonale incontra il muro antistante, sarà il punto dove arriva il raggio di luce.

Ecco alcuni scatti di eventi luminosi, ipotizzati grazie a questa metodologia e confermati sul posto nel giorno e all'ora previsti.



Cisternino, Brindisi
Solstizio di inverno



Pellare, Salerno
Solstizio d'estate



Vico Equense, Napoli
Equinozio



Novi Velia, Salerno
3/5 febbraio Candelora

Figura 24

Novi Velia, Salerno Solstizio d'inverno



Se non evidenziato le foto sono tutti scatti di Nicola Giuliano

Figura 25

14. Conclusioni

In questo testo si è descritto un metodo di misurazione alternativo per i rilievi di orientamento e per l'individuazione di giochi di luce a scopo calendariale, il quale si aggiunge a quelli già utilizzati nel campo dell'archeoastronomia e dell'astronomia culturale.

La semplicità di questo metodo, ma soprattutto i bassissimi costi di attrezzature, mette in condizioni chiunque di potersi approcciare alla materia e di apportare il proprio contributo, per dare all'astronomia culturale la considerazione in ambito scientifico che merita.

Il territorio nazionale presenta innumerevoli chiese e luoghi di culto, dove in passato quest'arte è stata progettata e messa in opera, per poi essere dimenticata dalla collettività nel corso dei secoli. Con questo metodo in molte chiese si è riusciti ad identificare diversi giochi di luce che si possono considerare Ierofanie, le quali si manifestano nei periodi astronomicamente più importanti dell'anno, solstizi e equinozi.

Ma è impossibile che questa grande ricerca, atta a portare di nuovo le persone a conoscenza di questi giochi di luce, venga fatta da poche persone. Per questo si spera che il «Metodo Giuliano» venga riconosciuto valido nell'ambiente dell'astronomia culturale per poi essere divulgato a tutti coloro che vogliono dedicarsi a questo tipo di ricerca.

La Rocca di Cerere a Enna: archeoastronomia in Sicilia

Marina De Franceschini

(Archeologa, Progetto Accademia, Genova, mdfmdf28@gmail.com)

Giuseppe Veneziano

(Osservatorio Astronomico di Genova, giuseppe.veneziano59@gmail.com)



S. Frangiamore (1853-1915). Cicerone arringa la folla davanti al Santuario di Cerere a Enna, con l'Etna sullo sfondo (dal Web).

1. Premessa

Al di sopra del Teatro greco di Siracusa esiste un grande Ninfeo del IV sec. a.C. (figura 1) dal quale ancor oggi sgorga il potente getto d'acqua di una sorgente: probabilmente ispirò l'imperatore Adriano nel costruire la Grotta degli Inferi di Villa Adriana nel II sec. d.C., che era molto simile, ma dove l'acqua non scorre più. (figura 2).

Sopra a tale Ninfeo, al termine della Via Sacra, vi è una terrazza dove un tempo sorgeva un santuario con due templi dedicati a Cerere e Libera, per i quali abbiamo solo la descrizione di Cicerone. Dalla connessione fra il Ninfeo ed i templi è nata una nuova interpretazione sul significato simbolico degli Inferi di Villa Adriana, legata quel culto misterico¹²⁴.



Figura 1. Il Ninfeo sopra il Teatro greco di Siracusa, IV sec. a.C. (foto dell'autrice).



Figura 2. La Grotta degli Inferi nella Villa Adriana di Tivoli, II sec. d.C. (foto dell'autrice).

¹²⁴ De Franceschini 2017.

Cerere e Libera sono i nomi latini di Demetra e Kore (detta anche Proserpina o Persefone), un antichissimo culto legato ai cicli naturali delle stagioni ed ai Misteri eleusini. Nella mitologia greca, Kore era figlia di Demetra ([figura 3](#)) e Zeus, e venne rapita da Ade ([figura 4](#)) che la portò con sé nell'Oltretomba. Quando Demetra la ritrovò negli Inferi, rifiutò di far germogliare le messi minacciando il mondo di estinzione per fame se Ade non l'avesse liberata. Grazie alla mediazione di Zeus si giunse ad un accordo in base al quale Kore poteva tornare nel mondo dei vivi, ma doveva trascorrere alcuni mesi dell'anno nell'Oltretomba.

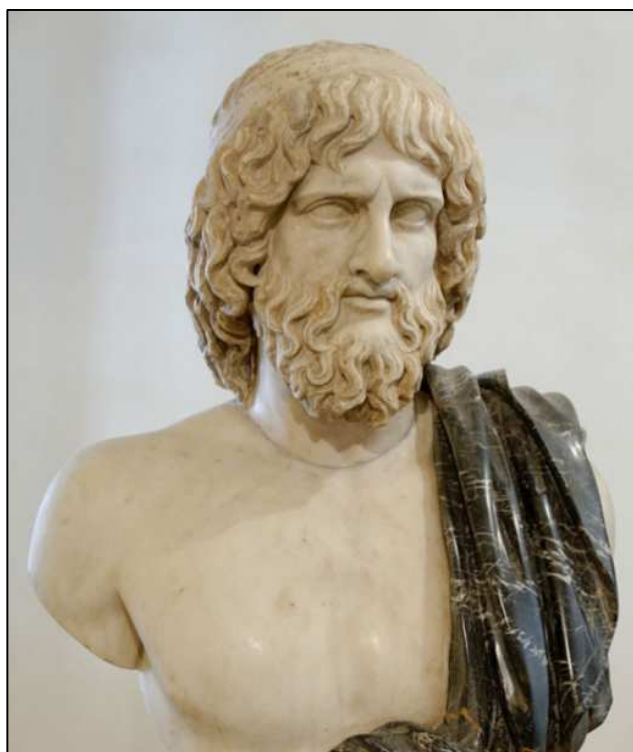


Figura 3 (a sinistra). La dea Demetra. Figura 4 (a destra). Il dio Ade, il romano Plutone. (dal Web).

Esiste una versione siciliana del mito, tramandata da Cicerone, e che riassumiamo brevemente. Plutone (Ade), il dio dei morti, rapì Libera (Kore) mentre raccoglieva fiori in un bosco vicino ad Enna, e la portò con sé negli Inferi. Sua madre Cerere (Demetra) impugnò una fiaccola accesa con le fiamme dell'Etna, e la cercò invano per nove giorni. Quando scoprì che era finita negli Inferi rifiutò di far germogliare le messi, condannando l'umanità all'estinzione. Fino a quando non si giunse, anche in questo caso, ad un accordo in base al quale Libera avrebbe vissuto nell'Olimpo per due terzi dell'anno, ma per l'ultimo terzo avrebbe dovuto restare negli Inferi.

In entrambe le versioni il mito rispecchia il ciclo delle Stagioni: quella viva (primavera, estate, autunno) e quella morta (inverno) e quindi, per esteso, la dualità fra la Vita e la Morte.

2. La Rocca di Cerere a Enna. Antefatto

Nel marzo 2023 l'autrice ha visitato Caltabellotta (sempre in Sicilia) dove lo studioso Vincenzo Mulè le ha mostrato le meraviglie di un sito che è stato definito “capitale dell’Archeoastronomia” per il gran numero di megaliti preistorici orientati astronomicamente che vi si trovano. In particolare le ha mostrato alcuni altari con sedili a gradoni scavati nella roccia viva, che si vedono sulla rocca nei pressi della Cattedrale, dai quali si possono osservare le ierofanie all’alba dei Solstizi e degli Equinozi (figura 5).

Pochi giorni dopo ha visitato la Rocca di Cerere a Enna (figura 6) dove pensava di vedere le rovine di un altro tempio di Cerere descritto da Cicerone nelle sue celebri orazioni contro Verre¹²⁵. Ma purtroppo non è rimasto nulla e grazie alla collaborazione con gli studiosi locali Fabrizio Natanaele Severino e Paolo D’Angelo (archeologo), ha scoperto che in realtà se ne sa ben poco.



Figura 5. La rocca di Caltabellotta in provincia di Agrigento. (foto dell’autrice)



Figura 6. Veduta aerea della Rocca di Cerere a Enna. (dal Web)

¹²⁵ Cic., *Verr.*, II, IV, 106, 108, 109 e 110.

Sulla Rocca di Cerere, luogo ventoso e molto esposto agli agenti atmosferici, l'autrice ha notato alcuni gradoni scavati nella roccia assai simili a quelli visti a Caltabellotta (figure 7 e 8); i due studiosi le hanno spiegato che si vedono chiaramente le tracce degli strumenti di epoca preistorica con cui sono stati lavorati, il che permette di distinguerli dall'attuale scala di accesso ugualmente scavata nella roccia, che fu realizzata in epoca moderna con altri utensili. Alla base della Rocca e nei pressi del vicino Castello di Lombardia vi sono inoltre molte sepolture preistoriche a grotticella, simili ad altre viste a Caltabellotta, quindi ci si trova in un contesto sacro molto antico.

Figura 7. Rocca di Cerere. Gradoni intagliati nella roccia (foto dell'autrice)



Figura 8. Rocca di Caltabellotta. I gradoni intagliati nella roccia (foto dell'autrice).

Durante la visita, l'autrice ha notato uno sperone di roccia di forma triangolare chiaramente lavorato dall'uomo, che oggi rimane al di fuori della ringhiera metallica (figura 9). C'era molto vento e una buona visibilità, e il vertice estremo del triangolo puntava in direzione della vetta dell'Etna innevata che si vedeva all'orizzonte. Quindi si è chiesta se potesse essere un puntatore orientato astronomicamente verso l'alba del Solstizio estivo, dato che l'Etna si trova ad oriente della Rocca. Una prima misurazione sul posto fatta con la bussola di *Google Maps* dava un azimut di 62° (figura 10).



Figura 9. Rocca di Cerere. Il triangolo di roccia con l'Etna innevato sullo sfondo. La freccia indica la vetta del vulcano (foto dell'autrice).

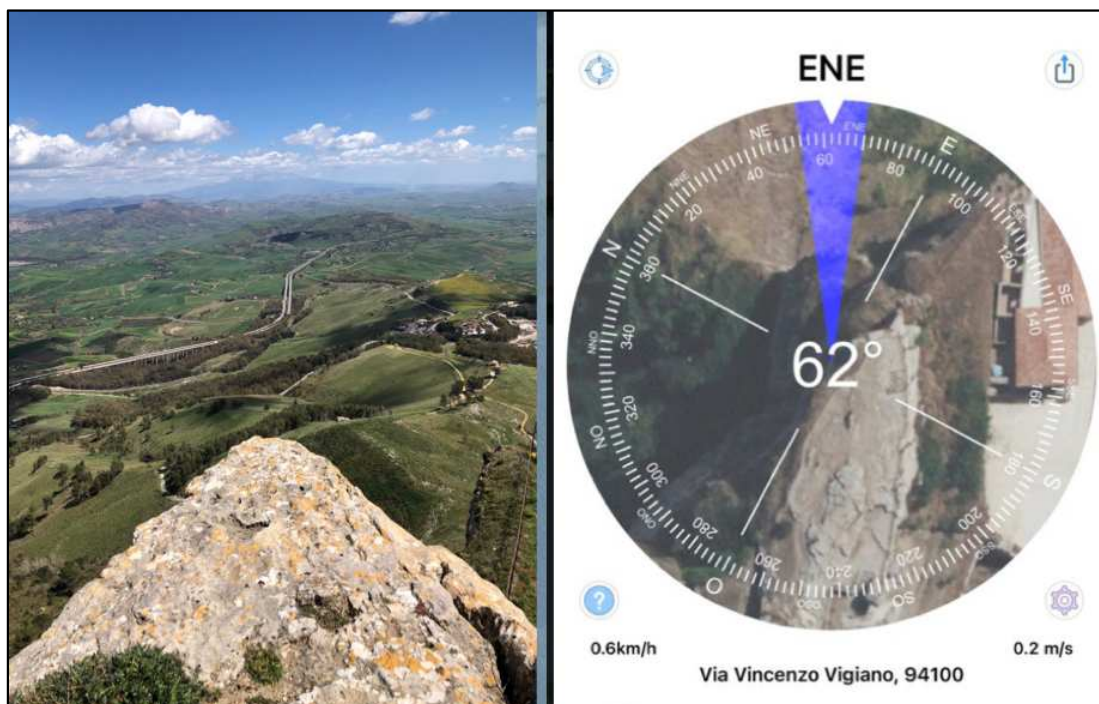


Figura 10. Particolare del triangolo e misurazione con la bussola di Google Maps (foto autrice).

Come sempre ha chiesto un parere a Giuseppe Veneziano, con il quale nel corso degli anni ha condiviso e pubblicato molti studi di archeoastronomia culturale romana, per verificare se l'ipotesi fatta fosse corretta.

Partendo dalle coordinate geografiche di Enna – longitudine, latitudine e altezza sul livello del mare – è stato così calcolato l'azimut delle albe e dei tramonti al Solstizio estivo e invernale, compilando una tabella (figura 11). L'azimut del Sole all'alba del Solstizio estivo è risultato essere 59°52', un valore abbastanza vicino al quello di 62° rilevato sul posto.

<i>Rocca di Cerere (Enna)</i>	
Latitudine	37° 34' 10" Nord
Longitudine	14° 17' 21" Est
Altezza (s.l.m.)	993 m
<i>Fenomeno solare</i>	
Sorgere al solstizio invernale	120° 07,5' (120,12°)
Tramonto al solstizio invernale	239° 52,5' (239,87°)
Sorgere al solstizio estivo	59° 52,5' (59,87°)
Tramonto al solstizio estivo	300° 07,5' (296,12°)

Figura 11. Tabella con gli azimut del sorgere e tramonto del Sole calcolati da Giuseppe Veneziano.

La successiva misurazione dell'azimut della Rocca in direzione della vetta dell'Etna, fatta sempre con *Google Earth* ha dato un risultato completamente diverso: circa 71°, ben dieci gradi di differenza, che non potevano essere imputati all'imprecisione della bussola (figura 12).

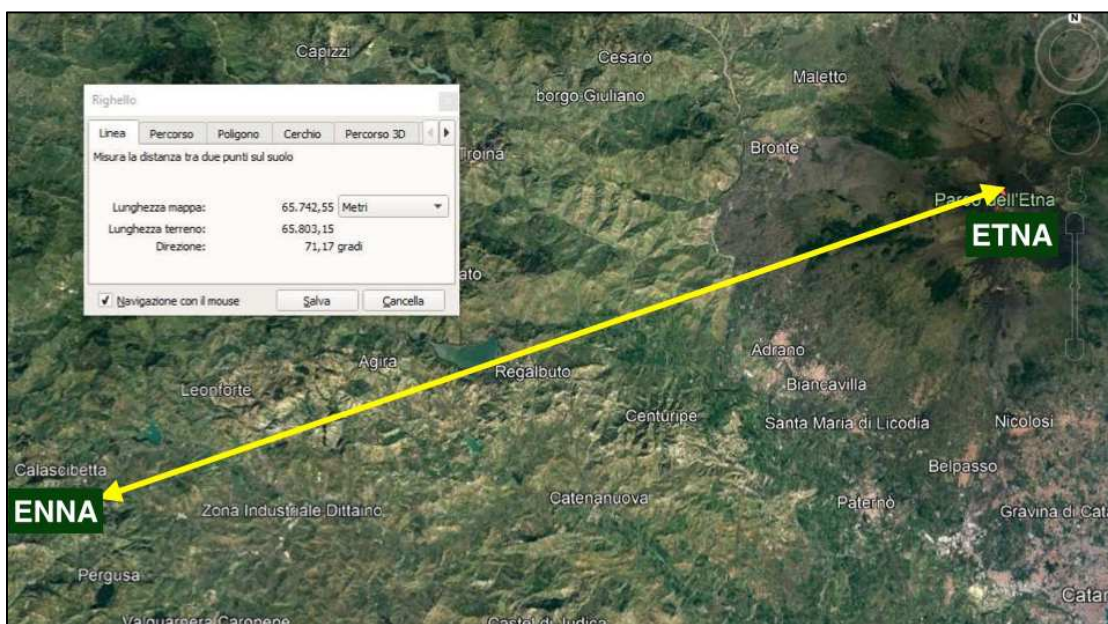


Figura 12. L'azimut fra Enna e l'Etna misurato con Google Earth.

Veneziano ha però ricordato che *Google Earth* è preciso e affidabile solo per azimut misurati su brevi distanze. Ad esempio, in un disegno *prospettico* la curvatura terrestre entro una distanza di circa 15 km viene di solito ignorata e l'orizzonte è considerato, in linea teorica, alla stregua di un piano infinito e piatto (il cosiddetto *orizzonte geometrico*). Ma oltre questa distanza ciò non è più possibile, perché bisogna tenere conto della curvatura della superficie terrestre (l'*orizzonte vero*). Se la distanza è notevole – e la vetta dell'Etna dista ben 65 km dalla Rocca di Cerere – il dato perde di affidabilità, perché il software di *Google Earth* tiene conto della curvatura terrestre solo in maniera sommaria. Questo spiegherebbe la differenza di ben dieci gradi fra le due misurazioni. Il dato è stato quindi corretto con appositi calcoli trigonometrici che tengono conto anche dell'altezza della Rocca (993 m s.l.m.) e della cima dell'Etna (3400 m s.l.m.). Si è così ricavato che per sorgere dietro la cima dell'Etna al Solstizio estivo, il Sole doveva avere un azimut di $61^{\circ}40'$, che è ancora più vicino ai 62° della bussola di quello di $59^{\circ}52'$ calcolato astronomicamente al livello del mare. Questo dato era quindi compatibile con la nostra ipotesi.

Conclusi i calcoli teorici era però necessario verificare sul posto la nostra teoria, cosa che abbiamo potuto fare grazie alla preziosa collaborazione di Fabrizio Natanaele Severino, al quale va la nostra gratitudine. All'alba del 22 giugno 2023 – nel periodo del Solstizio estivo – si è recato sulla Rocca di Cerere per fare le osservazioni, ma era presente molta foschia all'orizzonte e si vedeva ben poco. Ha comunque scattato una serie di fotografie dalle quali – in base alla data e all'ora – Giuseppe Veneziano ha calcolato che il Sole sorge 1-2 gradi più a sinistra (verso nord) rispetto alla vetta dell'Etna, con un azimut di $59^{\circ}41'$ ([figure 13a](#) e [13b](#)).



Figura 13a. Rocca di Cerere a Enna. Alba del 22 giugno 2023: il Sole sorge leggermente a sinistra della vetta del vulcano la cui sagoma è evidenziata a tratteggio nero (foto di Fabrizio Natanaele Severino).



Figura 13b. Rocca di Enna. Immagine estrapolata da un video ripreso da Fabrizio Natanaele Severino che mostra il sorgere del Sole al solstizio estivo (22 giugno 2023) in uno dei rari momenti di visibilità del disco solare tra la foschia dell'orizzonte. La freccia rossa indica la posizione del disco solare, quella nera la cima dell'Etna.

Il triangolo della Rocca di Cerere può quindi essere considerato un puntatore calendariale che funziona nel periodo del Solstizio estivo, ma in modo leggermente diverso da quanto ipotizzato, per il semplice motivo che la posizione della vetta del vulcano rispetto alla Rocca, e relativo azimut, non poteva ovviamente essere modificata.

Dal punto di vista teorico, l'azimut del Solstizio estivo indica un periodo di tempo che sta a cavallo del giorno del Solstizio astronomico, ma non indica però il giorno preciso. Disponendo però di un punto di riferimento vicino al punto in cui il Sole sorge al Solstizio estivo, è più facile determinarne il giorno preciso. All'approssimarsi del Solstizio, osservandolo dal puntatore triangolare della Rocca, il Sole sorge dietro la vetta dell'Etna (con azimut stimato di 62°) in due momenti diversi: fra gli ultimi giorni di maggio e i primi di giugno (cioè *prima* del Solstizio estivo) e poi attorno alla metà di luglio (*dopo* il Solstizio estivo). Nei giorni del Solstizio estivo il Sole ha un azimut di $59^\circ 41'$, stimato in base a data ed ora delle fotografie: quindi, come si è detto, sorge $1-2^\circ$ più a sinistra (cioè verso nord) della vetta del vulcano.

Per determinare il giorno preciso del Solstizio estivo astronomico bisogna aspettare che il Sole sorga dietro l'Etna, e annotare il giorno in cui ciò avviene. Quando il Sole prosegue verso nord fino al punto estremo del suo percorso – oltre il quale non va – quella è l'alba del Solstizio estivo. A quel punto si aspetta che Sole “torni indietro” e sorga nuovamente dietro la vetta dell'Etna, annotandone nuovamente il giorno (*figura 14*). Dividendo per due il numero dei giorni trascorsi tra i due passaggi dietro la vetta, e aggiungendoli al giorno del primo passaggio (o sottraendoli a quello del secondo passaggio) si arriva con buona approssimazione al giorno del solstizio astronomico. In questo modo si poteva utilizzare ugualmente la vetta del vulcano come indicatore calendariale, compensando così la differenza di $1-2$ gradi di cui si è detto.

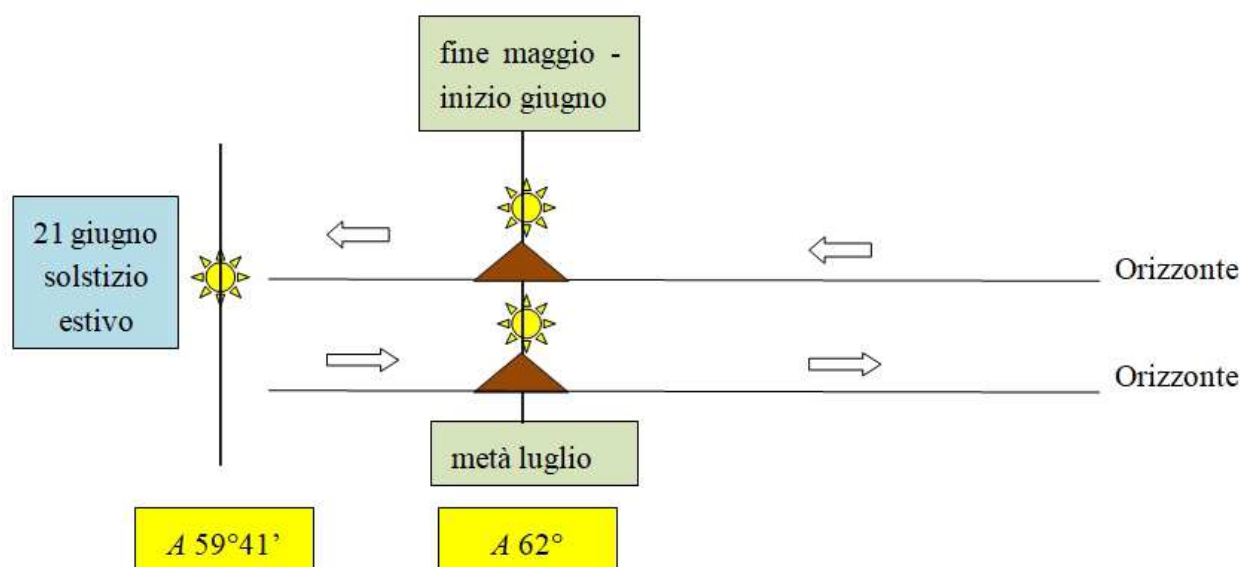


Figura 14. Schema del funzionamento del cono vulcanico dell'Etna come puntatore calendariale visto dal Triangolo di roccia della Rocca di Cerere. Le frecce bianche identificano il senso di marcia dello spostamento del Sole sull'orizzonte (disegno di Giuseppe Veneziano).

3. Significato simbolico del mito di Demetra e Kore / Cerere e Libera

In mancanza di evidenza archeologica possiamo avvalerci delle fonti scritte per comprendere il significato simbolico del mito. Per quello greco abbiamo Omero, che scrive:

«Io sono Kore: la giovinezza, l'innocenza, la leggerezza. Sono la Dea del Fiore, una stagione nella natura e nella vita di ogni donna. Io ho conosciuto l'oscurità dell'Ade, ho assaggiato i chicchi della melagrana ritrovando così il mio nome: Persefone la Terribile, silenziosa signora del Regno dei Morti. Solo dopo aver varcato la soglia del buio, traversato il mondo delle ombre, posso risalire alla luce, tenendo fra le mani la sacra melagrana, simbolo dell'eterno ritorno».

Il che significa promessa o speranza di rinascita, resurrezione e quindi di immortalità (figura 15). Omero spiega che *«per il sacrificio in onore di Demetra fu scelto il periodo in cui si incomincia a seminare il grano. Celebrano per dieci giorni la festa che prende il nome della dea, una festa splendidissima per la magnificenza dell'allestimento, durante la cui celebrazione si attengono all'antico modo di vita».*

Poi vi sono fonti di epoca romana, come Marco Tullio Cicerone, che nelle sue celebri orazioni contro Verre (*Verrinae*, 70 a.C.) descrive la Rocca di Enna ed il culto di Cerere non perché fosse interessato al santuario, ma per denunciare le malefatte e le ruberie in Sicilia del governatore romano Gaio Licinio Verre (figura 16).

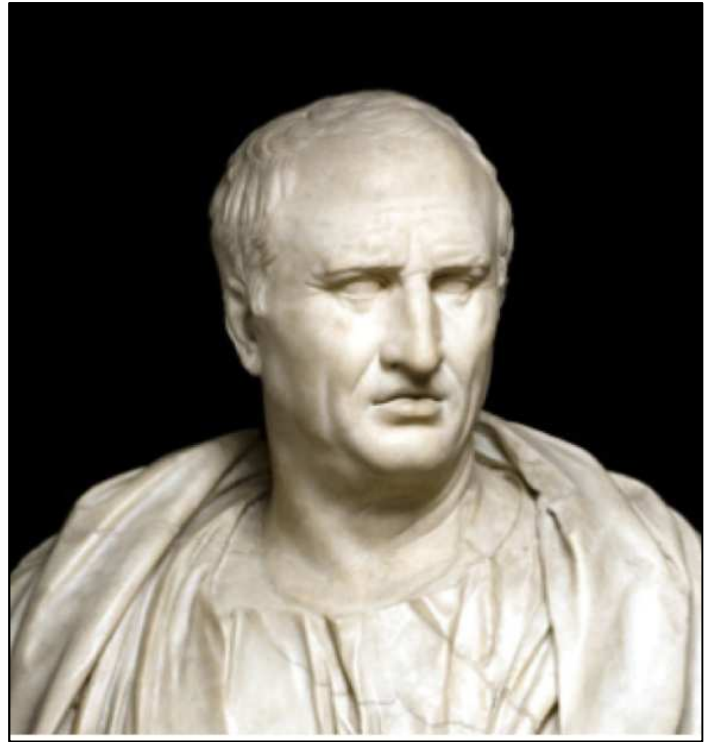


Figura 15 (a sinistra). Statua della dea Kore (Proserpina o Persefone) conservata nel Museo Archeologico di Candia, in Grecia (dal Web). Figura 16 (a destra). Busto di Marco Tullio Cicerone conservato nei Musei Capitolini di Roma (dal Web).

Scrivono Cicerone: «Una vecchia tradizione che consta di scritti e monumenti greci molto antichi, dice che tutta l'isola di Sicilia è stata consacrata a Cerere e a Libera»¹²⁶, e che «Cerere è la più antica, la più venerata, la fondatrice di tutti i misteri che sono celebrati presso tutte le genti e le popolazioni»¹²⁷.

A riprova della straordinaria importanza del santuario di Enna, Cicerone riferisce che nel 133 a.C. «in un momento atroce e difficile per lo Stato (quando, ucciso Tiberio Gracco, dei prodigi lasciavano presagire la paura di grandi pericoli) sotto il consolato di Publio Mucio e di Lucio Calpurnio fu decisa la consultazione dei libri Sibillini, dai quali si seppe che era opportuno placare la più antica Cerere. Nonostante a Roma vi fosse un tempio di Cerere veramente bello e sontuoso, i sacerdoti del popolo romano dell'importantissimo Collegio dei Decemviri, tuttavia partirono e si recarono fino ad Enna. Così grande, infatti, era il prestigio e l'antichità di quel culto che, mentre si recavano là, sembrava che fossero diretti non al tempio di Cerere, ma da Cerere in persona»¹²⁸.

L'oratore romano scrive addirittura che la coltivazione del grano era nata in Sicilia: «Infatti credono che queste dee siano nate in quei luoghi, e che le coltivazioni siano state introdotte per la prima volta in quella terra e che Libera (che è chiamata Proserpina), sia stata rapita nel Bosco di Enna, il cui luogo, che è sito in mezzo all'isola, è chiamato Ombelico della Sicilia.»¹²⁹. Osservando la carta geografica si scopre che Enna in effetti è «l'ombelico della Sicilia» perché si trova proprio nel centro fisico dell'isola (figura 17).

¹²⁶ Cic., Verr., II, IV, 106.

¹²⁷ Cic., Verr., II, IV, 109.

¹²⁸ Cic., Verr., II, IV, 108.

¹²⁹ Cic., Verr., II, IV, 106.



Figura 17. Enna come «Ombelico della Sicilia», esattamente al centro dell'isola.

Diodoro Siculo (che scrive qualche decennio dopo Cicerone), conferma l'antichità del culto che comparve prima in Sicilia e poi ad Atene: *«Le Dee apparvero per la prima volta in quest'isola, e la Sicilia per prima produsse il frutto del grano grazie alla fertilità della sua terra ... Se si facesse un'indagine sulla scoperta del grano, cioè in qual parte della terra esso sia apparso per la prima volta, è verosimile che si riconosca il primato alla terra più fertile. Conformemente a quanto si è detto, è possibile constatare che le dee che hanno scoperto il grano sono straordinariamente venerate dai Sicelioti»*.

Diodoro Siculo tramanda la versione siciliana del mito: *«Dopo il ratto di Kore, Demetra, poiché non riusciva a trovare la figlia, accese le fiaccole dai crateri dell'Etna, si recò in molti luoghi della terra abitata e beneficò gli uomini che le offrirono la migliore ospitalità, dando loro in cambio il frutto del grano. Gli abitanti della Sicilia, avendo ricevuto per primi la scoperta del grano per la loro vicinanza con Demetra e Kore, istituirono in onore di ciascuna delle dee sacrifici e feste, cui dettero il nome di quelle e la cui data di celebrazione indicava chiaramente i doni ricevuti. Fissarono, infatti, il ritorno di Kore sulla terra nel momento in cui il frutto del grano si trova ad essere perfettamente maturo»*. Cioè nel periodo del Solstizio estivo.

Solo in un secondo momento il culto di Demetra giunse ad Atene: *«Gli Ateniesi accolsero la dea con grandissima cortesia, e dopo i Sicelioti Demetra donò a loro per primi il frutto del grano. In cambio di ciò il popolo di Atene onorò la Dea molto più degli altri, la onorò con famosissimi sacrifici e con i misteri eleusini, i quali, superiori per antichità e sacralità, divennero famosi presso tutti gli uomini»*.

Quindi si trattava di un culto ctonio e misterico, nel quale Kore era la «silenziosa signora del regno dei morti» ma anche «la Dea del Fiore, una stagione nella natura e nella vita di ogni donna». Cerere era «la più antica, la fondatrice di tutti i misteri che sono celebrati presso tutte le genti e le popolazioni». Nel culto vi è la consueta contrapposizione fra la Vita e la Morte, che implica anche «l'eterno ritorno» ovvero la rinascita iniziatica o l'immortalità, che si ritrova in altri culti misterici con Dee madri come quelli di Iside e Cibele, molto diffusi nel mondo romano.

Il Bosco di Enna, dove secondo la leggenda venne rapita Libera, va quindi interpretato come un bosco sacro (il *nemeton*). Prima che si iniziassero a costruire dolmen, menhir e poi templi e santuari in muratura, il luogo sacro poteva essere una piccola e misteriosa radura nel bosco consacrata alla divinità, che si evolse gradualmente verso forme più complesse.

4. Significato simbolico della ierofania al Solstizio estivo

Quando l'uomo preistorico da cacciatore e raccoglitore nomade divenne stanziale, dedicandosi all'agricoltura e all'allevamento, iniziò a misurare il tempo per motivi pratici: prevedere il corso delle stagioni, scegliere il momento migliore per seminare, sapere quando sarebbe arrivato l'inverno. Da un buon raccolto dipendeva la sopravvivenza dell'intera comunità.

Coloro che sapevano prevedere il corso delle stagioni avevano in pratica poteri «magici», e ben presto divennero sciamani o sacerdoti, addetti a culti antichissimi come quelli delle Dee madri, simbolo di fertilità, che conosciamo in tutto il mondo mediterraneo.

Anche la misurazione del tempo assunse un carattere sacro, legandosi a rituali antichi come il mondo per propiziare un buon raccolto e la fertilità della terra. Quelle pratiche religiose nacquero in epoca preistorica e in mancanza di fonti scritte possono in qualche modo essere ricostruite grazie all'Antropologia Culturale, perché hanno un substrato comune in tutte le antiche civiltà e culture.

Il modo più semplice per misurare il tempo e le stagioni è sempre stato quello di osservare il moto apparente del Sole all'orizzonte, e la sua posizione all'alba o al tramonto. La scelta del Solstizio non è casuale, perché è il punto oltre il quale il Sole non va, e poi «torna indietro». È importante ricordare che nell'antichità il tempo non era in perenne divenire come è oggi: era ciclico e circolare, con un inizio e una fine; i due Solstizi segnavano le principali tappe astronomiche e calendariali di quel ciclo eterno ed immutabile.

Il Solstizio d'inverno segnava l'inizio della stagione fredda, con la morte apparente della Natura. Il Solstizio d'estate segnava invece il massimo rigoglio della Natura ed il momento del raccolto, come accade nella Rocca di Cerere.

Non è un caso isolato: sempre in Sicilia, la roccia forata di epoca preistorica di Monte Arcivocalotto detta anche «il Campanaru» ([figura 18](#)) funzionava in modo analogo: i contadini la chiamavano «la pietra dove nasce il Sole», e dicevano che quando il Sole sorge attraverso il foro di quella pietra è il momento di mietere il grano, tramandando una tradizione millenaria¹³⁰. E vi sono molti altri esempi.

La Rocca di Cerere è un monolite naturale isolato e molto alto, apparentemente inaccessibile, che domina sul territorio circostante: il tipico luogo che gli antichi sceglievano per i culti religiosi, perché era idealmente più vicino al cielo e quindi alla divinità.

La scelta di sagomare la roccia per ricavare un triangolo che punta verso il vulcano aveva anch'essa un valore simbolico: l'Etna era una montagna sacra, una manifestazione divina e terribile della Natura che dà la Vita con la fertilità delle terre vulcaniche ma dà anche la Morte, perché può uccidere e bruciare come il fuoco o il Sole.

¹³⁰ Maurici et Al. 2017, p. 40.



Figura 18. Monte Arcivocalotto, la roccia forata detta «il Campanaru» (da Maurici et Al 2017).

Possiamo pensare che fin dalla preistoria la Rocca di Cerere fosse un luogo di culto con connotazione ctonia – alternanza fra Vita e Morte – che ricalcava i cicli naturali delle stagioni, con un puntatore calendariale che indicava la data del Solstizio estivo e funziona ancor oggi (foschia permettendo).

In epoca storica dobbiamo chiederci per quale motivo i coloni greci avessero scelto di collocare il più importante santuario della Sicilia (interamente consacrata al culto di Demetra e Kore) proprio a Enna, cioè in un luogo remoto e impervio, lontanissimo dalle rotte commerciali marittime e dagli insediamenti costieri. E chiederci altresì per quale motivo il santuario di Enna fosse importantissimo anche in epoca romana, tanto che i Decemviri di cui parla Cicerone vi si recarono in pellegrinaggio perché era come «andare da Cerere in persona».

L'unica spiegazione è che da tempo immemorabile la Rocca di Enna fosse in assoluto il luogo sacro più antico, importante e prestigioso di tutta l'isola: l'Ombelico della Sicilia di cui parla Cicerone. Nel corso del tempo vi si sovrapposero culture e culti di popoli diversi, che lo scelsero proprio perché da sempre era il più importante dell'isola.

Analogamente il Cristianesimo scelse Roma come principale centro religioso per via della fama, del prestigio ed del significato simbolico che Roma aveva da secoli come centro del mondo, e le chiese si sovrapposero agli antichi templi pagani, come nel caso del Pantheon¹³¹.

Accanto alla continuità fisica vi fu una continuità simbolica nei culti misterici che vi si sovrapposero; le divinità cambiarono nome, ma ebbero lo stesso comune denominatore: il ciclo del tempo e delle stagioni. Cioè l'alternanza simbolica fra la Vita e la Morte, la speranza di una rinascita o resurrezione che rendesse l'uomo immortale come il Sole (il *Sol Invictus* dei Romani). Elementi che si ritrovano in altri culti misterici assai diffusi nel mondo mediterraneo come quelli di Astarte, Iside e Cibele e Mitra.

«*Sacro una volta, sacro per sempre*»: questa bella definizione di Franco Ruggieri (Unione Astrofili Napoletani) si addice perfettamente alla Rocca di Cerere ad Enna per spiegarne la storia millenaria.

¹³¹ De Franceschini-Veneziano 2021.

Bibliografia

De Franceschini 2017 = M. De Franceschini, *Tivoli. Gli Inferi di Villa Adriana (etiam inferos finxit)*, in *Archeologia Sotterranea*, n. 14 ottobre 2017, pp. 19-35.

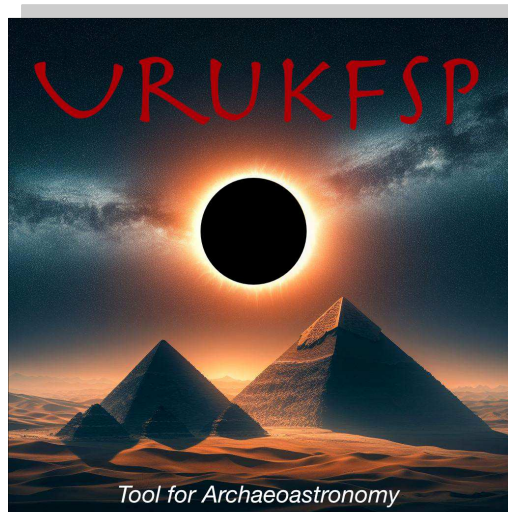
De Franceschini-Veneziano 2011 = M. De Franceschini, G. Veneziano, *Villa Adriana. Architettura Celeste. I Segreti dei Solstizi*, Roma 2011.

De Franceschini-Veneziano 2021 = M. De Franceschini, G. Veneziano, *Pantheon. Architettura e Luce*, Castagnola 2021.

Maurici et Al. 2017 = F. Maurici, A. Scuderi, V. E. Polcaro, *I Campanari. Grandi rocce artificialmente forate e astronomicamente orientate nel territorio a sud di Monte Iato (Sicilia, provincia di Palermo)*, Cinisi 2017.

Il software UrukFSP, un tool dedicato agli archeoastronomi

Alberto Cavalli



<https://urukone.synology.me>

Abstract

UrukFSP è un software gratuito a 64 bit multi-piattaforma (MacOS, Linux, Windows) che a differenza di altri planetari nasce ottimizzato per l'analisi di eventi astronomici passati da parte di archeoastronomi. Può essere naturalmente utilizzato con profitto anche per eventi contemporanei ma non è dotato di particolari strumenti adatti all'astrofotografia (controllo del movimento di un telescopio, posizione di satelliti artificiali, ecc.).

Verrà illustrata l'architettura del software e i tool principali messi a disposizione dell'utente. Ovviamente la discussione costituisce una panoramica e non un tutorial sul prodotto, attività che è in fase di studio da parte dell'Autore.

1. Il progetto UrukFSP

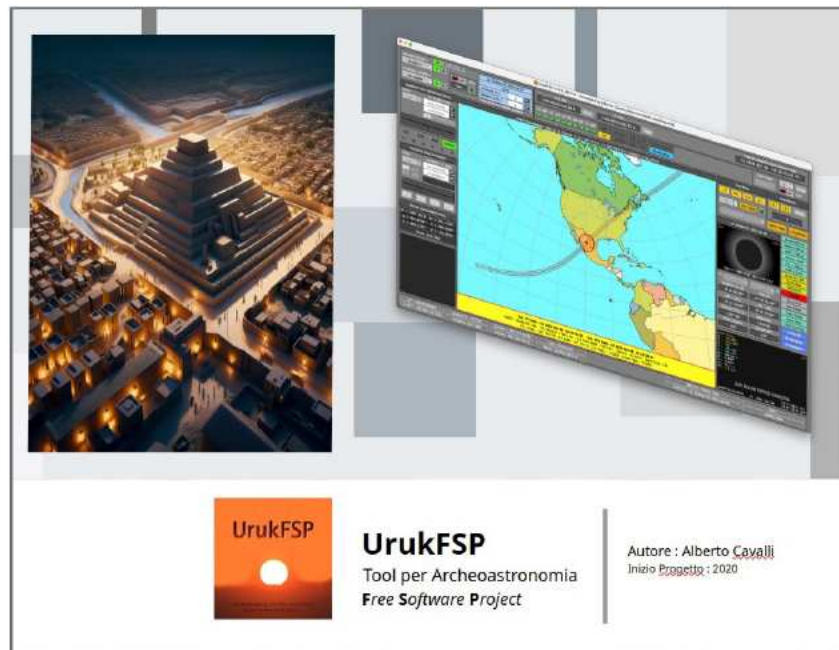


Figura 1. Il progetto UrukFSP.

Il progetto di questo software nasce nel Novembre 2019, utilizzando nomi provvisori (Kontacts, poi Uruk_ONE) prima di stabilizzarsi su quello definitivo, utilizzato attualmente. L'idea era di realizzare sostanzialmente un software impostato come Planetario, ma dotato di caratteristiche e di strumenti tali da poterlo utilizzare per l'analisi di eventi e di configurazioni del cielo relative a epoche remote. Tutto questo utilizzando ovviamente lo stato dell'arte dei vari modelli di calcolo riguardanti pianeti e stelle. In poche parole uno strumento professionale per archeoastronomi e ricercatori piuttosto che per un pubblico di astrofili o astro-fotografi. Mancano infatti funzionalità in grado di comandare una montatura equatoriale tramite software e la rappresentazione in cielo dei satelliti artificiali, cose tipicamente molto utili a chi fa fotografia degli oggetti celesti.

È possibile tra le altre cose:

- Variare con continuità i valori di latitudine, longitudine ed elevazione per analizzare in tempo reale le variazioni di visibilità di qualsiasi corpo celeste, costellazione, etc.
- Applicare un profilo orizzonte proveniente da dati SRTM ([Shuttle Radar Topography Mission](#)) o costruito da rilievi effettuati dall'utente al fine di ricostruire eventi (sorgere, tramonti, allineamenti) riferiti ad un orizzonte vero e non solamente teorico.
- Calcolare velocemente sorgere, transito e tramonto dei Pianeti e delle stelle più brillanti per epoche comprese tra il 13000 BCE e il 17000 CE.

- Avere a disposizione per un dato anno passato o futuro le date di fenomeni quali equinozi, solstizi, lunistizi (geocentrici e topocentrici), fasi lunari, perieli e afeli lunari, fenomeni eliaci e acronici, occultazioni lunari.

- Verifica su un punto prescelto del cielo locale di un possibile allineamento di pianeti o stelle brillanti per un determinato anno.

- Esplorare dati tabulari pre-calcolati relativi a eclissi di Sole, eclissi di Luna, transiti solari di Mercurio e Venere, raggruppamenti multipli di pianeti con e senza Luna, minime distanze tra coppie di pianeti comprese eventuali occultazioni mutue ed altre tipologie di dati ed eventi di interesse astronomico.

- Effettuare analisi dettagliate di eclissi solari avvenute nel passato per qualsiasi località ed analizzare velocemente le variazioni del path di totalità o anularità variando con continuità il valore del cosiddetto Delta-T rispetto al valore proposto.

Un altro obiettivo irrinunciabile del Progetto era che l'Applicazione fosse disponibile per tutti gli ambienti più comunemente utilizzati oggi, ovvero MacOS, Linux e Windows, senza presentare significative differenze nell'utilizzo tra essi. Non ultima la possibilità di non richiedere l'obbligo d'uso di computer estremamente performanti (e quindi costosi), anche se questo velocizza inevitabilmente i calcoli relativi soprattutto all'archivio stellare favorendo l'uso di calcoli "in animazione" del cielo.

2. Modelli teorici utilizzati dall'Applicazione

Lo scopo di questo documento non è quello di costituire una trattazione teorica dei modelli matematici utilizzati in ambito astronomico. Si suppone che il Lettore abbia una sufficiente conoscenza di tali fenomeni e delle cause che concorrono a generarli.

Modelli dinamici utilizzati:

Sistema Solare : Jet Propulsion Laboratory - Integrazioni Numeriche DE440 e DE441

- Orbita Solare Apparente
- Terra
- Mercurio
- Venere
- Marte
- Giove
- Saturno
- Urano
- Nettuno
- Plutone
- Luna
- Modello di Nutazione IAU 1980
- Moto del baricentro del S.S. (SSB)

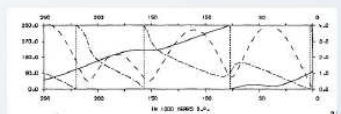
DE440 - dal 1649 CE al 2550 CE
 DE441 - dal 13000 BCE al 17000 CE (file aggiuntivi scaricabili dal sito)

Le DE440 e DE441 rappresentano al 2024 lo stato dell'arte tra i modelli dinamici dei principali pianeti del Sistema Solare.

Figura 2. Modelli del Sistema Solare.

Altri modelli dinamici:

- Precessione equinozi : Vondrak, Capitaine, Wallace (2011,2012)
- Moti propri stellari : compatibile con la riduzione dati IAU SOFA
- Inclinazione ϵ dell'Eclittica : Vondrak, Capitaine, Wallace (2011,2012)
- Nutazione : IAU 2000A IERS
- Tempo Siderale (ERA) : IAU2006 GST IERS Convention 2010 - Technical Note 36
- DeltaT : Nasa (2006) Espenak - Meeus
- DeltaT : RC – Ricalibrazione dinamica sulla DE441 in base a studi di recente pubbl.
- DeltaT : Inserimento di valori manuali per l'analisi di eventi sottoposti a ricerca.
- Eccentricità dell'orbita terrestre – Bretagnon, valida entro 2 milioni di anni centrati sul 1850 CE
- Perielio medio dell'orbita terrestre – Simon, Bretagnon, Chapront et al., lineare fino a 28000 anni dall'epoca attuale.



Perielio medio terrestre : Berger - 1976

- Aberrazione annua : conforme alla precisione delle 2 quantità sopra indicate.

Figura 3. Altri modelli dinamici.

2.1 Modello dinamico del Sistema Solare

In realtà i modelli dinamici che riguardano i moti dei pianeti del Sistema Solare (compreso Plutone, oramai declassato dalla IAU) sono due: entrambi sviluppati dal JPL (Jet Propulsion Laboratory) della NASA e rilasciati al pubblico nel 2021. Rappresentano quanto di meglio sia disponibile almeno fino ad oggi (2024) in termini di calcolo planetario e vengono denominati **DE440** (utilizzabile per calcolo dal 1550 al 2650 CE) incorporato già nel motore di calcolo di UrukFSP, e **DE441**, che copre il periodo tra il 13000 BCE e il 17000 CE. In questo caso sarà possibile scaricare dal sito di UrukFSP una serie di file binari convertiti dagli originali pubblicati formato ASCII in grado di estendere i calcoli nel lungo periodo. Per una accurata trattazione teorica di questi modelli si rimanda alla pubblicazione ufficiale degli Autori (*Ryan S. Park, William M. Folkner, James G. Williams, Dale H. Boggs*) riportata nella Bibliografia in calce.

I “dati grezzi” forniti da queste integrazioni numeriche si riferiscono alla posizione baricentrica (SSB) rispetto all’equinozio fisso ICRS (J2000) dei corpi oggetto di calcolo, per cui necessitano di alcune riduzioni ai frame rispettivamente eliocentrico e poi geocentrico, nonché del ricorso ad altri modelli (precessione, nutazione, aberrazioni relativistiche e calcolo topocentrico) per giungere al risultato finale applicabile ad un sito posto sulla superficie terrestre.

2.2 Modello dinamico della Precessione Equinoziale

Sostanzialmente tutti i calcoli di posizione relativi a corpi celesti effettuati all’interno di UrukFSP vengono riferiti all’equinozio di riferimento J2000, ma per ottenere una rappresentazione variabile nel tempo del cielo locale è necessario traslare le coordinate ottenute ad un frame istantaneo, causato dal moto di precessione del globo terrestre, denominato **Equinozio della Data**.

Il modello di precessione usato per processare i dati è quello pubblicato nel 2011 da Vondrak, Capitaine e Wallace. Si tratta di un modello rigoroso, conforme ai risultati prodotti da quelli elaborati da Jacques Laskar, operante in un periodo di tempo di circa ± 200000 anni dall’epoca attuale. UrukFSP per quanto riguarda i pianeti non va oltre il periodo 13000 BCE – 17000 CE, limite peraltro obbligato dall’integrazione numerica DE441, e per le stelle permette di esplorare il cielo entro ± 100000 anni dal presente. Quindi il modello precessionale comunemente detto “di Vondrak” risulta adeguato alle necessità richieste.

2.3 Nutazione

UrukFSP è in grado di utilizzare 2 modelli alternativi di Nutazione. Uno è quello denominato **IAU 1980**, incorporato e letto direttamente dai modelli planetari del JPL, molto veloce nel calcolo e sufficiente accurato nel tempo, l’altro denominato **IAU 2000A IERS** è leggermente più accurato nel lungo periodo ma più oneroso in caso di calcoli ripetuti.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<u>Nutation in Longitude</u>						
2	MODEL	-13000	-10000	-5000	-2000	0	2000
3	IAU 1980	-14.5034"	-03.1136"	-14.1306"	-13.5116"	+16.4260"	-13.5116"
4	IAU 2000B	-10.2249"	+03.6900"	-15.4550"	-12.9817"	+16.5028"	-12.9817"
5	IAU IERS	-13.9708"	-02.2490"	-14.1883"	-13.5013"	+16.4400"	-13.5013"
6	IAU SOFA	-13.9696"	-02.2489"	-14.1883"	-13.5013"	+16.4400"	-13.5013"
7							
8	<u>Nutation in Obliquity</u>						
9	MODEL	-13000	-10000	-5000	-2000	0	2000
10	IAU 1980	+01.4184"	+09.2889"	-05.4941"	+04.8382"	+02.4371"	+04.8382"
11	IAU 2000B	+06.9856"	+08.8830"	-04.1195"	+05.2296"	+02.3170"	+05.2296"
12	IAU IERS	+02.6605"	+09.3514"	-05.4459"	+04.8473"	+02.4387"	+04.8473"
13	IAU SOFA	+02.6607"	+09.3511"	-05.4459"	+04.8473"	+02.4396"	+04.8473"
14							
15							

Figura 4: Vari modelli di Nutazione

Come si vede in *Figura 4* il comportamento della Nutazione **IAU 1980** è decisamente buono nel tempo e addirittura migliore del modello **IAU 2000B**, che utilizza un calcolo semplificato e quindi più veloce rispetto alla **IAU2000A**, e che è stato abbandonato per questo motivo tempo fa da UrukFSP.

2.4 Inclinazione Media dell'Eclittica

È lo stesso succitato modello precessionale di Vondrak, Capitaine e Wallace a fornire le espressioni per il calcolo nel lungo periodo (± 200 Ky da J2000) dell'inclinazione media dell'Eclittica. Il calcolo proposto da Vondrak et al. si presenta molto più accurato anche della conoscitissima espressione polinomiale di grado 10 elaborata da J. Laskar.

2.5 ERA (Earth Rotation Angle) - Tempo Siderale Terrestre

Il Tempo Siderale è calcolato dal seguente modello:
IAU2006 GST model from IERS Convention 2010 - Technical Note 36.

2.6 Moti propri delle stelle

La quasi totalità delle Stelle presenti nel catalogo utilizzato da UrukFSP dispone di un valore relativo alla sua Velocità Radiale. È quindi possibile procedere al calcolo dei moti propri stellare su base tridimensionale nello spazio, oltre ai valori di $\mu\alpha$ e $\mu\delta$ normalmente disponibili. L'algoritmo utilizzato, in forma rigorosa, è conforme con quanto descritto nella libreria **IAU SOFA**, più precisamente nella routine denominata *pmpx()*.

Caso particolare è costituito dal sistema Centaurus AB (Rigel Kentaurus A e Toliman B) dove, dalla versione 1.3.8 di UrukFSP, vengono utilizzate per entrambe le componenti le astrometriche del loro baricentro di sistema e non dei singoli fotocentri, al fine di minimizzare l'errore di posizione nel corso dei millenni.

2.7 Aberrazione annua

Il calcolo della Aberrazione Annua è sostanzialmente influenzato, nel lungo periodo, dalla esatta conoscenza dell'eccentricità dell'orbita terrestre e dalla longitudine media del perielio, sempre riferito alla Terra.

- Eccentricità della Terra. Algoritmo pubblicato da **Bretagnon (1984)** valido per ± 1 milione di anni centrati sul 1850 CE.
- Perielio della Terra. Algoritmo pubblicato da: **Simon, 1994. A&A 282 pgg 663-683.**

3. Il Delta-T. Variazione della Rotazione Terrestre

Il calcolo della quantità denominata Delta-T (ΔT) avviene all'interno di UrukFSP in base a due modelli, più la possibilità di essere introdotto manualmente per effettuare prove, controlli, o verificare eventualmente nuove teorie.

1. **NASA 2006** – Vengono utilizzate le formule pubblicate dalla Nasa, ed elaborate da F. Espenak e J. Meeus, nel 2006. Queste sono reperibili all'indirizzo <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEcat5/deltatpoly.html>. Le suddette espressioni coprono un intervallo compreso tra il 500 BCE e il 2150 CE, al di fuori del quale viene utilizzata la formula proposta da Morrison e Stephenson (2004) :

$$\Delta T = -20 + 32 * u^2$$

where: $u = (\text{year}-1820)/100$

che utilizza un valore di accelerazione mareale per la Luna di -26 arcsec/cy^2 , molto prossimo al valore utilizzato dai modelli odierni JPL DE4XX, intorno ai $-25.8 \text{ arcsec/cy}^2$.

2. **RICALIBRATO** – Questa definizione allude al fatto che si tratta di una calibrazione del valore di DeltaT funzionale ai modelli di Terra e Luna elaborati dalla DE441, integrazione numerica di lungo periodo. La longitudine eclittica della Luna, ad esempio, differisce tra il calcolo di DE431 e DE441 di alcuni primi fino a circa il 3000 BCE per poi raggiungere i 2.8° nel 13000 BCE. Questo comporta delle differenze sempre crescenti nei valori di DeltaT attribuibili ad esempio a fenomeni come eclissi di Sole nell'antichità utilizzando uno dei due modelli sopra citati. Lo stesso discorso vale per altre teorie come la DE406, la VSOP87 e così via.

Questo sistema di calcolo del DeltaT si basa poi non su formule precostituite (non almeno nei periodi storici) come il precedente ma su calibrazioni effettuate in base a eventi astronomici (in genere eclissi di Sole) di cui si ha testimonianza per poi procedere ad interpolare i valori intermedi tra questi eventi. Chiaramente più punti di taratura sono disponibili e migliore sarà la stima del DeltaT. Ad oggi è difficile reperire eventi che precedano il 3000 BCE per cui da quella data in poi e per il futuro anche questo modello ricorre ad una espressione parabolica del tipo:

$$\Delta T = -20 + 31.987 * u^2$$

where: $u = (\text{year}-1820)/100$

Valori tra il 1620 e il 2021 sono tabulati dall'Astronomical Almanac (pag. K8-K9) e quelli attuali e la loro estrapolazione in circa 10 anni sono prelevati da fonte NASA che si occupa di calcolare queste quantità.

Questo secondo modello è sempre in evoluzione, dal momento che in caso vengano pubblicati nuovi studi in grado di migliorare la stima del DeltaT per una certa epoca questi vengono prontamente incorporati tra i calibration points (CP) di UrukFSP.

Punti di calibrazione presenti alla versione 1.3.7

No.	JDN TT	Julian Date TT	ΔT RC(sec)	NASA(2006)	Constr. DE431	Constr. DE441		
CP001	+0387450.786	TSE Eshnunna TT 3653 Oct 13 BCE (2)	+095730.00	+095362.66	94400	99500	94780	96680
CP002	+0536491.812	PSE Knowth TT 3245 Nov 01 BCE (2)	+081700.00	+081663.25	82600	83750	83120	84250
CP003	+0572726.117	PSE Knowth TT 3145 Jan 15 BCE (2)	+078500.00	+078494.53	80900	81900	81500	82500
CP004	+0651749.965	PSE 90% Eshnunna TT 2929 May 24 BCE (2)	+072500.00	+071799.45	72050	74100	73000	75100
CP005	+0752271.580	TSE Khafaje TT 2654 Aug 11 BCE (2)	+064760.00	+063712.26	61700	67750	62600	68050
CP006	+0818981.447	TSE Khafaje TT 2471 Apr 01 BCE (2)	+059600.00	+058611.87	59400	63300	59600	62900
CP007	+0933028.435	TSE (Baghdad) TT 2159 Jun 29 BCE (4)	+050800.00	+050387.91	00000	00000	45760	53720
CP008	+0941179.224	ASE (China) TT 2137 Oct 22 BCE	+050200.00	+049823.34	00000	00000	00000	00000
CP009	+1042557.602	TSE Babylon TT 1859 May 15 BCE	+043100.00	+043071.73	00000	00000	42900	45500
CP010	+1138561.269	TSE Ekemberg TT 1596 Mar 18 BCE (3)	+037275.00	+037131.56	34450	38950	34900	39650
CP011	+1152617.256	TSE Babylon TT 1558 Sep 11 BCE (3)	+036450.00	+036298.42	00000	00000	36300	36600
CP012	+1165257.212	PSE Thebe Egypt 98% TT 1523 Apr 20 BCE (IMCCE)	+035750.00	+035558.08	00000	00000	34320	35420
CP013	+1181735.103	TSE Thebe Egypt TT 1478 Jun 01 BCE (18)	+034800.00	+034602.67	00000	00000	34400	35450
CP014	+1208076.500	TSE Ugarit TT 1406 July 14 BCE - (16)	+033300.00	+033104.83	00000	00000	33020	34100
CP015	+1219327.032	PSE Ugarit 98% TT 1375 May 03 BCE - (16)	+032700.00	+032474.24	33500	34600	33850	34950
CP016	+1232852.370	TSE Amarna TT 1338 May 14 BCE (11)(12)	+032000.00	+031725.54	00000	00000	25500	354
CP017	+1246022.951	TSE (China) TT 1302 Jun 5 BCE	+031200.00	+031003.79	00000	00000	00000	00000
CP018	+1272364.170	TSE Ekemberg TT 1230 Jul 18 BCE (3)	+029900.00	+029586.81	29550	33400	29900	33700
CP019	+1274786.312	PSE 94% Ugarit TT 1223 Mar 5 BCE (10)	+029700.00	+029457.43	30650	31470	30900	31700
CP020	+1292120.232	PSE 92% Anyang TT 1176 Aug 19 BCE	+029200.00	+028545.42	30500	31500	30620	31710
CP021	+1308598.252	TSE Gaza TT 1131 Sep 30 BCE (5)	+027900.00	+027691.57	00000	00000	27450	28300
CP022	+1393173.705	ASE ZhengZhou TT 899 Apr 21 BCE	+023600.00	+023509.72	00000	00000	20350	22000
CP023	+1442903.057	PSE 98% Nineveh TT 763 Jun 15 BCE	+021400.00	+021210.47	00000	00000	21900	23700
CP024	+1462659.060	TSE Qufu TT 709 Jul 17 BCE (13)	+020700.00	+020330.04	20170	21100	20250	21150
CP025	+1484837.057	TSE Thebes TT 648 Apr 06 BCE (1)	+019190.00	+019363.31	18430	20020	18550	20150
CP026	+1506866.432	PSE 93% Thasos TT 588 Jul 29 BCE (1)	+018200.00	+018427.77	00000	00000	16900	18100
CP027	+1507900.376	TSE Thasos TT 585 May 28 BCE (1)	+018130.00	+018384.35	17650	19620	17800	19750
CP028	+1543424.870	ASE Thebe TT 488 Sep 01 BCE (1)	+016610.00	+016881.42	00000	00000	18100	18100
CP029	+1546881.116	ASE Thebe TT 478 Feb 17 BCE (1)	+016470.00	+016716.82	15500	17200	15610	17320
CP030	+1552432.235	TSE Thasos TT 463 Apr 30 BCE (1)	+016250.00	+016456.89	13200	17000	12800	17500
CP031	+1564215.347	ASE Khultepe TT 431 Aug 03 BCE (1)	+015790.00	+015922.78	15000	15800	15030	15860
CP032	+1577740.031	ASE Tarsus TT 394 Aug 14 BCE (1)	+015270.00	+015341.99	00000	00000	14680	15970
CP033	+1608421.945	TSE Chaeronea TT 310 Aug 15 BCE (1)	+014100.00	+014126.63	14000	16750	13700	16580
CP034	+1652953.872	TSE Rome TT 188 Jul 17 BCE (17)	+012730.00	+012569.46	12580	12895	12670	1298
CP035	+1721057.500	CE 1 Jan 01 - HM Nautical Almanac, UK 2020	+010440.00	+010533.73	00000	00000	00000	00000
CP036	+1747069.008	TSE Athens TT 71 Mar 03 CE (1)	+009803.00	+009830.28	00000	00000	09740	09845
CP037	+1794107.500	CE 200 Jan 01 - HM Nautical Almanac, UK 2020	+008420.00	+008600.46	00000	00000	00000	00000
CP038	+1847590.500	TSE Antioch / Nisibis - TT 346 Jun 06 CE(14)	+007040.00	+007194.37	00000	00000	00000	00000
CP039	+1873931.500	TSE Constantinople - TT 418 Jul 19 CE (14)	+006900.00	+006484.57	00000	00000	06900	09050
CP040	+1897851.500	TSE Athens - TT 484 Jan 14 CE (14)	+005200.00	+005838.30	00000	00000	04520	05440
CP041	+1940641.500	TSE Nikiou - TT 601 Mar 10 CE (14)	+004350.00	+004704.04	00000	00000	00000	00000
CP042	+1974453.500	TSE Teleda - TT 693 Oct 05 CE (14)	+003700.00	+003848.39	00000	00000	00000	00000
CP043	+2009802.500	PSE 94.6% Santa Elena P.U. - TT 790 Jul 16 CE (15)	+002900.00	+003015.39	00000	00000	00000	00000
CP044	+2049782.500	CE 900 Jan 01 - HM Nautical Almanac, UK 2020	+002230.00	+002185.59	00000	00000	00000	00000
CP045	+2086307.500	CE 1000 Jan 01 - Morr., Zaw., Hon., Stephenson 2020	+001650.00	+001562.16	00000	00000	00000	00000
CP046	+2135099.500	TSE Wurzburg TT 1133 Aug 2 CE - Stephenson 2023 (19)	+001108.00	+000947.77	00000	00000	00000	00000
CP047	+2154855.500	TSE Halych TT 1187 Sep 4 CE - Stephenson 2020 (7)	+000950.00	+000765.70	00000	00000	00000	00000
CP048	+2173755.500	TSE Cerrato/Toledo TT 1239 June 3CE - Steph. 2020 (7)+000825.00	+000622.23	+000622.23	00000	00000	00000	00000
CP049	+2199565.500	ASE Paris TT 1310 Jan 31 CE - Stephenson 2020 (7)	+000725.00	+000466.63	00000	00000	00000	00000
CP050	+2207036.500	TSE Zbraslav TT 1330 Jul 16 CE - Stephenson 2020 (7)	+000685.00	+000428.55	00000	00000	00000	00000
CP051	+2224872.500	TSE Sevilla TT 1379 May 16 CE - Stephenson 2020 (7)	+000565.00	+000348.05	00000	00000	00000	00000
CP052	+2234765.500	TSE Bordeaux/Liege TT 1406 June 16CE - Steph.2020 (7)+000500.00	+000308.67	+000308.67	00000	00000	00000	00000
CP053	+2244628.500	TSE Karlstejn TT 1433 Jun 17 CE - Stephenson 2020 (7)+000420.00	+000272.57	+000272.57	00000	00000	00000	00000
CP054	+2261106.500	TSE Salamanca TT 1478 Jul 29 CE - Stephenson 2020 (7)+000310.00	+000218.60	+000218.60	00000	00000	00000	00000
CP055	+2269936.500	ASE Krakow TT 1502 Oct 1 CE - Stephenson 2020 (7)	+000260.00	+000192.79	00000	00000	00000	00000
CP056	+2283284.500	TSE Sevilla TT 1539 Apr 18 CE - Stephenson 2020 (7)	+000200.00	+000158.64	00000	00000	00000	00000
CP057	+2304782.500	TSE St.Andrews TT 1598 Mar 7CE - Stephenson 2020 (7)+000120.00	+000119.41	+000119.41	00000	00000	00000	00000
CP058	+2312752.500	CE 1620 Jan 01 - Fit with beginning of tab. values.	+000122.00	+000120.90	00000	00000	00000	00000

- For Years before CP001 DeltaT is computed as [$-20 + 31.987 * ((y - 1820) / 100)**2$]
- For Years from 1620 to 2021 see Astronomical Almanac (pages K8-K9) and IERS Bulletin A from <https://datacenter.iers.org/eop.php>
- For Years from 2022 to 2031 predicted values are used. See <https://cddis.nasa.gov/archive/products/iers/deltat.preds>
- For Years from 2032 onwards DeltaT is computed as [$-71.8 + 31.987 * ((y - 1820) / 100)**2$]

Sources:

- (1) - The dating of seven classical greek eclipses - Stephenson, Morrison, Hohenkerk - Journal of Astr. History and Heritage - 47-62 (2020)
 - (2) - The acceleration of the Moon and the Universe - The mass of the Graviton - Göran Henriksson - Advances in Astrophysics, Vol2 No. 3, August 2017
 - (3) - Einstein's Theory of Relativity Confirmed by Ancient Solar Eclipses - Göran Henriksson - Journal of Cosmology, 2010, Vol 9, 2137-2146
 - (4) - The Double Eclipse at the Downfall of Old Babylon - Emil Khalisi - 14th July 2020
 - (5) - Joshua's Total Solar Eclipse at Gibeon - Emil Khalisi - February 2021
 - (6) - Addendum 2020 to Measurements of the Earth's rotation 720 BC to AD 2015 - Morrison, Stephenson, Hohenkerk, Zawilski - Version 1
 - (7) - Addendum 2020 to Measurements of the Earth's rotation 720 BC to AD 2015 - Morrison, Stephenson, Hohenkerk, Zawilski - Version 2
 - (8) - Ptolemy, Babylon and the rotation of the Earth - John Steele - 2005 A&G...46e..11S
 - (9) - HM Nautical Almanac Office - <http://astro.ukho.gov.uk/nao/lvm/> (Basically Stephenson's et al. recent work)
 - (10) - The earliest known solar eclipse record redated - T. de Jong & W. H. Van Soldt - Letters to Nature March 1989
 - (11) - Dating the Amarna period in Egypt: did a solar eclipse inspire Akhenaten? - William McMurray
 - (12) - The Solar Eclipses of the Pharaoh Akhenaten - Emil Khalisi - arXiv: 2004.12952 [physics.hist-ph] v2: 20th July 2020
 - (13) - Ancient Eclipses and the Fall of Babylon - Boris Banjevic - Institute of Informatics and Statistics of Belgrade 2005
 - (14) - The Variable Earth's Rotation..... New DeltaT Constraints from Bizantine Eclipse Record - H. Hayakawa, K. Murata, M. Soma 2022
 - (15) - Analyses of a Datable Solar Eclipse Record in Maya Classic Period Monumental Inscriptions - H. Hayakawa, M. Soma, H. Kinsman 2021
 - (16) - Literary and Astronomical Evidence for a Total Eclipse of the Sun Observed in Ancient Ugarit on 3 May 1375 B.C. - Sawyer / Stephenson, 1970
 - (17) - ΔT and the Tidal Acceleration of the Lunar Motion from Eclipses Observed at Plural Sites - Kiyotaka Tanikawa, Mitsuru Soma 2004
 - (18) - Total solar eclipses in Ancient Egypt - a new interpretation of some New Kingdom texts. - David G. Smith 2007
 - (19) - Total solar eclipses of AD 1133 and ΔT - Morrison, Hohenkerk, Zawilski, Stephenson - J. of H. of A. 2023
-

Come si può notare, i constraints, ovvero i valori limite entro cui in una certa località una eclisse totale appare come tale, differiscono leggermente tra la DE431 e la DE441. Questa differenza potrebbe anche essere maggiore se vengono analizzati studi che hanno utilizzato modelli più datati, come DE200, DE406, VSOP87.

Inoltre è possibile notare che i due modelli (*NASA 2006* e *RICALIBRATO*) non differiscono sostanzialmente almeno andando a ritroso fino al 3000 BCE. Probabilmente non ci sono da attendersi grosse sorprese dalla variazione del Delta-T fino a 7-8000 anni dall'epoca presente, dato che non ci sono state ancora grosse variazioni del livello degli oceani, né fenomeni eclatanti che riguardano il nucleo viscoso della Terra, come risulta dalla *Figura 5*.

DeltaT – Rallentamento della rotazione terrestre

- Interazioni mareali del sistema Terra - Luna
- Movimenti del mantello viscoso e del nucleo liquido ferroso
- Aumento o diminuzione della massa liquida d'acqua oceanica

Negli ultimi 70.000 anni si sono verificate tre escursioni principali del campo magnetico terrestre dovute a importanti movimenti del nucleo fluido terrestre: l'evento del Mar di Norvegia-Groenlandia, avvenuto circa 64.000 anni fa, l'evento di Laschamps tra i 42.000 e i 41.000 anni fa e l'evento di Mono Lake, risalente a circa 34.500 anni fa.

Cambiamento di livello della massa liquida di acqua

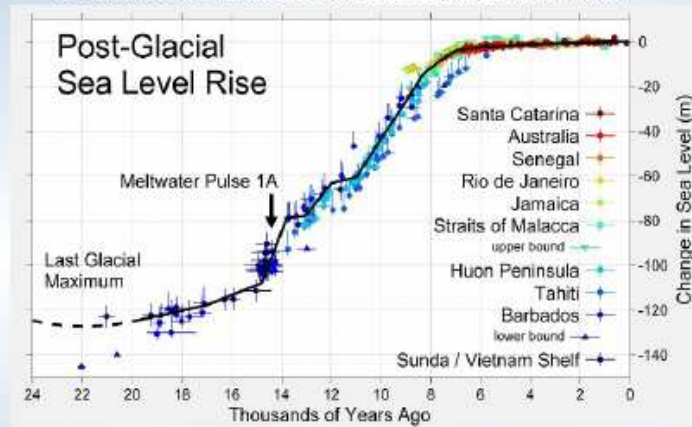


Figura 5. Credit: Wikipedia.

4. Archivio Locations

Archivio Locations:

The interface displays a database of observation locations. The main table lists various sites with their IDs, names, and coordinates. A detailed view for location 822 (Altepe, Syria) is shown, including its coordinates (34° 42' 30" N, 36° 50' 00" E) and a comment about its historical significance as an ancient city.

Circa 1200 Locations categorizzate già presenti in archivio su 2000 slot disponibili.
Ad ogni Location è associabile un profilo orizzonte scaricabile ad esempio da PeakFinder.

Figura 6. Archivio Siti di Osservazione

UrukFSP contiene al suo interno un archivio di Siti Geografici, modificabile dall'utente, con una capacità di 2000 slots di cui circa 1200 sono già occupati da siti precaricati. Questo archivio, la prima volta che si installa l'Applicazione si va a posizionare dentro una apposita cartella (di cui si parlerà in seguito) e da quel momento in poi non verrà più ricoperto a seguito di aggiornamenti del software a meno che sia l'utente stesso a rinominare o a cancellare quello già presente nella directory utente. Queste cosiddette *locations* sono divise per categoria, in base a un codice visibile nella finestra di immissioni o modifiche. Dalla versione 1.3.8 scompare la categoria delle Star Farm per far posto a una nuova classificazione denominata **Dolmen, Menhir** che si va ad aggiungere a quella degli **Ancient Sites** già presente, come visibile in *Figura 7*. Queste locations presenti in archivio, comprese quelle aggiunte dall'Utente, appariranno nella cartina geografica in proiezione stereografica dedicata prevalentemente all'analisi delle Eclissi di Sole.

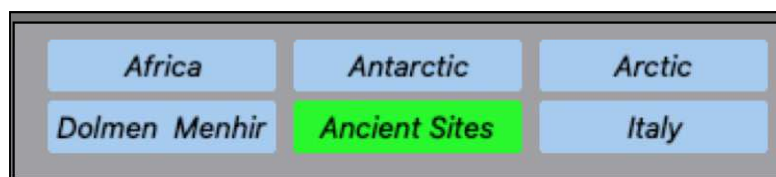


Figura 7. Classificazione siti antichi dalla versione 1.3.8.

Come si vede dalla *Figura 6* inoltre, quando si seleziona una location come corrente, si può definire separatamente o congiuntamente come Default Location, Current Location oppure destinata ad una specifica finestra in grado di mostrare Eclissi di Sole o transiti dei pianeti interni sul disco solare. La default location e l'ultima current location definita possono essere velocemente richiamate da due pulsanti presenti nella finestra principale.

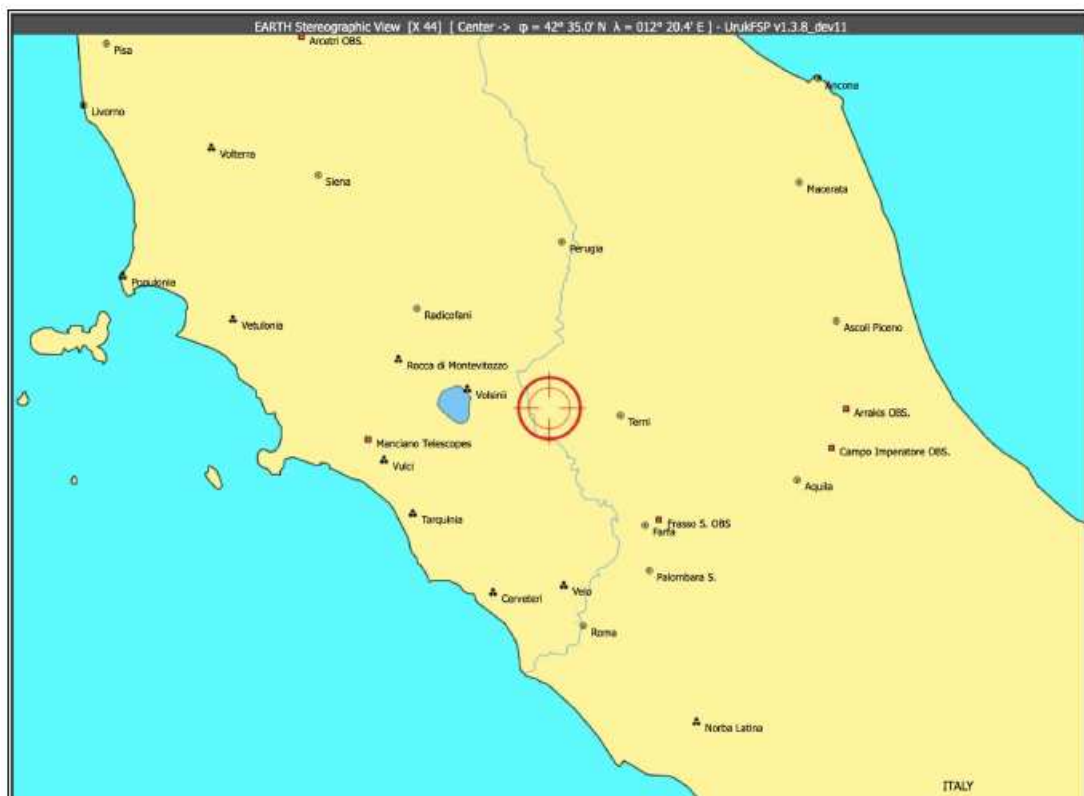


Figura 8. Mappa geografica in Proiezione Stereografica.

In *Figura 8* viene mostrato un esempio di come vengono rappresentate le locations in archivio. Città odierne, antiche, dolmen/menhir, osservatori astronomici hanno simboli differenti. Posso opzionalmente non mostrare il nome o avere uno sfondo colorato.

5. Profili Orizzonte

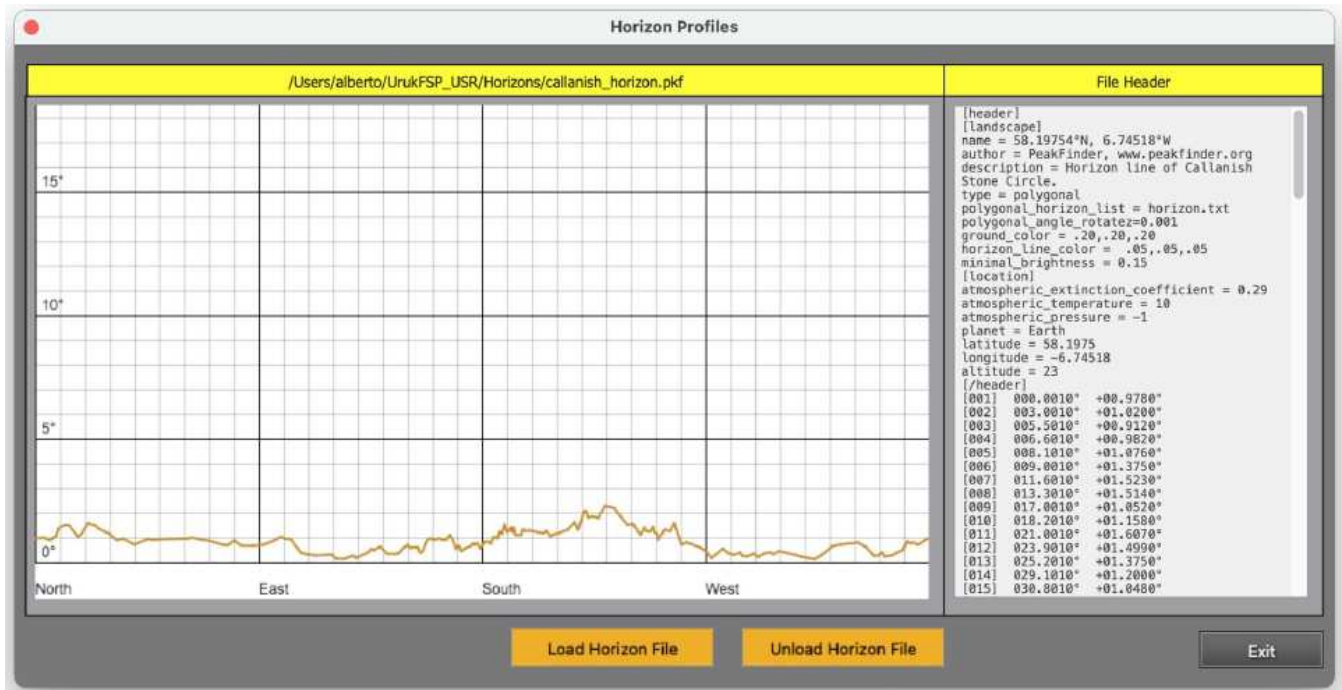


Figura 9. Profilo Orizzonte.

Ad ogni location è possibile assegnare un profilo orizzonte estemporaneo o agganciarla definitivamente ad uno predefinito. Un profilo orizzonte è sostanzialmente costituito da una serie di coppie azimuth - altezza derivate da rilievi sul campo o dai dati disponibili su Internet (SRTM) calcolati in base ad una survey effettuata dallo Space Shuttle intorno ai primi anni del 2000. In ogni caso il formato del file di testo contenente i dati di un Profilo riconosciuto da UrukFSP è quello illustrato in *Figura 10*:

```
[header]
place here whatever you want
info about data generator
info about location
this section will not be analyzed
azimuth must be in NESW format
do not put empty lines between header and data
[/header]
0.000 0.000  <- data start here as azimuth + space + altitude
1.000 2.134  <- decimal point is used, no commas here
.....
.....
.....
359.999 1.453
```

Figura 10. Formato UrukFSP del file di profilo orizzonte.

in ogni caso si tratta di una intestazione delimitata dalla direttiva

[header] ----- [/header]

dove è possibile inserire liberamente del testo arbitrario per la descrizione del luogo, le coordinate ed altre note. Qui è possibile anche avere delle righe vuote. Seguirà poi, senza che ci siano righe vuote tra la fine direttiva e i dati un elenco di punti dell'orizzonte descritti da azimuth e altezza, con il separatore decimale che deve essere rigorosamente un punto. L'ultimo dato inserito verrà automaticamente chiuso graficamente con il primo.

UrukFSP nel suo menu di Link Consigliati permette di accedere a due siti, rispettivamente **HeyWhatsThat** e **PeakFinder**, che permettono di esportare gratuitamente un profilo creato per Stellarium e che con piccole modifiche può essere adattato al funzionamento con UrukFSP. Per rimediare ad alcuni errori di formattazione presenti nei file generati dai due siti è bene dare un apposito suffisso ai file in modo tale che UrukFSP riconosca la fonte tenti di formattarli correttamente.

File scaricato da HeyWhatsThat ---- nomefile.hwt

File scaricato da PeakFinder ---- nomefile.pkf

Salvando il file del profilo generato semplicemente con un suffisso **.txt** non verrà apportata nessuna modifica al profilo originale. Altri tipi di suffissi non verranno riconosciuti dall'Applicazione. I file di profilo andranno depositati in una apposita directory utente che verrà descritta in seguito. E' poi possibile agganciare un profilo generato ad una determinata location entrando in modifica nel file dei siti geografici e digitando il nome del file profilo orizzonte da linkare.

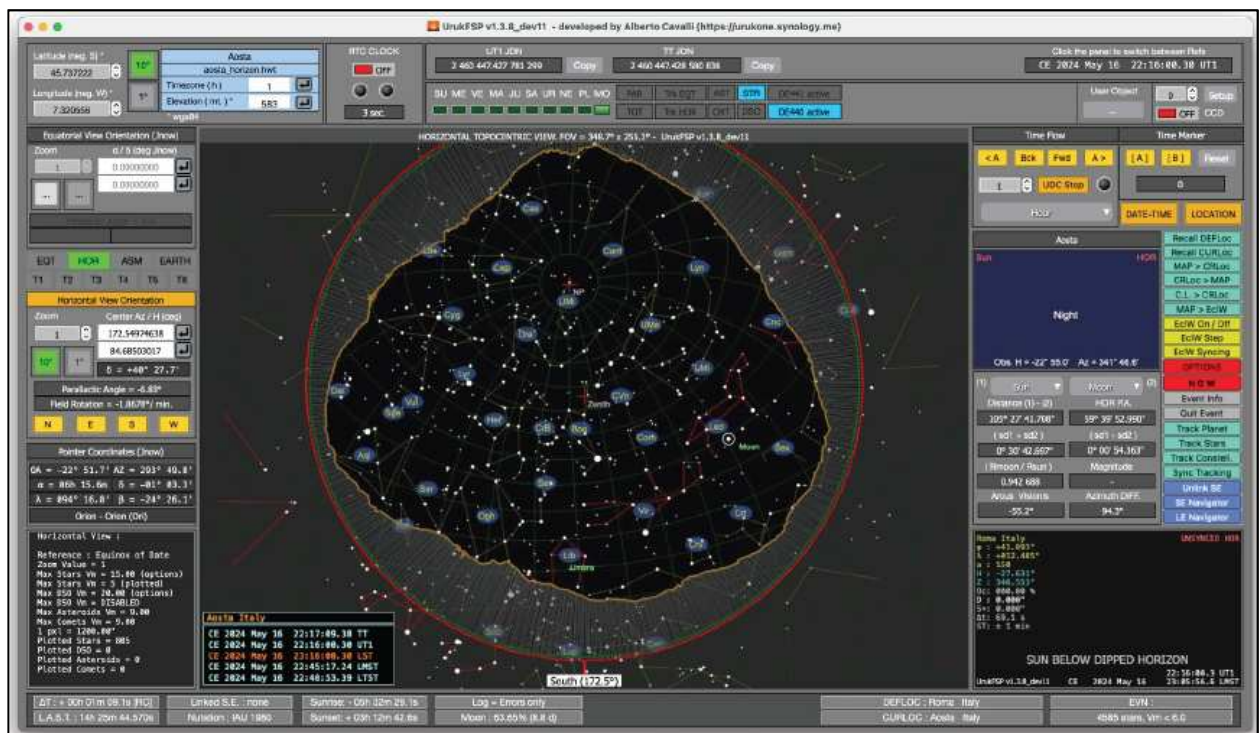


Figura 11. Vista azimutale del profilo orizzonte generato per la città di Aosta.

6. Catalogo stellare

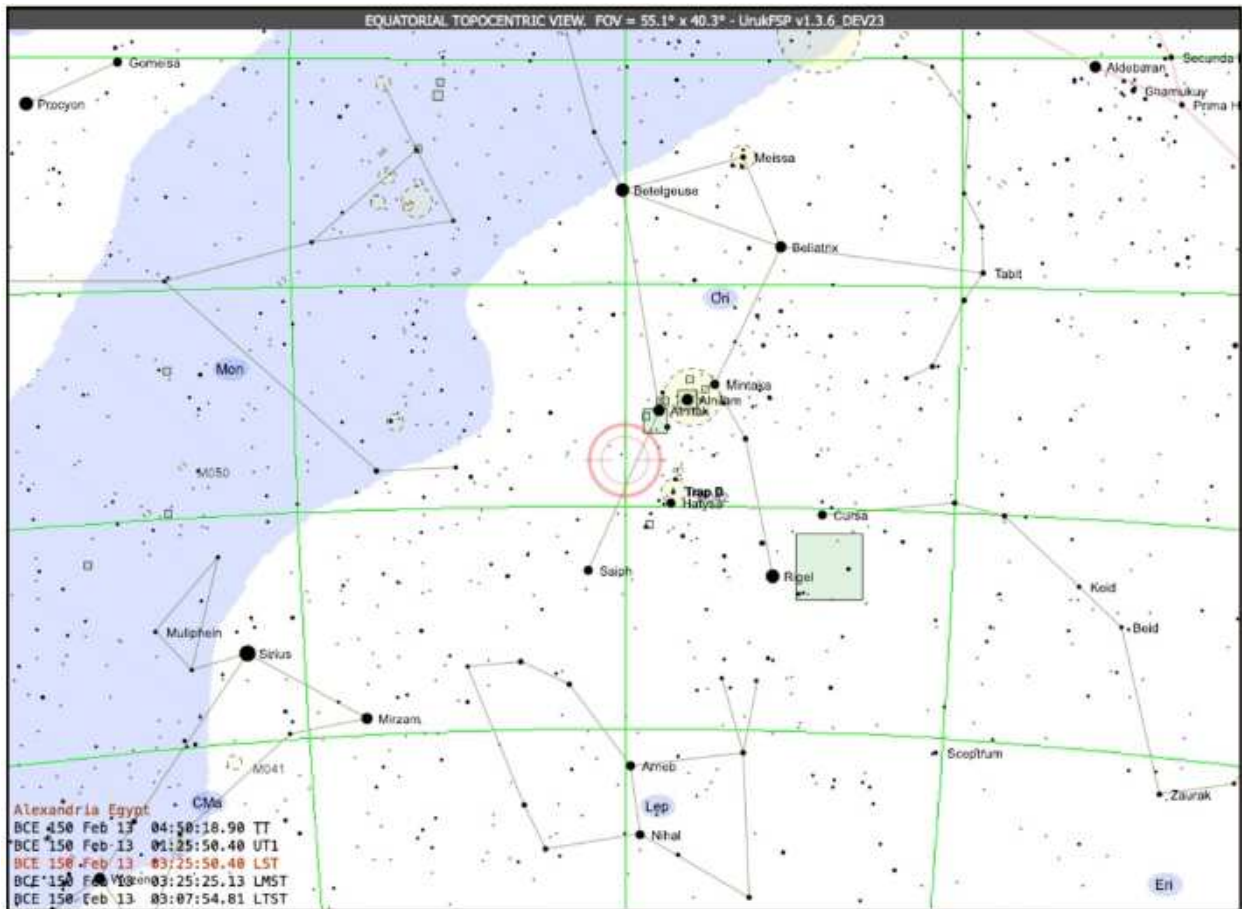


Figura 12. Campo stellare equatoriale in UrukFSP.

Il catalogo di oggetti stellari di UrukFSP contiene un massimo di 2144767 stelle provenienti dai cataloghi Hipparcos2, Xhipparcos e GAIA DR3. È stato fatto un lavoro accurato di merging dei dati al fine di ottenere il massimo numero di informazioni sugli astri archiviati laddove ne risultasse mancante qualcuna, soprattutto nel catalogo Gaia, dando comunque sempre priorità ai dati Gaia. Il risultato è un archivio denominato UKSC-1J contenente sostanzialmente tutte le stelle fino alla magnitudine visuale 12.0.

È possibile per ogni stella andare sul portale Simbad per raccogliere ulteriori informazioni sull'astro. Il caso particolare del sistema Centaurus AB (Rigel Kentaurus e Toliman), dotato di elevato moto proprio e che nel corso dei millenni passati porta ad un errore rilevante (circa 1° in 10000 anni) nella posizione dei fotocentri delle due componenti è stato trattato assegnando a entrambe le componenti le astrometriche del centro di massa del sistema, riportando quindi l'indeterminatezza della posizione entro pochi secondi d'arco anche per periodi di 10-12 millenni dal J2000.

Altri sistemi binari come Sirio, Procione e Castore generano a causa delle astrometriche riportate nel catalogo Hipparcos (nello stesso arco di tempo) un errore al massimo di alcuni primi d'arco, irrilevante ai fini archeoastronomici. Per questo motivo le loro astrometriche sono al momento state lasciate invariate.

7. Catalogo do oggetti non stellari (DSO)



Figura 13.

UrukFSP dispone di un catalogo di oggetti non stellari di circa 10400 oggetti. Questi sono prelevati dai vari cataloghi disponibili come visibile in *Figura 13*. Sono divisi per categorie per quanto riguarda la loro visualizzazione in mappa.



Figura 14. Categorie di oggetti DSO.

8. Comete ed asteroidi

Comete ed Asteroidi

Vengono elaborati solo I primi 10000 asteroidi su circa 1300000
 I dati sono prelevati dal Minor Planet Center oppure dal JPL
 Gli elementi orbitali sono utilizzabili solo per l'epoca attuale

Figura 15. Archivi Comete ed Asteroidi.

I dati riguardanti Comete ed Asteroidi vengono prelevati, come solitamente accade per gli attuali software, tramite Internet dalle fonti più accreditate quali il Minor Planet Center della IAU ([Unione Astronomica Internazionale](#)) e in alternativa dal JPL ([Jet Propulsion Laboratory](#)). Si tratta di dati riguardanti il periodo attuale, non utilizzabili se non entro qualche mese dalla data di rilascio e quindi aggiornati periodicamente. Non adatti a ricerche di tipo archeoastronomico si riferiscono ovviamente solo all'analisi del cielo odierno da parte di UrukFSP.

Il file completo reso disponibile da MPC oppure JPL comprende circa 1300000 asteroidi, di cui però ne vengono presi in considerazione solo i 10000 più luminosi. Il numero delle comete disponibili dalla fonte, in questo caso solamente il MPC, si aggira intorno al migliaio. Questi dati possono essere automaticamente disattivati dal Menu Opzioni se la data dell'Applicazione viene spostata più di 720 giorni da quella attuale.

NOTA : i dati disponibili da MPC e JPL sono ricavati da orbite perturbate che hanno una validità limitata nel tempo. Pertanto non sono adatti per il calcolo rigoroso di occultazioni asteroidali. In tal caso è bene utilizzare le effemeridi generate da piattaforme come *Horizons* della NASA e poi gestirle come *User Object* all'interno di UrukFSP. A tale riguardo può essere utile consultare il POST pubblicato a riguardo dall'Autore sul Sito Web di UrukFSP.

9. Satelliti naturali di Giove e Saturno

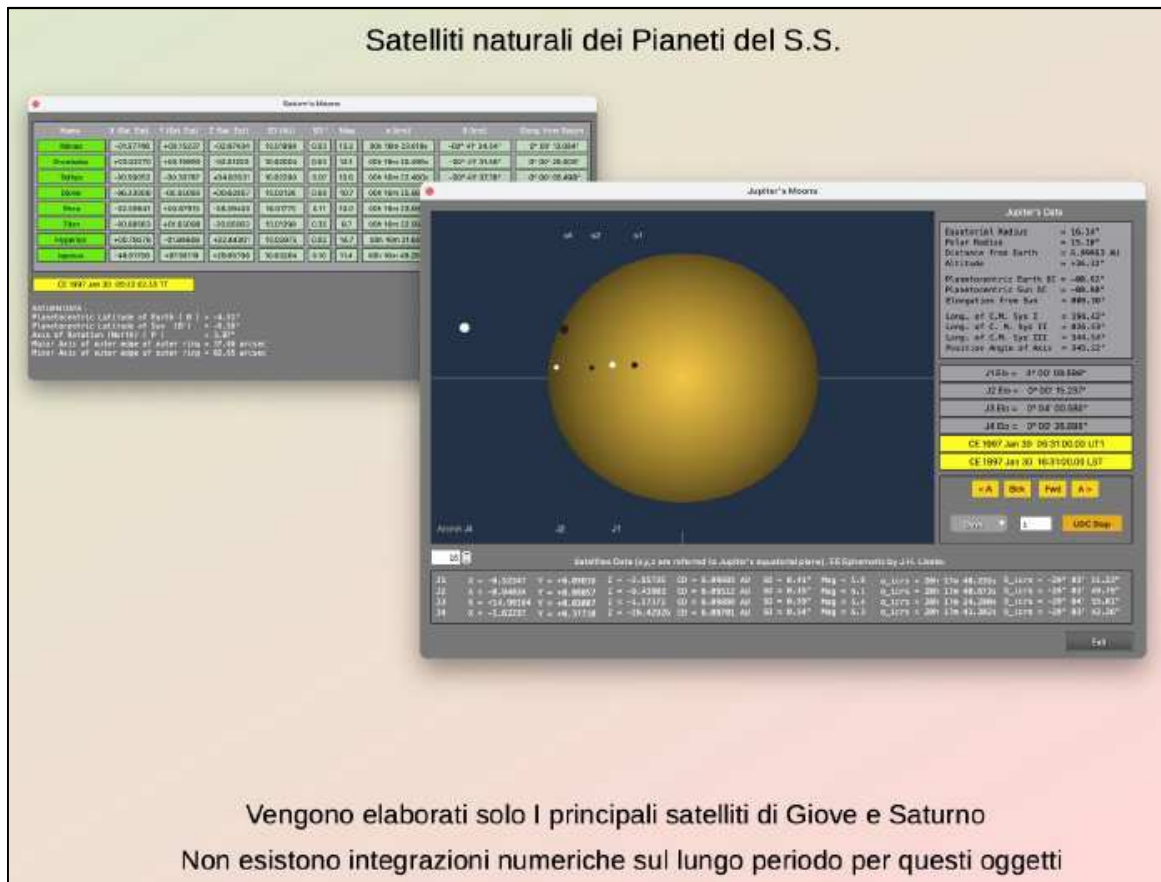


Figura 16. Principali satelliti di Giove e Saturno.

Sono considerati nel calcolo solamente i principali satelliti di Giove e Saturno.

Io, Europa, Ganimede, Callisto.

Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rea, Titano, Hyperion, Giapeto.

La posizione di questi satelliti verrà calcolata tra il 1550 e il 2550 CE. Al di fuori di questo intervallo verranno, per così dire, disattivati. In realtà non esistono effemeridi di lungo periodo per i satelliti naturali dei pianeti del Sistema Solare (tranne la Luna, ovviamente). E' facile verificare come la stessa NASA utilizzi integrazioni numeriche che coprono in genere non più di 7-800 anni

<https://ssd.jpl.nasa.gov/sats/ephem/>

a partire dall'Era Telescopica. Altre teorie analitiche come E5, GUST, TASS, ecc. non pongono limiti di tempo al calcolo ma è evidente che l'errore tende a salire rapidamente rendendole di fatto estremamente inaffidabili. Qualcosa di analogo succede con la teoria semi-analitica francese VSOP87, usata incautamente da alcuni molto indietro nel tempo.

10. Salvataggio e caricamento di Eventi

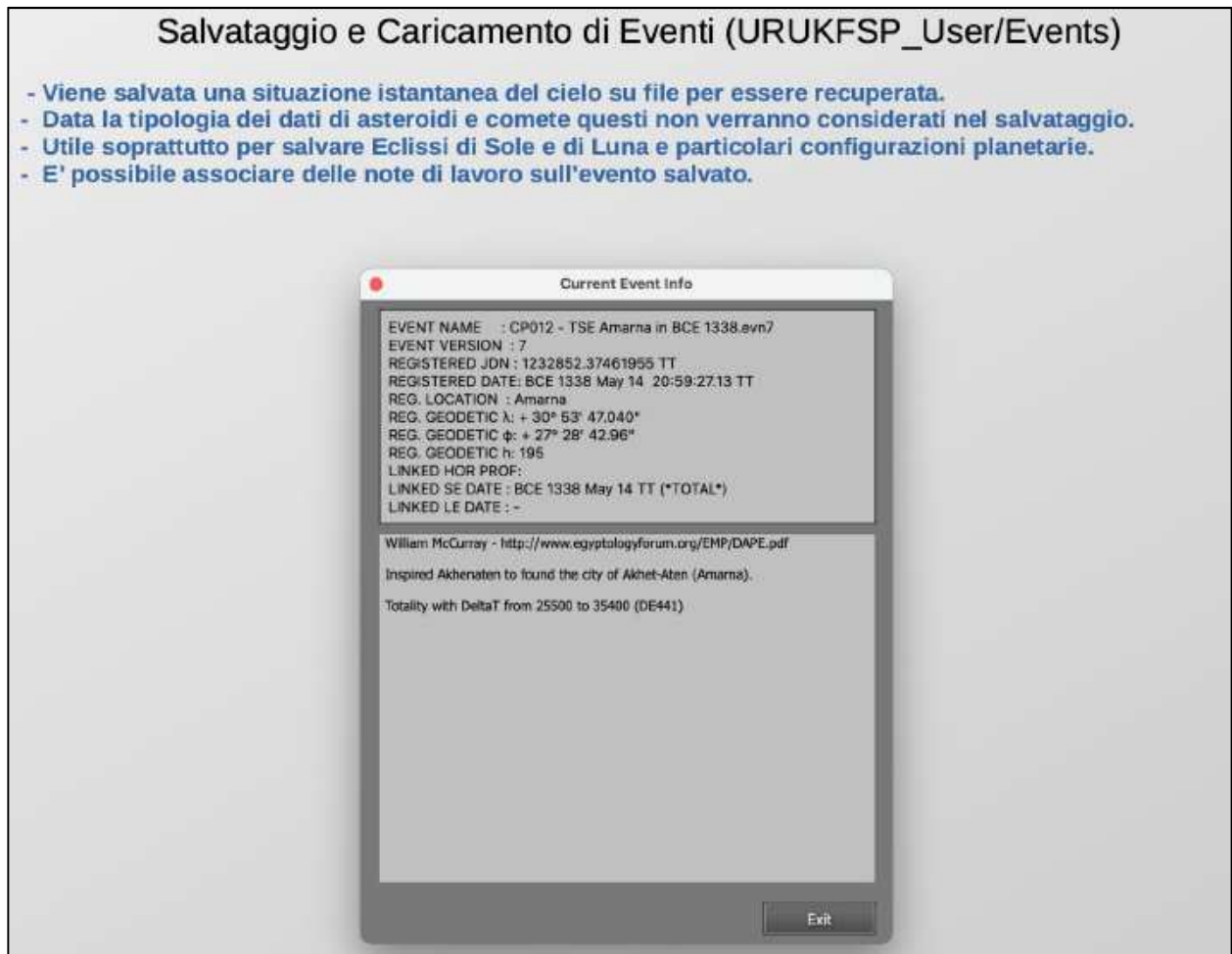


Figura 17. Gestione degli Eventi in UrukFSP.

UrukFSP permette di “congelare” una configurazione del cielo locale ad una certa data, salvarla in un file, dotandola anche di un commento fino a 1024 caratteri, per poi ricaricare l’evento per una successiva analisi. Va detto subito che Comete ed Asteroidi, a causa del particolare caricamento dei loro dati solo da fonti moderne, sono esclusi da questo salvataggio, ma la posizione delle stelle, pianeti nonché di eclissi di Sole o Luna viene memorizzata su file per essere ripresa in seguito o essere addirittura inviata ad un altro utilizzatore dell’Applicazione per condividere una eventuale analisi.

11. Salvataggio della finestra grafica su file (URUKFSP_User/Images)

La finestra grafica di UrukFSP, contenente vari tipi di viste, può essere salvata su disco come file immagine al fine di essere incorporata ad esempio in un documento, un articolo, o un sito web. Di volta in volta la finestra grafica centrale può contenere:

- Proiezione stereografica EQUATORIALE della volta celeste locale
- Proiezione stereografica AZIMUTALE della volta celeste locale
- Vista ALL SKY MAP della volta celeste locale
- Mappa stereografica della superficie terrestre, zoomabile.
- Mappa di Mercatore della Terra con terminatore solare e lunare
- Mappa del Globo Terrestre visto dal Sole o dalla Luna
- Analisi dinamica di una eclisse lunare
- Analisi statica di una eclisse lunare prelevata dal Canone

La proiezione del cielo EQUATORIALE permette di avere sfondo scuro o bianco per ottenere una immagine simile ad una cartina celeste su sfondo bianco. Alle mappe EQUATORIALE e AZIMUTALE è possibile applicare un flip sia orizzontale che verticale per simulare la vista da un sistema ottico composto da più superfici riflettenti o rifrangenti. Qui di seguito possiamo vedere alcuni esempi.

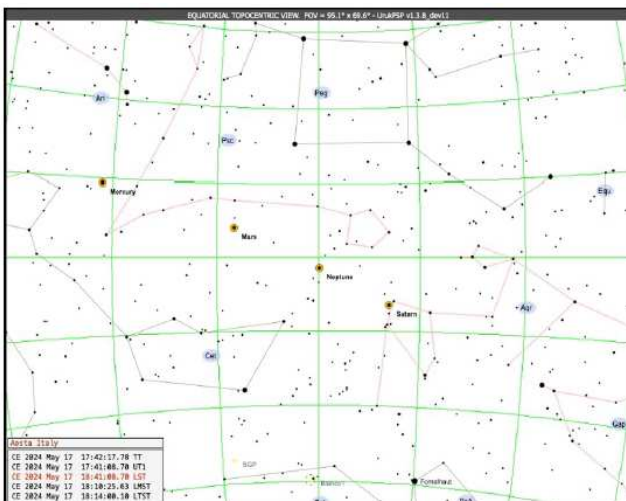


Figura 19

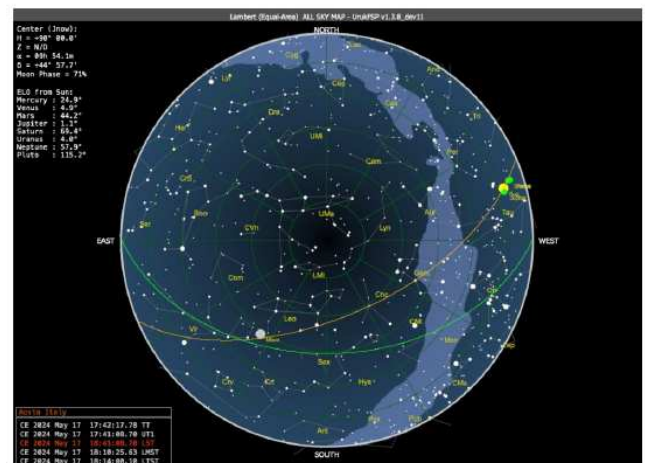



Figura 18

12. Directory dati utente

Cartella Utente (URUKFSP_User)

I file contenuti nella cartella utente non vengono modificati a seguito di un aggiornamento dell'applicazione.



Nome	Data di modifica	Dimensioni
Devices	26 maggio 2022 20:46	--
cameras_database.csv	13 febbraio 2023 11:12	1 KB
telescopes_database.csv	12 ottobre 2022 08:49	1 KB
Events	7 febbraio 2024 14:17	--
ExternalData	27 ottobre 2023 12:39	--
CometEls.txt	ieri 11:57	188 KB
ELEMENTS.NUMBR	16 novembre 2023 16:39	71.7 MB
MPCORB.DAT	ieri 11:57	273.9 MB
Horizons	12 febbraio 2024 12:47	--
Images	11 febbraio 2024 21:46	--
Jobs	5 novembre 2023 16:40	--
Locations	11 febbraio 2024 16:09	--
locations_database.csv	12 febbraio 2024 16:52	51 KB
Logs	oggi 08:07	--
urukfsp.log	oggi 07:16	194 byte

DEVICES : contiene gli archivi telescopi e sensori per la simulazione del FOV sensore.
EVENTS : contiene I file degli eventi creati dall'utente.
EXTERNAL DATA : qui vengono messi I dati di asteroidi e comete scaricati dalla Rete
HORIZONS : contenitore dei profili orizzonte creati dall'utente.
IMAGES : contenitore delle mappe salvate in formato PNG o BMP.
JOBS : contenitore dei file creati ad esempio dal generatore di circ. locali di eclissi.
LOCATIONS : archivio dei siti geografici modificato dall'utente.
LOGS : log dell'Applicazione usato esclusivamente a scopo di debug.

Figura 20. Directory Utente.

All'atto della partenza, UrukFSP controlla che esista una cartella destinata a contenere file generati dall'Utente. In caso non ci sia provvede a crearla e a depositarvi dentro gli archivi di default relativi alla gestione del simulatore del FOV (campo di ripresa) di un sensore fotografico e dell'archivio Locations.

Non è possibile scegliere dove posizionare questa cartella che, in base al Sistema Operativo in uso sarà collocata in una zona dove l'Utente avrà diritti di lettura / scrittura.

MacOS - /Users/[nome utente]/UrukFSP_User

Linux - /home/[nome utente]/UrukFSP_User

Windows – C:\UrukFSP_User

Nel caso di Windows non è possibile utilizzare la cartella C:\Programmi in quanto genera problemi di diritti di accesso da parte della gestione discutibile di questi presente in Windows.

13. Canoni presenti nell'Applicazione

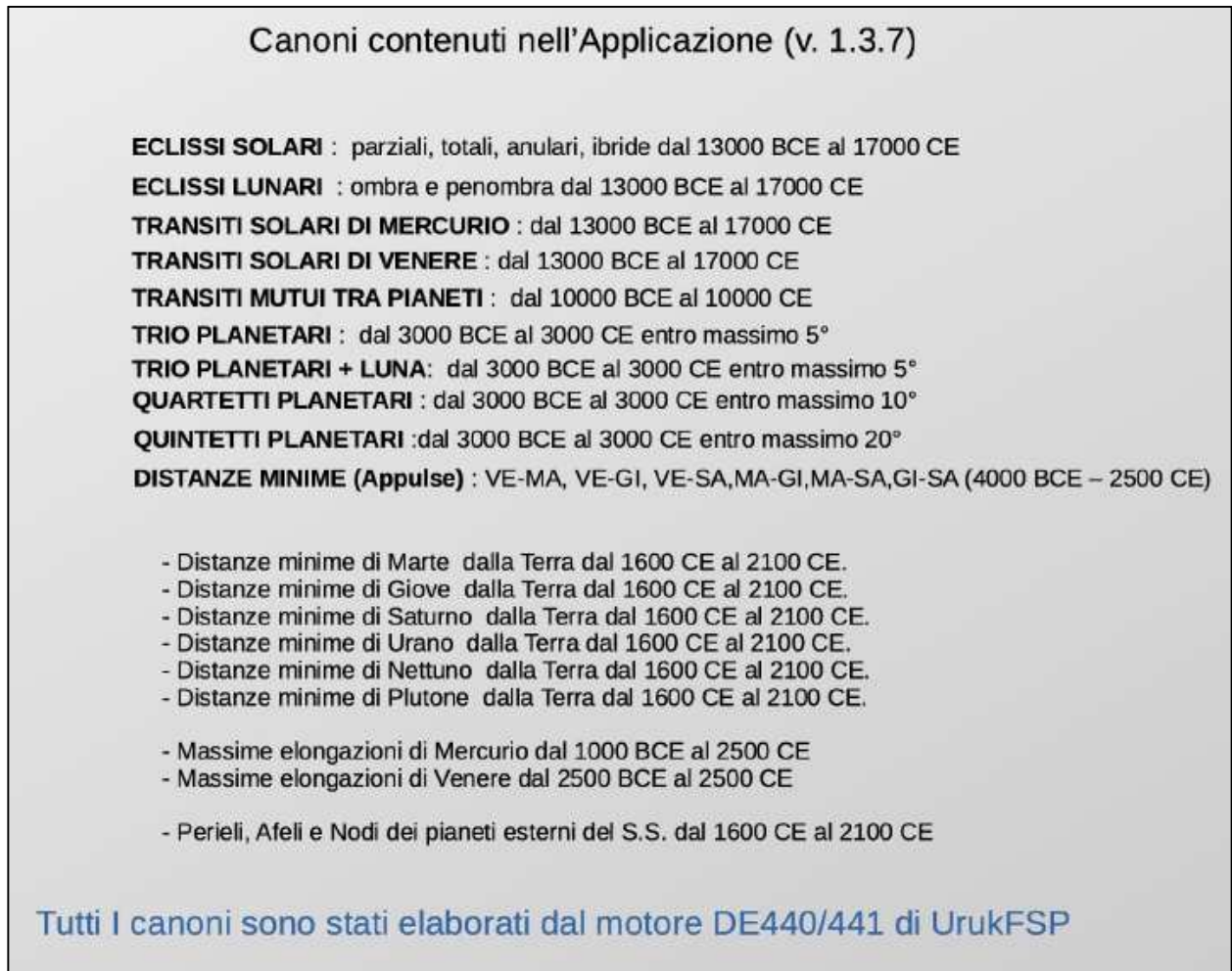


Figura 21. Dati precalcolati per lunghe epoche.

Sono presenti all'interno dell'Applicazione raccolte di dati già calcolati riguardanti varie serie di fenomeni applicabili ai Pianeti del Sistema Solare, come da *Figura 26*. Sono eventi calcolati tramite i modelli teorici DE440 e DE441 presenti all'interno del motore di calcolo di UrukFSP. In genere è possibile posizionare velocemente l'Applicazione sui fenomeni presenti nelle tabelle per analizzare subito l'aspetto del Cielo Locale.

Nel caso di Eclissi Solari e Lunari, tramite i relativi Pannelli Navigatori è possibile poi scorrere velocemente su una cartina rappresentante i luoghi della superficie terrestre gli eventi e i relativi percorsi del path di totalità o anularità.

14. Effemeridi tabulari, Sorgere e Tramonto

UrukFSP genera un Effemeride dei Pianeti del S.S. contenente una moltitudine di dati riferiti all'Equinozio J2000 e della data. Qui di seguito è riportato un esempio.

UrukFSP v1.3.8_dev11

 Generated by UrukFSP. To export data from here use select, copy and paste functions.
 Dates before 8 CE are Julian Proleptic.
 Dates between 8CE and 1582/10/4 are Julian Dates.
 Dates between 1582/10/15 and future values are Gregorian.
 A Gregorian Proleptic Date conversion is present.

Julian Date Number (Terrestrial Time) : 2 460 449.090 346 985 4
 Julian Date Number (Universal Time) : 2 460 449.089 547 448 4
 Terrestrial Time (TT) [Y/M/D H:M:S] : CE 2024 May 18 14:10:05.98
 Civil Date (UT1) [Y/M/D H:M:S] : CE 2024 May 18 14:08:56.90
 Civil Date (Local Standard Time) [Y/M/D H:M:S] . : CE 2024 May 18 15:08:56.90
 Civil Date (Local Mean Time) [Y/M/D H:M:S] : CE 2024 May 18 14:38:13.83
 DeltaT (seconds) : +69.1
 Day of Year : 139
 Day of Week : Saturday
 Days to the Summer Solstice : -33.3
 Days to the Winter Solstice : -216.8
 Days to the Spring Equinox : +59.5
 Days to the Autumn Equinox : -126.9
 Gregorian Proleptic Date : DATE ALREADY GREGORIAN UT1
 Proleptic Julian drift with respect to equinoxes .. : 16.0 days
 Proleptic Gregor. drift with respect to equinoxes . : 0.1 days

Current Illumination : Daylight

Location Name : Aosta Italy
 Latitude : N 45° 44' 14.00"
 Longitude : E 7° 19' 14.002"
 Timezone : GMT + 01.0
 G.M.S.T. (Greenwich Mean Sidereal Time) : 05h 55m 57.629s
 L.A.S.T. (Local Apparent Sidereal Time) : 06h 25m 14.257s

Earth Geoid : RHO_SIN_PHI : +0.712 641 912
 Earth Geoid : RHO_COS_PHI : +0.699 215 224

Mean Ecliptic (Vondrak, Capitaine and Wallace 2011) : 23° 26' 09.988"
 True Ecliptic : 23° 26' 18.715"
 Nutation in longitude (See Preferences) : -04.9955"
 Nutation in obliquity (See Preferences) : +08.7264"
 Equation of Time : 212.3 sec
 Equation of Equinoxes : -00.3055 sec

J2000 - Heliocentric geometric ecliptic coordinates.

Object	Longitude	Latitude	Distance from Sun(AU)	L.T.	Parallax
Earth	237° 47' 17.170"	+00° 00' 10.24"	01.011 587 928 588	+ 00h 00m 00.0s	0000.00"
Mercury	310° 10' 17.315"	-06° 56' 01.96"	00.423 454 890 842	+ 00h 00m 05.1s	0009.05"
Venus	46° 46' 08.501"	-01° 41' 26.19"	00.722 882 388 306	+ 00h 14m 21.5s	0005.09"
Mars	342° 36' 56.673"	-01° 41' 58.03"	01.382 247 311 685	+ 00h 15m 53.2s	0004.60"
Jupiter	57° 57' 31.981"	-00° 52' 54.29"	05.015 784 938 467	+ 00h 50m 07.6s	0001.46"
Saturn	342° 01' 22.822"	-01° 51' 39.01"	09.698 031 016 459	+ 01h 23m 07.5s	0000.88"
Uranus	52° 49' 48.780"	-00° 16' 45.29"	19.591 050 438 838	+ 02h 51m 19.0s	0000.43"
Neptune	357° 24' 21.103"	-01° 15' 55.42"	29.900 217 957 870	+ 04h 12m 56.1s	0000.29"
Pluto	300° 12' 57.739"	-03° 02' 10.10"	35.016 617 675 726	+ 04h 47m 25.9s	0000.25"
Moon (GEOCENTRIC)	181° 31' 11.120"	+01° 10' 30.04"	404 272.029 Km	+ 00h 00m 01.3s	3254.34"

J2000 - Geocentric ecliptic coordinates (corrected LT) (Moon is not affected by ABERR).

Object	Longitude	Latitude	Delta(AU)	SD(")	Mag.	Phase
Sun	57° 46' 56.920"	-00° 00' 10.24"	01.011 586 766 937	0948.23	-26.7	
Mercury	33° 24' 49.382"	-03° 01' 02.95"	00.972 100 600 200	03.46	-00.1	056.15%
Venus	53° 11' 34.492"	-00° 42' 35.25"	01.726 478 215 724	04.83	-03.8	099.68%
Mars	13° 24' 37.192"	-01° 13' 52.39"	01.910 219 241 527	02.45	+01.1	092.95%
Jupiter	57° 55' 39.474"	-00° 44' 03.43"	06.027 261 395 818	16.34	-01.9	100.00%
Saturn	347° 39' 14.225"	-01° 48' 20.86"	09.994 850 524 053	08.28	+01.0	099.76%
Uranus	53° 04' 19.615"	-00° 15' 56.66"	20.599 045 349 556	01.70	+05.9	100.00%
Neptune	359° 03' 43.930"	-01° 14' 38.90"	30.412 743 095 332	01.10	+07.9	099.98%
Pluto	301° 42' 14.358"	-03° 04' 33.69"	34.560 543 559 454	00.05	+14.4	099.98%
Moon	181° 31' 10.455"	+01° 10' 30.10"	404 272.043 Km	0886.45	-12.7	077.86%

J2000 - Geocentric Astrometric (corrected LT only)

Object	Right Ascension	Declination	Distance from Earth
Sun	03h 42m 05.706s	+19° 39' 51.04"	01.011 586 766 937
Mercury	02h 08m 54.594s	+09° 48' 49.80"	00.972 100 600 200
Venus	03h 23m 56.926s	+17° 53' 02.85"	01.726 478 215 724
Mars	00h 51m 16.500s	+04° 09' 31.12"	01.910 219 241 527
Jupiter	03h 43m 22.006s	+18° 58' 57.57"	06.027 261 395 818
Saturn	23h 17m 24.930s	-06° 32' 28.86"	09.994 850 524 053
Uranus	03h 22m 59.260s	+18° 17' 01.06"	20.599 045 349 556
Neptune	23h 58m 32.292s	-01° 30' 52.17"	30.412 743 095 332
Pluto	20h 18m 46.037s	-22° 46' 41.32"	34.560 543 559 454
Moon	12h 07m 26.046s	+00° 28' 29.72"	00.002 702 391 692

Heliocentric astrometric ecliptic coordinates - Mean Equinox of Date.

Object	Longitude	Latitude	Distance from Sun(AU)
Earth	238° 07' 22.909"	+00° 00' 00.04"	01.011 586 766 937
Mercury	310° 29' 36.168"	-06° 56' 08.85"	00.423 480 848 016
Venus	47° 05' 37.168"	-01° 41' 20.12"	00.722 883 743 407
Mars	342° 56' 57.805"	-01° 42' 00.77"	01.382 245 698 620
Jupiter	58° 17' 46.860"	-00° 52' 44.26"	05.015 776 124 238
Saturn	342° 21' 42.447"	-01° 51' 41.35"	09.698 047 841 080
Uranus	53° 10' 09.971"	-00° 16' 35.64"	19.591 069 864 373
Neptune	357° 44' 43.512"	-01° 15' 54.82"	29.900 222 488 533
Pluto	300° 33' 20.712"	-03° 02' 18.41"	35.016 482 414 356

Geocentric ecliptic coordinates - Apparent

Object	Longitude	Latitude	Delta(AU)	SD(")	Mag.	Phase
Sun	58° 07' 17.914"	+00° 00' 07.37"	01.011 586 766 937	0948.23	-26.7	
Mercury	33° 44' 52.273"	-03° 00' 55.37"	00.972 100 600 200	003.46	-00.1	056.15%
Venus	53° 31' 35.350"	-00° 42' 25.47"	01.726 478 215 724	004.83	-03.8	099.68%
Mars	13° 44' 43.769"	-01° 13' 48.44"	01.910 219 241 527	002.45	+01.1	092.95%
Jupiter	58° 15' 40.279"	-00° 43' 53.22"	06.027 261 395 818	016.34	-01.9	100.00%
Saturn	347° 59' 28.462"	-01° 48' 21.69"	09.994 850 524 053	008.28	+01.0	099.76%
Uranus	53° 24' 20.430"	-00° 15' 46.91"	20.599 045 349 556	001.70	+05.9	100.00%
Neptune	359° 23' 54.448"	-01° 14' 37.68"	30.412 743 095 332	001.10	+07.9	099.98%
Pluto	302° 02' 44.421"	-03° 04' 41.87"	34.560 543 559 454	000.05	+14.4	099.98%
Moon	181° 51' 31.682"	+01° 10' 28.76"	00.002 702 391 692	0886.45	-12.7	077.86%

Geocentric (left) and Topocentric (right) Equatorial coordinates - Apparent.

Object	Right Ascension	Declination	Right Ascension	Declination
Sun	03h 43m 28.327s	+19° 44' 35.16"	03h 43m 28.047s	+19° 44' 30.90"
Mercury	02h 10m 10.997s	+09° 55' 39.55"	02h 10m 10.613s	+09° 55' 33.68"
Venus	03h 25m 18.267s	+17° 58' 09.80"	03h 25m 18.090s	+17° 58' 07.13"
Mars	00h 52m 30.742s	+04° 17' 21.85"	00h 52m 30.529s	+04° 17' 18.61"
Jupiter	03h 44m 44.431s	+19° 03' 32.30"	03h 44m 44.385s	+19° 03' 31.57"
Saturn	23h 18m 39.867s	-06° 24' 34.21"	23h 18m 39.828s	-06° 24' 34.82"
Uranus	03h 24m 20.761s	+18° 22' 09.54"	03h 24m 20.747s	+18° 22' 09.32"
Neptune	23h 59m 46.300s	-01° 22' 49.54"	23h 59m 46.287s	-01° 22' 49.74"
Pluto	20h 20m 12.583s	-22° 42' 07.33"	20h 20m 12.577s	-22° 42' 07.44"
Moon	12h 08m 41.407s	+00° 20' 18.88"	12h 11m 12.822s	-00° 18' 21.03"

(TA) - True Altitude. Computed with no atmosphere. The observer lies at sea level

(OA) - Observed Altitude. Corrected for Refraction and Observer's Height above sea level

LOCATION : Aosta Italy
 Longitude : + 7° 19' 14.002"
 Latitude : + 45° 44' 14.00"
 Elevation: 583

Body	OA	Azimuth(NESW)
Sun	+48° 40.9'	245° 34.7'
Moon	+03° 16.3'	092° 43.5'
Mercury	+26° 06.7'	257° 46.2'
Venus	+44° 27.8'	248° 22.8'
Mars	+08° 42.9'	268° 06.9'
Jupiter	+48° 22.6'	244° 34.0'
Saturn	-15° 24.1'	277° 32.0'
Uranus	+44° 36.0'	248° 59.3'
Neptune	-04° 39.3'	273° 36.2'
Pluto	-56° 27.8'	304° 56.2'
J1	+48° 21.7'	244° 34.9'
J2	+48° 20.6'	244° 36.0'
J3	+48° 22.3'	244° 34.6'
J4	+48° 19.5'	244° 36.5'

PABL (Position Angle of the Bright Limb) referred to the Celestial Pole and Zenith:

Mercury	: 063° 45.2'	019° 55.6'
Venus	: 066° 51.2'	023° 50.8'
Mars	: 065° 56.6'	021° 33.3'
Jupiter	: 336° 26.3'	294° 31.1'
Saturn	: 066° 17.8'	022° 10.1'
Uranus	: 072° 19.3'	028° 58.5'
Neptune	: 065° 47.9'	021° 37.8'
Pluto	: 078° 16.7'	039° 56.8'
Moon	: 294° 12.8'	338° 11.3'

Sub-solar, Sub-lunar and Sub-planetary points.

Body	Longitude (+ East)	Latitude
Sun	: - 33° 07' 14.947"	+ 19° 44' 35.16"
Moon	: + 93° 11' 01.264"	+ 0° 20' 18.88"
UMBRA	: +146° 52' 45.053"	- 19° 44' 35.16"
Mercury	: - 56° 26' 34.895"	+ 9° 55' 39.55"
Venus	: - 37° 39' 45.847"	+ 17° 58' 09.80"
Mars	: - 75° 51' 38.712"	+ 4° 17' 21.85"
Jupiter	: - 32° 48' 13.385"	+ 19° 03' 32.30"
Saturn	: - 99° 19' 21.839"	- 6° 24' 34.21"
Uranus	: - 37° 54' 08.426"	+ 18° 22' 09.54"
Neptune	: - 89° 02' 45.346"	- 1° 22' 49.54"
Pluto	: -143° 56' 11.108"	- 22° 42' 07.33"

Local Hour Angle and Declination

Body	Local HA	Dec
Sun	: +040.4425°	+19.7419°
Moon	: -086.4940°	-00.3058°
Mercury	: +063.7652°	+09.9260°
Venus	: +044.9840°	+17.9686°
Mars	: +083.1822°	+04.2885°
Jupiter	: +040.1245°	+19.0588°
Saturn	: +106.6435°	-06.4097°
Uranus	: +045.2230°	+18.3693°
Neptune	: +096.3665°	-01.3805°
Pluto	: +151.2570°	-22.7021°
SIRIUS	: -005.2407°	-16.7510°
VEGA	: +096.3094°	+00.0000°
ARCTURUS	: +096.3094°	+00.0000°
RIGEL	: +096.3094°	+00.0000°
CAPELLA	: +096.3094°	+00.0000°
PROCYON	: +096.3094°	+00.0000°
ALTAIR	: +096.3094°	+00.0000°
SPICA	: +096.3094°	+00.0000°
ANTARES	: +096.3094°	+00.0000°
ALDEBARAN	: +096.3094°	+00.0000°
POLLUX	: +096.3094°	+00.0000°
DENEBS	: +096.3094°	+00.0000°
REGULUS	: +096.3094°	+00.0000°
CASTOR	: +096.3094°	+00.0000°
NUNKI	: +096.3094°	+00.0000°
HAMAL	: +096.3094°	+00.0000°
MARKAB	: +096.3094°	+00.0000°
SCHEAT	: +096.3094°	+00.0000°
ALCYONE	: +096.3094°	+00.0000°
MIRA	: +096.3094°	+00.0000°

Solar System Barycenter equatorial coordinates with respect to the JNOW equinox.

Values are in Solar Radius Unit (Haberreiter, Schmutz & Kosovichev (2008) = 695,660 ± 140 Km)

G is the distance of SSB from solar center of mass (COM), expressed in solar radii.

if G > 1 then the SSB lies out of the solar surface, not a rare event.

Max. value for G is 2.17. The most relevant contribution to the SSB erratic movement is given by Jupiter, Saturn, Neptune and Uranus (49%, 27%, 15%, 8% respectively).

SSB X = -1.561 4902
 SSB Y = -0.765 0805
 SSB Z = -0.284 2184
 G = 1.762

Inoltre 2 pannelli contenenti i tempi di sorgere, transito e tramonto locali dei Pianeti del S.S. e di alcune stelle brillanti di riferimento permettono di raggiungere rapidamente le date di questi eventi semplicemente cliccando sulla cella di interesse. (Figura 22 e Figura 23)

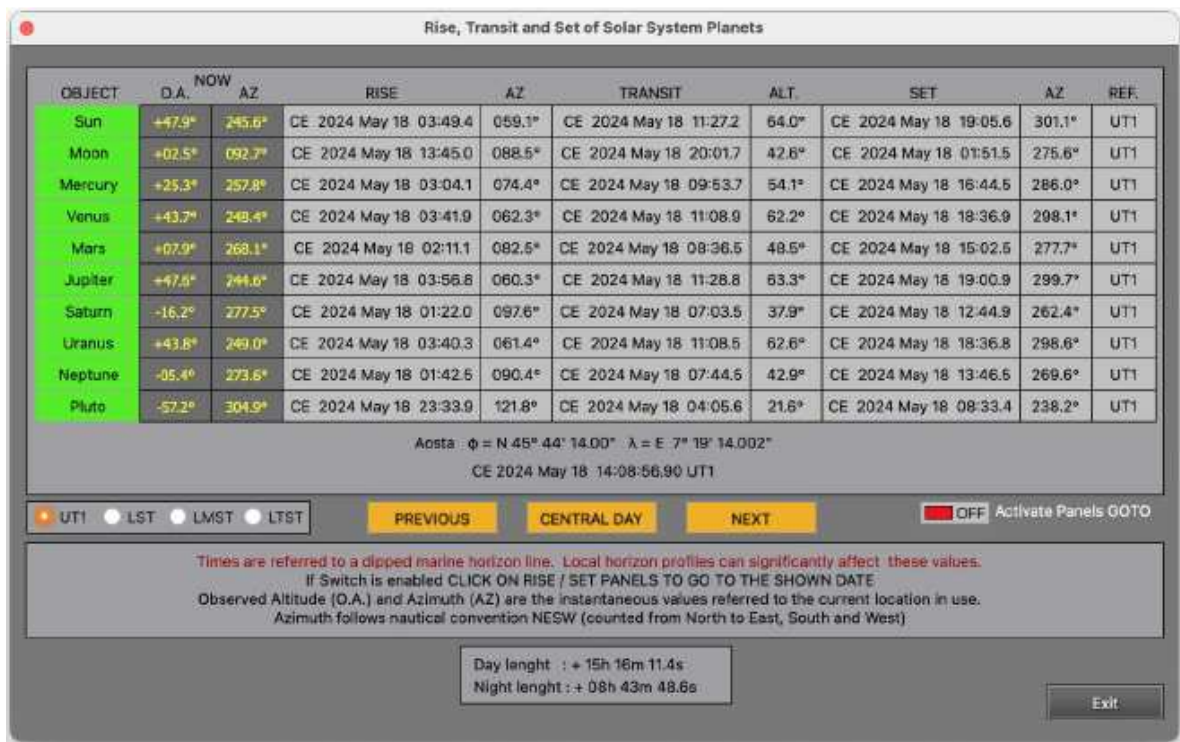


Figura 22.

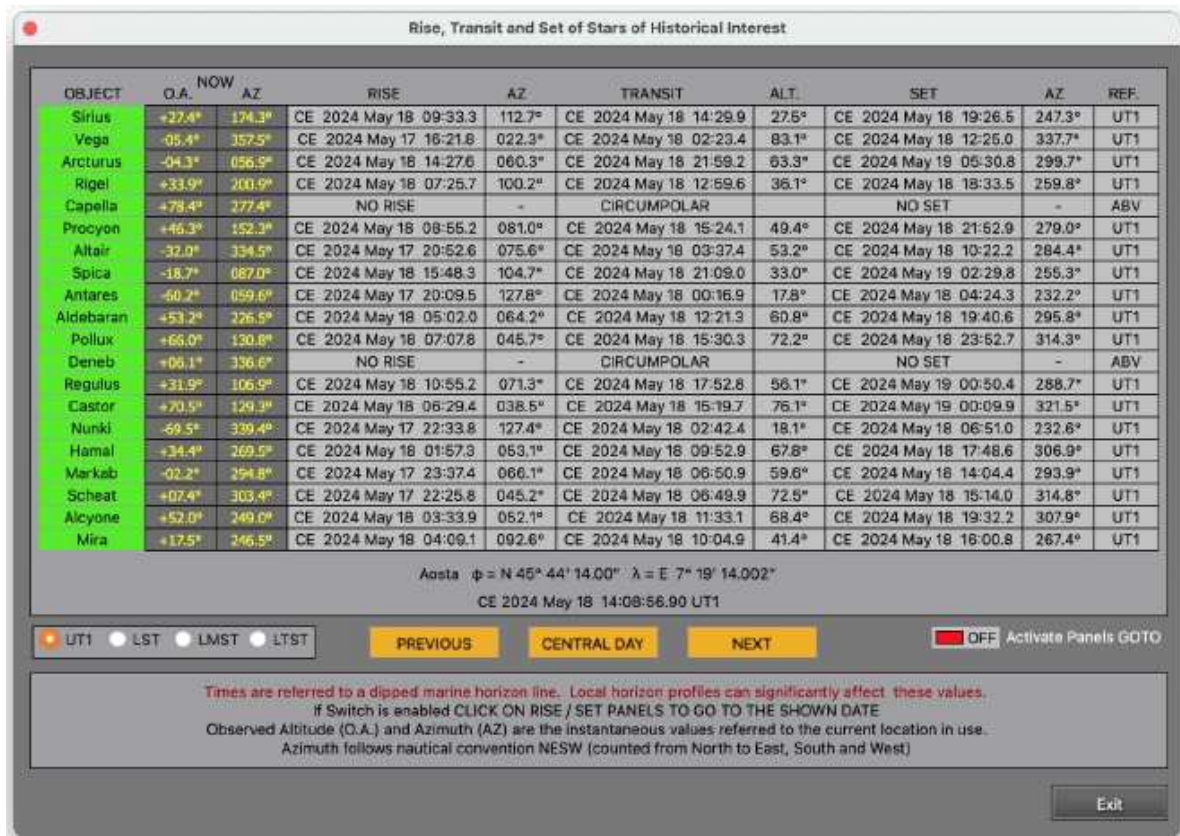


Figura 23.

15. Tools (Versione 1.3.8)

15.1 Local Solar Eclipses (File Creation).

Genera un file riferito per una determinata location contenente tutte le eclissi di Sole parziali, ibride, anulari e totali avvenute in un certo periodo. E' possibile avviare una analisi andando di volta in volta al singolo evento.

15.2 Local Solar Eclipses (File Reader).

Legge e analizza i file salvati nella cartella utente relativi al punto 15.1.

15.3 Solstices and Equinoxes

Calcola per la location corrente le date degli Equinozi e dei Solstizi. I dati corrispondono esattamente ai valori richiesti di longitudine eclittica apparente del Sole all'equinozio della data (0°, 90°, 180°, 270°) visibili nella finestra T1.

15.4 Moon max. latitudes and true nodes.

Calcola per l'anno impostato nell'Applicazione i minimi e massimi lunari di latitudine, e quindi di declinazione nell'ambito del Ciclo Metonico. Sono anche riportati i passaggi della Luna ai nodi perturbati della propria orbita.

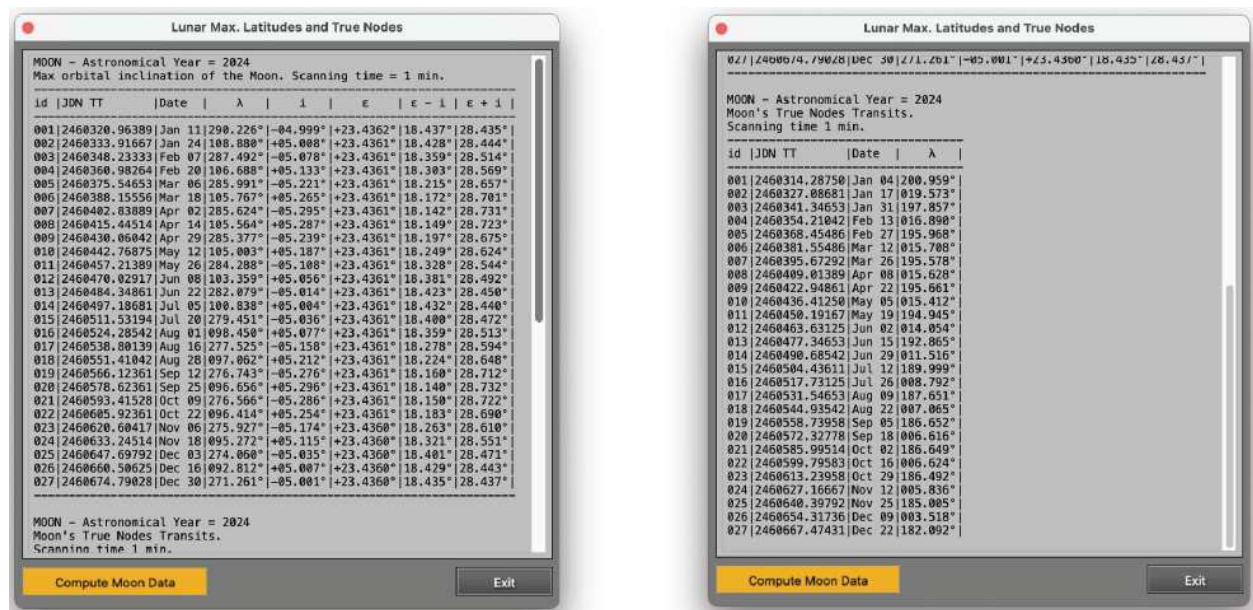


Figure 24 e 25.

15.5 Standstills

Calcola per l'anno selezionato nell'Applicazione gli Standstills (Lunistizi, riferito alla Luna) giorno per giorno, rendendo di facile individuazione gli azimuth di levata più a Nord e più a Sud nel corso dell'anno. I valori sono calcolati per un orizzonte teorico e vanno poi riesaminati in funzione del profilo orizzonte locale. A tal fine è possibile navigare istantaneamente tra gli eventi presentati in tabella.

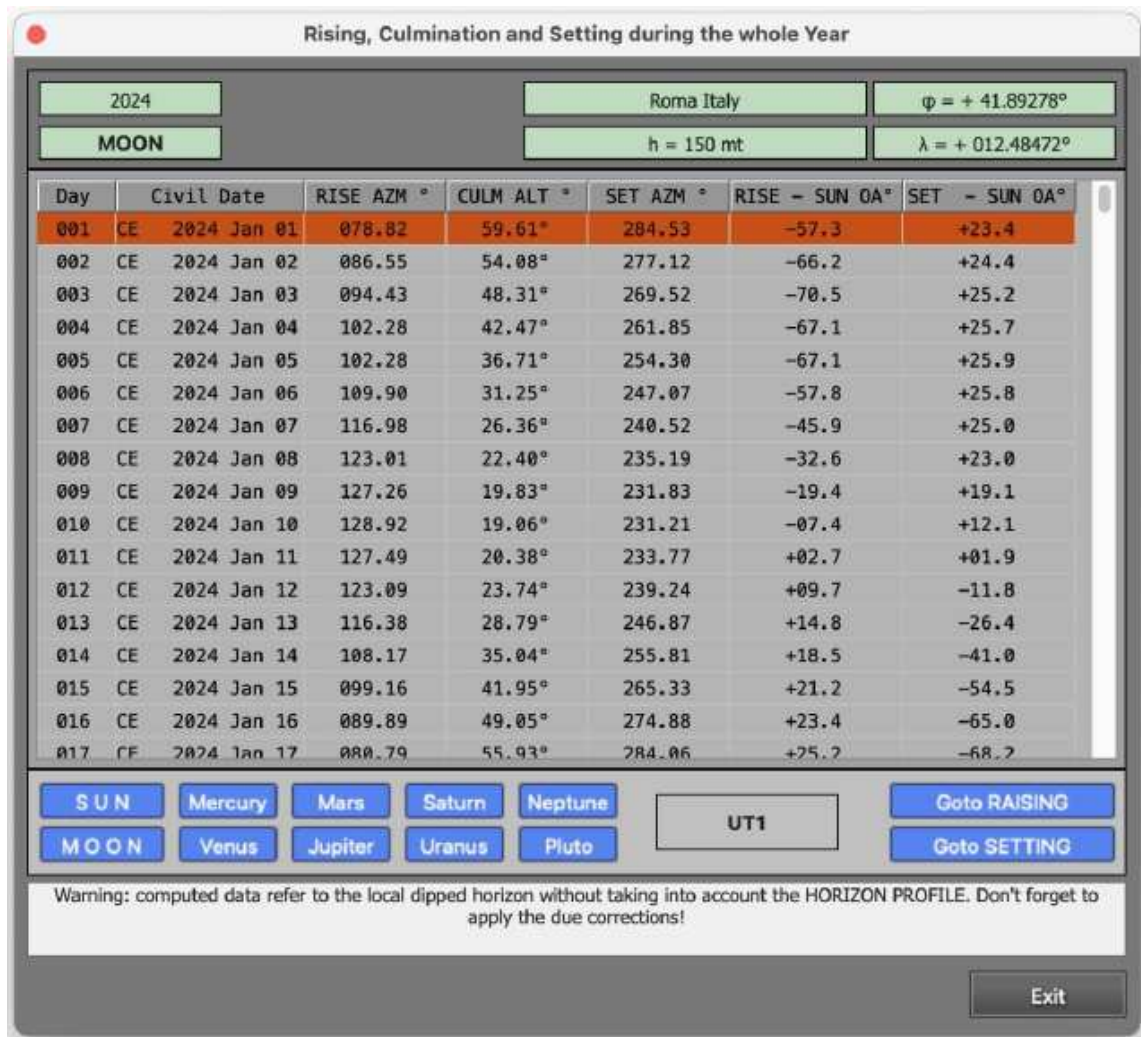


Figura 26.

15.6 Moon Phases

Calcolo delle fasi lunari per l'anno in corso.

15.7 Moon Perigee and Apogee

Calcolo dei Perigei e Apogei della Luna per l'anno in corso.

15.8 Goto Equinoxes and Solstices

L'orologio dell'Applicazione viene portato istantaneamente ai momenti degli Equinozi o Solstizi verificatisi durante l'anno in corso.

15.9 Never-rising and Circumpolar Stars

Calcola per il cielo locale la declinazione, le culminazioni superiori e inferiori delle stelle con $M_v < 4.0$. Il range temporale è di ± 100000 anni dall'epoca attuale. In questo modo si può velocemente stabilire se una stella nell'antichità era normalmente visibile, circumpolare oppure mai visibile in una determinata località.

15.10 Bright Stars occultable by the Moon

Mostra le stelle luminose che in una determinata epoca, a causa della loro latitudine eclittica, sono potenzialmente occultabili dalla Luna o meno.

15.11 Search for Planets / Stars Alignments

Questo tool può essere utile per verificare se ad un certo punto situato sopra l'orizzonte possa corrispondere un allineamento di Sole, Luna o pianeta. In pratica, entro un cerchio di analisi di diametro 1° cerca le date in un dato anno in cui l'oggetto passa al suo interno.

JDN_TT	Date	Δ arcmin	Sun H	Phase	Day
2460560.70875	CE 2024 Sep 07 05:00.6	10.40'	03.0°	100 %	251
2460404.71222	CE 2024 Apr 04 05:05.6	10.58'	03.0°	100 %	95
2460559.70910	CE 2024 Sep 06 05:01.1	11.50'	03.3°	100 %	250
2460405.71208	CE 2024 Apr 05 05:05.4	11.63'	03.2°	100 %	96

Figura 27.

Selezionato un punto sulla Mappa Azimutale apriamo la finestra relativa ai pianeti e facciamo calcolare al programma se e quando ad esempio il Sole sia transitato entro un cerchio di 1° attorno a quel punto, nel 2024 ad esempio, come in *Figura 27*. La risposta è che ci sono 4 date, ordinate per vicinanza al centro del cerchio di analisi. Cliccando ad esempio sulla prima data UrukFSP si posiziona sull'evento riportando sia l'oggetto che il cerchio di riferimento.

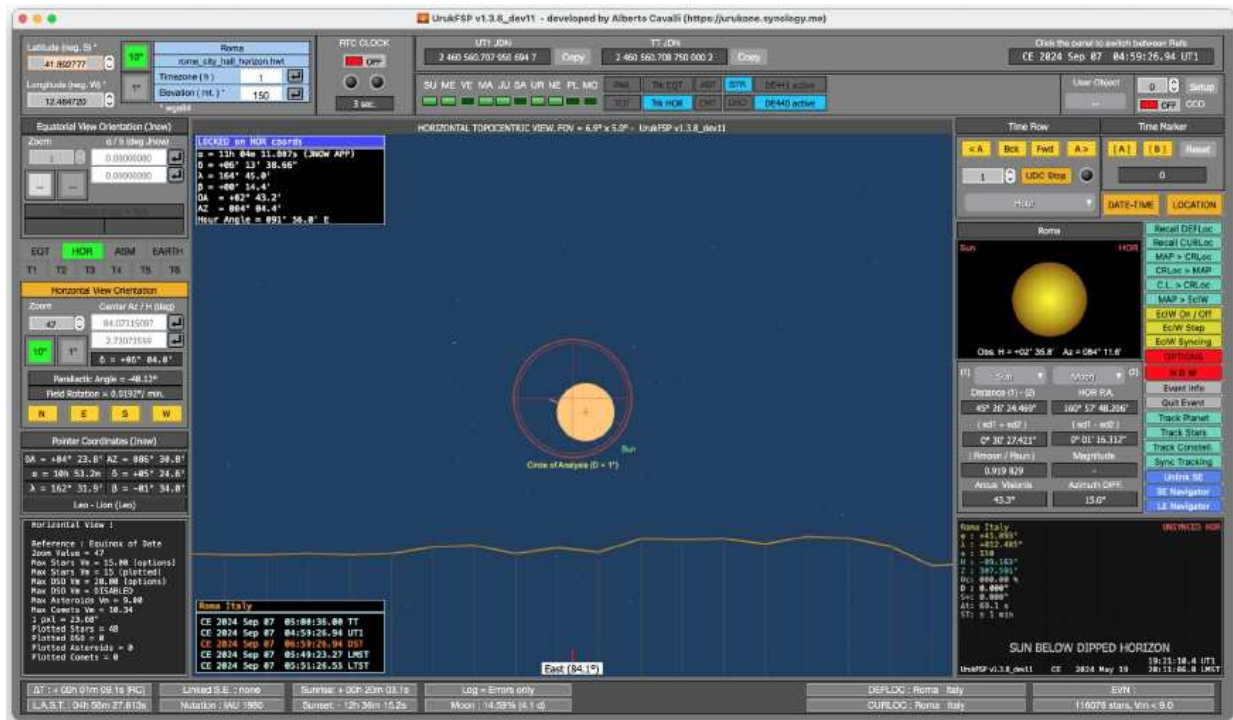


Figura 28.

Esiste un tool analogo anche per le stelle più brillanti, ma segue un principio diverso. Dal momento che le stelle mantengono sostanzialmente inalterate le proprie coordinate equatoriali durante il corso di un anno, viene calcolata la data di passaggio nel cerchio di analisi, che in questo caso ha un diametro di 4° , per una data intermedia nell'anno, il 21 giugno. La stella passerà sempre per quel punto, ogni giorno, ma l'ora sarà spostata di 3.9 minuti in anticipo il giorno successivo e 3.9 minuti il giorno precedente. Si riesce in questo modo, utilizzando il pannello Time Flow, ad individuare il periodo notturno in cui una determinata stella passa dentro il cerchio di analisi.

15.12 Heliacal Events for Stars and Venus.

Questo tool permette di calcolare in un dato anno gli eventi eliaci ed acronici relativi a stelle più luminose della mag. Visuale 3. E' possibile scegliere l'altezza a cui deve trovarsi la stella sull'orizzonte e visualizzarne il valore dell'estinzione atmosferica a cui è sottoposta. Verranno proposti un certo numero di giorni vicini all'evento con l'altezza del Sole sotto l'orizzonte, in modo da scegliere in base alla propria esperienza il valore di Arcus Visionis più appropriato per stabilire il giorno dell'evento. Naturalmente gli eventi eliaci ed acronici non si possono datare ad un giorno specifico poiché dipendono dalla scelta da parte del ricercatore di valori difficilmente quantificabili specialmente quando ci si riferisce a cieli antichi, valori che influiscono sul calcolo dell'Arcus Visionis da utilizzare. Una approssimazione di 2-3 giorni è quasi inevitabile.

15.13 Least distances and Occultations of Moon – Planets.

Qui nell'arco di un anno si possono cercare le distanze minime od occultazioni tra un pianeta e Luna, con riferimento alla current location selezionata. Il raggio del cerchio di analisi è piuttosto ampio, 5° , in modo da intercettare anche congiunzioni non necessariamente molto strette.

15.14 Stars occulted by the Moon.

Con questo tool è possibile scegliere il periodo dell'anno in cui effettuare la ricerca e la magnitudine limite visuale delle stelle da analizzare (da 2 a 8). Il calcolo può essere anche molto lungo se effettuato con stelle molto deboli (anche 1 ora) ma per una determinata località si può effettuare tranquillamente solo una volta l'anno e poi esportare nonché stampare i dati. Questa funzionalità è tipica di molti almanacchi stellari professionali, ma in questo caso possiamo effettuare i calcoli per qualsiasi sito di cui necessitiamo le occultazioni, anche e soprattutto per l'epoca attuale.

15.15 Astronomical Clocks : Sun, Moon, Bright Stars.

Il prerequisito per far funzionare correttamente questi 2 tools è di avere il computer sincronizzato con l'ora esatta locale (sia Linux, MacOS che Windows in genere lo fanno, purché collegati ad Internet) e l'inserimento delle coordinate esatte (ci si può aiutare con un GPS) di dove si trova il computer che ha UrukFSP in esecuzione. Fatto questo si possono ottenere in tempo reale azimuth e altezze solari, lunari e di stelle per favorire rilievi sul campo o controllare meridiane e strumenti solari in generale. Lo stop cronometro e la ripresa dei calcoli favoriranno questo tipo d'uso.

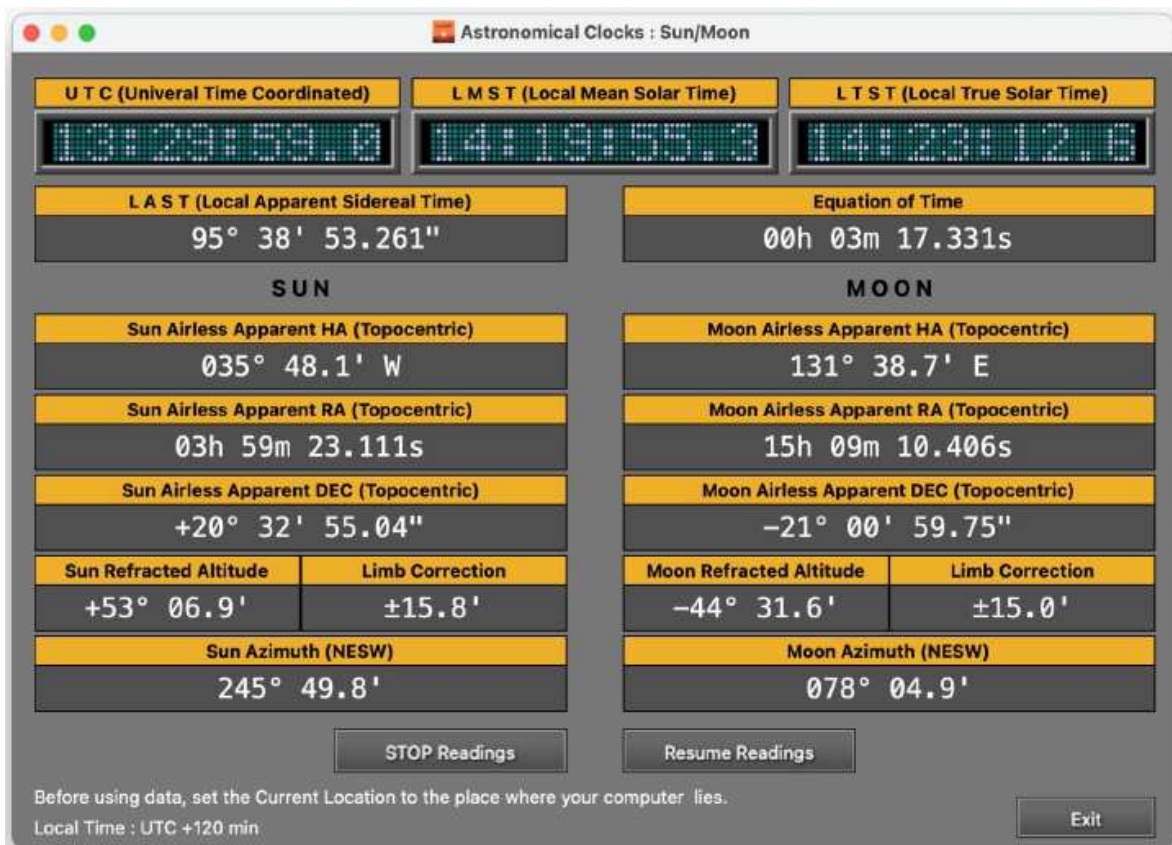


Figura 29.

16. Analisi Eclissi Solari

Per concludere un breve cenno all'analisi di antiche eclissi solari. È possibile disabilitare il calcolo automatico del Delta-T e, introducendo progressivamente valori manuali, provocare lo spostamento sulla cartina in tempo reale della fascia di totalità o annularità al fine di calcolare velocemente i constraint dell'eclisse rispetto ad una determinata località. È sufficiente portare il limite N e S di un'eclisse sul sito in analisi e leggere i valori di Delta-T necessari.

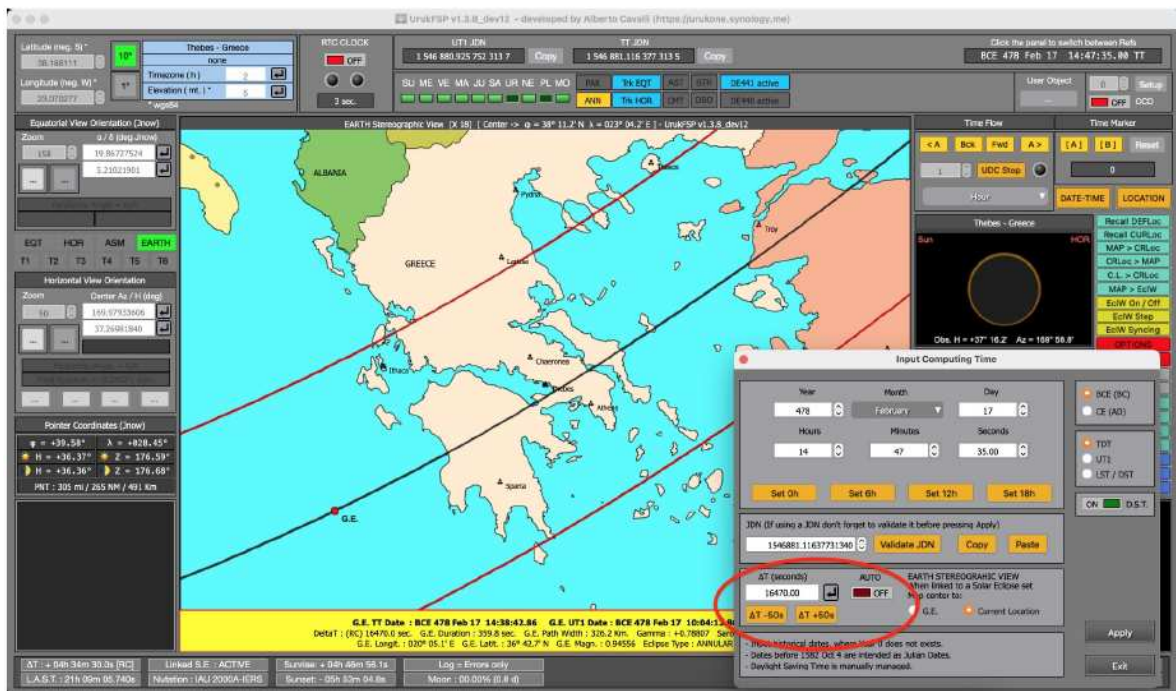


Figura 30.

Bibliografia essenziale (open access docs):

[Arcus Visionis of Planets in Babylon – \(C. Schoch 1924\)](#)

[Obliquity and Precession for the last 5000000 years – \(A. L. Berger 1976\)](#)

[Long Term Variation of the Earth's Orbital Elements - \(A. Berger 1977\)](#)

[Helical Rise Phenomena – \(Schaefer, B. E. 1987\)](#)

[Quintuple Planetary Groupings – \(Salvo de Meis, Jean Meeus 1994\)](#)

[Validation of the new Hipparcos reduction – \(F. van Leeuwen 2007\)](#)

[New precession expressions valid for long time intervals – \(J. Vondrák, N. Capitaine, and P. Wallace 2011\)](#)

[Radial velocities for the HIPPARCOS-Gaia Hundred-Thousand-Propor-Motion project – \(J. H. J. de Bruijne and A.-C. Eilers 2012\)](#)

[Gaia Early Data Release 3 – Catalogue validation – \(AA. VV. – 2020\)](#)

[The DE440 and DE441 JPL Ephemerides – \(Ryan S. Park , William M. Folkner , James G. Williams, Dale H. Boggs, 2021\)Williams , Dale H. Boggs 2021\)](#)

Corpi celesti e giorni creativi nella prima tavoletta del libro biblico di Genesi

Massimo Labagnara



GENESI è il primo libro della Bibbia. Queste sono le tre migliori traduzioni in italiano della Bibbia ancora in distribuzione:

La tre migliori traduzioni in italiano della Bibbia ancora in distribuzione

 <p>CEI 2008</p> <p>Chiesa Cattolica erede della UTET 1963 lachiesa.it/bibbia/ App "Bibbia CEI"</p>	 <p>Riveduta 2020</p> <p>Protestanti-evangelici-riformati erede della Luzzi 1925 laparola.net/ App "LaParola"</p>	 <p>Nuovo Mondo 2017</p> <p>Testimoni di Geova erede della inglese 1960 e 2013 jw.org App "JW Library"</p>
--	--	--

Genesi, come gli altri libri che compongono la Bibbia, era su rotolo.

*“Ora **Gesù** tornò in Galilea... Inoltre cominciò a insegnare nelle loro sinagoghe, ed era tenuto in grande stima da tutti. E andò a Nazaret, dove era cresciuto. Lì, com’era sua abitudine di Sabato, entrò nella sinagoga. Quando si alzò per **leggere** e gli fu dato **il rotolo del profeta Isaia, lo aprì e trovò il passo** in cui era scritto: “...”. Quindi **riavvolse il rotolo**, lo riconsegnò al servitore e si sedette, e gli occhi di tutti nella sinagoga erano fissi su di lui. Allora cominciò a dire loro: “Oggi questo passo della Scrittura che avete appena ascoltato si è adempiuto””.*

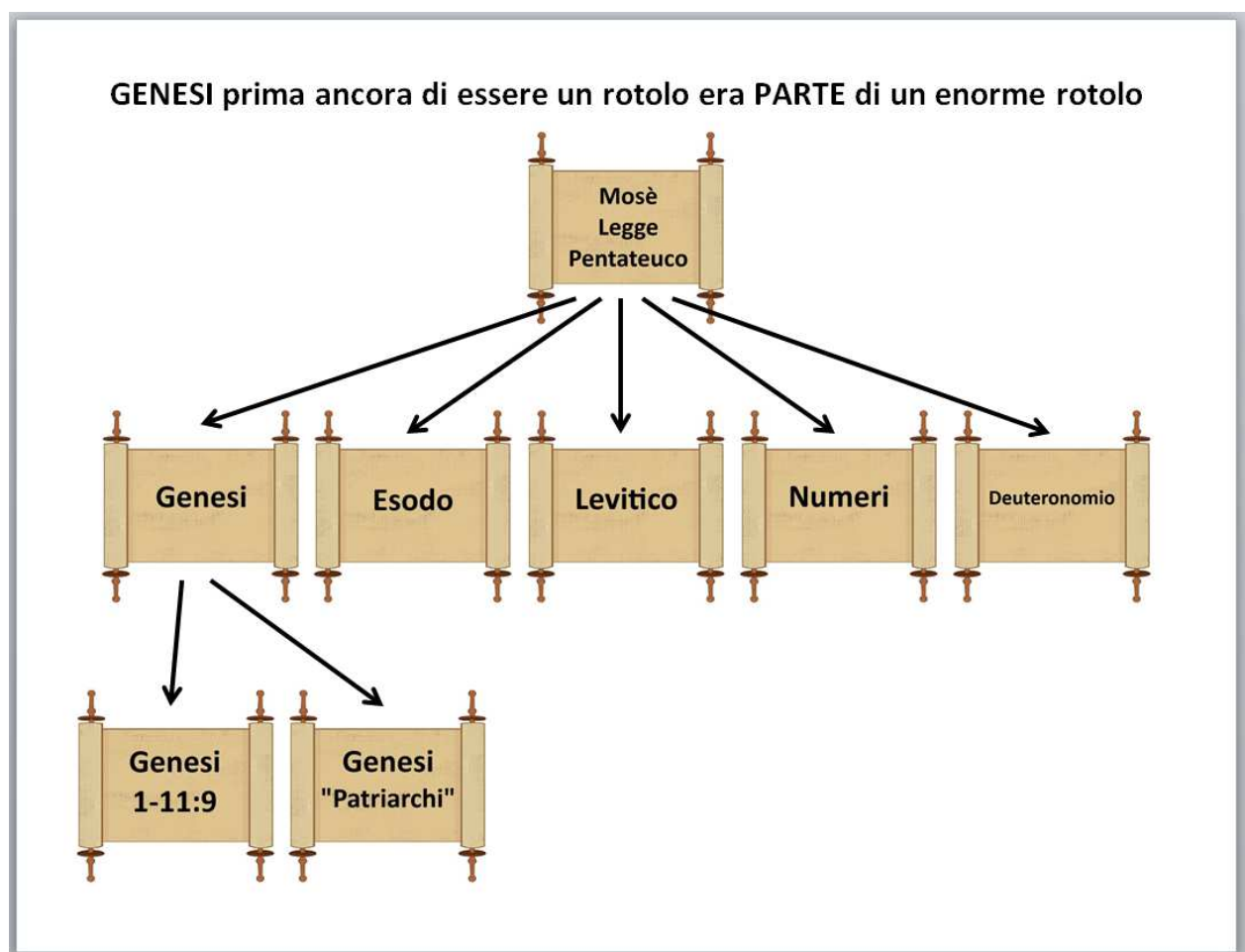
(Vangelo di Luca 4:14-21)

Cosa cambia davvero della Bibbia nel tempo? Non il testo, che è molto stabile in paragone a quello di ogni altro libro antico. Cambia invece:

- il supporto su cui è scritta
- i titoli dei libri
- la suddivisione dei libri

- le maiuscole e minuscole
- la divisione del testo in capitoli e versetti numerati
- ma anche la potenzialmente “pericolosa” divisione del testo in paragrafi

Genesi, prima ancora di essere un rotolo era **parte** di un enorme rotolo chiamato “Mosè”, “Legge” (o “Legge di Mosè” o, più recentemente “Pentateuco” (perché poi diviso in cinque parti)).



Genesi ha in totale 50 capitoli. Genesi 1-11 è un libro a parte all'interno di Genesi, secondo me e una parte del mondo accademico, il testo di un'antica tavoletta scelto da Mosè come introduzione del suo libro e da lui ricopiato su papiro.



Oggi esaminiamo solo il testo di Genesi 1:1-2:3, “il racconto della Creazione”.

Per alcuni (incluso me) anche il versetto di Genesi 2:4 ne fa parte, per molti altri invece finisce al 2:3 quindi oggi esaminiamo il testo fino a 2:3. Non mancano gli scienziati che dopo aver studiato Genesi 1:1-2:3 (la tavoletta della Creazione), si esprimono sul valore di questo antico testo. Uno di questi:



Il Dottor **Wallace Pratt**, descritto come “uno dei più eminenti geologi americani”.

“Se come geologo fossi chiamato a spiegare in breve i nostri moderni concetti sull’origine della terra e sullo sviluppo della vita su di essa a un popolo ... come quello a cui era rivolto il Libro della Genesi, difficilmente potrei fare di meglio che seguire piuttosto da vicino gran parte delle espressioni contenute nel primo capitolo della Genesi.”

Pratt fa pure notare che **l’ordine in cui Genesi colloca l’origine degli oceani e l’emergere dell’asciutto, come pure la comparsa della vita nei mari, degli uccelli e dei mammiferi, corrisponde essenzialmente alla successione delle principali ere geologiche.**

(fonte: The Lamp, “The Worlds of Wallace Pratt”, di W. L. Copithorne, autunno 1971, Vol. 53, N. 3, p. 14).

**Ora esaminiamo il testo in questione:
da “In principio” fino all’inizio del settimo giorno,
l’inizio della Bibbia, Genesi 1:1 – 2:3.**

O, per usare le parole di Genesi 2:4 “*La storia dei cieli e della terra quando furono creati*”, dove tutta la Creazione è descritta come un unico “giorno”.

--

PREMESSA

“*In principio ...*” – Genesi 1:1 (il libro della Bibbia scritto per primo)

“*In principio ...*” – Vangelo di Giovanni 1:1 (il libro della Bibbia scritto per ultimo)

“*Il vero Dio, colui che ha formato la terra, che l’ha fatta e l’ha stabilita solidamente, che non l’ha creata senza scopo, ma l’ha formata perché sia abitata*” – Isaia 45:18

--

Schema del testo in 8 parti (introduzione - 6 giorni - conclusione)

SEI GIORNI CREATIVI, O “GIORNI”, DI PREPARAZIONE DELLA TERRA

(periodo – descrizione – versetti)

“IN PRINCIPIO” E PRIMA DEI SEI GIORNI - Gen. 1:1-3

1° - La luce del Sole raggiunge la superficie; alternanza di giorno e notte - Gen. 1:3-5

2° - Un ampio spazio o “cielo”, separa le acque della superficie da quelle di sopra - Gen. 1:6-8

3° - Suolo asciutto. Inizio della vita sulla Terra, la vita vegetale - Gen. 1:9-13

4° - Sole e Luna divengono visibili dalla superficie terrestre - Gen. 1:14-19

5° - Prime forme di vita animali: Creature acquatiche e volatili - Gen. 1:20-23

6° - Animali terrestri. La prima coppia di umani - Gen. 1:24-31

SETTIMO GIORNO ATTUALMENTE IN CORSO - Genesi 2:1-3

IN PRINCIPIO

Genesi 1:1 – *“In principio Dio creò i cieli e la terra”*.

I geologi pensano che la Terra abbia 4 miliardi di anni, e secondo gli astronomi l’universo può averne ben 15 miliardi.

Dio è il Creatore. Dà origine alla materia e all’universo. Vengono creati i cieli fisici e la Terra. Questo potente extraterrestre è qui chiamato “Dio” che nella lingua in cui fu scritta la Genesi significa “potente in forza”.

CONDIZIONE DELLA TERRA PRIMA DEI SEI GIORNI

Genesi 1:2 – *“La terra era informe e deserta, e le tenebre ricoprivano le acque degli abissi; la forza attiva di Dio si muoveva sulle superficie delle acque”*.

Gli avvenimenti vi sono descritti per noi umani dal punto di vista di chi sta sulla Terra. Sono cioè descritti così come fossero apparsi ad osservatori umani se ve ne fossero stati.

La Terra è informe, vuota e avvolta dalle tenebre. La luce del Sole non raggiunge la superficie dell’oceano che ricopre la Terra. Dio usa la sua forza attiva, o “spirito”, “energia dinamica”, per realizzare la sua creazione.

INIZIANO I SEI GIORNI CREATIVI

Nel testo che segue troveremo 6 volte l’espressione “e si fece sera e si fece mattina” ‘un altro giorno’. Allora si tratta di 6 giorni di 24 ore ciascuno? Se studiamo il contesto culturale e sociale dell’epoca scopriamo che la risposta è NO.

Per “sera e mattina” non si intende come per noi il cambio del giorno a mezzanotte, perché gli uomini della Bibbia contavano il cambio del giorno al tramonto. Si tratta di un’espressione figurata. Abbiamo a che fare con un testo di grande pregio.

L’opera creativa inerente alla Terra viene compiuta in sei periodi di tempo, o ere, chiamati giorni, ciascuno dei quali comincia la sera, quando l’opera creativa riguardante quel periodo appare ancora indefinita, e termina con la luce del mattino, allorché lo splendore dell’opera creativa diviene chiaramente manifesta.

NOTA BENE: Gli eventi iniziati durante un “giorno” proseguono il “giorno” o i “giorni” successivi.

--

QUESITO: I sei “giorni” ebbero tutti la stessa durata?

Non necessariamente, perché si pensava al tempo in modo diverso da noi oggi.

La Bibbia usa tale espressione per indicare periodi conseguenti che possono avere diversa durata.

L’esempio più celebre è quello della morte di Gesù Cristo. Gesù muore di venerdì intorno alle 3 del pomeriggio e ritorna in vita domenica mattina presto. Quindi è stato morto una parte del venerdì, tutto il sabato e una parte della domenica. La Bibbia dice che furono “3 giorni”.

--

PRIMA PARTE DEL PRIMO GIORNO

Genesi 1:3 – *“E Dio disse: “Ci sia luce”. Quindi apparve la luce”.*

Qui il termine ebraico usato per “luce” è ’ohr, luce in senso generale, o “diffusa”. Inoltre il verbo dell’ebraico biblico ha due stati, il perfetto e l’imperfetto. Il perfetto indica l’azione finita. L’imperfetto indica l’azione incompleta o continua, o l’azione in corso. In Genesi 1:1 “creò” in ebraico è un verbo al perfetto, a indicare che l’azione di creare i cieli e la terra era stata finita, completata. In Genesi 1:3 circa l’apparire della luce in ebraico è un verbo all’imperfetto, il che indica un’azione incompleta o continua, o un’azione in corso. Quindi la luce apparve gradualmente.

Una luce diffusa penetra attraverso la densa atmosfera terrestre, sebbene le fonti di questa luce non sono ancora visibili dalla superficie. Si tratta di un processo graduale.

SECONDA PARTE DEL PRIMO GIORNO

Genesi 1:4, 5 – *“Poi Dio vide che la luce era buona, e iniziò a separare la luce dalle tenebre. Chiamò la luce “giorno” e le tenebre “notte”. E si fece sera e si fece mattina, il primo giorno”.*

Nel suo moto di rivoluzione attorno al Sole, la Terra ruota sul proprio asse così che i suoi emisferi possono beneficiare di periodi di luce e di tenebre. Forse la Terra ruotava già da prima dell’inizio dei “sei giorni” ma in ogni caso è ora che si inizia a distinguere la differenza tra il giorno e la notte.

--

SECONDO GIORNO (l’unica creazione non indicata come “buona”)

Genesi 1:6-8 – *“Poi Dio disse: “Ci sia un ampio spazio fra le acque, e ci sia una separazione fra le acque e le acque”. Quindi Dio fece questo ampio spazio, e separò le acque che erano sotto l’ampio spazio dalle acque che erano sopra. E così avvenne. Dio chiamò l’ampio spazio “cielo”. E si fece sera e si fece mattina, il secondo giorno”.*

Una parte delle acque rimane sulla Terra, mentre una gran quantità d’acqua viene sollevata molto al di sopra della superficie. Fra le due masse d’acqua si produce un ampio spazio o “cielo”, la distesa dell’atmosfera.

--

PRIMA PARTE DEL TERZO GIORNO

Genesi 1:9, 10 – *“Poi Dio disse: “Le acque sotto i cieli si raccolgano in un solo luogo e appaia l’asciutto”. E così avvenne. Dio chiamò l’asciutto “terra” e la massa delle acque “mare”. E vide che era buono”.*

Dall’immenso oceano primordiale appare ora il suolo asciutto.

SECONDA PARTE DEL TERZO GIORNO

Genesi 1:11-13 – *“Allora Dio disse: “La terra faccia germogliare erba, piante che producono seme e alberi da frutto, che portano frutto con seme sulla terra, ciascuno secondo la propria specie”. E così avvenne. La terra iniziò a produrre erba, piante che producono seme e alberi che portano frutto con seme, secondo le loro specie. E Dio vide che era buono. E si fece sera e si fece mattina, il terzo giorno”.*

Ora che una maggiore quantità di luce solare raggiunge il suolo Dio interviene per imprimere il principio vitale sugli atomi della materia, così che inizia a portare all’esistenza la vita vegetale. Vegetazione in grado di riprodursi secondo la sua “specie”.

--

QUARTO GIORNO

Genesi 1:14, 19 – *“Poi Dio disse: “Ci siano fonti di luce nell’ampio spazio del cielo per separare il giorno dalla notte; serviranno a distinguere le stagioni, i giorni e gli anni. Risplenderanno nell’ampio spazio del cielo per illuminare la terra”. E così avvenne. Dio fece apparire le due grandi fonti di luce, la maggiore per dominare il giorno e la minore per dominare la notte, e anche le stelle. Così Dio le mise nell’ampio spazio del cielo perché splendessero sopra la terra, perché dominassero il giorno e la notte e perché separassero la luce dalle tenebre. E Dio vide che era buono. E si fece sera e si fece mattina, il quarto giorno”.*

Qui il termine ebraico usato per “luce” è ma’òhr, che si riferisce non alla luce in senso generale ma alla fonte della luce, denota qualcosa “che emana luce”.

La fonte di luce maggiore, il Sole, e quella minore, la Luna, diventano visibili dalla superficie della Terra.

--

QUINTO GIORNO

Genesi 1:20-23 – *“Poi Dio disse: “Le acque abbondino di creature viventi, e creature alate volino sopra la terra, nell’ampio spazio del cielo”. E Dio creò i grandi mostri marini e tutte le creature viventi che si muovono e che abbondano nelle acque secondo le loro specie, e ogni creatura alata secondo la sua specie. E vide che era buono. Perciò li benedisse, dicendo: “Siate fecondi, moltiplicatevi e riempite le acque dei mari, e le creature alate si moltiplichino sulla terra”. E si fece sera e si fece mattina, il quinto giorno”.*

Dio inizia a portare all’esistenza numerose creature acquatiche e volatili in grado di riprodursi all’interno della loro specie. Quindi nell’uso biblico “specie” è in senso riproduttivo; animali che tra loro possono riprodursi appartengono alla stessa specie (ad esempio due animali simili ma che sono stati creati come due specie separate sono il cavallo e l’asino).

--

PRIMA PARTE DEL SESTO GIORNO

Genesi 1:24, 25 – *“Poi Dio disse: “La terra produca creature viventi secondo le loro specie: animali domestici, animali striscianti e animali selvatici della terra secondo le loro specie”. E così avvenne. Dio fece gli animali selvatici della terra secondo le loro specie, gli animali domestici secondo le loro specie e tutti gli animali che strisciano sul suolo secondo le loro specie. E vide che era buono”.*

Dio porta all'esistenza numerosi animali terrestri.

SECONDA PARTE DEL SESTO GIORNO

Genesi 1:26-31 – *“Poi Dio disse: “Facciamo l'uomo a nostra immagine, a nostra somiglianza. Abbia autorità sui pesci dei mari, sulle creature alate dei cieli, sugli animali domestici, su tutta la terra e su ogni animale strisciante che si muove sulla terra”. E Dio creò l'uomo a sua immagine, lo creò a immagine di Dio; creò il maschio e la femmina. Quindi li benedisse e disse loro: “Siate fecondi e moltiplicatevi, riempite la terra e soggiogatela, e abbiate autorità sui pesci dei mari, sulle creature alate dei cieli e su ogni creatura vivente che si muove sulla terra”.*

“Poi Dio disse: “Ecco, vi ho dato ogni pianta che produce seme, in tutta la terra, e ogni albero che porta frutto con seme. Vi servano da cibo. E a ogni animale selvatico della terra, a ogni creatura alata dei cieli e a ogni essere in cui c'è vita che si muove sulla terra ho dato tutta la verde vegetazione come cibo”. E così avvenne”.

“Allora Dio vide tutto quello che aveva fatto, ed ecco, era molto buono. E si fece sera e si fece mattina, il sesto giorno”.

Dio termina il sesto giorno con il capolavoro della sua creazione fisica: porta all'esistenza un genere di creatura interamente nuovo, superiore agli animali anche se inferiore agli angeli: la prima coppia umana.

A differenza degli animali, l'uomo è a immagine e somiglianza di Dio, ovviamente non fisica dato che Dio non è una persona fisica ma come disse Gesù “Dio è uno Spirito” (Vangelo di Giovanni 4:24).

Dio prende opportuni provvedimenti per il genere umano e le altre creature terrestri dando loro “tutta la verde vegetazione come cibo”.

--

CONCLUSIONE DEL PERIODO CREATIVO E INIZIO DEL SETTIMO GIORNO ATTUALMENTE IN CORSO

Genesi 2:1-3 – *“Così furono completati i cieli, la terra e tutto ciò che vi si trova. Il settimo giorno Dio aveva completato la sua opera, e nel settimo giorno iniziò a riposarsi da tutto quello che aveva fatto. E Dio benedisse il settimo giorno e lo rese sacro, perché in quel giorno iniziò a riposarsi da tutta la sua opera creativa, da tutto quello che si era proposto di fare”. - FINE DEL TESTO DEL RACCONTO DELLA CREAZIONE -*

“Il Creatore dei confini della terra, è Dio per tutta l'eternità. Non si affatica né si stanca”. – Isaia 40:28

Dio in sei ere ha portato a compimento la sua opera di preparazione della Terra come dimora per l'uomo.

Nel Nuovo Testamento, scritto nel I secolo d.C., viene ricordato ai cristiani che il settimo giorno è in corso (Ebrei 4:1-11).



Conclusione

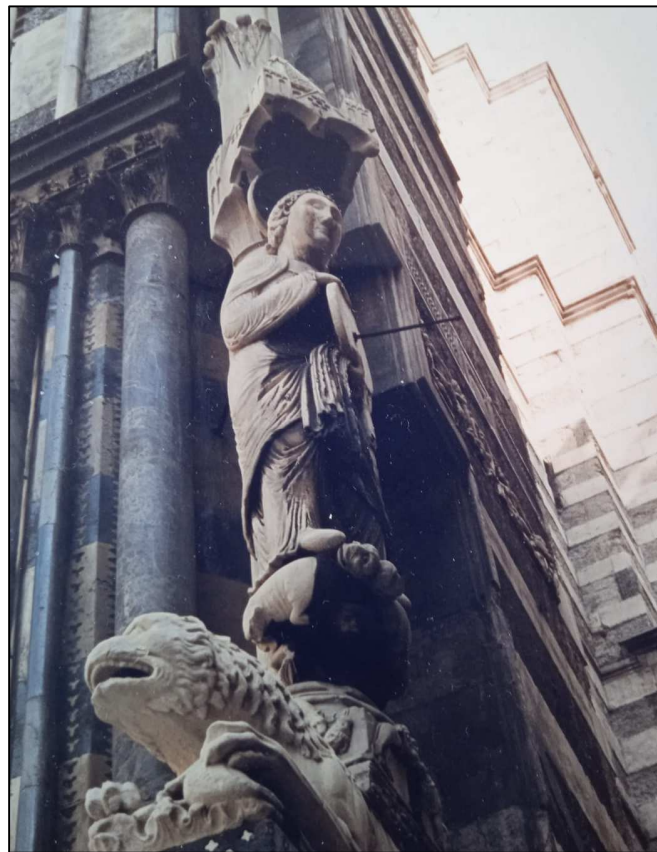
Secondo la Bibbia, l'extraterrestre più potente comunica con tutti noi, con l'umanità, attraverso una raccolta di scritti, da lui guidata, che si chiama "la Scrittura" o "le Scritture" e che oggi noi umani chiamiamo "Bibbia". Che è sostanzialmente la cronaca ufficiale di tutti i suoi contatti con l'umanità.

Il primo di questi scritti è la tavoletta di Genesi che abbiamo esaminato oggi.

Chi studia senza pregiudizi Genesi 1:1-2:3 (la tavoletta della Creazione), potrà ammirare il grande valore di quello che, secondo una parte del mondo accademico, è il più antico testo scritto dell'umanità giunto fino a noi.

Antichi orologi solari nella Liguria centro-occidentale (Astronomia e meridiane)

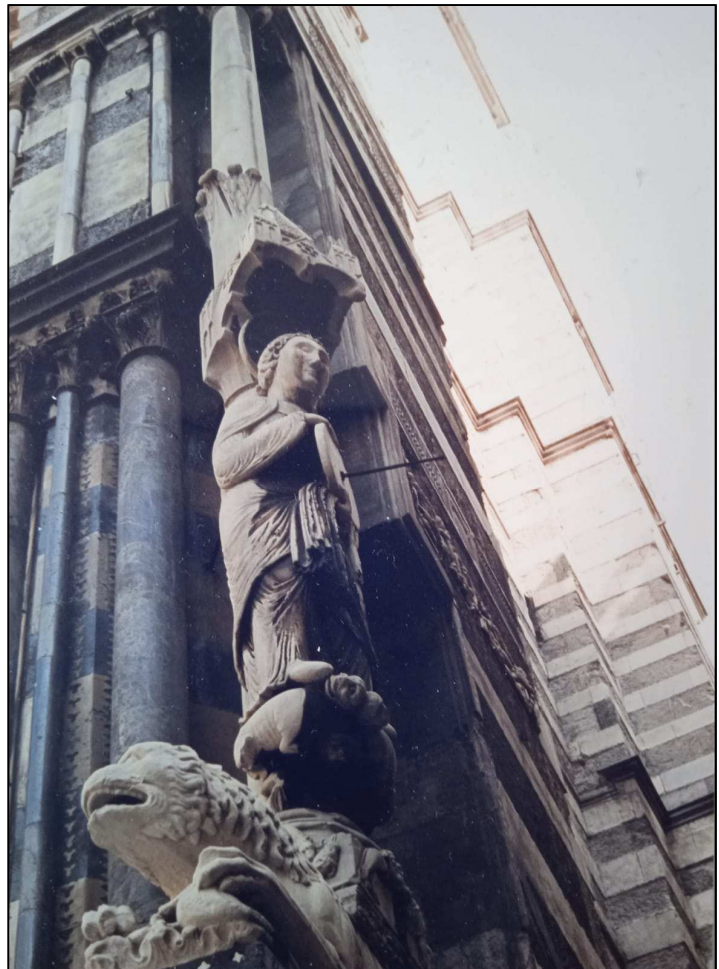
Giorgio Casanova



In Liguria sono presenti circa 800 orologi solari tra antichi e moderni (e scomparsi). Sono concentrati per la maggior parte nella Liguria di ponente e centrale, scarsi nella Liguria di levante. La provincia di Savona ne contiene circa la metà ma si tratta di una ricerca di alcuni decenni fa, fatta assieme all'amico Gianni Berogno, ricerca da aggiornare. La Liguria di ponente ha sicuramente ricevuto l'influenza culturale della provincia di Cuneo dove pare che il numero degli orologi solari sia di alcune migliaia, forse 5000. Nel presente articolo non possiamo che presentare un minima parte e comunque tra i più antichi rimasti. In questa breve rassegna sono illustrati prevalentemente orologi a ore italiche, che fecero la comparsa in Europa verso la metà del XIV secolo. L'utilità di questo quadrante consisteva soprattutto nel fatto che esso permetteva di conoscere in ogni momento quante ore di luce rimanevano prima che il Sole sparisse dietro l'orizzonte. Semplicemente sottraendo da 24 (quantità totale di ore in un giorno) il numero segnato dall'ombra dello gnomone, il contadino o il viandante poteva sapere sempre quanto tempo rimaneva a loro disposizione per sbrigare le ultime faccende. Tale sistema aveva una particolarità: durante l'anno il tramonto variava a secondo della stagione quindi le ore di Sole a disposizione, in un mondo dove non esisteva l'illuminazione pubblica (almeno sino al secolo XIX) erano essenziali per la mobilità e per il lavoro.

1. La statua reggi-meridiana “dell’Arrotino”, Cattedrale di San Lorenzo (Genova)

La statua attirò l'attenzione degli studiosi già nell'Ottocento che si sbizzarrirono di indovinare quale personaggio vi fosse rappresentato, ma già diedero una corretta interpretazione sul significato del disco che tiene tra le mani: si trattava di un orologio solare come già avevano sentenziato Boscassi ed Enlart, il tutto riportato da Orlando Grosso. I dubbi su questa interpretazione erano sul fatto che sul disco non ci sono segnate né linee né numeri (o segni che li possano sostituire), c'era solo lo gnomone piantato al centro del disco. Nel giugno del 2000 venne effettuata la misura dell'orientamento delle strutture murarie della cattedrale rispetto alla direzione nord da Henry de Santis, Mario Codebò e, in seguito, Luigi Torlai si occupò dell'Arrotino eseguendo misurazioni nel giugno del 2008. Non è chiaro se essa sia posta nella posizione originale dato che la chiesa fu allungata e la statua può essere stata rimossa dalla sua collocazione precedente, forse più prossima all'allineamento sul meridiano locale.



2. Genova, Palazzo della Meridiana

Si tratta di un orologio solare verticale dai contorni non ben definiti (volendo raffigurare una nuvola), in alto sulla sinistra un putto soffia per spazzare via le nuvole e dar modo al Sole di far funzionare lo gnomone e segnare l'ora. Il computo delle ore, marcate con numeri romani, comincia alle sette del mattino e termina alle sei di pomeriggio. Il sistema di conteggio è alla francese (cioè quello attuale), lo stilo è di tipo polare (cioè parallelo con l'asse terrestre). La linea delle 12 è contrassegnata anche con la lettera M, che sta a significare la linea meridiana. Tra le linee orarie sono segnate anche quelle delle mezz'ora e del quarto d'ora. Lo stilo è retto da un elegante ricciolo in ferro battuto. Non ci sono linee equinoziali né simboli astrologici. La data di realizzazione è il 1786.



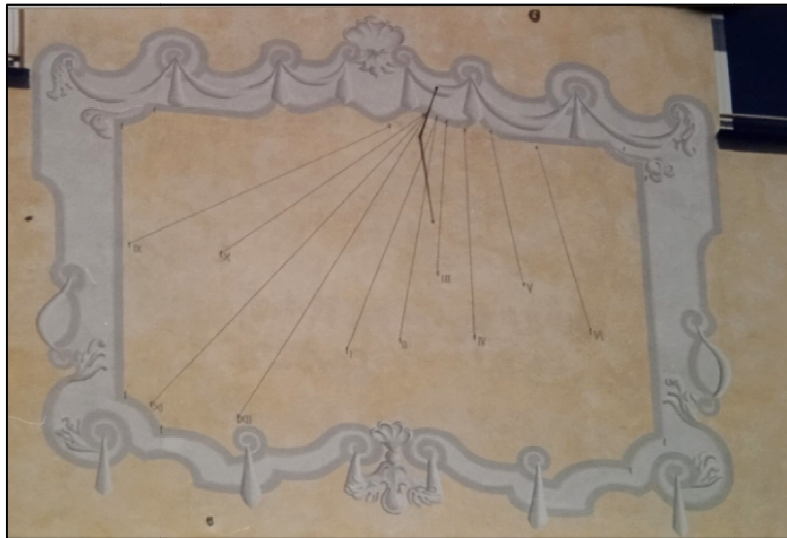
3. La meridiana a camera oscura (Genova)

La meridiana a camera oscura venne realizzata dal matematico gesuita Francois Rodolphe Corréard (1725 - 1794). Si trova in una sala chiamata appunto, *Aula della Meridiana* ripristinata recentemente perché priva del foro gnomonico e togliendo tavoli e sedie che ne impedivano la lettura. La meridiana risale al 1771 e non è l'unica meridiana di questo tipo a Genova: ne esiste un'altra nel palazzo Carrega Cataldi in via Garibaldi, datata 1814 forse realizzata dall'ingegner Giacomo Brusco (1736-1817).



4. Genova, ex Collegio dei Gesuiti (oggi Facoltà di Giurisprudenza)

Nel palazzo della Facoltà di Giurisprudenza in via Balbi, costruito come collegio dei Gesuiti nella prima metà del Seicento, furono tracciati due orologi solari verticali e una meridiana a camera oscura. I due orologi solari verticali sono posti nel cortile del palazzo contornati da una cornice barocca. Apparentemente uguali sono invece differenti nel tracciamento delle linee orarie. Ambedue hanno i numeri romani e il computo delle ore va dalle 9 del mattino alle 6 pomeridiane. Lo stilo è perpendicolare al muro con gnomone a freccia. Hanno il difetto di essere poco visibili a causa del colore del quadrante, lo stesso della facciata del cortile, un giallo tenue mentre le cornici sono di un grigio chiaro contornata da una linea più scura.



5. Albisòla Superiore (Savona)

Orologio solare verticale, di forma rettangolare, posta in un lato della chiesa parrocchiale di San Nicolò, vescovo ad Albisòla Superiore, e restaurato recentemente. Il computo è ad ore italiane, segnate dalle ore 13 alle 18. Lo stilo è perpendicolare al muro ed è segnata la linea meridiana. Quest'ultima linea passa tra le 15 e le 16 (non si tratta ovviamente delle nostre ore astronomiche). I numeri sono di tipo arabo di colore nero come le linee orarie, la linea meridiana con punta di freccia è di colore rosso scuro come i due simboli zodiacali posti agli angoli in diagonale, in alto il simbolo dell'Ariete, in basso quello della Bilancia. Secolo XVII o XVIII.



6. Verezzi, Rocchero (Savona)



Orologio solare verticale di forma rettangolare, dipinta sul muro di una casa in frazione Rocchero, in condizioni precarie, quasi scomparsa. Il computo è ad ore italiane e lo stilo perpendicolare al muro. Ancora visibile la linea meridiana. Secolo XVII – XVIII.

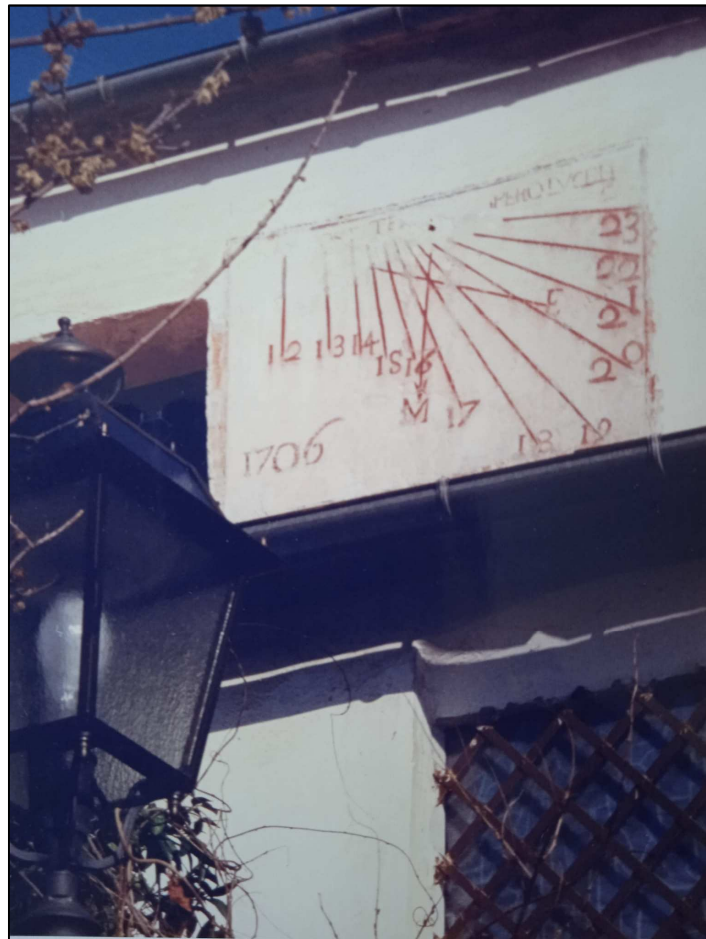
7. Cairo Montenotte (Savona)

Orologio solare verticale di forma quadrata posto nella piazza principale del centro storico di Cairo Montenotte, tracciato nel 1771 e restaurato nel 1994. Il computo del tempo doppio, ad ore italiane e ore astronomiche. Sono dipinti quattro simboli zodiacali, due sulla linea degli equinozi, in alto il simbolo dell'Ariete, in basso quello della Bilancia, poi quelli del Cancro e del Capricorno sui due lati opposti. Le ore italiane (in rosso) segnate dalle 10 alle 21; quelle astronomiche (in nero) dalle 6 alle 2 pomeridiane. In alto a levante la scritta in latino: *A solisortu usquead occasum laudabile nomen Domini MDCCLXXI*, che significa: “dal sorgere del Sole al suo tramonto sia lodato il nome del Signore” (Salmo 112) e nella parte bassa *Horologium italicum atque astronomica*, cioè “orologio italiano e astronomico”. Il colore delle linee delle ore italiane è rosso scuro, come i simboli zodiacali; quello delle ore astronomiche è nero. Il quadrante è giallo scuro. Sotto, una targa che indica il patrocinio dello Zonta Club Val Bormida e il restauratore dell'orologio, il gnomonista Lucio Maria Morra.



8. Albenga, in frazione Bastia (Savona)

Orologio solare verticale di forma rettangolare, datato 1706, posto su un lato della chiesa parrocchiale della Santissima Annunziata, a Bastia, frazione di Albenga, fotografato prima del restauro e mancante dello stilo. Il computo è ad ore italiane, dalle 12 mattutine (alba) alle 23 serali (tramonto); la linea meridiana consiste in una freccia con sotto la lettera M. I numeri arabi e sopra una scritta (prima del restauro illeggibile), tutto in rosso su sfondo giallo.



9. Loano, Convento di Monte Carmelo (Savona)

Nel chiostro del convento di Monte Carmelo, a Loano, sono presenti ancora tre orologi solari dei cinque esistenti in precedenza (prime tre immagini nella pagina seguente). Di forma semicircolare, sono sistemati in modo da segnare le prime ore del giorno con la scritta *A Solis ortu* che nel linguaggio della gnomonica si chiama Amplitudine Ortiva. Nel quadrante sul lato opposto la scritta *Usque ad Occasum*, con il punto di tramonto del Sole e il quadrante centrale con la scritta *Usque ad Vesperam*. I tre quadranti sono in condizioni precarie quasi illeggibili, secolo XVII – XVIII.



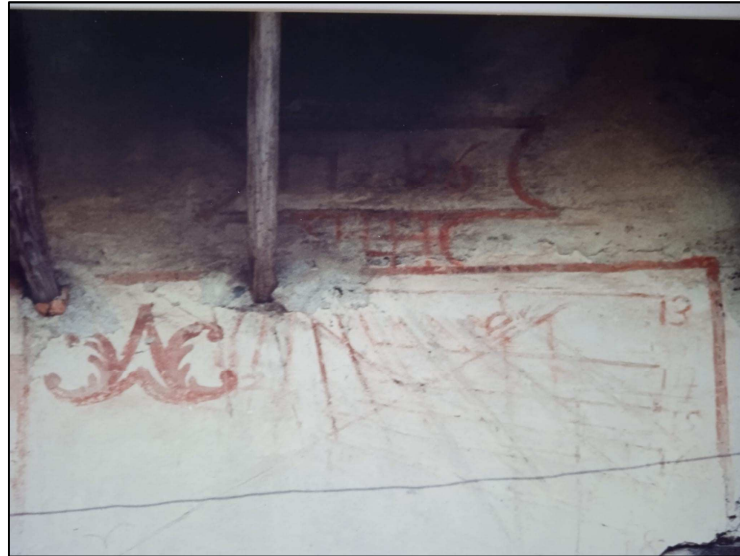
10. Spotorno (Savona), parrocchia

Orologio solare verticale di forma irregolare posto sulla parte alta della chiesa parrocchiale della Santissima Annunziata a Spotorno (immagine a lato). Ad ore italiane. Lo stilo è a “falso stilo” cioè perpendicolare alla facciata. Le linee orarie dalle 9 del mattino (alba) alle 21 pomeridiane (tramonto) e i numeri arabi di colore marrone. La linea meridiana a freccia, dal lato di ponente il simbolo zodiacale della ... il colore di sfondo è il giallo scuro. Restaurato recentemente assieme alla facciata della chiesa, secolo XVII – XVIII.



11. Murialdo, frazione Costa (Savona)

Orologio solare verticale di forma rettangolare, posto in una casa rustica nella frazione Costa di Murialdo, in condizioni già precarie nel 1995. Il computo è ad ore italiane e astronomiche, manca lo stilo. La linea dell'equinozio, inclinata verso ponente ha dipinti ai due estremi il simbolo dell'Ariete e, dal lato opposto, il simbolo della Bilancia. I numeri sono di tipo arabo colorati di rosso scuro, così come le linee orarie. Una decorazione posta a ponente e, sopra il quadrante, un cartiglio con la data 1786.



12. Pogli, oratorio di S. Antonio, in frazione Ortovero (Savona)

Orologio solare verticale posto sulla facciata dell'oratorio di S. Antonio, di forma rettangolare, con disegnata una sfera armillare e le ore italiane. Vi sono tracce di segni zodiacali. Lo stilo è "a falso stilo" cioè perpendicolare alla facciata. Disegno, linee orarie, cornice, sono di colore arancione su sfondo giallo chiaro. Sull'angolo di ponente in alto la traccia del simbolo zodiacale della I numeri sono illeggibili. Secolo XVII – XVIII.



13. Plodio, borgata Gigli (Savona)

Orologio solare verticale di forma somigliante ad un cuore, risalente alla prima metà del Settecento, in condizioni precarie. Il computo è ad ore italiane e lo stilo a “falso stilo” cioè perpendicolare alla facciata. Le linee orarie, quella dell’equinozio e i contorni della cornice sono rosso pallido su sfondo giallo chiaro, i numeri sono scomparsi. Il quadrante era quasi illeggibile già alcuni anni fa.



14. Cosseria, frazione Marghero (Savona)

Orologio solare verticale di forma rettangolare posto sulla facciata di una casa a Cosseria, frazione Marghero, con stilo perpendicolare alla facciata, ad ore italiane: Da un lato una nicchia dipinta contenente probabilmente un’immagine sacra. Le linee orarie terminano con una forma tonda ed i numeri arabi (che vanno dalle ore 14 alle 19), la scritta *Sic nostra ...* con la data 1787, sono di colore giallastro ma con molte macchie scure. Alcune righe sbiadite fanno da contorno al quadrante.



15. San Bartolomeo di Cervo (Imperia)

Orologio solare verticale di forma rettangolare posto sulla facciata di una casa di San Bartolomeo. Il computo delle ore è italico, i numeri di tipo arabo, vanno dalle 18 alle 24, sono di colore rossastro come la linea equinoziale inclinata verso ponente, lo sfondo è giallo chiaro, manca lo stilo. Il tutto molto deteriorato. Secoli XVII – XVIII.



16. Deglio, Villa Faraldi (Imperia)

Orologio solare verticale, di forma rettangolare, quasi illeggibile, posto in un muro laterale della chiesa di San Bernardo a Deglio. Si nota lo stilo in posizione perpendicolare (falso stilo), il computo è ad ore italiane, le linee delle ore in colore rosso su sfondo biancastro, databile al secolo XVII o XVIII.



17. Nasino (Savona)

Orologio solare verticale di forma rettangolare posto su un lato della chiesa parrocchiale della Natività di San Giovanni Battista a Nasino. Il computo delle ore è italico, le ore di tipo arabo, segnate dalle 14 mattutine alle 20 pomeridiane. Lo stilo è perpendicolare al muro, la linea meridiana è a forma di freccia mentre la linea equinoziale è perpendicolare alla linea meridiana. Il manufatto è stato restaurato non molti anni fa, è datato 1663.



18. Taggia, Convento domenicano (Imperia)

Le *hore planetarie*, italiche e oltramontane del convento domenicano di Taggia (IM). Il convento di San Domenico a Taggia venne fondato dal Beato Cristoforo da Milano nella seconda metà del XV secolo. Gli orologi solari del convento di Taggia furono dipinti a partire dagli inizi del '500 e nei tre secoli successivi. Dei sei esistenti due sono quasi scomparsi e i più interessanti si trovano tracciati nella parete sud del dormitorio. Si tratta di un gruppo di tre orologi di cui due sovrapposti, uno ad ore italiche e planetarie con notazioni ad ore canoniche e uno inferiore ad ore oltramontane di forma semicircolare che marca le ore dalle sette del mattino alle sei pomeridiane. I numeri sono romani. L'orologio più interessante è quello ad ore ineguali o planetarie in cui è inserito un quadrante a ore italiche. Il quadrante delle ore planetarie è formato da due rette, una orizzontale e una verticale, rispettivamente quella dell'orizzonte e la linea meridiana o del mezzogiorno nel cui incrocio è inserito uno gnomone arcuato di forma insolita. Si chiamavano ore planetarie perché anticamente si era convinti che i pianeti influissero su ogni attività umana, dall'agricoltura alla medicina e altro. Ogni ora era assegnata ad un pianeta che si credeva agisse con il suo magnetismo. L'influenze dei vari pianeti erano considerate talvolta buone (Giove e Venere), nefaste (Marte e Saturno) o neutre (Mercurio). Il pianeta che dominava la prima ora continuava, sebbene con minor forza, ad influenzare con il suo potere l'intero giorno. Da essi presero il nome i giorni della settimana: lunedì dalla Luna, martedì da Marte, mercoledì da Mercurio, giovedì da Giove, venerdì da Venere, sabato da Saturno e domenica giornata del Signore, il Sole del mondo. Il *Dies Solis* latino fu cambiato in *Dominicus o Dominicas dies* da cui domenica. I simboli dei pianeti sono collocati in cerchio sul quadrante ed erano quasi scomparsi a causa di un maldestro restauro, ma sono stati ripristinati. Il quadrante ad ore canoniche porta in alto la scritta HOR. PLANETARIUM VEL CANONICUM. Le sue linee orarie sono numerate secondo la classica sequenza antica da zero ipotetico a dodici, e quando queste coincidono con i tempi della preghiera sono segnate con le lettere iniziali dell'Ufficio Divino (TSVC). Sotto, la linea meridiana dipinta come freccia, sotto la quale compare la parola meridie (mezzogiorno) e la cifra 6 il numero dell'ora Temporaria relativa al mezzodì. La terza parola è nona che si riferisce all'Ufficio di Nona che prende il nome dall'ora del giorno durante la quale si cantava la preghiera del pomeriggio, ma in questo caso risulta anticipata perché è segnata sotto il mezzogiorno. La spiegazione di questa "anomalia" che sarebbe troppo lunga da

spiegare nel presente articolo è riportata nello studio di Mario Arnaldi dedicato agli orologi solari di Taggia a cui rimando in bibliografia.



Bibliografia

Arnaldi M., *Orologi solari dipinti nel chiostro del convento di San Domenico a Taggia*, in: *Gnomonica, Storia Arte Cultura e Tecniche degli Orologi Solari*, n. 5, gennaio 2000, pp. 14-19.

Balestrieri R., *Datazione e paternità delle linee meridiane genovesi*, in XIX Congresso nazionale di storia della fisica e dell'astronomia. Urania Ligustica.

Codebò M. - De Santis H. - Pennacchi A. - Ranieri M. - Torlai L., *Astronomia e geometria nella Cattedrale di Genova*, in *Due passi dal mistero 2*. <http://m.duepassinelmistero2.com>

Folco F., *Meridiane in provincia di Savona*, Savona 1995.

Morra L. M. - Dutto D., *Segnali di tempo. Meridiane in provincia di Cuneo*, Dronero (Cn), 1996.

Morchio R., *Il fascino delle meridiane: il sistema solare è il loro motore*, in: *Risorse*, anno II, n. 3, settembre 1988, pp. 38-32.

Nones G., *Al sol misuro i passi. Arte e tecnica dell'Orologio Solare*, Trento, Edizioni Arca, 1994.

Pavanello G. C. - Trincherò A., *Le meridiane storia, funzionamento, costruzione di un orologio solare*, Milano, De Vecchi Editore, 1996.

Rorh R. R. J., *Meridiane, storia teoria pratica*, Torino UlissEdizioni 1988.

Il disegno della Luna ad occhio nudo nella Crocifissione di Jan van Eyck e nel Codex Atlanticus 674v di Leonardo da Vinci

Paolo Colona

(Società Italiana di Archeoastronomia; Accademia delle Stelle;
Unione Astrofili Italiani)

Abstract

We identify the position in the sky, age, time and surface characteristics of the Moon of the Crucifixion by Jan van Eyck. After a brief overview of the first realistic depictions of the Moon in the history of art, we highlight the extreme accuracy of the drawing in light of the best techniques for drawing the Moon with the naked eye, discussing what is visible and what is not on the Moon without optical aids and also comparing it with Leonardo da Vinci's Moon (Atlantic Codex 674v). We also show how the latter does not depict a first quarter but is actually half of a drawing of the almost full Moon portrayed at the setting of the Sun.

Abstract

Individuiamo fase, posizione in cielo, età, orario e caratteristiche superficiali della Luna della Crocifissione di Jan van Eyck. Dopo un resoconto riguardante le prime raffigurazioni realistiche della Luna nella storia dell'arte, evidenziamo l'estrema accuratezza del disegno alla luce delle migliori tecniche di ripresa della Luna ad occhio nudo, discutendo cosa sia visibile e cosa no sulla Luna senza ausili ottici, e confrontandolo anche con la Luna di Leonardo da Vinci (Codex Atlanticus 674v). Mostriamo inoltre come questa non raffiguri un primo quarto ma sia in realtà metà di un disegno della Luna quasi piena ritratta al tramonto del Sole.

Keywords: *lunar drawing with the naked eye; naked eye map of the Moon; Jan van Eyck; Lonardo da Vinci; Jean Francois Millet.*

1. Non solo van Eyck

Questo articolo, nato per l'ammirazione del preciso ritratto lunare di van Eyck, che merita un'analisi scientifica, ospita tre approfondimenti.

- Il primo tenta un elenco esaustivo di tutte le Lune realistiche di epoca pre-telescopica che ci sono pervenute, da quella di Giotto del 1306 ca. a quella di Gilbert di 300 anni dopo, passando per la prima raffigurazione di un'eclissi totale di Luna realizzata dal Sebastiano del Piombo nel 1516.
- Il secondo indaga circostanze e modalità del disegno lunare di Leonardo da Vinci presente nel *Codex Atlanticus* 674v.
- Il terzo spiega le tecniche migliori per il disegno della Luna ad occhio nudo. Questa sezione si rivelerà fondamentale per valutare il grado di precisione dei disegni lunari eseguiti senza telescopio e in particolare dell'ostico ritratto di van Eyck, che, come vedremo, non è confrontabile con una fotografia della Luna ma solo con un altro disegno di qualità, impiegato come modello di controllo.

2. La Crocifissione di van Eyck

Il dittico della Crocifissione e Giudizio finale è un doppio dipinto ad olio realizzato da Jan van Eyck databile agli anni Trenta del Quattrocento e conservato nel Metropolitan Museum di New York; ciascun pannello ligneo misura 56,5×19,7 cm. Tipico esempio del gusto fiammingo, la *Crocifissione* ritrae una scena affollatissima di personaggi, ritratti con mille fogge e sembianze, e ricchissima di particolari. Colpiscono case e castelli che si scorgono in gran quantità nello sfondo, e innumerevoli altri dettagli (strade, cavalieri, gruppi di uomini, mulini, fiumi, laghi e montagne) che riempiono mirabilmente il paesaggio fino all'ultimo orizzonte. I personaggi che affollano il Golgota, dai volti a tratti grotteschi ma sempre in armature rutilanti o abiti sontuosi, danno vita a una ridda di forme e colori che collegano armoniosamente un primo piano con le Marie dolenti a un panorama di vedute sconfinite. Al di sopra si ergono le tre croci, svettanti in un meraviglioso cielo azzurro screziato da cumuli rigonfi e da cirri delicatissimi, nel quale spicca anche, vicina al margine destro, una Luna in fase calante.



Figura 1. Jan van Eyck, dittico della *Crocifissione e Giudizio finale*. Olio su tavola trasportato su tela. Metropolitan Museum of Art di New York.

3. Le rappresentazioni lunari realistiche prima del telescopio

Non abbiamo rappresentazioni realistiche accertate della Luna dal lontano passato: escluse le improbabili raffigurazioni presunte di epoche preistoriche, nell'antichità il nostro satellite veniva rappresentato soprattutto attraverso le divinità collegate (ad esempio Artemide e Diana) o, anche nel Medio Evo, con il simbolo grafico della falce, o ancora con un volto disegnato di profilo nella falce di Luna o di fronte in un cerchio che raffigura la Luna piena.

Giotto, nel *Giudizio Universale* della Cappella degli Scrovegni (1306 ca.), è il primo a sottrarsi a questa tradizione e ritrae una Luna ibrida: in fase (poco dopo l'ultimo quarto) come se fosse realistica, ma con un volto nella parte luminosa. Alcuni autori (*Olson e Pasachoff 1999*) riferiscono l'impressione che i tratti disegnati da Giotto possano alludere visivamente ai mari lunari. Ci sembra importante segnalare che, in quella raffigurazione, della Luna non è visibile solo la falce ma anche il disco e con ciò Giotto appare voler ritrarre l'effetto della *luce cinerea*.

La prima Luna realistica senza alcun volto disegnato arriverà pochi anni dopo, nell'*Ultima Cena* di Pietro Lorenzetti, affrescata nel secondo decennio del Trecento nella Basilica Inferiore di Assisi. Qui si nota una Luna attorno ai due giorni¹³² la cui parte in ombra è appena visibile grazie alla luce cinerea.

Le successive rappresentazioni della Luna saranno quelle di Jan van Eyck, tutte ritratte in maniera veritiera tra fasi gibbose e plenilunio in scenari diurni. È notevole che esse saranno le prime a riportare le macchie lunari nella loro effettiva posizione costituendo pertanto le prime raffigurazioni realistiche e dettagliate della Luna note nella storia dell'umanità. Per quanto siamo a conoscenza, esse saranno seguite solo da tre disegni di Leonardo da Vinci¹³³ e finalmente, dopo la riproduzione fedele di un'eclissi totale di Luna da parte di Sebastiano del Piombo¹³⁴, dall'interessantissimo cimento dello scienziato inglese William Gilbert (lo scopritore del magnetismo terrestre), che realizzò la prima *mappa lunare*¹³⁵, pochi anni prima dell'introduzione del telescopio (morì nel 1603).

¹³² In realtà, essendo la falce orientata in basso a sinistra, la fase sarebbe calante. Questo implicherebbe che la scena si stia svolgendo poco prima dell'alba, eventualità evidentemente incompatibile con una cena. (L'opzione di una piccola falce di Luna è anche immemore dell'uso ebraico di festeggiare la Pasqua attorno al plenilunio).

¹³³ Senza contare quello che ritrae intenzionalmente la luce cinerea riportato nel secondo foglio *recto* del Codice Leicester (poi Hammer, ora Collezione Bill Gates), fenomeno che Leonardo spiega correttamente come illuminazione dell'emisfero oscuro della Luna da parte della luce solare riflessa dal nostro pianeta.

¹³⁴ Nella *Pietà*, Sebastiano del Piombo ritrae fedelmente l'eclissi totale di Luna verificatasi il 13 luglio 1516. Inesplicabilmente ignorata dalla critica precedente, ho presentato questa scoperta al 24° *Seminario di Archeoastronomia* del 14 e 15 maggio 2022 a Sestri Ponente (GE): «Un'eclissi lunare nel Compianto sul Cristo morto di Sebastiano del Piombo»

¹³⁵ Una mappa, ovvero un disegno con l'intento esplicito di riportare nel modo più preciso possibile le macchie del disco lunare, con tanto di nomenclatura dei dettagli: inventò per questo il neologismo usato tuttora *selenografia*.

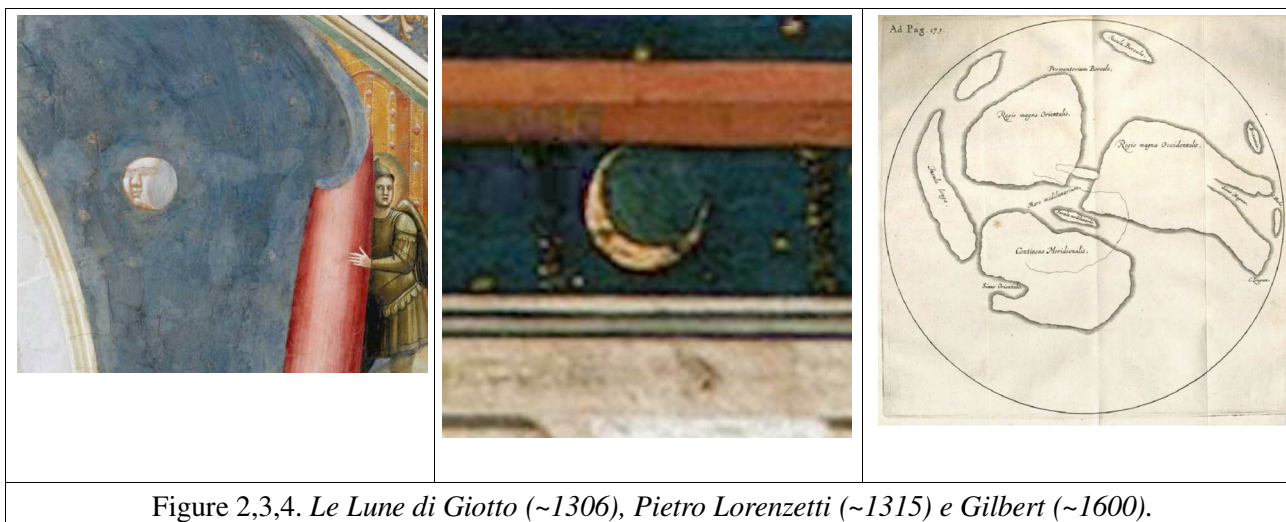


Figure 2,3,4. *Le Lune di Giotto (~1306), Pietro Lorenzetti (~1315) e Gilbert (~1600).*

4. Le altre lune di Jan van Eyck

L'artista fiammingo (Maaseik, 1390 circa – Bruges, 9 luglio 1441) non era nuovo a rappresentazioni del nostro satellite. Lo aveva ritratto in almeno cinque opere precedenti o coeve: la *Madonna del cancelliere Rolin*, 1435, il *Cristo sulla Croce con la Vergine e San Giovanni*, attribuito a lui o alla sua bottega (in precedenza riferito al fratello Hubert van Eyck); il *Battesimo di Gesù*, dal Libro delle Ore di Torino, *Santa Barbara* (1437) e il *Polittico dell'Agnello Mistico*, o *Polittico di Gand (Ghent)*, opera monumentale di Jan van Eyck (principiata da Hubert van Eyck), dipinta tra il 1426 e il 1432.

In tutte queste opere la Luna è sempre rappresentata in maniera *realistica*. Intendiamo cioè che non si trattava di una rappresentazione stilizzata o simbolica del nostro satellite, che spesso veniva ridotto ad una falce o ad un cerchio con un volto, ma esattamente resa per come appare realmente nel cielo. Colpisce che in tutti i casi, compreso quello della *Crocifissione*, il nostro satellite è ripreso di giorno, nonchè in fasi non lontane dal plenilunio, ovvero in quelle fasi in cui esso compare, particolarmente diafano, basso sull'orizzonte in un cielo diurno. In tutti i casi la resa è mirabile: assolutamente corrispondente con l'effettivo aspetto che la Luna mostra in quelle condizioni. Fra i diversi ritratti lunari, quello della *Crocifissione* di cui ci occupiamo è nettamente il più accurato e riguarda una Luna gibbosa calante di 19-20 giorni, ritratta così come apparirebbe a metà mattinata sull'orizzonte sud-ovest, una o due ore prima di tramontare.¹³⁶

¹³⁶ A questo proposito può essere opportuna una breve nota. La Luna di van Eyck dista solo tre diametri lunari dall'orizzonte ottico e, in base a ciò, sarebbe ad appena una decina di minuti dal suo tramonto. In realtà il diametro lunare è sempre sovrastimato in pittura (perché la Luna è "minuscola" e sarebbe praticamente non riconoscibile in un quadro se riportata con le sue dimensioni apparenti effettive), per cui non se ne può usare il diametro angolare per dedurne la posizione in cielo. Questa va invece desunta in modo impressionistico dall'aspetto generale del panorama, considerando come ci aspetteremmo di vederla disposta in cielo in base a come ci viene rappresentata. Si tratta quindi di una valutazione che, per essere corretta, richiede familiarità con la visione diurna della Luna.

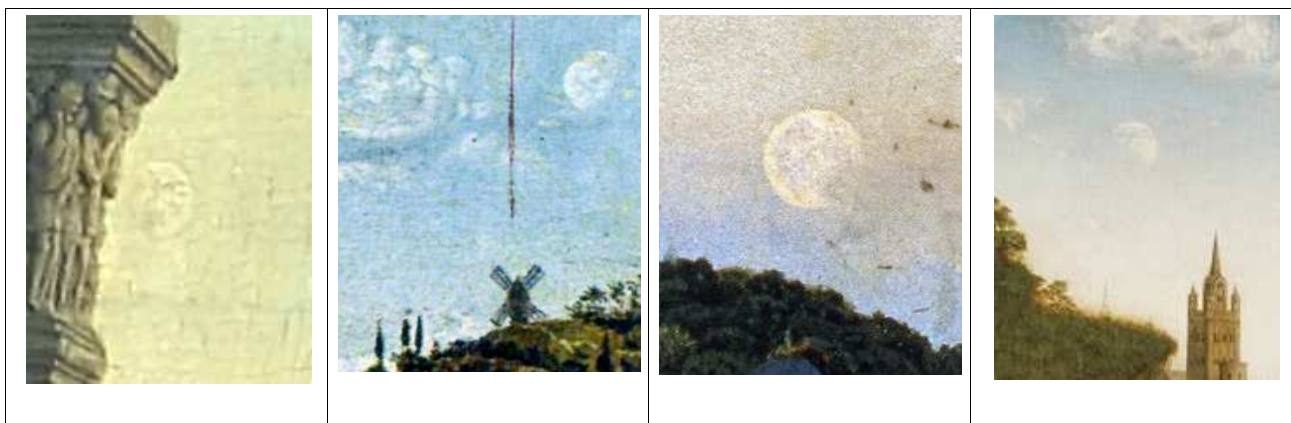


Figure 5, 6, 7, 8. Altre Lune di van Eyck. "Madonna del cancelliere Rolin", gibbosa crescente al tramonto; "Cristo sulla Croce con la Vergine e San Giovanni", bottega di Jan van Eyck (lungamente attribuito al fratello Hubert van Eyck), gibbosa calante in tarda mattinata; "Battesimo di Gesù", dal Libro delle Ore di Torino, Luna circa piena al tramonto del Sole; Polittico dell'Agnello Mistico, o "Polittico di Gand", Luna poco dopo il primo quarto alla sua levata pomeridiana.



Figura 9. "Santa Barbara" di van Eyck, dettaglio della Luna. Si tratta di una fase molto vicina a quella della Crocifissione ovvero gibbosa calante (attorno al diciannovesimo giorno), avviata al tramonto nel cielo mattutino. L'importanza di una formazione astronomica da parte di chi studia riferimenti astronomici in storia dell'arte è sottolineata dalla descrizione che altri autori forniscono di questa stessa Luna: "Una sottile falce, una luna di uno o due giorni al massimo". Anche non disponendo di una riproduzione di qualità, un astronomo saprebbe che una simile fase sarebbe fuori discussione con quell'orientamento della "falce".

5. L'attenzione al dettaglio

Può sembrare un luogo comune quando si parla di pittura fiamminga¹³⁷, ma occorre fermarsi un momento su questo aspetto, sull'attenzione estrema del pittore nei confronti dei dettagli della scena.

Prima di parlare della Luna, sarà utile concentrarsi sulle nuvole. In entrambe le Crocifissioni, van Eyck rappresenta le nuvole in maniera straordinariamente fedele. Come appaiono le nuvole al nostro occhio? In particolare, come appaiono i bordi dei cumuli? Chi abbia osservato attentamente questo tipo di nubi si sarà accorto che i loro bordi appaiono netti e brillanti quando sono proiettati sullo sfondo del cielo; appaiono invece scuri, con una breve sfumatura alle spalle, se un'altra nuvola illuminata si staglia al di là di essi, esattamente come le ritrae Jan van Eyck. Occorre aver osservato minuziosamente e ripetutamente l'aspetto delle nubi per dipingerle nel modo in cui lo ha fatto van Eyck nelle sue Crocifissioni.

¹³⁷ Jan van Eyck è considerato tra gli iniziatori di questa corrente, inserito quindi tra i "Primitivi Fiamminghi", esponente della iniziale "pittura delle Fiandre".

Questa straordinaria attenzione ai dettagli, che deriva indubbiamente dal nuovo atteggiamento dell'uomo rinascimentale nei confronti della realtà e della sua conoscibilità (non basta che la conoscenza sia vasta, deve anche essere *verificata*), si rivela anche nel modo in cui Jan van Eyck ritrae la Luna, con caratteristiche rigorosamente corrispondenti alla realtà, e prelude alla nascita della scienza moderna. L'accuratezza e il realismo nella replica artistica della realtà continueranno a crescere e, meno di due secoli più tardi, arriverà anche la prima rappresentazione di un'eclissi totale di Luna, immortalata da Sebastiano del Piombo nella "Pietà di Viterbo".

6. La Luna di Leonardo

Prima di completare il discorso sulla Luna di van Eyck, occorrerà approfondire il tema del disegno lunare ad occhio nudo in generale e sarà utile un'analisi del contributo di Leonardo da Vinci.

Anche Leonardo si cimentò nell'ardua impresa di ritrarre il nostro satellite. Esegui il disegno di mezzo disco lunare attorno al 1511 con matita nera e gesso bianco. L'opera si ritrova nel *Codice Atlantico* (fol. 674v). Il dettaglio che sfoggia lo schizzo di Leonardo è riguardevole: riesce a mostrare nelle loro corrette rispettive posizioni i mari che formano la testa del "Coniglio" (*Tranquillitatis*) e le sue orecchie (*Foecunditatis* a nord e *Asperitatis* e *Nectaris* a sud), sopra le quali posiziona il *Mare Crisium*. Al centro del disco riporta le due piccole macchie del *Mare Vaporum* e del *Sinus Medii* e, ancora più a sud, la vasta macchia scura del *Mare Nubium*. Accanto a questa, un'area completamente bianca testimonia la brillantezza della raggiera del cratere Tycho, impercettibile ad occhio nudo se non come rinforzo luminoso della superficie lunare. Ciò che colpisce è la presenza di tutti i particolari visibili ad occhio nudo e l'assenza, invece, di indicazioni spurie, di dettagli travisati o mal disposti sul disco lunare. Questi due aspetti insieme non sono un dato banale. Un tale grado di precisione denota inequivocabilmente acuità visiva e una significativa capacità di ritrarre oggetti dal vivo (qualità, quest'ultima, che non sorprende ritrovare in Leonardo da Vinci).

Detto ciò, e fatta salva l'assoluta eccezionalità dell'opera leonardesca, occorre anche dire che il risultato di Leonardo è quello ottenibile con un po' di applicazione da uno scrupoloso osservatore con un'ottima vista e una mano felice: non si tratta cioè di una rappresentazione "impossibile". La si può considerare una *ottima raffigurazione* del disco lunare ad occhio nudo (incomparabilmente migliore della mappa "selenografica" di Gilbert, ad esempio, che invece è decisamente mediocre).

A ben vedere, comunque, un aspetto "impossibile" nel lavoro leonardesco c'è: mentre a prima vista sembrerebbe ritrarre un normale "primo quarto", la porzione di satellite raffigurata *non corrisponde a nessuna fase lunare*. Il disegno infatti sfuma nel bianco lungo una linea che taglia la Luna con un'inclinazione di 45° rispetto al meridiano lunare, come il naturale limite tra ombra e luce sul disco lunare non può mai fare. Pertanto la linea che limita il disco lunare nel disegno di Leonardo *non è il terminatore* e quello raffigurato non è un "primo quarto".

Questo appare del tutto sorprendente: Leonardo ha disegnato “mezza Luna” scegliendo una metà che non coincide con nessuna fase lunare. Il “terminatore” del disegno di Leonardo attraversa dettagli lunari che sono attraversati dal terminatore reale in momenti diversi del ciclo lunare (le formazioni lunari in alto nella rappresentazione di Leonardo cadono sul terminatore attorno al quarto giorno di lunazione, quelle in basso all’incirca nel decimo).

Altrettanto sorprendente è che Leonardo non abbia voluto mettere in alto nel suo disegno il Nord del disco lunare ma abbia ruotato di circa 45° a sinistra il disco della Luna.

Tutto ciò potrebbe apparire un’incomprensibile capriccio, interpretabile forse come frutto peculiare di una mente che è al massimo grado geniale e originale, e pertanto non ricostruibile con pretesa di esattezza. Invece esiste un modo molto semplice e naturale in cui questo preciso risultato (una mezza Luna che ritrae dettagli visibili in diversi momenti del ciclo lunare, e con il Nord lunare inclinato verso sinistra) emerge in modo del tutto spontaneo: basta disegnare dal vivo la Luna quasi piena al suo sorgere e poi conservare solo la parte destra del disegno. Quando sorge, infatti, la Luna mostra il suo polo nord fortemente inclinato verso sinistra, e l’orientamento dei dettagli lunari corrisponde esattamente a quello del disegno leonardesco.

Come mai di una Luna piena di Leonardo ci è giunta solo la parte destra? Si potrebbe ipotizzare che abbia realizzato il disegno su una superficie costituita da due fogli giustapposti, con la linea di unione che taglia a metà il disco lunare e poi abbia tenuto solo quello di destra (oppure quello di sinistra sia andato perduto). Questa possibilità appare dubbia, perchè difficilmente ci si mette a fare un disegno “a metà” tra due fogli. Tanto più che i limitati dettagli lunari discernibili ad occhio nudo non necessitano di una grande superficie per essere riportati.

Alternativamente, Leonardo potrebbe aver ritratto solo la metà destra della Luna perchè quella sinistra non era completa: i dettagli riportati infatti sono visibili già in una Luna al decimo giorno, cioè svariati giorni prima del plenilunio, e, in tal caso, della Luna se ne vede completa solo la parte destra mentre la sinistra risulta in gran parte invisibile in quanto nell'emisfero oscuro della Luna¹³⁸.

In conclusione si può affermare che il disegno è stato fatto dal vivo ad una Luna piena (o più probabilmente gibbosa crescente, dopo il decimo giorno) che sale nel cielo (cosa che spiega l’inclinazione verso sinistra del polo nord lunare) e che il disegno che abbiamo potrebbe essere la metà di un disegno più esteso del disco lunare o che Leonardo abbia voluto limitarsi a ritrarre l'emisfero destro della Luna in quanto era l’unico completo.

¹³⁸ La superficie della Luna è sempre in ombra per metà. Alla Terra essa rivolte l'emisfero oscuro quando è in congiunzione col Sole (Luna nuova), una porzione sempre maggiore di emisfero illuminato durante le fasi crescenti, l'intero emisfero luminoso al plenilunio, e di nuovo una porzione crescente di emisfero in ombra nelle fasi calanti.

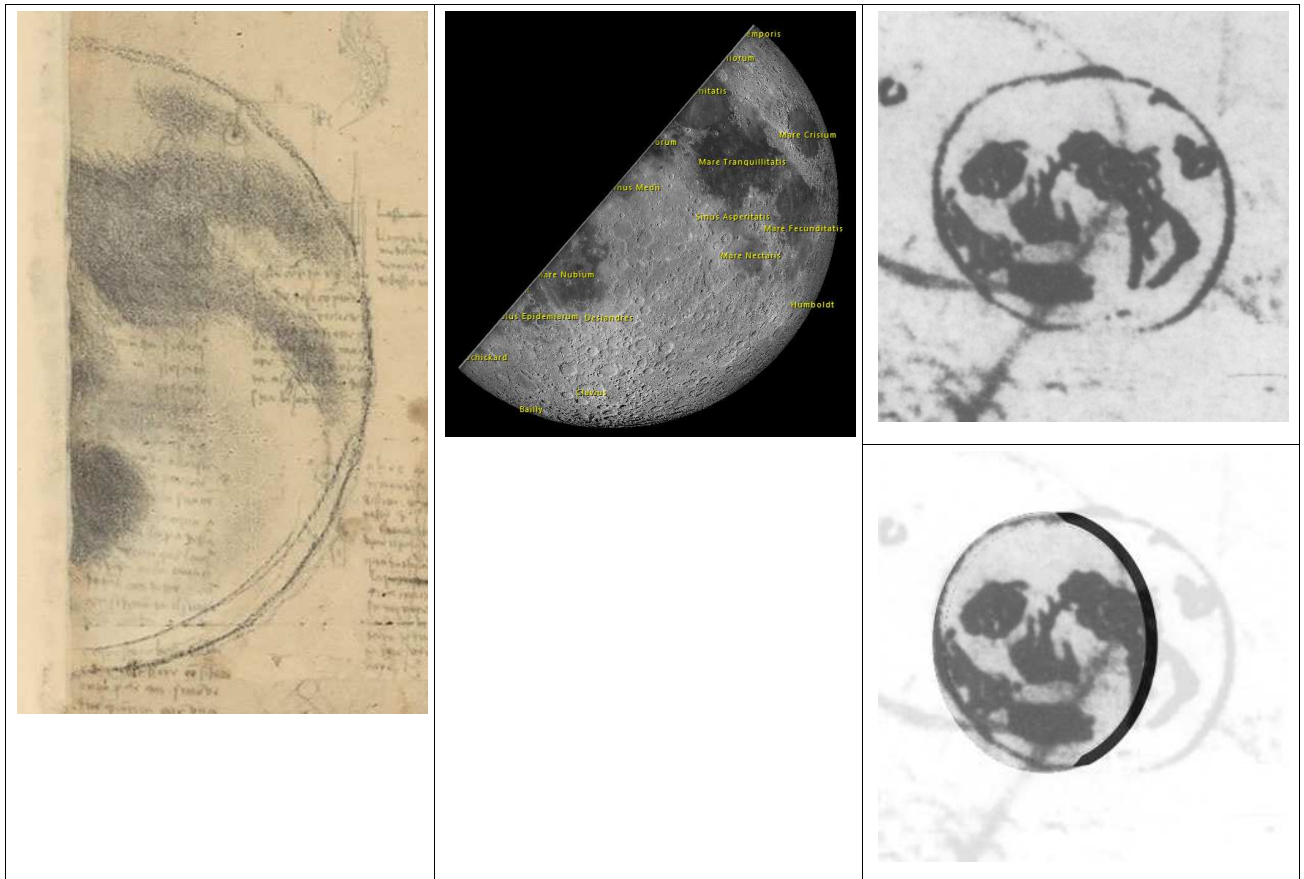


Figure 10,11, 12 e 13. *Le Lune di Leonardo da Vinci*. A sinistra, *Codex Atlanticus 674v*, cui ci si riferisce nel testo. Al centro: la Luna piena tagliata nel modo in cui appare nel disegno di Leonardo: il taglio risulta ruotato di circa 45° a destra rispetto al nord ma apparirebbe verticale come nel disegno se si guardasse la Luna piena che sorge (software *Virtual Moon Atlas*). A destra in alto uno schizzo sbrigativo del disco lunare prodotto da Leonardo da Vinci (*Codex Atlanticus 310r*) riesce comunque a ritrarre alcuni dettagli meglio che non la selenografia di Gilbert. A destra in basso il medesimo schizzo con una riserva che individua la fase lunare della Crocifissione: si riconosce la stessa "faccia" che compare in van Eyck.

7. Disegnare la Luna ad occhio nudo

Comprensibilmente, per valutare la bontà di un disegno lunare, sarebbe utile avere esperienza nel campo. Non conosco colleghi che disegnino (abituamente o no) la Luna ad occhio nudo, tuttavia da ragazzino lessi su qualche testo di astronomia che disegnare la Luna ad occhio nudo costituisce un valido esercizio per l'acuità visiva, consigliabile per chi intendesse poi scrutare i piccoli dischi planetari attraverso un telescopio. In vista della grande opposizione di Marte del 1986, cominciai quindi ad esercitarmi nel disegno lunare senza strumenti ottici. Negli anni potei verificare quanto tale esercizio aiuti effettivamente l'acuità visiva. Mi resi anche ben presto conto che i dettagli lunari si vedono meglio quando il cielo è ancora chiaro, nonostante il minor contrasto dovuto alla luminosità dell'aria: il disco lunare nel cielo scuro è infatti una fonte di luce accecante, risultando quasi illeggibile¹³⁹.

¹³⁹ È ancora possibile disegnare la Luna in piena notte se ci si immerge in un ambiente completamente illuminato: perdendo l'adattamento al buio, la Luna risulterà meno abbagliante.

Nel 2014 proposi agli iscritti del mio corso di astronomia pratica di ritrarre la Luna ad occhio nudo, sfruttando la propizia presenza della Luna gibbosa crescente nel cielo ancora chiaro del tardo pomeriggio. Ottenni così una ventina di risultati realizzati nelle medesime condizioni. Naturalmente la qualità differiva significativamente tra i campioni, solo raramente paragonabili con quello di Leonardo da Vinci. Da quei disegni chiesi poi a mio padre, ingegnere ed artista, di realizzare un unico disegno definitivo tentando di ricostruire, in base alle varie rappresentazioni, il loro “modello originario” (ovviamente senza altri riferimenti!). Potendo rifarsi a molti risultati indipendenti, riuscì a confezionare un ritratto della Luna superiore, per ricchezza e finezza di dettagli, a tutti quelli prodotti dal vivo dai singoli osservatori. Tale risultato potrebbe essere considerato, in pratica, *il miglior disegno possibile della Luna ad occhio nudo*, utile standard di riferimento per lavori come il presente¹⁴⁰.

Vale la pena notare che nessuno di questi disegni riporta in alcuna misura nè crateri nè raggi (*ejecta*): questi sono dettagli al di là della normale visibilità ad occhio nudo, per cui non ci si può aspettare che compaiano in disegni fatti senza ausili ottici¹⁴¹.

A riprova della invisibilità di crateri e raggi ad occhio nudo, osserviamo che questi compaiono solo, e timidamente, per la prima volta nella mappa dell'intero disco lunare realizzata da Thomas Harriot nel 1611 attraverso un telescopio. Benchè le raggiate ad alta albedo¹⁴² di alcuni crateri siano percepibili come zone chiare anche ad occhio nudo (quelle di Tycho e di Copernico, ad esempio), occorre sottolineare che nessun cratere è riconoscibile come tale (ovvero come una formazione circolare) ad occhio nudo, in nessuna condizione di illuminazione. Il disegno della Luna ad occhio nudo è quindi un'attività consigliabile non solo a chi voglia migliorare la propria vista da lontano ma anche agli astronomi culturali e agli archeoastronomi, in modo che, sapendo cosa si vede e cosa non si vede sulla Luna, poi siano in grado di riconoscere una possibile “antica mappa lunare” da una rappresentazione che non ha niente a che fare con quello che si vede sul nostro satellite.

Ciò che di questa breve disamina rileva di più riguardo alle opere rinascimentali in esame è che *il disegno lunare si effettua meglio in luce diurna* dato che in questa condizione si possono osservare con più agio i dettagli del disco lunare. Si tratta di una informazione importante poichè da una parte è capace di spiegare il motivo per cui le sei Lune dipinte dal van Eyck appaiano tutte in cieli diurni, e dall'altra avvalva l'idea che Leonardo abbia deciso di ritrarre l'aspetto realistico della Luna osservandola mentre era ancora giorno, e quindi in fase gibbosa crescente, ovvero non piena, e in luce diurna¹⁴³.

¹⁴⁰ Presentai una relazione completa su questa esperienza e sul disegno della Luna ad occhio nudo al *Terzo Meeting dei Programmi Nazionali di Ricerca UAI su Sole, Luna e Pianeti* tenutosi all'Osservatorio Val di Fiemme a Tesero nel 2019.

¹⁴¹ Ci si può aspettare invece di trovare tali dettagli in disegni della Luna realizzati in tempi moderni dato che qualsiasi disegnatore odierno può essersi confrontato con l'immagine telescopica della Luna.

¹⁴² La albedo è la percentuale di luce che viene riflessa da un oggetto. Le lettere stampate hanno un'albedo molto minore del foglio; il conseguente contrasto d'albedo rende leggibile il testo. La Terra ha albedo circa 38, Venere circa 60. L'albedo lunare nel suo complesso è appena 8, ma i “mari” hanno albedo attorno a 6, mentre le “terre” arrivano a circa 15.

¹⁴³ La Luna, naturalmente, è visibile di giorno anche in fase calante, di mattina, ma in tal caso il disegno di Leonardo avrebbe mostrato l'asse lunare ruotato verso destra e non verso sinistra.

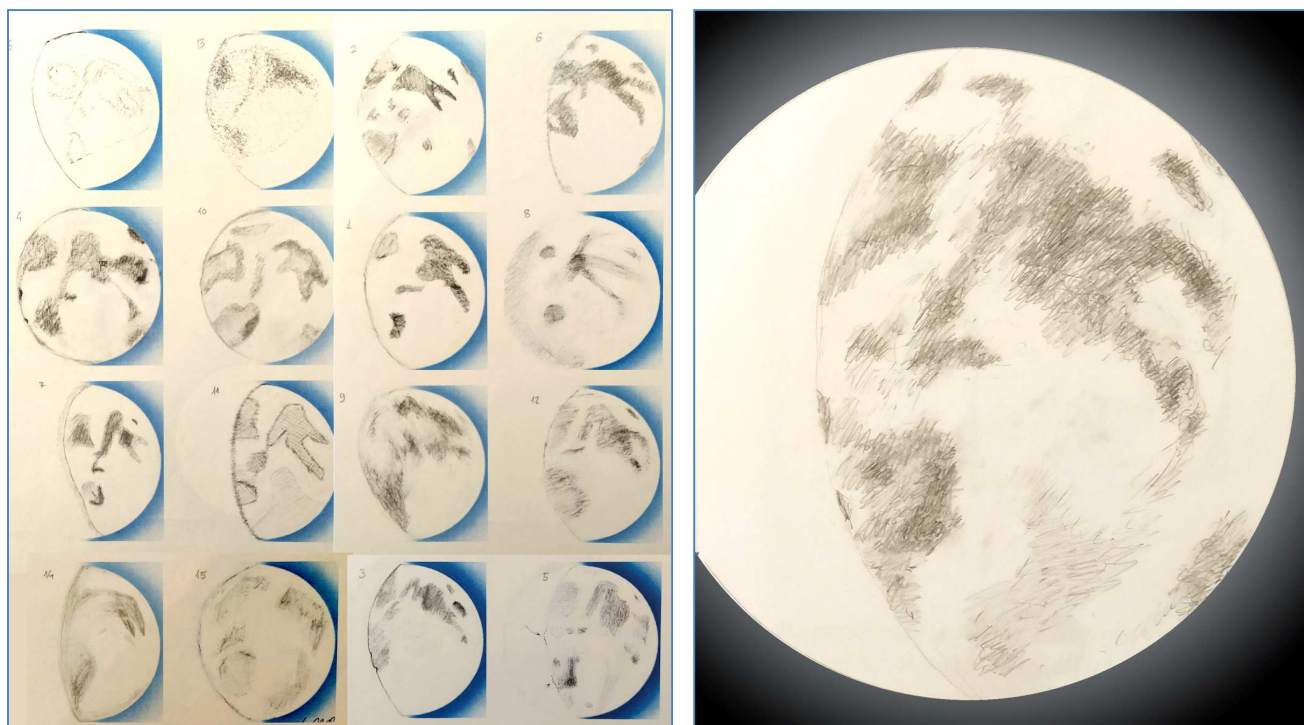


Figure 14, 15. A sinistra, alcuni dei disegni lunari prodotti dai corsisti dell'Accademia delle Stelle: si nota l'enorme variabilità del risultato in base all'esecutore, a causa della difficoltà dell'impresa. Solo pochi schizzi sono paragonabili per qualità a quello di Leonardo da Vinci o di van Eyck. A destra, "il miglior disegno della Luna ad occhio nudo" realizzato con il metodo indicato nel testo.

8. La Luna di Jan van Eyck – tentativo di confronto con fotografia

Per rendersi conto della qualità della rappresentazione di van Eyck e della natura dei dettagli che è riuscito a riportarvi, si potrebbe pensare che l'ideale sarebbe confrontare la sua Luna con una fotografia del nostro satellite nella medesima fase. Tuttavia se si provasse davvero a confrontare una foto telescopica della Luna con una rappresentazione realizzata a occhio nudo, l'impresa parrebbe impossibile a causa dell'immensa quantità di dettagli presenti nella foto e per l'apparenza totalmente diversa che ha la Luna ad occhio nudo¹⁴⁴.

Per dare un'idea dell'ineluttabilità di tale effetto, si consideri ad esempio che molti mari in fotografia hanno un aspetto nettamente circolare o sub circolare: ebbene, quasi nessuno di essi sembra realmente circolare a occhio nudo. Si potrebbe pensare che, degradando pesantemente l'immagine telescopica, si possa comunque procedere al confronto: riducendo definizione e contrasto fino a un livello paragonabile a quello che si ha con la visione senza ausili ottici, forse si potrebbe tentare di confrontare la Luna ripresa al telescopio, e quindi oggettiva, con quella ritratta ad occhio nudo, in modo da verificare l'attinenza di questa con la prima. E invece anche in questo caso si riscontrano differenze non conciliabili.

La causa di questa irriducibilità è probabilmente dovuta al modo in cui il sistema occhio - cervello interpreta dettagli al limite della percettibilità e sottili variazioni di luminosità su scale

¹⁴⁴ Un effetto simile lo si ebbe quando furono confrontate le migliori immagini di Marte riprese al telescopio con quelle che le prime sonde cominciavano a inviare a Terra negli anni settanta: il Pianeta Rosso appariva di aspetto sorprendentemente diverso.

angolari così piccole. Il modo peculiare in cui lo fa, che non è quello di un sensore digitale (capace tra l'altro di leggere la luminosità assoluta di ogni punto dell'immagine senza ricorrere al confronto tra zone diverse), porta ad un risultato sempre diverso da quello che si ottiene riscaldando e degradando un'immagine presa con un sensore lineare ad una risoluzione maggiore.

Un esempio di questa diversità nel modo di vedere la Luna lo dà proprio l'emisfero orientale (per l'osservatore) della Luna. Lì in foto si impone l'enorme *Oceanus Procellarum*, come ampia macchia scura. Eppure l'occhio difficilmente coglie la presenza di questa vasta formazione: le raggiere brillanti dei crateri Copernico e Kepero bastano addirittura a suggerire all'occhio l'esistenza di un corridoio chiaro che squarcia l'*Oceanus Procellarum* fin quasi a obliterarlo del tutto. Questo effetto lo si nota bene nel dipinto di van Eyck come anche nel Codice Atlantico 310r e nella mappa di Gilbert (nonché nei disegni realizzati ad occhio nudo dallo scrivente): in tutti questi casi l'*Oceanus Procellarum* è diviso in due da un corridoio chiaro.



Figura 16: Confronto fra tre Lune disegnate in era pre telescopica (Leonardo, Gilbert, van Eyck) ed una foto astronomica della Luna processata (sfocatura e riduzione del contrasto) per avvicinarla alla visione ad occhio nudo. Nei disegni si nota (ellisse rossa) che l'*Oceanus Procellarum* è sempre diviso in due mentre nella fotografia si impone con compattezza monolitica. Impressionante la rientranza nel terminatore visibile sia in van Eyck sia nella foto. Elaborazione dell'autore.

L'immagine percepibile della Luna ad occhio nudo non è quindi riconducibile completamente all'aspetto mostrato dal telescopio.

Per una verifica affidabile delle caratteristiche riportate nella Luna di van Eyck, quindi, occorre fare un confronto tra il dipinto e non una foto bensì un ritratto della Luna, realizzato da qualcuno in grado poi di riconoscere, grazie a uno strumento astronomico, a quali caratteristiche lunari corrispondano le macchie da lui stesso disegnate. In altre parole occorre un interprete in grado di riportare su carta ciò che vede l'occhio umano e al contempo capace di nominare con certezza le strutture lunari che si trovano dietro alle macchie disegnate.

9. La Luna di Jan van Eyck – confronto con ritratto

Si può affermare che la Luna di van Eyck raggiunge praticamente il limite ideale di risoluzione dell'occhio umano e non sarebbe facile fare di meglio. Per valutare il suo risultato e individuare i dettagli che egli riporta, come detto non ci si può avvalere di una fotografia. È necessario invece confrontare il dipinto con un altro disegno realizzato ad occhio nudo. In rete si trovano molti disegni pubblicati da astrofili, ma non si può mai essere certi che siano stati fatti prescindendo in modo assoluto dalle conoscenze pregresse circa l'effettiva apparenza della superficie lunare, o resistendo alla tentazione di “correggersi” confrontandosi con immagini riprese al telescopio. In alcuni casi, anzi, si può essere certi della non sincerità del risultato pubblicato. Pertanto ho dovuto avvalermi di miei disegni della Luna, che almeno so di aver realizzato nel costante sforzo di riprodurre con la massima fedeltà ciò che “vedevo” e nient'altro. In particolare ho utilizzato uno *stacking*¹⁴⁵ di tre miei schizzi della Luna piena nascente (figura 17).

Le macchie visibili nel dipinto sono immediatamente riconoscibili nel disegno: in alto a destra il *Mare Serenitatis* (1), a sinistra l'*Imbrium* (2), al centro le due piccole macchie di bassa albedo (4, 5) vicino al *Sinus Medii* (6), collegate al *Mare Serenitatis* nel mio disegno dal *Mare Vaporum* (3). La zona tratteggiata (7) appena ad est (per l'osservatore) di (5) corrisponde ad un'area di particolare luminosità (cratere Copernicus) che si ritrova anche in van Eyck. Fin qui, come si vede, le due rappresentazioni, mia e di van Eyck, sono parallele. In particolare spicca la somiglianza del mare Imbrium (2), rappresentato in entrambi i casi come un triangolo smussato e curvato, vagamente con la forma di un polmone (lo stesso avviene anche nella mappa di Gilbert). Al telescopio o in foto non si vede alcuna figura simile ma un grosso cerchio nero. La zona meridionale in van Eyck è più confusa, ma chi abbia tentato il disegno ad occhio nudo della Luna sa quanto sia ostica quella zona. In ogni caso le macchie ritratte dal pittore fiammingo sono compatibili e abbastanza facilmente identificabili con i piccoli mari *Humorum*, *Nubium* e *Cognitum* e con la propaggine meridionale dell'*Oceanus Procellarum*. La presenza stessa di macchie in quella zona del disco permette di escludere che si tratti di una Luna crescente “specchiata” per qualche motivo: infatti nella corrispondente parte sud dell'altro emisfero, quello illuminato in fase crescente, non vi sono macchie significative. La clamorosa indentatura sul terminatore, infine, è dovuta al *Mare Tranquillitatis*.

Nel complesso, il dipinto mostra quasi la faccia di un teschio, ma il confronto con il disegno mostra che non si tratta necessariamente di una forzatura¹⁴⁶: l'occhio destro è il *Mare Serenitatis*, il sinistro è l'*Imbrium*, il naso sono le macchioline al centro del disco, la bocca è la congerie di piccoli mari meridionali. Questo aspetto è abbastanza evidente ad occhio nudo e ritorna nello schizzo di Leonardo (Codice Atlantico 310r) mentre non si può ricavare in alcun modo dalla foto, nella quale l'*Oceanus Procellarum* occupa l'intero emisfero orientale¹⁴⁷.

¹⁴⁵ Lo *stacking* è una tecnica usata normalmente nell'imaging astronomico, imprescindibile per la ripresa in alta risoluzione in ambito planetario, che permette di minimizzare le variazioni accidentali dei dettagli (normalmente dovute alla turbolenza atmosferica, ma qui invece riconducibili a errori casuali nel riportare i dettagli nella corretta posizione) aumentando l'affidabilità dell'immagine. Per questo lavoro ho effettuato allineamento manuale e media delle scansioni di tre disegni effettuati alla Luna piena.

¹⁴⁶ Ci sarebbero motivi per questo: alla Croce era tradizionalmente spesso affiancato un teschio (Golgota in ebraico significa cranio o teschio)

¹⁴⁷ Il lettore si sarà accorto che ogni volta mi preoccupo di specificare est o ovest “per l'osservatore”. Con l'era spaziale, infatti, ci si pose il problema di darsi un orientamento geografico anche sulla Luna, e, dal 1961, si iniziò ad usare un sistema selenografico che era invertito rispetto a quello dell'osservatore terrestre per cui ciò che fino ad allora era “est” sul suolo lunare divenne “ovest” e viceversa (anche sulla Terra l'est e l'ovest apparirebbero invertiti per un osservatore lunare). Nel presente lavoro, comunque, il punto di vista è sempre terrestre e “est” indica “sinistra” osservando il disco lunare con il nord in alto ovvero come lo vediamo naturalmente nel cielo dal nostro emisfero.

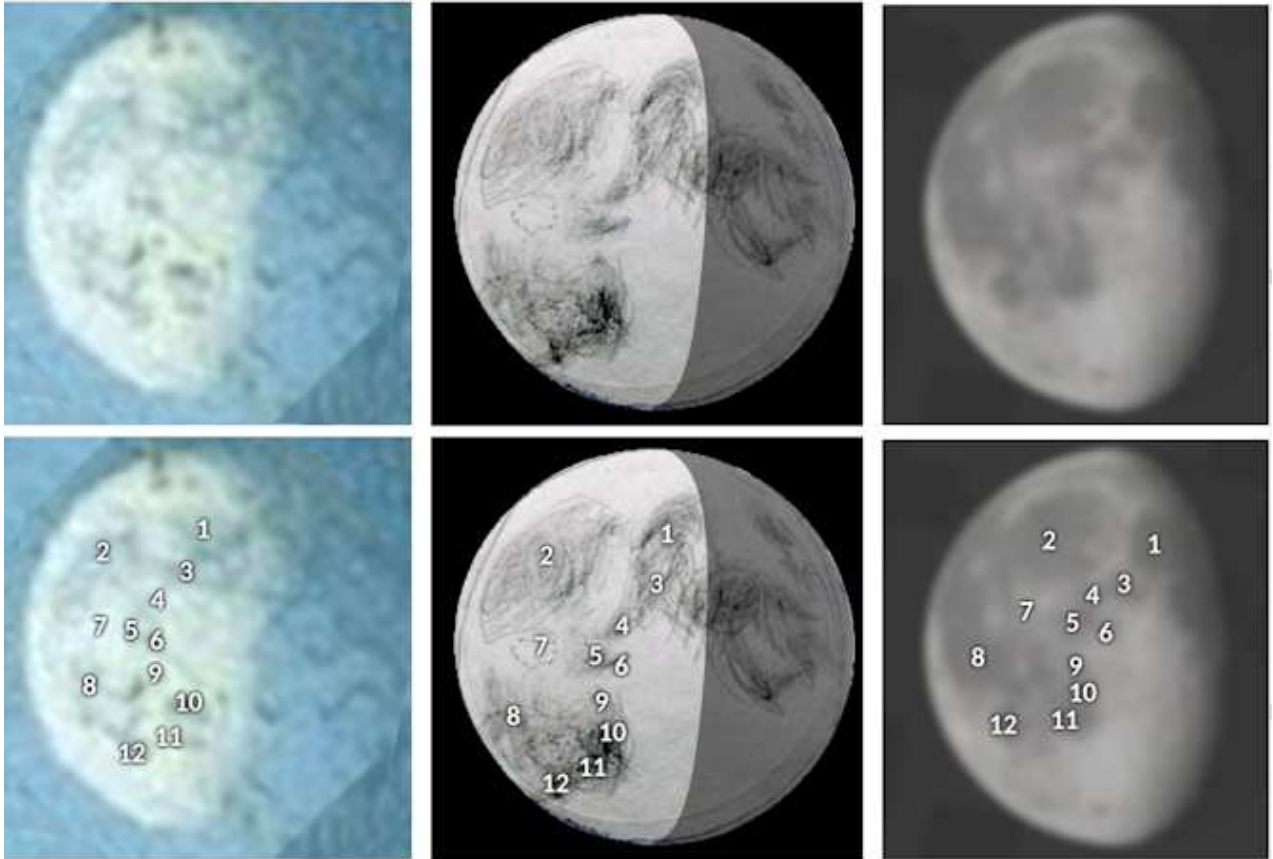


Figura 17. La Luna di van Eyck confrontata con un disegno dell'autore ("stacking" di tre schizzi) e con una foto degradata della Luna nella medesima fase (19 giorni). Nel disegno, le tre macchie maggiori nonché quella piccola al centro della porzione illuminata (contrassegnata col numero 7) corrispondono a quelle riprodotte dal pittore fiammingo (la "faccia" del teschio), mentre la zona tratteggiata a sinistra del "naso" corrisponde ad un'area di particolare luminosità (cratere Copernicus) e si ritrova anche in van Eyck. Nella riga inferiore, con i numeri si individuano le caratteristiche presenti in van Eyck. L'identificazione è certa nella parte superiore del disco dipinto, in qualche misura più incerta in quella inferiore.

10. La scelta della fase lunare

In una parola il problema è: come mai van Eyck sceglie una Luna gibbosa calante per la scena della Crocifissione? I Vangeli potrebbero darci indicazioni sulla fase lunare durante la Passione di Cristo. Leggendo quanto scrive l'evangelista Luca, che cita un'eclissi di Sole, deduciamo che potesse essere novilunio: *"Era verso mezzogiorno, quando il sole si eclissò e si fece buio su tutta la terra fino alle tre del pomeriggio,"*¹⁴⁸ (Lc 23, 44-47). Gli altri Vangeli non fanno menzione della fase lunare. Vi sono in realtà più motivi per dubitare del valore astronomico dell'affermazione di Luca: il primo è che un'eclissi solare non può durare ore, e quindi il Sole che si fece buio deve riferirsi a un qualche prodigio o altro fenomeno e non ad un'eclissi. L'altro è che, sia pure con forti oscillazioni, la Pasqua ebraica era celebrata attorno al plenilunio, per cui un'eclissi di Sole il giorno prima è in contraddizione con quella regola. Considerazioni che sposano il fatto astronomicamente determinato che non furono visibili eclissi di Sole dalla Palestina in quel periodo ...

148 In greco: Καὶ ἦν ἤδη ὥσει ὥρα ἕκτη καὶ σκότος ἐγένετο | ἐφ' ὅλην τὴν γῆν ἕως ὥρας ἐνάτης | τοῦ ἡλίου ἐκλιπόντος

Del resto, altri artisti non seguono il riferimento all'eclissi di Sole del Vangelo di Luca e si attengono alla tradizione della Luna piena. Ad esempio Sebastiano del Piombo, rappresentò addirittura un'eclissi totale di Luna nella sua *Pietà di Viterbo*, scegliendo quindi per la Luna l'esatta fase di plenilunio. Allora, nell'incertezza lasciata dalla fonte evangelica, può darsi che anche van Eyck si sia sentito libero di inserire la Luna nel suo paesaggio (quindi una scelta di composizione pittorica) nella fase che preferiva. L'osservazione che a questo punto si può fare è che un artista capace come lo era van Eyck di ritrarre la Luna realisticamente, e intenzionato a farlo, avrebbe potuto scegliere qualsiasi fase. Perché quindi sceglie proprio questa? C'è un motivo per cui in questa occasione abbia optato per una fase gibbosa calante?

In questa scelta deve aver giocato un ruolo fondamentale quella fortissima discontinuità del terminatore, che solo in questa fase appare così evidente (v. figura 16). Nella maggior parte delle fasi, il terminatore lunare appare piuttosto lineare e liscio, senza particolari anomalie. In alcune fasi l'occhio scorge delle irregolarità: piccole porzioni illuminate che si stagliano sull'emisfero in ombra, o delle rientranze oscure nell'emisfero illuminato. Ma solo in questa particolare fase, al diciannovesimo-ventesimo giorno, la Luna mostra una così pronunciata irregolarità sul terminatore. Per chi era capace di osservare e riprodurre tanto fedelmente i dettagli lunari, ed era desideroso di farlo vedere, questa fase offriva una chance unica di ritrarre un dettaglio piuttosto impressionante come quel netto indentellamento sul terminatore.

È assai improbabile che un artista capace di raffigurare una Luna realistica scelga una fase "scialba", senza alcun dettaglio che consenta di riconoscerla, anche per non rischiare di produrre un risultato indistinguibile da quello di un artista che non ha quel grado di attenzione al dettaglio. Al contrario un artista di tale abilità avrà interesse a testimoniare la minuziosa aderenza alla realtà di cui è capace, proprio cercando una fase "peculiare" e insolita, quella rara in cui la Luna si mostra più difforme dal suo aspetto solito. La riproduzione di quell'irregolarità sul terminatore a sua volta conferma e segnala che il disegno è effettivamente realistico, ovvero è un'immagine della Luna per come appare e non approssimativa. E infine una fase così peculiare consentiva all'autore di dimostrare il suo impegno e la sua capacità nell'osservazione e nella resa realistica della natura.

11. La stessa Luna ritorna in pittura

Curiosamente, la medesima fase lunare (circa il 20° giorno) ricompare in pittura 4 secoli dopo l'exploit di Jan van Eyck. Autore del nuovo dipinto è Jean Francois Millet, che, con i suoi quadri, è capace di descrivere situazioni umili e quotidiane con singolare potenza evocativa.

Siamo dopo la metà dell'Ottocento e ai pittori non si richiede più di ritrarre i minuti dettagli della realtà (esiste già la fotografia), ma di presentarne l'essenza allo spettatore esprimendola con uno stile originale e convincente (nasceva allora l'Impressionismo). Tuttavia, essendo Millet un pittore realista, la sua resa della Luna è incomparabilmente più verosimile di quella che possiamo riscontrare in suoi famosi colleghi coevi. Nel dipinto *Le parc à moutons, clair de lune* (L'ovile, chiaro di luna), Millet ritrae la Luna gibbosa calante non al mattino e prossima al tramonto come fa van Eyck, ma appena sorta, in piena notte, ad illuminare il modesto e sublime pastore al lavoro nell'ovile.

Il disco lunare è reso di dimensioni enormi per rispettare l'illusione della "Luna grande all'orizzonte"¹⁴⁹, e di colore aranciato per via dell'estinzione atmosferica che disperde la luce ad alte frequenze lasciando indenni di più i colori caldi ... In questi due modi l'autore si dimostra scrupolosamente realista.

Non lo si può dire con certezza, ma guardando il dipinto (o almeno le migliori riproduzioni digitali disponibili in rete) si ha la precisa sensazione che anche Jean Francois Millet abbia colto quella rientranza nel terminatore che van Eyck aveva reso con tanta enfasi, facendo ritornare in pittura, in tutt'altro contesto culturale, quell'insolito effetto visivo del Mare della Tranquillità da cui prende spunto il presente lavoro.



Figura 18. Il dipinto *L'ovile, chiaro di luna* (*The Sheepfold, Moonlight*) di Jean Francois Millet, datato verso il 1872, mostra la Luna nella stessa fase della *Crocifissione* di van Eyck. Museo d'Orsay, Parigi.

¹⁴⁹ Tutti vediamo la Luna molto grande quand'è bassa sull'orizzonte ma si tratta di un'illusione ottica: non vi è nessun effetto di ingrandimento se non nella nostra percezione; le dimensioni della Luna sono anzi addirittura leggermente minori rispetto a quando si trova alta in cielo, in quanto essa risulta leggermente schiacciata in senso verticale a causa della rifrazione atmosferica.

12. Conclusioni

Affrontando lo studio della Luna di van Eyck abbiamo potuto constatare che il pittore fiammingo, nel dittico della Crocifissione e Giudizio Finale, esegue una rappresentazione estremamente accurata della Luna gibbosa calante in un tardo mattino, ritraendo con precisione le macchie dovute ai mari lunari, compresa l'impressionante indentellatura del terminatore determinata dal Mare della Tranquillità. Quest'ultima caratteristica così specifica induce a pensare che quella precisa fase lunare sia stata scelta apposta perchè potesse essere riconosciuta nel dipinto, a dimostrazione della precisione naturalistica e perizia dell'autore.

Ricorrendo ad una massiccia esperienza nel ritratto della Luna ad occhio nudo, illustriamo come non sia possibile confrontare il ritratto visivo con la fotografia astronomica, dato che le due tecniche portano a rappresentazioni inconciliabili delle caratteristiche visibili sul disco lunare, e che sia necessario invece valutare l'accuratezza di un disegno della Luna confrontandolo solo con un altro disegno, realizzato da un osservatore competente con modalità controllate.

La discussione delle tecniche per la ripresa ottimale dei dettagli lunari ad occhio nudo porta alla definizione del "miglior disegno possibile della Luna ad occhio nudo", che risulta fondamentale per la valutazione di ritratti lunari eseguiti in epoca pre telescopica, compresi quelli presunti antichi e preistorici. In particolare segnaliamo l'impossibilità, per l'occhio umano non aiutato da lenti, di osservare dettagli lunari quali la circolarità dei crateri o la presenza dei "raggi" da impatto dei crateri, la cui raggiera è visibile al massimo solo come indistinto aumento di luminosità della superficie lunare.

Per quanto riguarda il ritratto lunare di Leonardo del Codice Atlantico 674v, abbiamo mostrato che in nessun caso si tratta di un primo quarto bensì della ripresa della metà destra della Luna in una fase compresa tra il 10° e il 15° giorno, ritratta al suo sorgere e al tramonto del Sole.

Infine l'articolo riassume, in base alla bibliografia e alle notizie disponibili, l'intera cronistoria delle rappresentazioni della Luna in era pre-telescopica, inclusa la prima rappresentazione di un'eclissi totale di Luna nella storia dell'arte, riguardante l'evento del 13 luglio 1516, da parte di Sebastiano del Piombo.

BIBLIOGRAFIA

COLONA Paolo, 2022, Un'eclissi lunare nel 'Compianto sul Cristo morto' di Sebastiano del Piombo, in: "Atti del 24° Seminario di Archeoastronomia"; Edizioni ALSSA (Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici); Sestri Ponente (GE); 2022.

KOPAL Zdeněk, 1969, *The earliest maps of the Moon*; "The Moon", Volume 1, Issue 1; pp. 59-66.

MONTGOMERY Scott L., 1994, *The first naturalistic drawings of the Moon: Jan van Eyck and the art of observation*; in: *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 25, p.317-320; 1994.

PASACHOFF Jay M.; OLSON Roberta J. M.; 1999, Moon-Struck: Artists Rediscover Nature And Observe; in: "Earth, Moon, and Planets", 85, 303–341; 1999.

PASACHOFF Jay M.; OLSON Roberta J. M.; 2002, Comets, meteors, and eclipses: Art and science in early Renaissance Italy; in: "Meteoritics & Planetary Science" 37(11); November 2002; pp. 1563 – 1578.

PUMFREY Stephen; 2009, *Harriot's maps of the Moon: new interpretations*; in: "Notes & records of the Royal Society", Vol. 63, pp.163-168; 2009.

PUMFREY Stephen; 2011, *The Selenographia of William Gilbert: His Pre-Telescopic Map of the Moon and His Discovery of Lunar Libration*; *Journal for the history of astronomy*, v.42 no.2; pp.193 - 203; 2011.

REAVES Gibson; PEDRETTI Carlo; 1987; *Leonardo da Vinci's drawings of the surface features of the Moon*; *Journal for the History of Astronomy*; Volume 18, Issue 1; pp. 55-58.

TUCCI Pasquale; 2020; *Leonardo's and Galileo's drawings of the Moon*; in: "Atti del XXXIX Convegno annuale (Pisa, 9-12 Settembre 2019)"; Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia (SISFA).

WHITAKER Ewan A.; 1973; *Lunar Maps of the Seventeenth Century, by Omer van de Vyver*; in: *Journal for the History of Astronomy*, Vol. 4, p.140.

Atti del 26° Seminario di Archeoastronomia

Genova, 4-5 maggio 2024

© 2024 - Edizioni ALSSA

Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici,
con sede in La Spezia, c/o Luna Editore, via XXIV maggio 223.

mail: alssa1@libero.it

sito Web: www.alssa.it

ISBN – 979-12-985100-0-5

Tutti i diritti di traduzione, riproduzione e adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo, sono riservati.

Curatore del presente volume è

Giuseppe Veneziano, via Cascinetta 1/3, Ceranesi (Genova), vene59@libero.it .

Finito di stampare nel dicembre 2024