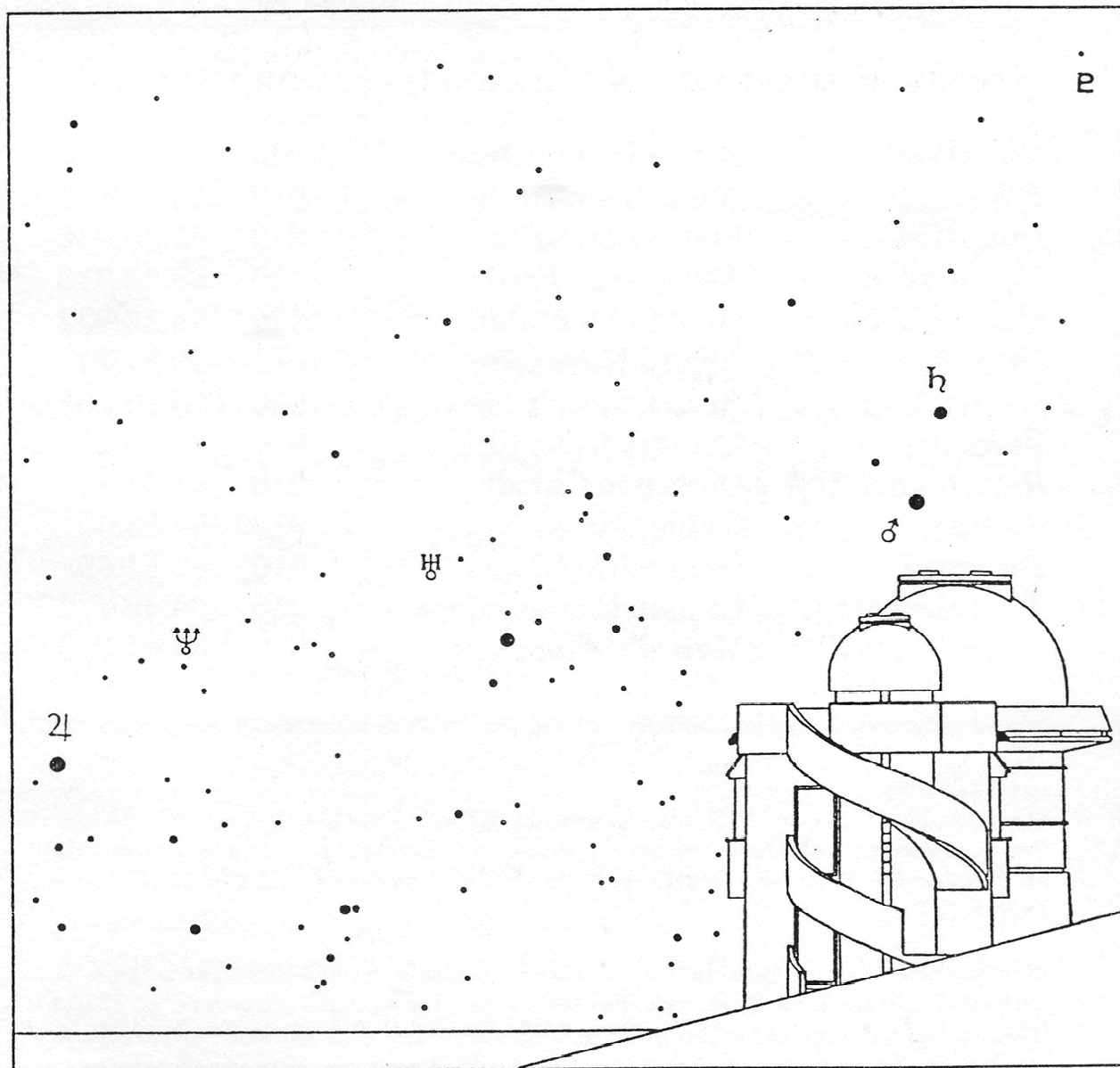


# OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI GENOVA

bollettino

Piazzetta dell'Università Popolare, 4  
16154 Genova - [www.oagenova.it](http://www.oagenova.it)



ANNO LII

N. 73

DICEMBRE 2023

UNIVERSITA' POPOLARE SESTRESE

**OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI GENOVA  
UNIVERSITÀ POPOLARE SESTRESE - APS**

**Latitudine Nord 44° 26' 03''  
Longitudine Est 08° 50' 13''  
Altitudine s.l.m. 124 m**

---

**Anno Accademico 2022-2023**

**CONSIGLIO DIRETTIVO**

<i>Direzione</i>	Enrico Giordano
<i>Segreteria</i>	Marco Bergami
<i>Tesoreria</i>	Renata Bobbio, Paolo Traverso, Alessandro Azzaro
<i>Biblioteca</i>	Anna Cadenasso
<i>Redazione</i>	Maurizio Casti
<i>Manutenzione</i>	Roberto Murgia, Lorenzo Condello
<i>Divulgazione</i>	Rinaldo Queirolo
<i>Didattica</i>	Evelyn Latini
<i>Ricerca</i>	Stefano Zottele, Giuseppe Veneziano

**COMITATO DEI PROBIVIRI**

Pietro Dacci  
Cristina Garrone  
Carlo Mereta  
Luca Barone

---

Il *Bollettino* dell'Osservatorio Astronomico di Genova è un supplemento al *Notiziario Culturale* dell'Università Popolare Sestrese - APS.



## INDICE

4	Editoriale	<i>G. Veneziano</i>
6	Attività sociale	<i>E. Giordano</i>
10	Verbale Assemblea Generale Ordinaria del 12 ottobre 2022	<i>R. Queirolo, M. Bergami</i>
18	L'eclisse: ovvero, mai disperare	<i>P. Planezio</i>
22	Due nuove immagini dell'esagono di Saturno prima del Voyager 1	<i>M. Codebò, H. De Santis</i>
25	La "Stella di Betlemme": un'ipotesi archeoastronomica	<i>G. Veneziano</i>
35	Energia del Sole: da dove viene?	<i>P. Planezio</i>
39	Iridi	<i>M. Martinelli</i>
40	XIX secolo: tanti cambi nella percezione dell'Universo	<i>E. Giordano</i>
47	L'eclissi di Luna del 4 marzo 2007: storia di un evento straordinario	<i>F. Acquarone</i>
60	Scrutando nell'oscurità	<i>M. Martinelli</i>
61	Risposta a domande: la variazione dell'obliquità sull'Eclittica	<i>G. Veneziano</i>
65	Le ore e gli orologi solari nei secoli	<i>F. Flora</i>
78	Dialogo tra la meridiana ed il viandante	<i>F. Flora</i>
82	Il viaggio stellare. Un poema cosmico e metafisico	<i>E. Giordano</i>
85	Astronomia scolastica ... e non solo	<i>P. P. Pedemonte</i>
87	Astrofotografia senza astro-inseguitore	<i>D. Nelli</i>
92	Sassi dal cielo	<i>R. Risso</i>
96	Il 25° Seminario di Archeoastronomia	<i>M. Terzo</i>

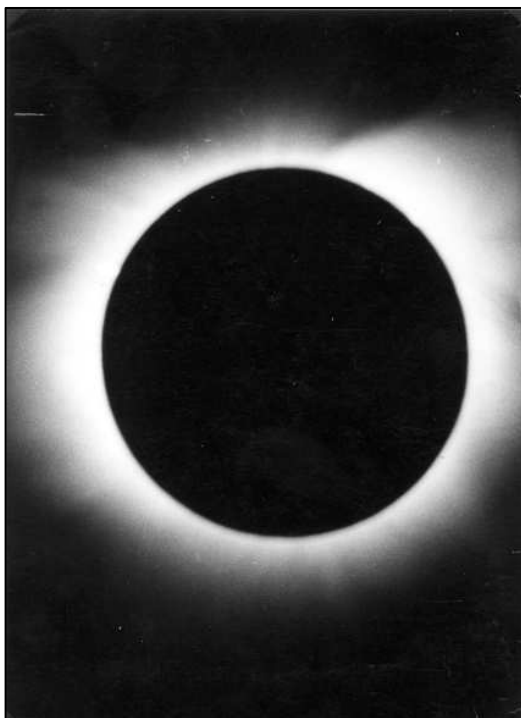
## EDITORIALE

*Giuseppe Veneziano*

*“Siamo tutti immersi nel fango, ma alcuni di noi guardano le stelle” (Oscar Wilde)*

Questa citazione riesce bene a rendere l'idea e il senso della nostra esistenza. Per molti la vita sul nostro pianeta è un vagare piatto, una sopravvivenza quotidiana senza stimoli interiori, ma atta solo a soddisfare i bisogni fisici primari. Per altri è una “finestra” per elevarsi dalla triste condizione umana ad una concezione tridimensionale del mondo fisico, in una sorta di timore reverenziale verso la maestosità dell'Universo che ci circonda. È questa consapevolezza interiore che stimola l'uomo ad andare avanti verso traguardi sempre più lontani ed ambiziosi. È questo l'ideale che spinse un gruppo di appassionati delle scienze astronomiche, poco più di 62 anni fa, a costituire in seno all'Università Popolare Sestrese, la Sezione Astrofili.

Era il 20 marzo del 1961. Già da tempo, nell'ambito dell'Università Popolare operavano alcuni soci che si interessavano di fotografia. Molti di loro si radunarono per osservare e fotografare un evento straordinario: l'eclissi di Sole del 15 febbraio 1961, nella cui fascia di totalità (la fascia di territorio in cui il Sole viene oscurato interamente) c'era anche la città di Genova. L'interesse che la popolazione dimostrò verso tale avvenimento e la maestosità stessa del fenomeno, spinsero tali appassionati a voler creare un nuovo gruppo in seno all'Università Popolare Sestrese.



*La fase di totalità dell'eclissi di Sole del 15 febbraio 1961 in una foto di Alfredo Tortonese.*

Poco dopo un mese, la sera di quel fatidico 20 marzo, alla presenza dei dirigenti del Sodalizio, fu nominato un Comitato Promotore, formato da Mario Brandolini, Gian Carlo Cazzolini e Alfredo Tortonese. Nasceva così la Sezione ‘Astrofilo’, che letteralmente significa “amici degli astri”. Lo scopo preposto di tale gruppo di appassionati era quello di attirare quanti erano interessati a questa scienza, mettendo a disposizione di tutti quelle conoscenze che fino ad allora erano state appannaggio di alcuni singoli. Ricorderemo che proprio in quegli anni era iniziata la corsa alla conquista della Luna. Il 12 aprile 1961, a bordo della Vostok 1, Jurij Gagarin era stato il primo uomo a volare nello spazio. Grande era quindi l’interesse del pubblico per le scienze spaziali ed astronomiche. Ma l’editoria in questi campi purtroppo non andava di pari passo. I libri che trattavano di astronomia si potevano contare sulla punta delle dita; molti di essi erano testi universitari, e quindi difficilmente fruibili dal grande pubblico, mentre pochi erano quelli che trattavano l’astronomia a livello divulgativo. Possiamo ben capire che per poter soddisfare le esigenze di coloro che avevano poche conoscenze della materia, ma che volevano apprendere, occorreva uno sforzo collettivo, che nel Ponente genovese fu incarnato dalla Sezione Astrofilo dell’Università Popolare Sestrese.

A tal fine, dal 30 maggio al 14 giugno 1964, nella sede dell’Università Popolare fu allestita una Mostra di Astronomia Pratica, che ebbe un enorme successo di pubblico, tanto che venne definita come «la prima manifestazione del genere che sia stata realizzata in Italia». Tale successo spinse questo gruppo di persone ad affermare il proposito di giungere a possedere un mezzo più efficace per l’osservazione del cielo e per poter meglio diffondere le conoscenze astronomiche. L’Università Popolare Sestrese raccolse il proposito degli Astrofilo e, nonostante l’assoluta mancanza di mezzi, promosse la costruzione dell’Osservatorio che oggi sorge alle pendici del Monte Gazzo, non lontano dal centro abitato. La sua edificazione, iniziata nel 1973, fu inizialmente portata avanti grazie al lavoro dei singoli soci, alle contribuzioni di comuni cittadini e negozianti, e con i tempi che le poche finanze permettevano, fino a che l’Università Popolare non riuscì ad interessare al progetto l’Officina Comunale, che col suo intervento completò la struttura che fu inaugurata nel 1984, alla presenza dell’allora sindaco di Genova, Fulvio Cerofolini.

Da quel momento l’Osservatorio (che dal 1992, in mancanza di un’analogo struttura sul territorio comunale, aveva assunto la denominazione di Osservatorio Astronomico di Genova) cominciò ad essere al servizio di cittadinanza e scolaresche, organizzando periodicamente visite guidate con osservazione al telescopio (interamente autocostruito) degli oggetti celesti, corsi per neofiti e per insegnanti, mostre fotografiche e strumentali, senza trascurare tra l’altro la ricerca scientifica.

Dal 21 maggio dello scorso anno, la struttura dell’Osservatorio si è arricchita di un Planetario, la cui costruzione ha messo in evidenza la stessa dedizione che contraddistinse la nascita della prima edificazione. Con l’utilizzo di questo nuovo supporto tecnologico, la divulgazione e la didattica hanno avuto un nuovo impulso, facendo conoscere la nostra struttura ben al di là dell’ambito cittadino o regionale. E il prossimo anno ci vedrà sicuramente tutti impegnati a commemorare degnamente un’altra ricorrenza, un’altra pietra miliare nella storia della nostra Associazione: 1984-2024, il quarantennale dell’inaugurazione del nostro Osservatorio!

Molto tempo è trascorso da quel lontano 20 marzo 1961, quando tutto è iniziato. Gran parte di coloro che hanno promosso la nascita della Sezione Astrofilo sono ormai scomparsi. Ma non sono scomparsi quegli ideali e quei valori originari che, a distanza di 62 anni, vengono portati avanti ancor oggi con passione, impegno e competenza da coloro che ne hanno raccolto l’eredità.

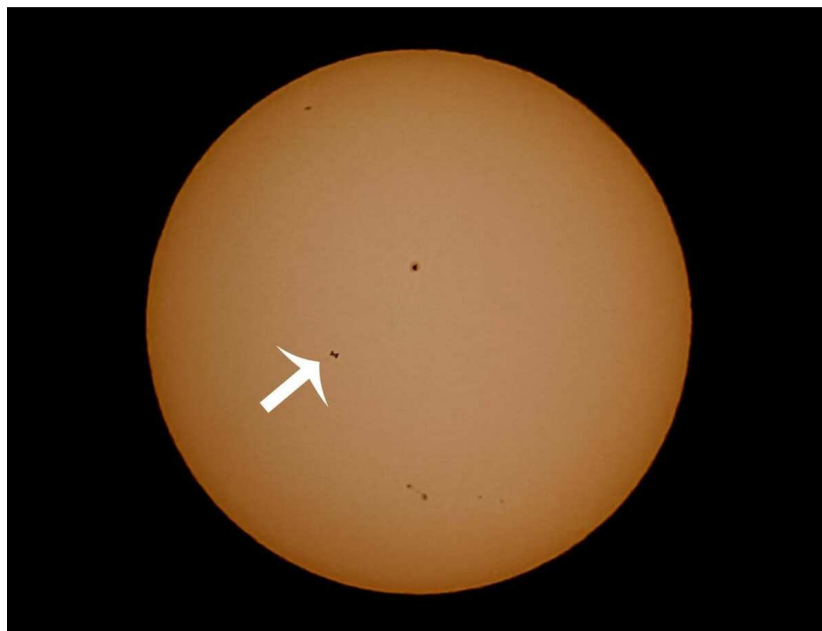


## ATTIVITÀ SOCIALE

*Enrico Giordano*

L'anno accademico 2022-2023 ha avuto il suo fulcro nella sinergia di utilizzo dell'Osservatorio con il Planetario didattico, inaugurato il 21 maggio 2022. Sono state svolte numerose attività, rivolte al pubblico, alle scuole, a gruppi ed associazioni, favorite dalla possibilità offerte dal Planetario e dal prosieguo di rapporti di collaborazione con associazioni ed enti esterni. Le attività istituzionali svolte, oltre alle numerose aperture pubbliche ed alle attività svolte con le scuole del territorio, possono essere così elencate:

14 ottobre 2022      Ripresa fotografica del transito della ISS (Stazione Spaziale Internazionale) sul Sole, effettuata dai soci Lorenzo Condello e Michele Terzo (immagine sotto).



22 ottobre 2022      Conferenza dal titolo: *“La speranza arriva dallo spazio?”*, tenuta da Enrico Giordano, in collaborazione con l'Associazione UCAI, presso i locali della “Società Ligure di Storia Patria” al Palazzo Ducale di Genova.

25 ottobre 2022      Osservazione dell'eclisse parziale di Sole dall'Osservatorio Astronomico.

03 novembre 2022    Inizia il Corso base di Astronomia, in 12 incontri che durerà fino al 18/02/2023.

05 novembre 2022    Conferenza dal tema: *“Destinazione stelle”* con l'ingegnere aerospaziale Andrea Ferrero, presso Villa Durazzo Bombrini.

- 18 novembre 2022 Partecipazione all'evento "Monte Gazzo, il monte dei bambini, 2022" con visita al Planetario delle scolaresche in cammino.
- 03 dicembre 2022 Partecipazione al bando "Aspettando il Natale" in collaborazione con l'Associazione ASCOVIL, con visita all'Osservatorio e visita presso le Ville di Cornigliano, con illustrazioni a carattere mitologico.
- 28-29 gennaio 2023 Aperture pubbliche in occasione del transito della cometa C2022 E3 (ZTF), la cosiddetta "cometa di Neanderthal").



- 04 febbraio 2023 Partecipazione con conferenza all'evento presso il Centro Civico Buranello nell'ambito degli eventi denominati "Il male di vivere", organizzati da Design of the Universe e dedicati alla figura di Fedor Michajlovic Dostoevskij.
- 09 febbraio 2023 Organizzazione della conferenza "Nuclei galattici attivi" con l'astrofisica e cosmologa Ilaria Viale presso l'auditorium della ex manifattura tabacchi.
- 23 febbraio 2023 Organizzazione della conferenza "Buchi neri e onde gravitazionali" con l'astrofisico Fiodor Sorrentino, presso Villa Durazzo Bombrini.
- 10 marzo 2023 Conferenza dal titolo "XIX secolo: tanti cambi nella percezione dell'Universo", tenuta da Enrico Giordano presso i locali dell'associazione "Polaris".
- 06 maggio 2023 Partecipazione alla XXIV "Festa della speranza" organizzata dall'associazione "Terre des Hommes".
- 6-7 maggio 2023 Organizzazione del XXV Seminario di Archeoastronomia presso la sede UPS, in collaborazione con l'Associazione ALSSA.
- 12 maggio 2023 Visita presso l'Osservatorio dell'Antola.
- 20-21 maggio 2023 Partecipazione alla sagra organizzata dalla Società Operaia Cattolica di Borzoli.

- 25 maggio 2023 Organizzazione della conferenza “Universo oscuro” con l’astrofisico Lorenzo Pizzuti, presso la sede dell’Università Popolare Sestrese.
- 27 maggio 2023 Presentazione di “OAGino”, la mascotte dell’Osservatorio, presso il planetario.
- 29 giugno-2 luglio Partecipazione al “Festival dello spazio 2023” di Busalla (GE).
- 07 luglio 2023 Serata osservativa il località Costa di Orero, Comune di Serra Riccò (GE).
- 08 luglio 2023 Uscita in mare con battello dell’Associazione “Consortio Liguria via mare”.
- 16 luglio 2023 Serata osservativa con musica e sangria presso l’Osservatorio con “Asini e basilico” e con “Andrea Mora & swing trio”.
- 05 agosto 2023 Partecipazione con osservazione alla serata organizzata da ASDEC Benessere presso il colle del Melogno nel comune di Calizzano (SV).
- 10 agosto 2023 Partecipazione con osservazione alla serata organizzata da ASDEC Benessere presso Cascina Salvega nel Comune di Casella (GE).
- 11-13-14-15 agosto Uscite in mare con battello dell’Associazione “Consortio Liguria via mare”. Il penultimo dei quali in collaborazione con “Cele & Pizz di Melody on Time” e di Sara Corona.



- 16 agosto 2023 Serata osservativa “Melody on time” con osservazione, racconti e musica a Palo Sassello (SV) presso il B&B “L’assiolo”.
- 17 settembre 2023 “Musica e Stelle”, serata osservativa con musica e apericena presso l’Osservatorio con “Asini e basilico” e con “Andrea Mora & Swing Trio”.





E inoltre:

- Attività didattiche PCTO (percorsi trasversali per l'orientamento – ex alternanza scuola-lavoro) con i licei scientifici Fermi e Lanfranconi.
- Completamento delle attività connesse ai bandi regionali area “Giovani” ed area “Azioni di contrasto della povertà educativa”.

Queste ultime due attività in particolare costituiscono una novità rispetto al passato, sono in linea con le finalità culturali dell'associazione ed hanno sempre suscitato reazioni positive presso i fruitori. Fra le attività interne si segnala l'iniziativa recente di incontri serali in Osservatorio finalizzati all'autoistruzione nell'uso degli strumenti, che è sicuramente da proseguire proprio per soddisfare le esigenze appena espresse. Anche la fotografia digitale costituisce un'attività interna in espansione, che costituisce un filone di ricerca sicuramente percorribile e promettente in termini di risultati. L'augurio è che anche le altre attività di ricerca, vale a dire lo studio dell'attività solare e l'archeostronomia, possano coinvolgere un maggior numero di soci.



*Un momento della manifestazione “Musica e Stelle” del 17 settembre 2023.*

# VERBALE DELL'ASSEMBLEA GENERALE ORDINARIA DEL 12 OTTOBRE 2022

*Rinaldo Queirolo, Marco Bergami*

Si è svolta il giorno 12 ottobre 2022, dopo regolare convocazione, l'assemblea generale dei soci dell'Osservatorio Astronomico di Genova. L'ordine del giorno era il seguente:

1. Elezione del presidente e del segretario dell'Assemblea
2. Relazione morale del direttore dell'Osservatorio
3. Relazione economica del tesoriere uscente
4. Discussione e votazione delle relazioni
5. Proposta di Soci Onorari
6. Elezioni a scrutinio segreto del direttore dell'Osservatorio e degli altri incarichi sociali
7. Discussione e delibera dell'importo della quota sociale
8. Programma per l'anno accademico 2022/2023
9. Varie ed eventuali

L'assemblea ha avuto luogo in doppia modalità: in presenza, nella sede dell'Università Popolare Sestrese, piazzetta dell'Università Popolare, Genova Sestri Ponente e in videoconferenza tramite piattaforma *Google Meet*.

Soci presenti *di persona o per delega*: Enrico Giordano, Mauro Badi, Luca Barone, Marco Bergami, Retata Bobbio, Maurizio Casti, Lorenzo Condello, Pietro Dacci, Evelyn Latini, Franco Mulato, Pierpaolo Pedemonte, Pietro Planezio, Rinaldo Queirolo, Alessandro Rolla, Fabio Sofia, Paolo Traverso, Danilo Viscardi, Marco Andrea Risso, Roberto Risso, Michele Terzo, Stefano Zottele.

Soci presenti *a distanza*: Cristina Garrone, Alessandro Zingale.

Presente non votante anche la futura socia Martina Nacucchi.

Alle ore 18:15 ha inizio l'assemblea.

## **1. ELEZIONE DEL PRESIDENTE E DEL SEGRETARIO DELL'ASSEMBLEA**

Si votano Rinaldo Queirolo e Marco Bergami rispettivamente come Presidente dell'Assemblea e Segretario.

## **2. RELAZIONE MORALE DEL DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO, ENRICO GIORDANO**

L'anno accademico 2021-2022 ha avuto il suo fulcro nella realizzazione del planetario didattico, inaugurato il 21 maggio 2022. Osservo fin da subito che questo pesante ma appagante impegno, pur se unito agli strascichi delle restrizioni imposte dalla pandemia da COVID-19, non ha comunque condizionato più di tanto il regolare svolgimento delle altre attività associative.

Si sono registrati 34 soci nuovi e 34 soci confermati, oltre a 6 soci onorari, denotando quindi un aumento rispetto allo scorso anno (erano rispettivamente 20 e 30), probabile conseguenza della buona



riuscita delle attività svolte, della qualità delle attività proposte e della capacità di pubblicizzare l'Associazione.

Le attività istituzionali svolte possono essere così elencate:

- Evento teatrale “Ad Martem - Un viaggio inaspettato”, con Denise Trupia e Giulia Bassani, tenutosi il giorno 23 ottobre 2021 presso il teatro “San Giovanni Battista”, come apertura dell'anno accademico. Voglio ricordare che questo evento ha potuto avere luogo grazie all'impegno ed alle capacità di Evelyn Latini e Maurizio Casti.
- Corso base di astronomia, in 12 incontri, dal 04 novembre 2021 al 17 febbraio 2022.
- Nottata osservativa della cometa Leonard il 27 novembre 2021.
- Organizzazione della conferenza del dirigente ESA Tommaso Parrinello presso Villa Durazzo Bombrini dal titolo “I cambiamenti del pianeta Terra visti dallo spazio” il giorno 04 dicembre 2021.
- Conferenza dal titolo “La stella dei Magi – Un approccio storico e scientifico” degli archeoastronomi Giuseppe Veneziano (OAG) e Mario Codebò presso i locali UPS il 18 dicembre 2021.
- Organizzazione della conferenza del giornalista scientifico Antonio Lo Campo e dell'ingegnere spaziale Luigi Bussolino, presso Villa Durazzo Bombrini, dal titolo “Spazio made in Italy” il giorno 26 marzo 2022.
- Partecipazione alla XXIV “Festa della speranza” organizzata dall'Associazione “Terre des Hommes” il giorno 07 maggio 2022.
- Visita in osservatorio del gruppo “Silent book” il giorno 07 maggio 2022.
- Organizzazione del XXIV Seminario di Archeoastronomia presso la sede UPS, i giorni 14 e 15 maggio 2022, in collaborazione con l'Associazione ALSSA.
- Incontri di mitologia col teatro Akropolis il 07 marzo 2022, il 22 aprile 2022 ed il 20 maggio 2022.
- Incontri con serate osservative presso il ristorante “Il rifugio” sito al Colle del Melogno, comune di Calizzano (SV), nei giorni 14 giugno 2022 e 15 luglio 2022, oltre ad un ulteriore incontro previsto per il 03 settembre 2022 poi annullato.
- Visita in osservatorio del gruppo “Mytrekking” il giorno 26 giugno 2022.
- Partecipazione al “Festival dello spazio 2022” di Busalla (GE) dal 30 giugno 2022 al 03 luglio 2022.
- Serata osservativa presso il castello di San Cipriano il giorno 08 luglio 2022.
- Visita in Osservatorio del gruppo “Curiosando Genova” il giorno 22 luglio 2022.
- Partecipazione all'evento “(G)astronomie” presso il castello di Moncalieri nei giorni 23 e 24 luglio 2022.
- Serata osservativa a Voltaggio in occasione della “Notte Bianca” il 27 agosto 2022.
- Partecipazione con osservazione nel giorno 11 settembre 2022 alla passeggiata con cena “Forte in bag stellare” organizzato da “Adaxio Experience” presso le alture fortificate di Genova.
- Serata osservativa dal titolo “Racconti stellari: storie mitiche sulla volta celeste”, con Sara Corona, Lorenzo Pizzuti e Matteo Benedetto il giorno 16 settembre 2022.
- Tre uscite in mare con battello con l'associazione “Consorzio Liguria via mare” nei giorni 9, 10 e 16 agosto 2022, con successiva visita in osservatorio dei membri dell'associazione il 6 settembre 2022.
- Due incontri con la Comunità Educativa Territoriale CET Giotto di Genova Sestri Ponente nei giorni 5 e 26 agosto 2022.
- Visita in Osservatorio del gruppo “Erzelli toasters” il giorno 31 agosto 2022.

- Visita in Osservatorio del gruppo “Curiosandoagenova” il giorno 2 settembre 2022.
- Visita in osservatorio del gruppo del battello “Over the rainbow” il giorno 5 settembre 2022
- Apertura di OAG in coincidenza dell’evento denominato “International Observe the Moon Night” il giorno 1 ottobre 2022.
- Visita in osservatorio di gruppo con soggetti sordi il giorno 08 ottobre 2022.

Rispetto allo scorso anno sono inevitabilmente diminuiti gli incontri in remoto con altri gruppi, primo fra tutti “SpaceIsCool”, a causa del decadere delle restrizioni sanitarie che hanno indotto a dare la priorità alle attività in presenza. Ciò nonostante rapporti di collaborazione sono continuati con vari gruppi ed associazioni, fra cui “Le Nane Brune” e “Gruppo Astrofili Polaris”. Con questi ultimi in particolare si è stipulato un patto di collaborazione con la possibilità di svolgere congiuntamente attività di comune interesse.

Alle attività citate si sono aggiunte numerose aperture pubbliche dell’Osservatorio, da alcuni mesi aumentate da una a due al mese, vale a dire una in occasione della Luna al primo quarto ed una in occasione della Luna Nuova per una migliore osservazione degli altri oggetti celesti. Sono continuate anche le attività con gli istituti scolastici: a tal proposito è da registrare una sempre maggiore ritrosia dei docenti ad effettuare visite in fascia oraria non scolastica.

L’attività di realizzazione del planetario, come dicevo, è stata assai ampia ed impegnativa ed ha condotto ad un risultato importantissimo che sicuramente segna una svolta nel percorso storico dell’Associazione: proprio in forza delle sue difficoltà e della sua importanza, essa ha radunato il contributo di molti soci, che hanno finito per costituire un gruppo di persone affiatate che ha agito senza presunzioni e senza condizionamenti gerarchici, riproducendo ciò che fecero i soci degli anni ’70 e ’80 con la costruzione dell’edificio dell’Osservatorio.

La stessa ampia partecipazione di soci ha permesso di sviluppare sempre con buona riuscita tutti gli eventi prima elencati e le aperture per gruppi, cittadinanza e scolaresche: molte volte sono giunti apprezzamenti riferiti sia alla qualità scientifica di quanto proposto che all’entusiasmo ed affiatamento evidenziato dal gruppo.

È molto migliorata rispetto al passato la capacità di partecipare con successo a bandi pubblici, che risultano estremamente importanti sia per lo sviluppo delle attività sociali che soprattutto per il reperimento di fondi, che sono sempre di vitale importanza ma ancor di più lo sono in questo momento in cui risulta necessario coprire ancora buona parte delle spese maturate per la realizzazione del planetario. Voglio ricordare soprattutto la partecipazione a due bandi regionali, a cui OAG ha partecipato con ottima riuscita.

Molto positivo lo sviluppo delle attività di ricerca, che sono risultate incentrate soprattutto verso l’astrofotografia sviluppata soprattutto da Lorenzo Condello e Michele Terzo, che hanno realizzato fotografie meritevoli di ampia risonanza.

Segnalo anche gli ottimi rapporti intercorsi con gli esponenti del Municipio VI Medio Ponente, con cui si è instaurata reciproca di stima e collaborazione: ciò ha permesso di realizzare il basamento del planetario con fondi municipali. Attualmente la giunta è cambiata ma l’augurio è che i rapporti con essa possano continuare in modo altrettanto proficuo.

Complessivamente ritengo che lo scorso anno accademico sia stato estremamente positivo, grazie allo slancio ed all’affidabilità dei soci.

La situazione attuale suggerisce delle linee d’azione importanti per le attività future: la presenza del planetario, gli ampi rapporti con scuole di vario ordine e grado, la sempre maggiore visibilità dell’Associazione presso la cittadinanza e l’ampiezza dei rapporti con altri soggetti presenti nel mondo dell’astrofilia pongono la necessità di bene organizzare le attività associative.

Per lo sviluppo dei tre filoni (didattica, divulgazione, ricerca) ritengo che più che mai diventi necessaria un'azione di coordinamento delle risorse, la redazione di una manualistica sull'utilizzo della struttura e delle sue strumentazioni, la redazione di tracce che possano essere una guida per gli argomenti da esporre durante gli incontri col pubblico, in modo da poter condurre le attività senza sforzi inutili e consentendo a tutti i soci di svolgerle col giusto diletto che deve offrire un'Associazione culturale.

### 3. RELAZIONE ECONOMICA DEL TESORIERE USCENTE, RENATA BOBBIO

La contabilità annuale è stata registrata su diversi documenti ad opera di Enrico Giordano, Marco Bergami e Paolo Traverso, quindi occorrerà un incontro ad hoc per redigere un unico documento di bilancio.

A tal proposito, Traverso fa notare che è proprio la molteplicità delle fonti di flusso di cassa in ingresso e uscita a determinare una maggiore complessità del lavoro.

Giordano informa tuttavia che OAG ha avuto accesso al conto corrente di UPS e la possibilità di consultazione dell'estratto conto online, cosa che consente una notevole riduzione dei tempi di accesso alle informazioni relative. Il fatto di avere un conto corrente in condivisione non determina, per ora, una difficoltà insormontabile nell'attribuzione dei movimenti di denaro; in futuro si potrà valutare, nel caso, l'apertura di un conto corrente separato per OAG.

L'accesso al conto ha consentito la liquidazione del libretto di risparmio che OAG possedeva presso la Banca Passadore e che conteneva una liquidità pari a 1802,11 €; inoltre sul conto è stato fatto il versamento di 1600€, liquidità in contanti posseduta da Renata Bobbio e di provenienza dall'esercizio degli anni precedenti.

Dal rendiconto risultano in entrata 7957,06 € e in uscita 5698,12 €, pari ad un saldo attivo di 2258,94 € Sul conto corrente il totale delle entrate ammonta a 12027,81 €, quello delle uscite è 9219,00 €, pari ad un bilancio attivo di 2808,81€.

Sempre in entrata sono da riportare le quote provenienti da sottoscrizioni pubbliche (ancora da incassare) per un totale di 1561,00 €, mentre in uscita sono da riportare 4311,81 € in avere a Enrico Giordano per rimborsi.

Da UPS vi sono da considerare ancora le quote cinque per mille: 500,20 € per l'anno 2021 e 263,78 €. Infine occorre detrarre dal conteggio 645,00 € di cinque per mille del 6/10/2021, già conteggiati sotto altra voce.

In conclusione, il bilancio risulta essere il seguente:

Voce	Entrate	Uscite	Differenza
<b>Rendiconto</b>	7957.06€	5698.12€	2258.94€
<b>Conto corrente</b>	12027.81€	9219.00€	2808.81€
<b>Liquidità Renata</b>	1600.00€		1600.00€
<b>Libretto Passadore</b>	1802.11€		1802.11€
<b>Sottoscrizioni</b>	1561.00€		1561.00€
<b>Avere Giordano</b>		4311.81€	-4311.81€
<b>Pendenze UPS</b>	763.98€	645.00€	118.98€
<b>TOTALE</b>	<b>25711.96€</b>	<b>19873.93€</b>	<b>5838.03€</b>

Tra le uscite ancora da conciliare si riporta la realizzazione e la posa del bagno per disabili (dimensioni 2.20m x 2.40m) al costo di circa 4700 € (in pagamento a breve termine), la carpenteria per circa 11000 € (in pagamento rateizzato) e l'acquisto del planetario presso Paolo Candy ancora da pagare circa 15000 € (a rate in 4 anni).

#### 4. DISCUSSIONE E VOTAZIONE DELLE RELAZIONI

Ogni punto evidenziato dalla relazione del Direttore viene ampiamente discusso dai soci presenti in Assemblea.

Evelyn Latini descrive le attività di partecipazione a bandi e progetti. Principalmente OAG ha ricevuto introiti per la partecipazioni a:

- bandi regionali, nei quali la Regione fornisce sostegno alle Associazioni in ripresa dalla stato di emergenza COVID-19, tramite rimborso al 50% per spese legate ad attività col pubblico (vincolo: spese non legate a migliorie strutturali)
- manifestazioni di interesse, concretizzate in due attività (Progetto Giovani e Contrasto alla Povertà Culturale) che hanno portato alla definizione di una serie di appuntamenti al mercoledì pomeriggio su quattro tematiche.

Evelyn ricorda che in passato OAG ha partecipato anche ad un bando proposto dall'Associazione San Paolo che ha visto un notevole sforzo da parte di alcuni soci per la redazione dei documenti necessari, quindi consiglia la partecipazione ad un solo bando all'anno, purché sia presso un ente certificato e importante (che eroga cifre dell'ordine dei 10000 €).

Enrico Giordano ricorda che occorre effettuare alcuni interventi di manutenzione della struttura di OAG: il camminamento esterno alla cupola principale, in alcuni punti, è in fase di distacco, inoltre occorrerebbe certificare l'impianto elettrico.

Per quanto riguarda il bilancio di OAG, Paolo Traverso fa notare che sono stati elencati unicamente gli elementi di contabilità (flussi di cassa in ingresso e uscita), ma bisogna considerare che anche OAG è un'attività che, posta a bilancio, pesa molto di più rispetto ai debiti.

Rinaldo Queirolo introduce alcuni dei progetti per l'anno accademico 2022/2023 relativamente ai rapporti con gli istituti scolastici. Nell'ambito del progetto PCTO (ex Alternanza Scuola-Lavoro), in collaborazione con l'Istituto Lanfranconi (liceo scientifico), agli alunni di una classe III, OAG terrà una serie di lezioni teoriche incentrate sul tema della gravitazione, affiancate ad alcune di tipo pratico utilizzando i telescopi, il planetario e facendo orientamento. Occorre definire 2 giorni alla settimana con cadenza bisettimanale, tra le 17:30 e le 19:30; le lezioni teoriche si svolgeranno in sede UPS. Inoltre, due ragazze di classe V, parteciperanno agli incontri del corso di Astronomia e concluderanno con una relazione ai Soci OAG col duplice scopo di verificare il loro livello di comprensione degli argomenti trattati ed avere un *feedback* sull'operato dei divulgatori. Per queste attività la scuola richiede la nomina di due Soci quali *tutor* con cui interfacciarsi; sono nominati allo scopo Maurizio Casti (per la classe III) e Evelyn Latini (per le ragazze di V).

Per quanto riguarda le richieste di visita da parte di altre scuole, che stanno gradualmente aumentando, si conviene di proporre una mattina o un pomeriggio, in cui i Soci disponibili mostreranno la struttura di OAG, gli strumenti e il planetario, effettuando lezioni il cui contenuto sarà di volta in volta commisurato all'età dei visitatori.

Stefano Zottele propone di divulgare i lavori di ricerca sul Sole e in ambito Archoastronomia.

Queirolo presenta ai convenuti Martina Nacucchi, futura nuova Socia, che si occupa di comunicazione e grafica per professione e che ha già realizzato per OAG le nuove tessere associative e alcune locandine per eventi.

Per quanto riguarda il marketing, Roberto Risso propone di realizzare una breve sequenza video (circa 20 secondi), girata in osservatorio e da proporre al pubblico a scopo reclutativo.

Latini ricorda la necessità di provvedere alla manutenzione sia della struttura, sia degli strumenti e consiglia di riporre in luogo sicuro e non in vista, le dotazioni non in uso durante le aperture al pubblico. Franco Mulato e Enrico Giordano fanno presente che, tuttavia, non è consigliabile conservare la strumentazione al piano basso dell'osservatorio a causa della grande umidità dell'ambiente.

Queirolo suggerisce l'installazione di un monitor *touch screen* a parete con Stellarium di cui consentire l'utilizzo ai visitatori, similmente a ciò che è stato realizzato presso l'Osservatorio del monte Antola.

Evelyn propone di effettuare delle sessioni pratiche in cui il pubblico possa costruire qualcosa di personale: in questo modo il coinvolgimento risulta superiore.

Esauriti i punti di discussione, le relazioni vengono approvate all'unanimità.

## **5. PROPOSTA DI SOCI ONORARI**

Non sono pervenute all'assemblea proposte di nuovi soci onorari.

## **6. ELEZIONI A SCRUTINIO SEGRETO DEL DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO E DEGLI ALTRI INCARICHI SOCIALI**

L'assemblea conferma che quest'anno alcuni incarichi potranno essere ricoperti da due persone in sinergia e, con voto unanime, elegge le seguenti Cariche Sociali:

*Consiglio Direttivo:*

- *Direttore:* Enrico Giordano
- *Segretario:* Marco Bergami
- *Tesoriere:* Renata Bobbio + Paolo Traverso + Alessandro Azzaro
- *Bibliotecario:* Anna Cadenasso
- *Redattore:* Maurizio Casti
- *Responsabile per la Manutenzione:* Roberto Murgia + Lorenzo Condello
- *Responsabile per la Divulgazione:* Rinaldo Queirolo
- *Responsabile per la Didattica:* Evelyn Latini
- *Responsabile per la Ricerca:* Stefano Zottele + Giuseppe Veneziano

*Consiglio dei Proibiviri:*

- Pietro Dacci
- Cristina Garrone (uscente, da verificare la disponibilità alla nomina)
- Carlo Mereta (uscente, da verificare la disponibilità alla nomina)
- Luca Barone (disponibile alla nomina se necessario)

Enrico Giordano ricorda che certi compiti possono essere condivisi o riassegnati, al di là delle cariche sociali.

Come già in passato, Marco Bergami offre la sua collaborazione per la manutenzione del sito Web; Rinaldo Queirolo e Martina Nacucchi si fanno carico della pubblicazione sui social Facebook e Instagram; Luca Barone continua a gestire il canale Telegram.

## 7. APPROVAZIONE DELL'IMPORTO DELLA QUOTA SOCIALE

Le quote richieste negli ultimi anni erano pari a 50 € per i soci ordinari, e 40 € per i familiari (cioè per coloro che avevano un legame di parentela o convivenza con un socio, anche in atto di prima iscrizione).

Quest'anni si propone di diversificare la quota di iscrizione per gli studenti, definiti Soci Juniores, fissandola a 15 € e di ridurre la quota di socio ordinario a 30 € qualora l'iscrizione avvenisse dopo il 1° marzo 2023.

La tabella delle quote associative risulta quindi la seguente:

Socio	Quota annuale	Quota OAG	Quota UPS
<b>Ordinario</b>	50.00€	25.00€	25.00€
(dopo 1/3/2023)	(30.00€)	(15.00€)	(15.00€)
<b>Familiare</b>	40.00€	30.00€	10.00€
<b>Junior</b>	15.00€	10.00€	5.00€
<b>Onorario</b>	0.00€	0.00€	0.00€

L'assemblea approva il valore delle quote annuali.

## 8. PROGRAMMA PER L'ANNO ACCADEMICO 2022/2023

Il programma per il nuovo Anno Accademico si compone di:

- Corso di Astronomia: struttura confermata in 12 incontri, più un ulteriore incontro a data da destinarsi con argomento "Cenni di Coasmologia" a cura di Lorenzo Pizzuti (Osservatorio Astronomico della Valle d'Aosta e ricercatore presso l'Accademia delle Scienze di Praga. Gli incontri del corso, nonostante una graduale ripresa delle attività in presenza, avverranno in duplice modalità: dal vivo in sede a UPS o OAG e online tramite piattaforma *Google Meet*, in modo da consentire la partecipazione sia a chi avesse impedimenti, sia ai Soci Juniores, impegnati a scuola il giorno successivo. Da notare che da quest'anno *Google Meet* ha introdotto una limitazione al suo utilizzo nella versione free che non consente videoconferenze di durata superiore a 1 ora: occorre organizzare gli incontri del corso suddivisi in due videoconferenze; i Soci riceveranno il primo codice riunione del pomeriggio del giorno di corso ed il secondo in serata, durante lo svolgimento; una pausa del relatore consentirà ai Soci collegati di collegarsi alla seconda parte dell'incontro. Dopo il tesseramento, i nuovi Soci sono inseriti tra i contatti di OAG nel gruppo Astronomia\_22\_23 che consente di raggiungere ognuno di loro in modo immediato per ogni genere di comunicazione (via email, Meet, ecc.); inoltre verrà inviato loro un invito ad iscriversi alla piattaforma *Google Classroom* in qualità di studenti: in questo modo potranno essere condivisi i materiali del corso (dispense, filmati, animazioni, ecc.).
- Attività: come gli anni scorsi, si utilizzerà l'applicativo *Google Calendar* per tener traccia e condividere con tutti i soci la lista delle attività, tra cui le aperture pubbliche in corrispondenza

del sabato più adeguato in occasione del primo quarto di luna e dell'ultimo quarto o luna nuova, nel caso di osservazione del cielo profondo. La partecipazione ad ogni evento pubblico, come di consueto, verrà gestita tramite sito Web nella sezione "Eventi".

- Altri eventi ed attività:
  - o Incontri di approfondimento su argomenti proposti dai soci, una volta completato il Corso base di Astronomia.
  - o Incontri con le classi III dell'Istituto Lanfranconi per PCTO, che prevede un percorso di lezioni teoriche a tema "Gravitazione", affiancate da sessioni pratiche in Osservatorio e Planetario.
  - o Incontri con altre classi e istituti scolastici che lo richiederanno durante l'anno.
  - o Serie di attività estive in esterna ancora da definire.

## 9. VARIE ED EVENTUALI

Tra i punti di discussione affrontati al di fuori dell'ordine del giorno, si evidenziano i seguenti.

1. Informarsi relativamente alla copertura assicurativa furto/incendio estesa al planetario.
2. Chiedere preventivo per l'installazione di un sistema antifurto per le strutture.
3. Preparare un calendario o una pagina dedicata e protetta sul sito OAG in modo da tener traccia degli accessi all'Osservatorio.
4. Monitorare analogamente i movimenti degli strumenti dell'Osservatorio e delle persone che ne fanno uso.
5. Evelyn Latini ricorda ai soci che il proiettore del planetario è di proprietà di Marco Venturini (Phase Motion Control) ed è concesso in comodato d'uso gratuito ad OAG: occorre valutare in anticipo il da farsi nel caso l'oggetto venga reclamato dal proprietario, il quale, presso la Marina dell'Aeroporto di Genova, sta realizzando un nuovo edificio in cui ospiterà una sala planetario.

Alle ore 20:30, esauriti i punti all'Ordine del Giorno, l'Assemblea si scioglie.



## L'ECLISSE: OVVERO, MAI DISPERARE

*Pietro Planezio*

Durante una delle uscite in battello con il “Consorzio Liguria Via Mare”, si è parlato di eclissi di Sole e dissi di aver scritto un bell'articolo in proposito dell'eclisse totale di Sole dell'11 agosto 1999. Qualcuno chiese di poterlo leggere. Qualcuno ricorda l'eclisse totale di Sole di una ventina d'anni fa? Mezza Europa si spostò per poterla vedere. La fascia di totalità, larga un centinaio di chilometri, la attraversava da un capo all'altro. Risultò la più osservata della storia, anche se per la maggioranza dei casi si trattò solo di un “tentativo di osservazione” frustrato dal cielo nuvoloso. Ma in qualche posto si vide. Ecco il mio ricordo, ancora vividissimo dopo tanti anni!

Una decisione presa all'ultimo momento dopo tanti tentativi (non riusciti) di trovare un sostituto sul lavoro. Alla fine il tanto sospirato: “*Vai! Basta che ti togli dai piedi e la smetti, il tuo lavoro lo sbrighiamo noi*”. Un giro di telefonate, ed il risultato: l'unica possibilità è partire in auto e sperare per il meglio, 1500 km tra andare e tornare, nella seconda settimana di agosto. Tra caldo, traffico, ingorghi, contano quasi il doppio. In più la probabilità di cielo coperto di circa il 50%. Ma tant'è, ci si nasconde dietro un dito: se perdiamo l'eclisse, vediamo Salisburgo, che certo vale un viaggio anche più impegnativo. E allora via, armi e bagagli.

La partenza è ad un'ora raccapricciante per me: le 6 del mattino. Durante la prima parte del viaggio, forniamo un generoso contributo agli utili di TIM ed OMNITEL: (*Voi dove siete? ... Noi siamo qui ... ci vediamo qua ... ci vediamo là*). Il tutto per riuscire a perdersi e non incontrarsi all'ultimo appuntamento in Italia prima della divisione in due gruppi: uno diretto a Monaco, l'altro a Salisburgo. Un tempo alla partenza si diceva: “*Ci vediamo nel tal posto, chi arriva prima aspetta*”, e ci si trovava. (Richiamo ai Bei Tempi Andati, inevitabile passati i 50 anni). Il pranzo nell'autoporto di Vipiteno è un anticipo del tipo d'alimentazione che ci aspetta in Austria. Beati i serpenti, che possono stare anche un mese senza mangiare!

Arrivati in serata alla meta, un graziosissimo paesino dal nome impronunciabile vicino ad Attersee, perdiamo una buona mezz'ora per trovare il nostro albergo, vittime di una numerazione civica misteriosa. Le regole auree dicono: “*Entra in un bar e chiedi*”, semplice, no? Bisogna provare, in tedesco! Così rischiamo di perder cena, (Pare che siano tassativi: entro le 19 o saltare pasto). Ma va tutto bene, l'alberghetto è delizioso, lindo, ordinato. Nell'arte dell'accoglienza quanto abbiamo da imparare, noi liguri!

In serata, riceviamo il benvenuto climatico: un acquazzone per poco non coglie in pieno alcuni dei nostri usciti in passeggiata. E l'indomani, martedì, prove generali di eclisse. Nel posto prescelto (a Wyregg, dall'altra parte del lago, mezz'ora di auto), si montano gli strumenti e si fanno le simulazioni di quanto avverrà il giorno dopo.



Per fotografare le varie fasi, bisogna cambiare esposizioni e diaframmi diverse volte in tempi ristrettissimi. Una specie di Pit-Stop da Formula Uno, quindi bisogna provare, cronometro alla mano, tutte le sequenze (detto per inciso, col cielo completamente coperto). Beh, devo proprio dire che se anche non vedremo l'eclisse, lo spettacolo dato dai fotografi durante le prove valeva il viaggio. La moglie del "coordinatore" col cronometro in mano che scandisce le varie fasi, e gli operatori che simulano cambi di diaframma ed esposizione sulle macchine montate ma, quel che è più esilarante, anche su quelle che saranno montate solo l'indomani. Il tutto inframmezzato da rimproveri reciproci. Spettacolare! Un'ora di buonumore piovuta dal cielo.

Smontato il tutto, andiamo in gita a Salisburgo. Dopo 50 minuti di coda in auto per entrare in città, facciamo il giro turistico di un posto di una bellezza incredibile, sotto una maledetta pioggia battente che non molla un attimo. Dopo alcune piccole delusioni alimentari (una torta Sacher che di glorioso conservava solo il nome) con l'occhio all'orologio (ore 19, non dimenticare, altrimenti addio cena), un'altra ora di coda per uscire dalla città. Volata in autostrada, albergo ore 18,58. Fiuuu! Col morale sotto i piedi.

In serata, invece, il morale è alle stelle. Letteralmente! Un cielo terso, la notte buia, stelle cadenti, la Via Lattea nettissima. Montati gli strumenti nel cortile dell'albergo, facciamo osservazioni da favola fino a notte fonda. Francamente, ci voleva.

Ed eccoci a mercoledì mattina: prestissimo, tra le tapparelle filtra la luce inconfondibile del Sole. Però ... già verso le ore 8 una spessa coltre di nubi ha coperto tutto. Appuntamento, con la pioggia che pare appesa, alle 9,30 in un Internet Point (si dice così?) per vedere le ultime immagini dal satellite: niente, neanche spostandoci di qua o di là. Il tempo è compromesso un po' dappertutto, nel nostro raggio di possibilità. Tanto vale restare qui. Col morale addirittura sotto terra, torniamo nel posto prescelto per l'installazione degli strumenti.

Ora ... su una fascia di totalità che attraversa tutta l'Europa, larga un centinaio di chilometri e lunga diverse migliaia ... indovinate ... abbiamo scelto l'unico chilometro quadrato in cui venga chiesto di pagare per entrare! C'è la festa del Sole Nero, con salsicce e crauti, e sborsiamo cinquanta scellini a macchina. Proprio da ridere se, come pare, neppure vedremo l'eclisse.

Però installiamo tutto lo stesso: "*Spes ultima dea*", dicevano i Latini, frase usata per indicare che la speranza non viene mai meno, che si può sperare fino all'ultimo. Personalmente, propongo di rifare una bella prova generale, prima che cominci a piovere, così, solo per godermi ancora lo spettacolo. Attirandomi, mescolati agli scongiuri vari, inviti irripetibili sulla meta dei miei prossimi itinerari (vai di qua, vai di là, vai a fare questo, vai a fare quello).

Intanto il tempo si allarga un po'. Vuoi vedere che ... ma sì, sempre più tratti sgombri di nuvole arrivano e vanno. Il Sole si mostra a più riprese, sino a quando, ad un certo punto, esce dalle nuvole già coperto (dalla Luna) per un 10%.

Urla, voti di pellegrinaggio alla Madonna della Guardia, magari camminando sui ceci. Sempre meglio, i nubi passano veloci, ma la tendenza pare netta, il Sole è sempre più eclissato, il cielo sempre più sgombro. Altri nuvoloni arrivano da lontano, minacciosi, ma l'ottimismo cresce. Cominciamo proprio a crederci e adesso incitiamo il Sole alla voce: "Dai! Sbrigati, dai spettacolo finché dura il bel tempo, "facce vedè" prima che le cose volgano al peggio". E ... dopo un tempo di alti e bassi che pare eterno, finalmente, eccola, l'eclisse!

Pochi minuti prima della totalità una nuvoletta impalpabile si piazza davanti al Sole, permettendoci di guardare le ultime fasi senza gli occhialini appositi. Il cielo e le nuvole sono diventati di un color viola spettrale, non si muove una foglia; l'ultima falchetta diventa sempre più sottile, mentre la penombra cresce. Quando il Sole è ormai ridotto ad una esigua linea, mostra un profilo irregolare, dovuto alla sagoma dei monti della Luna che lo stanno coprendo.

Poi, succede in un attimo. Come se spegnessero la luce, viene notte. La falce esilissima, ma ancora abbastanza luminosa da rischiarare il cielo, sparisce, e la corona solare pare esploda. Un disco nero è comparso in cielo come dal nulla, e questo alone bianco attorno che sembra la criniera di un leone. Il cielo è buio, compaiono le stelle. Lontano, all'orizzonte si vede una specie di tramonto rosso, che si va spegnendo.



*Immagine della fase di totalità dell'eclisse totale di Sole dell'11 agosto 1999, ripresa da Pietro Lorenzini ad Aflenz (nei pressi di Kapfenberg, in Austria). La sovrapposizione del fotogramma permette di evidenziare l'estensione della tenue atmosfera solare, la cosiddetta "corona".*

Forse perché ormai disperavamo di vederla, forse per il viaggio, forse perché nel 1961 avevo 16 anni ed oggi 54, non saprei. Ma questa eclisse mi ha dato una sensazione che da quella passata non ricordavo. Due minuti che paiono un'eternità. Un po' ad occhio nudo, un po' con binocoli piccoli e grandi, un po' col telescopio, non si sa più come guardarla.

Con gli strumenti si intravedono dei puntini rossi radenti il disco nero della Luna: sono le eruzioni solari, spettacolo nello spettacolo. E poi il ritorno del Sole, prepotente, che si apre la strada tra il profilo frastagliato delle montagne lunari. Un bagliore vivissimo, chiamato, a ragione, "anello di diamanti". Riacceso l'interruttore, in un secondo è giorno. Gioia incontenibile, e, anche se "dopo" nessuno lo ammetterà, sono convinto che siamo in molti ad esserci commossi. Un "Ohhhh" riempie addirittura la vallata ....

Visto che abbiamo pagato, andiamo a mangiare le salsicce, e bere una birra con etichetta commemorativa speciale (ho ancora la bottiglia, da qualche parte). Questi due minuti hanno reso allegro anche il successivo giro turistico dei laghi ... naturalmente tutto sotto una pioggia battente!

Un'ora di sereno, proprio quando e dove ci serviva. Che fortuna sfacciata! Quelli andati a Monaco hanno avuto pioggia ed altri amici andati in Francia cielo coperto. Visto come è andato il viaggio di ritorno (acqua ininterrotta dal Brennero a Genova), viene da pensare che qualche Santo abbia deciso di favorirci. Beh, è proprio andata di lusso e tutto è bene quel che finisce bene. Come dice Woody Allen, dato che c'è la sinfonia Jupiter di Mozart (tanto per restare a Salisburgo) e, come diciamo noi, dato che ci sono alcune cosucce tra cui questi spettacoli della natura, veramente vale la pena di vivere.

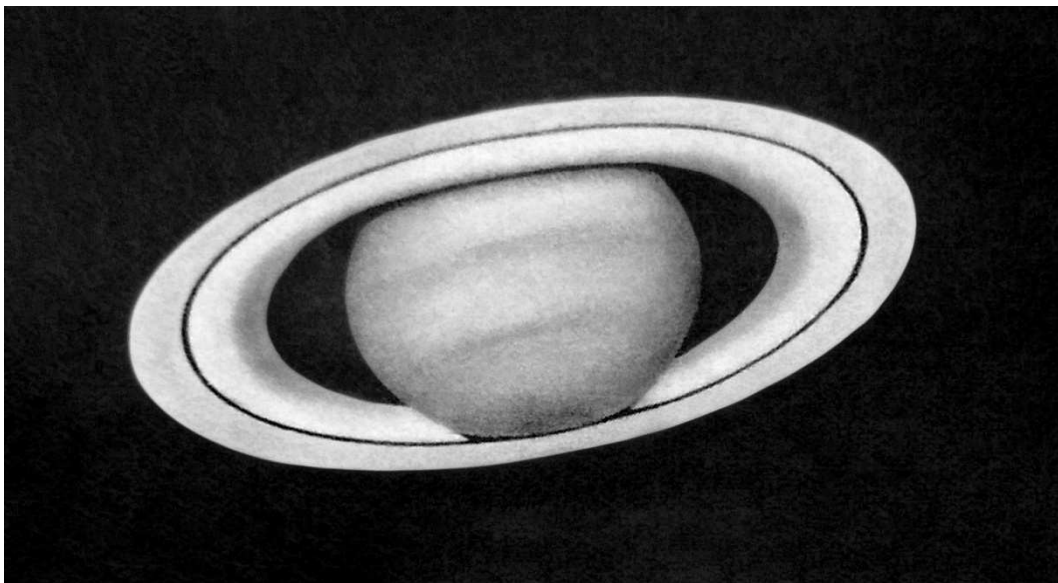


## DUE NUOVE IMMAGINI DELL'ESAGONO BOREALE DI SATURNO PRIMA DEL VOYAGER 1

*Mario Codebò, Henry De Santis*

In tre precedenti articoli (Ferreri, Codebò, Bubbi 2021a, 2021b, 2022) avevamo già segnalato come in una serie di disegni di Saturno, eseguiti dal 1898 in poi, due astronomi – Barnard e Antoniadi – disegnarono ripetutamente l'esagono al polo boreale di Saturno ben prima che esso fosse fotografato dalla sonda Voyager 1 nel 1981.

Nell'estate del 2022 Henry De Santis ne ha trovato un altro (vedi foto in [figura 1](#)) eseguito da Luigi Taffara la notte del 4 giugno 1929 al rifrattore da cm. 33 del Reale Osservatorio Astrofisico di Catania, che l'autore inserì, con altri tre disegni di date successive, non soltanto nell'Annuario 1938 dell'Osservatorio, ma anche in un raro estratto, dal titolo "*Il pianeta Saturno*", pubblicato nel 1937 dalla Scuola Salesiana del Libro, Catania (località Barriera), e cortesemente inviatoci in copia digitale dalla Biblioteca dell'Osservatorio Astronomico INAF di Brera. Nel disegno di Taffara si vede nitidamente una piccola struttura poligonale scura (della quale si distinguono quattro lati e tre angoli) al Polo Nord del pianeta ([figura 1-bis](#)). Come Barnard ed Antoniadi, anche Taffara non fa la minima menzione dell'esagono nel suo testo. Evidentemente gli autori o non si erano accorti della sua presenza (pur avendolo chiaramente disegnato) oppure preferirono sorvolare su qualcosa che era al limite della visibilità e di difficilissima, allora più di oggi, spiegazione. I quattro disegni di Taffara comparvero anche, ma graficamente meno nitidi, sui due seguenti libri di Giuseppe Armellini: *Astronomia e Geodesia*, Bompiani, 1941 e *I fondamenti scientifici dell'astrofisica*, Hoepli, Milano, 1953.



*Figura 1. Taffara 1929. Crediti: INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania e INAF-Osservatorio Astrofisico di Brera.*

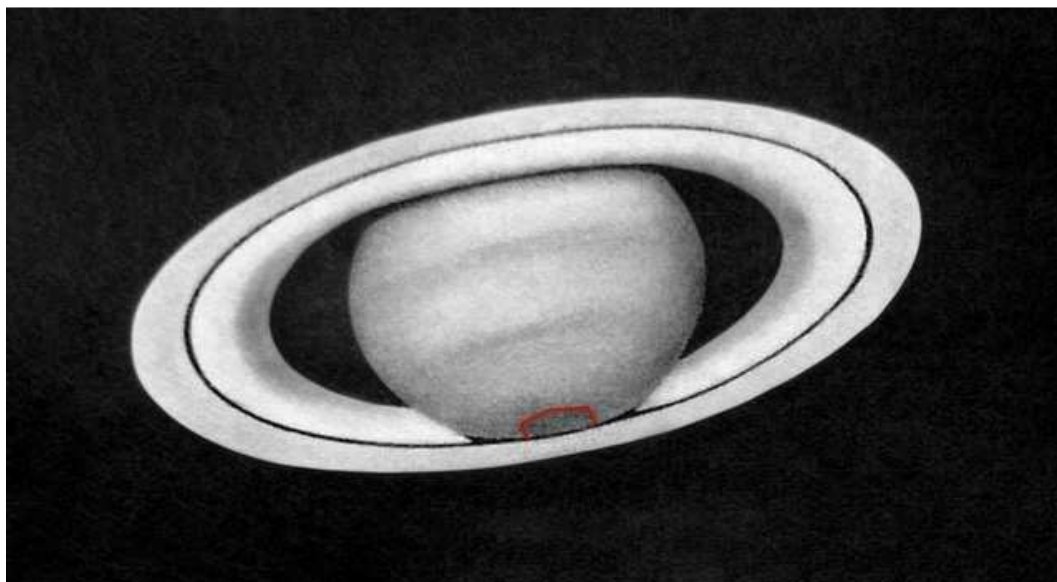


Figura 1-bis. disegno eseguito da Luigi Taffara nel 1929 in cui abbiamo evidenziato in rosso quattro lati e tre angoli dell'esagono (cortesia di Caterina Avanzino).

Nell'aprile 2023, mentre stavamo per consegnare il presente articolo, sempre De Santis ha trovato un altro disegno (figura 2) che riproduce molto chiaramente l'esagono boreale: si tratta della prima di copertina della II<sup>a</sup> edizione, del 1945, a cura di L. Gabba, del manuale Hoepli *Gravitazione* di G. B. Airy, già pubblicato – e tradotto in italiano da F. Porro – in prima edizione nel 1893, ma con copertina rigida non illustrata. Purtroppo questa seconda edizione 1945 non riporta alcun dato su chi, dove e quando abbia fatto questo disegno del pianeta, che però deve evidentemente essere precedente al 1945.

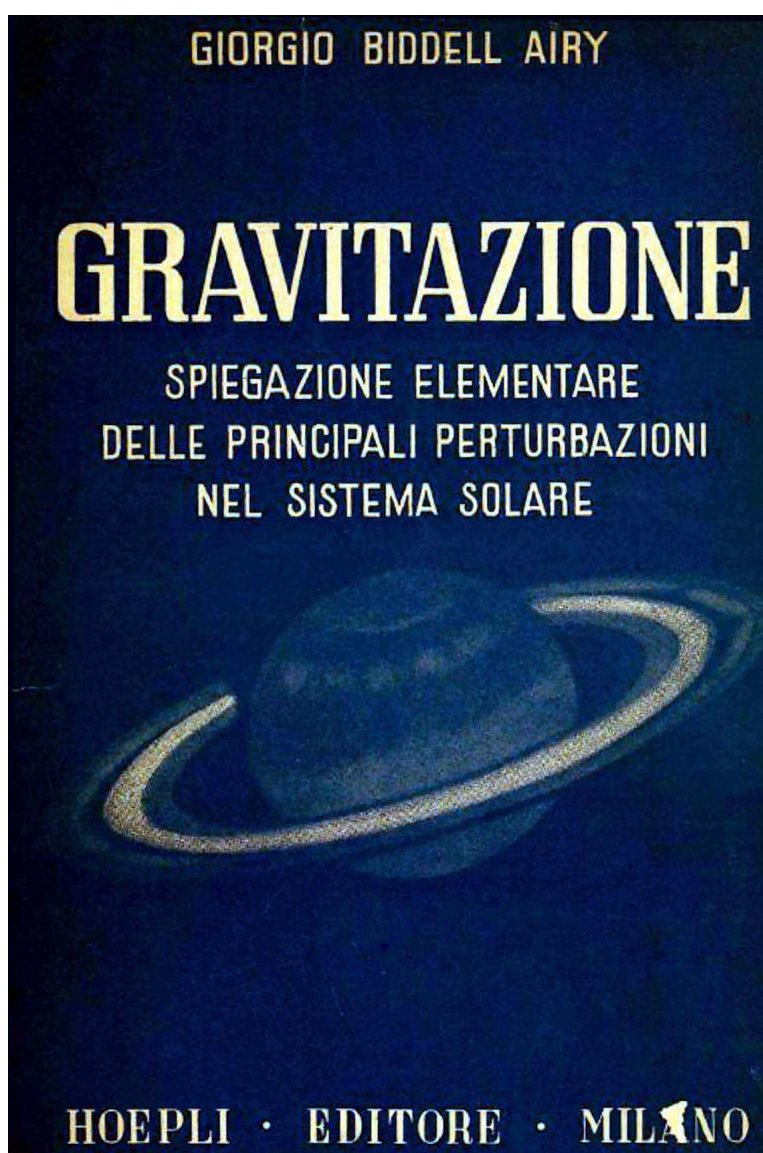


Figura 2



## Ringraziamenti

Sentiti ringraziamenti per l'assistenza fornitaci, la pazienza e le pagine di Taffara inviateci dobbiamo porgerli a:

dott.ssa Daniela Domina, dell'Osservatorio Astrofisico – INAF di Catania;

dott.ssa Agnese Mandrino, dell'Osservatorio Astronomico – INAF di Brera – Merate;

dott.ssa Luigia Maria Concetta Santagati, dell'Osservatorio Astrofisico – INAF di Catania.

Un sentito ringraziamento anche agli amici Barbara Bubbi, Walter Ferreri e Agostino Frosini per il supporto fornitoci.

Ringraziamo anche il fotografo Mauro Repetto per avere rielaborato più nitidamente l'immagine digitale del disegno di Taffara qui presentato.

## Bibliografia

FERRERI W., CODEBÒ M., BUBBI B. (2021a), *Immagini dell'esagono di Saturno prima del Voyager 1*, *Giornale di Astronomia*, vol. 48, n. 3, pp. 31 – 35.

FERRERI W., CODEBÒ M., BUBBI B. (2021b), *Images of the Saturn Hexagon before Voyager 1*, *Archaeoastronomy and Ancient Tecnology*, vol. 9, n. 2, <https://aaatec.org/documents/article/cm3.pdf>.

FERRERI W., CODEBÒ M., BUBBI B. (2022), *Immagini dell'esagono di Saturno prima del Voyager 1*, *Bollettino dell'Osservatorio Astronomico di Genova*, anno LI, n. 72, dicembre 2022, pp. 68-76.



# LA “STELLA DI BETLEMME”: UN’IPOTESI ARCHEOASTRONOMICA

*Giuseppe Veneziano*

## 1. Premessa

Questo enigmatico “astro”, del quale si parla nel Vangelo di Matteo al capitolo 2, ha rivestito da sempre un ruolo fondamentale nell’ambito dell’iconografia legata alle festività natalizie. Eppure, nonostante che esso appaia in ogni aspetto delle tradizioni popolari a rappresentare uno degli eventi più importanti della storia della Cristianità, la sua reale natura rimane tuttora avvolta come in una nebbia impalpabile, intrisa di misticità o relegata nell’ambito dei misteri della fede.

Quella che segue costituisce una sorta di analisi e di considerazioni relative ad una ipotesi presentata poco più di quindici anni fa dallo scrivente in collaborazione con Ettore Bianchi e Mario Codebò; ipotesi con la quale abbiamo voluto dare risposta alle numerose domande sollevate dalla lettura dei passi biblici relativi alla sua apparizione in cielo. Che cosa era in realtà la Stella di Betlemme? È esistita davvero? Fu un reale evento astronomico o è solo un elemento simbolico dell’iconografia cristiana? È possibile dare una spiegazione scientifica ad un evento che, per sua natura, ricade nel campo della fede?



*Figura 1. L’adorazione dei Magi nel mosaico del VI secolo di Sant’Apollinare Nuovo, nella città di Ravenna. Come si può notare in esso raffigurati tre personaggi che seguono una stella.*

## 2 Nascita di una nuova ipotesi sulla “Stella di Betlemme”

Una nuova ipotesi – sviluppata su un percorso lungo ed elaborato, frutto di ricerche multidisciplinari iniziate nel 2005 – è stata presentata ufficialmente dallo scrivente insieme a Ettore Bianchi e Mario Codebò al V Convegno della Società Italiana di Archeoastronomia (S.I.A.), tenutosi presso l’Osservatorio Astronomico di Brera (Milano) il 23 e 24 settembre 2005, in una relazione dal titolo: *Ipotesi astronomica sulla “Stella di Betlemme” e sulle aspettative escatologiche coeve nel mondo mediterraneo*. (Bianchi, Codebò, Veneziano 2005)

La struttura di questa nuova ipotesi, in realtà, prese forma qualche mese prima, durante l’VIII Seminario di Archeoastronomia dell’Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), tenutosi il 22-23 aprile 2005 presso l’Osservatorio Astronomico di Genova, quando gli autori presentarono in maniera indipendente due distinte relazioni che trattavano il tema della Stella di Betlemme: *La Stella di Betleem: realtà o fantasia?* (Veneziano 2005) e *Considerazioni astronomiche sulle aspettative messianiche giudaico-cristiane* (Codebò, Bianchi, 2005). Durante quel convegno, parlando con i miei due futuri coautori, feci loro notare che la “stella” descritta nel Vangelo di Matteo fu visibile solo ai Magi, e a nessun altro (Matteo 2:1-8). Questa affermazione sorprese molto i miei interlocutori e costituì il punto di partenza di una collaborazione pluriennale che dura tutt’ora, cosa che purtroppo non è molto usuale nel mondo accademico, dove ognuno si trincerava sulle sue posizioni e cerca di difendere le proprie idee da quelle degli “invasori”.

Dopo l’ufficializzazione della nostra teoria, i nostri ulteriori studi approfondirono gli argomenti correlati a questo evento: *Dalla Stella di Betlemme alla Creazione del Mondo* (2007), *Tempo della Creazione e Ciclo Precessionale nella Bibbia* (2010), *La precessione degli equinozi prima di Ipparco: dalla Stella di Betlemme alla creazione del Mondo* (Codebò 2012), *L’eclisse di Erode* (Veneziano 2015), *La Stella di Betlemme tra miracoli e portenti celesti* (Veneziano 2021).

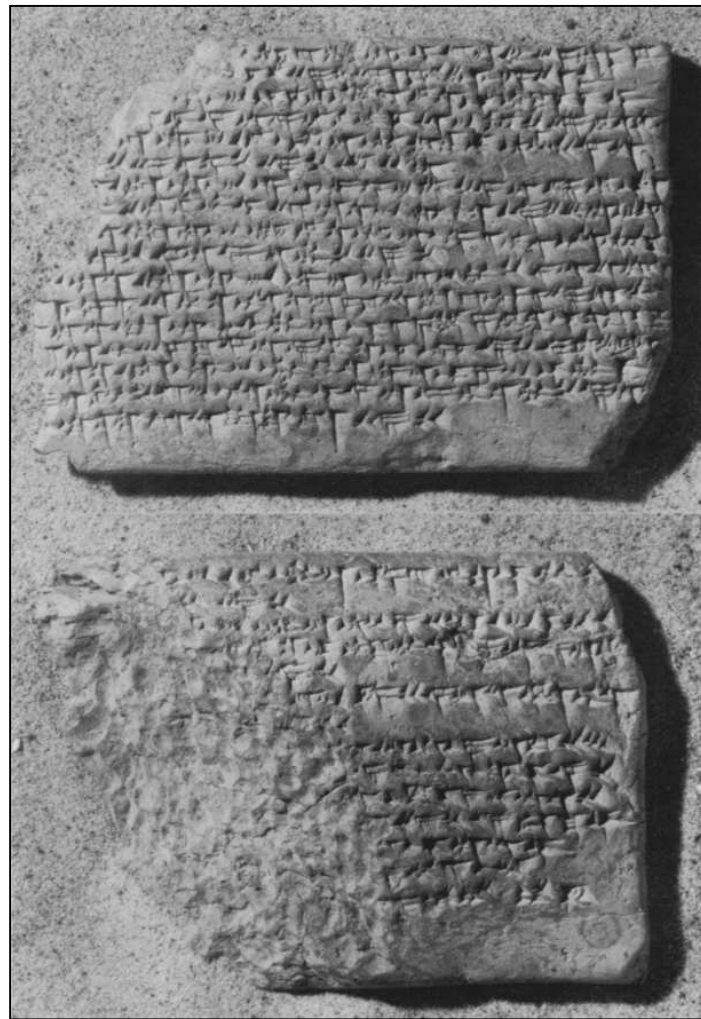
Secondo le nostre ricerche la “stella” descritta dall’evangelista non fu un vero e proprio oggetto celeste, quanto piuttosto una particolare configurazione planetaria interpretabile in chiave astrologica solo ed esclusivamente dai Magi, dal momento che – secondo il racconto di Matteo, come vedremo – quando questi si presentarono da Erode, egli era all’oscuro di quel segno nel cielo. In questo studio gli autori hanno fatto notare che la nascita di Gesù Cristo avvenne in straordinaria concomitanza con un evento astronomico-astrologico alquanto raro: una triplice congiunzione tra i pianeti Giove e Saturno in quella stessa costellazione in cui stava entrando il punto vernale o punto gamma. Proprio in quegli anni infatti il Sole al suo sorgere all’equinozio di primavera – evento che segnava l’inizio dell’anno civile in molte culture antiche – aveva lasciato la millenaria “Casa dell’Ariete” e stava entrando nella “Casa dei Pesci”. Questo cambiamento della costellazione in cui avveniva il sorgere del Sole all’equinozio di primavera, dovuto al fenomeno della Precessione degli Equinozi, avveniva dopo quasi 2150 anni dal cambiamento precedente. In termini puramente astrologici ciò significava che era finita un’Era (la cosiddetta Era dell’Ariete) e ne stava cominciando un’altra (l’Era dei Pesci), per cui era lecito attendersi l’avvento di un nuovo mondo, cioè una nuova società di pace e giustizia. Le testimonianze storiche riportate dagli autori hanno dimostrato come l’inizio di questa nuova Era fosse contestualmente caricata di forti aspettative e speranze, sia in ambiente giudaico-cristiano che pagano.

## 3. L’ipotesi di Keplero

L’ipotesi che una triplice congiunzione Giove-Saturno potesse essere alla base del fenomeno della “Stella di Betlemme” fu avanzata da Johannes Keplero nel 1614, nel suo trattato *De anno natali Christi*. Egli per primo segnalò che nel 7 a.C. vi fu per tre volte una congiunzione tra Giove e Saturno nella costellazione dei Pesci. Il fenomeno evidentemente aveva attirato l’attenzione anche degli



astronomi-astrologi persiani – tali infatti erano i Magi – che lo avevano previsto fin dall’anno precedente, come dimostrerebbe il ritrovamento della tavoletta BM35429, datata 8 a.C. (conservata al British Museum di Londra, [figura 2](#)) e ritrovatene copie in quattro siti diversi, fatto questo molto raro, il che segnala il loro interesse per questo fenomeno. (Sachs, Walker, 1984). Le triplici congiunzioni tra Giove e Saturno si ripetono circa ogni 120 anni, ma ci vogliono migliaia di anni perché questo avvenga nella costellazione corrispondente a quella dell’Era zodiacale. Un recente studio condotto da Mario Codebò ha dimostrato che tale fenomeno si è verificato soltanto otto volte nell’arco dei precedenti trentamila anni (Codebò 2020).



*Figura 2. Immagini fronte e retro della tavoletta in caratteri cuneiformi denominata BM 35429 e conservata al British Museum di Londra. (da: Sachs e Walker 1984)*

#### **4. Perché una nuova ipotesi sulla Stella di Betlemme?**

Ma, allora, perché una nuova ipotesi sulla Stella di Betlemme? L’ipotesi presentata da Keplero, pur dando una spiegazione razionale a quell’evento biblico-astronomico, non si rivela esaustiva nel dare spiegazione di quel fatto anomalo che viene narrato nel Vangelo di Matteo 2:1-8, e che vogliamo qui riportare nei suoi aspetti salienti:

“Essendo Gesù nato a Betlemme di Giudea ai giorni del re Erode, ecco, degli astrologi [i Magi] vennero da luoghi orientali a Gerusalemme, dicendo: “Dov’è il re dei giudei che è nato? Poiché vedemmo la sua stella<sup>1</sup> [quando eravamo] in oriente e siamo venuti a rendergli omaggio.” (Matteo 2: 1-2, TNM)<sup>2</sup>

Il termine “*in oriente*”, che deriva da una traduzione letterale del testo greco “*εν τη ανατολη*” (*en ti anatoli*), secondo alcuni studiosi, tra cui il celebre archeologo biblico William Foxwell Albright (Albright 1940), potrebbe celare un significato più profondo. Esso potrebbe anche significare “*alle prime luci dell’alba*” o “*nelle luci dell’aurora*” ponendo così in evidenza **quando** la stella era osservabile più che **dove**: cioè all’alba, al sorgere eliaco. Ma continuiamo nel racconto evangelico ...

La notizia dell’arrivo in città di personaggi di alto lignaggio, quali dovevano essere i Magi, i quali andavano in giro per Gerusalemme a fare domande sulla nascita di un nuovo re in Giudea, arrivò ben presto alle orecchie del re Erode. Tale notizia dovette turbarlo profondamente. La nascita di un nuovo re tanto potente avrebbe potuto rappresentare per lui la perdita di tutti quei privilegi acquisiti durante anni di stretta collaborazione con i Romani. Chiamati a sé gli scribi e i sacerdoti egli domandò loro dove doveva nascere il Messia. Essi, facendo riferimento alla profezia riportata nel libro del profeta Michea 5:2, identificarono il luogo nella piccola città di Betlemme di Giuda<sup>3</sup> (l’attuale Beit Lahm o Bet Lehem posta a 9 km S-SO di Gerusalemme):

“Udito ciò, il re Erode si agitò, e con lui tutta Gerusalemme; e, radunati tutti i capi sacerdoti e gli scribi del popolo, domandava loro dove doveva nascere il Cristo. Essi gli dissero: “A Betlemme di Giudea; poiché così è stato scritto dal profeta: ‘E tu, Betlemme del paese di Giuda, non sei affatto la [città] più insignificante fra i governatori di Giuda; poiché da te uscirà un governante, che pascerà il mio popolo, Israele’. Allora Erode, chiamati in segreto gli astrologi, si informò accuratamente da loro circa il tempo della comparsa della stella; e, mandandoli a Betlemme, disse: “Andate e fate un’attenta ricerca del bambino, e quando l’avrete trovato fatemelo sapere, affinché anch’io vada a rendergli omaggio” (Matteo 2: 3-8)

Questi eventi narrati da Matteo pongono una serie di riflessioni, che sono poi quelle che mi hanno spinto a parlarne con i miei colleghi e collaboratori, Bianchi e Codebò. Riflessioni che hanno dato il via a questa nuova ipotesi sulla Stella di Betlemme. Mi sono chiesto: « Se la stella era un oggetto chiaramente visibile da tutti nel cielo, o – come riporta l’apocrifo del II secolo d.C. noto come **Protovangelo di Giacomo** al capitolo 21 – era “*una stella grandissima che splendeva tra le altre stelle e le oscurava, tanto che le stelle non apparivano più*”, come mai solo i Magi avevano visto quel segno nel cielo? Come mai a Gerusalemme nessuno l’aveva notata, tanto da far trasecolare i saggi e gli eruditi della corte di Erode alla notizia della sua presenza? »

---

<sup>1</sup> Sia il termine ebraico *Kohkhàv* che quelli greci *astèr* e *àstron*, si riferiscono in maniera generica a qualsiasi corpo celeste luminoso nel cielo, senza distinzione tra stelle o pianeti. Solo per il Sole e per la Luna vengono usati dei nomi specifici. Nel caso del Vangelo di Matteo il termine greco qui usato per descrivere l’oggetto è *astèr*.

<sup>2</sup> Tutte le citazioni bibliche riportate in questo testo, ove non diversamente specificato, si rifanno alla *Traduzione del Nuovo Mondo delle Sacre Scritture* (TNM 1987, versione con riferimenti) che a parere dello scrivente rispecchia più fedelmente il significato originale del testo greco. Esso può essere confrontato con quello della *The Kingdom Interlinear Translation of Greek Scriptures* (KIT 1985), una traduzione interlineare (parola per parola) dal greco all’inglese. I riferimenti di entrambe le versioni sono riportati in bibliografia. In questo testo, il termine originale greco *μαγοι*, *Magòi*, (= Magi o Maghi), viene reso più correttamente “astrologi”. Secondo lo storico greco Erodoto (V secolo a.C.) i Magi erano in origine una delle sei tribù in cui si era diviso il popolo del Medi (I, 101). Successivamente, presso i Persiani il nome aveva assunto il significato generico di “sacerdoti”. Ma di questo se ne discorrerà più approfonditamente in seguito.

<sup>3</sup> O “*Betlemme di Giudea*”. Per distinguerla da un’altra città con lo stesso nome e sita nel territorio della tribù di Zabulon (menzionata in Giosuè 19: 10, 15 e identificata con l’odierna Bet Lehem Ha-Gelilit, in Galilea, a circa 11 km O-NO da Nazareth). Quella di Giudea veniva chiamata anche *Betleem Efrata* (vedi Genesi 35: 16, 19 e 48:7; Michea 5:2).

A questo riguardo, se si tiene conto del fatto che i Magi altro non erano che astronomi-astrologi persiani, è chiaro che il fenomeno da loro osservato doveva quindi essere importante dal punto di vista astronomico-astrologico ma non certo eclatante se visto da una persona normale. Da perfetti studiosi e conoscitori dei fenomeni celesti quali erano, allo scopo di trarne previsioni, essi avevano visto in questo segno astronomico più un significato simbolico che un significato reale, mentre a livello popolare esso poteva passare inosservato.

Ecco pertanto, che l'ipotesi della triplice congiunzione Giove-Saturno proposta da Keplero quasi 400 anni fa, pur dando una spiegazione razionale a quell'evento biblico-astronomico, non rispondeva a questa ulteriore domanda, che mai nessuno si era posto prima o alla quale – perlomeno – nessuno si era mai accinto a dare una spiegazione plausibile. L'ipotesi astronomica di Bianchi-Codebò-Veneziano sulla natura della Stella di Betlemme, coniuga tutti gli eventi celesti proposti da Keplero con il fenomeno della Precessione degli Equinozi, che provoca il lento cambiamento delle costellazioni equinoziali (e solstiziali) nel corso di migliaia di anni. (Veneziano 2021)

Perché questa scelta? Due soli “oggetti celesti” sono “invisibili” ai profani, ma sono invece “ben visibili” a chi sa dove cercarli: sono i due luoghi puntiformi dell'intersezione dell'eclittica con l'equatore celeste: il punto equinoziale di primavera (punto gamma) ed il punto equinoziale d'autunno (punto omega):

- il punto equinoziale di primavera; detto anche *punto vernale* o *punto gamma* ( $\gamma$ , per la sua somiglianza col simbolo astrologico dell'Ariete  $\text{♈}$ ) o, ancora, *primo punto d'Ariete*. È il punto della sfera celeste dove sorge prospetticamente il Sole all'equinozio di primavera. In questo momento dell'anno il Sole, visto da Terra, passa “salendo” dall'emisfero celeste australe a quello boreale.
- il punto equinoziale d'autunno; detto anche *punto omega* ( $\Omega$ , per la sua somiglianza col simbolo astrologico della Bilancia  $\text{♎}$ ) o *punto della Bilancia*. È il punto della sfera celeste dove sorge prospetticamente il Sole all'equinozio d'autunno. In questo momento il Sole, visto da Terra, passa “scendendo” dall'emisfero celeste boreale a quello australe.

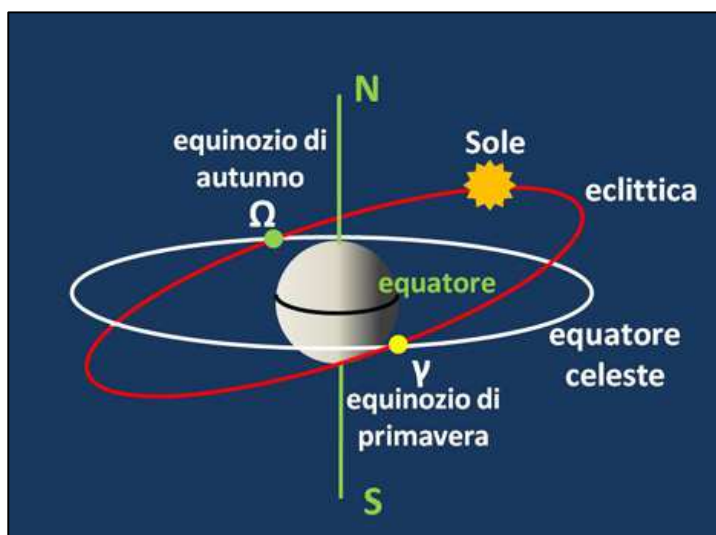


Figura 3. I punti equinoziali costituiscono i due luoghi puntiformi d'intersezione tra l'eclittica (cioè il piano dell'orbita terrestre, in rosso) e l'equatore celeste (cioè la proiezione dell'equatore terrestre sulla sfera celeste, in bianco). Essi si incontrano in due punti: il punto vernale o Punto  $\gamma$  (Punto detto “d'Ariete”) all'equinozio di primavera, e il punto  $\Omega$  (detto anche “della Bilancia”) all'equinozio d'autunno.

Nella realtà, i termini *Punto d'Ariete* e *Punto della Bilancia*, sono definizioni improprie, perché il punto  $\gamma$  e il punto  $\Omega$  erano rispettivamente nelle costellazioni di Ariete e Bilancia più di 2000 anni fa (come è possibile notare da manufatti dell'epoca, vedi [figura 3](#)), ma oggi essi ricadono rispettivamente nelle costellazioni dei Pesci e della Vergine. Infatti tali punti astronomici non sono fissi (come avviene nelle tavole degli oroscopi astrologici), ma sono dotati di un movimento precessionale retrogrado complessivo annuo pari a  $0^{\circ}00'50,290966''$  (al 2000.0J), che permette ad essi di percorrere:

- l'intera eclittica in senso retrogrado in circa 25770 anni;
- ciascuna stazione zodiacale (fissata arbitrariamente in  $30^{\circ}$  ognuna) in circa 2147,5 anni;
- $1^{\circ}$  in circa 71,6 anni.

I punti equinoziali  $\gamma$  e  $\Omega$  sono impercettibili ad occhio nudo e rilevabili solo tramite strumentazioni particolari, ed a causa della loro natura puntiforme e del loro moto sono spesso assimilati ancora oggi a due stelle reali ma invisibili. Proprio intorno agli anni in cui nacque Gesù, dopo circa 2147,5 anni dall'Era zodiacale precedente, la precessione generale li aveva spostati dalle precedenti costellazioni dell'Ariete e della Bilancia a quelle nuove in cui si trovano tutt'oggi: i Pesci e la Vergine. Era così praticamente finita un'era e ne stava cominciando un'altra.



*Figura 4. Globo celeste di provenienza ignota (II secolo a.C. – I secolo d.C.?) nella Collezione Kugel a Parigi (Francia). La sfera, in argento, ha un diametro di 6,3 centimetri e denota una buona conoscenza del cielo da parte di chi lo ha fatto (da: Kugel 2002). Nel cerchio rosso è evidenziato l'incrocio delle linee rappresentanti l'eclittica (linea inclinata) con l'equatore celeste (linea piana): in altre parole il punto del cielo dove sorgeva il Sole all'equinozio di primavera (punto gamma, punto vernale), che in quell'epoca era nella zampa dell'asterismo rappresentante la costellazione dell'Ariete. Ancora oggi questo punto immaginario viene detto "punto d'Ariete", anche se in realtà, a causa della Precessione degli Equinozi, esso è ormai posizionato nell'attigua costellazione dei Pesci che si intravede poco più in basso, sul bordo a sinistra, accanto l'Ariete.*

Dal punto di vista astrologico era quindi lecito attendersi l'avvento di un nuovo ordine di cose. Questo passaggio dei punti equinoziali dalle rispettive costellazioni a quelle nuove, era quindi interpretabile come il segnale di un cambiamento politico, sociale e religioso. Per ciò che attiene alla simbologia cattolico-cristiana le due nuove costellazioni zodiacali erano pregne di significato. Il Pesce fu considerato uno dei primi simboli cristiani per eccellenza. Lo stesso Gesù ne fece un uso figurativo: costituì i suoi discepoli "pescatori di uomini" (Vangelo di Marco 1:17) e paragonò i giusti a pesce eccellente, e i malvagi a pesce inadatto che viene gettato via (Vangelo di Matteo 13:47-50). Ricordiamo infine la miracolosa moltiplicazione dei pani e dei pesci (Matteo 14:13-21; Marco 6:30-44; Luca 9:10-17; Giovanni 6:1-13). Il secondo simbolo, quello della Vergine, viene usato dagli evangelisti Matteo e Luca che, richiamandosi alla profezia di Isaia 7:14, usano il termine greco *παρθένος* (*parthénos*) per indicare la nascita del Messia Gesù, da una Vergine rimasta incinta per opera dello spirito santo di Dio (Matteo 1:18-25; Luca 1:26-35).

Ma quando avvenne l'entrata dei punti equinoziali  $\gamma$  e  $\Omega$  rispettivamente nelle costellazioni dei Pesci e della Vergine? Utilizzando due diversi software, lo *Starry Night Pro Plus* della canadese Imaginova e *Solex* di Aldo Vitagliano (Università di Napoli, Federico II), è possibile affermare che il punto vernale  $\gamma$  entrò nella costellazione dei Pesci intorno al 51 a.C., dando così inizio all'Era Zodiacale dei Pesci, e il punto autunnale  $\Omega$  entrò nella costellazione della Vergine intorno al 16 a.C. (Barale, Veneziano 2019, pp. 229-232). Quindi, la triplice congiunzione Giove-Saturno del 7 a.C. che avvenne nella nuova costellazione zodiacale dei Pesci fu per i Magi il segno inequivocabile che qualcosa di nuovo stava per avere inizio per la società umana.

## 5. Chi erano i Magi?

Come si è già anticipato nella "nota 2", secondo Erodoto essi erano una delle sei tribù in cui si era diviso il popolo dei Medi e che, successivamente, presso i Persiani il nome aveva assunto il significato generico di "sacerdoti". Un rinomato dizionario biblico riporta quanto segue: "[I Magi] asserivano di interpretare i sogni, e avevano l'incarico ufficiale dei sacri riti ... erano, in breve, la classe dotta e sacerdotale, e avevano, si supponeva, l'abilità di trarre dai libri e dall'osservazione delle stelle una percezione soprannaturale di eventi futuri ... Ricerche successive tendono a considerare Babilonia piuttosto che la Media e la Persia il centro dell'attività dei Magi. In origine i sacerdoti Medi non erano chiamati Magi ... Dai Caldei ereditarono tuttavia il nome di Magi riferito alla casta sacerdotale, e così si spiega quanto dice Erodoto secondo cui i Magi erano una tribù della Media."<sup>4</sup>

I Magi erano quindi sacerdoti e astrologi, secondo alcuni studiosi provenienti dalla città di Sippar, dove esisteva una rinomata scuola di astrologia. Sia ben chiaro, non erano dei ciarlatani, come gli odierni compilatori di oroscopi, ma prima di tutto erano assidui osservatori del cielo e dai suoi fenomeni cercavano di trarre presagi. Un testo arabo, conservato alla *Laurenziana* di Firenze li ricollega al culto di Zarathustra, fondatore della dottrina del mazdeismo, del magismo e delle pratiche esoteriche. Questo collegamento viene confermato da un testo apocrifo risalente al medioevo, il cosiddetto "Vangelo Arabo sull'Infanzia del Salvatore" dove si legge: "Nato il Signore Gesù a Betlemme di Giuda, al tempo del re Erode, ecco che dei Magi vennero a Gerusalemme, come aveva predetto Zaradusht, portando seco dei doni ...". A ragione dunque Giustino Martire, Origene e Tertulliano, nel leggere il passo riportato nel Vangelo di Matteo 2:1, considerarono i *magò*i degli astrologi. Lo stesso Tertulliano nella sua opera *De Idolatria*, al capitolo IX, scrive: "Conosciamo la mutua alleanza fra magia e astrologia. Gli interpreti delle stelle furono dunque i primi a ... presentare [a Gesù] doni." (figura 5).

<sup>4</sup> J. C. Müller in: *The Imperial Bible-Dictionary*, a cura di P. Fairbairn, Londra, 1874, vol. II, pag. 139.





Figura 5. Lastra di chiusura del loculo di Severa, in marmo bianco. È conservata in Città di Vaticano, Museo Pio Cristiano, numero di inventario 28594. Oltre ad un augurio di vita eterna per la defunta Severa (“Vivi in Dio”), vi è una ricca decorazione incisa raffigurante, a sinistra, il ritratto della fanciulla che tiene in mano un rotolo (volumen), segno di sapienza, e, a destra, l’adorazione dei “tre re magi” raffigurati in abiti orientali con i mantelli gonfiati dal vento, a simulare il movimento, che vengono condotti dalla stella sino a Maria, seduta su un seggio di vimini, che tiene in braccio il piccolo Gesù che si protende a ricevere i doni. Dietro il seggio il profeta Balaam che indica la stella, alludendo al compimento della profezia messianica riportata in Numeri 24, 17: “Una stella spunterà da Giacobbe, uno scettro sorgerà da Israele”.

Queste caratteristiche dei Magi, pongono in realtà una contraddizione tra il testo biblico e l’iconografia natalizia. Quest’ultima, vede la stella come un segno divino, mandato da Dio a guidare i Magi affinché potessero andare a rendere omaggio a suo figlio Gesù. Eppure in tutte le Sacre Scritture l’astrologia viene considerata una pratica abominevole, demonica. Come potevano conciliarsi quindi le due cose ?

L’astrologia è essenzialmente politeistica. Trova la sua origine in Mesopotamia, dove si credeva che ciascuna sezione dei cieli fosse controllata da dèi diversi. Ogni movimento astrale o fenomeno celeste era attribuibile alla volontà di questi dèi. Tutto ciò contrastava apertamente con i precetti della religione ebraica, basata su una teologia rigorosamente monoteistica, dove l’astrologia, la divinazione, le pratiche occulte e magiche erano il collegamento con il mondo demonico. Le Sacre Scritture sono permeate da questo vigoroso messaggio (si veda a titolo d’esempio Deuteronomio 18:9-12 e Isaia 47:13-15). Questo ragionamento ci conduce ad una domanda: se l’astrologia era considerata da Dio e dai profeti della Bibbia come una pratica altamente sacrilega, perché Dio avrebbe affidato a degli astrologi un segno nel cielo per evidenziare la nascita di suo figlio Gesù sulla Terra?

In realtà il ragionamento logico farebbe supporre che i Magi, guidati secondo questa ipotesi, dal movimento della triplice congiunzione in cielo nella costellazione dei Pesci (la nuova costellazione zodiacale in cui, come si è visto, era appena entrato l’equinozio di primavera, il punto  $\gamma$ ), si diressero semplicemente dall’oriente verso occidente; in tale direzione la città maggiormente degna di nota della Giudea era proprio Gerusalemme, ed è lì che i Magi avrebbero potuto ottenere le ulteriori informazioni che gli servivano per proseguire il loro viaggio e giungere alla presenza del *Saošyant*.

Chi era il *Saošyant*? I Magi erano una casta sacerdotale dello Zoroastrismo o Mazdeismo, una rara religione monoteistica per quel tempo, il cui testo sacro è l’Avestā e la morale è molto simile a quella cristiana. Anche nel Mazdeismo esiste una figura simile al Messia: il *Saošyant*. Esso era destinato a nascere da una vergine alla fine dei 12000 anni di durata della creazione di Ahura Mazdā, quando il male sarebbe sembrato trionfare sul bene per volontà di Angra Mainyu (una figura molto

simile al Satana ebraico), e a condurre il popolo dei devoti di Ahura Mazdā attraverso l’Ayah o giudizio finale. Anche il Saošyant quindi sarebbe dovuto nascere da una vergine, rappresentata proprio da quella costellazione dove, dal 16 a.C., era appena entrato il punto equinoziale autunnale  $\Omega$ . Quindi, in base a questi elementi astrologici, è più plausibile che i Magi siano andati a Betlemme, non a cercare il Messia, ma il Saošyant (come già scritto nel 1933 anche dal gesuita Giuseppe Messina nel suo libro *I Magi a Betlemme ed una predizione di Zoroastro*). 12000 anni prima – tanti quanto durava la creazione di Ahura Mazdā – la situazione astronomica era invertita: l’equinozio di primavera era in Vergine e quello d’autunno in Pesci.

Ma queste non sono le uniche incongruenze tra il racconto biblico e la tradizione iconografica. Quest’ultima menziona infatti “tre Re Magi”, ma:

- Matteo non menziona mai che fossero “tre”.
- Non menziona neanche che fossero “re”.
  - Non li menziona mai per nome.

Matteo parla dei Magi al plurale, ma senza menzionarne il numero e senza affermare che fossero re persiani, come qualcuno sostiene. In effetti queste idee si diffusero a partire dal VI secolo, grazie ad una versione armena che riprendeva la storia della natività e che per prima menziona il numero dei Magi come pure i loro nomi (Melchiorre, Gaspare e Baldassarre, vedi [figura 1](#)). Inoltre, Matteo tace assolutamente sulla natura di questa “stella”, definendola genericamente col termine greco “*astér*” e non afferma mai in alcun modo che essa fosse stata mandata da Dio o di averla vista personalmente, ma disse semplicemente che “*i Magi l’avevano vista*” quando erano ancora in Oriente (o l’avevano vista nell’Oriente, cioè al suo sorgere).

Quindi, alla luce dei fatti narrati nel Vangelo di Matteo su questo misterioso “astro”, appare sempre più plausibile che i Magi si siano incamminati verso la Palestina e la Giudea per credenze che già facevano parte del loro bagaglio culturale e religioso (perché ritenevano che lì dovesse nascere il predetto Saošyant) piuttosto che per la religione di un’altra terra ed una cultura fondamentalmente estranea alla loro. Si diressero verso la Palestina perché era astrologicamente correlata con la costellazione dei Pesci, all’interno della quale stava avvenendo la triplice congiunzione Giove-Saturno e nella quale era appena entrato il punto  $\gamma$ .

Figura 6. L’ipotesi presentata da Ettore Bianchi, Mario Codebò e Giuseppe Veneziano è stata oggetto di un documentario dal titolo: “*I Re Magi - La Vera Storia*” della Sydonia Production, andata in onda per la prima volta sul canale televisivo Focus, il giorno 5 gennaio 2017. È stata tradotta in varie lingue e presentata dall’anno successivo sulle piattaforme Discovery Channel.



## Bibliografia

ALBRIGHT, W. F., 1940, *The Archaeology of Palestine: From the Stone Age to Christianity*, Bulletin of the American Schools of Oriental Research, 1940, University of Chicago Press.

BARALE P. – VENEZIANO G., 2019, *Il cuore celtico dell'Augusta dei Taurini. Il ruolo dell'astronomia nella fondazione della Torino delle origini*, Araba Fenice Editore, Boves (Cuneo).

BIANCHI E. – CODEBÒ M., 2005, [Considerazioni astronomiche sulle aspettative messianiche giudaico-cristiane](#). In: Atti dell'VIII Seminario A.L.S.S.A. di Archeoastronomia, Genova 22-23 aprile 2005, pp. 82-94.

BIANCHI E. – CODEBÒ M. - VENEZIANO G., 2005, [Ipotesi astronomica sulla stella di Betlemme e sulle aspettative escatologiche coeve nel mondo mediterraneo](#). In: Atti del V Congresso Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia, Osservatorio Astronomico di Brera - Milano, 2005, pp. 9-28.

BIANCHI E. – CODEBÒ M. - VENEZIANO G., 2008, [Dalla stella di Betlemme alla creazione del mondo](#). In: Atti del IX Seminario A.L.S.S.A. di Archeoastronomia, Genova 31 marzo 2007, pp. 72-82.

BIANCHI E. – CODEBÒ M. - VENEZIANO G., 2010, [Tempo della creazione e ciclo precessionale nella Bibbia](#). In: Il cielo e l'uomo: problemi e metodi di astronomia culturale, Atti del VII Congresso Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia, ed. Società Italiana di Archeoastronomia, Roma, 2010, pp. 119-131, ISBN 978-88-904402-0-5.

CODEBÒ M., 2012, [La precessione degli equinozi prima d'Ipparco: dalla Stella di Betlemme alla creazione del mondo](#). In: Atti del I Convegno Nazionale di Archeoastronomia in Sardegna, "Cronache di Archeologia", vol. 9, Sassari, 2012, pp. 47-83, ISBN 978-88-89502-48-8.

CODEBÒ M., 2020, [Trentamila anni di Stelle di Betlemme](#), in: Atti del XXII Seminario ALSSA di Archeoastronomia, Osservatorio Astronomico di Genova.

KIT, 1985, *The Kingdom Interlinear Translation of the Greek Scriptures*, Watch Tower Bible & Tract Society of Pennsylvania, International Bible Students Association, New York.

KUGEL J., 2002, *Spheres: the Art of Celestial Mechanics*, Paris, pp. 22-27.

MESSINA G., 1933, *I Magi a Betlemme ed una predizione di Zoroastro*, Apud Pont. Institutum Biblicum.

SACHS A.J. - WALKER C.B.F., 1984, *Kepler's View of the Star of Bethlehem and the Babylonian Almanac for 7/6 B.C.*, IRAQ, vol. 46, n° 1 (Spring 1984), pp. 43-55, British Institute for the Study of Iraq.  
Reperibile sul sito Internet: [http://www.jstor.org/stable/4200210?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/4200210?seq=1#page_scan_tab_contents) .

TNM, 1987, *Traduzione del Nuovo Mondo delle Sacre Scritture*, (edizione con riferimenti), Congregazione Cristiana dei Testimoni di Geova, Watch Tower, Roma.

VENEZIANO G., 2005, [La Stella di Betleem: realta o fantasia?](#), Atti del VIII Seminario di Archeoastronomia ALSSA, Osservatorio Astronomico di Genova, 22-23 aprile 2005, pp. 52-81.

VENEZIANO G., 2015, [L'eclisse di Erode](#), Atti del XVII Seminario di Archeoastronomia ALSSA, Osservatorio Astronomico di Genova, 28-29 marzo 2015, pp. 75-115.

VENEZIANO G., 2021, [La Stella di Betlemme tra miracoli e portenti celesti. Cosa dice realmente la Bibbia su questo evento straordinario?](#), Circolare ALSSA, n. 35, novembre 2021.



## ENERGIA DEL SOLE: DA DOVE VIENE?

*Pietro Planezio*

Nell'Ottocento, un problema che angustiava tutti i fisici, e gli astronomi in particolare, era quale fosse la sorgente di energia del Sole. Mentre tutti i tasselli della fisica parevano andare a posto, dando risultati in linea con le aspettative, e prendeva sempre più consistenza il principio di conservazione dell'energia, non si riusciva proprio a capire come facesse il Sole a brillare.

Oramai si sapeva stimare, ragionevolmente bene, la quantità di calore emessa dalla nostra stella. In laboratorio si era capito come e quanto potesse bruciare un combustibile. Verso la metà dell'800 J. Von Mayer notò che, se anche tutto il Sole fosse stato fatto di carbone, avrebbe potuto produrre energia a quel ritmo per non più di qualche migliaio di anni.

Se il Mondo avesse avuto circa 6000 anni, come affermavano alcuni studiosi della Bibbia, sarebbe forse bastato (salvo il fatto di doversi, giocoforza, ritenere prossimi allo "spegnimento"). Però ormai la scienza aveva preso un'altra strada, aveva bisogno di un Sole più longevo.

Lo stesso Mayer propose una soluzione: la continua caduta di materia sul Sole avrebbe potuto liberare l'energia necessaria. Noi sappiamo che un corpo, "scendendo" in un campo gravitazionale, acquista grande velocità, e quindi grande energia cinetica. Che, per fermarlo, bisogna trasformare in calore. Per convincersene, basta percorrere una discesa in auto in folle: quando si è in fondo, o ci si schianta, o si hanno i freni roventi.

Lord Kelvin, però, fece notare una grave incongruenza: la continua caduta di materia in quantità sufficiente a mantenere il Sole così caldo, era facilmente calcolabile. In poco tempo ne avrebbe talmente accresciuto la massa che l'aumentata attrazione gravitazionale avrebbe sensibilmente accelerato la Terra. Poiché ciò non avveniva, bisognava trovare qualcos'altro.

### **Però il Sole era ancora lì. E brillava sulle sciagure umane**

Il fisico tedesco Hermann von Helmholtz e l'inglese William Thomson Kelvin studiarono un meccanismo migliore: se il Sole si fosse lentamente rimpicciolito, cioè senza aggiunta di materia, avrebbe lo stesso sviluppato una grande quantità di calore, ma senza alcuna conseguenza sull'orbita terrestre. Bene, quanto avrebbe potuto durare il Sole in queste condizioni? Qualche milione di anni. Ancora poco, ma già meglio di prima. (La curiosità che emerge da questo studio è che, per tutto questo tempo, il Sole potrebbe brillare anche se fosse fatto di mattoni).

Comunque la questione era sempre lì, a rompere le uova nel paniere di una fisica che pareva ormai avviata (così si credeva) alla conoscenza del Creato. Certo, si poteva anche rinunciare al principio di conservazione dell'energia. Non c'è nulla di sacro (per fortuna) nella scienza, ma i fisici ci sono affezionati. Come si dice, ad uno scienziato strappate via una gamba, ma non il concetto di conservazione. Perché in fondo è la garanzia di avere a che fare con un Dio che faccia le regole come gli pare, ma poi le rispetti. (Salvo piccole violazioni locali, chiamate "miracoli", fatte ad esclusivo beneficio di persone che naturalmente se ne dichiarano indegne).

Poi arriva la sorpresa. Lo studio della radioattività sveglia il "can che dorme". L'uranio produce senza motivo apparente un po' di calore. Poco, in verità, ma, pare, da chissà quando e chissà per

quanto. Dove lo prende? Le reazioni chimiche sviluppano energia dal “riaccomodamento” degli elettroni nelle molecole. Non paiono coinvolti in questa faccenda. Questa sorgente deve quindi essere da qualche altra parte: forse nel nucleo? Probabile!

### **Ed ecco battezzata “l’energia nucleare”**

Facciamo ora una considerazione: l’energia che lega qualcosa a qualcos’altro, è NEGATIVA. Cosa significa? Se vogliamo liberarli, dobbiamo fornirgliene. Per esempio, se vogliamo liberarci dal legame gravitazionale con la Terra, dobbiamo acquistare una grande quantità di energia: basta guardare lo Shuttle per rendersene conto. E se un meteorite cade sulla Terra, libera una grande quantità di energia, che viene emessa sotto forma di calore. Dopodiché è legato alla Terra stessa.

Siamo agli Anni Venti. Solo pochi anni prima, dalla Teoria della Relatività di Einstein, era emersa una considerazione sconcertante: energia e materia erano due aspetti diversi della stessa cosa, quindi intercambiabili. La materia poteva divenire energia, e viceversa.  $E=mc^2$  non ha bisogno di presentazioni. Quindi, in base a questa teoria, il sistema Terra-meteorite pesa un po’ meno dei due separati, come anche l’acqua pesa un po’ meno di idrogeno ed ossigeno presi singolarmente. Anche se stiamo parlando di frazioni infinitesime, assolutamente non misurabili.

Il grande fisico inglese Arthur Eddington notò che l’Elio (He) pareva formato, in qualche maniera, da 4 atomi di Idrogeno (H), ma PESAVA UN PO’ MENO dei 4 atomi. (circa 3,97 e non 4 come ci si aspettava), che potrebbe sembrare poco ma non lo è. Allora: se quello 0,7% che mancava dall’Elio fosse stato trasformato in energia durante l’unione dei quattro atomi d’Idrogeno diventando calore? Una quantità immensa, confrontata con l’energia sprigionata dalla combustione. C’era un Sole ricco sia di Idrogeno che di Elio. Ed i calcoli mostravano che in questo modo ci sarebbe stata energia per miliardi di anni. Sembrava proprio che avessero “trovato l’assassino con la pistola ancora fumante in mano”. Certo, ci volle del tempo per capire esattamente come fossero andate le cose in realtà, anni di studi. Una cosa è intuire chi possa essere il colpevole, una cosa è provarlo e ricostruire i fatti. Ma la strada che era stata aperta, si è poi rivelata proprio quella giusta.

Nel momento stesso in cui esponeva la sua idea, Eddington affermava di rendersi conto che le temperature esistenti nel centro del Sole (qualche milione di gradi) non apparivano sufficienti per quel tipo di reazione. In effetti, tenendo conto della massa di un protone (il nucleo dell’atomo di Idrogeno) e della sua carica elettrica, la sua velocità (conseguenza diretta della sua temperatura), appariva del tutto insufficiente a permettere un avvicinamento significativo tra le particelle. In pratica, la repulsione elettromagnetica non avrebbe permesso a due protoni di avvicinarsi tra loro, neanche con temperature (e quindi velocità) un bel po’ maggiori. Eddington, con uno stile tutto suo, si dava botta e risposta da solo. Chiedeva ai fisici di trovare un luogo “più caldo”, se ne fossero stati capaci, ed affermava che “l’esistenza dell’Elio è la prova migliore che si può formare”.

Ora, da un punto di vista strettamente scientifico, questo è proprio quello che si può definire “un ragionamento a pera”. Era chiaro che, se l’Elio c’era, voleva dire che poteva essersi formato! Che si fosse però formato così e non altrimenti, era tutto da dimostrare! Però le sue conclusioni avevano un pregio mica da niente: quello di essere giuste! Del resto quando il grande Sir Arthur Eddington si metteva in testa qualcosa - si dice - non glielo si levava più neanche col cavatappi! È rimasto proverbiale il suo rifiuto per la soluzione che Chandrasekar trovò (ed a cui deve la gloria) per la struttura delle Nane Bianche. La attaccò violentemente prima ancora che fosse pubblicata, e si portò questa sua avversione nella tomba! Tanto per fare un esempio, qualche malevolo insinua addirittura (chissà, forse non del tutto senza fondamento) che avesse anche “addomesticato un pochino” le misure fatte in occasione della famosa eclisse di Sole, quella che egli adoperò per confermare le previsioni della Teoria della Relatività Generale, della quale era entusiasticamente convinto! Mah!

## Il Ciclo Protone-Protone

L'idea dominante oggi è che l'Idrogeno diventi Elio attraverso due procedimenti diversi, che operano a temperature diverse in stelle diverse: uno è il cosiddetto "ciclo Protone-Protone". Si pensa che sia la principale sorgente di energia del Sole e delle stelle meno brillanti. Se due protoni vengono a contatto, ed uno diventa un neutrone, si uniscono (con emissione di un positrone ed un neutrino), dando luogo al Deuterio (D), od Idrogeno pesante ( $^2\text{H}$ ).

Ora, due protoni NON DOVREBBERO poter venire a contatto se non a temperature molto superiori, in quanto nel centro del Sole sono troppo lenti, e non riescono a vincere la repulsione elettromagnetica, che forma come una specie di barriera, chiamata appunto "barriera di potenziale". Inoltre, la necessaria trasformazione contemporanea del protone in neutrone viene governata da una forza, chiamata "Interazione Debole", meno rapida e meno violenta dell'Interazione Forte. Quindi il discorso sembrerebbe chiuso prima ancora di venire aperto.

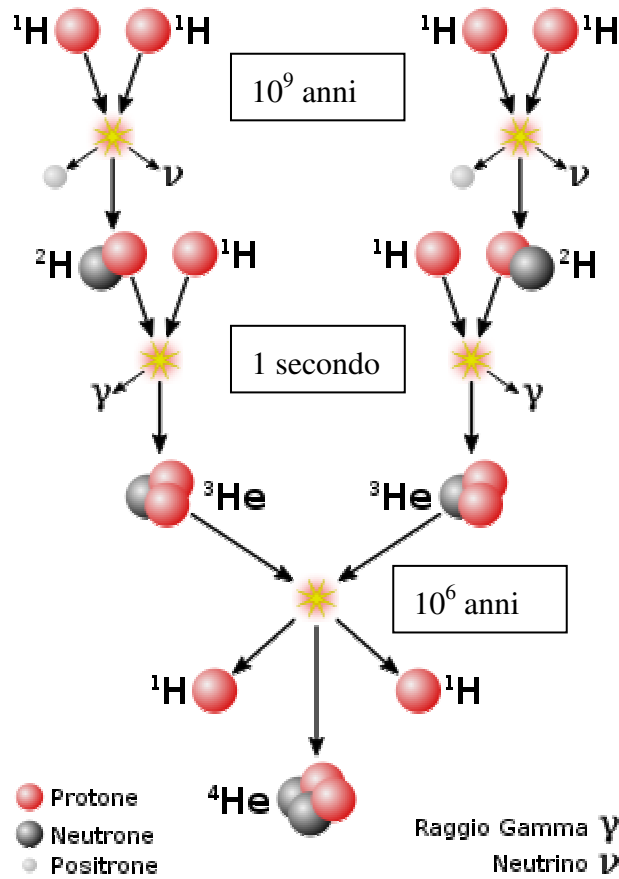
Però ... non dobbiamo dimenticare che nel centro del Sole ci sono miliardi di miliardi ecc. di atomi per centimetro cubo, e, alla velocità alla quale si muovono, si scontrano miliardi di volte al secondo. Ora, per un fenomeno statistico della meccanica quantistica chiamato "Effetto tunnel", due nuclei di idrogeno possono venire, una volta ogni tanto, ad essere molto più vicini di quanto non permetterebbe loro la meccanica classica. Formerebbero quindi un nucleo di "Elio-2" ( $^2\text{He}$ ), cioè un nucleo costituito da due soli protoni. Però in questo nucleo l'energia che lo terrebbe legato è insufficiente a vincere la repulsione elettromagnetica tra i due protoni, le "manca" circa il 5%, quindi il nucleo si disgrega in tempi brevissimi.

Però, se contemporaneamente uno dei due diventa un neutrone ... Certo, per un singolo nucleo questo può avvenire una volta in una decina di miliardi di anni. Ma di nuclei ce ne sono talmente tanti ... Quindi il Deuterio si forma. Col contagocce, chiaramente. Ma c'è un esercito sterminato di contagocce, per cui ogni secondo si formano nel centro del Sole circa 4 milioni di tonnellate di Deuterio!. (Toh, basta miliardi?), Ora, questo Idrogeno Pesante ( $^2\text{H}$ ) è molto più "socievole" dell'Idrogeno normale ( $^1\text{H}$ ). Ha una grande facilità a reagire, tanto che la bomba H la fanno proprio col Deuterio. Inoltre, se incontra un terzo protone, non dovendo neppure attendere che si trasformi in neutrone, lo acchiappa subito. Così nel giro di pochi secondi nasce l'Elio-3 ( $^3\text{He}$ ), un isotopo leggero dell'Elio.

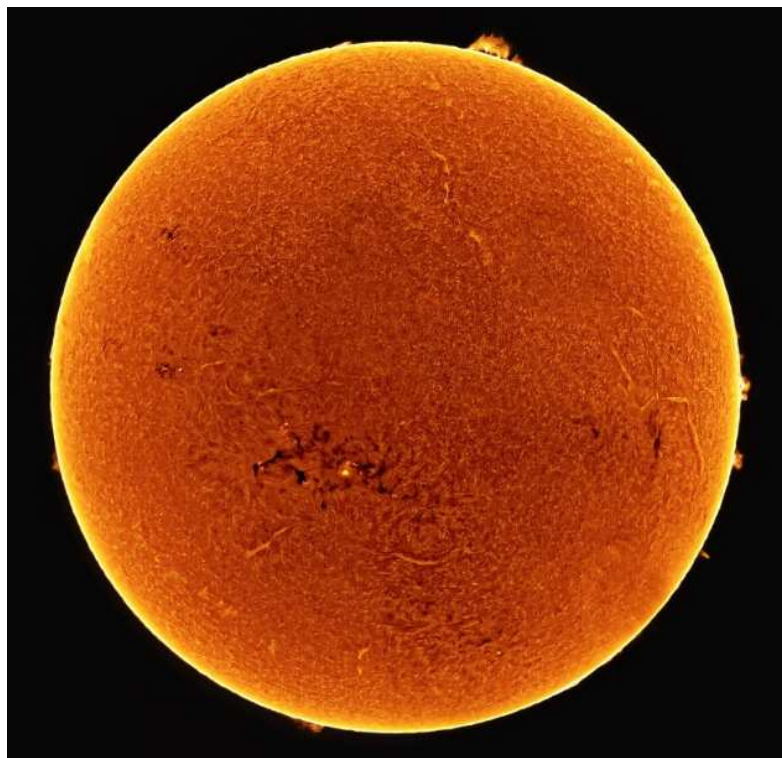
Il nucleo col quale l'Elio-3 ha più facilità ad unirsi è un altro Elio-3. Comunque trovare un altro Elio-3 abbastanza veloce da vincere la repulsione elettromagnetica, non è facile. Non ce ne sono poi molti, e generalmente sono troppo lenti. Può dover aspettare qualche milione di anni. Ma alla fine ce la fa. Due nuclei di Elio-3 si uniscono, danno Elio-4 ( $^4\text{He}$ ), ed espellono due protoni, ovvero due nuclei di Idrogeno.

Quindi, in sostanza, in fasi alterne e con diverse modalità 6 protoni si sono uniti, per dar luogo ad un nucleo di Elio e due protoni "di resto". Come già detto, L'Elio pesa un po' meno dei quattro Idrogeni che l'hanno formato, e questo "difetto di massa" si è trasformato in energia. In questo modo il Sole può tirare avanti una decina di miliardi di anni, solo consumando l'Idrogeno che si trova nella sua parte centrale, l'unica in cui temperatura e densità sono sufficienti per sostenere questo tipo di reazione.

Questo meccanismo, come si può facilmente intuire, è estremamente sensibile alla temperatura: piccole variazioni di questa modificano molto la produzione di energia. Quindi un leggero aumento, per esempio, gonfierebbe subito il Sole, che espandendosi si raffredderebbe, ed abbasserebbe drasticamente la produzione di energia. Per quanto ne sappiamo, pare che ciò funzioni da termostato quasi alla perfezione. Altre stelle di diverse caratteristiche usano un altro metodo, anche se il risultato netto è lo stesso. Vedremo.



Sopra: schema del Ciclo protone-protone. Sono evidenziate le reazioni nucleari coinvolte nella catena e i tempi caratteristici di ogni fase.  $10^9$  anni = un miliardo di anni;  $10^6$  anni = un milione di anni. Sotto: la fotosfera solare ripresa da Lorenzo Condello il giorno 11 ottobre 2022 (Osservatorio Astronomico di Genova).



## IRIDI

*Marina Martinelli*

*Brillano leggere  
minuscole iridi  
fatiscenti diamanti  
incagliati nel fluido  
infinito  
dello spazio  
e non vivono più  
e non muoiono mai  
perse nel tempo  
mentre invano cerchiamo  
di raggiungerle*

Poesia tratta da: Marina Martinelli, *Una traccia d'identità*, 2012, De Ferrari Editore, Genova.

# XIX SECOLO: TANTI CAMBI NELLA PERCEZIONE DELL'UNIVERSO

*Enrico Giordano*

Il giorno 10 marzo 2023, ho tenuto una conferenza dal titolo “XIX Secolo: tanti cambi nella percezione dell’Universo” presso i locali della “Associazione Ligure Astrofili Polaris”, associazione nostra amica con cui abbiamo rapporti di collaborazione. Dietro loro richiesta avevo pensato ad un argomento che potesse essere interessante per tutti, sperando di comunicare qualcosa di non necessariamente risaputo fra agli astrofili.

Dato che sono affascinato da alcuni aspetti della storia delle scoperte scientifiche, ed in particolare il modo in cui esse hanno progressivamente modificato la percezione di Universo da parte del mondo scientifico e da parte dell’umanità in genere, ho riflettuto sul fatto che il XIX secolo fu un periodo assai interessante da questo punto di vista. Si trattava di un momento storico in cui l’avanzare della tecnologia e della ricerca scientifica risultava in evoluzione fornendo nuove informazioni, e tuttavia risultava pur sempre determinante la capacità analitica, l’intuitività ed anche la genialità degli scienziati.

In forza di ciò il XIX secolo vide un’alternanza di scoperte corrette e di clamorosi fraintendimenti; procedendo per successive approssimazioni si ebbe comunque una crescita nelle conoscenze e con essa la progressiva evoluzione della percezione dell’Universo da parte dell’uomo, di cui parlavo prima.

## **Il Sistema Solare**

Le ricerche capaci di produrre ricadute sull’astronomia si svilupparono in vari campi, a partire dal Sistema Solare. Nel 1801 Giuseppe Piazzi dall’Osservatorio Astronomico di Palermo scoprì un corpo celeste nella zona fra Marte e Giove, e lo chiamò Cerere Ferdinanda, in omaggio sia al re Ferdinando che alla Sicilia, terra legata alla dea Cerere. La scoperta parve confermare la legge empirica di Titius-Bode (individuata da Johann Daniel Titius nel 1766 e pubblicata formalmente da Johann Elert Bode nel 1772) che è così formulata:

$$D = (3N+4)/10$$

dove:

D è la distanza media del pianeta dal Sole espressa in Unità Astronomiche (UA);  
N assume i valori = 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 ... successione in cui ogni numero è il doppio del precedente e a seconda del pianeta di riferimento (0 per Mercurio; 1 per Venere; 2 per la Terra; 4 per Marte e così via. In questa maniera, per la Terra (N=2) si avrà che  $D = (3 \cdot 2 + 4) / 10 = 1$  UA.

All’epoca le distanze medie fra il Sole ed i vari pianeti si disponevano approssimativamente in accordo alle distanze calcolate con questa formula empirica, tuttavia mancava un pianeta alla distanza corrispondente al valore calcolabile per  $N = 8$ , che conduce a  $D = 2,8$  UA; poiché a quella distanza è presente la fascia degli asteroidi, tutto lasciava supporre che vi potesse comunque trovarsi un pianeta non ancora noto e la scoperta di Cerere accendeva quindi una legittima speranza. Ben presto tuttavia si

capì che Cerere era troppo piccola per poter essere considerata alla stregua dei pianeti noti: quando qualcuno cominciò ad affermare che essa avrebbe più propriamente essere definita “pianetino”, Piazzi si arrabiò ed affermò sarcasticamente che “da lì a poco anche in cielo vi sarebbero stati conti, duchi e marchesi”. Oggi sappiamo che la fascia di asteroidi non è formata dai resti di un pianeta disgregato, ma che essi sono i residui della nube primordiale presenti in una sacca gravitazionale del Sistema Solare.

Pianeta	$N$	Distanza teorica (D)	Distanza osservata
Mercurio	0	0,4 UA	0,39 UA
Venere	1	0,7 UA	0,72 UA
Terra	2	1,0 UA	1,00 UA
Marte	4	1,6 UA	1,52 UA
Cerere	8	2,8 UA	2,77 UA
Giove	16	5,2 UA	5,20 UA
Saturno	32	10,0 UA	9,54 UA
Urano	64	19,6 UA	19,2 UA
Nettuno Plutone	128	38,8 UA	30,1 UA 39,5 UA
Eris	256	77,2 UA	67,7 UA

*Tabella 1. Distanze teoriche dei pianeti dal Sole In Unità Astronomiche (UA) calcolate con la legge empirica di Titius e Bode e la distanza effettivamente calcolata con i moderni strumenti. Sono riportati anche il pianeta Nettuno (non ancora scoperto all’epoca), Plutone ed Eris (quest’ultimo scoperto solo nel gennaio 2005).*

Nel 1846 John Couch Adams e Urbain Le Verrier, indipendentemente l’uno dall’altro, calcolarono la posizione del pianeta capace di produrre le constatate anomalie nel moto di Urano. Grazie ai loro calcoli il pianeta venne effettivamente osservato per la prima volta dall’Osservatorio Astronomico di Berlino (da Johann Gottfried Galle ed Heinrich Louis d’Arrest) e venne chiamato Nettuno: questa scoperta fu un clamoroso successo della teoria newtoniana sul moto dei pianeti.

Sia l’osservazione di Cerere che quella di Nettuno furono facilitate dall’introduzione del metodo analitico cosiddetto dei “minimi quadrati”, proposto da Carl Friedrich Gauss, uno dei migliori matematici nella storia della scienza. Il metodo dei minimi quadrati è applicabile ogni qual volta che occorre calcolare una traiettoria o più in generale un grafico avendo a disposizione un numero di suoi punti osservati che sia superiore al numero minimo indispensabile per il tracciamento. Questa ridondanza di informazioni può essere opportunamente sfruttata per compensare e minimizzare l’effetto degli errori di misura inevitabilmente commessi, ed il metodo dei minimi quadrati si dimostrò particolarmente efficace.

Nel caso delle orbite planetarie ellittiche, sappiamo che le ellissi sono definite da quattro parametri, per cui a rigore sono sufficienti quattro osservazioni per costruirne graficamente l’orbita. Gli errori di misura rendono tuttavia tutt’altro che certa la veridicità dell’orbita trovata, tanto che eventuali successive osservazioni difficilmente giacciono sulla traiettoria precedentemente calcolata. Il metodo consiste quindi nello scrivere l’equazione generale dell’ellisse in forma parametrica, coi

quattro parametri che rappresentano le incognite da trovare; sempre in funzione di essi si esprimono le distanze fra i punti osservati e l'ellisse parametrico, sommando poi il quadrato di queste distanze e calcolando il valore dei parametri che rendono minima questa somma. La necessità di questa procedura analitica capace di minimizzare gli errori sta nel fatto che purtroppo le traiettorie calcolate sono molto "sensibili al dato", nel senso che anche un piccolo errore compiuto nell'osservazione della posizione si ripercuote in forma amplificata nell'errore fra orbita calcolata ed orbita reale. L'efficacia del metodo si vide in modo evidente quando Cerere per un certo lasso di tempo si rese invisibile in quanto posta in congiunzione col Sole, ma grazie alla buona approssimazione nel calcolo dell'orbita si riuscì poi a trovarla nuovamente.

Un clamoroso fraintendimento fu invece quello della presunta esistenza del pianeta *Vulcano*: essa fu ritenuta probabile in quanto avrebbe spiegato l'anomalo moto di precessione del perielio di Mercurio (574"/secolo invece di 531"/secolo). Vi erano altre possibili spiegazioni per questa anomalia osservata, prima fra tutte quella che consisteva in una possibile errata valutazione della massa di Venere; questa spiegazione era tutt'altro che peregrina in quanto non era facile determinare la massa di questo pianeta, visto che è privo di satelliti naturali i cui parametri orbitali avrebbero permesso di ricavarla. L'ipotesi dell'esistenza di Vulcano prese vigore nel 1859 quando alcune osservazioni del Sole effettuate dall'astronomo amatoriale Edmond Modeste Lescarbault e da altri permisero di individuare il presunto transito di un pianeta sconosciuto. Durante l'eclissi solare del 1878, due eminenti astronomi statunitensi, James Craig Watson e Lewis Swift ne confermarono la presenza. Ma le successive osservazioni negarono l'esistenza di Vulcano, e le anomalie nel moto di Mercurio sarebbero state spiegate successivamente dalla teoria della gravitazione universale (Mercurio si sposta a 47,36 km/s = 0,158%  $c$ , percentuale piccola della velocità della luce  $c$ , ma tuttavia sufficiente a renderla non trascurabile).

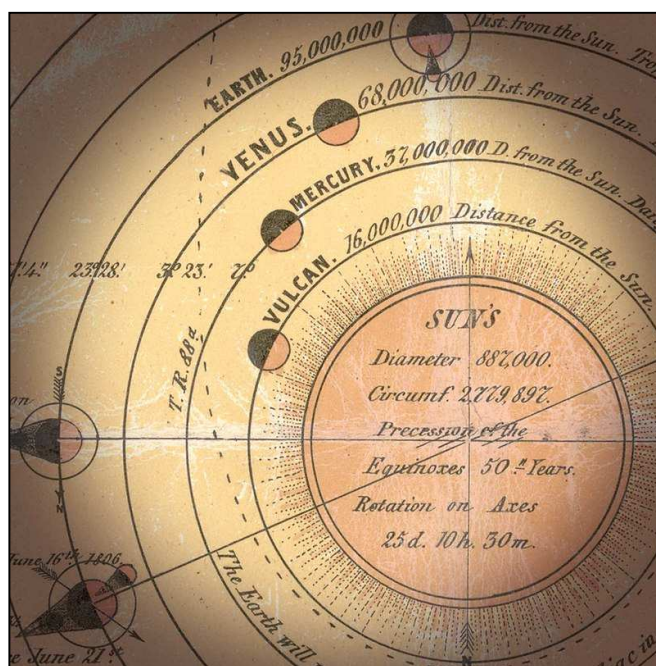


Figura 1. Mappa del sistema solare interno che riproduce l'ipotetica orbita di Vulcano intorno al Sole, in una litografia del 1846 di E. Jones e G.W. Newman.

Anche Marte fu un protagonista del XIX secolo: nel 1877, in occasione di una "grande opposizione", l'astronomo italiano Giovanni Virginio Schiaparelli disegnò una mappa dettagliata di Marte, e fra le altre cose credette di vedere delle formazioni che chiamò "canali". La parola "canali"



venne erroneamente tradotta nell'inglese “*canals*” come se essi fossero canali artificiali (invece del più corretto “*channels*”, che identifica canali anche di origine naturale). La circostanza stuzzicò particolarmente l'astronomo statunitense Percival Lowell, che compì una serie di osservazioni di Marte nel corso delle quali credette pure lui di vedere questi canali, ed ipotizzò che essi fossero stati realizzati da una civiltà marziana allo scopo di trasportare acqua dai poli alle altre zone, in una sorta di acquedotto pugliese su scala planetaria.

## La cosmologia

Un enorme successo nel campo della cosmologia si ebbe nel 1838, quando Friedrich Wilhelm Bessel, per la prima volta, riuscì a misurare la distanza di una stella col metodo della parallasse, dimostrando che le stelle non si trovano tutte alla medesima distanza. Questo tipo di misura fino a quel momento non era risultato fattibile, a seguito della ridottissima entità dei valori di parallasse, vale a dire nell'enorme piccolezza del diametro dell'orbita terrestre nei confronti di qualsiasi distanza stellare, anche delle più piccole (figura 2). Il livello di errore nelle misure effettuate fino a quel momento era purtroppo di entità analoga a quella della misura stessa, per cui il livello di aleatorietà era del tutto eccessivo. Vale la pena di osservare che quello della parallasse è un altro tipico metodo di calcolo estremamente sensibile al dato: un piccolo errore nella stima della parallasse conduce ad una variazione enorme nel valore della distanza calcolata. Questa circostanza, analiticamente dimostrabile con la teoria degli errori alle derivate parziali, è comunque pienamente comprensibile se si osserva graficamente la geometria del sistema, che vede le due linee visuali (congiungenti la stella con la Terra in due periodi opposti dell'anno) praticamente parallele e quindi dotate di punto di intersezione di incerta determinazione.

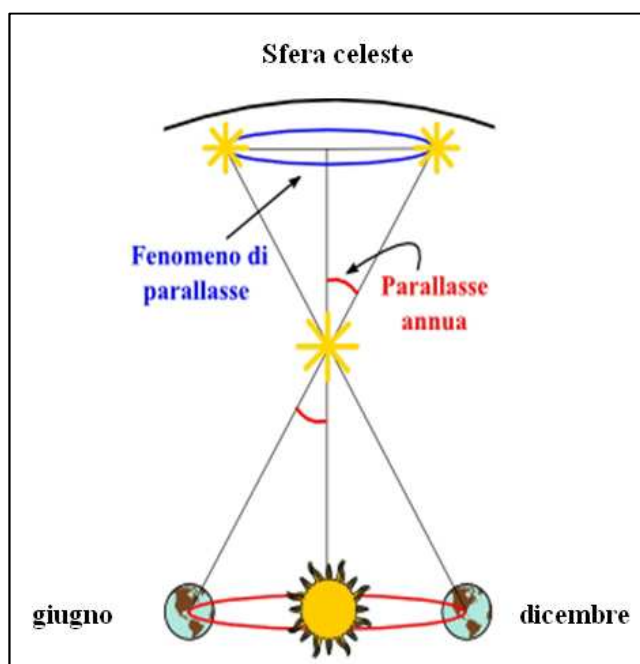


Figura 2. Ogni sei mesi, la posizione della Terra rispetto al Sole è opposta alla precedente (cioè si è spostata di  $180^\circ$ ) e quindi la stella appare proiettata sulla sfera celeste in una posizione diversa rispetto a quella delle altre stelle. Quando la parallasse annua è di un secondo d'arco vuol dire che la distanza della stella dalla Terra è di 1 parsec (1 parsec = 3,26 anni-luce).

Per riuscire là dove fino ad allora si era fallito, Bessel ebbe alcune felici intuizioni, grande attenzione per la meccanica strumentale e tanta pazienza. Come prima cosa Bessel ebbe la giusta intuizione di ritenere più facilmente vicine (e quindi più compatibili con l'applicabilità del metodo) non già le stelle più luminose bensì quelle dotate di elevato valore di moto proprio. L'attenzione si concentrò sulla stella *61 Cygni*, che mostrava un moto proprio annuale di  $5,2''$ ; in aggiunta a ciò *61 Cygni* è circumpolare alle latitudini di osservazione e circondata da stelle deboli che ben si prestano per stabilire un riferimento.

Per le sue misure Bessel usò un eliometro, cioè un telescopio capace di misurare distanze angolari e trovò una parallasse di  $0,31''$ . In un eliometro l'obiettivo è sdoppiato in due parti, che possono scorrere fra loro fino a far coincidere le visuali di due stelle garantendo una buona precisione. Una vite micrometrica sposta ogni metà dell'obiettivo, facendo leggere l'entità dello spostamento angolare su di una scala graduata di più facile lettura. Eseguendo letture ripetute e coniugate (cioè facendo la medie di coppie di letture effettuate usando in modo opposto le varie parti del meccanismo) si potevano compensare la maggior parte degli errori legati alla meccanica, arrivando ad un errore atteso di soli  $0,05''$ . Questo livello di precisione era sufficientemente più piccolo del valore della parallasse calcolata, che quindi risultava affidabile.

Come detto questa precisione, oltre che col metodo delle letture coniugate e con gli accorgimenti illustrati che permettono di ridurre gli errori strumentali, si ottiene anche con la paziente ripetizione delle misure, che permette di avere un numero di valori capace di compensare statisticamente gli errori accidentali. Faccio notare che, essendo i valori assoluti della parallasse molto bassi, si può arrivare paradossalmente a trovare delle misure di segno negativo. Nella media statistica tuttavia questi valori non devono essere esclusi dal calcolo perché permettono di compensare i corrispondenti valori trovati con entità in eccesso, permettendo di ottenere una curva a campana di forma simmetrica. La figura sottostante spiega efficacemente questo concetto.

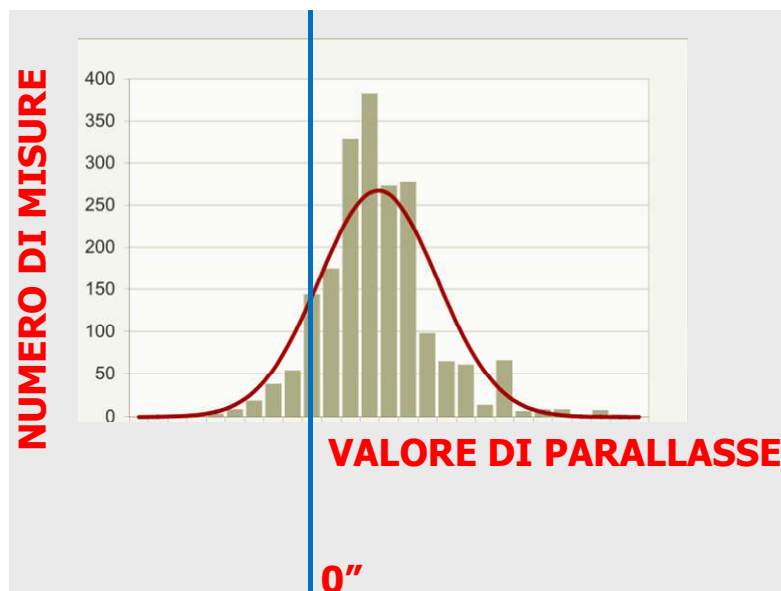


Figura 3. Un ripetuto numero di misurazioni permette di ottenere una curva a campana (gaussiana) dalla forma simmetrica.

## La struttura della materia

Passando ad argomenti di natura strettamente fisica, nel XIX secolo si ottennero enormi passi avanti nel campo della comprensione della struttura della materia.

Indagini e riflessioni vennero svolte allo scopo di capire di cosa fossero fatti il Sole e le stelle. In piena rivoluzione industriale il carbone costituiva il combustibile di maggiore impiego, per cui si cercò di capire quale potesse essere l'autonomia del Sole ove esso fosse stato costituito tutto di carbone. Ipotizzando ottimisticamente (!) che nello spazio possa reperirsi tutto l'ossigeno comburente necessario, si cercò di trovare la capacità calorifica del Sole, essendo noti il suo volume e le proprietà del carbone.

$$R = \text{raggio del Sole} = 700.000 \text{ Km} = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$V = \text{volume del Sole} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 = 1,44 \cdot 10^{27} \text{ m}^3$$

$$\gamma = \text{densità del carbone} = 1,5 \text{ t/m}^3$$

$$M = \text{massa del Sole ove fosse di carbone} = \gamma \cdot V = 2,155 \cdot 10^{27} \text{ t}$$

$$C = \text{potere calorifico del carbone} = 3,5 \cdot 10^{10} \text{ J/t}$$

$$Q = \text{energia totale nel Sole} = M \cdot C = 7,55 \cdot 10^{37} \text{ J}$$

A questo punto, essendo nota l'entità del flusso di energia emessa dal Sole è possibile, con un semplice rapporto, calcolare l'aspettativa di durata della combustione del Sole:

$$E = \text{energia emessa dal Sole} = 3,83 \cdot 10^{26} \text{ J/s}$$

$$T = \text{durata del Sole} = Q/E = 1,97 \cdot 10^{11} \text{ s} = 6240 \text{ anni}$$

A parte i seguaci di interpretazioni alla lettera delle Sacre Scritture, tutti già sapevano che questo lasso di tempo era in totale difformità col valore dell'età della Terra, così come era stimata ad esempio dallo studio delle rocce, per cui la domanda rimaneva senza risposta.

Giova spesso ricordare l'infelice frase di Auguste Comte nel 1835: *«Qualsiasi ricerca sulle stelle che non sia in ultima analisi riducibile a semplici osservazioni visuali è necessariamente vietata. [...] Noi possiamo determinare le loro forme, le distanze, le loro grandezze e i loro movimenti, ma non potremo mai studiare, in alcun modo, la loro composizione chimica e la loro struttura mineralogica e, a maggior ragione, la natura dei corpi organizzati che vivono sulla loro superficie»*.

Questa frase è un esempio di come sia sbagliato porre dei limiti alla capacità di conoscenza, giacché essa venne in breve tempo sconfessata: Wollaston nel 1802 e Fraunhofer nel 1814, osservarono linee scure nello spettro del Sole, mentre Bunsen e Kirchoff nel 1859 spiegarono la natura delle righe di assorbimento osservate da Fraunhofer. Ad ogni elemento chimico corrisponde una serie di righe di emissione o di assorbimento collocate su precise lunghezze d'onda, per cui la lettura degli spettri con lo schieramento delle righe poteva permettere di riconoscere su di essi lo schieramento delle righe proprie di un preciso elemento chimico, come se si trattasse di un codice di riconoscimento a barre.

L'analisi dello spettro solare, nel 1868, permise di identificare uno schieramento di barre inedito, che venne riconosciuto come quello prodotto da un elemento allora non noto, che era l'Elio. Curiosamente esso venne rinvenuto sulla Terra solo in un secondo momento.

La legge introdotta da Max Plank permise poi di correlare la temperatura del corpo emettente allo spettro di emissione: per temperature basse l'emissione è su lunghezze d'onda maggiori (rosso) e minore frequenza, per cui fu possibile trovare una relazione fra classe stellare e spettro.

Per contro lo spettro di emissione delle nebulose di gas mostrava solo poche righe isolate, alcune delle quali non immediatamente associabili a quelle prodotte da elementi chimici noti. Questa discordanza venne spiegata nella presenza, all'interno delle nebulose, di un elemento chimico non noto, che venne chiamato "nebulio". Questa spiegazione, a differenza di quella che condusse alla scoperta dell'Elio, si dimostrò fallace giacché fu possibile dimostrare che le righe anomale sono prodotte dall'Idrogeno quando è estremamente rarefatto come avviene all'interno delle nebulose.

Lo spettro continuo della "nebulosa" M31 nella costellazione di Andromeda risultava discordante da quello delle altre nebulose conosciute, rendendolo più simile a quello di una stella, e ciò risultava inspiegabile. Per la soluzione di questa e di altre domande si dovette però aspettare il secolo successivo.



Figura 4. La galassia M31 (NGC 224) in Andromeda fotografata da Franco Mulato (archivio fotografico dell'Osservatorio Astronomico di Genova). È nota talvolta anche con il vecchio nome di **Grande Nebulosa di Andromeda**. Si tratta della galassia di grandi dimensioni più vicina alla nostra ed è visibile anche a occhio nudo ed è tra gli oggetti più lontani visibili senza l'ausilio di strumenti. La prima osservazione della Galassia di Andromeda messa per iscritto risale all'anno 964 ed è stata condotta dall'astronomo persiano Abd al-Rahmān al-Sūfī, il quale la descrisse come una "piccola nube" nel suo "Libro delle stelle fisse". Il nucleo, circondato da un tenue alone, aveva fatto pensare che M31 fosse una nebulosa all'interno della nostra galassia. Le prime immagini fotografiche a lunga esposizione, prese nel 1887 da Isaac Roberts dal suo osservatorio privato nel Sussex, permisero di osservare la sua struttura a spirale. Fu però Heber Curtis nel 1917, dopo aver osservato una nova nei bracci di M31, a sostenere che essa era una galassia e non una nebulosa.

# L'ECLISSI TOTALE DI LUNA DEL 4 MARZO 2007: STORIA DI UN EVENTO STRAORDINARIO

*Fabio Acquarone*

*“Un’eclissi lunare totale, un evento raro. Devo assolutamente osservarlo!”*. Ero assorto nei miei pensieri. *“Wow!! È tra sabato e domenica!!”*. A volte tutti i pezzi si incastrano nel modo giusto e per un astronomo dilettante come me, che ha pochissimi momenti da dedicare al proprio hobby preferito, la cosa è davvero piacevole. Questo è l’inizio della storia, pensando all’evento. Ma analizzando lo scenario reale, non ero senza dubbi sul come procedere: *“Non ho alcuna esperienza nell’osservazione e nelle riprese di questo tipo di eventi!! È la mia prima volta!”*.

## **Approccio all’evento**

Come classificare l’evento? Quale dei miei strumenti è meglio usare? Come procedere di notte? Per rispondere a queste domande ho iniziato a guardare gli eventi di eclissi passate esaminando il Web. E come al solito erano presenti molte informazioni, sia da fonti amatoriali che da associazioni professionali.

## **Come classificare l’evento**

Ho iniziato col leggere alcune informazioni da un articolo di Raffaello Lena su un’eclissi di Luna del 9 gennaio 2001, pubblicato sulla rivista italiana *L’Astronomia*, dell’ottobre 2003. Leggendo l’articolo, è stato interessante capire come approcciarsi all’evento e quali informazioni scrivere per testimoniarlo scientificamente. Prime informazioni, un nuovo tipo di classificazione: la Scala di Danjon. Un articolo è presente sul sito del GlrGroup, <http://www.glrgroup.org/papers/eclissi2003.htm>, un resoconto dell’eclisse del novembre 2003. Per avere alcune informazioni supplementari, ho reperito il resoconto di un’eclissi da una homepage della NASA dedicata alle eclissi ed estrapolata dalla pagina web: <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/OH/Danjon.html> (figura 1).

L’astronomo francese André Danjon ha proposto un’utile scala a 5 livelli per valutare l’aspetto visivo e la luminosità della Luna durante un’eclissi totale lunare. I valori “L” delle varie luminosità sono definiti nel seguente modo:

- L = 0. Eclissi molto scura. Luna quasi invisibile, soprattutto nella fase centrale della totalità;
- L = 1. Eclissi scura. Colorazione grigia o brunastra. Dettagli distinguibili solo con difficoltà;
- L = 2. Eclissi rosso intensa o color ruggine. Ombra molto scura nella zona centrale, mentre il bordo esterno dell’ombra è relativamente luminoso;
- L = 3. Eclissi rosso mattone. Ombra generalmente contornata da una zona grigia o giallastra piuttosto chiara al bordo;
- L = 4. Eclissi rosso ramato o arancio molto brillante. Zona esterna dell’ombra molto luminosa, di tonalità azzurra.

Ma altre importanti informazioni sono comunque necessarie: gli orari dei contatti dell'eclissi per la penombra e per l'ombra terrestre. Un altro articolo sulla rivista italiana *Nuovo Orione* (marzo 2007) mi è stato davvero utile per la conoscenza dei tempi di posa. La notte prima dell'eclissi, ho prodotto una semplice tabella usando tutte le informazioni ricavate (figura 2).

### Total Lunar Eclipse of 2007 Mar 03

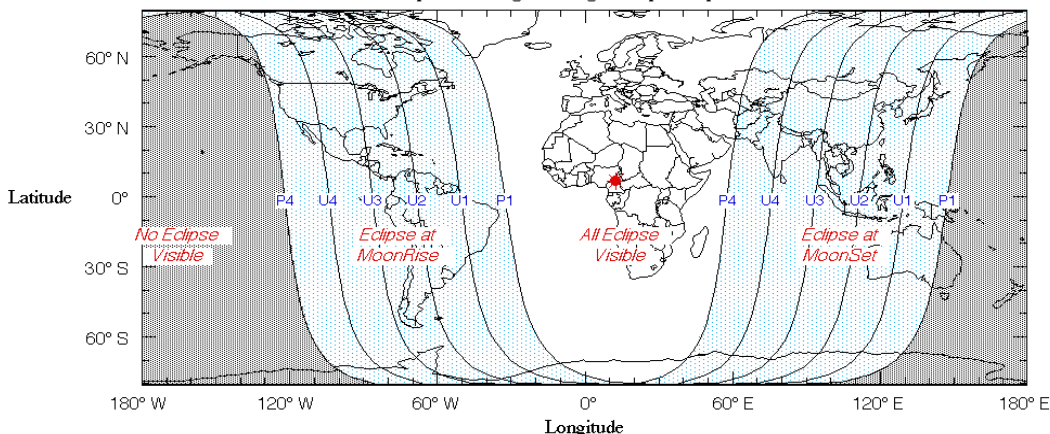
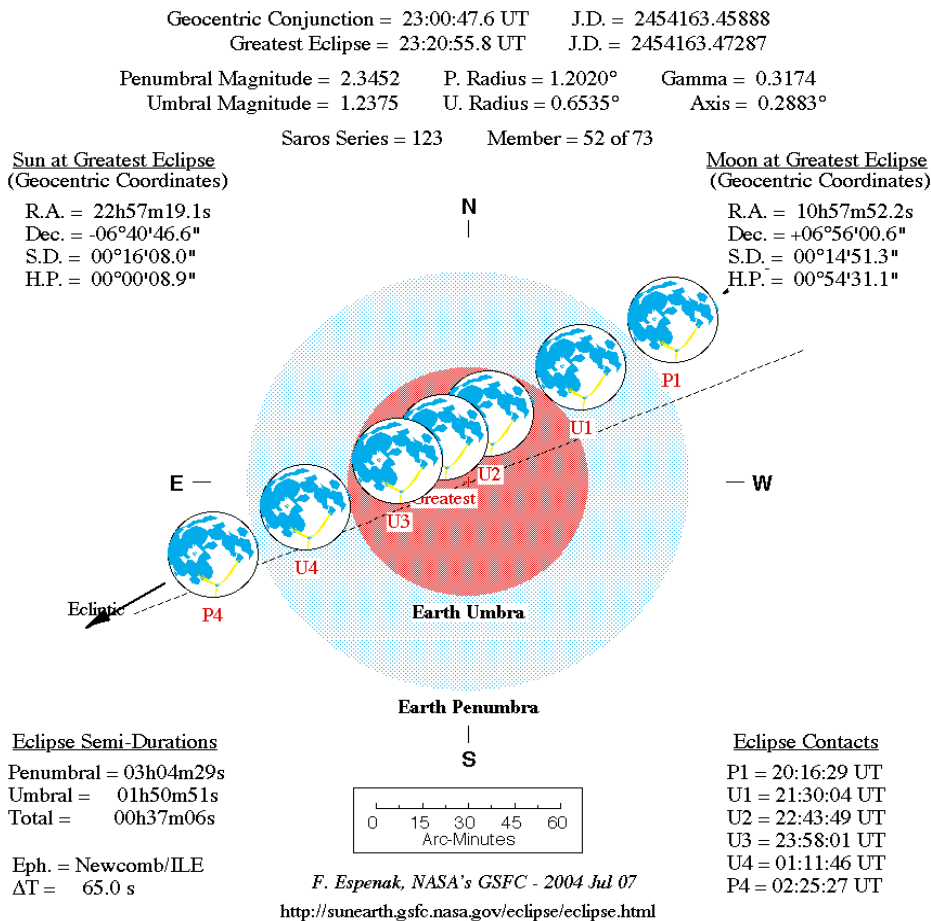


Figura 1. Caratteristiche dell'eclissi.

(da: <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/LEplot/LEplot2001/LE2007Mar03T.GIF>)



Lunar Eclipse 3 -4 March 2007					
Fabio Acquarone					
	Eclipse Phases	Italy Time Phase	Danjon	Visual Seeing/Transp	Observation Time
1.	<i>Full Moon</i>	20:30			
2.	<i>Start Earth Penumbra</i>	21:16			
3.	<i>Start Partial Eclipse</i>	22:30			
4.	<i>Start Total Eclipse</i>	23:44			
5.	<i>Maximum Totality</i>	00:21			
6.	<i>End Totality</i>	00:58			
7.	<i>End Partial Eclipse</i>	02:12			
8.	<i>End Earth Penumbra</i>	03:25			
9.	<i>Full Moon</i>	03:35			

Figura 2

### Quali strumenti?

Sono stato davvero in dubbio su quali strumenti fossero i migliori per osservare l'eclissi e per poterla fotografare. Pensando a quale fotocamera utilizzare per eseguire delle riprese fotografiche, ho deciso subito per la mia Canon 350D; nessun dubbio su questo, grazie alla sua qualità e alla sua apertura di campo. Decisione, questa, avvalorata dalla possibilità di unirla ad un Newton Skywatcher da 250 mm e focale f4.8 o ad un Televue 100m f5, o ancora, ad un Televue Pronto da 70 mm, che mi dava l'opportunità, usando la Canon 350D, di avere con un obiettivo da 1200 mm di lunghezza focale una inquadratura completa della Luna nel campo visivo afocale. Quindi la mia decisione sugli strumenti è andata ai seguenti:

- Skywatcher 250 mm, f4.8, 1200 mm di lunghezza focale:
- Canon rebel XT 350D Losmandy G11.

Oltre a questo, mi sono ricordato dell'opportunità di utilizzare delle utility della Canon, come il "Remote Capture" (cattura in remoto) in concomitanza con "Zoom Browser EX". "Connettere la Canon 350D usando la porta USB 2.0 al mio computer è veramente semplice!" (figura 3).





Figura 3

Scatto con “Remote Capture” e poi guardare la foto con “Zoom Browser”, aspettando solo due/tre secondi di download. Alla fine, quasi in tempo reale, decidere di fare una nuova ripresa con impostazioni diverse o rimanere con quanto configurato. Parametri come ISO e tempi di scatto sono facili da modificare, basta un *click*. Zoom Browser è stato davvero utile perché dà la possibilità di guardare l’istogramma della foto. Era possibile anche un aspetto reale di tutta la sequenza, per capire scatto dopo scatto lo stato dell’arte (vedi figura 4 per una visione generale). Questi due software, alla fine, hanno confermato la reale efficienza per il loro uso specializzato.



Figura 4

## Il giorno è arrivato

La mattina del 3 marzo non è stato veramente un buon inizio: nuvoloso! Stavo pensando che tutta la mia preparazione per l'evento era stata inutile: come al solito la mia sfortuna! Ma a partire dal pomeriggio le nuvole hanno cominciato a trasformarsi in velature e alle ore 18:00 erano presenti solo alcune zone di cielo coperto. Ho deciso di montare comunque gli strumenti e settare il tutto in attesa di ulteriori buone notizie.

Alle 19:49 ho fatto il mio primo scatto per testare tutti gli strumenti. Scatto non proprio bello, visto che erano presenti ancora veli di nuvole. Ma ho continuato a scattare foto di prova per capire il corretto utilizzo di tutti gli strumenti e anche per comprenderne la complessità (figura 5). Alle ore 20:15 il tempo continua ad essere in miglioramento, a parte ancora un po' di umidità, ma posso comunque operare al meglio. L'istogramma è OK e la configurazione per i primi scatti è decisa.



Figura 5

Secondo la mia tabella dovevo iniziare a scattare le foto alle ore 20.30 locali e durante l'evento dovevo seguirlo anche visivamente per comprenderne la sua luminosità sulla Scala di Danjon. Ero emozionato ma anche spaventato a causa della mia inesperienza in questo genere di eventi, quindi per avere un conforto ho chiamato un amico per condividere insieme a lui il fenomeno, egli stava aspettando come me il momento di iniziare gli scatti veri.

## Durante l'eclissi

Ho deciso di scattare foto in continuazione durante il tempo dell'intero evento a certi intervalli che non erano programmati con uno scarto temporale preciso, ma giusto guardando una foto dopo l'altra per avere un numero ragionevole di immagini. Nelle figure sono riportati alcuni esempi.

Figura 6. Il RAW setting sulla mia fotocamera Canon.

Brightness Histogram:

Shooting Information:

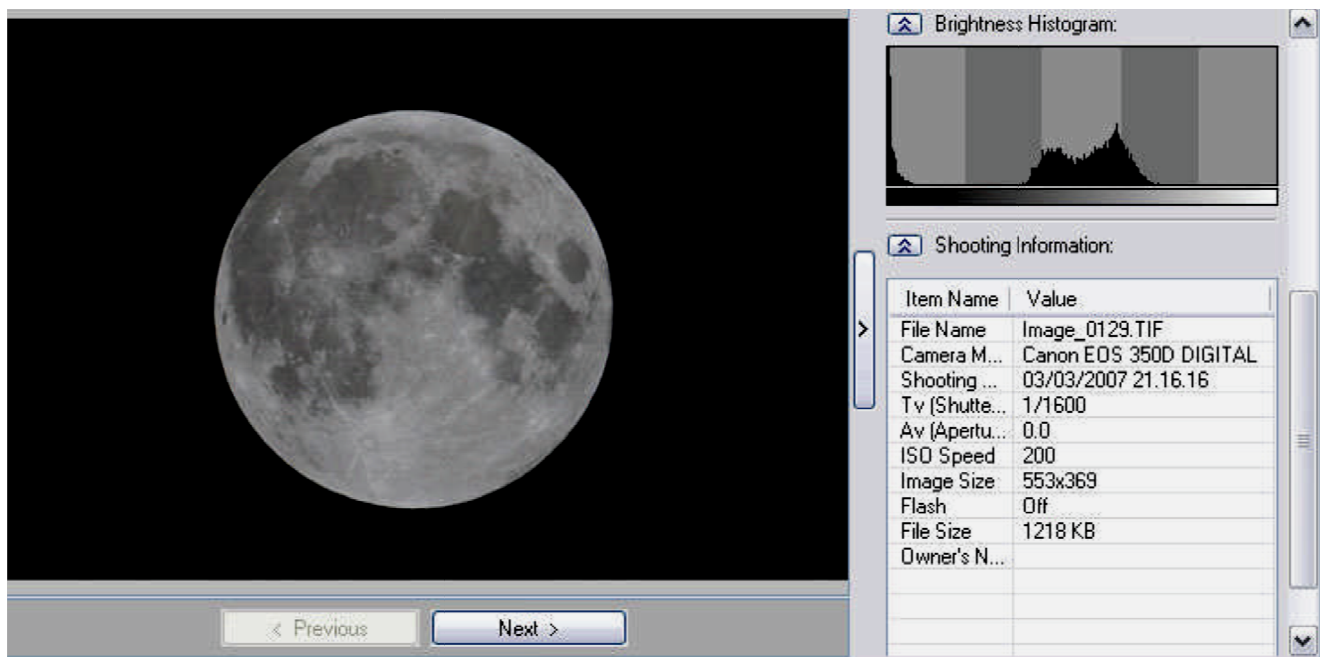
Item Name	Value
File Name	Image_0066.TIF
Camera M...	Canon EOS 350D DIGITAL
Shooting ...	03/03/2007 20.15.10
Tv (Shutte...	1/1000
Av (Apertu...	0.0
ISO Speed	200
Image Size	3456x2304
Flash	Off
File Size	46781 KB
Owner's N...	

## Elaborazione

Come specificato prima, gli scatti RAW sono stati usati come formato specifico. È stato preferito il RAW per la possibilità di poter fargli scegliere ogni tipo di cambiamento in termini di saturazione, luminosità, contrasto, ed in più, durante la conversione al formato “pratico” e “maneggevole”.

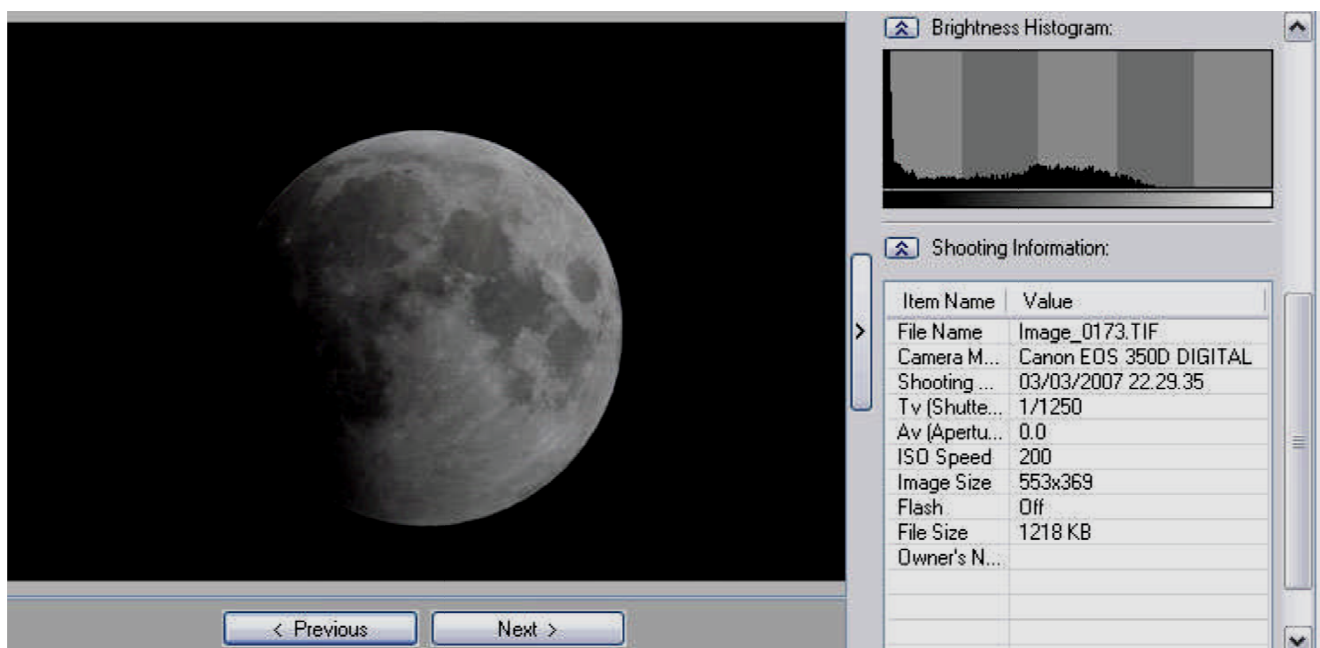
### Inizio della Penombra

Figura 7



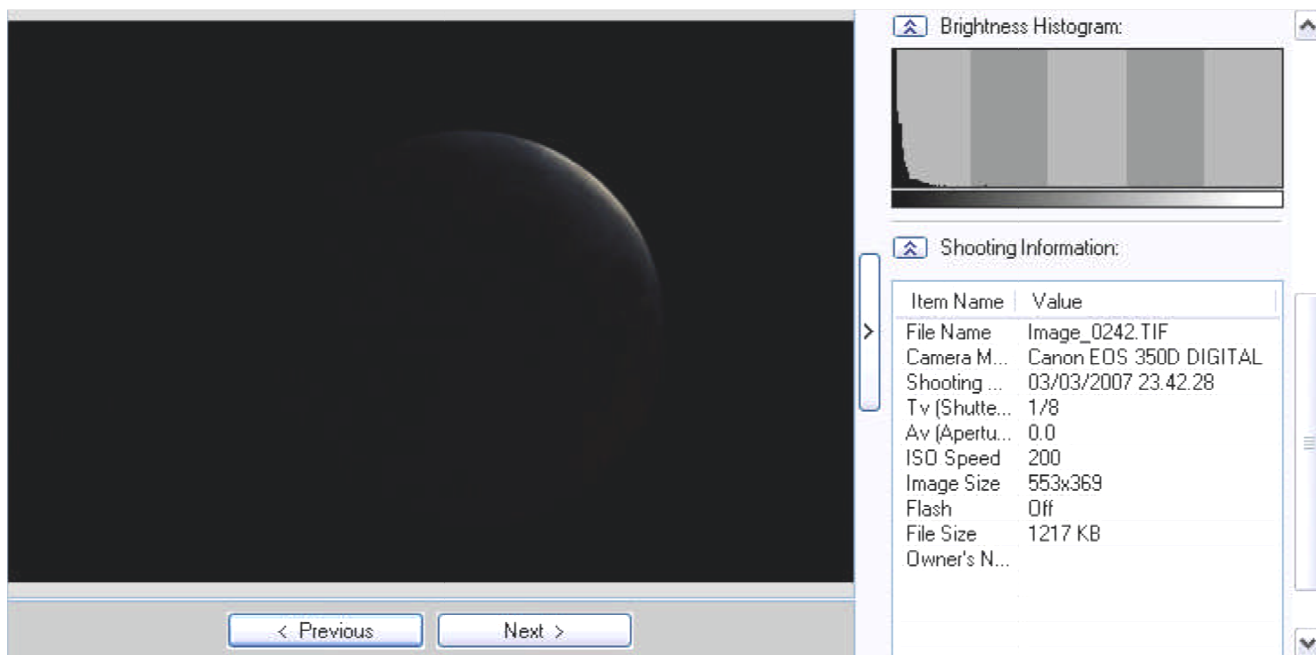
### Inizio della Parzialità

Figura 8



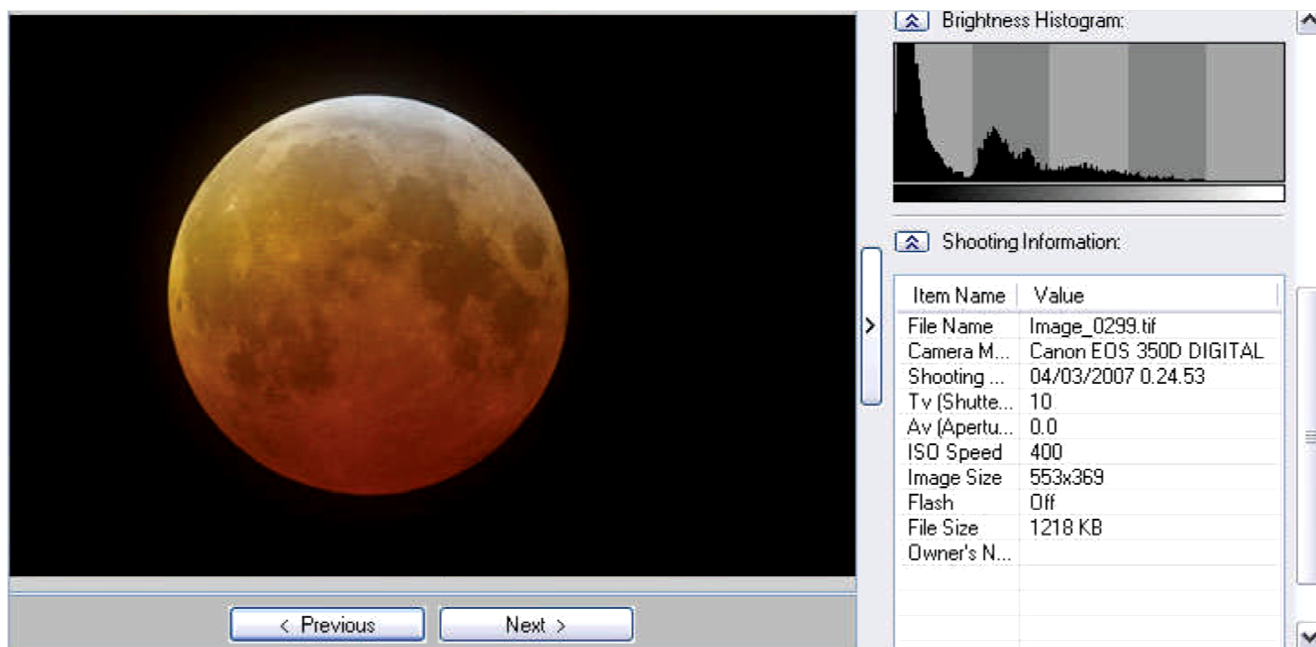
### Inizio della fase di Totalità

Figura 9



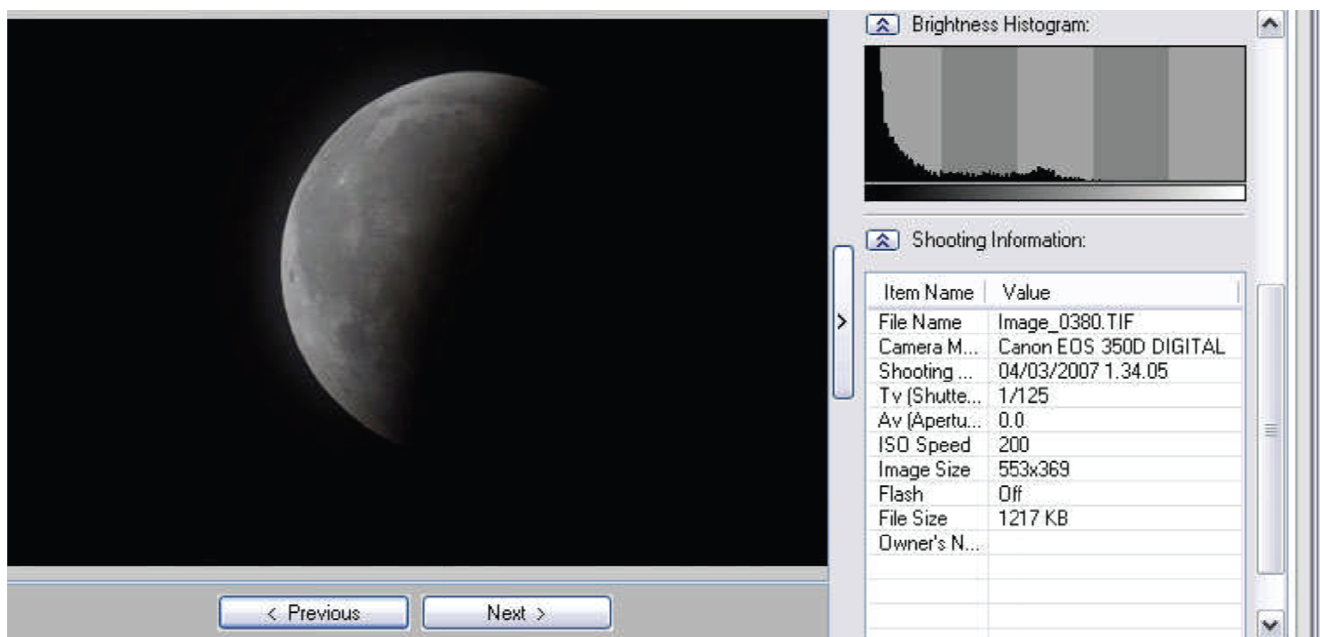
### La Luna rossa al massimo della fase di Totalità

Figura 10



**Fine della fase di Totalità**

*Figura 11*



Alla conclusione dell'evento ho scattato 318 fotografie e la tabella è stata completata nel seguente modo (figura 12):

	Eclipse Phases	Italy Time Phase	Danjon	Visual 6x30 Seeing/Transp	Observation Time
1.	<i>Full Moon</i>	20:30		1/1	20:30
				1/1	20:50
2.	<i>Start Earth Penumbra</i>	21:16		2/2	21:08
				2/2	21:16
				2/2	21:40
3.	<i>Start Partial Eclipse</i>	22:30		2/4	22:10
				2/3	22:30
				2/4	22:50
4.	<i>Start Total Eclipse</i>	23:44	2	2/5	23:14
				2/5	23:44
				2/5	23:58
5.	<i>Maximum Totality</i>	00:21	2.5	2/5	00:10
				2/5	00:21
				2/5	00:35
6.	<i>End Totality</i>	00:58	2	2/5-humidity	00:45
				2/5-humidity	00:58
				2/4-humidity	01:15
7.	<i>End Partial Eclipse</i>	02:12		2/4-humidity	01:30
				2/4-humidity	01:50
				2/4-humidity	02:12
8.	<i>End Earth Penumbra</i>	03:25		2/4-humidity	02:30
				2/4-humidity	02:50
				2/4-humidity	03:05
9.	<i>Full Moon</i>	03:35		2/4-humidity	03:25
				2/4-humidity	03:35

*Figura 12*



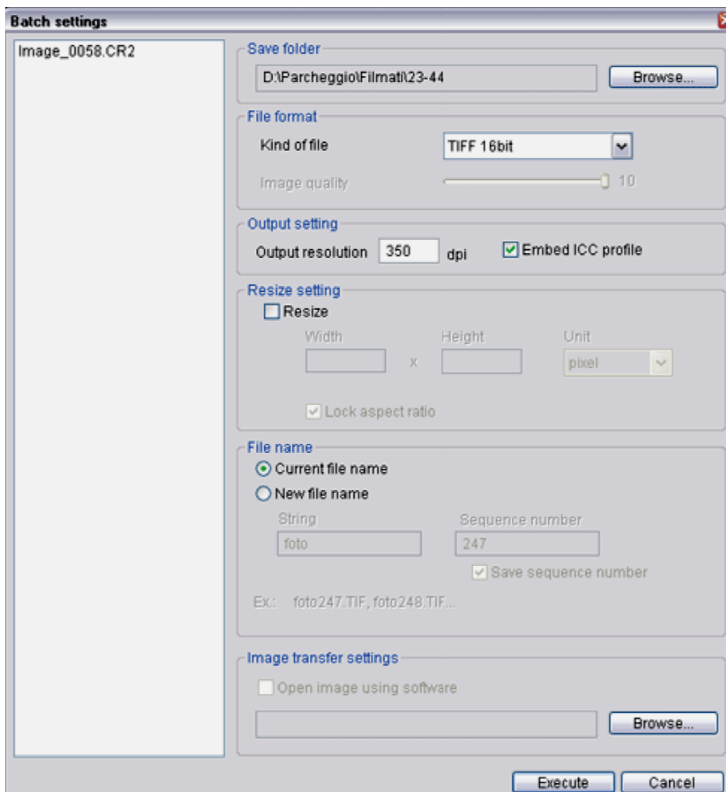
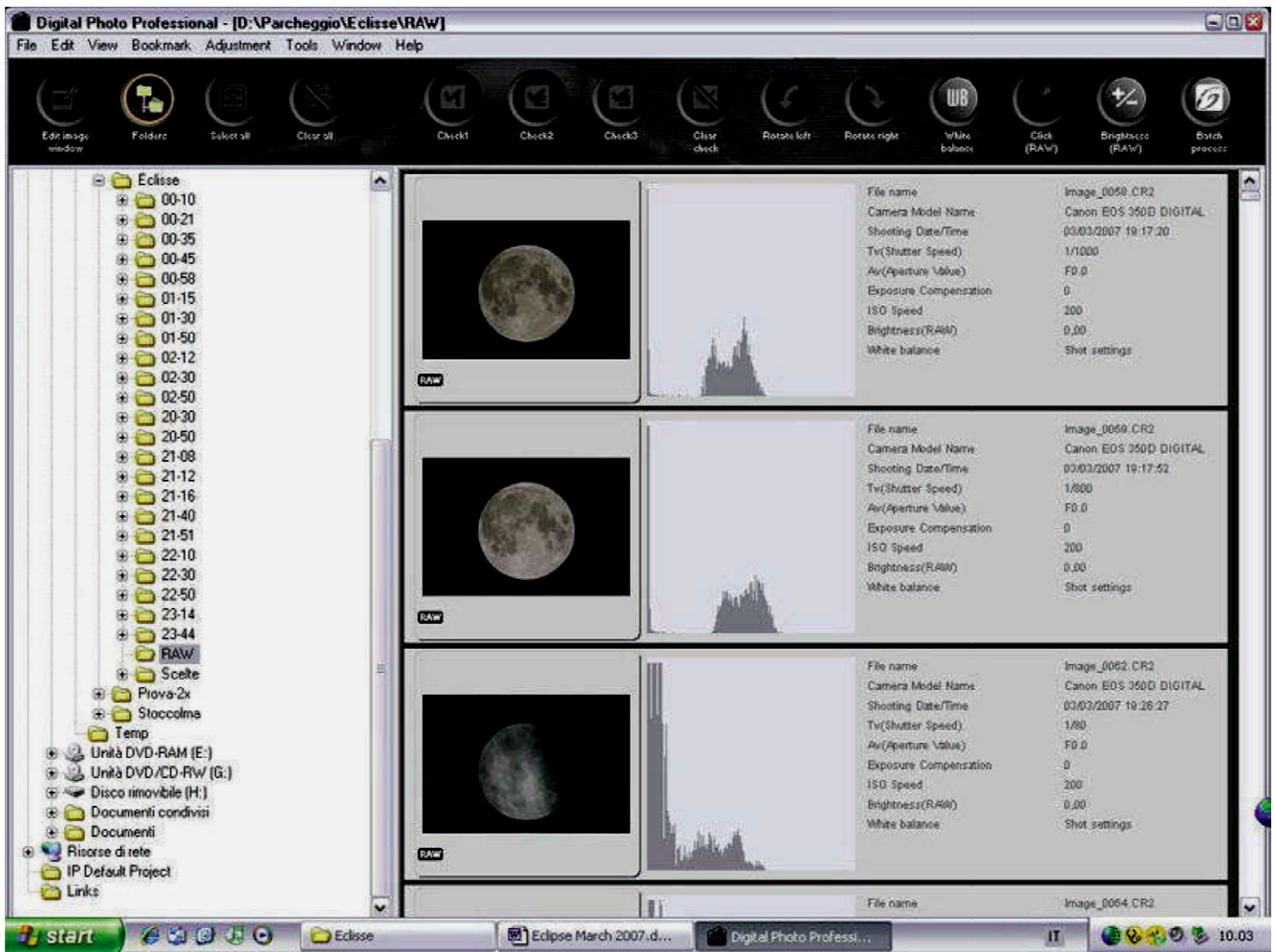


Figura 13 (sopra)

Figura 14 (a lato)

RAW6MBytes → TIFF 46 MBytes

318 \* 46Mbytes → 14 GBytes



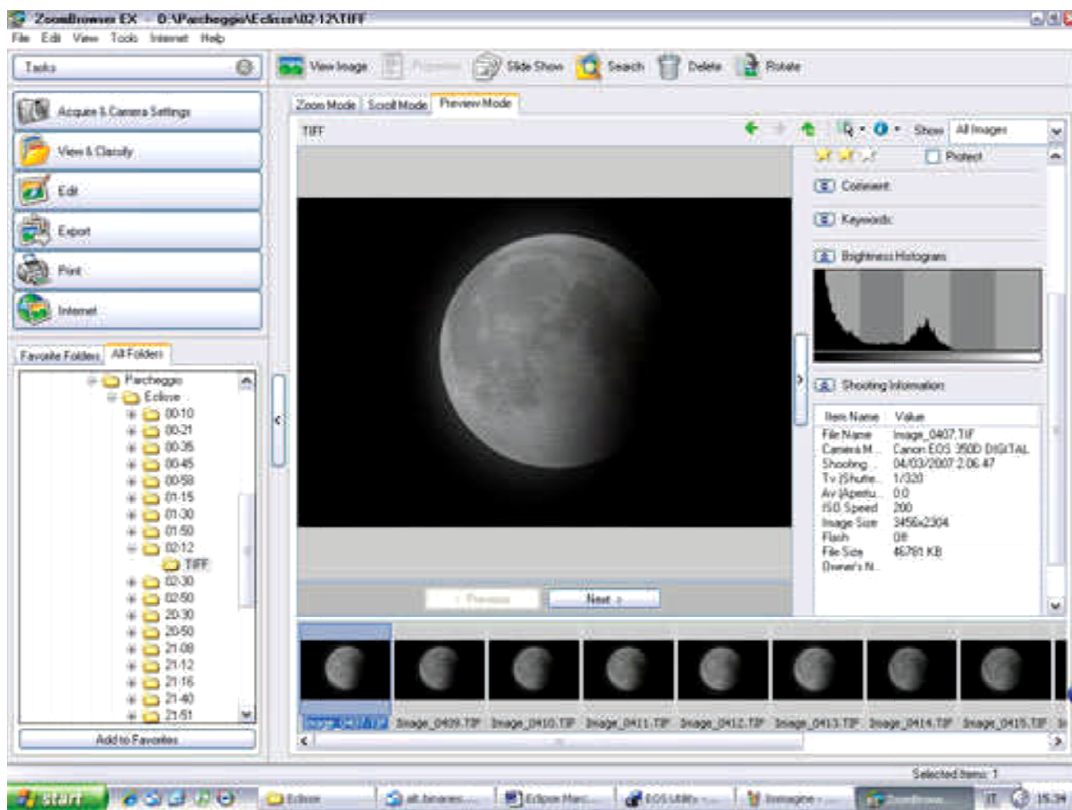


Figura 15

Permette anche la correzione di aberrazione acromatica dell'obiettivo utilizzato per riprendere la foto. Per questa sessione non è stato il caso, ma mantenere tutte le strutture è la scelta preferibile, nell'evenienza che si verifichi un problema.

### Conversione dell'immagine

Inoltre, le utilità della Canon possono essere d'aiuto nella conversione delle immagini RAW nel formato desiderato TIFF, foto digitale professionale (Si veda la pagina seguente). TIFF è il formato desiderato perché mantiene, per quanto è possibile, tutte le informazioni RAW. 350 dpi è l'impostazione predefinita per la conversione software (vedi pagine precedenti).

### Image Processing

Solitamente per elaborare le immagini TIFF utilizzo Adobe Photoshop CS2, ma prima di andare ad elaborare, si deve fare una selezione degli scatti migliori. Ancora una volta il software Canon "Zoom Browser EX" ci può aiutare. Si può guardare l'elenco completo delle immagini con tutte le informazioni in un'unica finestra. Una nuova directory viene creata e in essa l'immagine scelta viene copiata per la successiva elaborazione (vedi pagine precedenti). In questa fase Adobe Photoshop CS2 è molto utile. Per questo evento ho deciso di fargli produrre alcune schede che mostrano la Luna rossa, tutte le fasi durante il fenomeno e anche un film con quanti fotogrammi è possibile.

## Creazione della Card report

Dopo la selezione, il modo di procedere per creare una scheda o una immagine osservativa di questo fenomeno è stato davvero semplice. Non ho fatto alcuna elaborazione sulle foto ad eccezione del ritagliare il contorno della Luna per avere solo la diapositiva contenente l'oggetto desiderato. Ecco un esempio (figura 16):



Figura 16

Per l'immagine è stata usata una dimensione ragionevole, in modo da consentirne un migliore adattamento alla card report. Comunque la card è stata salvata nell'originale TIFF (48Mbyte) e poi convertita in JPG (350kByte) per la distribuzione. Le immagini della Luna Rossa sono state tagliate e unite utilizzando i livelli su Photoshop CS2. Alla fine sono state create molte card (figura 17 e 18).

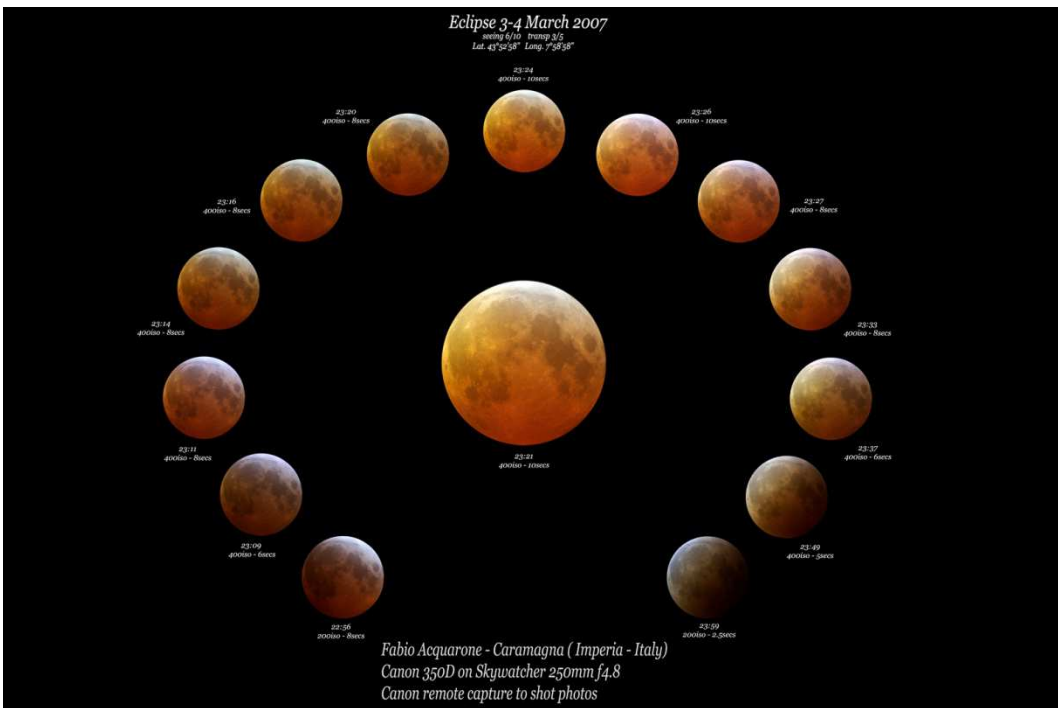


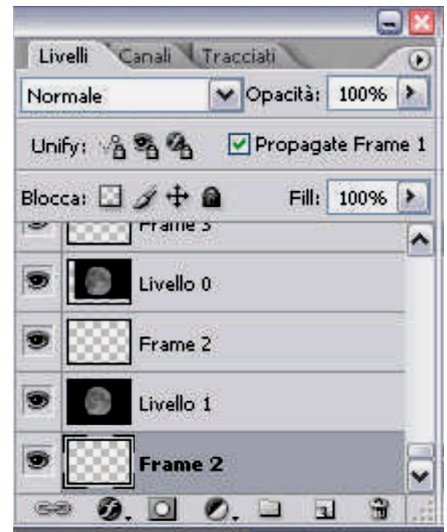
Figura 17 (sopra)

Figura 18 (a lato)

## Creazione di un filmato

Per la creazione di un filmato è stato più complicato. Ho usato Adobe Photoshop CS2 Animation facility. Una animazione è una sequenza di immagini, o fotogrammi, che vengono visualizzati nel tempo. Ogni fotogramma (*frame*) varia leggermente dal precedente, creando l'illusione del movimento quando essi vengono visualizzati in rapida successione. Le foto scelte in precedenza costituiscono i nostri frame in rapida successione.

L'aggiunta di frame è il primo passo nella creazione di una animazione. Se si ha l'immagine aperta, il file Animation Palette (tavolozza animazione) visualizza l'immagine come primo fotogramma in una nuova animazione. Ogni fotogramma che si aggiunge funge come duplicato del fotogramma precedente. Quindi, si possono apportare modifiche al frame usando il comando "Layers palette" (tavolozza dei livelli).



Ogni nuovo livello è l'immagine che usiamo come frame. Il numero di fotogrammi che si possono creare è limitato solo dalla quantità di memoria di sistema disponibile per Photoshop. È importante allineare ogni livello (foto) per evitare effetti spiacevoli. Per allineare ogni livello vengono sfruttate tutte le potenzialità di Photoshop, con la possibilità di ridurre l'opacità. Così, frame dopo frame è necessario un allineamento.

È possibile assegnare un tempo di ritardo a ciascun fotogramma e specificare il loop in modo che l'animazione venga eseguita continuamente. Per la mia animazione ho utilizzato un ritardo di 0,2 secondi tra ciascun fotogramma, ad eccezione per la presentazione iniziale con il banner. Il filmato originale è stato salvato in formato PSD, in modo da mantenere tutti i layers disgiunti e preservare la massima possibilità di modifica. È stata creata GIF animata e utilizzato Photoshop Image Ready, e creato un MOV QuickTime.

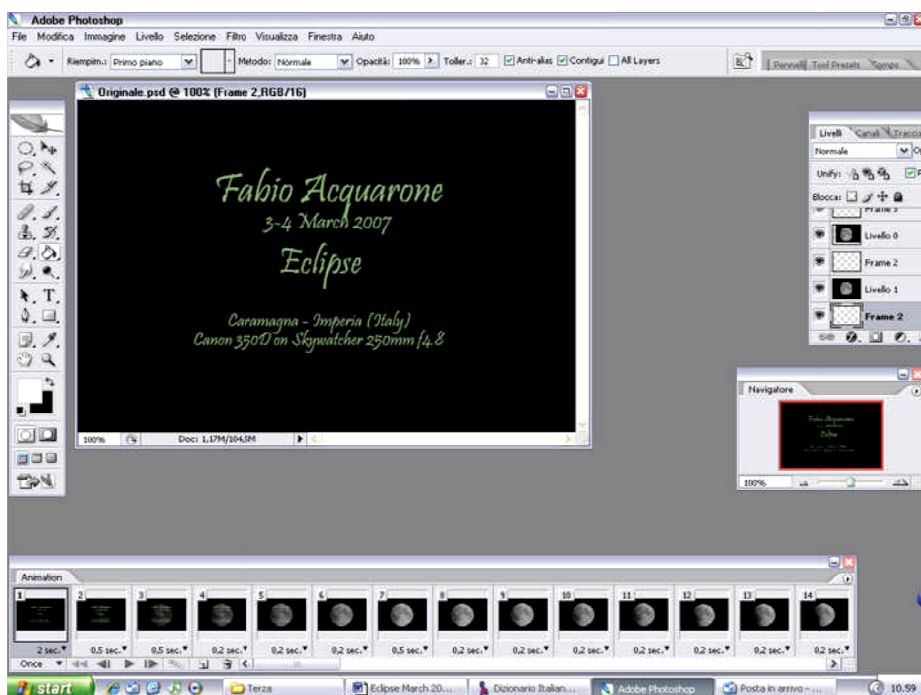


Figura 20

## Conclusioni

Sono davvero contento e soddisfatto dei risultati. Se penso che le nuvole erano presenti quasi tutto il giorno prima dell'inizio dell'eclissi e ho montato comunque gli strumenti nella speranza che le condizioni migliorassero, posso sicuramente dire che sono stato fortunato. *“La fortuna favorisce i coraggiosi!”*. L'eclissi era ad un livello medio di luminosità, perché la Luna non era esattamente al centro dell'ombra terrestre, infatti nel disco della Luna rossa era visibile un bordo superiore molto chiaro e biancastro.

Tuttavia le condizioni migliori erano presenti nel periodo di totalità, che consente di catturare meglio la luce rossa della Luna. Le mie sensazioni durante tale periodo sono state veramente fantastiche; durante la totalità un ambiente surreale mi ha circondato e la mia Canon 350D e lo Skywatcher 250 mm sono stati davvero un buon paio di strumenti per riprendere questi momenti meravigliosi.

## Bibliografia

LENA R., 2003, *Fotografia, l'eclisse del 9 Gennaio 2001*, L'Astronomia

GLR Group website, <http://www.glrgroup.org>

NASA Eclipse Home page, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/OH/Danjon.html>

Nuovo Orione, Marzo 2007.

Articolo originale: *“Eclipse March 2007 - Story of an amazing event”*, by Fabio Acquarone, Selenology Today, n. 6, 2007. Traduzione dall'inglese di Giuseppe Veneziano.



## SCRUTANDO NELL'OSCURITÀ

*Marina Martinelli*

*Lascio alzata ancora un po'  
la tapparella  
è buio ma di fronte  
tra i rami spogli  
vedo brillare le luci  
di alcune finestre  
nella notte invernale  
segnali di vita  
pulsano come fari  
ricordano il calore  
delle serate in famiglia  
dell'infanzia ormai perduta.  
Lascio alzata ancora un po'  
la tapparella  
sperando di trovare  
una traccia d'umanità.*

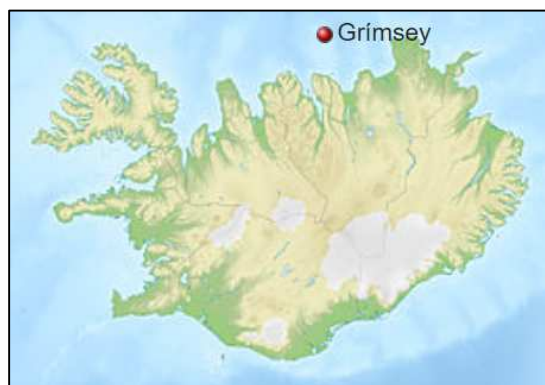
**RISPOSTA A DOMANDE:**  
**LA VARIAZIONE DELL'OBLIQUITÀ SULL'ECLITTICA**

*Giuseppe Veneziano*

Nella mia passione per l'archeoastronomia, capita spesso che io venga contattato da altri ricercatori per dipanare alcuni dubbi o collaborare ad alcune ricerche. Le risposte a questi quesiti possono essere utili a studiosi in vari campi, per cui ho deciso di renderle disponibili in questa rubrica intitolata "Risposta a domande" che riproporrò anche nei prossimi numeri del *Bollettino OAG*.

**La domanda:**

Buongiorno, sono il dott. Francesco Luigi Clemente. La disturbo per un quesito abbastanza importante per me, riguardante la Sua ottima relazione dal titolo "*Precessione degli Equinozi: implicazioni astronomiche e climatiche*" di 21 pagine che ho potuto consultare su Internet. [N.d.R. - articolo reperibile sul sito: [https://www.academia.edu/12315235/Precessione\\_degli\\_equinozi\\_implicazioni\\_astronomiche\\_e\\_climatiche](https://www.academia.edu/12315235/Precessione_degli_equinozi_implicazioni_astronomiche_e_climatiche)] ... Forse pure è banale la mia inquietudine, tuttavia preferisco consultarLa prima di scrivere "baggianate" nel libro sulle spedizioni polari del generale Umberto Nobile, che sto approntando insieme a dei colleghi. Si tratta di questo: Islanda e Circolo Polare Artico. Ora, come sappiamo il Circolo Polare Artico [di seguito **CPA** - N.d.R.] passa a Nord del minuscolo isolotto di Grimsey, condizione minima ma sufficiente per includere l'Islanda tra gli otto Stati entro contenuti al medesimo. Solo che, come viene genericamente spiegato ma in maniera superficiale, a causa della precessione equinoziale e della fase attuale della stessa, le date equinoziali si stanno spostando verso Nord e, dal 2047 l'Islanda non avrà più questa prerogativa, se non tra 12 mila e passa anni (quando il livello del CPA tornerà a "scendere"). Mi domando: ma se il CPA è una convenzione posta a tot gradi rispetto all'Equatore, quindi un cerchio arbitrario (e quindi immobile), perché si cita questo effetto sull'isola islandese di Grimsey? La confusione in me nasce anche dal fatto che nell'isola, a distanza di decenni, vengono creati dei monoliti a ricordo del punto preciso del passaggio sul suolo del CPA, punto che si sta spostando sempre più verso l'estremo settentrionale dell'isoletta. Scusi la banalità, ma per me è importante. I 66° e spiccioli del cerchio del CPA non rimangono sempre nello stesso punto, inalterati? La ringrazio vivamente dell'attenzione. Vive cordialità. Francesco Luigi Clemente.



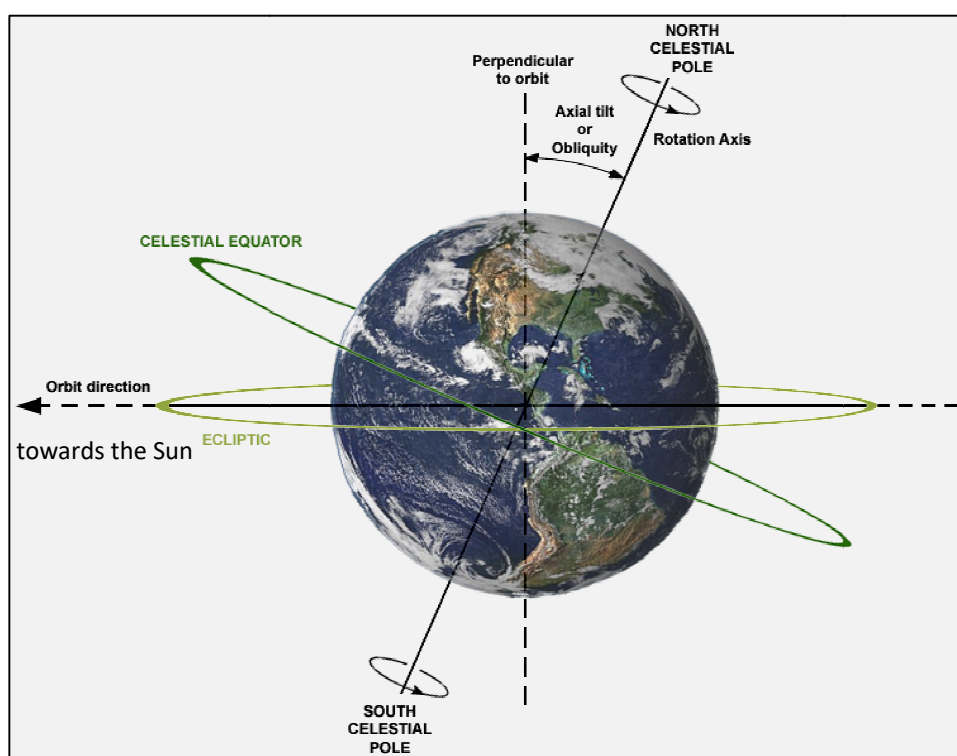
*Nelle due immagini: posizione dell'isoletta di Grimsey, in Islanda, e vecchio pannello che indica dove passava il Circolo Polare Artico.*



## La risposta:

Gentilissimo dott. Clemente, rispondo con piacere alla sua domanda, spero in modo per Lei comprensibile. Il CPA, per convenzione, è posto attualmente alla latitudine di  $66^{\circ}33'39''$  Nord. È teoricamente il punto più meridionale di latitudine dal quale è possibile osservare il fenomeno del “Sole di Mezzanotte” (il Sole non tramonta mai) nel periodo solstiziale estivo, e della Notte Artica (il Sole non sorge mai) nel periodo prossimo al solstizio invernale, anche se poi, a causa del fatto che la Terra non è una sfera perfetta, le cose nella realtà possono subire alcune leggere variazioni.

La posizione della esatta latitudine del CPA, non è fissata arbitrariamente, ma è una conseguenza dell'inclinazione dell'asse di rotazione del nostro pianeta. L'asse terrestre - come è noto - è quella linea immaginaria passante per i due poli terrestri attorno alla quale la Terra compie il suo moto di rotazione. L'inclinazione assiale di un pianeta ( $\epsilon$ ) è l'angolo di inclinazione di questo asse di rotazione in rapporto alla perpendicolare rispetto al suo piano orbitale (Eclittica)<sup>5</sup>.

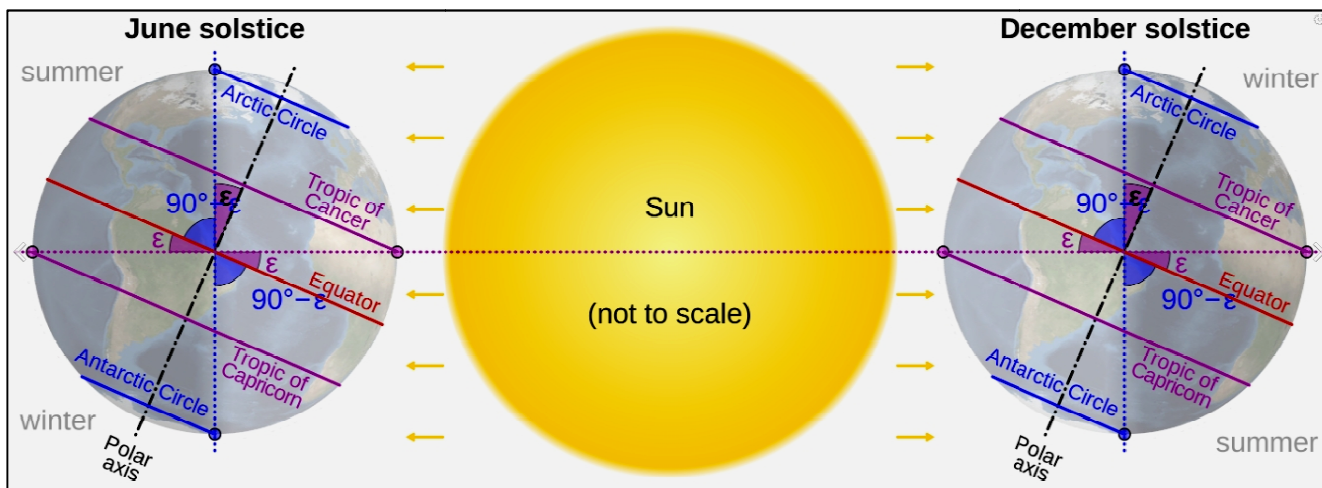


*L'asse di rotazione determina i due poli e l'Equatore Celeste. Il suo scostamento dalla perpendicolare al piano dell'Eclittica è detta “obliquità sull'Eclittica”.*

Attualmente la Terra possiede una inclinazione assiale di  $23^{\circ}26'11''$  (sessagesimale) o  $23,4365472^{\circ}$  (centesimale), valori riferiti al 1 gennaio 2021.<sup>6</sup> Il CPA è posizionato quindi a  $66^{\circ}33'49''$ . Nella pratica, questo valore si ottiene sottraendo l'inclinazione assiale da  $90^{\circ}$ , e cioè  $(90^{\circ} - 23^{\circ}26'11'')$ . Come avrà notato, il fatto che questo valore sia riferibile ad un anno particolare implica che l'inclinazione dell'asse terrestre non è costante, ma leggermente variabile.

<sup>5</sup> L'Eclittica o il Piano Eclittico è il piano orbitale della Terra attorno al Sole. Dalla prospettiva di un osservatore sulla Terra, il movimento del Sole sulla sfera celeste nel corso di un anno traccia un percorso (l'Eclittica, per l'appunto) lungo lo sfondo delle stelle. L'Eclittica è uno dei piani di riferimento, costituendo la base di un importante sistema di coordinate (coordinate eclittiche).

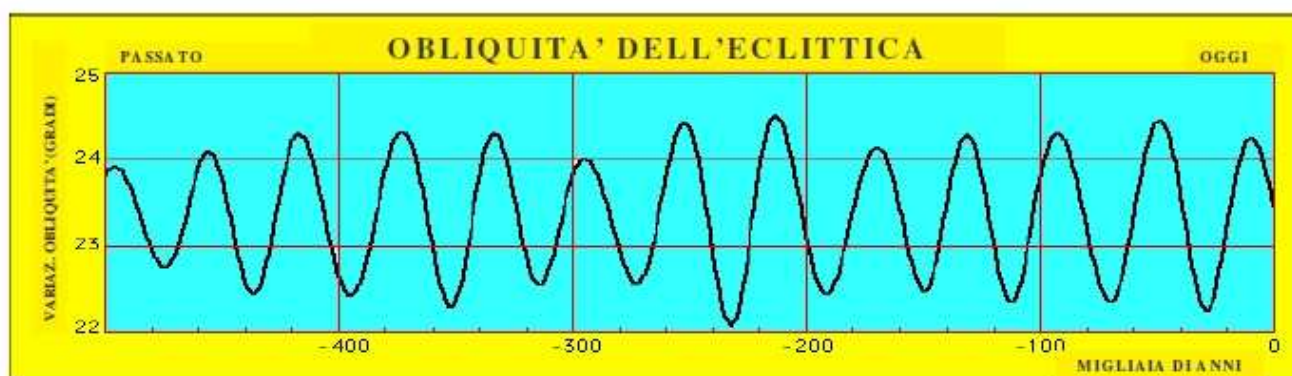
<sup>6</sup> Come termine di paragone recente, tale valore era di  $23^{\circ}26'21''$  al 1 gennaio 2000. Andando indietro nel tempo, ad esempio in epoca romana, nel 27a.C. esso era di  $23^{\circ}42'20''$ . Entrambi sono espressi in valori sessagesimali.



Relazione tra l'inclinazione dell'asse terrestre ( $\epsilon$ ) ed i Circoli Polari Artico ed Antartico.

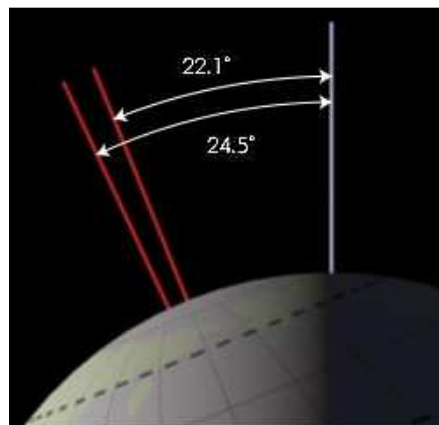
Il valore angolare esatto dell'obliquità è stato ricavato dall'osservazione del moto della Terra e dei pianeti nel corso di molti anni. Man mano che migliora l'accuratezza di queste misurazioni, gli astronomi producono nuove effemeridi fondamentali, dalle quali si derivano nuovi valori di calcolo astronomici, inclusa l'obliquità. Fino al 1983 gli almanacchi astronomici calcolavano tale angolo sulla base del lavoro dell'astronomo americano Simon Newcomb (1835-1909), che aveva analizzato la posizione dei pianeti fino a circa il 1895. Dal momento che la variazione dell'obliquità sull'eclittica è influenzata dalla "precessione planetaria" operata dalla forza di gravità dei pianeti del sistema solare sulla Terra, intorno al 1989 un altro astronomo, il francese Jacques Laskar, studiando questi moti caotici riuscì a fornire la migliore espressione matematica per poter calcolare come varia l'obliquità a lungo termine e quindi la possibilità di calcolarla andando lontano nel tempo, sia nel passato che nel futuro. Essendo leggermente variabile il valore dell'obliquità sull'eclittica nel corso degli anni, è chiaro che tutti i valori ad esso collegati devono essere periodicamente ricalcolati, così come avviene per le coordinate stellari i cui valori vengono ricalcolati sui cataloghi astronomici ogni 50 anni.

Una formulazione più recente e più realistica è stata fornita in questi ultimi anni da alcuni studiosi di meccanica celeste e di paleoclima (A.L. Berger e M.F. Loutre, 1990) i quali sostengono che l'obliquità dell'Eclittica (l'inclinazione dell'asse terrestre) oscilla periodicamente di circa  $\pm 1^\circ$  e mezzo rispetto ad un valore medio (che è quello attuale di  $23^\circ 26' 11''$ ) completando una oscillazione completa (da un valore massimo all'altro) in circa 41.000 anni, come è possibile vedere dalla figura sotto.



Variazioni dell'obliquità dell'Eclittica secondo la relazione di A.L.Berger e M.F. Loutre.

Il fatto che l'obliquità dell'Eclittica vari così poco e sia così stabile nel corso dei millenni rispetto a quella di altri pianeti del Sistema Solare, sembra sia dovuta alle perturbazioni esercitate dalla Luna che, trovandosi periodicamente sopra e sotto il piano dell'Eclittica (la sua orbita rispetto a quella terrestre è inclinata di  $5^{\circ}09'$ ), mantengono l'asse polare terrestre confinato nel grado e mezzo sopra citato (Laskar J., Robutel P., 1993; Laskar J., Joutel F., Robutel P., 1993). Questo vuol dire che in un periodo di 41000 anni l'asse terrestre passa da una inclinazione massima di circa  $24,5^{\circ}$  ( $24^{\circ}30'16''$  in sessagesimali) a una minima di  $22,1^{\circ}$  ( $22^{\circ}02'33''$  sessagesimali) per poi ritornare nuovamente a quella massima. Attualmente l'inclinazione dell'asse terrestre è in diminuzione. Se tra 50 anni tale inclinazione fosse (dico un valore a caso) di  $23^{\circ}26'00''$ , ecco che per convenzione il CPA si sposterebbe a ( $90^{\circ}-23^{\circ}26'00''$ ) cioè a  $66^{\circ}34'00''$  di latitudine Nord, cioè leggermente più a settentrione di quello attuale.



*Estensione minima e massima (linee rosse) dell'inclinazione assiale (obliquità) della Terra rispetto alla perpendicolare sull'Eclittica (linea bianca).*

## Bibliografia utile

BERGER A.L., 1976, *Obliquity and Precession for the Last 5000000 years*, Astronomy and Astrophysics, 51 (1), pp. 127-135.

BERGER A.L., LOUTRE M.F., 1990, *Bulletin de la Classes des Sciences*, Académie Royale de Belgique, 6-ème série, tome 1, Vol. 1-3.

HOSKIN M., 2006, *Stele e Stelle. Orientamento astronomico di tombe e templi preistorici del Mediterraneo*, a cura di Mario Codebò, nota C, p. 37.

LASKAR J., 1989, *A numerical experiment on the chaotic behaviour of the Solar System*, Nature 338, pp. 237.238.

LASKAR J., ROBUTEL P., 1993, *The Chaotic Obliquity of the Planets*, Nature, 361 (6413), pp. 608-612.  
[https://web.archive.org/web/20121123093109/http://bugle.imcce.fr/fr/presentation/equipes/ASD/person/Laskar/misc\\_files/Laskar\\_Robutel\\_1993.pdf](https://web.archive.org/web/20121123093109/http://bugle.imcce.fr/fr/presentation/equipes/ASD/person/Laskar/misc_files/Laskar_Robutel_1993.pdf)

LASKAR J., JOUTEL F., ROBUTEL P., 1993, *Stabilization of the Earth's Obliquity by the Moon*, Nature, 361 (6413) 615-617.

AA.VV., *Axial tilt*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Axial\\_tilt](https://en.wikipedia.org/wiki/Axial_tilt)

# LE ORE E GLI OROLOGI SOLARI NEI SECOLI

*Francesco Flora*

## 1. Introduzione

Il modo di contare le ore che usiamo oggi ha una lunga storia alle spalle, una storia di lenta ma progressiva evoluzione in cui i vari sistemi orari, gli orologi solari e gli orologi ad oscillazione (meccanica, elettronica o atomica) si sono rincorsi tra loro. In questa presentazione verranno esposte le tappe principali di questo lungo cammino iniziato circa 3000 anni fa.

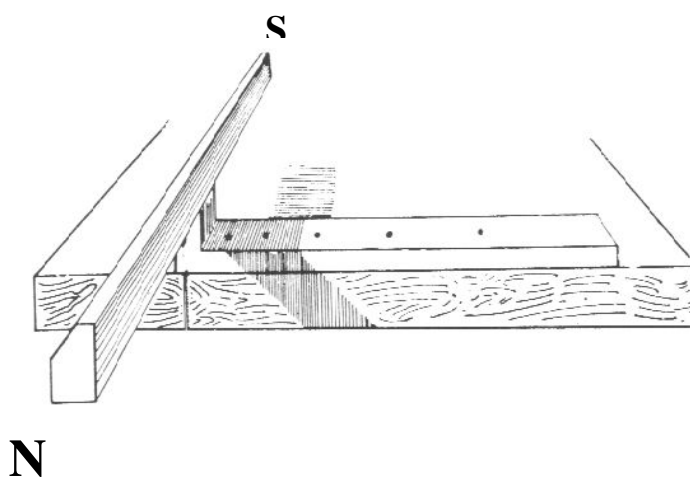
Questa relazione vuole dare al lettore una panoramica generale della storia degli orologi solari collegandola all'evoluzione del modo di dividere il tempo nelle varie epoche. Lo scopo quindi non è quello di fornire un elenco completo delle varie tipologie di orologi (molte delle quali qui non sono nemmeno accennate), bensì quello di mostrare al lettore come il nostro attuale modo di contare le ore sia il frutto di una evoluzione millenaria.

Molto del contenuto di questa relazione è tratto da un libro del Prof. Giuliano Romano [1], uno dei fondatori dell'archeoastronomia italiana che, nell'epoca in cui io ero uno studente liceale (anni '70), ha voluto divulgare i frutti delle sue ricerche con numerosi seminari pubblici aperti e resi facilmente comprensibili a tutti i cittadini della sua città (Treviso) interessati ed affascinati dalla sua chiarezza espositiva. Io ho avuto la fortuna di trovarmi tra loro.

## 2. Le ore nell'antichità

Tra le civiltà antiche, sicuramente quella degli Egizi è tra le prime ad aver introdotto l'idea di dividere la giornata in ore, cioè in intervalli di tempo (possibilmente uguali tra loro) più piccoli della banale mezza-giornata, ovvero della banale distinzione (sicuramente di origini preistoriche) tra la mattinata (quindi la fase di salita del Sole nel cielo) ed il pomeriggio (quindi la fase di discesa del Sole).

Gli Egizi – dicevamo – dividevano la giornata in ben 10 ore, ed uno degli orologi solari più semplici utilizzato per contarle è sicuramente quello del faraone Thutmosis III (o Thutmose III, 1450 a.C.), qui mostrato in [figura 1](#).



*Figura 1. L'orologio solare di Thutmosis III.*

Esso era costituito da una tavola orizzontale con 5 tacche allineate sormontata da una barra anch'essa orizzontale ma disposta a  $90^\circ$  rispetto alla linea delle tacche ed orientata in direzione Nord-Sud in modo da proiettare la sua ombra sulla tavola sottostante. L'indicazione dell'ora era data dalla posizione del confine tra la porzione assolata e la porzione ombreggiata della tavola: al mattino la meridiana andava orientata con le tacche ad Ovest della barra (come in figura) e man mano che l'ombra della barra si accorciava, si contavano le 5 ore della mattinata. A mezzogiorno, quando l'ombra della barra ricadeva sotto la barra stessa, si doveva ruotare di  $180^\circ$  la meridiana in modo che le tacche venissero a portarsi ad Est della barra: col calare del Sole, l'ombra della barra si allungava sopra la tavola e consentiva così di contare le 5 ore del pomeriggio.

Ma la civiltà antica che fece incredibili studi di astronomia ed alla quale dobbiamo moltissimo del nostro modo attuale di misurare il tempo e gli angoli fu quella dei Babilonesi. Essi infatti decisero di contare 12 ore tra alba e tramonto ed altrettante tra tramonto ed alba, con un totale quindi di 24 ore al giorno. Per contare le loro ore, dette "ore babiloniche", inventarono il più semplice e geniale degli orologi solari: il *Polos*, ovvero una calotta emisferica (tagliata su piano orizzontale) che riproduceva a rovescio la volta celeste.

Dividendo la calotta in 12 spicchi uguali tra loro (i due punti di congiunzione tra gli spicchi si trovavano in direzioni Nord e Sud) e ponendo uno gnomone (la punta di uno stilo metallico) al centro della emisfera, avevano ottenuto un modo semplicissimo per dividere l'arco della giornata in 12 intervalli uguali tra loro, qualunque fosse la stagione. Quando l'ombra dello gnomone si trovava nel 1° spicchio della calotta allora era la prima ora babilonica. Se invece l'ombra si trovava nel 2° spicchio, allora era la seconda ora; e così via fino al tramonto. Questo tipo di orologio solare fu ampiamente usato sia dai Greci e sia, poi, dai Romani, che lo semplificarono eliminando la parte della calotta che non veniva mai raggiunta dall'ombra dello gnomone. Questa nuova versione del *Polos* prese il nome di *Scafo* e presentò il vantaggio di poter essere letto anche dal basso ovvero anche se posizionato sopra una colonna, come mostrato in [figura 2](#).



*Figura 2. Esempio di "Scafo" proveniente da Pompei. Oltre alle linee orarie che dividono la calotta in 12 spicchi, sono riportate anche le 3 linee di inizio stagione: quella del solstizio invernale (in alto dove terminano le linee orarie), quella degli equinozi (a metà della calotta) e quella del solstizio estivo (in basso, quasi coincidente con il bordo inferiore della calotta).*

Ma perché i Babilonesi scelsero di contare 12 ore? Perché questo è il numero di cicli completi che la Luna compie in un anno ed è quindi il numero di mesi in un anno. Le stelle anticipano in continuazione, rispetto al Sole, sia il momento del loro sorgere e sia quello del tramontare (a causa del



moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole) e in un anno, cioè in 12 mesi, anticipano di un giro completo ovvero di 1 giorno (ovvero di 24 ore). Dal rapporto tra le ore di anticipo in un anno e quello dei mesi (24 ore / 12 mesi) si vede quindi che la scelta di contare ogni giorno 2 volte 12 ore, aveva la fantastica conseguenza (molto comoda per l'astronomia) che ad ogni mese le stelle anticipano di 2 ore tonde il loro sorgere ed il loro tramontare.

Ma c'è di più: i Babilonesi definirono anche l'unità di misura degli angoli, il "grado", definendolo come lo spostamento angolare apparente che il Sole compie rispetto alle stelle ogni giorno (in realtà è lo spostamento che la terra compie intorno al Sole in un giorno). Poiché essi in un mese contavano 30 giorni (arrotondando la durata del ciclo lunare che è di circa 29,5), ottenevano che in un anno (cioè in 12 mesi) c'erano 360 giorni (30x12). Si ottiene così che un angolo giro è composto di 360 gradi.

Vediamo quindi che l'eredità astronomica lasciataci dai Babilonesi è di nostro uso quotidiano ancor oggi e che molte delle semplificazioni astronomiche di cui godiamo (come ad esempio il fatto che il Sole in un'ora si sposti di moto apparente esattamente di  $15^\circ$ , cioè di  $360^\circ/24\text{ore}$ , e che quindi i nostri fusi orari distino esattamente di  $15^\circ$ ) le dobbiamo proprio alle loro scelte.

I Babilonesi, incredibilmente, definirono anche intervalli di tempo più piccoli delle ore e precisamente definirono il "minuto" come  $1/60$  di ora. Questo numero, 60, è divisibile sia per 12 e sia per 15 e ciò, ancora una volta, comporta notevoli vantaggi in astronomia (ad esempio che il Sole per spostarsi di 1 grado impiega esattamente 4 minuti ovvero  $60\text{minuti}/15^\circ$ ). Ma c'è di più: dal momento che in un minuto il Sole si sposta di  $0.25^\circ$  ( $=15^\circ/60\text{minuti}$ ) e che tale angolo è pari al raggio angolare del Sole, si ha che in un minuto il Sole si sposta nel cielo quanto il suo raggio.

Poiché la penombra di qualsiasi oggetto, cioè la fascia di transizione tra zona in ombra e zona assoluta, è angolarmente ampia, se osservata dal punto in cui si trova l'oggetto che genera l'ombra, quanto il raggio solare, ne consegue che il "minuto" è l'intervallo di tempo in cui l'ombra di un oggetto si sposta quanto la penombra. Ciò vale anche per l'ombra di uno stilo in un qualsiasi orologio solare: affinché l'ombra dello stilo proiettata sul quadrante solare si sposti almeno quanto la penombra è necessario che passi almeno 1 minuto. Ma la penombra è ciò che rende imprecisa la posizione dell'ombra. Il minuto quindi, è anche l'intervallo di tempo più piccolo misurabile con certezza in un orologio solare. (Per ulteriori approfondimenti sull'astronomia dei babilonesi si rimanda al libro di Giuliano Romano [1]).

### **3. Dalle ore babiloniche alle ore italiche**

Le ore babiloniche rimasero in uso per circa 2000 anni, passando prima alla civiltà greca e poi all'intero Impero Romano, perdurando per quasi tutto il medioevo. Le ore babiloniche sono quindi anche le ore che troviamo in tutta la letteratura romana.

Gli orologi solari usati per contare le ore babiloniche ebbero un'importante evoluzione grazie alle scoperte di geometria ottenute dai matematici greci, scoperte che consentirono di realizzare orologi solari su superfici piane, ottenute come proiezione geometrica del Polos sferico dei Babilonesi e superando così ogni limite sulle dimensioni degli orologi, come dimostrato dalla meridiana di Augusto in Campo Marzio a Roma, che superava i 100 m, come mostrato in figura 3.



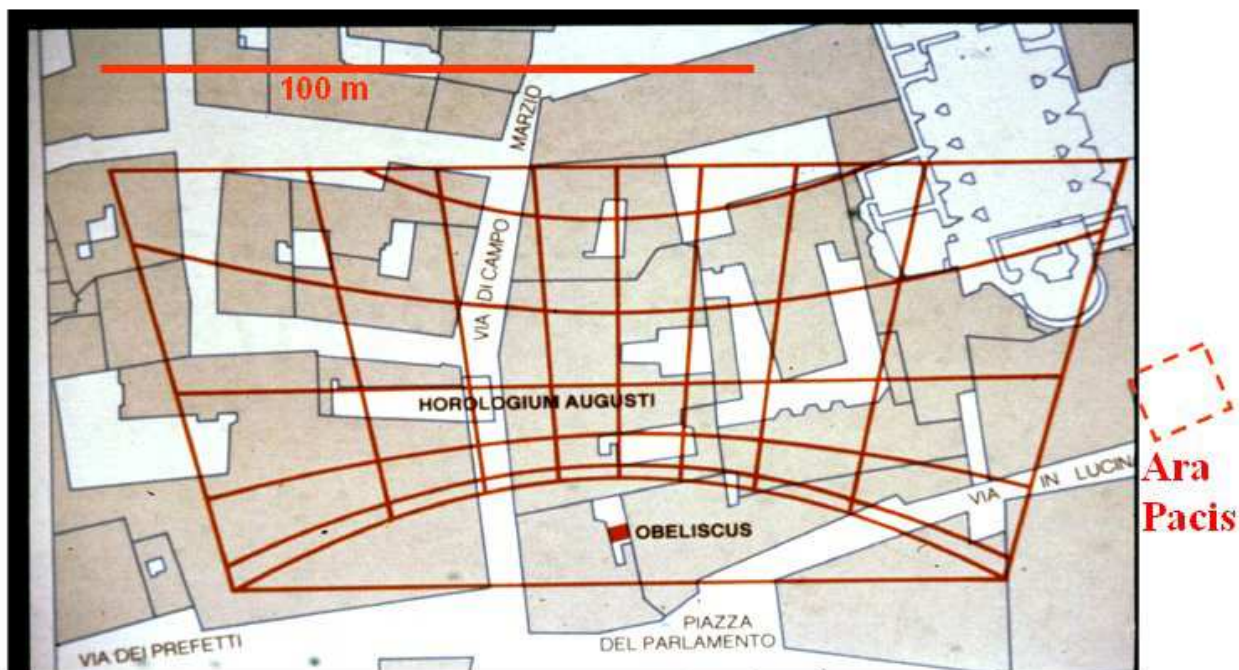


Figura 3. La meridiana di Augusto a Roma, a Campo Marzio, in prossimità dell'Ara Pacis (qui indicata dal quadrato rosso in tratteggio). Costruita nel 9 a.C. e descritta da Plinio il Vecchio, fu ritrovata 40 anni fa da Edmund Buckner (benché il ritrovamento sia oggetto di dispute tra i ricercatori). Lo gnomone della meridiana era l'obelisco del faraone Psammetico II (586 a.C.), trafugato dai Romani quale bottino di guerra contro l'Egitto, ed è ora collocato in piazza Montecitorio (h~25 m) grazie al salvataggio operato da papa Pio VI nel 1700.

La linea equinoziale di questa meridiana (la retta orizzontale in figura 3) oltre ad indicare la data degli equinozi indicava anche il compleanno dell'imperatore (nato il 23 Settembre) e in quel giorno l'ombra della punta dello gnomone, dopo aver percorso la linea equinoziale durante la giornata, andava a terminare alla sera sull'Ara Pacis, il famoso altare dedicato alla pace, fatto costruire da Augusto assieme alla meridiana.

Probabilmente il lungo perdurare nei secoli delle ore babiloniche è dovuto alla loro grande armonia con la vita contadina o, più in generale, con la vita umana condotta in sintonia con la natura. Infatti, in qualunque momento della giornata (di qualunque stagione) ogni lavoratore sapeva sempre esattamente quante ore mancavano al tramonto (cioè alle ore 12 babiloniche), ovvero al momento in cui si doveva cessare ogni attività (data l'assenza di luce artificiale).

Sono le ore che troviamo anche nella Bibbia (per questo sono chiamate anche ore "giudaiche") e che risultarono ideali anche per la vita religiosa: ancor oggi le preghiere quotidiane dei monaci e dei religiosi (le preghiere della 1<sup>a</sup> ora, quelle della 3<sup>a</sup> ora, ecc.) si riferiscono alle ore babiloniche, tanto da assegnare a queste ore anche il nome di "ore canoniche".

Ma un importante evento di evoluzione tecnologica e scientifica, avvenuto nel 1300, portò inevitabilmente all'abbandono delle ore babiloniche: fu l'invenzione degli orologi meccanici (per campanili e per torri campanarie). Gli orologi meccanici, rispetto a quelli solari, ebbero un importantissimo vantaggio: erano sonori (e funzionavano anche con cielo nuvoloso). Quando scoccavano le ore, la campana del campanile del villaggio annunciava, con il suo tintinnare, l'ora esatta a tutti gli abitanti. Ma questi orologi, a differenza di quelli solari, non potevano inseguire le

variazioni stagionali della durata della giornata, non potevano cioè contare le ore più lentamente in estate e più velocemente in inverno in modo da essere sempre 12 tra alba e tramonto, come imposto invece dal sistema orario babilonico. L'abbandono delle ore babiloniche e la transizione ad un nuovo sistema orario fu quindi inevitabile.

Ovunque si preferì mantenere il conteggio di 12+12 ore al giorno (come nel sistema babilonico), ma le 24 ore dovevano essere rigorosamente “tutte uguali” e “sempre uguali”. La scelta dell'istante della giornata in cui si doveva avviare il conteggio delle 24 ore però fu diverso a seconda dell'area geografica: in alcune regioni (nella Boemia ad esempio) si volle continuare ad avviare il conteggio al momento dell'alba (sistema orario definito “ore babiloniche moderne” o anche “ore boeme”), in altre regioni (prevalentemente nel nord-ovest europeo) si preferì invece avviare il conteggio a metà della notte (sistema orario definito “ore astronomiche” o anche “ore francesi” o, ancora, “ore moderne”). Nella nostra penisola si preferì invece avviare il conteggio al momento del tramonto (sistema orario definito come “ore italiche”), in modo da non perdere uno dei pregi più importanti delle ore babiloniche: la conoscenza, in qualunque stagione, dell'ora del tramonto, che adesso diventava la 24<sup>a</sup> ora anziché la 12<sup>a</sup>.

Non è quindi da stupirsi se nel libro dei “*Promessi Sposi*”, in cui Alessandro Manzoni narra una storia ambientata nel 1600, troviamo scritto che Renzo rientrò alla 23<sup>a</sup> ora e si mise a cenare: era normale per tutti cenare alla 23<sup>a</sup> ora ed andare a dormire alla 24<sup>a</sup>, l'ora del tramonto.

Anche le meridiane cambiarono subito la loro forma in modo da adeguarsi al nuovo sistema orario: le linee orarie non erano più convergenti (come in figura 3) ma apparivano quasi tangenti ad una ruota (come i raggi di una bicicletta) e la linea dell'ultima ora, la 24<sup>a</sup>, era sempre orizzontale, alla stessa altezza dello gnomone (perché ovviamente al momento del tramonto i raggi del Sole proiettano una qualsiasi ombra alla medesima altezza dell'oggetto che genera l'ombra), come in [figura 4](#).

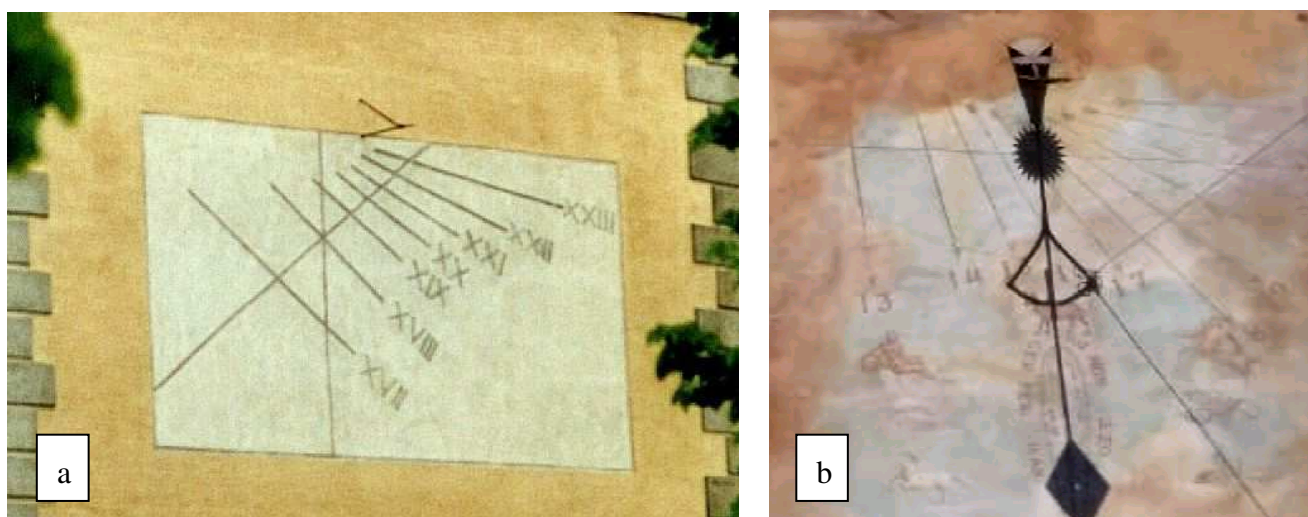


Figura 4. Meridiane ad ore italiche nel Palazzo dei Farnese a Caprarola Viterbese (a) e nel Palazzo Negroni a Genova (b). L'ora XXIV (non indicata nel quadrante solare) coincide con il bordo superiore del quadrante solare, alla medesima altezza dello stilo gnomonico.

Delle vecchie linee indicanti le ore babiloniche ne viene però mantenuta una, in sovrapposizione a quelle italiche: l'ora del mezzogiorno, cioè la 6<sup>a</sup> ora babilonica, chiamata anche “linea meridiana” dal latino (“*meridies*”= mezza giornata). Questa linea, come visibile in figura 4, è

sempre verticale (indipendentemente dall'orientamento della parete) perché a mezzogiorno il Sole è sempre nella stessa direzione (il Sud), in qualunque stagione.

La geometria delle meridiane ad ore italiche ha dato luogo a vari detti popolari, ancor oggi in uso, come ad esempio quello di “portare il berretto sulle 23”, che significa indossare il berretto lievemente inclinato come la linea oraria delle 23 delle meridiane ad ore italiche (vedi figura 4), oppure di “dover ricominciare un lavoro da capo a 12”, che significa doverlo rifare completamente, dato che nel sistema orario delle ore italiche le 12 cadono mediamente all'alba (essendo le 24 al tramonto).

#### **4. Le ore moderne**

Le ore italiche rimasero in uso per ben cinque secoli, fino a quando Napoleone invase la nostra penisola (intorno al 1800) ed impose il sistema delle “ore francesi”, impose cioè il conteggio di 12+12 ore a partire dalla mezzanotte (che in Francia si praticava già da lungo tempo).

L'abbandono delle ore italiche fu lento e faticoso per gli Italiani, perché la società era ancora prevalentemente contadina e rinunciare alla comodità di sapere sempre a che ora tramonta il Sole non fu affatto facile. Ma bisogna riconoscere che, ancora una volta, il cambiamento non fu semplicemente dovuto ad una sconfitta militare della nostra penisola, quanto invece ad una continua evoluzione degli orologi meccanici che, divenendo sempre più precisi, non si trovavano più in armonia nemmeno con le ore italiche, dato che il tempo che intercorre tra un tramonto ed il successivo non è sempre rigorosamente uguale ma lievemente più lungo mentre si passa dall'inverno all'estate (quando le giornate si allungano) e lievemente più breve mentre si passa dall'estate all'inverno (quando il tramonto anticipa di giorno in giorno).

Un significativo miglioramento della precisione degli orologi meccanici fu determinato anche dalle esigenze delle traversate oceaniche verso il nuovo continente: l'America. Solo un orologio di alta precisione, a bordo di una nave, consentiva infatti di poter costantemente conoscere la longitudine della nave. Tanto che nel 1750 il governo inglese emanò una legge (la “Longitude act”) che avrebbe riccamente premiato chi fosse riuscito a risolvere il problema dei frequenti naufragi causati dalla imprecisione sulla determinazione della longitudine. Il premio fu vinto contemporaneamente dall'orologiaio John Harrison, con l'invenzione del suo famoso orologio in grado di mantenere una precisione di appena 2 secondi durante un'intera attraversata oceanica (nel 1761), e dagli astronomi dell'osservatorio astronomico di Greenwich che pubblicarono un almanacco in cui era prevista la posizione della Luna rispetto alle stelle ad ogni ora (di Greenwich) di ogni giorno: chiunque avesse consultato l'almanacco ed osservata la Luna, avrebbe potuto dedurre che ore erano a Greenwich in quel momento e quindi, confrontandola con la propria ora locale, avrebbe potuto sapere quanto differiva la sua longitudine da quella di Greenwich. Per questo motivo, Greenwich divenne lo “zero” della longitudine universalmente riconosciuto.

Con l'adozione del sistema orario francese, anche le meridiane cambiarono per poter indicare le nuove ore: le linee orarie divennero convergenti verso un unico punto e la linea meridiana venne a coincidere con l'ora 12, come mostrato in [figura 5](#).

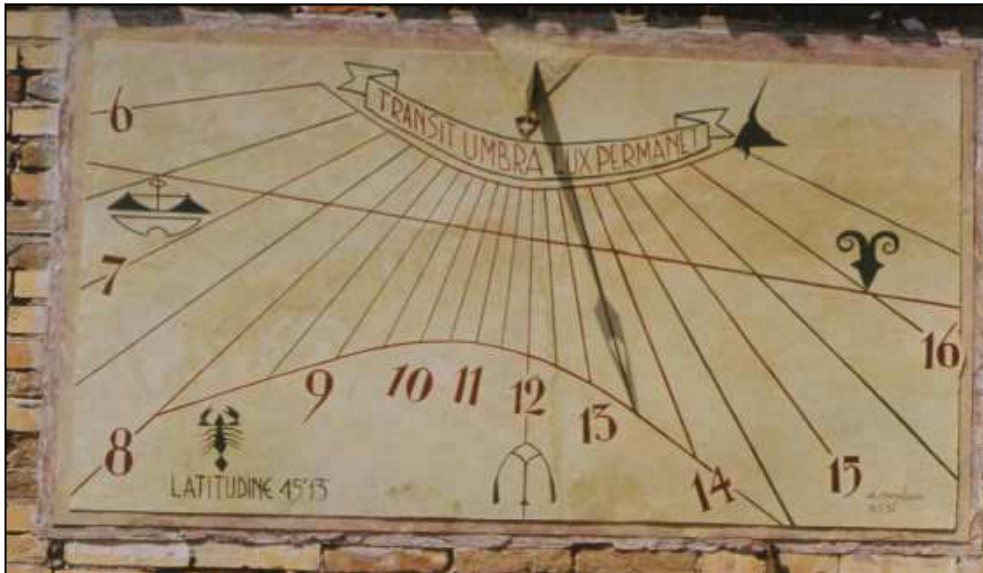


Figura 5. Meridiana ad ore moderne a Chioggia con indicate ore e mezz'ore. Le ore 12 sono verticali e si sovrappongono alla linea meridiana (evidenziata con il disegno di una campana, in basso al centro).

## 5. Meridiane di grande precisione

Con il continuo progredire della precisione degli orologi meccanici, anche le esigenze di precisione sulle meridiane (comunque indispensabili per poter “mettere giusto” l’orologio meccanico) crebbero. Ma, come indicato nel 2° paragrafo del presente articolo, la precisione dei normali orologi solari, quelli in cui l’ombra di uno gnomone (in genere un’asta metallica) viene proiettata su un quadrante solare, è limitata dall’effetto di penombra e raggiunge tipicamente valori di un minuto.

Esiste però un modo per eliminare questa limitazione: è il metodo della “camera oscura”, grazie al quale la penombra viene trasformata in “immagine del Sole”. Il principio della camera oscura è indicato schematicamente in figura 6: un piccolo foro fa sì che le diverse zone del Sole si proiettino in punti diversi del quadrante solare, così da generare un’immagine rovesciata del disco solare.

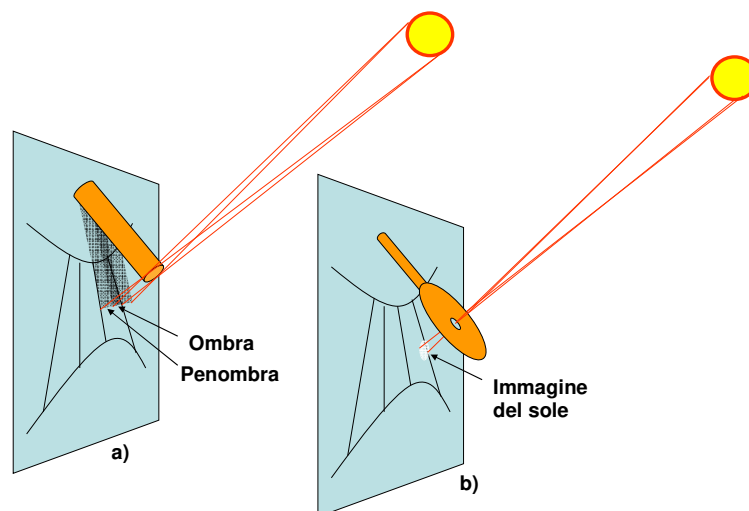


Figura 6: Schematizzazione del principio della camera oscura.

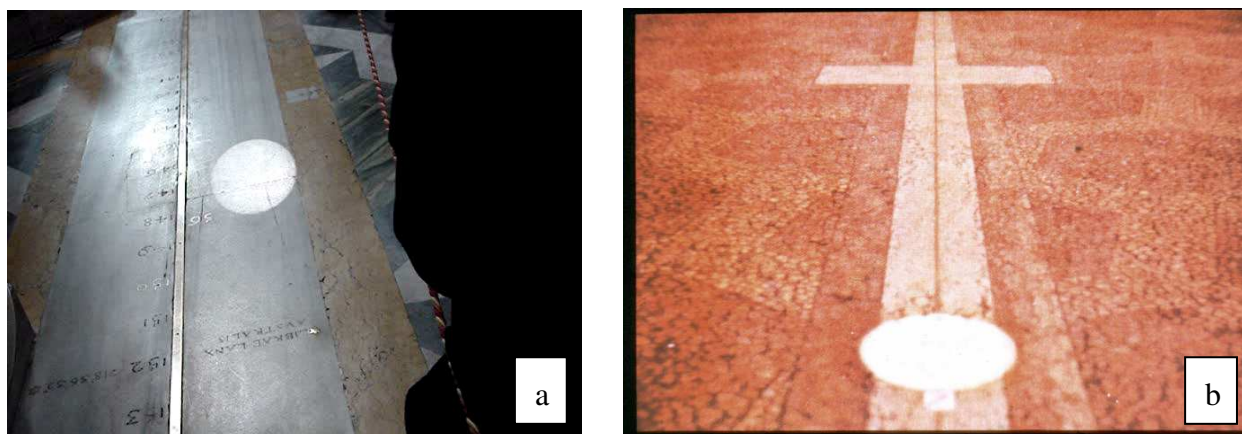


La luminosità dell'immagine del Sole che si crea e la nitidezza dell'immagine stessa sono rispettivamente proporzionale ed inversamente proporzionale al rapporto tra la dimensione del foro e la distanza tra il foro ed il quadrante solare (detta "altezza gnomonica"). Il costruttore gnomonista, nel costruire una meridiana a camera oscura deve quindi cercare il miglior valore di compromesso del suddetto rapporto in base alla luminosità diffusa presente sul quadrante solare.

Se la meridiana si troverà all'aperto, pur volendo sostituire l'asta gnomonica con un disco forato che produca una blanda immagine del Sole, lo gnomonista nel progettargliela dovrà accontentarsi di un rapporto nell'ordine di 1/100 e la precisione della meridiana potrà scendere solo di 2 o 3 volte rispetto a quelle con il semplice stilo gnomonico, raggiungendo quindi valori di precisione nell'ordine di 20-30 secondi.

Se invece ci si trova in un interno poco luminoso (una stanza con finestre molto piccole oppure una chiesa), allora il foro gnomonico viene praticato sul soffitto o su una parete della stanza e si può scendere a rapporti inferiori a 1/1000 (cioè il foro è 1000 volte più piccolo della sua altezza dal pavimento) così da ottenere immagini del Sole molto nitide (benché poco luminose) e precisioni della meridiana dell'ordine di pochi secondi.

Un esempio di meridiane da chiesa a camera oscura, utilizzate proprio per poter regolare un orologio meccanico presente nella chiesa stessa, lo troviamo a Roma nella chiesa di Santa Maria degli Angeli oppure a Milano nel Duomo (vedi [figura 7](#)) o a Bologna nella chiesa di San Petronio, così come in molte altre chiese.



*Figura 7. Meridiana a camera oscura nella chiesa di Santa Maria degli Angeli di Roma (a) e nel Duomo di Milano (b) poco prima delle ore 12 del tempo vero solare (a) ed allo scoccare delle ore 12 (b). È evidente la nitidezza del disco di luce (immagine del Sole) che si forma sul pavimento e che consente di "leggere" l'ora esatta con una accuratezza di pochi secondi.*

## 6. Meridiane a tempo vero del fuso

Come abbiamo visto, non appena introdotto il nuovo sistema orario ad ore francesi, anche le meridiane si sono trasformate per poter indicare le nuove ore. Non mancano gli esempi in cui le nuove linee orarie sono state tracciate in sovrapposizione con quelle italiane in modo da poter leggere l'ora in entrambi i sistemi orari (appunto a testimonianza della lentezza con cui si è rivoluzionato il sistema orario in Italia).

Ma intorno al 1850, dopo appena 50 anni dall'introduzione delle ore francesi, c'è stata un'ulteriore piccola modifica del sistema orario dovuta non solo ai miglioramenti sulla tecnologia di fabbricazione degli orologi ma anche ad un'altra cruciale innovazione tecnologica: il treno.

Prima di tale data, infatti, ogni città adottava l'ora locale, definita anche come Tempo Vero del Luogo (TVL). Ma con l'aumentare della velocità dei treni, diveniva sempre più evidente la differenza di orario tra due città di diversa longitudine (ad esempio Milano e Venezia), per cui risultava che il viaggio Venezia-Milano era, apparentemente, circa mezz'ora più breve del viaggio Milano-Venezia. Si dovette quindi passare, sia in Italia e sia altrove, ad un unico orario nazionale uguale per tutte le città: il Tempo Vero del Fuso (TVF).

Così, anche le meridiane ebbero una piccola trasformazione: a partire dal 1850 la linea oraria delle ore 12 non la troviamo più verticale e sovrapposta alla linea meridiana (la linea del mezzogiorno) ma la troviamo spostata in modo tale che, se la si osserva dalla punta dello gnomone secondo un asse polare, essa differisce angularmente dalla linea meridiana quanto la differenza tra la longitudine di quel luogo e la longitudine del meridiano di riferimento (che oggi per l'Italia è il meridiano passante per il Monte Etna, con una longitudine di  $15^\circ$  ad Est di Greenwich). Ovviamente, del medesimo angolo risultano spostate anche tutte le altre linee orarie (dovendo distare rigorosamente di  $15^\circ$  una dall'altra). Un esempio di tali meridiane lo troviamo a Genova in una meridiana realizzata dallo gnomonista Enrico Alberto De Albertis nel suo castello oppure a Treviso nella meridiana della chiesetta "Delle Acque", realizzata da Giuseppe Flora nel 1945 a commemorazione di tutti i bambini vittime del bombardamento della città (molti dei quali sepolti poi in questa chiesetta), qui riportate in [figura 8](#).

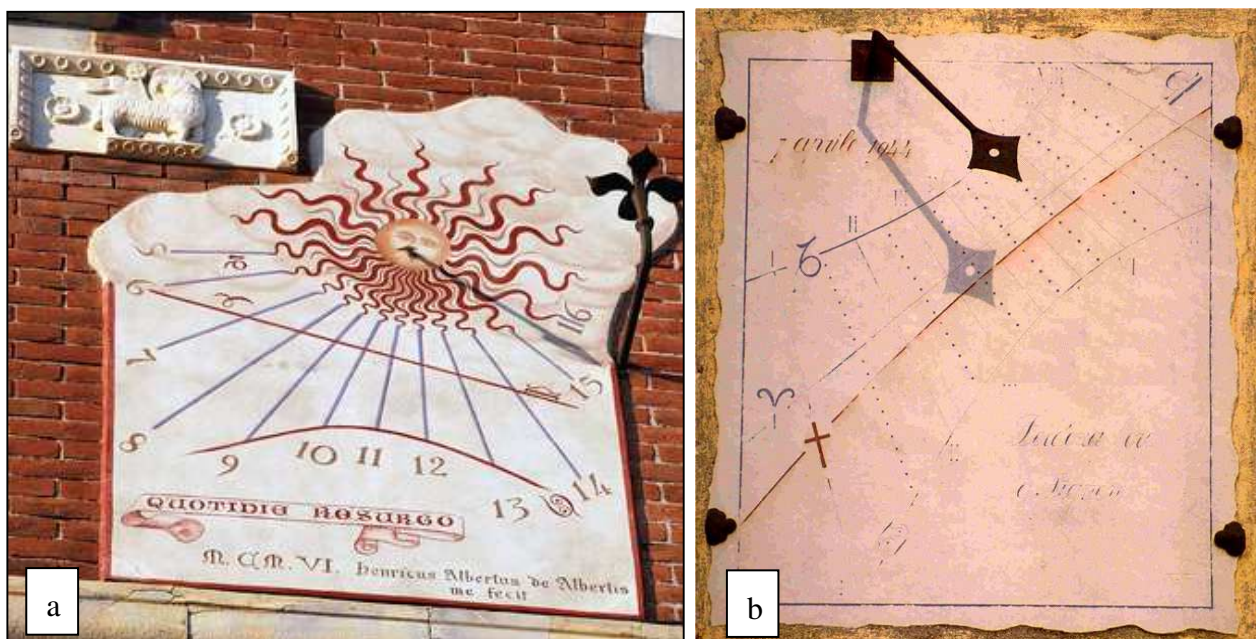


Figura 8. Meridiane a Tempo Vero del Fuso (TVF): (a) nel castello di Enrico Alberto De Albertis a Genova (fine 1800); (b) a Treviso nella chiesetta "Delle Acque" (metà 1900). Notare in (a) che le ore 12 non sono verticali ma spostate a destra in base alla longitudine di Genova. Notare in (b) la croce (color rosso) all'incrocio tra la linea oraria delle ore 1 (pomeridiane) e la linea calendariale del 7 aprile (anch'essa color rosso) a ricordare il bombardamento di Treviso avvenuto alle 13:00 del 7 Aprile 1944. Il motto della meridiana (quasi cancellato): "Perdona loro o Signore".



## 7. Meridiane a tempo medio

Il continuo perfezionamento della regolarità degli orologi meccanici rivelò, col passare dei decenni dopo il 1800, un'ultima incompatibilità con il Sole e quindi la necessità di introdurre un'ultima piccola rivoluzione nel sistema orario: quella di non iniziare a contare le 12+12 ore dalla vera mezzanotte e dal vero mezzogiorno ma da una mezzanotte e mezzogiorno lievemente sfalsati. La durata di un giorno solare, definita come il tempo che trascorre tra un mezzogiorno (istante in cui il sole raggiunge l'apice del suo moto apparente nel cielo) ed il successivo, non è infatti sempre rigorosamente uguale ma oscilla a seconda delle stagioni.

Questo oscillare è generato dal fatto che affinché passi un giorno solare non basta che la Terra giri su se stessa di  $360^\circ$  bensì di circa  $361^\circ$ , dove quel grado in più è l'angolo di cui la Terra si è spostata nel suo moto di rivoluzione intorno al Sole in un giorno (che è di circa  $1^\circ$  per definizione stessa del grado voluta dai Babilonesi, come sopra spiegato). Ma quel "circa  $1^\circ$ " in realtà varia lievemente durante l'anno a seconda della velocità con cui si muove la Terra, che è maggiore o minore a seconda che essa sia più vicina o più lontana dal Sole. Questo effetto ( $ET_o$ ), sommato ad altre piccole oscillazioni ( $ET_a$ ) di durata del giorno solare dovute all'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano dell'orbita (attualmente di  $23,5^\circ$  circa), porta ad accumulare delle differenze, denominate "Equazione del Tempo" ( $ET$ ), tra il momento del vero mezzogiorno solare ed il mezzogiorno che si avrebbe se i giorni avessero tutti la medesima durata (pari al valor medio della durata di un giorno solare vero), come mostrato in figura 9. Il valore massimo di  $ET$  è di circa 16 minuti. Ulteriori approfondimenti sulle cause e sulla matematica per calcolare l'Equazione del Tempo si possono trovare in [2].

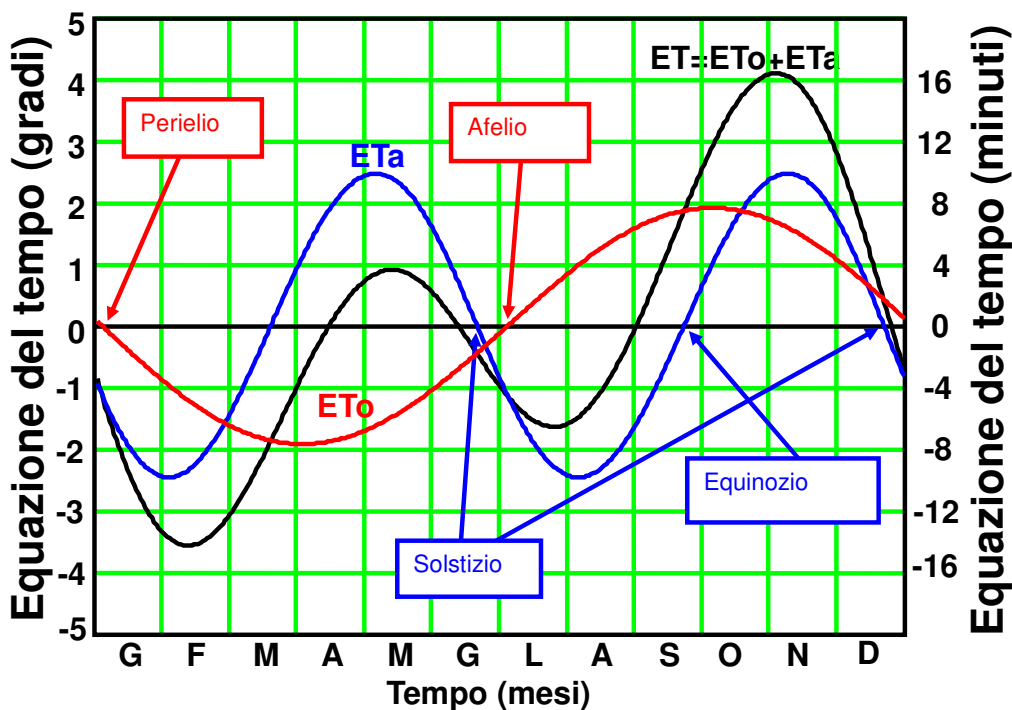


Figura 9. Valori di  $ET$  (curva nera) e delle sue due componenti per i diversi mesi dell'anno; grafico tratto da [2].

Si è così introdotto il sistema orario del Tempo Medio (TM), secondo il quale il mezzogiorno e la mezzanotte sono spostati quanto l'equazione del tempo rispetto a quelli veri, in modo che i giorni risultino avere tutti la medesima durata: 24 ore costanti.

Nascono così, a partire dalla fine del 1800 circa, le meridiane a tempo medio. In queste meridiane i segmenti delle linee orarie sono sostituiti da una figura a forma di "8" allungato detta "lemniscata", come mostrato in figura 10.

La lemniscata riproduce graficamente il valore dell'equazione del tempo, in modo tale che il visitatore, osservando l'istante il cui l'ombra della punta dello stilo gnomonico (oppure il disco luminoso del raggio di Sole che attraversa il foro gnomonico) raggiunge il bordo della lemniscata (sinistro o destro a seconda delle stagioni) anziché il segmento rettilineo che la taglia a metà, ottiene direttamente la lettura del Tempo Medio anziché quella del Tempo Vero.

Lo "zero" delle due componenti di ET è al perielio ed afelio per quanto riguarda ETo mentre è agli equinozi ed ai solstizi per quanto riguarda ETa [2]. Le due componenti quindi, per effetto della precessione degli equinozi, sono destinate a sfasarsi in continuazione (di un giorno ogni 70 anni circa) e a far mutare in continuazione nei secoli la forma dell'equazione del tempo e della lemniscata delle meridiane.

Generalmente le meridiane a tempo medio riportano il Tempo Medio del Fuso. Quella di figura 10 è un'eccezione perché riporta il Tempo Medio del Luogo (la linea delle ore 12 infatti, unica ora riportata dalla meridiana, è verticale anziché essere inclinata in base alla longitudine di Grottaferrata). Questa meridiana indica quindi il mezzogiorno locale.

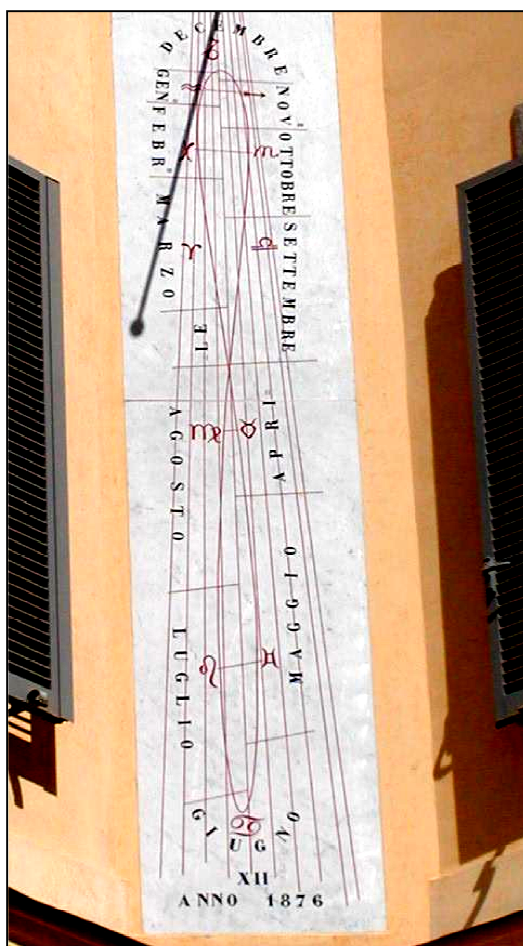


Figura 10. Meridiana a tempo medio nell'abbazia di San Nilo a Grottaferrata (RM). Alla linea oraria del mezzogiorno secondo il tempo vero solare (il segmento nero che termina con il numero XII) è sovrapposta la curva della lemniscata (in rosso) con le indicazioni dei mesi. I tratti orizzontali esterni alla lemniscata indicano il 1° giorno del mese mentre quelli interni indicano il giorno di cambio zodiacale (circa il 21 del mese).

Spesso le meridiane moderne riportano alcune ore a tempo vero del fuso ed alcune ore a tempo medio del fuso, come quella riportata in [figura 11](#), così che sia possibile leggere sulla meridiana le ore secondo entrambi i sistemi orari. Altre volte, invece, la meridiana riporta il Tempo Vero del Luogo ed è affiancata da una Legenda in cui viene riprodotto il grafico di figura 9, così che il visitatore possa sommare il valore di ET all'ora letta sulla meridiana.



Figura 11. Meridiana a tempo vero del fuso (sulle ore 11, 13, 14, 15, 16, 17) e a tempo medio (sulle ore 12), realizzata sulla parete di una scuola elementare di Sarmede (TV) da Giovanni Flora. La foto è tratta da [\[3\]](#).

## 8. Conclusioni

Il nostro modo di contare le ore di un giorno (12+12) e gli angoli di un giro (360°) è una ricca eredità culturale con 3000 anni di storia. Lo “zero” del conteggio delle ore si è evoluto nei secoli in base al perfezionamento degli orologi meccanici (inizialmente l'alba, dai babilonesi fino al 1300, poi il tramonto per le ore italiane dal 1300 al 1800 e la mezzanotte dal 1800 in poi).



Anche le meridiane si sono aggiornate per quanto riguarda la disposizione e la forma delle linee orarie, ma hanno mantenuto intatte le linee stagionali (il solstizio invernale, il solstizio estivo e gli equinozi) e la linea meridiana (= mezzogiorno).

La lemniscata delle meridiane moderne è destinata a mutare nei secoli. Essa racchiude nella sua forma una moltitudine di informazioni astronomiche:

- *Eccentricità dell'orbita (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> legge di Keplero ed Eccentricità).*
- *Legge universale della gravitazione di Newton (infatti, se la forza di gravità nel fosse inversamente proporzionale al quadrato della distanza, l'orbita dei pianeti non sarebbe un'ellisse e la lemniscata avrebbe un'altra forma).*
- *Inclinazione dell'asse (la ETA dipende infatti da tale inclinazione).*
- *Secolo di progettazione (gli gnomonisti del futuro disegneranno sulle meridiane una lemniscata di forma diversa da quella di oggi).*

Il disegno ed il motto delle meridiane parlano al visitatore, raccontano del tempo passato e del significato del tempo che sta scorrendo. Quindi, si può quasi immaginare un dialogo mistico tra la meridiana ed il viandante che la osserva.

### ***Ringraziamenti***

Ringrazio mio padre, Giovanni Flora, per avermi trasmesso l'amore per le meridiane e l'arte di progettarle.

### **Bibliografia**

[1] ROMANO Giuliano - NOTARANGELO Michele - VANZIN Enio (a cura di), 1990, *Il Sole ed il tempo. un'indagine sulle meridiane nel Trevigiano*, SIT Editrice, Milano.

[2] BOLLANTI S. - DE MEIS D. - DI LAZZARO P. - FASTELLI A. - FLORA F. - GALLERANO G.P. - MEZI L. - MURRA D. - TORRE A. - VICCA D., 2012, *Calcolo analitico della posizione del sole per l'allineamento di impianti solari ed altre applicazioni*, RT/2012/24/ENEA ISSN/0393-3016. Disponibile al sito: [http://www.frascati.enea.it/fis/lac/excimer/bussola/2012\\_24\\_ENEA.pdf](http://www.frascati.enea.it/fis/lac/excimer/bussola/2012_24_ENEA.pdf)

[3] D'AGNOLO VALLAN A. - FLORA G. - MANTESE M. - MIES G. (a cura di), 1999, *Conto Solo Ore Serene. Le meridiane delle Prealpi Trevigiane*, Studio Lavia, Padova-Comunità montana delle Prealpi Trevigiane, Vittorio Veneto (TV).



# DIALOGO TRA LA MERIDIANA ED IL VIANDANTE

*Francesco Flora*

**Meridiana:**

Ehiiii tu che passi veloce ... fermati ... fermati cinque minuti ... devo parlarti, fermati ...

**Viandante:**

Devi parlarmi? Ma se non fai nemmeno tic-tac! Cosa dovrei ascoltare da te?

**Meridiana:**

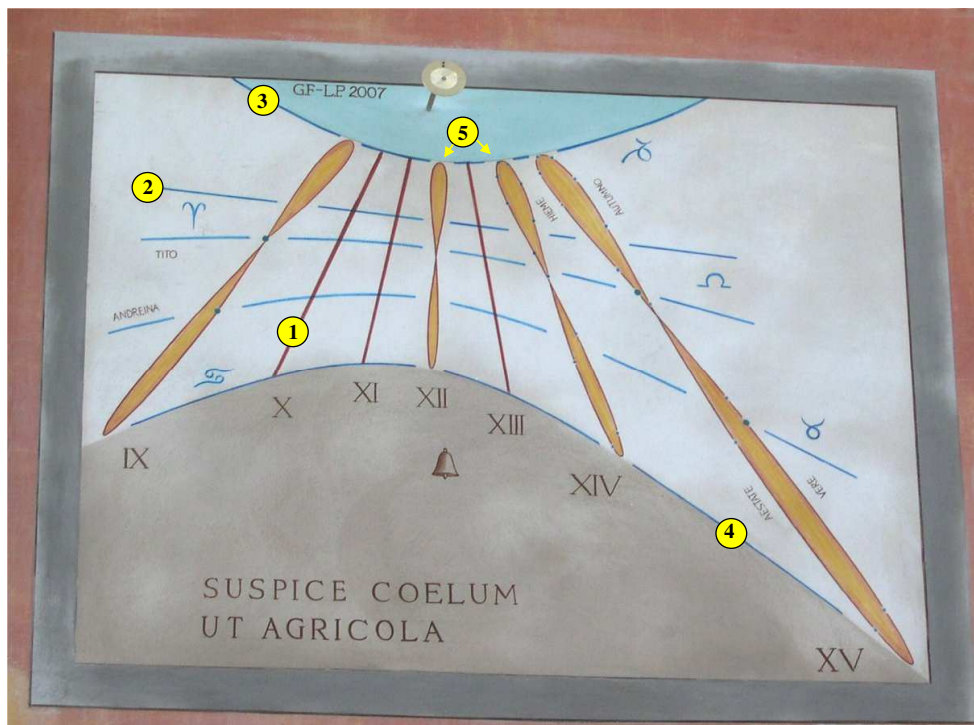
È vero, sono silenziosissima ... .ma è il mio disegno che ti parla!

**Viandante:**

... e cosa vorresti dirmi?

**Meridiana:**

Vedi il mio disegno (figura 1) come è bello? Mi ha dipinta un artista e mi ha calcolata un astronomo.



*Figura 1. Meridiana a tempo medio sulla casa colonica della famiglia Longo a Ponte di Piave (TV) calcolata da Giovanni Flora nel 2007. Particolari: (1) linea oraria delle ore 10; (2) linea degli equinozi; (3) linea del solstizio invernale; (4) linea del solstizio estivo; (5) lemniscata.*

**Viandante:**

Sì, è vero, sei molto bella ...

**Meridiana:**

Grazie. Vedi queste linee rette che convergono verso un unico punto? Queste sono le linee delle ore e se le guardi dal foro del mio gnomone vedrai che distano esattamente  $15^\circ$  una dall'altra. E la vedi l'ombra proiettata dal mio gnomone? Vedi come scorre lenta? Questa velocità rappresenta il lento scorrere del tempo, della giornata e della vita. E questa è anche la velocità con cui la Terra gira su se stessa, ininterrottamente, da milioni di anni.

**Viandante:**

Vuoi dire che l'ombra del tuo gnomone gira assieme alla Terra?

**Meridiana:**

No! L'ombra è l'unica cosa che sta ferma. È il mio disegno che gira assieme alla Terra, così come tu giri e con te tutto ciò che sta sulla Terra.

**Viandante:**

Non ci avevo mai pensato!

**Meridiana:**

E poi ho altre linee, perché io oltre alle ore segno anche le stagioni! La vedi quella retta obliqua quasi orizzontale? Quella è la retta degli equinozi. L'ombra del mio gnomone la percorre il 21 marzo ed il 23 settembre e quelli sono gli unici giorni in cui l'ombra segue un percorso lungo una linea retta.

**Viandante:**

Davvero?

**Meridiana:**

Sì, ed è stato proprio così, grazie a me, che qualche secolo fa gli uomini hanno potuto correggere il loro calendario ed impostare il calendario gregoriano che tutt'oggi usate.

E poi le vedi le altre due linee curve: quella superiore indica il giorno più corto dell'anno, il 21 dicembre, il solstizio d'inverno; mentre quella inferiore indica il giorno più lungo dell'anno, il 22 giugno, il solstizio estivo. Se guardi queste due linee dal foro del mio gnomone vedrai che distano dalla retta degli equinozi esattamente  $23^\circ$  e mezzo: è l'angolo con cui è inclinato l'asse della Terra rispetto al piano della sua orbita intorno al Sole. Guarda dove si trova l'ombra e capirai quanti giorni caldi potrai ancora godere, e quanti di freddi ti aspettano.

**Viandante:**

Quante cose ci sono nel tuo disegno!

**Meridiana:**

Ma non è finita qui. Manca ancora la mia parte più bella e più segreta.

**Viandante:**

E quale sarebbe?

**Meridiana:**

È la lemniscata!



**Viandante:**

Lemniscata? È forse quella linea a forma di 8 ?

**Meridiana:**

Sì proprio lei. Apparentemente la lemniscata ti consente di leggere nel mio disegno non solo l'ora vera del Sole ma anche l'ora del tuo orologio meccanico o elettronico. In realtà questa linea ti dice molto di più: ti dice per esempio che la nostra Terra percorre intorno al Sole un'orbita ellittica e che il Sole occupa uno dei due fuochi dell'ellisse!

**Viandante:**

Ma questa è la prima legge di Keplero.

**Meridiana:**

Proprio quella! Se l'orbita non fosse un'ellisse la mia lemniscata avrebbe un'altra forma. E poi questa linea a forma di 8 ti dice anche che quando la Terra è vicina al Sole corre più veloce e quando è lontana corre più lenta e che il prodotto velocità \* distanza è sempre lo stesso.

**Viandante:**

Ma questa è la seconda legge di Keplero. Anche questa viene espressa dalla tua lemniscata?

**Meridiana:**

Proprio così. E pensa che la mia lemniscata ti dice anche che ci troviamo nel 21° secolo. Nei secoli passati lei era lievemente diversa ed anche in quelli futuri sarà diversa. Tornerà ad essere come nel mio disegno solo tra 260 secoli.

**Viandante:**

Incredibile! La tua lemniscata dice tutto questo?

**Meridiana:**

Sì! Essa dice anche che l'asse della Terra è inclinato di 23° e mezzo. Ed in fine la mia lemniscata ti dice la forza!

**Viandante:**

La forza? Cosa centri tu con la forza? Di quale forza parli?

**Meridiana:**

Parlo della forza con cui il Sole e la nostra Terra si attraggono: è una forza inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza; e così accade per tutti gli altri corpi celesti.

**Viandante:**

Ma questa è la legge della Gravitazione Universale scoperta da Newton. Cosa centri tu con questa legge?

**Meridiana:**

Centro. Se la forza non dipendesse così dalla distanza, allora l'orbita della Terra e degli altri pianeti non sarebbe un'ellisse e la mia lemniscata sarebbe diversa.

**Viandante:**

Non ho parole. Il tuo disegno è grandioso se dice tutte queste cose. Grazie per il tuo messaggio.

**Meridiana:**

Non c'è di ché. È stato un piacere. Quando vorrai mi potrai sempre trovare qui. Io non mi muovo. ... Ma ti faccio ancora un ultimo regalo: una riflessione che colui che mi ha costruita ha voluto lasciare a tutti coloro che, come te, si sarebbero fermati ad ascoltarmi.

**Viandante:**

Una riflessione? E dov'è?

**Meridiana:**

È qui sotto. È scritta nel mio motto.

**Viandante:**

Io leggo solo una frase incomprensibile: "*Suspice coelum ut agricola*". Cosa significa?

**Meridiana:**

Ehhh. È scritto in latino perché questo motto è molto antico ... "*Suspice coelum*" significa "guarda il cielo". Non guardare sempre per terra, non accontentarti delle cose piccole, non prendertela per i tuoi problemi di ogni giorno ... guarda il cielo. Alza il tuo sguardo, alza il tuo spirito, alza la tua dignità, alza la tua umiltà, alza il tuo amore.

**Viandante:**

Ma come dovrei guardarlo il cielo?

**Meridiana:**

Questa è la seconda parte del motto: "Ut agricola!" che significa "Come il contadino!".

**Viandante:**

Come il contadino? Come lo guarda il cielo il contadino?

**Meridiana:**

Ehh ... ora devi andare. I cinque minuti sono passati. Lascierò scoprire a te cosa significhi "come il contadino!". Io ora torno a segnare il tempo che scorre, silenziosamente, come sempre.

Tratta da: FLORA Francesco, 2008, "*Dialogo tra la meridiana ed il viandante*", Giornale Italiano di Farmacia clinica, Rivista della Società Italiana di Farmacia Ospedaliera e dei Servizi Farmaceutici delle Aziende Sanitarie, Vol. 22, n° 1.



# **IL VIAGGIO STELLARE**

## **UN POEMA COSMICO E METAFISICO**

*Enrico Giordano*

Guido Zavanone (Asti 1927 - Genova 2019) è stato un magistrato con la passione per la poesia e la prosa poetica. Si è trattata di una passione estremamente qualificata, vista la qualità della produzione, il prestigio dei premi ricevuti e l'autorevolezza delle riviste e delle collane di libri da lui dirette o redatte. Facendo seguito al poema "*Il viaggio*" (Editore San Marco dei Giustiniani, 1991) Zavanone scrisse il poema dal titolo "*Il viaggio stellare*" (2009), per poi nel 2017 radunare le due opere nella raccolta "*Percorsi della Poesia*" con lo stesso editore.

Guido Zavanone era mio zio, e io lo consideravo una di quelle persone che mai dovrebbero venire a mancare, e che quindi mai dovrebbero essere dimenticate. Come spiega la prefazione di Giuseppe Conte, il poema "*Il viaggio stellare*" risulta un'opera di vasto respiro, un'indagine cosmica sui perché della vita, sul suo mistero insondabile e sull'infinito, con una potente visionarietà metafisica.

È lo stesso autore a compiere il viaggio, che comincia dall'interno di un tunnel chiuso da sbarre, dal quale un'entità impalpabile come una nuvola lo fa evadere traendolo fuori dall'atmosfera terrestre e mostrando uno spirito guida dotato di ali di farfalla e corpo di fanciulla, una Beatrice cosmica che afferma di essere assunta nelle costellazioni fra gli eroi, in ossequio alla mitologia greca su cui l'Occidente si fonda.

La fantasia dell'autore è tuttavia più dantesca che greca, ma anche con effetti vicini alla fantascienza. Nel corso del viaggio onirico sono inoltre notevoli gli episodi dell'incontro di Guido con Dante, coi genitori e con la classe dirigente del suo tempo.

Concentrandosi sulle parti più prettamente astronomiche, sono personalmente rimasto impressionato dalla correttezza scientifica delle descrizioni, dalla capacità di esprimere con eleganza poetica eventi fisici complessi come la formazione di sistemi planetari o la morte di una stella. Impressionante poi la potenza espressiva con cui è descritto il rantolo dell'Universo che, se da un lato qui l'autore indulge ad una descrizione scientificamente non rigorosa vista l'assenza di suoni nel vuoto, per contro ci fornisce un'immagine terribile ed inospitale del luogo in cui chissà perché e per quanto abbiamo il caso di dimorare.

Qui di seguito riporto alcuni brani tratti da: Guido Zavanone, *Percorsi della poesia*, Edizioni San Marco dei Giustiniani, Genova, 2017.

### **(pp.26-27) III. Morte di una stella**

Fu proprio ad un risveglio che compresi  
come la guida mia compiutamente  
penetrasse sogni e pensieri. "Eterno  
– mormorò dal guscio d'ombra – [...]  
Ora vedrai l'inganno della mente e come tutto

anche quassù tra noi scolora e muore”.

Aveva appena proferito le parole  
quando fulgido più di cento soli  
un astro apparve  
di color rosso vivo, ad ogni istante  
cresceva il suo splendore  
insopportabile alla vista.

Improvvisa

un’ala immensa solcò lo spazio sconfinato, un vento  
oscuro trascinava dai millenni  
indecifrabili segnali. Affievolirsi  
a poco a poco spegnersi la luce vidi  
della stella clarissima, contrarsi,  
accartocciarsi il grande disco, nero  
con antenne invisibili un abisso  
orrenda mantide succhiava  
lentamente divorava la stella;  
un crepitio, un sibilo affannoso  
ne accompagnava l’agonia. [...]  
E fu infine silenzio, una sottile  
nuvola ad arco sola traccia rimasta.

(pp. 28-29) **IV. Formazione dei sistemi planetari**

[...] Giungemmo quindi presso nubi ardenti  
di gas e polveri e conobbi  
la culla immensa ove posa la materia  
che altra materia roteando veloce  
attira a sé con forza di magneti  
a formare le stelle.

Ogni atomo irradia la sua luce  
libera nella direzione che gli pare  
ma insieme fanno come per incanto  
la gran luce stellare.

Così avviene nei secoli ai poeti  
che ognuno muove per diversa via  
e poi formano uniti il grande sogno  
della poesia.

Ed ecco un disco,  
cento dischi di fuoco e da ciascuno  
si staccavano due bracci spirali  
per avvolgersi come anelli attorno al centro,  
embrioni di sistemi planetari.

(pp. 38-39) **VII. Il rantolo**

Il mio pensiero turbato era volto  
a quel mistero che ognor più c'intrica  
quanto più avanziamo nel suo folto,  
e risuonò tra le navate immense  
un suono spaventoso mai udito  
che sempre rimarrà nella mia mente.  
No, non era musica o voce, il cosmo  
ansimava come ansima un vecchio  
nel suo letto di morte o quando il vento  
s'attorce e s'avventa  
contro gli alberi e artiglia  
per la gola le montagne gementi.  
Seguivano quel rantolo spietato  
illimiti silenzi  
di neve che discende  
soffice e mite e nasconde  
le stigmate ghiacciate della morte  
sotto il manto innocente.  
Ed ecco il cupo rantolo riprende  
echeggiando si spande nello spazio  
ora è un grido tremendo come in lui  
gridasse disperato ogni morente.  
“Qualche volta il vecchio cosmo si lamenta  
- volle rassicurarmi la mia guida –  
per qualche sconosciuta sua vicenda.  
Navighiamo entro il vuoto smisurato  
che separa l'una e l'altra galassia  
ciascuna con miriadi di stelle  
e ruotanti pianeti,  
punti sperduti dentro immensi veli  
di gas e polvere vaganti  
nella cangiante varietà dei cieli.  
Così muove e s'evolve l'universo  
senza scopo apparente,  
in vascelli fantasma s'accalcano  
passeggeri atterriti che si chiedono  
dove vanno:  
e nessuno sa niente”.

# ASTRONOMIA SCOLASTICA ... E NON SOLO

*Pier Paolo Pedemonte*

(Responsabile della Didattica a.a. 2023-2024)

Divulgare l'astronomia nelle scuole, dove siamo stati, e alle scolaresche che sono venute su in Osservatorio e al Planetario, ci ha dato un senso di grande soddisfazione. Ma ... facciamo un passo indietro.

Qualche anno fa – non tanti, circa tre – quando sono arrivato all'Osservatorio e mi sono trovato coinvolto nei lavori del Planetario, mi domandavo, ed ero sicuro, se tutto questo, avrebbe avuto l'interesse delle persone. Alla fine dei lavori e avvicinandoci all'inaugurazione, si palpava la tensione dell'attesa e cominciava a prendere corpo quella che adesso è una certezza. Infatti, ancora prima di inaugurarlo, avevamo già ricevuto delle richieste di prenotazioni da parte delle scuole. Così, anche se la volontà di avere una tale nuova struttura e le spese sostenute sono state onerose, siamo partiti in questa avventura. Abbiamo sviluppato dei programmi adatti per ogni tipo di scuola, dalle scuole d'infanzia ai licei.

Portare alla conoscenza dei bambini e dei ragazzi questa materia, a modo nostro, ci ha permesso di conoscere anche la loro voglia di sapere. Il proiettare nella cupola del planetario immagini, filmati e parlare di stelle, suscitava nei frequentatori stupore e voglia di conoscere. Sappiamo, e ci siamo resi conto, che ogni età ha un diverso interesse. Col tempo, i risultati si sono visti, e adesso con alcune scuole si è instaurato un rapporto di amicizia.

Dobbiamo parlare dell'astronomia a tutti, cercando un linguaggio semplice, per non rendere una materia così affascinante, pesante per chi ascolta. Il viaggio quindi parte, ti fermi, e arrivano le domande, soprattutto da parte dei più piccoli. In parte, alcune nozioni sono studiate a scuola, ma loro vogliono conoscere di più. Diciamo che abbiamo la fortuna di essere una struttura che ha il planetario (e nella nostra regione non se ne trovano tanti) e lo fa funzionare a dovere, e questo ci ha aiutato tanto nel fare divulgazione. Pensare che, all'inizio, si erano stabiliti due giorni da dedicare alle scuole, il lunedì sera come apertura serale, poco usata, e il giovedì mattina/pomeriggio. Poi ci siamo ritrovati a fare sia il martedì che il giovedì. Adesso qualcuno viene anche alla sera, ed abbiamo prenotazioni già per maggio.

Lo so, mi rendo benissimo conto che è un impegno – e qui faccio appello per avere più disponibilità di persone – ma la soddisfazione di vedere e ricevere un “ciao” dai ragazzi ed un loro sorriso quando vanno via, ripaga di tutta la fatica e gli sforzi profusi. Chissà se fra di loro ci sarà un futuro astrofisico, un astrofilo o un astronauta. Da parte nostra deve esserci la consapevolezza di aver fatto un buon lavoro, e un riscontro lo abbiamo quando poi ci inviano delle mail con i ringraziamenti.

Possiamo dire, che ci hanno fatto tornare bambini anche noi, perché se sei come loro, cioè se ti immedesimi nella loro mentalità, ti riesce meglio la spiegazione di quello che ci circonda.

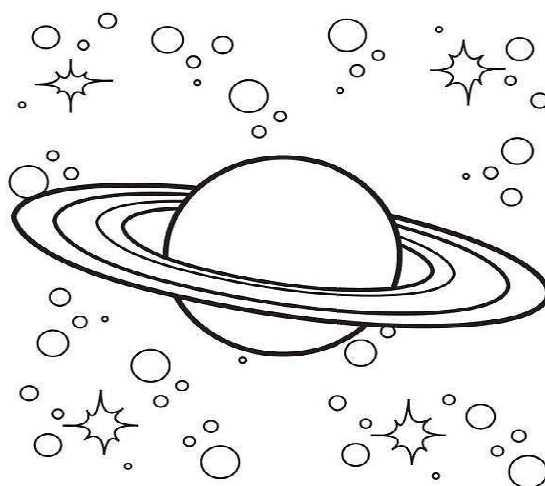
Questo, condensato in poche righe, è stato il lavoro svolto. In effetti è stato fatto tanto con le scuole. Da parte nostra cercheremo altri e sempre nuovi argomenti, per cercare di creare in loro nuovi interessi, e staremo a vedere i risultati.



Anche col pubblico adulto abbiamo riscontrato interesse e suscitato ammirazione. Ma, come dicevo, bisognerebbe ritornare bambini per apprezzare meglio, ciò che si va ad osservare. Molte volte potrebbe accadere che perdiamo interesse per certi argomenti, invece dovremmo comprendere quanto tutto questo ci è di aiuto. Per fortuna sono pochi casi. Lo si capisce, perché quando escono dal planetario ti senti dire frasi del genere *“non avrei mai immaginato che ci fosse tutto questo”*. La cosa che viene da dire più spesso è: *“ogni tanto alziamo gli occhi al cielo e osserviamo la meraviglia che abbiamo sopra di noi”*.

A maggio di quest'anno il Planetario ha festeggiato il suo primo anno di attività, e possiamo dire a ragione che è partito alla grande. L'anno prossimo l'Osservatorio – e ringraziamo i soci fondatori per il lavoro fatto – compirà quarant'anni, quaranta lunghi anni in cui la passione per l'astronomia ci ha portato e ci porterà ancora in futuro alla scoperta dell'Universo profondo.

Auguro a tutti cieli sereni.



# ASTROFOTOGRAFIA SENZA ASTRO-INSEGUITORE

## COME FARE ASTRO-FOTO SENZA DOVERSI PORTARE INGOMBRANTI ATTREZZATURE

*Daniele Nelli*

Spesso in vacanza si rinuncia a portarsi dietro l'attrezzatura per astro-foto a causa degli ingombri e dei pesi. Le fotocamere Pentax incorporano un sistema di astro inseguimento, anche se molto basilare, che permette di fare astro-foto con un minimo di attrezzatura. Molte delle reflex Pentax hanno una funzione poco conosciuta ma che per un astrofilo può essere molto interessante. Vedremo i vantaggi e gli svantaggi di un modo inconsueto di affrontare la fotografia del cielo.

### Da cosa è composto il sistema Pentax Astrotracer

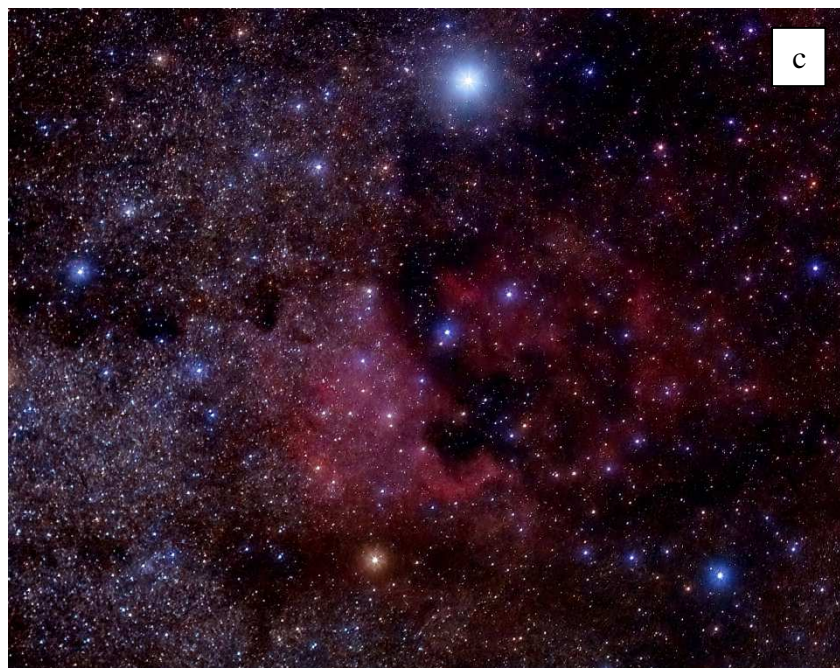
Essenzialmente serve: una fotocamera Pentax (nel mio caso una K-50), un cavalletto, una unità Pentax O\_GPS, un intervallometro, un obiettivo con attacco Pentax K. Inoltre, per facilitare il puntamento, un illuminatore laser è un utile complemento. Il tutto ha un peso ridotto e una trasportabilità ottima.





## I risultati ottenibili con questo sistema

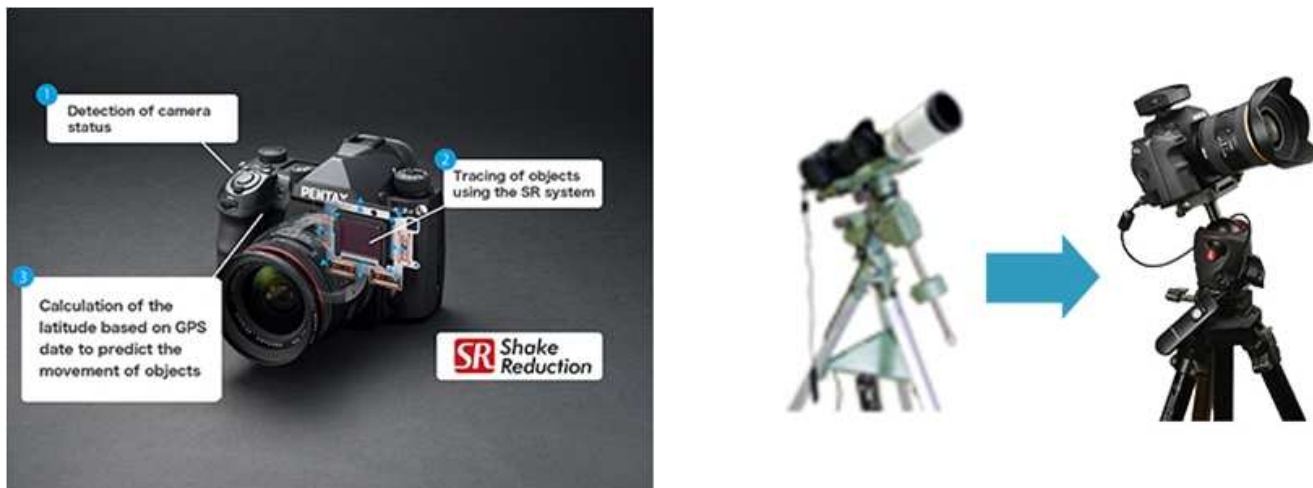
Ecco quello che si ottiene con una seduta di circa 2 ore e un bel po' di elaborazione tra DSS e Photoshop/GIMP. Nebulose del Cigno (a), Veli nel Cigno (b), nebulosa Nord America (c), Nebulosa oscura Testa di cavallo (d). Le foto sono state fatte sia con una reflex modificata Super IR-cut che con una non modificata. Per eseguire il set-up servono mediamente 10 minuti.



## Pentax Astrotracer in dettaglio

Se montato sulle fotocamere Pentax supportate, l'O-GPS2 fornisce la funzione avanzata "Astrotracer", che accoppia l'unità con il sistema SR (Shake Reduction) della fotocamera per tracciare e fotografare senza sforzo i corpi celesti. L'unità calcola il movimento delle stelle e di altri oggetti utilizzando la latitudine ottenuta dai dati di posizione e i dati di allineamento della fotocamera (inclinazioni e direzione orizzontale e verticale) ottenuti dalla bussola elettronica e dai sensori di accelerazione. Quindi sposta il sensore di immagine della fotocamera in sincronia con il movimento di

questi oggetti. Ciò significa che tutti i corpi celesti vengono catturati come punti solidi anziché come strisce sfocate, anche durante esposizioni prolungate. Semplifica inoltre l'impostazione della fotografia astronomica, poiché richiede solo un treppiede ed elimina la necessità di un accessorio aggiuntivo come un telescopio equatoriale. (fonte Pentax)



**ASTROTRACER offre numerosi vantaggi non disponibili con i dispositivi equatoriali:**

operazioni semplificate, una volta capite, per il set-up. Effettuata la calibrazione ad alta precisione si può puntare il soggetto ed iniziare le esposizioni. A seconda della lunghezza focale dell'obiettivo utilizzato i tempi di posa “sicuri” variano. Sotto riporto la tabella Pentax per la K-50.

PENTAX K-30/K-r/K-50			
Declination	Focal Length		
	200mm	100mm	under 50mm
90 degrees	300 sec.	300 sec.	300 sec.
45 degrees	80 sec.	200 sec.	300 sec.
0 degrees	80 sec.	170 sec.	300 sec.

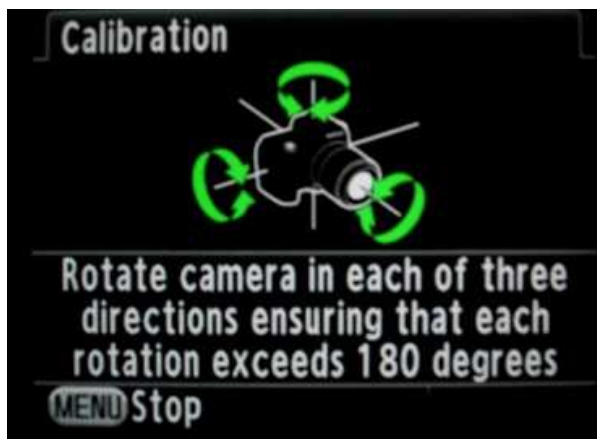
Personalmente non sono riuscito ad andare oltre i 15 sec con il 200mm, ma sono solo all'inizio dell'utilizzo di questa tecnica. Da notare che potendo utilizzare obiettivi molto luminosi (il 200mm Pentax è un F 2.5 e il 50mm Pentax è un F 1.4) facilmente si ottiene un istogramma della foto molto spostato a destra portando a dover chiudere il diaframma o accorciare i tempi di esposizione.

Altro vantaggio è che, a differenza di quando si utilizza l'attrezzatura equatoriale, non sono necessarie competenze o conoscenze astro fotografiche particolari. L'attrezzatura equatoriale richiede



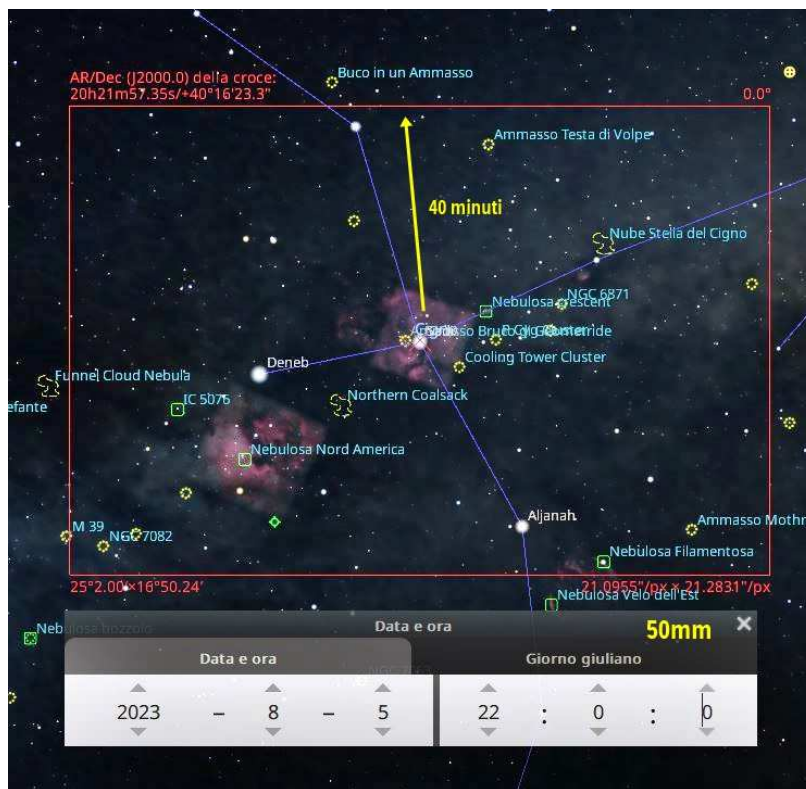
un allineamento polare basato sulla posizione della Stella Polare. Poiché il sistema O-GPS1 è leggero, è possibile utilizzare un treppiede compatto. Funziona anche posizionando la fotocamera a terra puntata semplicemente verso l'alto! Con molti dispositivi equatoriali portatili anche un leggero movimento dell'apparecchiatura durante la composizione di un'immagine può causare un errore nell'allineamento polare. Il vantaggio finale è il costo ragionevole per un sistema di astrofotografia veramente portatile sempre e ovunque.

**ASTROTRACER offre dei sicuri svantaggi che non affliggono i dispositivi equatoriali:**



La sessione La sessione di foto è limitata alla durata della pila della fotocamera e del O-gps. Dovendo fare una calibrazione che comporta la rotazione sui 3 assi del gruppo Fotocamera-Obiettivo-GPS non si può avere un “cordone di alimentazione” o quantomeno questo ostacola parecchio la manovra. La lunghezza focale dell'obiettivo è consigliata fino a 300mm. Dato che è il sensore che si sposta ed insegue, dopo in certo periodo il soggetto esce fuori dalla inquadratura e deve essere “ricentrato”. La nebulosa del Cigno ad esempio, con il 50mm deve essere riposizionata ogni 40 minuti circa.

Non avendo nessun tipo di posizionamento go-to il soggetto va trovato e inquadrato “a vista”; utile una simulazione con Stellarium per vedere cosa si deve inquadrare nel mirino, calcolare il tempo di transito e verificare la zona del cielo da puntare. Se non c'è una stella particolarmente luminosa che possa fare da riferimento diventa molto difficile inquadrare con focali oltre il 50mm anche con l'uso del laser di puntamento.



## Conclusioni

Andare in vacanza e poter disporre di un astro-inseguitore che non occupa mezzo bagagliaio dell'auto è senza dubbio un vantaggio. Un tempo di set-up di 10 minuti è un altro vantaggio. Inoltre: TUTTI gli obiettivi con baionetta Pentax K sono utilizzabili. Sul mercato dell'usato si trovano a prezzi molto competitivi.

Il corpo delle Pentax è resistente all'umidità, alla polvere, alla neve e alla pioggia leggera. Temperature fino a -10 C. Anche se la Polare non è visibile si può stazionare ugualmente.

È quello che ho e pertanto lo uso e basta !





# SASSI DAL CIELO

*Roberto Riso*

La conferenza dal titolo “Meteoriti”, tenuta il 1° dicembre 2023 a Villa Durazzo Bombrini (Genova Cornigliano) da Stefania Ferrari e Fabio Morelli ed il recente viaggio in Egitto, della nostra Socia, Cristina Garrone, mi hanno dato l’ispirazione per scrivere il presente articolo..

## Premessa

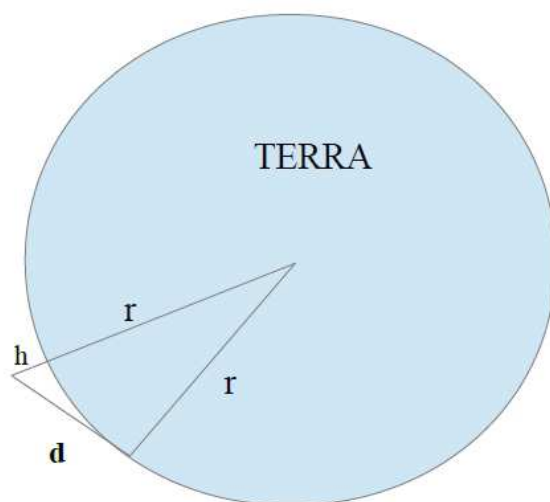
Supponiamo che vi troviate in Egitto, nella piana di Giza, per visitare le famose Piramidi, quando ad un tratto notate in cielo una “palla di fuoco”, la quale lascia dietro di sé una lunga scia di fumo. Realizzate subito che state assistendo alla caduta di un **oggetto** proveniente dallo spazio che va ad impattare nel punto più lontano che riuscite a scorgere, in pieno deserto. La curiosità di scoprire di cosa si tratta, è tanta, quindi decidete di dirigervi là, dove l’avete visto cadere.

**Domanda:** Quanti chilometri occorre percorrere, per raggiungere la zona di impatto collocata proprio all’orizzonte? Saranno 20, 50 oppure dista più di 100 Km?

**Risposta:** Per capire quanto dista il nostro orizzonte, dobbiamo rappresentare la Terra, disegnando un grande cerchio sul quale **Noi**, ci collocheremo (vedi il disegno qui sotto):

Con **r**, indichiamo il raggio terrestre che misura in media **6.373 Km**.

Con **h**, invece, indichiamo il punto ove si trova il nostro osservatore, posizionato ad una quota altimetrica di **5 m**, altezza al di sopra della quota del punto di impatto all’orizzonte che convertita in **Km**, **d** diventa **h=0,005 km** (nella figura qui a lato, ho esagerato l’altezza **h** del nostro osservatore, per facilitarne l’esposizione).



Infine con **d**, indichiamo la distanza che separa l’osservatore dal punto di impatto dell’oggetto e che rappresenta in definitiva, la nostra incognita.

Come facciamo ora a stabilire quanto misura la distanza **d**?

Ignorando l'effetto della rifrazione atmosferica e studiando il disegno, si intuisce subito che, applicando il *Teorema di Pitagora*, possiamo trovare la soluzione al nostro quesito, cioè quanto dista da noi il punto di caduta dell'oggetto.

Ricordando il suo enunciato: “*In ogni triangolo rettangolo (come quello che abbiamo disegnato), il quadrato costruito sull'ipotenusa, è pari alla somma delle aree dei quadrati costruiti sui cateti*”, possiamo ricavare **d**, con una serie di passaggi che ora vediamo.

Concentrandoci un attimo sul disegno, abbiamo che l'ipotenusa, è rappresentata dal raggio terrestre **r** più l'altezza **h** dell'osservatore, che indicheremo quindi come **r + h**, mentre i cateti sono rappresentati dallo stesso raggio terrestre **r** e dalla distanza **d**.

Passando alla rappresentazione matematica del Teorema di Pitagora (eventualmente, se vi annoia, potete anche saltarla, andando direttamente al punto 9), abbiamo che:

$$1) \quad (r + h)^2 = d^2 + r^2$$

e ricavando **d** da questa uguaglianza, otterremo che:

$$2) \quad d^2 = (r + h)^2 - r^2$$

dove, chi ha familiarità con la matematica, riconoscerà facilmente in  $(r + h)^2$ , un *quadrato di binomio*, ossia:

$$3) \quad (r + h)^2 = r^2 + 2rh + h^2$$

sostituendo a  $(r + h)^2$  indicata al punto 2, la sua eguaglianza descritta al punto 3, cioè:  $r^2 + 2rh + h^2$  otteniamo:

$$4) \quad d^2 = r^2 + 2rh + h^2 - r^2$$

semplificando detta formula,  $+r^2$  e  $-r^2$  si annullano a vicenda, ottenendo, dalla formula indicata al punto 4 il seguente risultato:

$$5) \quad d^2 = 2rh + h^2$$

Giunti a questo punto, per determinare la distanza **d**, non ci rimane altro che togliere il “quadrato” da **d** e per far questo, mettiamo tutto, come si dice in matematica, sotto radice, così come viene indicato al punto 6, dove la radice quadrata di un numero al quadrato, dà come risultato lo stesso numero.

Non ne siete convinti?  
Provate a fare con una calcolatrice la radice quadrata di  $2^2$ , ovvero  $\sqrt{2^2}$  e vedete che risultato vi dà

$$6) \quad \sqrt{d^2} = \sqrt{2rh + h^2}$$

**che diventerà**

$$7) \quad d = \sqrt{2rh + h^2} \quad \text{e raccogliendo } h \text{ otteniamo:}$$

$$8) \quad d = \sqrt{h(2r + h)}$$

N.B.: nell'*argomento della radice*, ovvero  $h(2r + h)$ , vista l'esigua misura che abbiamo dato ad "h", quella posta all'interno della parentesi tonda, può essere tranquillamente eliminata perché, se la si confronta con la misura del raggio terrestre, il suo valore, appare assolutamente trascurabile.

Pertanto, la formula sarà semplificata come segue:

$$9) \quad d = \sqrt{h(2r)}$$

Ora, non ci rimane altro da fare che sostituire i valori dati, alle lettere indicate nella formula presente al punto 9:

$$10) \quad d = \sqrt{0,005(2 \cdot 6.373)} = \sqrt{0,005(12.746)} = \sqrt{63,730} =$$

$$11) \quad = 7,983 \text{ km, che possiamo approssimare a } 8 \text{ km}$$

Quindi, la distanza  $d$  che separa il nostro osservatore, posto ad una quota altimetrica di 5 m rispetto alla quota dove è avvenuto l'impatto dell'oggetto, risulta essere all'incirca di 8 km.

Cosa vuol dire questo? Che se si dovesse verificare una situazione come quella appena descritta, conviene cominciare le nostre ricerche, non spingendoci troppo lontano, come i 20 o 50 km supposti inizialmente, bensì molto prima, a circa 8 km, con la speranza che l'oggetto caduto, sia un meteorite e non un satellite artificiale.

Senza altro, a questo punto vi chiederete: una volta arrivati sul luogo dell'impatto, come si distingue un meteorite da un comune sasso terrestre? Benché non abbia mai avuto la fortuna di raccoglierne uno, posso dire innanzi tutto che, rispetto ai comuni sassi terrestri, esso apparirà di colore **molto scuro e privo di spigoli**, questo per effetto dell'attrito esercitato dall'atmosfera terrestre durante la sua caduta, la quale avviene, a velocità molto elevata (parliamo di migliaia di km/h), che produce un surriscaldamento degli atomi superficiali del meteorite, fino a dare inizio alla loro sublimazione, provocando sia perdita di massa, sia il colore nero (ablazione).

Un altro indizio è costituito dal **peso**, infatti se raffrontato con un altro sasso di pari dimensioni, un meteorite risulta essere più pesante. Infine, come ultima test, che però non è sempre valido, si può fare la prova della **calamita**; se questa si attacca, è probabile che teniamo tra le mani un vero meteorite, per via della sua componente ferrosa che però non caratterizza tutti i meteoriti, infatti quelli di provenienza lunare o marziana, ne sono sprovvisti. La stessa prova, la si può fare anche utilizzando una bussola e osservando, l'eventuale spostamento dell'ago quando questa viene avvicinata al sasso.

Quindi, se tutti i **quattro test** danno un risultato positivo, si potrebbe infine pensare, di sottoporre il nostro supposto meteorite ad un'analisi chimica che prevede l'utilizzo di un microscopio elettronico a scansione, analisi che pare essere però molto costosa, forse evitabile, se conoscete un esperto operante presso il Dipartimento di Scienze della Terra (**DISTAV**) dell'Università di Genova.

Nel caso che Vi imbattiate in un sospetto meteorite è comunque bene **geolocalizzarlo**, ovvero segnare le **coordinate GPS** del luogo dove è stato ritrovato (avvalendoci di uno Smartphone) e poi inviare i dati e sue fotografie al **Meteoritical Society** per classificarlo.

In alternativa, si può decidere di inviare una mail con foto e dati al seguente indirizzo: **prisma\_po@inaf.it**, oppure telefonare al coordinatore nazionale di **PRISMA [1]**, **Daniele Gardiol** dell'INAF – Osservatorio Astrofisico di Torino (**Tel.: 3491977591**).

Nel caso in cui il meteorite ritrovato, sia frutto di una ricerca che vi ha portato nella zona ove è caduto, come inizialmente supposto, vale tutto quanto detto sopra, ma si raccomanda di non toccarlo, senza averlo prima fatto raffreddare, per poi avvolgerlo in una pellicola di alluminio, per non contaminarlo.

Ora, dopo avervi detto tutte queste cose, già immagino la domanda successiva: “Se trovassi un meteorite, lo posso tenere o lo devo consegnare a qualche Ente od Autorità?” La risposta è che, non essendoci al momento un ordinamento giuridico che disciplini i ritrovamenti, come invece avviene per i beni archeologici oppure a ciò che viene trovato in mare o sulla battigia, se si trovasse un meteorite, si può tranquillamente tenerlo oppure venderlo o consegnarlo alla Comunità Scientifica o, magari, donarlo a qualche associazione amatoriale come è l’O.A.G.

Se si optasse per la vendita, a seconda della composizione e dimensione, può valere, da poche decine fino a 45.000 euro, per quelli riconosciuti come più rari. In ogni caso, **Astrosell**, costituisce un valido punto di riferimento per questo genere di mercato.

Concludo la presente, con una piccola curiosità. La “location”, ovvero l’Egitto, non è stata una scelta casuale, infatti è un dato statistico che, il 28% dei meteoriti, è stato scoperto proprio in zone desertiche calde, come il deserto del Sahara o di Atacama in Cile, dove facilmente le meteoriti, oltre a conservarsi meglio, si distinguono per via del loro colore scuro, in contrasto con quello più chiaro della sabbia.

Il 70% invece, è stato rinvenuto nei deserti freddi, come le distese ghiacciate dell’Antartide, sempre per via del contrasto del colore che essi hanno, con l’ambiente circostante. La percentuale rimanente, fa capire quanto sia difficile individuare un meteorite caduto in altre zone che non siano quelle sopra descritte, specie se di dimensioni molto ridotte.

#### **Note:**

[1] Progetto PRISMA, acronimo di: “Prima Rete Italiana per la Sorveglianza sistematica di Meteore e Atmosfera” sviluppato dall’Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) per implementare la rete di camere “all sky”, distribuite sul territorio nazionale, per il monitoraggio e la registrazione dell’entrata nella nostra atmosfera, degli **oggetti** che arrivano dallo Spazio.

#### **Ringraziamenti:**

Ringrazio Enrico Giordano, per aver segnalato alcune imprecisioni presenti nella prima stesura del testo.

## IL 25° SEMINARIO DI ARCHEOASTRONOMIA

*Michele Terzo*

L'archeoastronomia è la giovane scienza (almeno qui in Italia) che studia l'astronomia presso le antiche civiltà, nata grazie a personaggi del calibro di Gerald Hawkins e Alexander Thom. Si tratta di una disciplina ormai ben consolidata la cui importanza è andata crescendo quando ci si è resi conto che fornisce una chiave di lettura spesso nuova e inaspettata di molti importanti monumenti antichi.

L'archeoastronomia è destinata a svolgere un ruolo crescente nella valorizzazione, nella fruizione e nella salvaguardia dei beni culturali e proprio a questo scopo l'*Unesco World Heritage* ha recentemente iniziato a considerare la possibilità di porre sotto specifica tutela i monumenti più significativi da questo punto di vista.

Alcune popolazioni come per esempio gli Egizi, utilizzavano gli *allineamenti astronomici*, ed era un modo di incorporare le conoscenze astronomiche nell'architettura, orientando gli assi o altri elementi significativi di templi e monumenti verso il sorgere o il tramontare del Sole o di stelle particolarmente brillanti. In certi casi l'intero paesaggio costruito conteneva riferimenti ai cicli celesti, tanto che la pianificazione urbanistica di molte città avvenne tenendo conto di criteri di orientamento astronomico.

### **Svolgimento del Seminario**

Sabato 6 e domenica 7 maggio 2023 si è svolto, come ogni anno, il Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA) tenutosi nei locali dell'Università Popolare Sestrese e organizzato dal nostro Osservatorio.

Il programma prevedeva 2 sessioni giornaliere, mattina e pomeriggio per un totale di 4 sessioni. Alcuni dei relatori erano in presenza mentre altri erano in collegamento con piattaforma *GoogleMeet*. Il programma è stato introdotto da Giuseppe Veneziano dell'Osservatorio Astronomico di Genova, dopo un breve resoconto delle attività che svolge l'A.L.S.S.A.

I relatori sono stati numerosi ed avevano circa 30/40 minuti a testa per esporre e relazionare un argomento di studio che stavano conducendo attualmente. Collegate in remoto c'erano anche alcune Associazioni di astrofili come *Polaris*, rappresentata dal vice-presidente Paola Avanzi, che hanno seguito con molto interesse i due giorni di lavori; collegato anche Mario Codebò.

Il Seminario si è aperto con i saluti del presidente dell'Università Popolare Sestrese, Mario Galasso, e del direttore del nostro Osservatorio, Enrico Giordano, cui hanno fatto seguito le esposizioni delle singole relazioni che erano introdotte da Giuseppe Veneziano quale moderatore. La quantità di presentazioni e dei relatori è stata notevole, per cui lascio che a parlare siano le fotografie - sia quelle di gruppo, che dei singoli - che ho scattato durante le due giornate e che riassumono i vari ospiti presenti di persona, ma purtroppo non quelli collegati in videoconferenza. Vorranno scusarmi se, per motivi di spazio, non posso elencarli tutti.

In sala c'erano numerose persone del pubblico, da studiosi a semplici interessati. Io gestivo i collegamenti da remoto e raccoglievo alcune registrazioni audio, e nel mentre mi lasciavo prendere dalla passione ascoltando i vari argomenti, sempre molto interessanti, che legavano i miei interessi

astronomici con quelli archeologici e che mi hanno spinto ad avvicinarmi a questa affascinante disciplina, nella speranza di avere con noi in futuro altri nuovi appassionati.



*Foto 1. Il comitato organizzatore. Da sinistra a destra: Giuseppe Veneziano, Mario Galasso (presidente dell'Università Popolare), Michele Terzo (lo scrivente), Eugenio Muratore (Circoscrizione di Genova Sestri Ponente), Luciano Venzano, Enrico Giordano (direttore O.A.G.), Rinaldo Queirolo.*



*Foto 2. Lo scrivente con Marina De Franceschini e Giuseppe Veneziano.*



## Il Programma del 1° giorno di Convegno: sabato 6 maggio 2023

- **Prolusione - Resoconto delle attività A.L.S.S.A.**

*Giuseppe Veneziano* (Osservatorio Astronomico di Genova)

- **Le ore e le meridiane nei secoli**

*Francesco Flora* (ENEA, Dip. Fusione e Tecnologie Sicurezza Nucleare, Frascati, Roma)

- **Elea-Velia. Porta Rosa e Porta Arcaica: due passaggi che segnano il tempo. Analisi archeoastronomica dei due monumenti**

*Nicola Giuliano* (Società Italiana di Archeoastronomia, Unione Astrofili Napoletani)

- **L'esagono boreale di Saturno visto da Terra prima del Voyager 1**

*Barbara Bubbi, Mario Codebo, Henry De Santis* (Archeoastronomia Ligustica)

- **Astronomia d'orizzonte: metodi e software a confronto nella pratica dell'archeoastronomia**

*Luigi Torlai* (Società Italiana di Archeoastronomia)

- **Archeoastronomia nel Palazzo di Diocleziano a Spalato (Split, Croazia)**

*Marina De Franceschini* (archeologa) - *Giuseppe Veneziano* (Osservatorio Astronomico di Genova)  
*Zlatko Andrijašević* (Ricercatore indipendente, Croazia)

Pausa per il Pranzo

- **Sulle tracce della centuriazione di Arezzo etrusca**

*Giovanni Nocentini* (Associazione Ligure Sviluppo Studi Archeoastronomici)

- **“Archeoastronomia in Italia: alla scoperta di indizi dal passato”. Realizzazione di un sito Web divulgativo e didattico**

*Valeria Vanzani, Michel Aymonod, Mara Marchesan, Luca Mocini* (Università di Ferrara)

- **Una mezzaluna su Costantinopoli. L'eclissi dell'Impero Romano d'Oriente**

*Domenico Ienna* (Società Italiana di Archeoastronomia, Soc. It. di Antropologia Culturale)

- **Cosmonautica russa: le origini filosofiche**

*Alessio Marchetti*

- **L'analisi armonica dei siti archeoastronomici con morfologia curvilinea**

*Adriano Gaspani* (European Society for the Astronomy in Culture, Soc. Italiana di Archeoastronomia)



Foto 3. Il pranzo del Convegno.



*Foto 4. Alcuni dei partecipanti al primo giorno di convegno.*

#### **Il Programma del 2° giorno di Convegno: domenica 7 maggio 2023**

- **L'orientamento astronomico della chiesa di San Michele al Pozzo Bianco, in Bergamo Alta**  
*Marisa Uberti* (Duepassinelmistero, Ass. Ligure Sviluppo Studi Archeoastronomici)
- **La Luna realistica nella Crocifissione di Jan Van Eyck, ed il motivo della scelta della sua fase**  
*Paolo Colona* (Accademia delle Stelle)
- **Giochi di luce nella chiesa della SS. Annunziata a Vico Equense. Primi sviluppi**  
*Nicola Giuliano* (Società Italiana di Archeoastronomia, Unione Astrofili Napoletani)
- **Analisi grafica della svastica: un simbolo controverso**  
*Giuseppe Brunod* (CeSMAP, Centro Studi Museo Archeologico Pinerolo, Torino)
- **Iconografia stellare nel mosaico pavimentale della Cattedrale di Santa Maria Annunziata a Otranto (Lecce)**  
*Paolo Colona* (Accademia delle Stelle)

Pausa per il pranzo

- **Chi era la “Regina del Cielo” di cui parla la Bibbia?**  
*Massimo Labagnara*
- **Rilevanza di congiunzioni e allineamenti planetari in archeoastronomia**  
*Giuseppe Veneziano* (Osservatorio Astronomico di Genova)
- **Considerazioni sull'astronomia assiro-babilonese**  
*Luciano Venzano* – (Docente di Teologia, Università Popolare Sestrese)
- **L'universo mitizzato: zodiaci, astrari e orologi astronomici**  
*Giorgio Casanova*



*Foto 5. Alcuni dei partecipanti al secondo giorno di convegno.*



*Foto 6. Giuseppe Veneziano e Massimo Labagnara.*





*Bollettino dell'Osservatorio Astronomico di Genova*  
Università Popolare Sestrese  
Anno LII, numero 73, dicembre 2023