

Anno XLIX 281  
Gennaio-Febrero 2023

Società Astronomica Ticinese  
Associazione Specola Solare Ticinese



# Meridiana

astroticino.ch

## Il Sole e chi conta

Le macchie solari indicano l'attività della nostra stella. Dapprima venivano solo contate, in seguito anche pesate.

a pagina 22

# Il tempo: fermarlo no, afferrarlo sì

*Per farsi un'idea dell'incessante procedere del tempo basta guardare un orologio, in particolare la lancetta dei secondi, o sentirne il ticchettio. La lancetta continua a girare (a meno di togliere le batterie, ma questo è un altro discorso). Gira regolarmente. Non si può fermare il tempo, ma afferrarlo sì. Per tradurlo in un calendario, così che la nostra esistenza abbia un senso. Il calendario guida le nostre azioni, le nostre scelte. Nei giorni, nelle settimane e nei mesi. 'Afferrare il tempo (Il calendario nei secoli: origini, storia, prospettive)' è fra gli ultimi libri - ultimi in ordine... di tempo - di **Walter Ferreri**. Un nome del panorama scientifico italiano, e non solo, che non ha certo bisogno di lunghe presentazioni: astronomo e divulgatore di lungo corso, Ferreri è autore di numerosi libri sul firmamento e i suoi oggetti e sull'ABC dell'astronomia amatoriale. È stato inoltre l'artefice del glorioso periodico 'Orione'. Ed è anche collaboratore di 'Meridiana'.*

*A questo suo saggio, 'Meridiana' dedica stavolta l'editoriale. 178 pagine, con le prefazioni firmate da altri due torinesi di spessore, il giornalista scientifico Piero Bianucci e lo scrittore Dario Voltolini, l'opera di Ferreri (Gaidano&Matta edizioni) ci porta inizialmente... indietro nel tempo. Alle origini del calendario. "La necessità di stilare un calendario, per il bisogno di tutti, scaturì già dalle prime popolazioni delle quali si abbia conoscenza", scrive Ferreri. Quattro capitoli, più appendici: 'Nascita e necessità del calendario', 'Dal Medioevo al '700', 'L'attuale suddivisione del tempo', 'Prospettive future'. Astronomi e astrofili sanno quanto sia importante la registrazione temporale precisa nelle osservazioni. Il libro di Ferreri è una preziosa occasione per saperne di più, sul tempo.*

## In copertina

*Cuore della nebulosa IC405 detta della Fiamma ripresa da Nicola Beltraminelli nell'ottobre 2022. Rifrattore TeleVue di 127mm, filtri a banda stretta idrogeno (rosso), zolfo (giallo) e ossigeno (blu).*

## Attività pratiche

Le seguenti persone sono a disposizione per rispondere a domande sull'attività e sui programmi di osservazione.

### Stelle variabili

**A. Manna**

andreamanna@bluewin.ch

### Sole

**R. Ramelli**

renzo.ramelli@irsol.usi.ch

### Meteor, Corpi minori, LIM e Pianeti

**S. Sposetti**

stefanosposetti@ticino.com

### Astrofotografia

**Carlo Gualdoni**

gualdoni.carlo@gmail.com

### Inquinamento luminoso

**S. Klett**

stefano.klett@gmail.com

### Osservatorio 'Calina', Carona

**F. Delucchi**

fausto.delucchi@bluewin.ch

### Osservatorio Monte Lema

**G. Luvini**

079 621 20 53

### Astroticino.ch

**Anna Cairati**

acairati@gmail.com

## Vuoi abbonarti?

Non perdere nemmeno un numero di Meridiana è semplice: basta diventare soci della Società Astronomica Ticinese ([www.astroticino.ch](http://www.astroticino.ch)) e/o dell'Associazione Specola Solare Ticinese.

La quota sociale della SAT è di 40.- franchi all'anno (20.- per i ragazzi con meno di 20 anni) e

può essere versata sul conto corrente postale n. 65-157588-9 intestato alla Società Astronomica Ticinese. L'iscrizione alla SAT comprende l'abbonamento a "Meridiana" (valore di 30.-), garantisce di poter prendere in prestito il telescopio e la ccd della società, nonché l'accesso alla biblioteca.

È possibile anche solo abbonarsi a Meridiana al prezzo di 30.- franchi all'anno.



[www.astroticino.ch/abbonati](http://www.astroticino.ch/abbonati)

# Sommario

Numero 281 - Gennaio-Febbraio 2023



In copertina

## Le macchie sul Sole si... pesano

Da circa la metà dell'Ottocento le macchie solari sono usate per definire l'attività della nostra stella. Inizialmente venivano solo contate, ma poi sono state anche ponderate. Da quando è iniziata questo nuovo approccio? Proviamo a carpirlo, cercando negli archivi.

Aggiornamenti

### 4 Astronotiziario

Le novità dal mondo astronomico.

Astronomia da divano

### 14 Dove andremo a finire?

Viaggio nel futuro verso quello che la scienza ipotizza essere il destino del nostro universo. Andrà a finire male, ma ciò che conta, in fondo, non è il viaggio?

Gruppi SAT

### 21 Un anno senza impatti lunari

Nonostante 13 sessioni osservative, nel 2021 non è stato individuato nessun impatto.

Astrofotografia

### 28 Andromeda e le sue Cefeidi

Zoom sulla galassia più vicina a noi e sulle stelle che, 100 anni fa, permisero di stimarne la distanza.

Gruppi SAT

### 36 L'occultazione di Cteatus

Un evento quasi certamente visibile dal Ticino si trasforma in una delusione. Fino a che i dati del filmato non sono passati all'elaboratore...

Osservare

### 33 Cartina ed effemeridi

Il cielo e gli eventi dei prossimi mesi.

**Bimestrale di astronomia**

**Editore**  
Società Astronomica Ticinese  
c/o Specola Solare Ticinese  
6605 Locarno Monti

**Redazione**  
Luca Berti e Andrea Manna  
(co-direttori), Michele Bianda, Anna Cairati, Philippe Jetzer

**Hanno collaborato**  
Stefano Sposetti,  
Nicola Beltraminelli, Paola Rebecchi, Alexia Buloncelli

**Stampa**  
Tipografia Poncioni SA,  
Losone

**Abbonamenti**  
Importo minimo annuale  
Svizzera 30.- Fr.  
Esteri 35.- Fr.

Con il sostegno della Repubblica  
e Canton Ticino / Aiuto federale  
per la lingua e la cultura italiana

La responsabilità del contenuto degli articoli è degli autori

# Astronotiziario

## La storia di una supernova

di Paola Rebecchi

**U**ndici miliardi di anni fa, quando il nostro universo aveva meno di un quinto della sua età attuale di 13,8 miliardi di anni, una stella di grande massa è esplosa come supernova in una galassia lontana.

Ai nostri giorni, noi possiamo vedere questa supernova situata dietro il gigantesco ammasso di galassie Abell 370, ed è stata proprio la sua forza gravitazionale ad agire come una lente cosmica, piegando e ingrandendo la luce della supernova.

Poi il telescopio spaziale Hubble sfruttando questa "lente gravitazionale", ha fatto il resto permettendoci di vederla.

La stella progenitrice non era piccola, ma una supergigante rossa con dimensioni 500 volte maggiori del nostro Sole.

L'osservazione è molto importante perché, per la prima volta, gli astronomi hanno avuto la possibilità di vedere una stella morente nell'universo primordiale. Per trovare questa supernova gli studiosi hanno esaminato approfonditamente gli archivi di dati di Hubble, alla ricerca di fenomeni astronomici transitori e studiandoli in diverse lunghezze d'onda.

Nel caso di una supernova la transitorietà è data dal tempo di aumento dell'intensità della sua luce sino al valore massimo, che può variare da qualche minuto a qualche giorno; il tempo di diminuzione della luminosità può durare settimane o mesi. La transitorietà è quindi misurabile in ore, mentre il fenomeno totale ha una durata di molti giorni. Statisticamente è quindi poco probabile osservare la parte transitoria rispetto al fenomeno globale.

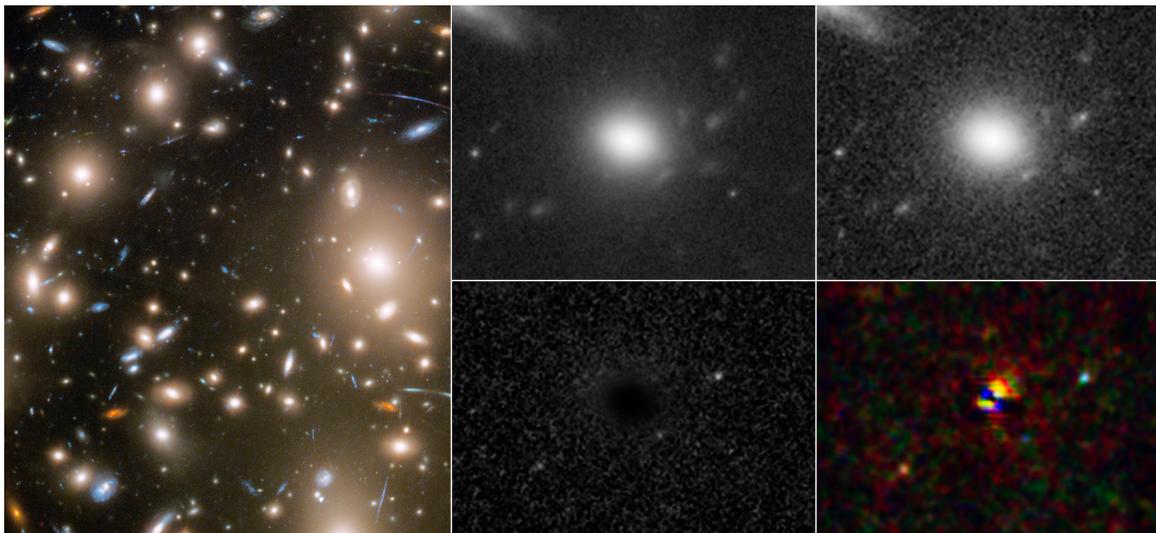
Le immagini della supernova sono davvero speciali perché mostrano le prime fasi dell'esplosione stellare.

"È piuttosto raro che una supernova possa essere rilevata in una fase molto precoce, perché quella fase è davvero breve", ha spiegato Wenlei Chen, primo autore dell'articolo e ricercatore post-dottorato presso la University of Minnesota, School of Physics and Astronomy. "Dura solo da ore a pochi giorni e può essere facilmente perso. Nella stessa esposizione, siamo in grado di vedere una sequenza di immagini del fenomeno".

La lente gravitazionale ha prodotto più immagini dell'esplosione in diversi momenti, che sono arrivate sulla Terra contemporaneamente e catturate da Hubble. Ciò è stato possibile perché le immagini ingrandite hanno seguito cammini diversi attraverso l'ammasso a causa sia delle differenze nella lunghezza dei percorsi seguiti dalla luce della supernova, sia del rallentamento del tempo e della curvatura dello spazio dovuto alla gravità.

L'esposizione di Hubble ha anche catturato il rapido cambiamento di colore della supernova in "dissolvenza", che indica la variazione di temperatura; nella prima fase la supernova appare blu, dopo il raffreddamento, la sua luce è diventata più rossa.

Il metodo utilizzato dai ricercatori si fonda sulla luminosità e sulla velocità di raffreddamento della supernova, poiché questi parametri dipendono entrambi dalle dimensioni della stella progenitrice.



### Una, nessuna, tre supernove

Le immagini mostrano i tre diversi momenti di un'esplosione di una supernova lontana catturati in un'unica istantanea dal telescopio spaziale Hubble della NASA. La luce della supernova, che si trovava dietro l'ammasso di galassie Abell 370, è stata moltiplicata dall'immensa gravità dell'ammasso. (NASA, ESA, STScI, Wenlei Chen (UMN), Patrick Kelly (UMN))

"Vedi colori diversi nelle immagini", ha affermato Patrick Kelly, leader dello studio e assistente professore presso la School of Physics and Astronomy dell'Università del Minnesota. "Hai la stella massiccia, il nucleo collassa, produce uno shock, si riscalda e poi lo vedi raffreddarsi nell'arco di una settimana. Penso che sia probabilmente una delle cose più incredibili che abbia mai visto!" Sinceramente i due studiosi hanno avuto davvero una grande e sfacciata fortuna.

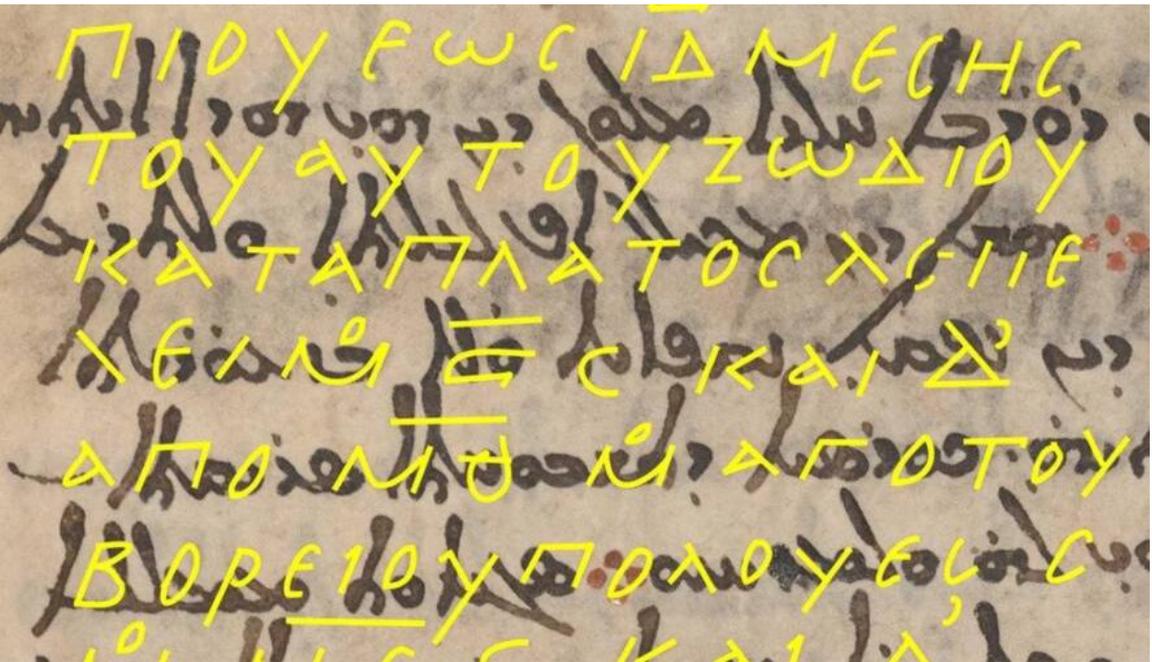
Chen e Kelly hanno entrambi pianificato del tempo per il telescopio spaziale James Webb della NASA per osservare supernove ancora più distanti. Con questo i due ricercatori sperano di contribuire a un catalogo di supernove molto lontane, per aiutare gli astronomi a capire se le stelle che esistevano molti miliardi di anni fa sono diverse da quelle nell'universo vicino.

## Trovati tesori stellari anche sulla Terra

di Paola Rebecchi

**G**li archeologi hanno fatto una strabiliante scoperta, erano secoli che si cercava questo catalogo stellare scomparso e, finalmente, nel monastero egiziano di Santa Caterina è venuto alla luce parte del catalogo di stelle dell'astronomo Ipparco.

Si tratta di una pagina che, analizzata con diverse lunghezze d'onda di luce variabile, diversi algoritmi informatici e combinazioni di frequenze, hanno fatto emergere il testo nascosto sotto



### Un testo dal passato

La fotografia mostra il testo originale di Ipparco, ritrovato sotto gli scritti siriaci. La scrittura in giallo è frutto di immagini multispettrali. (Museum of the Bible Collection 2021)

agli scritti siriaci del X o XI secolo.

Questa pagina ha svelato un importante segreto: la lunghezza e l'ampiezza in gradi della costellazione della Corona Boreale ("stéphanos en to boréio" in greco antico) e fornisce le coordinate per le stelle al suo estremo nord, sud, est e ovest.

Ed ecco il passaggio integrale del testo:

"La Corona Boreale, situata nell'emisfero boreale in lunghezza va da  $9^{\circ}\frac{1}{4}$  dal primo grado di Scorpione a  $10^{\circ}\frac{1}{4}$  8 nello stesso segno zodiacale (cioè in Scorpione). In larghezza si estende per  $6^{\circ}\frac{3}{4}$  da  $49^{\circ}$  dal Polo Nord a  $55^{\circ}\frac{3}{4}$ . Al suo interno, la stella ( $\beta$  CrB) a Ovest accanto a quella luminosa ( $\alpha$  CrB) conduce (cioè è la prima a sorgere), trovandosi a  $0,5^{\circ}$  in Scorpione. La quarta stella 9 ( $\iota$  CrB) ad est di quella luminosa ( $\alpha$  CrB) è l'ultima (cioè a sorgere) [...]  $10$   $49^{\circ}$  dal Polo Nord. Il più meridionale ( $\delta$  CrB) è il terzo contando da quello luminoso ( $\alpha$  CrB) verso Est, che dista  $55^{\circ}\frac{3}{4}$  dal Polo Nord". Scrive Victor Gysembergh ricercatore del Centro Nazionale delle Ricerche francese.

La fonte di queste informazioni?

Addirittura Ipparco di Rodi, nato a Nicea nel 190 a.C. e morto a Rodi nel 120 a.C. grande astronomo, fondatore dell'astrometria e scopritore della precessione degli equinozi. Si trasferì a Rodi tra il 129 e il 120 a.C. e fu probabilmente lì che compì la maggior parte dei suoi studi e delle sue osservazioni sugli astri.

Fu Ipparco il primo a mappare le stelle in tutto il cielo e a modellare i moti apparenti del Sole e della Luna.

"Questo catalogo stellare che è stato considerato nella letteratura come una cosa quasi ipotetica è diventato molto concreto. Il nuovo frammento lo rende molto, molto più chiaro", afferma Mathieu Ossendrijver, storico dell'astronomia presso la Libera Università di Berlino.

Tutto questo incredibile lavoro senza nemmeno un telescopio perchè all'epoca si potevano usare o tubi di mira, diottrici, sfere armillari o astrolabi sferici.

Alcuni studiosi avevano persino asserito che Tolomeo, astronomo anch'esso, e autore del trattato astronomico *Almagesto*, avesse rubato i dati di Ipparco rivendicandoli come propri.

"Molte persone pensano che Ipparco sia stato il vero grande scopritore, mentre Tolomeo fosse un insegnante straordinario, che ha compilato il lavoro dei suoi predecessori", dice Gysembergh.

Comunque dai dati ritrovati nei frammenti, gli scienziati concludono che Ipparco di Rodi abbia fatto delle osservazioni molto accurate, ottenendo delle coordinate corrette entro un grado, usando l'equatore celeste: sistema molto comune oggi, molto meno allora.

"Si pensa che sia stato ispirato dal suo contatto con gli astronomi babilonesi e che abbia avuto accesso a secoli di osservazioni precise. I babilonesi non avevano alcun interesse a creare un modello del Sistema Solare in tre dimensioni ma, a causa della loro fede nei presagi celesti, fecero osservazioni accurate e svilupparono metodi matematici per modellare e prevedere i tempi di eventi come le eclissi lunari. Con Ipparco, questa tradizione si è fusa con l'approccio geometrico greco e l'astronomia moderna ha davvero inizio" dice James Evans storico dell'astronomia.

Così i ricercatori sperano che altre pagine del catalogo stellare di Ipparco siano sopravvissute nella biblioteca di Santa Caterina e che le tecniche di imaging multispettrale migliorino sempre di più, rivelando nuove ed emozionanti informazioni.

Chiaro è che questa pagina è davvero un tesoro stellare. Ipparco è stato una figura fondamentale, trasformando l'astronomia in una scienza predittiva, e per una volta una scoperta così interessante si è fatta ancora sulla nostra amata Terra.

## Un ponte per... la galassia

di Paola Rebecchi

**A**rp 248 o Wild's triple, è un trio di piccole galassie interagenti nella costellazione della Vergine, a circa 230 milioni di anni luce dalla Via Lattea; sono galassie a spirale molto affascinanti, perché sono collegate da un ponte luminoso di stelle, gas e polvere interstellare conosciuto come coda mareale, costituito da materiale proveniente dai dischi a spirale esterni delle galassie, che ospitano una formazione stellare attiva dal colore blu. Esse fiancheggiano una galassia anch'essa a spirale di fondo più piccola e non correlata.

L'immagine proviene da un progetto di osservazione che esamina due raccolte di galassie insolite che coinvolgono Halton Christian Arp; astronomo americano che nel 1966 aveva creato l'Atlante delle galassie peculiari. Questo atlante contiene 338 galassie scelte per le loro forme insolite. Gli astronomi volevano mettere in evidenza la varietà di strutture peculiari che assumono le galassie, infatti oggi sappiamo che queste galassie assumono forme così strane perché interagiscono e potenzialmente si fondono. Arp però, non era d'accordo con tale interpretazione e aveva affermato che le forme insolite erano dovute a espulsioni.

Ma in ogni caso, Arp si rese conto che gli astronomi non erano molto informati su come le galassie cambiavano nel tempo e credeva che se gli astronomi avessero usato il suo atlante per studiare l'evoluzione delle galassie avrebbero potuto trarne qualche spiegazione in più.

Nel 1987 Halton Arp e Barry Madore, avevano incrementato la raccolta delle galassie insolite con il nuovo Catalogue of Southern Peculiar Galaxies and Associations. Il catalogo infatti, conteneva 25 diverse varietà di oggetti, comprese le galassie con la coda.

Ogni collezione contiene un serraglio di galassie straordinariamente peculiari, comprese



### **Un ponte galattico**

L'immagine mostra due delle galassie nella tripletta galattica Arp 248, conosciuta anche come Wild's Triplet che si trova a circa 200 milioni di anni luce dalla Terra nella costellazione della Vergine. Le due grandi galassie a spirale visibili in questa immagine, che fiancheggiano una galassia a spirale di fondo più piccola e non correlata, appaiono collegate da un ponte luminoso. (ESA/Hubble & NASA, Dark Energy Survey/Department of Energy/Fermilab Cosmic Physics Center/Dark Energy Camera/Cerro Tololo Inter-American Observatory/NOIRLab/National Science Foundation/AURA Astronomy; J. Dalcanton)

galassie interagenti come Arp 248, nonché galassie a spirale con uno o tre bracci, galassie con strutture a forma di conchiglia e una varietà di altre stranezze spaziali.

Arp aveva ragione, consultando sia l'Atlante sia il Catalogo gli astronomi hanno ampliato la loro conoscenza sulle fusioni delle galassie e le galassie interagenti.

“Sappiamo che le fusioni giocano un ruolo importante nell'evoluzione delle galassie”.

Oggi gli astronomi pensano che circa il 25% delle galassie si stia attualmente fondendo con altre galassie. Ancora di più stanno interagendo gravitazionalmente, se non fondendosi, secondo l'Harvard Center for Astrophysics.

Per esempio la nostra galassia, la Via Lattea, ne è la prova, poiché ha cannibalizzato gas e persino stelle dalle Nubi di Magellano e dalla Galassia Nana del Sagittario. E in diversi miliardi di anni, la Via Lattea e la Galassia di Andromeda si fonderanno: con l'Advanced Camera for Surveys di Hubble ha perlustrato questo assortimento di eccentriche galassie alla ricerca di candidati promettenti per future osservazioni con il telescopio spaziale James Webb della NASA/ESA/CSA, l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array e lo stesso Hubble.

## Trascorrere 60 anni tra i segreti dell'universo

di Paola Rebecchi

**S**essant'anni fa Francia, Germania Ovest, Olanda, Belgio e Svezia si sono unite per formare l'ESO; nel 1981 la Svizzera ha aderito a questo “patto”. E sei decenni dopo, questa “riunione” di ingegneri e scienziati, di tutto il mondo gestiscono sia a Paranal in Cile sia a La Palma nelle Canarie, osservatori all'avanguardia che permettono di ottenere dalla Terra delle scoperte astronomiche davvero rivoluzionarie.

Una di queste scoperte riguarda la Nebulosa Cono, che fa parte della formazione stellare NGC 2264.

Questo oggetto astronomico fu identificato dallo scopritore del pianeta Urano, l'astronomo, fisico e compositore tedesco William Herschel che lavorava con la sorella Carolina, durante osservazioni svolte alla fine del XVIII secolo.

Questa nebulosa ha dimensioni enormi: la sua lunghezza è di 7 anni luce, ossia poco meno del doppio della distanza che separa il nostro Sole da Alfa Centauri. È posizionata a 2'500 anni luce dalla nostra Terra quindi è osservabile facilmente con gli strumenti moderni e questo è il motivo per cui viene studiata a fondo.

Comunque questa immagine le dona un aspetto davvero inquietante, oltretutto ci viene mostrata in versione “dark”, ossia come nebulosa scura e impenetrabile in un modo che la fa assomigliare a una creatura mitologica, ci si può vedere anche la testa di un coccodrillo. Del resto la costellazione che la contiene è la Monoceros (l'Unicorno, animale mitologico); nome direi, davvero appropriato.

Per gli astronomi dell'ESO la Nebulosa Cono è “un perfetto esempio delle forme simili a pilastri che si sviluppano nelle gigantesche nubi di gas molecolare freddo e polvere, note per la creazione di nuove stelle. Questo tipo di pilastro si forma quando le stelle blu brillanti e massicce di nuova formazione emettono venti stellari e intense radiazioni ultraviolette che



**Un cono in cielo**

Questa immagine della Nebulosa Cono, è stata catturata con lo strumento FORS2 (FOcal Reducer and low dispersion Spectrograph2), installato sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO, e mostra nuova spettacolare veduta della nebulosa. (ESO.)

spazzano via il materiale dalle loro vicinanze. Mentre il materiale viene spinto via, il gas e la polvere più lontani dalle giovani stelle vengono compressi in forme dense, scure e alte simili a pilastri. Questo processo aiuta a creare l'oscura Nebulosa Cono, che punta lontano dalle stelle brillanti di NGC 2264”.

L'immagine è stata ottenuta con lo strumento FOR2 (FOcal Reducer and low dispersion Spectrograph2) installato sul VLT (Very Large Telescope) che mostra tramite appositi filtri la presenza dell'idrogeno gassoso in blu e dello zolfo gassoso in rosso. L'uso di questo tipo di rappresentazione multispettrale, fa sì che le stelle di grande massa e recente formazione, che altrimenti sarebbero blu e molto sfavillanti, appaiano quasi dorate, in contrasto con il cono scuro; questo perché lo strumento identifica gli elementi chimici sopra indicati, posti davanti alle stelle dell'ammasso sulla linea di vista dello strumento.

Sinceramente questa immagine è davvero spettacolare, ma è solo un piccolo esempio di quello che i vari strumenti dell'ESO hanno prodotto in 60 anni di storia.

Le loro osservazioni sono di solito dedicate alla ricerca scientifica avanzata e hanno avuto per oggetto gli studi sul buco nero al centro della nostra galassia, la prima ripresa di un esopianeta e problematiche cosmologiche complesse.

Queste ricerche richiedono un continuo aggiornamento della strumentazione e sviluppo di tecnologie adeguate e infatti all'ESO è in corso di realizzazione l'ELT (Extremely Large Telescope) che garantirà un futuro di diverse e inimmaginabili scoperte.

## Per favore, un sorriso per la stampa?

di Paola Rebecchi

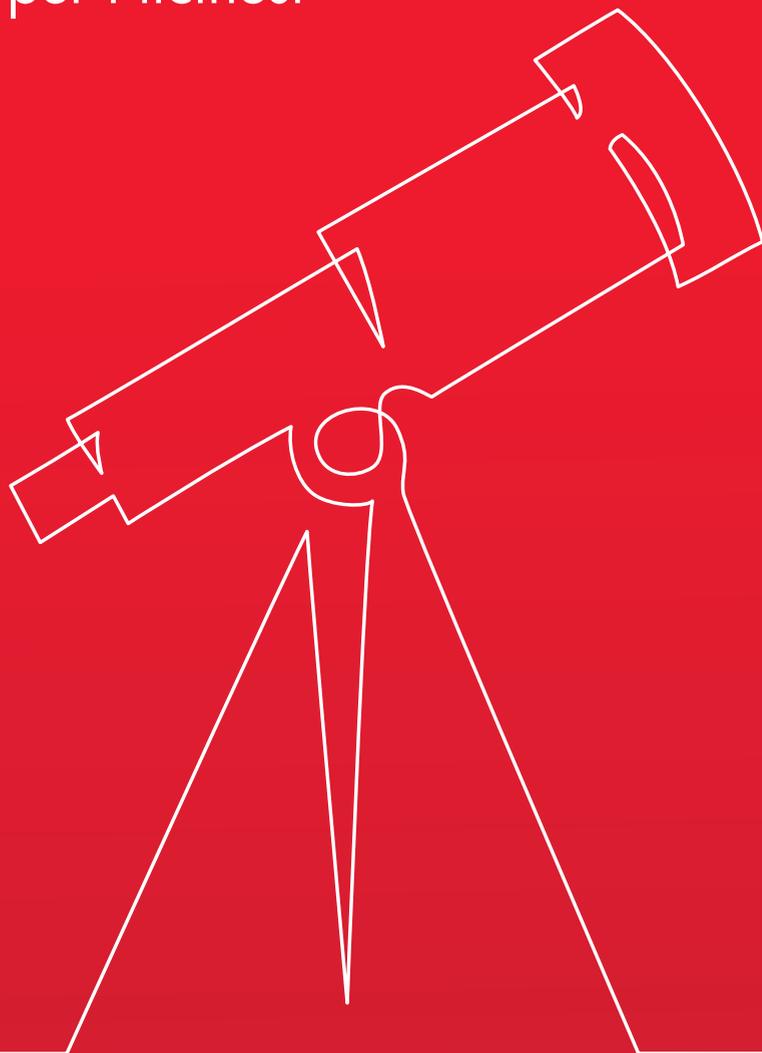
**D**a qualche anno il Sole era abbastanza tranquillo, ma ultimamente ci sono dei sintomi di una più intensa attività solare. Questo incremento provoca effetti non solo a livello della fotosfera, ma anche negli strati più alti dell'atmosfera della nostra stella, che possiamo osservare dalle immagini del satellite SDO della NASA, dove stavolta appaiono 3 macchie scure che fanno somigliare il Sole a un volto sorridente.

Queste strutture sono chiamate dagli astronomi buchi coronali: si formano nella parte più esterna nell'atmosfera solare e sono delle regioni più fredde che di solito appaiono quasi vuote. Sono zone dove il campo magnetico del Sole raggiunge lo spazio veicolando il vento solare. Queste zone sembrano così buie perché c'è ben poco materiale caldo rispetto alle zone adiacenti. Per cui, lo strumento AIA Atmospheric Imaging Assembly dell'SDO misurando l'irradiazione dello spettro ultravioletto in varie bande, rileva poca radiazione in arrivo e questo è tradotto nell'immagine con un zona scura. Questi buchi coronali non sono, come in questo caso, solo forme interessanti che si muovono sulla superficie del Sole, sono anche “aree ad alta attività di campo magnetico che inviano costantemente vento solare, o un flusso di protoni, elettroni e altre particelle nell'universo”, spiega Brian Keating, professore di fisica all'Università di San Diego in California.

Così gli astronomi della NASA si sono messi all'opera per donarci questa rarità.

# Pacchetti BancaStato

I nostri pacchetti per i ticinesi



Pacchetto  
**GIOVANE**

**CHF 0**

AL MESE

Pacchetto  
**INDIVIDUALE**

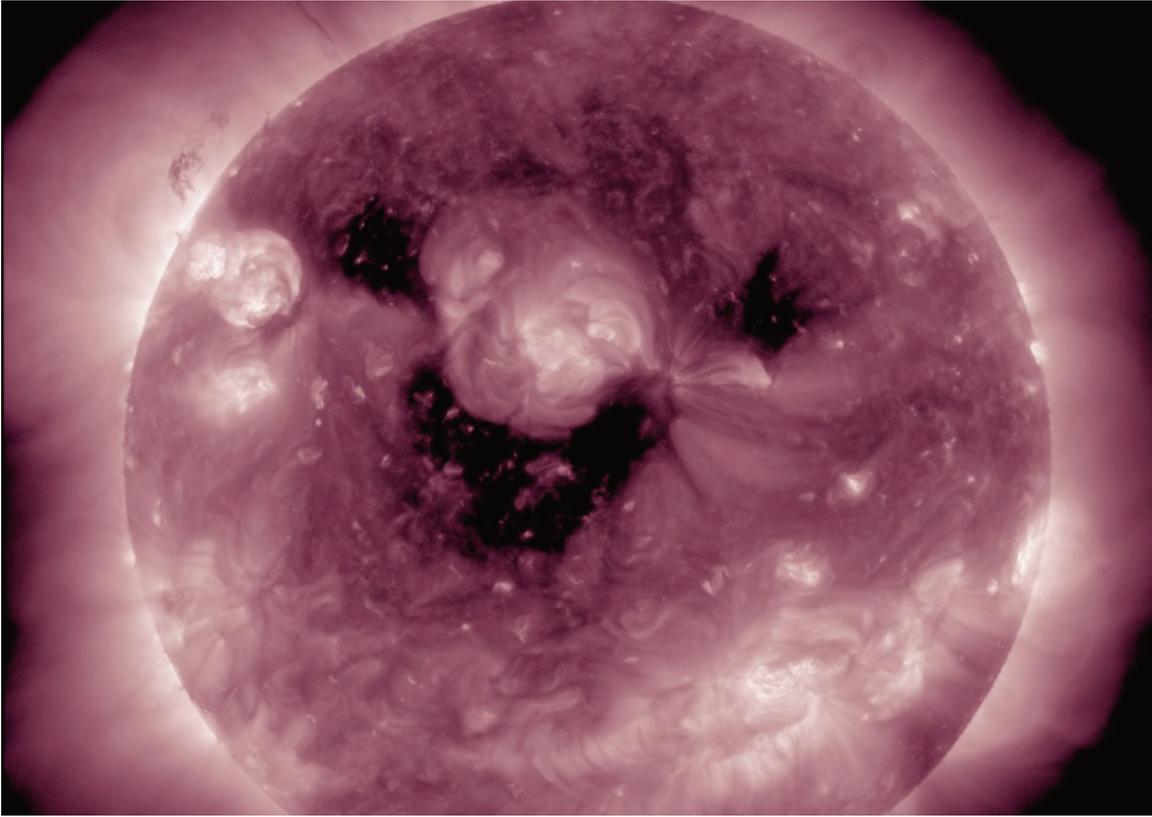
**CHF 12**

AL MESE

Pacchetto  
**FAMIGLIA**

**CHF 20**

AL MESE



### **Buchi sul Sole**

I buchi coronali sulla superficie solare lo fanno assomigliare a un volto sorridente, questi buchi non si possono vedere a occhio nudo, ma solo con l'aiuto del telescopio spaziale SDO della NASA. L'immagine è stata ripresa da un video. (NASA)

So che tutti avete visto il primo Ghostbusters: in questa foto il Sole non assomiglia allo Stay Puft, l'omino paffutello fatto di marshmallow del film?

Comunque la nostra nana gialla come dicevo prima, sta mostrando un'insolita attività e gli studiosi prevedono che il picco massimo sarà più o meno nel 2024.

Grazie al telescopio SDO che è stato lanciato nel febbraio del 2010 e immesso su un'orbita geostazionaria a circa 36 mila chilometri dalla Terra, si sono fatte osservazioni contemporanee del Sole in varie frequenze, tutto questo con i suoi 3 strumenti a bordo: l'Atmospheric Imaging Assembly (AIA), l'Extreme Ultraviolet Variability Experiment (EVE) e Heliosismic and Magnetic Imager (HMI).

Il suo programma spaziale considera le cause della variabilità solare e i suoi effetti sull'ambiente terrestre. Lo scopo della sua missione è quello di migliorare la comprensione di come si origina e si struttura il campo magnetico del Sole, di come la sua energia magnetica viene immagazzinata, convertita e rilasciata tramite il vento solare nell'eliosfera e in particolare nella regione più limitata corrispondente all'ambiente spaziale terrestre.

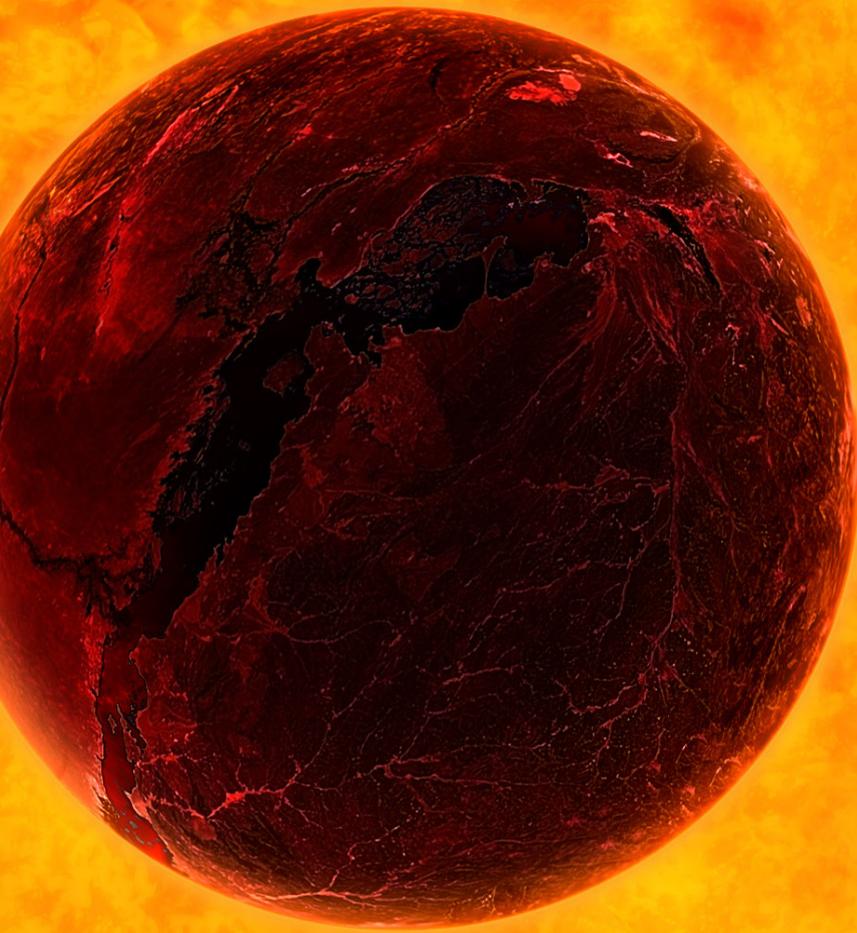
# Dove andremo a finire?

**Se l'universo è piatto, il destino del cosmo è segnato. Breve viaggio ai confini del tempo (e della fantasia) per vedere cosa attende la Terra, il Sole e il cosmo tutto**

di Luca Berti

**N**ell'agenda del cosmo gli appuntamenti sono già tutti presi: è tutto scritto e come andrà è solo questione di tempo. Quello necessario affinché la successione logica degli eventi si produca. Il problema è che alcune di queste concatenazioni non le conosciamo ancora e ci mancano elementi certi per essere assolutamente sicuri del destino di Terra, Sistema solare e cosmo. È un po' come camminare nella nebbia: riusciamo a vedere bene il sentiero davanti a noi, ma dopo qualche metro tutto diventa confuso. Se siamo bravi, intravedremo la sagoma della nostra destinazione.

Ciò non toglie che riuscire già solo a intuire quale sarà il destino di tutto, in un'epoca che noi esseri umani non vivremo in prima persona, è affascinante. E allora imbarchiamoci in un piccolo, grande viaggio tra le nebbie del futuro, per vedere con la fantasia quello che non vedremo mai con i nostri occhi. Un'avvertenza, prima di partire: la storia non finisce bene. Ma quello che conta è il viaggio.



**Addio alla Terra**

Illustrazione che mostra il Sole nella fase di espansione "bruciare" Terra e Luna. Succederà tra oltre 5 miliardi di anni. C'è dunque tempo.

### 3000 d.C.

Se la civiltà umana dovesse scomparire oggi, nei prossimi mille anni buona parte delle tracce capaci di testimoniare la nostra presenza sarebbero già scomparse: le città sarebbero tutte crollate, così anche ponti, dighe e altri manufatti. A testimonianza del nostro passaggio resterebbe poco: nell'atmosfera vi sarebbe ancora il 29% dell'anidride carbonica prodotta dall'uomo prima del 2100, così come le scorie radioattive e la radioattività intorno a Chernobyl, il cui sito tornerà sicuro solo attorno agli anni 22'000. Questo per dire quanto le cose che riteniamo importanti possano essere effimere nel quadro generale delle cose.

### 4385 d.C.

La cometa Hale Bopp tornerà a farci visita, trovando una Terra inevitabilmente cambiata. I suoi abitanti guarderanno a una nuova stella polare: Errai o Alrai, stella di terza magnitudine in Cefeo (ne abbiamo parlato un anno fa, su Meridiana 274). Intanto, con ogni probabilità, il nord

magnetico starà migrando verso il Polo sud geografico. Un fenomeno particolare, quello dell'inversione dei poli magnetici terrestri, ma che succede con una certa periodicità. In totale si ipotizza che vi siano stati 183 cambiamenti lungo un periodo di 83 milioni di anni. Ciò significa una media di uno ogni 450mila anni, anche se la storia delle inversioni precedenti pare suggerire che le durate siano pressoché casuali.

### 27'000 d.C.

Il segnale inviato il 16 novembre 1974 dal radiotelescopio di Arecibo raggiungerà la sua destinazione: l'ammasso globulare M13. Nello stesso periodo, Polaris tornerà a essere la stella polare per l'emisfero nord, dopo che - seguendo un ciclo di circa 25mila anni - il titolo sarà passato ad altre stelle, tra cui le brillanti Deneb e Vega.

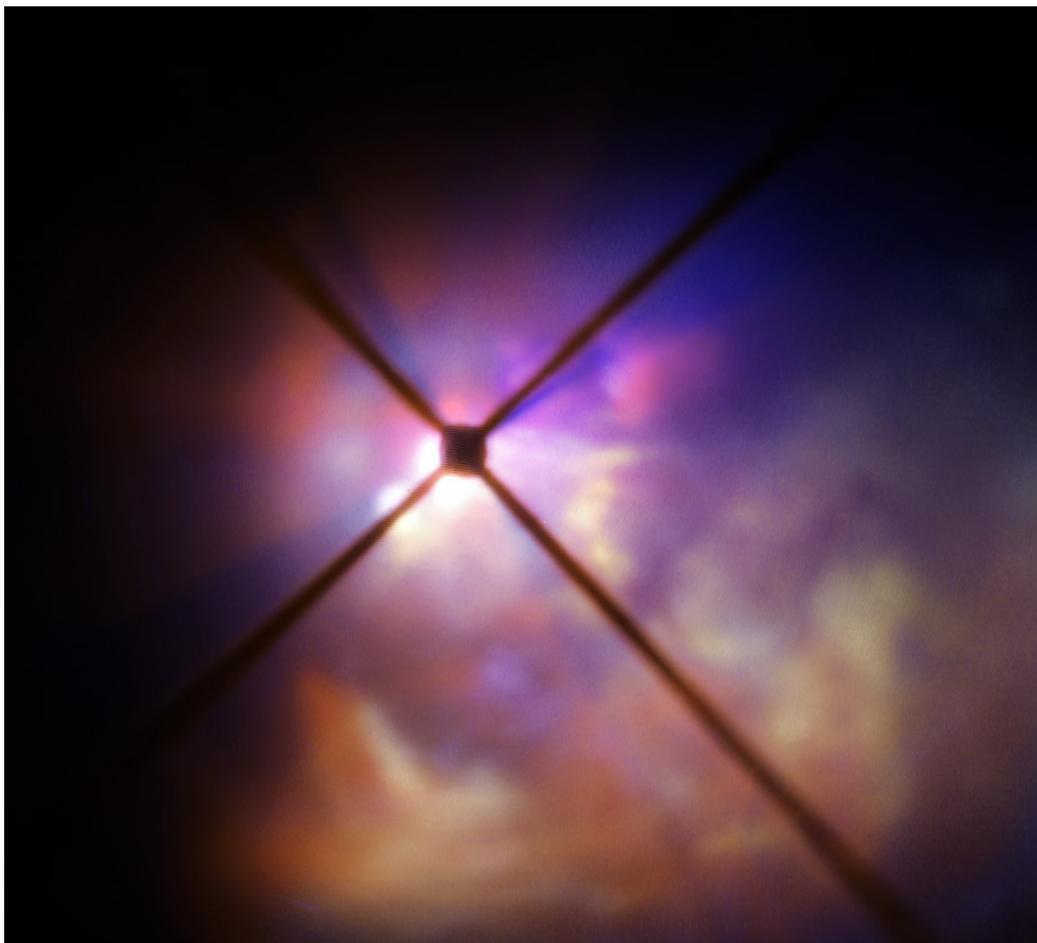
### Entro il 50'000 d.C.

Fatto salvo, di nuovo, l'intervento di qualcuno a modificare il clima con gas a effetto serra, at-



### Il telescopio di Arecibo

L'antenna che sovrastava il radiotelescopio da cui il 16 novembre 1974 è stato inviato verso l'ammasso globulare M13, che riceverà il messaggio tra 25 mila anni. (Arecibo Observatory/NSF)



### Una delle stelle più grandi mai avvistate

Immagine del VLT che ritrae lo spazio attorno alla stella VY Canis Majoris, 1'400 volte più grande del Sole, una delle più grandi attualmente conosciute. (ESO)

torno a questo periodo dovrebbe iniziare una nuova era glaciale. Nel frattempo gli attuali 32 chilometri che separano le cascate del Niagara dal lago Erie saranno stati completamente erosi dall'acqua. Le cascate cesseranno dunque di esistere. Alpha Centauri diventerà per la seconda volta la stella più vicina alla Terra dopo aver scalzato Proxima Centauri 25 mila anni prima e dopo aver ceduto brevemente il posto a Ross 248 e Gliese 445, che Voyager 1 "incontrerà" (per modo di dire, visto che la distanza minima sarà di 1,6 anni luce) nell'anno 40'000 d.C.

### Entro il 100'000 d.C.

In un cielo dalle costellazioni ormai irriconoscibili a causa del moto delle stelle (vedi anche Meridiana 274), il più grande astro attualmente noto nella Via Lattea esploderà in una delle supernove più spettacolari di tutta la storia galattica. Si tratta di VY Canis Majoris, che ha un raggio di circa 1'400 volte quello del Sole (ciò significa che se la mettessimo al centro del Sistema solare ingloberebbe tutti i pianeti sino a Saturno, per lambire l'orbita di Urano). È vissuto solo qualche milione d'anni a causa delle sue enormi dimensioni che lo portano a bruciare rapidamente il



### Suoni terrestri

Il disco che accompagna le sonde Voyager in cui sono state salvate 115 immagini di vita sulla Terra, suoni e musiche, più un saluto. Tra 290mila anni passerà vicino a Sirio. (NASA)

suo carburante, molto più rapidamente di stelle come il Sole, che vivono 10 miliardi di anni.

Vista da qui, VY Canis Majoris è un astro di nona magnitudine, ma quando esploderà sarà decisamente ben visibile in cielo a occhio nudo. L'irraggiamento prodotto sterilizzerà completamente la parte di galassia in cui si trova. Per fortuna noi siamo lontani oltre 4'000 anni luce e quindi ci troviamo al sicuro.

A metterci in pericolo sarà invece la nostra stessa

Terra, dal momento che in media ogni 100mila anni uno dei 20 supervulcani conosciuti (tra cui quello sotto il parco di Yellowstone) erutta sconvolgendo il pianeta.

### Entro il 296'000 d.C.

La sonda Voyager 2, lanciata il 20 agosto 1977, passerà a 4,7 anni luce da Sirio. Per allora il "Golden Record" - ovvero il disco d'oro in cui sono registrati suoni e immagini del nostro pia-

neta - sarà probabilmente l'unica testimonianza della civiltà umana ancora visibile, assieme al gemello a bordo della Voyager 1. Sulla terra il 99% delle strutture create dall'uomo sarà ormai diventato polvere; rimarranno in piedi solo i monumenti di pietra, come le piramidi, i monoliti e il monte Rushmore. Nel frattempo i livelli di CO2 saranno tornati ai livelli pre-industriali.

### **Tra 1 milione e 1,4 milioni di anni nel futuro**

Entro un milione di anni nel futuro, Betelgeuse sarà diventata una supernova. 200mila anni dopo, anche le Piramidi saranno ormai completamente erose, mentre le bottiglie di vetro disperse nell'ambiente dopo una grigliata saranno finalmente state completamente decomposte.

La nana rossa Gliese 710 transiterà a 1,1 anni luce dal Sole, passando attraverso i nuclei cometari ghiacciati che formano la nube di Oort, tra gli 0,3 e i 3,2 anni luce di distanza dal Sole. Il passaggio ravvicinato scaglierà un'ondata di comete verso il Sistema solare interno con conseguente aumento (probabilmente non più del 5%) del rischio di impatti. Tuttavia, vista l'enorme distanza, ci vorrà un bel po' prima che lo tsunami arrivi. Sarà annunciata con largo anticipo dalla luminosità di Gliese 710, oggi stella di nona magnitudine che, nel suo passaggio ravvicinato, brillerà in cielo come Antares.

### **Tra 7,2 e 10 milioni di anni nel futuro**

Entro 7,2 milioni di anni anche il Monte Rushmore non testimonierà più la presenza della civiltà umana, perché sarà sicuramente irrimediabilmente eroso. Tuttavia tra circa 8,4 milioni di anni il satellite della NASA "LAGEOS", messo in orbita nel 1976 con lo scopo di validare alcuni aspetti della relatività generale e per studiare la geodinamica della Terra, rientrerà nell'atmosfera terrestre. Al suo interno, chi abiterà da queste parti, troverà una placca che ricorderà l'esistenza della civiltà umana. Su Marte, intanto, la luna Phobos sarà stata completamente distrutta dalle forze di marea create dal pianeta. Si formeranno così dei piccoli anelli di detriti.

### **Tra 110 e 150 milioni di anni nel futuro**

La luminosità del Sole aumenterà e la sua intensità salirà del 1%. La Terra inizierà a scaldarsi. Nel frattempo le interazioni gravitazionali (soprattutto tra Terra e Luna) porteranno il giorno a 25 ore (per la gioia di chi non riesce mai a finire le cose in 24 ore).

### **Tra 250 milioni e 1 miliardo di anni nel futuro**

Mentre il Sole avrà completato un'intera rivoluzione attorno al centro galattico (saremo quindi tornati pressappoco dove siamo oggi), Pangea - il supercontinente dei dinosauri - farà il suo ritorno: entro questa data infatti tutti i continenti saranno di nuovo ammassati in uno solo.

L'allontanamento regolare della Luna dalla Terra renderà impossibile le eclissi solari totali a partire da 600 milioni di anni nel futuro. Nel frattempo è molto probabile che la Terra sia stata irradiata da una potente e devastante eruzione di raggi gamma, provenienti da una supernova vicina, che avrà sterilizzato buona parte del pianeta. Poco male, dal momento che per allora uno dei tre tipi di fotosintesi non sarà più possibile, cosa che già di per sé cancellerà il 99% delle specie presenti a quel momento. Da 800 milioni di anni nel futuro, non sarà più nemmeno possibile la vita multicellulare. Entro un miliardo di anni nel futuro, la radiazione solare sarà aumentata del 10%, cosa che farà evaporare tutti gli oceani.

### **La morte del Sole - da 1,1 a 15 miliardi di anni nel futuro**

Questa epoca è dominata dall'agonia del nostro Sole. Tra 1,6 miliardi di anni, mentre la nostra stella continua a diventare sempre più calda, il nuovo "place to be" sarà Marte, che man mano entrerà sempre di più nella zona abitabile del Sistema solare, con temperature superficiali che a un certo punto saranno vicine a quelle delle ere glaciali terrestri.

Nel frattempo, sulla Terra, si continuerà a stare sempre peggio. Tra 2,3 miliardi di anni il nucleo esterno terrestre arresterà il suo movimento rotatorio. La Terra rimarrà così senza un campo

magnetico, facendo cadere l'ultima barriera contro i raggi più dannosi del Sole. 500mila anni più tardi, ovvero tra 2,8 miliardi di anni, la temperatura superficiale terrestre sarà di 147 gradi centigradi: il nostro pianeta sarà diventato un forno. A 3,5 miliardi di anni nel futuro, le condizioni sulla Terra saranno molto simili a quelle di Venere, con giornate dove la massima supererà i 460 gradi.

In tutto questo marasma, dopo un primo scontro con la Grande Nube di Magellano che avrà aumentato di molto la massa del buco nero che si trova nel centro della nostra galassia, tra 4 miliardi di anni la Via Lattea potrebbe cozzare con Andromeda (anche se recenti misurazioni dicono che le due galassie potrebbero anche mancarsi). In caso di scontro, date le grandi distanze interstellari, è molto poco probabile che vi siano scontri diretti tra astri. Tuttavia le interazioni gravitazionali distorceranno entrambe le galassie, prima della loro fusione completa tra 7 miliardi di anni. Nuova vita potrebbe presto formarsi dopo questa collisione, dal momento che i materiali grezzi per la formazione di nuove stelle si combineranno, dando vita a centinaia di milioni di nuovi astri, con relativi pianeti e, forse, nuove civiltà.

Il Sole, nel frattempo, continuerà la sua agonia: terminato l'idrogeno, inizierà a "bruciare" elementi più pesanti, fino a espandersi - tra 7,9 miliardi di anni - di circa 256 volte, inglobando Mercurio, Venere e, forse, anche la Terra. Diventerà una nana bianca (con il 54% della massa attuale) entro 8 miliardi nel futuro e poi, tra 14,4 miliardi di anni, una nana bruna, diventando virtualmente invisibile nel cielo terrestre (che comunque non esisterà più).

E a non esserci più saranno anche le nubi di gas capaci di far formare altre stelle: niente nuove nascite, ma anche niente nebulose da ammirare da parte degli astronomi di questo distante futuro.

### **Da 20 miliardi di anni nel futuro in poi**

Sarà un periodo per la maggior parte tranquillo, ammesso che non avvenga il "Big Rip", ovvero la fine dell'universo per atomizzazione. Questa teoria, constatando come l'espansione dell'uni-

verso sembri accelerare, prevede che ciò possa portare, tra circa 20 miliardi di anni, alla disgregazione di tutta la materia in particelle subatomiche. In un primo momento sarebbero le galassie a venir separate, poi le stesse stelle. A pochi mesi dalla fine toccherà ai pianeti lasciare i loro sistemi, per poi finire disgregati anche loro. Una frazione prima della fine, anche gli atomi verrebbero distrutti. Poi sarà solo il buio e un'infinita distanza tra tutto. Insomma, nulla di particolarmente interessante da lì in poi.

Ammesso però che questo non avvenga, entro 100 miliardi di anni le galassie che formano il nostro Gruppo Locale inizieranno a fondersi. Un processo che richiederà 900 miliardi di anni.

A 100'000 milioni di anni nel futuro, la luce inizierà a spegnersi attorno a noi: l'espansione accelerata dell'universo porterà tutte le galassie - a parte un migliaio nelle nostre vicinanze - ad allontanarsi tanto velocemente che la loro luce non potrà più raggiungerci.

In un momento tra i 1'000 e i 100'000 miliardi di anni nel futuro (sì, qui l'incertezza è decisamente alta) non vi sarà più gas libero per formare nuove stelle. Pian piano tutte terminano la loro vita o in nane bianche o in buchi neri.

A un milione di miliardi di anni nel futuro tutti i pianeti si saranno separati dai loro astri e tra un miliardo di miliardi di anni la maggior parte delle galassie si sarà dissolta: le nane nere che non saranno state proiettate fuori dalle galassie, finiranno assorbite in un buco nero.

Da dieci miliardi di miliardi di anni in poi le orbite di ogni tipo saranno ormai decadute. Da questo punto in poi, il cosmo evolverà in una sorta di zuppa di nane nere, che - per effetto del decadimento dei protoni - nel tempo (molto tempo più di quanto siano esistite le stelle) si dissolveranno in leptoni liberi. Rimarranno solo i buchi neri. Anche questi, però, dopo molto, molto, molto tempo evaporeranno emettendo fotoni. Ed è così che tra un numero di anni pari a un 1 seguito da 100 zeri si entrerà nell'epoca oscura: rimarranno solo alcuni fotoni. Sarà la fine. Ma per arrivarci ci vorrà molto tempo. E domani, intanto, le stelle splenderanno ancora.

# E la Luna passò... nel 2021

Nonostante 13 sessioni di osservazioni distinte per un totale di 31 ore e 54 minuti, non è stato possibile identificare nessun flash da impatto

di Stefano Sposetti

**M**arco Iten e Stefano Sposetti hanno continuato a osservare la zona in luce cinerea della Luna alla ricerca di lampi di luce prodotti dall'impatto di meteoroidi. Marco ha utilizzato il suo rifrattore da 125 mm da Gordola e Stefano lo Schmidt-Cassegrain da 280 mm.

I run osservativi sono stati 13 per una durata complessiva di 31 ore e 54 minuti:

- 17 febbraio 2021 dalle 17.24 alle 19.26
- 18 marzo 2021 dalle 18.15 alle 20.09
- 19 marzo 2021 dalle 18.10 alle 21.24
- 20 marzo 2021 dalle 18.14 alle 22.02
- 21 marzo 2021 dalle 18.09 alle 22.07
- 17 maggio 2021 dalle 19.30 alle 21.13

- 19 maggio 2021 dalle 19.29 alle 22.09
- 30 novembre 2021 dalle 02.40 alle 06.13
- 1 dicembre 2021 dalle 04.15 alle 06.12
- 9 dicembre 2021 dalle 16.07 alle 17.14
- 11 dicembre 2021 dalle 18.06 alle 19.17
- 12 dicembre 2021 dalle 16.42 alle 20.13
- 13 dicembre 2021 dalle 17.24 alle 18.40

Nessun flash da impatto è stato rilevato.

Una campagna osservativa condotta con astronomi russi è stata coordinata per la fine di novembre/inizio dicembre.

I professionisti, coordinati da Alexey Berezhnoy hanno osservato spettroscopicamente l'esosfera lunare col telescopio Terskol da 2 m. Noi abbiamo cercato flash da impatto.

## All'orizzonte

Nella foto che illustra questo articolo è ritratto l'ultimo quarto di Luna nel procinto di sorgere dall'orizzonte locale

# Le macchie si contano e... si pesano

Da metà del 1800 le macchie solari sono usate per definire l'attività della nostra stella.

Ma inizialmente venivano solo contate.

Da quando si è iniziato a ponderarle? Proviamo a carpirlo, cercando negli archivi.

di Alexia Buloncelli

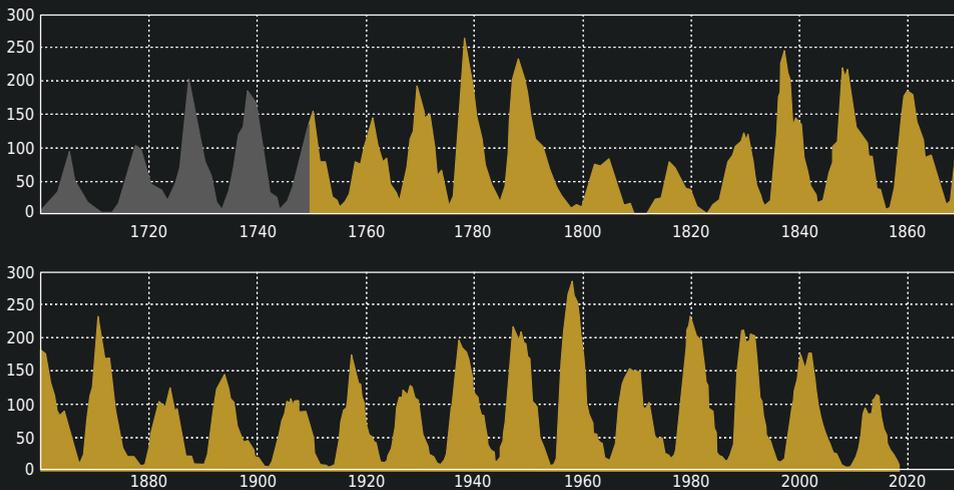
*Nota di redazione: Riportiamo di seguito parti del lavoro di maturità di Alexia Buloncelli presentato al Liceo di Bellinzona e seguito da Renzo Ramelli. Il lavoro completo può essere scaricato dal sito dell'IRSOL: in esso vengono anche indicati lavori scientifici dai quali sono state prese le informazioni riportate nell'articolo. Su Meridiana proponiamo solamente estratti del lavoro, invitando chi fosse interessato al tema a leggere l'originale.*

L'attività solare è caratterizzata da una periodicità della presenza di macchie, seppure non perfettamente regolare, che viene rappresentata dal ciclo solare. Le macchie solari vennero scoperte di gran lunga molto tempo prima del ciclo solare, il quale fu ufficialmente ipotizzato nel 1776 da Christian Horrebow. Ufficialmente la scoperta del ciclo solare risale al 1844, grazie a Heinrich Schwabe il quale, basandosi sui dati raccolti in 17 anni (1826-1843), constatò che esisteva un periodo di circa 11 anni. La durata di un ciclo solare è determinata da un inizio identificato nel minimo dell'attività solare che precede il massimo dell'attività, il quale a sua volta precede il minimo finale del ciclo. Può capitare che durante il periodo di massimo il Sole sia per lo 0,5% coperto di macchie.

Il ciclo solare oscilla tra massimi e minimi in continuazione. Diversi scienziati hanno nel tempo voluto approfondire lo studio e infatti si può notare, nella figura 1, come la periodicità di circa 11 anni sia accompagnata da altri cicli con durata maggiore: si può stimare un ciclo che oscilla attorno agli 80 anni (si vede bene dal 1750 al 1820), il ciclo di Gleissberg. Nel corso degli anni si è arrivati a ipotizzare cicli come quello di Suess (di durata media di 220 anni) e quello di Hallstatt (circa 2'300 anni).

### **Il ciclo**

L'osservazione del Sole non è un'attività recente: già ai tempi degli antichi Greci astronomi e filosofi cercavano di dare spiegazioni, ovviamente con metodi diversi ma con la stessa curiosità, all'universo e a tutti i suoi fenomeni. In un tempo in cui il telescopio non era ancora stato inventato, Teofrasto (300 a.C.), un peripatetico di Atene, parlò delle macchie solari nel suo trattato, il *De Signis Tempestatum*. Attorno al 165 a.C si hanno testimonianze dall'antica Cina riportanti che le macchie solari sembravano apparire una volta ogni dieci anni. La prima rappresentazione delle macchie solari risale al 1128, quando il monaco inglese



### Il ciclo - figura 1

Grafico rappresentante l'indice Ri (vedi in seguito) dal 1700. Dalla rappresentazione si nota il cosiddetto ciclo solare undecennale.

John da Worcester ne fece il disegno. Più tardi, nel 1590, anche l'esploratore Henry Hudson vide delle macchie solari. Nessuna delle due scoperte ebbe però rilevanza nella scienza di allora. Successe quasi la stessa cosa a Keplero, il quale nel 1607 osservò una macchia solare sull'immagine proiettata del Sole, ma la credette essere Mercurio.

Con la realizzazione del telescopio ci fu la prima vera conferma delle macchie solari. Galileo dimostrò la sfericità del Sole osservando il movimento da sinistra a destra delle macchie, grazie alla proiezione del Sole su di un foglio di carta. Non fu solo Galileo a confermare l'esistenza di queste particolarità della superficie del Sole: lo fecero anche Thomas Harriot dall'Inghilterra, Christopher Scheiner dalla Germania, David e Johann Fabricius dall'Olanda.

Dopo un periodo di scarso interesse, molto probabilmente dettato dal Minimo di Maunder (e quindi dall'assenza di attività solare), Heinrich Schwabe scoprì il ciclo solare. Dopo questa sua scoperta gli scienziati si riavvicinarono allo studio del Sole: al termine del 1800 era certa l'esistenza di un ciclo solare e si ipotizzava la correlazione di questo fenomeno

col clima della Terra. Fu nel 1847 che Rudolph Wolf iniziò a prendere nota con continuità delle macchie solari e, basandosi anche sulle registrazioni di Schwabe, cercò di ricostruire la raccolta dei dati del passato. Nel 1865 fondò l'Osservatorio di Zurigo, il quale venne poi diretto da Alfred Wolfener (dal 1894 al 1926), William Brunner (dal 1927 al 1944) e Max Waldmeier (dal 1945 al 1979). Fu lo stesso Waldmeier a voler aprire la Specola Solare nel 1957 in base ai risultati ottenuti tramite la collaborazione con Karl Rapp. Nel 1980 il Politecnico di Zurigo, che si era preso carico dell'osservatorio, rinunciò all'osservazione e alla ricerca relativa al ciclo solare. Nel 1981, grazie alla collaborazione di Jan Stenflo (professore di fisica solare al Politecnico) con il Committee on Space Research (COSPAR), nacque il Sunspot Index Data Center a Bruxelles (SIDC). Sin da subito si è cercato di allargare il network degli osservatori, fino ad arrivare agli attuali 86 luoghi di osservazione nel mondo, con la Specola Solare Ticinese avente il ruolo di stazione pilota. Un altro grande cambiamento è avvenuto nel 2000, quando è stato incorporato nel SIDC il Centro d'Allarme Europeo e l'acronimo è passato

da SIDC a SILSO (Sunspot Index and Longterm Solar Observation).

La Specola Solare è stata formalmente creata nel 1957, anche se già da una ventina d'anni l'ingegnere Karl Rapp osservava il Sole da Locarno con un rifrattore da 14 centimetri come privato cittadino, dalla sua abitazione. La sua collaborazione con l'Osservatorio di Zurigo inizia nel periodo di Brunner, fino ad arrivare a Waldmeier. Quest'ultimo decide di costruire la Specola al confine del vecchio Osservatorio Meteorologico. L'edificio venne progettato dall'architetto Gull e fu finanziato esternamente grazie anche all'Anno Geofisico Internazionale. Il primo direttore fu Waldmeier stesso, aiutato dall'ingegnere appassionato di astronomia Sergio Cortesi e da Araldo Pittini che già lavorava al Politecnico di Zurigo. La Specola si occupò da subito del Numero di Wolf, con una specializzazione nello studio di macchie e facole e nella pubblicazione di carte eliografiche. Le osservazioni venivano fatte, così come ancora oggi, grazie a un telescopio rifrattore da 15 cm di apertura. Fino all'inizio del XIX secolo le macchie solari venivano raramente prese in considerazione, non erano menzionate nei rapporti scientifici e i pochi disegni fatti prima della raccolta di Schwabe erano spesso delle semplici osservazioni.

Nel 1851 l'astronomo e direttore dell'Osservatorio di Zurigo Rudolph Wolf introdusse l'indice empirico che ancora oggi quantifica le macchie solari: il Numero di Wolf (Wolf number o Zurich relative sunspot number). Viene definito come:

$$R_i = k(10g + s)$$

dove  $k$  è un coefficiente di correzione che cambia da osservatore a osservatore (l'osservatore è tanto più affidabile quando più il suo coefficiente è stabile nel tempo),  $g$  è il numero totale di gruppi di macchie e  $s$  è il numero totale di macchie solari. L'indice  $i$  sta per internazionale. A differenza degli osservatori che gli successero, Wolf non aveva l'abitudine di produrre un disegno che potesse accompagnare il risultato. Cercò inoltre di ricostruire l'indice anche per gli anni precedenti: il frutto del suo lavoro sul passato non può essere considerato valido come quello sul presente in cui viveva, in parte per la difficoltà di reperire la grande quantità di dati necessari (per il conteggio delle macchie solari si cerca di ottenere un'osservazione al giorno,

condizioni meteorologiche permettendo).

Dopo l'avvio dell'osservazione delle macchie solari di Wolf, i suoi successori di Zurigo utilizzarono sempre lo stesso metodo di disegno e lo tramandarono di osservatore in osservatore. La creazione dei disegni alla Specola Solare avviene nella medesima maniera.

Ancora oggi viene usato un rifrattore Coudé-Zeiss da 15 centimetri (diaframmato a 8 cm), che proietta l'immagine del Sole su di un foglio appoggiato a una lastra di metallo. L'osservatore disegna la macchia con una matita (esempi possono essere trovati sul sito [specola.ch](http://specola.ch)).

Il metodo di conteggio delle macchie previsto da Wolf prevedeva di contare come "uno" ogni singola macchia che riusciva a vedere con il suo cannocchiale, indipendentemente dalla sua grandezza. Successivamente venne introdotto il metodo ponderato. La parola ponderazione deriva dal latino *ponderatio*, con il significato di "il pesare, la pesatura". Come nella statistica matematica, anche nel caso del conteggio ponderato si parla di attribuire pesi ai singoli termini di un insieme di dati. Il conteggio ponderato è stato formalizzato da Max Waldmeier nel 1947: una macchia puntiforme viene contata come una singola macchia; una macchia più grande, ma ancora senza penombra, ottiene il peso statistico 2, una macchia più piccola con penombra ottiene 3 e una più grande ottiene 5. Spiegato in altre parole, a differenza del conteggio originale di Wolf, si dà peso a caratteristiche delle macchie solari come la grandezza e la presenza della penombra. Contrariamente a quanto sembra, la faccenda non è semplice: ci sono varie discussioni sul tema e non c'è una prova scritta di quale osservatore abbia iniziato effettivamente a ponderare. Ciò di cui possiamo essere certi è che Wolf non utilizzava nessun conteggio ponderato. Nel 1961 Waldmeier spiegò come avvenne il passaggio del metodo di conteggio verso quello ponderato affermando che attorno al 1882 i successori di Wolf cambiarono il metodo per tener conto della grandezza delle macchie, contando anche le macchie più piccole e "pesando" le macchie in base a grandezza e penombra.

Questa informazione sarebbe certamente valida se non fosse che, in realtà, non sono state trovate (non ancora perlomeno) tracce scritte riguardo al con-

teggio ponderato dei successori di Wolf. L'origine del conteggio ponderato prima di Waldmeier è quindi incerta; ci sono altre testimonianze che affermano un cambio di conteggio nel periodo di Wolfer ed evidenze che Brunner ponderasse alcune macchie. Brunner era solito dare peso alle macchie che avevano una grandezza maggiore. Inoltre, a sostegno di questa tesi, sembra anche che Brunner abbia continuato l'utilizzo del conteggio ponderato (introdotto da Wolfer come controllo per gli assistenti) nonostante fosse un metodo discontinuo con quello originale di Wolf.

Il metodo utilizzato alla Specola è perfettamente conosciuto ed è basato sulla ponderazione. Tale tecnica era già utilizzata dal 1935 circa quando Karl Rapp iniziò a lavorare autonomamente, seguendo in parte il metodo di lavoro di Brunner (il quale, già prima è stato detto, sembra ponderare alcune macchie)

Dal 2012, l'osservatore e direttore della Specola Marco Cagnotti, utilizza due conteggi in parallelo: il conteggio ponderato appreso dal predecessore Sergio Cortesi, a sua volta in contatto con Waldmeier e Rapp, e il conteggio non ponderato. Questo permette tra l'altro di confrontare i dati ottenuto da Svalgaard che ha analizzato più di 66 mila macchie solari per notare che la ponderazione porta a un eccesso del 44%. Al congresso di Locarno del 2014 "4th Sunspot Number Workshop" si è deciso di applicare il metodo originale di Wolf per determinare l'indice Ri.

Come qualsiasi metodo scientifico o ambito della vita umana, anche il conteggio delle macchie solari presenta delle problematiche o degli aspetti enigmatici. Di seguito verranno presentati quelli più rilevanti e che possono approfondire l'ipotesi di indagine proposta in questo lavoro.

**All'interno della storia dell'indice Ri ci sono stati più momenti di discontinuità nei dati.**

Accettando che il metodo di osservazione e di conteggio sia legato a una tradizione, è però importante mantenere lo stesso metodo il più a lungo possibile. Questo non tanto perché è più semplice da spiegare e tramandare, ma perché si ottengono risultati confrontabili tra di loro. In parole povere, utilizzando la stessa metodica si

ha la possibilità di analizzare i dati che si ottengono con gli stessi criteri e risolvere problematiche simili. Proprio per questo motivo l'indice creato da Wolf è ancora oggi il fulcro del conteggio delle macchie solari e può vantare di essere quello con un periodo maggiore di ricerca continua.

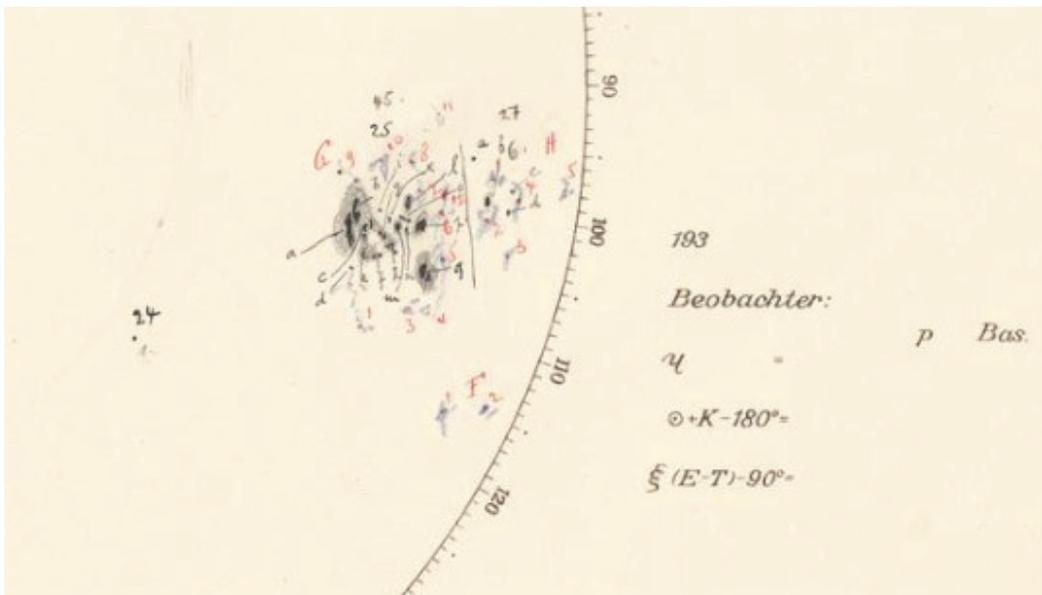
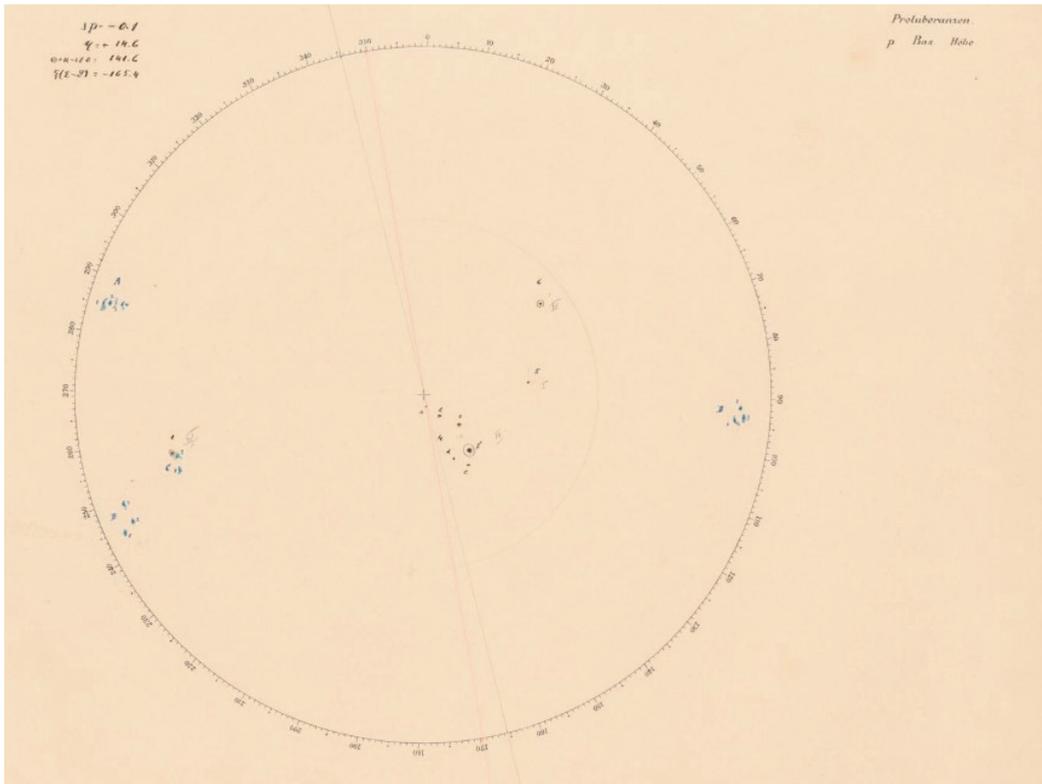
Come detto però ci sono state delle discontinuità, si parla di serie a tratti: le principali irregolarità di cui si parla sono la "discontinuità dell'anno 1947" e quella post-chiusura dell'Osservatorio di Zurigo nel 1981.

Le disomogeneità, secondo recenti studi, si suppone derivino principalmente dalla frequenza delle osservazioni che varia nel tempo: dal 1890 aumenta e poi resta stabile fino al 1926. Dopo la Seconda Guerra Mondiale si registra un aumento che si arresta con la chiusura dell'Osservatorio di Zurigo. Bisogna specificare che soprattutto la Seconda Guerra Mondiale si ritiene abbia contribuito alla discontinuità detta "del 1947". Il cambiamento avvenuto con le guerre ha causato una variazione del contesto storico e ha anche causato una perdita di dati.

La discontinuità nel metodo di conteggio del 1947 viene interpretata come la base di una distorsione per la quale c'è mancanza di costanza nel metodo, di comunicazione tra osservatori. Infatti, a differenza dei gruppi precedenti, quello di Waldmeier ha creato un salto: ha reclutato i suoi assistenti solo nel 1945 (anche se egli collaborava già dal 1936 con Brunner).

Di conseguenza, contando anche il fatto che il suo aiuto regolare al conteggio delle macchie solari iniziò nel 1942, è stata causata una discontinuità. Prima, la transizione da Wolf a Wolfer è durata 17 anni, tra Wolfer e Brunner soltanto 3 anni, ma con l'assistenza di Broger fino al 1935 si conta così una stabilità di 20 anni. In generale, quindi, solo la transizione di Waldmeier è avvenuta in modo meno continuo.

Al fine di porre rimedio alla discontinuità della serie di dati attorno al 1981, si è avviata un'analisi: la costruzione di una nuova serie che parte dal 1944 e arriva al 2015, integrando anche i dati delle stazioni ausiliarie. Da questa analisi vengono però eliminate le stazioni che presentano dei difetti evidenti.



### Disegni a confronto

In alto un disegno di Wolfer datato 27 gennaio 1910, sotto un dettagli di un disegno di Brunner datato 20 gennaio 1937. (e-manuscripta)

Sulla base degli approfondimenti fatti e delle informazioni apprese è stata raggiunta una conclusione: non c'è un'ipotesi verificata del momento in cui è stata effettivamente introdotta la ponderazione nel conteggio delle macchie solari. Quindi, con questo lavoro si cerca di capire quale sia stato il momento o il periodo in cui è stato introdotto il conteggio ponderato.

Scoprire "l'entrata in vigore" della ponderazione del conteggio delle macchie solari sarebbe un traguardo di importanza rilevante.

È possibile riassumere i punti principali tramite il seguente elenco:

- dal sito <https://www.e-manuscripta.ch/>, il portale di fonti manoscritte digitalizzate provenienti da biblioteche e archivi svizzeri, sono stati scaricati alcuni disegni di Brunner e Wolfer;
- i disegni sono stati salvati e divisi cronologicamente;
- sono anche stati scaricati i taccuini annuali per i due osservatori, nei quali sono annotati gli appunti relativi ai disegni giornalieri delle macchie;
- è stato analizzato un solo tipo di gruppo di macchie solari per ogni disegno;
- in un quaderno è stato annotato il conteggio per ogni macchia scelta dei disegni;
- tutti i dati sono stati raggruppati in un foglio Excel;
- sono stati creati dei grafici che permettesero di trarre delle conclusioni;
- infine, è stata svolta un'interpretazione di tutti i dati ottenuti.

Uno dei punti da chiarire era se Brunner utilizzasse il metodo pesato per stabilire l'indice  $R_i$ . Il suo successore Waldmeier utilizzava ufficialmente il conteggio ponderato, cosa che non si può dire per Brunner, dato che ponderava alcune macchie come controllo secondario del suo metodo principale.

### **Conclusione**

L'intenzione principale è quella di analizzare un solo tipo di gruppo di macchie solari: il gruppo denominato J in base alla classificazione attuale. Questo gruppo viene definito come macchia unipolare con penombra (con diametro  $< 2,5^\circ$ ). Questo lavoro si è focalizzato

su di un'unica tipologia di gruppo, relativamente semplice da riconoscere, in modo da poter trovare il conteggio con facilità. La scelta dei campioni da analizzare è in parte casuale. L'archivio permette di reperire tutti i disegni giornalieri di ogni anno dell'operato dei due osservatori; ciò che è stato fatto è stato estrarre una discreta quantità (totalmente casuale) di disegni per ciascun anno i quali avessero almeno un gruppo di macchie di tipo J.

In accompagnamento ai disegni giornalieri, sono stati scaricati (sempre dall'archivio online e-manuscripta) anche i taccuini degli osservatori per ogni anno interessato. Essi contengono i disegni giornalieri "in appunti", che poi vengono formalizzati in quelli utilizzati per l'analisi. Lo scopo principale di questa raccolta è quella di confermare il conteggio dei disegni "ufficiali". Dopo una prima fase incentrata sul conoscere la metodica di Brunner e Wolfer, è stata iniziata la raccolta dei dati, la quale è stata ampliata con il passare del tempo. La raccolta di questi dati ha reso evidente che, per cercare di rispondere alla domanda di ricerca (data di introduzione della ponderazione), servirebbe una serie di dati di controllo. Quindi, il conteggio effettivo presente sui disegni di entrambi gli osservatori è stato confrontato con un conteggio non ponderato. Con molta scrupolosità è stata creata una serie di dati che rispetta il più possibile il concetto di un conteggio non ponderato basandosi sul principio per cui una macchia con penombra e un'ombra vale 1, una macchia con penombra e due ombre vale due, e così via (il metodo che Wolf utilizzava per determinare l'indice  $R_i$ ). Si intuisce come lo scopo di questa aggiunta è quello di poter confrontare il conteggio aggiuntivo senza ponderazione con i conteggi di Brunner e Wolfer.

Vengono analizzati 102 disegni di Brunner, i quali contengono complessivamente 178 macchie di gruppo di tipo J (in media un disegno contiene più di una macchia). Il risultato dell'analisi basata sul confronto tra il conteggio di Brunner e il conteggio non ponderato è quasi del tutto uniforme: il 93.8% delle macchie viene contato con una ponderazione (il

restante 6.2% non ha un conteggio ponderato).

La quantità di dati raccolta per Wolfer è maggiore di quella di Brunner: sono stati analizzati 161 disegni, con un totale di 259 macchie di tipo J. Rispetto a Brunner, il risultato del confronto dell'analisi non è del tutto uniforme. Si parla di 141 gruppi che non hanno un'equivalenza tra i conteggi: il 54.4% risulta essere ponderato. Si ha una maggioranza dell'utilizzo del conteggio ponderato, anche se la differenza tra i due conteggi è molto sottile. Questo fatto sembra essere dato dalla vicinanza di Wolfer all'ideatore dell'indice Ri, Wolf, il quale non utilizzava nessuna ponderazione.

Dei vari risultati ottenuti, si possono trarre due grandi conclusioni:

- Brunner ponderava le macchie solari di tipo J quasi del tutto;
- Wolfer ponderava le macchie solari di tipo J solamente in parte.

Più nello specifico, nel caso di Brunner esistevano già evidenze che egli ponderasse soprattutto le macchie più grandi. Perciò il risultato dell'analisi non è una completa novità, piuttosto è una conferma. Per quanto riguarda Wolfer la questione è più complicata. Grazie ai gruppi di macchie analizzati e confrontati, si può arrivare alla conclusione che egli utilizzava già il conteggio ponderato, ma con minor frequenza. Infatti, le macchie piccole con un'ombra singola e penombra venivano contate soprattutto senza ponderazione.

Nonostante questo, non si può negare che la ponderazione sia stata utilizzata già dal primo successore di Wolf: Wolfer, appunto.

### Uno sguardo sul futuro

Dal momento che questa analisi è stata limitata a due osservatori principali, si dovrebbe ripetere il procedimento svolto sull'elaborato di alcuni assistenti. Un'ipotesi da tenere in conto è quella per cui la ponderazione sia stata introdotta da qualche assistente come conteggio di supporto a quello originale. Tra gli assistenti più rilevanti di questa problematica si trova Broger, il quale era presente du-

rante la transizione da Wolfer a Brunner. Ulteriormente interessante sarebbe l'analisi dell'evoluzione temporale del metodo di conteggio per ciascun osservatore. Dal momento che questo lavoro di maturità si limita ad analizzare solo una parte dei disegni totali (parte che conteneva per forza gruppi di tipo J), non ci sarebbe stata la possibilità di dedicarsi a questo approfondimento.

### Considerazioni generali e alcune precisazioni personali

Purtroppo non è stata trovata una risposta alla domanda d'indagine, ovvero quale sia stato il momento di introduzione della ponderazione delle macchie solari. Malgrado ciò, le conclusioni raggiunte sono altrettanto interessanti. In primis ci si rende conto di quanto sia importante la soggettività in questo ambito scientifico. In precedenza sono stati proposti i casi più inconsueti dei due osservatori e in alcune situazioni non si è trovata una risposta. Questo perché non si tratta solamente della soggettività di chi svolge un'analisi di questo tipo, ma si tratta anche e soprattutto della soggettività passata: quella di Wolfer e Brunner. A questo si aggiunge il fatto di non avere a disposizione (o per una mancanza o per una perdita) fonti scritte sulla metodica del conteggio di quel tempo. Risulta quindi difficile trovare un riscontro nell'analisi dell'utilizzo della ponderazione per alcune macchie.

Oltre a quella degli osservatori, bisogna sottolineare la mia stessa soggettività. Dopo aver letto paper scientifici e ricevuto informazioni attuali, mi sono sentita pronta di creare un conteggio non ponderato, necessario per il confronto dell'analisi. Si deve quindi tenere conto, anche nell'interpretazione dei dati che ho raccolto, di un margine di errore dovuto alla mia soggettività e alla mia conoscenza limitata in questo ambito, inizialmente a me sconosciuto. Nonostante ciò, il periodo di tempo a disposizione per questo lavoro di ricerca di maturità mi ha permesso comunque un discreto approfondimento.

# Andromeda e le sue Cefeidi

Una scoperta che 100 anni fa cambiò  
la visione dell'universo.

Foto e testo di Nicola Beltraminelli

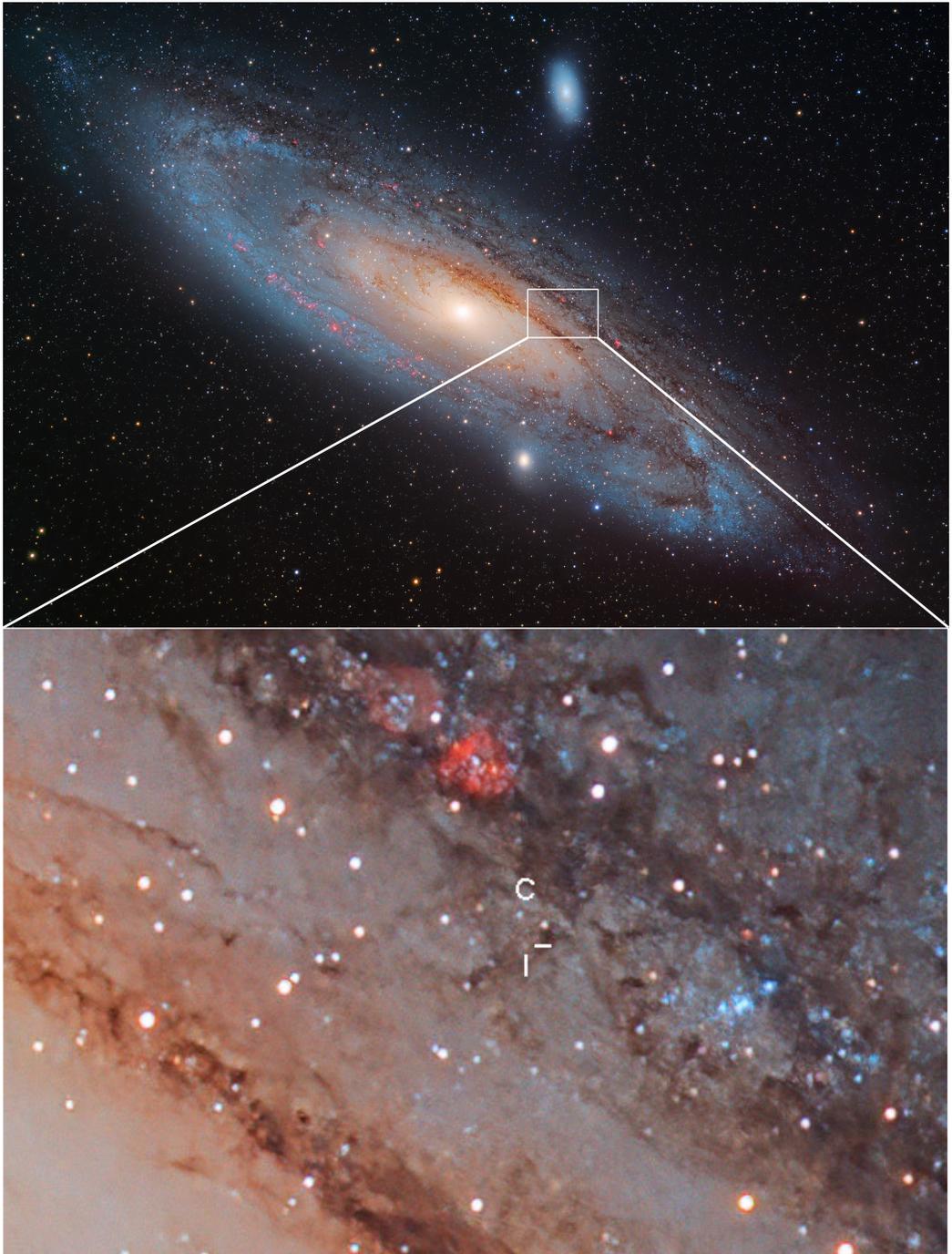


La galassia di Andromeda o M31 è certamente uno tra gli oggetti più conosciuti e fotografati del cielo boreale. Per un astrofotografo, Andromeda potrebbe essere paragonata al Cervino per un alpinista, un “must have” da includere nel palmarès delle conquiste. È tuttavia prudente sottolineare che, malgrado la grande dimensione della galassia e la sua forte luminosità, per riprenderla sono necessarie buone conoscenze delle tecniche fotografiche, per cui sconsiglio di sceglierla come primo obiettivo... e questo è valido anche per l'ascensione del Cervino, che ho scelto per ultimo tra gli 82 4'000 delle Alpi. Infatti, la M31 comprende delle regioni molto deboli (al bordo) e altre molto luminose (al centro) e non è banale riuscire a evidenziare le braccia a spirale senza saturarne il centro. A questo si aggiunge una struttura molto complessa che può essere valorizzata solo con materiale fotografico ad alte prestazioni. Da ultimo ma non per ultimo, come molte se non tutte le galassie, Andromeda contiene numerose nebulose e metterle in risalto richiede di nuovo parecchia tecnica. Per coloro che sono interessati a conoscere la procedura per ottenere il risultato presentato in questo articolo propongo di scrivermi in privato via Luca Berti ([luca.berti@astrocinico.ch](mailto:luca.berti@astrocinico.ch)).

In questo articolo ho voluto focalizzarmi su alcuni aneddoti storici su Andromeda, in particolare su una delle domande fondamentali che ci si è posti all'inizio del ventesimo secolo, ovvero la sua distanza da noi. Mi sono chiesto se oggi un astrofotografo potrebbe rispondere alla stessa domanda utilizzando mezzi e tecnologie accessibili al pubblico.

La scoperta di Andromeda è stata documentata per la prima volta nel 964 dall'astronomo persiano Abd al-Rahmān al-Sūfi, il quale la descrisse come una "piccola nube" nel suo Libro delle stelle fisse. Nei secoli seguenti gli studi di Simon Marius, Charles Messier, William Herschel e altri grandi astronomi hanno permesso di catalogarla e descriverla con maggiore precisione. Nel 1887, grazie alla tecnica fotografica, Isaac Roberts mostrò, per la prima volta, che M31 possiede una struttura a spirale. Tuttavia era comunemente accettato che Andromeda fosse una nebulosa compresa nella nostra galassia e non una galassia esterna alla nostra, infatti misurare la distanza dei corpi celesti è un eser-

cizio difficile. Se consideriamo la Luna e alcuni pianeti basta inviare un segnale radio su di essi e dal calcolo del tempo necessario al segnale per tornare sulla Terra si può dedurre la distanza da noi. Con stelle “vicine” è ancora possibile determinare la distanza utilizzando il metodo della parallasse che prevede che la stella osservata dalle due estremità dell'orbita terrestre presenti un angolo leggermente differente, questo permette di calcolarne la distanza, ma con stelle più distanti o con le galassie questo metodo non è più applicabile. Si potrebbe speculare sul fatto che si potrebbe misurare la luminosità delle stelle e, partendo dal principio che sia omogenea, si possa correlare con la loro distanza, tuttavia sappiamo che vi sono stelle molto luminose e altre a debole emissione, per cui una stella piccola e poco luminosa vicina alla Terra apparirà con la stessa magnitudine relativa di una stella grande e molto luminosa, lontana da essa. Fino all'inizio del ventesimo secolo il problema delle distanze di queste “strane nebulose” come Andromeda e molte altre più piccole era irrisolto. Fu l'astronoma Henrietta Swan Leavitt assunta dall'Harvard Observatory con l'incarico di catalogare tutte le stelle fotografate fino ad allora dall'osservatorio, che apportò un elemento nuovo e cruciale alla comprensione delle dimensioni del nostro universo. Nel 1912 Leavitt si accorse che alcune stelle cambiavano di luminosità con il tempo e, per alcune di queste variabili, note oggi come Cefeidi, osservò che vi è una relazione precisa e definita tra il periodo della variazione e la luminosità. Inoltre, essendo alcune di esse a una distanza misurabile con la parallasse, Leavitt dimostrò che il periodo della variazione di luminosità era connesso con la magnitudine assoluta della stella. Ad esempio, se una Cefeide ha un periodo di variazione di 30 giorni allora la sua luminosità è pari a 10 mila volte quella della Sole, se invece è di soli 3 giorni allora è 800 volte più splendente della nostra stella. Misurando il periodo di pulsazione della Cefeide possiamo dedurne la luminosità intrinseca e paragonando quest'ultima con la luminosità misurata al telescopio possiamo calcolare la sua distanza da noi. Tornando al problema di M31, nel 1920 vi fu un grande dibattito tra Heber Curtis e Harlow Shapley sulla natura e la distanza di Andromeda e molte altre “spirali” ormai descritte e

**La variabile**

Forte ingrandimento della regione dove la cefeide M31-V1 è stata individuata. La variabile è debolmente visibile tra i due trattini bianchi. È da notare che durante la fase dove la variabile è al massimo della sua luminosità, la sua intensità diventa paragonabile alla stella di confronto "C"

catalogate. Da una parte Shapley argomentava che il Sole non si trovava al centro della Via Lattea e che le dimensioni della nostra galassia fossero di 300 mila anni luce, ma era convinto che le “spirali” fossero solo nebulose. Curtis invece partì dal presupposto errato che il Sole si trovasse al centro della Via Lattea e che le dimensioni della nostra galassia fossero di appena 30 mila anni luce, ma era giustamente convinto che le “spirali” fossero altre galassie paragonabili a delle “isole” nell’universo. Tuttavia mancavano le prove e senza prove il quesito rimase senza risposta. Fu nel 1923, che l’astronomo statunitense Edwin Hubble decise di utilizzare il metodo delle Cefeidi per misurare la distanza di Andromeda, e per fare questo utilizzò il telescopio di 254 cm di diametro del Monte Wilson. Al fuoco del mastodonte mise delle grandi lastre fotografiche e prese delle pose di 1 fino a 2 ore per un numero considerevole di notti, poi analizzò la luminosità delle stelle identificate sulla galassia conducendolo a scoprire alcune Cefeidi tra le quali la M31-V1 (nominata anche V0619). Questa stella, che ha un periodo di 537,3 ore e varia tra la magnitudine 18,2 e 19,4, chiarì definitivamente la questione: Andromeda è una galassia che non appartiene alla nostra Via Lattea e dista da noi 1,5 milioni di anni luce (conclusione di Hubble).

Siamo nel 2023, a 100 anni dalla scoperta di Edwin Hubble. Il diametro dei mastodonti odierni ha superato i 10 metri classificando il telescopio del Monte Wilson come uno strumento di media categoria, ma per noi amatori è raro potersi permettere dei riflettori oltre i 40 cm. L’alta tecnologia digitale invece è alla portata del pubblico e la sua evoluzione è ancora più gigantesca dell’inflazione degli specchi parabolici. Mi sono dunque posto la domanda, se con del materiale astrofotografico moderno e un rifrattore pigmeo di un diametro di soli 12,7 cm sia possibile catturare la luce della M31-V1. Dal punto di vista teorico, il rapporto di luminosità del Monte Wilson è 400 volte il mio TeleVue, per cui scendere alla magnitudine 19 con il mio materiale sembrerebbe fantascientifico, ma i sensori CMOS commerciali (sì, proprio quelli montati sulle nostre macchine fotografiche) raffreddati odierni arrivano a catturare l’80% dei fotoni provenienti dalle stelle e generano un rumore elettronico bassissimo, mentre con le lastre fotografiche dei tempi

il rendimento era inferiore all’1%. Incuriosito da questi elementi mi sono deciso a identificare la M31-V1 su immagini digitali di alta qualità e le ho confrontate alla M31 annessa all’articolo ottenuta in 13 ore e 23 minuti di posa. Con mia grande sorpresa la stellina (che poi è 10 mila volte più luminosa del Sole) è visibile sulla foto fortemente ingrandita e vi sono stelle ancora più deboli nel campo. Quale fosse la sua magnitudine al momento della ripresa non saprei dire, ma secondo le effemeridi pubblicate dall’AAVSO era in prossimità del minimo. Questa stima correlata alle immagini trovate su internet dove la M31-V1 al suo massimo ha una luminosità paragonabile alla stella “C”, mentre nel mio caso è significativamente più debole. Ma non è finita, la stellina in questione è visibile anche sulle immagini riprese con il filtro giallo e quello rosso, con una esposizione totale soltanto di 60 minuti. È ragionevole speculare che, a livello amatoriale, allungando i tempi di posa e utilizzando un telescopio di almeno 15-20 cm di diametro, scendere oltre la magnitudine 20 non è più fantascienza.

Naturalmente il progresso tecnologico non si è limitato agli amatori, oggi gli astrofisici beneficiano di telescopi giganteschi, sensori di dimensioni nettamente superiori a quelli amatoriali e con delle performance impressionanti. Inoltre, l’approfondimento delle conoscenze in astrofisica ha permesso di capire con maggiore precisione i fenomeni fisici legati alla pulsazione delle Cefeidi, che peraltro sono strettamente legati alla variazione della superficie esterna irraggiante e al cambiamento di temperatura superficiale durante il ciclo di pulsazione, e quindi migliorare la misura delle distanze di corpi celesti siderali. Grazie a questo e all’utilizzo di altri metodi di misura messi a punto più recentemente, la distanza di Andromeda è oggi molto più precisa della prima valutazione di Hubble e il valore attuale è di  $2,54 \pm 0,06$  milioni di anni luce. Inoltre è da notare che, grazie al telescopio spaziale Hubble, si sono individuate non meno di 100 milioni di stelle in Andromeda, tra le quali almeno 10 mila stelle variabili. Con una certa frustrazione mi rendo conto che contribuire scientificamente a livello amatoriale con i nostri strumenti è arduo, per cui mi limito a contemplare e interpretare il cielo a modo mio.



### I dettagli

Ingrandimento della M31 al fine di evidenziare le sue complesse strutture. Si possono facilmente osservare numerose nebulose a emissione (colore rosso-rosa), regioni oscure che denotano la presenza di polvere stellare e regioni con ammassi stellari. In prossimità del nucleo sono ben visibili le spirali, mentre le regioni lattiginose in giallo e blu corrispondono a miliardi di stelle non risolte nella foto.

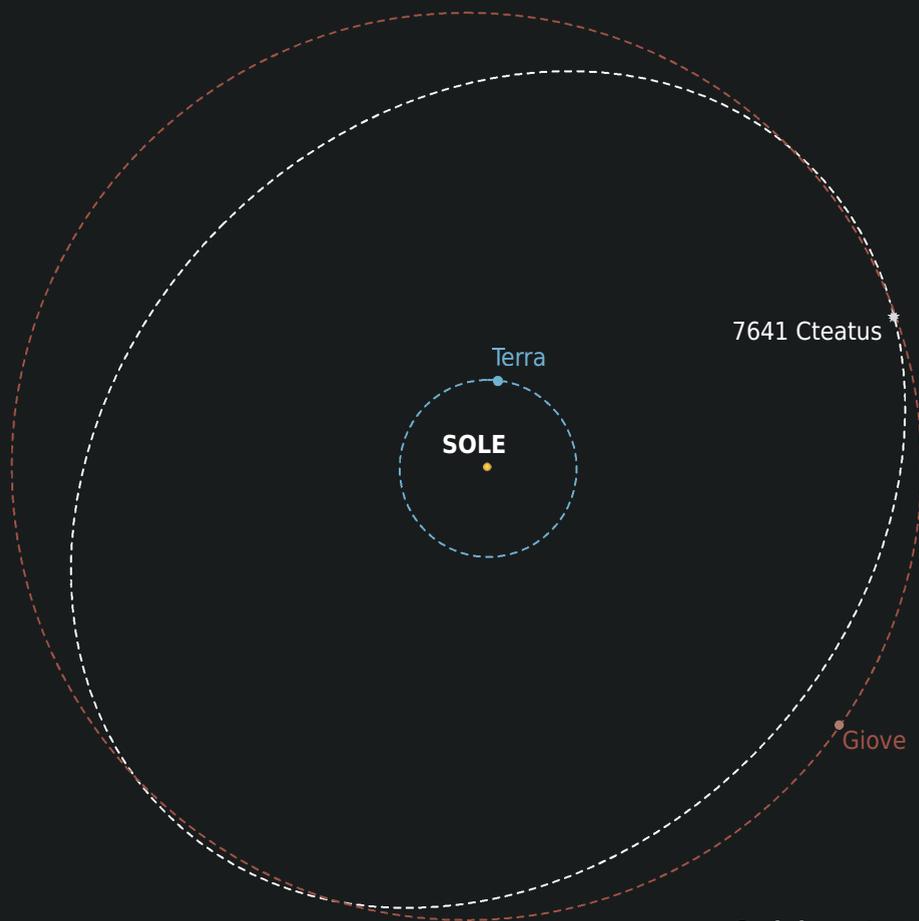
# La strana occultazione di Cteatus

**Un evento quasi certamente visibile dal Ticino si trasforma in una delusione. Fino a che i dati del filmato non sono passati all'elaboratore...**

di Stefano Sposetti

**N**ell'ottobre del 1986 l'astronomo slovacco Milan Antal (1935-1999) ha scoperto alcuni asteroidi troiani di Giove, quando si trovava all'osservatorio Skalnate Pleso a Torun (Polonia). Fra questi vi è quello che oggi porta il numero 7641 e che è conosciuto col nome di Cteatus. Questo oggetto si trova nel punto lagrangiano L4 e si muove attorno al Sole precedendo Giove su un'orbita simile a quella del pianeta (immagine 1). Il software Occultwatcher prevede per il 30 dicembre 2021 una promettente occultazione di questo corpo. La stella occultata è di 7,1 mag, la caduta di luce di circa 10 mag e la durata massima di 4,8 secondi. Si tratta dunque di una bella occasione per fare la misura di questo troiano. Nella letteratura si trova che Cteatus ha un diametro di circa 70 km, un valore stimato in base a rilevazioni fotometriche. Poiché fino a quel momento l'asteroide non è mai stato oggetto di occultazione, quella di dicembre potrebbe essere l'occasione per verificare le sue

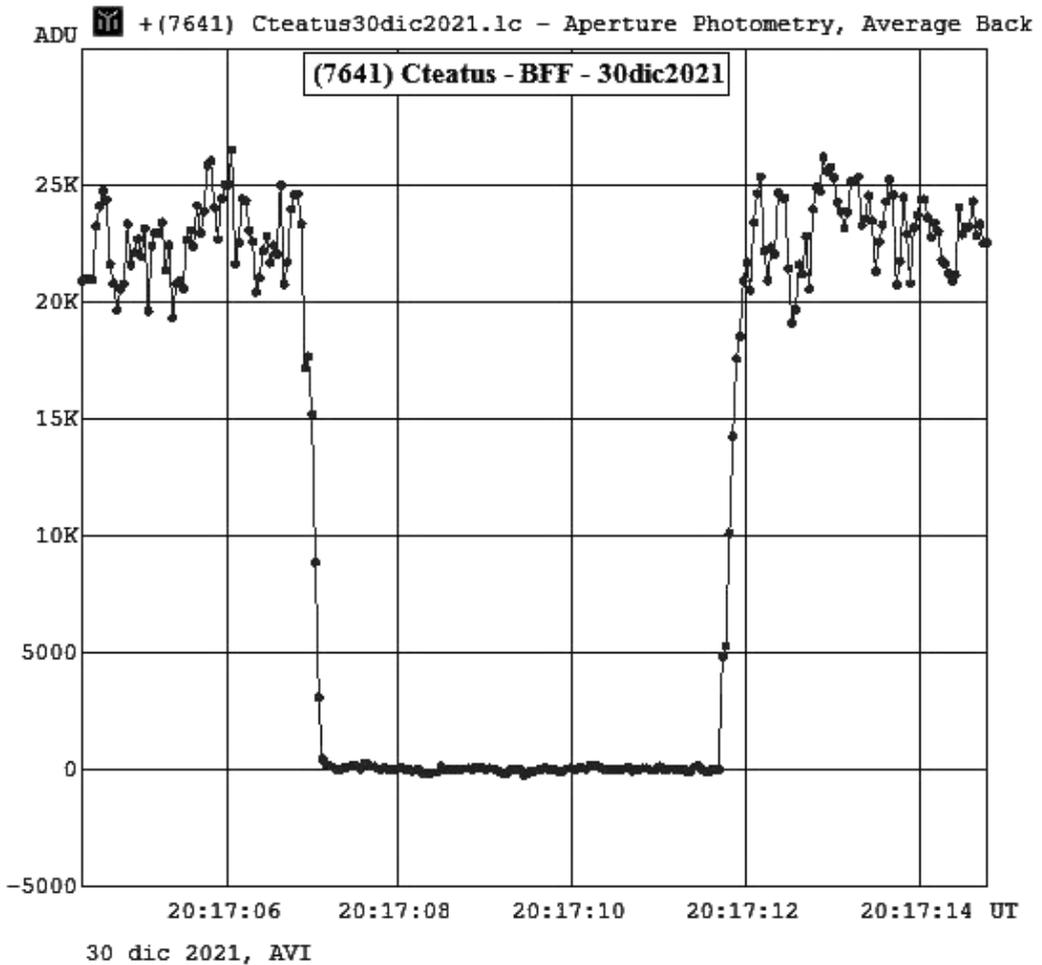
dimensioni ed eventualmente anche dare una bozza della sua forma. La striscia d'ombra al suolo copre una buona parte del Ticino con un'incertezza della previsione (detta "rank") di 74 su 100 e con una probabilità massima di "positiva" (a centro traccia) attorno al 50%. Gli amici Alberto, Andrea e Fausto si sono dichiarati pronti all'osservazione e, per aumentare il numero di eventuali corde positive, decido di osservare l'evento non solo dal mio osservatorio di Gnosca ma anche dalla Specola di Locarno che si situa ancor più vicino al centro traccia. La previsione di una occultazione di una stella di 7,1 mag non è frequente ed è anche per questo motivo che mi attivo con questa ulteriore postazione. Pure l'amico Pietro Baruffetti di Massa (I) si dichiara pronto all'osservazione col suo telescopio. Grazie alla luminosità della stella si potrà aumentare la risoluzione temporale delle immagini e ottenere una buona precisione dell'eventuale profilo del corpo celeste.



## Orbita Asteroide **7641 Cteatus**

### **Immagine 1**

Le posizioni della Terra e di Cteatus, un asteroide troiano di Giove, al momento dell'occultazione, il 30 dicembre 2021. (Adattamento da "Small-Body Database Lookup" del JPL).

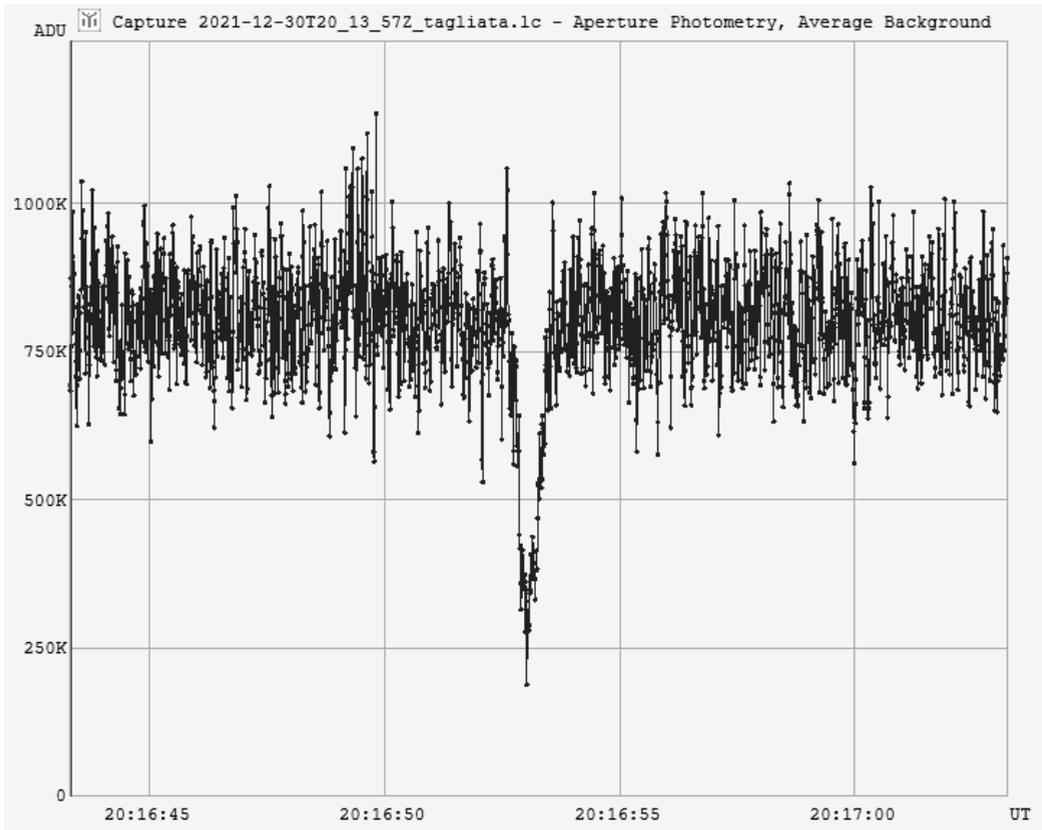


## Immagine 2

La caduta di luce osservata da Pietro Baruffetti di Massa. Ogni punto ha una durata di 0,04 s. Dal grafico si vede che la caduta e la risalita hanno avuto ciascuna una durata di circa 0,20 s. L'evento invece è durato circa 4,8 s. (Cortesia P. Baruffetti).

Quel giovedì sera il cielo è sereno e i vari strumenti vengono puntati sulla stella target, stella che - tra l'altro - è ben alta nel cielo di sud-ovest. L'istante dell'evento è confortevole: le 20.16.54 UT. Una volta posizionato il telescopio di Gnosca sulla stella, parto in automobile per Locarno con il C8 e il resto della mia strumentazione nel bagagliaio. Sul posto mi ci vuole circa un'ora per preparare tutto ed essere pronto. Tutto fila liscio e con un certo anticipo attendo l'avvicinarsi del momento fatidico. L'attesa trascorre con trepidazione, come sempre. L'istante

previsto si avvicina, scocca e passa. Non osservo alcuna diminuzione della luce della stella. Accidenti, ma come può essere? Mi collego allora al computer di Gnosca per vedere se tutto è funzionato a dovere e se almeno lì c'è stata l'occultazione. Il file video sembra essere stato registrato correttamente e una sua rapida visione mi fa intuire che anche in quelle immagini la sparizione non c'è stata. Possibile? Cavoli, così tanta fatica per due "negative"? Lungo il tragitto di rientro, ricevo una telefonata da Andrea che laconicamente mi comunica "da Cu-



### Immagine 3

La strana e lieve caduta di 1,1 mag osservata da Gnosca. Il drop ha avuto una durata complessiva di circa 0,7 s.

gnasco negativa” e giunto a domicilio leggo sulla posta elettronica che sia Alberto che Fausto hanno avuto una negativa. Non però Pietro da Massa che ha avuto una positiva (immagine 2). Tutto mi sembra chiaro e pare proprio che l'ombra al suolo sia passata più a est della previsione.

Riconтроlo con calma la registrazione video di Gnosca e, sorpresa, il grafico della curva di luce che il software mi restituisce mostra un breve drop di luminosità, molto lieve, appena percettibile visivamente (immagine 3). Che diamine. Che sia davvero quella, l'occultazione? Ma non era prevista una caduta di 10 magnitudini? Faccio un po' fatica a capire. Devo disegnare la geometria dell'evento per far sì che quanto successo diventi maggiormente

comprensibile. Secondo il CdS (Centre de Données astronomiques de Strasbourg) la stella HIP 6751 (di 7,1 mag, quella coinvolta dall'evento) ha una dimensione angolare di 0,80 mas (millisecondi d'arco). Quando un oggetto occultata una stella non puntiforme, la diminuzione della sua luminosità apparirà graduale e non istantanea. Su un foglio mi disegno un cerchietto di 8 mm che rappresenta la stella. Inoltre, in base a dati astrometrici e fotometrici, l'asteroide Cteatus risulta come un disco ben più grande, di 17,2 mas (immagine 4) e sullo stesso foglio disegno un cerchio di 172 mm che rappresenta l'asteroide. Nel caso di un transito centrale di Cteatus (il centro di Cteatus che transita sul centro della stella), la sequenza del fenomeno risulta es-

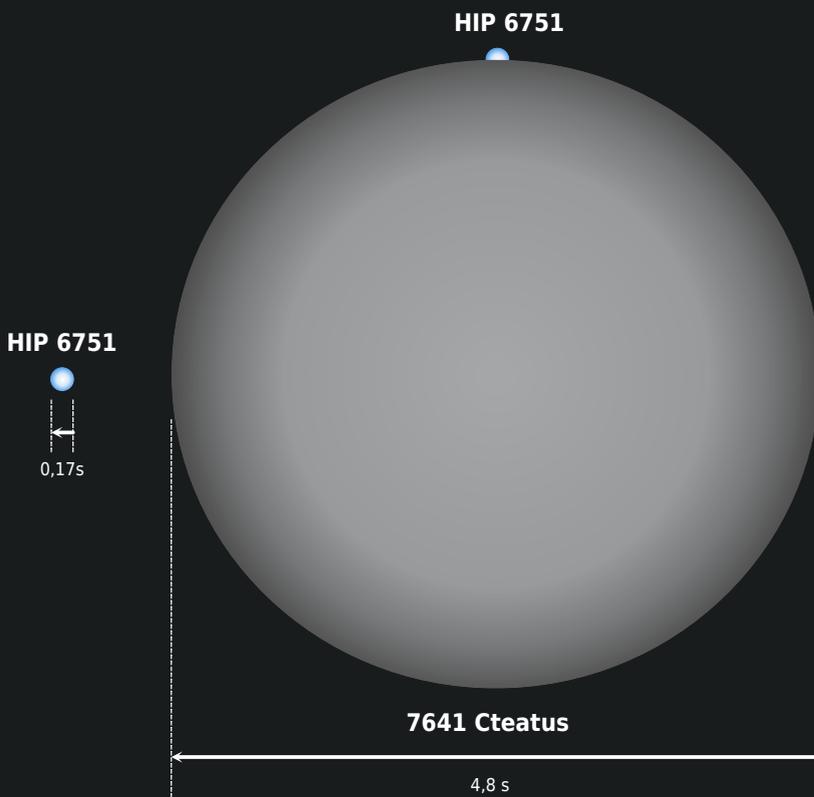
sere così suddivisa: la luminosità della stella cala a zero in 0,17 s, rimane invisibile per 4,8 s e risale di nuovo gradualmente per 0,17 s. Il fenomeno totale dura quindi poco più di 5,1 s. Questo è proprio quanto all'incirca è stato osservato da Massa, una caduta di luminosità graduale, un fondo piatto all'intensità zero e una risalita alla luminosità originaria pure graduale (immagine 2). Purtroppo le postazioni di Cugnasco, Muzzano, Vico e Locarno si sono trovate loro malgrado fuori dall'occultazione.

E a Gnosca cosa è successo? Un caso fortuito ha voluto che questo luogo si situasse proprio al bordo della fascia d'ombra, mostrando quindi una diminuzione solo parziale della luce della stella (immagine 5), un po' come accade durante un'eclissi parziale di Sole. Poiché la luminosità

della stella è caduta di 1,1 mag, ne risulta che la copertura della stella è stata del 64%, parziale appunto. Dalla curva è evidente anche una certa differenza fra la ripidità della discesa e quella della salita, da cui si può desumere una certa rugosità del bordo dell'asteroide.

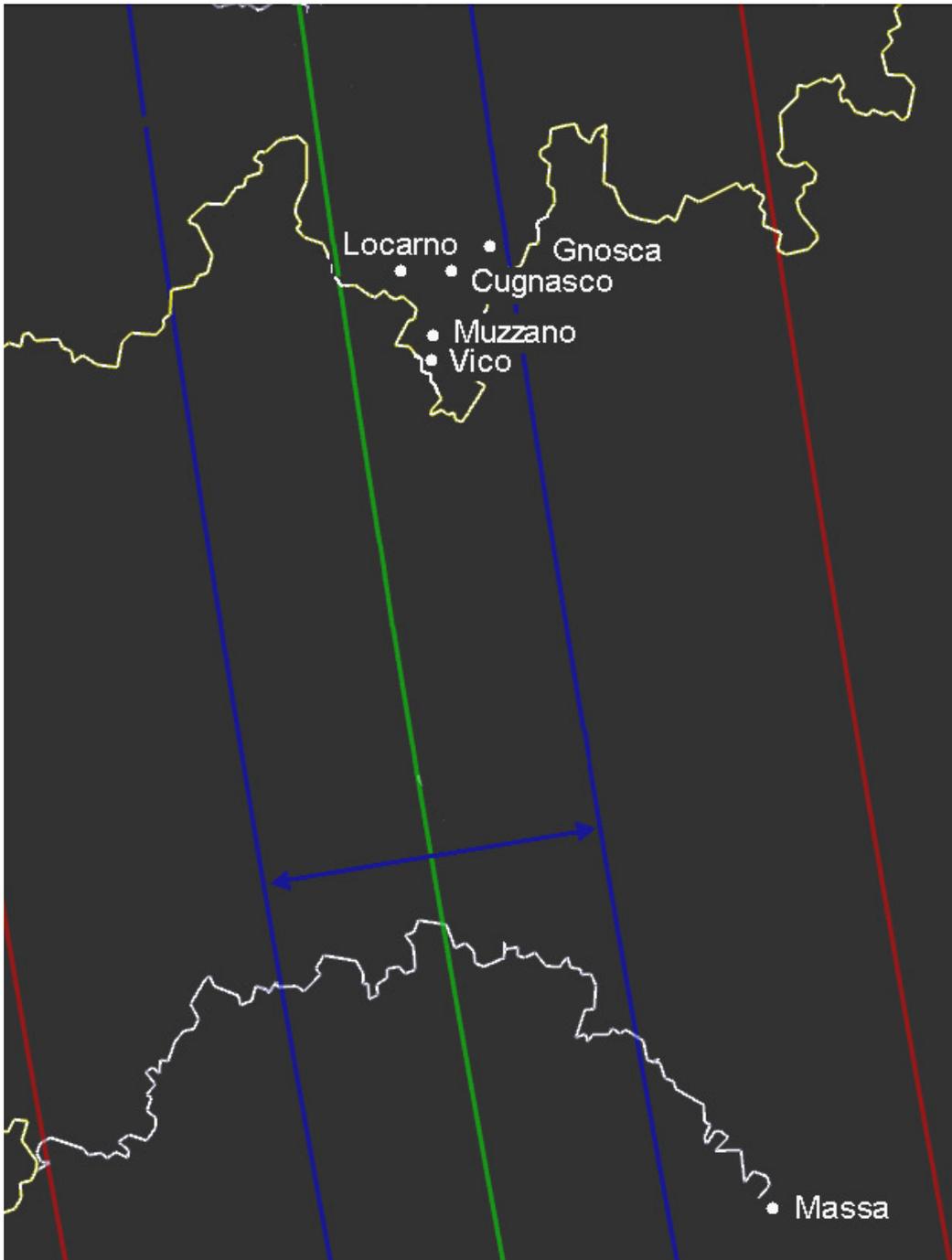
Dall'occultazione positiva di Massa e dalla strana caduta di luce misurata da Gnosca si è potuto determinare un valore minimo di 75 km del diametro di Cteatus, numero che più o meno conferma quello conosciuto prima dell'evento. L'osservazione ha pure rivelato che l'ombra al suolo si è spostata di decine di chilometri verso Est rispetto alla previsione.

Questo particolare evento testimonia la bellezza di queste osservazioni che riservano inaspettate, intriganti e a volte incantevoli emozioni.



#### Immagine 4 e 5

La stella HIP 6751 e l'asteroide (7641) Cteatus in scala, così come appaiono visti da Terra. Da Massa l'asteroide è transitato davanti alla stella con il suo centro che si è mosso verso il centro di questa. Da Gnosca si è osservata invece un'occultazione parziale nella quale il bordo di Cteatus ha (quasi) sfiorato il centro della stella.

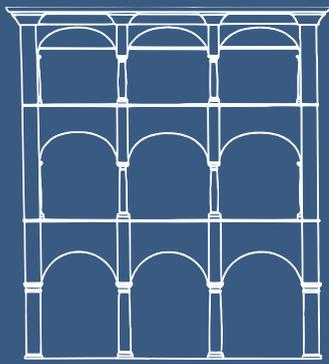
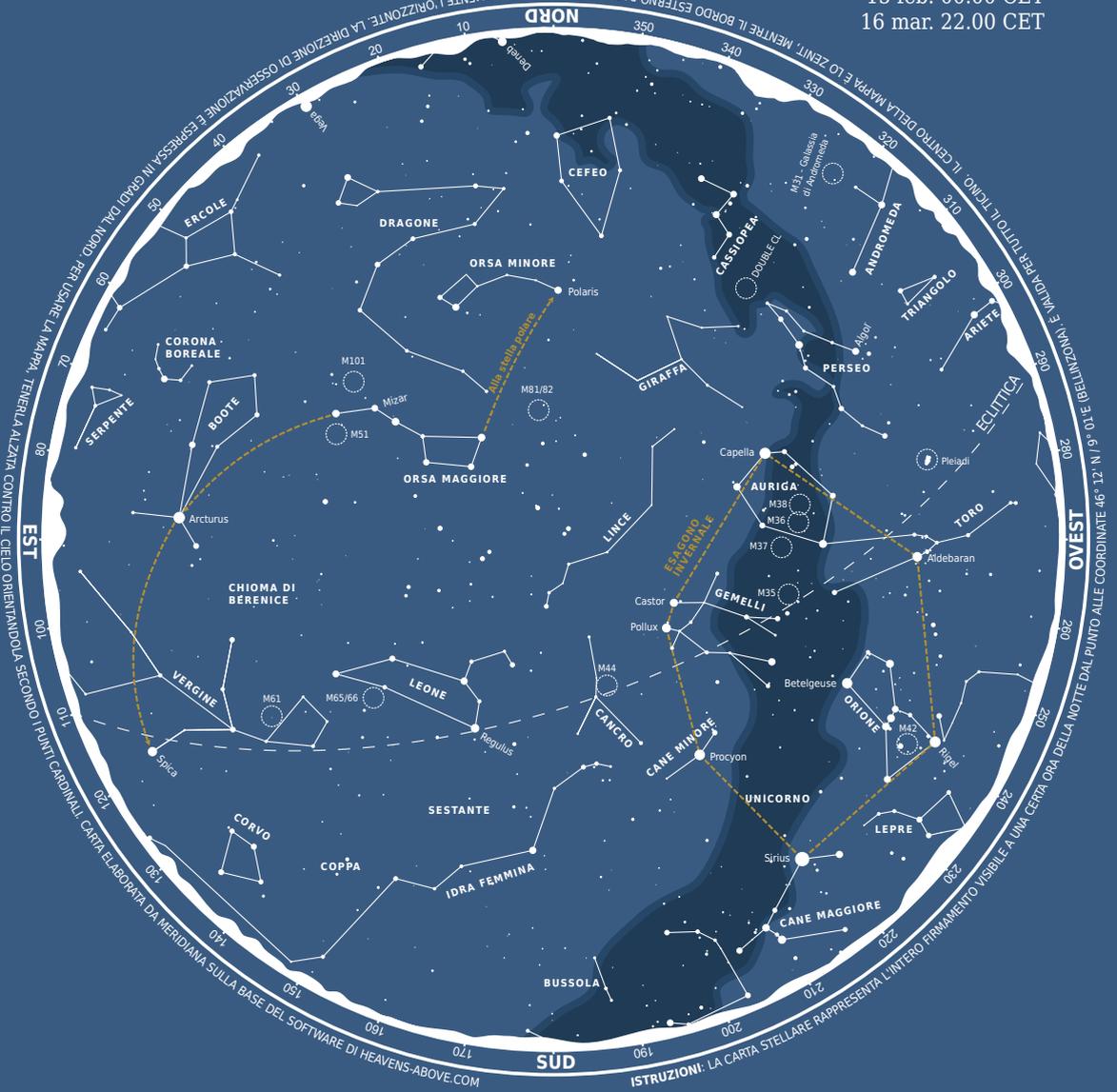


### immagine 6

La linea verde localizza la prevista centralità dell'occultazione. Le due linee blu racchiudono l'ombra al suolo. Le cinque postazioni ticinesi sono all'interno di questa fascia. La postazione di Massa (I) è situata sulla parte esterna dell'ombra (adattamento da GoogleEarth).

# Cartina

Valida per  
15 gen. 02.00 CET  
15 feb. 00.00 CET  
16 mar. 22.00 CET



## LIBRERIA CARTOLERIA LOCARNESE

PIAZZA GRANDE 32  
6600 LOCARNO  
Tel. 091 751 93 57

[libreria.locarnese@ticino.com](mailto:libreria.locarnese@ticino.com)

Libri divulgativi di astronomia  
Atlanti stellari  
Cartine girevoli "SIRIUS"  
(modello grande e piccolo)

# Effemeridi

Da gennaio a marzo 2023

## Visibilità dei pianeti



**Mercurio** - **difficilmente visibile** praticamente durante tutto il periodo. Compare a fine gennaio basso sull'orizzonte del mattino, a sud-sud-est, per poi quasi completamente scomparire di nuovo. In congiunzione con Giove il 28 marzo.



**Venere** - Il pianeta è visibile **durante** tutto il periodo alla sera. Con il passare delle settimane sarà sempre più alto e quindi ben visibile. Sarà in **congiunzione** stretta con Saturno il 22 gennaio e con Giove il 1° e il 2 di marzo.



**Marte** - è ben **visibile** durante tutto il periodo, inizialmente durante tutta la notte. Con il passare dei mesi tramonterà sempre più presto, tramondando già alle 3 a fine marzo.



**Giove** - **visibile** nella prima metà della notte durante tutto il mese di gennaio. Nei mesi successivi tramonterà sempre prima. A fine marzo lo si potrà avvistare solo poco prima del tramonto molto basso a ovest. In **congiunzione** stretta con Venere il 1° e 2 marzo.



**Saturno** - Precede Giove. **Visibile** nella prima parte della notte durante il mese di gennaio, poi a febbraio nel crepuscolo serale. Invisibile poi fino a fine marzo, quando si ripresenterà basso nel cielo mattutino.



**Urano** - **visibile** durante tutto il periodo nella prima parte della notte.

**Nettuno** - precede Urano: **visibile** nella prima parte della notte durante tutto il periodo fino a febbraio. Da metà marzo **invisibile**.

## Fasi lunari



Luna Nuova	21 gennaio,	20 febbraio,	21 marzo
Primo Quarto	28 gennaio,	27 febbraio,	29 marzo
Luna Piena	5 febbraio,	7 marzo,	6 aprile
Ultimo Quarto	13 febbraio,	15 marzo,	13 aprile

## Altri eventi

**Ora legale** nella notte tra sabato 25 e domenica 26 marzo verrà introdotta l'ora legale 2023. Alle 2 le lancette andranno portate avanti di un'ora.

**Primavera** L'equinozio primaverile cadrà il 20 marzo alle 21.23. Sarà l'inizio della primavera per l'emisfero boreale, con le giornate che saranno, da quel momento in avanti, più lunghe delle notti.

**shop online**



**www.bronz.ch**

**GAB**  
CH-6605 Locarno 5  
P.P. / Journal

