

LA COMETA 41P BRILLA IN CIELO: OSSERVIAMOLA!

Coelum
ASTRONOMIA

CMOS vs CCD
I consigli per sfruttare
al meglio i sensori CMOS

LE SETTE MERAVIGLIE DI

TRAPPIST-1

Conosciamo meglio il
nuovo sistema solare

MATERIA OSCURA L'UNIVERSO INVISIBILE

**ALLA RICERCA
DELLA MATERIA
OSCURA**

Evidenze e Identikit
per la Particella X

**BUCHI NERI
PRIMORDIALI**

Una possibile
spiegazione
alternativa? Come
nasce l'ipotesi

VERA RUBIN

La Signora della
Materia Oscura

Alla ricerca di *Stelle Novae*

ASTROFOTOGRAFIA: le dimensioni
della Luna all'apogeo e perigeo.

LUNA: il CRATERE CLAVIUS

Il Cielo di APRILE

Effemeridi e Fenomeni

GIOVE IN OPPOSIZIONE
Guida all'Osservazione

210

2017

www.coelum.com

A partire da
86,00 €



SERIE INFINITY

A partire da
213,00 €



SERIE POLARIS

**DOBSON
MINI LIGHTBRIDGE**

A partire da
87,00 €



Per tutta la famiglia!

WWW.SKYPOINT.IT

Qui si respira Astronomia!

Pubblicazione mensile di divulgazione
astronomica e scientifica

Anno 21 Numero 210

Editore: MAASI Media srl

Copyright © 2017 - MAASI Media srl

Tutti i diritti sono riservati a norma
di legge.

È permessa la riproduzione del materiale
pubblicato con citazione obbligatoria della
fonte, previa autorizzazione scritta
dell'editore. Manoscritti, disegni e foto non
richiesti non verranno restituiti.

Direttore: Gabriele Marini

Direttore Scientifico: Renato Falomo
(Osservatorio di Padova)

Marketing e pubblicità:

ads@maasi-media.com

Redazione: Lara Sabatini, Paola De Gobbi

Hanno collaborato a questo numero:

Francesco Badalotti, Giorgio Bianciardi,
Elisabetta Bonora, Fabio Briganti, Paolo
Campaner, Pietro Capuozzo, Giuseppe Conzo,
Mario Damasso, Lucia De Faveri, Eleonora
Ferroni, Fabrizio Giordano, GpNoi, Pietro
Greco, Giorgia Hofer, Riccardo Mancini,
Sabrina Masiero, Luigi Morielli, Mauro
Narduzzi, Tiziano Olivetti, Marina Orio, Enzo
Pedrini, Giulio Peruzzi, Giuseppe Petricca,
Claudio Pra, Stefano Profumo, Alvis
Raccanelli, Giovanna Ranotto, Jon Rista,
Stefano Schirinzi, Rossella Spiga, Marco
Svettini

Photo Coelum

Maurizio Cabibbo, Franco Sgueglia, Francesco
Sferlazza, Fabrizio Pierazzuoli, Alessio
Vaccaro, Francesco Badalotti, Cristian
Fattinanzi, Luca Moretti

Redazione

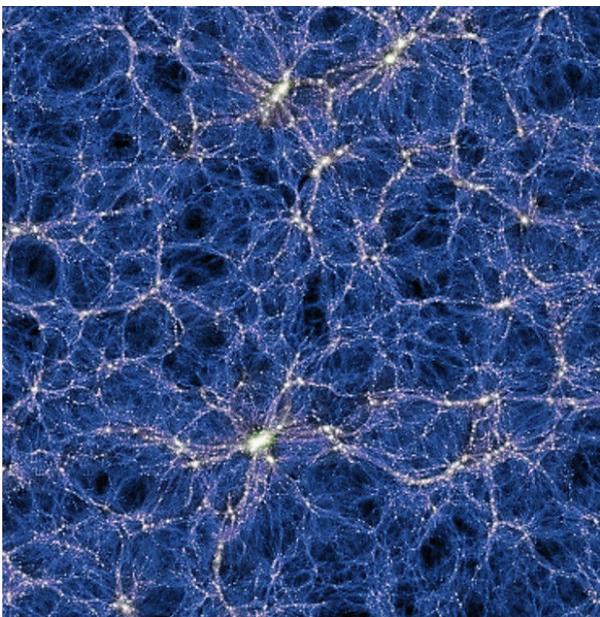
Via Fiorentina 153 - 53100 Siena
segreteria@coelum.com

www.coelum.com

Registrato il 27/08/97 al n. 1269 del registro
Stampa del Tribunale di Venezia

IN COPERTINA

Nessuno ha mai visto la Materia Oscura
eppure essa permea il nostro universo.
L'immagine di copertina riprende una
simulazione numerica della distribuzione
di tale sfuggente materia e ci dà un
nuovo punto di vista sul cosmo. Crediti:
Springel et al. (2005)



L'Editoriale di Gabriele Marini

Cari Lettori,

se ci seguite da un po' saprete che ci piace accompagnarvi ogni mese alla scoperta delle meraviglie del cosmo. L'universo, ho già avuto modo di dirlo, è un luogo davvero fantastico, ricco di meraviglie e sorprendenti fenomeni ai limiti dell'immaginabile. Non ci facciamo quasi più caso perché siamo ormai abituati, forse, ad ammirare le magnifiche fotografie dei paesaggi siderali o, ancora meglio, a osservare direttamente con i nostri occhi le stelle, le nebulose, le galassie, semplicemente soffermandoci un attimo con il naso all'insù, rivolti verso la volta stellata. Quante volte mi è capitato di attardarmi anche solo un minuto per ammirare tutte quelle splendide stelle scintillanti che dimorano le immensità cosmiche. Eppure... come se ciò non bastasse a lasciarci sbigottiti, tutto questo immenso e incommensurabile spettacolo, in realtà, è niente! Tutto ciò che vediamo e che ci compone, in realtà, non è altro che una piccolissima frazione del tutto. Già, perché nell'universo noi costituimo l'eccezione, le stelle e le galassie sono l'eccezione! La materia visibile, quella "normale" (o barionica) è un'eccezione, è solo una parte minoritaria di ciò che compone il cosmo. Il resto cos'è? Beh, ancora nessuno lo sa con sicurezza. E per non sbilanciarsi troppo, tutta questa immensa parte che non possiamo vedere, che costituisce l'Universo Invisibile, è stata semplicemente chiamata "**Materia Oscura**". Oscura perché non visibile, oscura perché completamente sconosciuta. Se la cosa vi intriga allora non potrete perdervi questo speciale con una tripletta di articoli davvero interessanti sul tema.

Per introdurre l'argomento, **Sabrina Masiero** traccia il dolce ma autorevole profilo di un'astronoma, **Vera Rubin**, una grande donna che, lottando per emergere in un ambiente fortemente maschilista, con i suoi studi e le sue intuizioni, ha dato il via alla ricerca sulla materia oscura. Ci addentriamo subito dopo nel tema con due articoli che presentano sostanzialmente le due posizioni teoriche volte a sciogliere il dilemma: quella particellare, che presuppone l'esistenza di una particella costituente la materia oscura, e quella che invece prevede oggetti di natura ordinaria o *MACHO*... In "**Alla ricerca della Materia Oscura**", **Stefano Profumo**, PhD in Fisica delle Particelle Elementari e professore presso la University of California, ci offre una completa panoramica sulle caratteristiche che le particelle di materia oscura potrebbero avere e descrive le migliori candidate a oggi ipotizzate. In "**Buchi Neri Primordiali: una possibile spiegazione per la Materia Oscura?**" **Alvis Raccanelli**, PhD in Cosmologia all'Institute of Cosmology and Gravitation dell'Università di Portsmouth in UK, ci racconta come è nata la recente ipotesi, del team di cui fa parte, che propone invece una particolare alternativa alla natura particellare della materia oscura, quella dei Buchi Neri Primordiali.

Conservando ancora un po' di senso di meraviglia, con **Mario Damasso** approfondiamo la recente notizia della scoperta del sistema di **TRAPPIST-1**: un sistema solare in miniatura, con **sette pianeti simili alla Terra** per dimensioni e temperature, e con alcuni di essi posti nella fascia di abitabilità... Scopriamo tutte le caratteristiche e le implicazioni della scoperta nell'articolo "**Le sette meraviglie di TRAPPIST-1**".

Parleremo inoltre di **Novae Extragalattiche** e delle scoperte effettuate da un affiatato team di astrofili italiani e di **Giove** che in aprile sarà in opposizione, con una guida per osservarne tutti i dettagli. Nel cielo del mese troveremo tutti i riferimenti per osservare i fenomeni che il cielo di aprile offre e con **Stefano Schirinzi** andremo alla scoperta dei segreti deep-sky della poco nota costellazione della **Coppa**.

Per gli amanti di astrofotografia, la terza (e ultima parte) dell'articolo **CMOS vs CCD** di **Mauro Narduzzi** ci fornirà numerosi utili consigli per sfruttare al meglio la tecnologia CMOS per le riprese astrofotografiche.

Ma non finisce certo qui, scoprite subito questo nuovo ricco numero di **Coelum Astronomia**.
Buona lettura.

Coelum 210 - Sommario

- 6 **Notiziario**
di Autori vari
- 28 **Notiziario di Astronautica**
di Luigi Morielli
- 32 **Novità e Tendenze dal Mercato**
- 38 **Le Sette Meraviglie di TRAPPIST-1**
di Mario Damasso
- SPECIALE MATERIA OSCURA**
- 52 **Vera Rubin, tutto il cielo da una finestra**
di Sabrina Masiero
- 62 **Alla Ricerca della Materia Oscura**
di Stefano Profumo
- 80 **Buchi Neri Primordiali - Una possibile spiegazione per la Materia Oscura?**
di Alvisè Raccanelli
- 94 **La materia oscura è meno rilevante nell'Universo primordiale**
di Redazione Coelum Astronomia
-
- 96 **CMOS vs CCD - Fine di un'era?**
3° e ultima Parte - Linee guida per la ripresa con camere CMOS raffreddate e conclusioni
di Mauro Narduzzi - Skypoint Srl
- 108 **Alla Ricerca delle Novae Extragalattiche**
di Fabio Briganti e Riccardo Mancini
- 112 **La Nova Persei 1901**
di Lucia De Faveri
- 114 **ESASky 1.5: tutte le novità**
di Fabrizio Giordano
- 118 **PhotoCoelum**
di Autori vari
- 122 **Elaborazione Video a colori della Cometa 67P**
di Giuseppe Conzo
- 124 **Uno Scatto al Mese**
Ma quanto è lontana la Luna?
di Giorgia Hofer
- 130 **Il Cielo di Aprile**
di Redazione Coelum Astronomia, G. Ranotto (UAI)
- 140 **Impariamo a osservare il Cielo con la UAI**
Uno sguardo al Cielo di Aprile
di Giorgio Bianciardi Vicepresidente UAI
- 146 **Costellazioni: La Coppa**
di Stefano Schirinzi
- 154 **7 aprile 2017 - Giove in Opposizione**
Guida all'osservazione
di Gabriele Marini
- 162 **La Luna di Aprile - Osserviamo il Cratere Clavius**
di Francesco Badalotti
- 171 **Dove e quando osservare la Stazione Spaziale**
di Giuseppe Petricca
- 172 **Asteroidi in aprile: (12) Victoria**
Il Club dei 100 Asteroidi
di Claudio Pra
- 174 **Comete - La 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak visibile a occhio nudo?**
di Claudio Pra
- 177 **Notte di Comete**
di Claudio Pra
- 182 **Supernovae - Un febbraio molto avaro**
di Fabio Briganti e Riccardo Mancini
- 182 **Supernovae - Intervista a Jack Newton**
di Fabio Briganti e Riccardo Mancini
- 184 **Guida Osservativa a tutti gli eventi del cielo di APRILE**
- 192 **Mostre e Appuntamenti**
- 200 **1° Simposio Nazionale Ottico-Meccanici d'Italia**
di Paolo Campaner
- 202 **Il Planetario 3D presso Città della Scienza di Napoli**
- 204 **Recensione Libri - La nascita imperfetta delle cose**
a cura di Giulio Peruzzi
- 208 **Recensione Libri - È la medicina, bellezza!**
a cura di Pietro Greco

Ti piace Coelum? Consiglialo ai tuoi amici! Condividilo su facebook!

...È PIENO DI STELLE



INIZIA LA TUA ODISSEA
NELLO SPAZIO CON UNA CAMERA ATIK

www.atik-cameras.com



 **ATIK**
CAMERAS

Vista ad alta risoluzione sulle nubi di Giove

di Paola De Gobbi e Pietro Capuozzo

Sembra un tenue dipinto a pastello ma questo primo piano sulle nuvole di Giove costituisce la ripresa a più alta risoluzione mai ottenuta finora dell'atmosfera gioviana, da terra o dallo spazio.

Il progetto di citizen science legato missione Juno della NASA, e in particolare alla JunoCam, la camera ad alta risoluzione a bordo della sonda, continua a sfornare capolavori.

Quella che potete vedere qui sopra è una delle riprese a più alta risoluzione mai ottenute, da terra o dallo spazio, del panorama delle nubi di Giove... Questo primo piano del Gigante Gassoso riprende la turbolenta regione a ovest della Grande Macchia Rossa, nella Cintura Equatoriale Sud.

La sonda della NASA Juno ha ripreso questa immagine grazie alla JunoCam. L'immagine è stata

ripresa l'11 dicembre scorso, ed è stata poi elaborata da Sergey Dushkin, che ha ritagliato l'immagine, e ne ha magistralmente calibrato i colori, per sottolineare la dinamicità delle nuvole di quella zona.

Le immagini grezze della sonda Juno si possono scaricare dal sito della community JunoCam, e possono essere elaborate e utilizzate a piacere da chiunque. Perché non ci provate anche voi?

Secondo il piano di volo iniziale, la sonda si sarebbe dovuta calare a un'orbita in media molto più bassa, con un periodo di soli 14 giorni, ma la

manovra di riduzione del periodo era stata rimandata a tempo indeterminato in seguito ad una serie di guasti. Ad ottobre 2016, durante la pressurizzazione dei serbatoi, gli ingegneri avevano rilevato un comportamento anomalo in due delle valvole di sistema ad elio. La sonda americana rimarrà quindi nella sua orbita preliminare attorno a Giove, dal periodo di 53 giorni, fino alla fine della sua missione.

«Abbiamo valutato molteplici scenari per portare Juno su un'orbita più bassa, ma c'era il rischio che un'altra manovra potesse risultare in un'orbita più pericolosa,» spiega **Rick Nybakken** della NASA. «Alla fine, la manovra rappresenta solo un rischio per il raggiungimento degli obiettivi scientifici di Juno».

La decisione di lasciare Juno nella sua orbita attuale, secondo gli scienziati, non dovrebbe comportare una perdita di dati scientifici. La manovra di riduzione del periodo orbitale, infatti, avrebbe solamente abbassato l'apogio di Juno – il punto più alto della sua orbita – lasciando il perigio a circa 4100 chilometri di quota. Dato che quasi tutti gli esperimenti scientifici vengono eseguiti attorno al perigio, Juno dovrebbe comunque essere in grado di raggiungere tutti gli obiettivi della sua missione.

«Juno è in ottimo stato di salute, i suoi strumenti scientifici sono del tutto operativi, e i dati e le immagini che abbiamo ricevuto sono davvero straordinari» spiega **Thomas Zurbuchen** della NASA. «La decisione di rinunciare alla manovra è la scelta giusta e permetterà a Juno di proseguire le sue scoperte».

Rimanendo nella sua orbita attuale, Juno potrà inoltre esplorare le propaggini della magnetosfera gioviana – una regione che è inaccessibile da orbite più

basse.

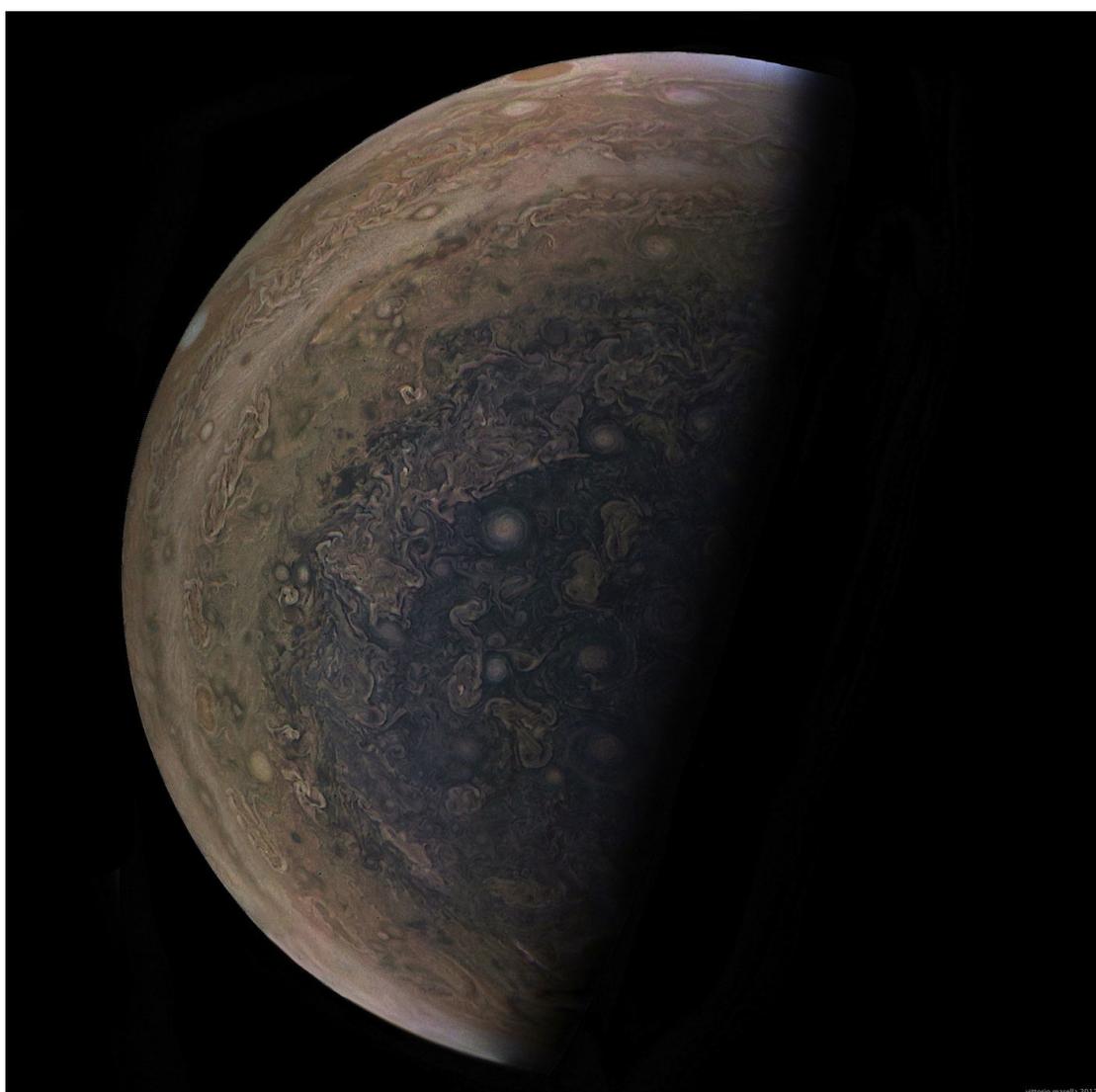
«Un altro vantaggio di rimanere su un'orbita più ampia sarà che trascorreremo meno tempo nelle intense fasce di radiazione che avvolgono Giove» spiega **Scott Bolton**, a capo della missione. «Le radiazioni sono il fattore più importante nel pianificare la missione di Juno».

Juno rimarrà operativa fino al luglio 2018, per un totale di 12 orbite scientifiche, con la possibilità di un'estensione di missione.

Nella pagina precedente. Immagine ripresa dalla distanza di 8,700 chilometri, l'11 dicembre 2016.

Elaborata da **Sergey Dushkin**. Le immagini raw provenienti dalla JunoCam possono essere liberamente scaricate e elaborate da chiunque da www.missionjuno.swri.edu/junocam. Crediti: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Sergey Dushkin.

Sotto. Un altro esempio di elaborazione di un nostro lettore, il polo sud di Giove rivisitato da **Vittorio Marella** (Venezia), che ci scrive: «ho fatto questa immagine perché mi piace molto lavorare con i dati grezzi di Juno e volevo ottenere un'immagine migliore dell'atmosfera di Giove che fosse più definita e con colori più accesi, non ho voluto focalizzare la mia attenzione su particolari tempeste e ho usato programmi molto banali come Iphoto e Corelpainter per lavorare con le foto grezze e poi sommarle tutte assieme». Non sembra difficile no? Crediti: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Vittorio Marella





Encelado: i due volti della luna di Saturno

di Redazione Coelum Astronomia

La sonda Cassini, in una delle sue ultime riprese, ci mostra la luna Encelado come un mondo diviso che mostra due volti: tra passato e futuro, tra superficie esterna e attività interna.

A nord un volto antico, segnato dalle grandi quantità di crateri e i tanti impatti che la luna ha subito nell'arco della sua vita, e che ce ne racconta il passato mostrandoci la parte più esterna. A sud una superficie più liscia, giovane, increspata solo dall'attività geologica più recente e tutt'ora in corso, che ci svela il suo interno.

La maggior parte dei corpi del Sistema solare che non possiedono un'atmosfera sono infatti pesantemente butterati come il nord di Encelado (di 504 chilometri di diametro), registrando e mantenendo traccia di ogni impatto ed evento subito.

Tuttavia, l'attività geologica nel suo emisfero sud, attività probabilmente tutt'ora in corso di cui ne è segno anche il famoso pennacchio del polo sud, ha l'effetto di cancellare i "segni dell'età" appiando i crateri e lasciando una superficie più giovane e liscia, proprio come un moderno lifting.

Su Coelum Astronomia di marzo tutti gli Aggiornamenti dal Sistema solare, con le ultime scoperte delle quattro principali missioni, oltre la Cassini quindi anche le ultime scoperte da Rosetta, Dawn e Juno.

In alto. Questa vista ci mostra l'emisfero "nascosto" a Saturno di Encelado. Il Nord è in alto e ruotato di 4° in senso orario. L'immagine è stata scattata in luce visibile con la narrow-angle camera della sonda Cassini, il 27 novembre 2016, da una distanza di circa 66 mila chilometri dalla superficie di Encelado. La risoluzione è di 398 metri per pixel. Crediti: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute.

Quali oggetti della volta celeste posso fotografare?

Il 6 aprile il gigante gassoso Giove è in opposizione al Sole
In aprile è visibile durante tutta la notte e sorge al calare dell'oscurità.

Foto-consiglio:

Quest'anno Giove è un oggetto senz'altro da fotografare. Appena sotto all'equatore celeste, per gli osservatori italiani Giove raggiunge un'altezza compresa tra circa i 39° e il 46°. Si tratta della posizione più alta per gli anni a venire. Così come alte saranno le vostre probabilità di fare un buono scatto!

Q Visualizzate il prodotto inserendo il codice articolo nel campo ricerca su Astroshop.it!



Camera a colori CMOS 6300KPA



299,-

- » sensore CMOS ad alta risoluzione: 3096x2080 pixel
- » 2,4 µm – perfetto per una guida precisa
- » rolling shutter per immagini veloci e luminose

51382 Q



Camera a colori CMOS 1200KPB



189,-

- » sensore Aptina AR0130CS 1/3" ad alta sensibilità
- » vasto campo visivo 1208x960 pixel, breve tempo di otturazione
- » autoguida: porta ST-4

51864 Q



Camera monocromatica CMOS 1200KMB



199,-

- » sensore Aptina AR0130CS 1/3" ad alta sensibilità
- » vasto campo visivo 1208x960 pixel, breve tempo di otturazione
- » autoguida: porta ST-4

51865 Q



Camera a colori CMOS 2000KPA



239,-

- » adatta a pianeti, oggetti deep-sky e guiding
- » sensore CMOS 1936x1096 pixel da 2,9 µm
- » alta sensibilità: nessuna ombreggiatura sulla superficie del sensore

51866 Q



Filtro UV/IR cutoff 1,25"



59,-

- » lascia passare la luce visibile
- » blocca lo spettro dei raggi UV e IR
- » particolarmente adatto alla fotografia planetaria con webcam

33218 Q



Filtro deep-sky 1,25"



59,-

- » per osservazione visuale e fotografia
- » filtro a banda larga per muovere i primi passi nell'osservazione con filtri
- » blocca le sorgenti di luce artificiale

33217 Q



Astroshop.it

- » Tutte le marche
- » 3.000 m² di magazzino
- » Consulenza personale in loco, telefonica e via e-mail
- » Assistenza anche post-vendita
- » Laboratorio proprio con banco ottico

Contatti

- Telefono
0925 470012
- Email
service@astroshop.it
- Orari
Lunedì / Venerdì
09.00 - 12.30 / 14.30 - 18.00

Cassini: incontro con Pan

di Elisabetta Bonora - Alive Universe

Lo scorso 7 marzo, la sonda Cassini ha avuto l'opportunità di passare a soli 24 572 km dal piccolo satellite pastore dell'anello A di Saturno, durante un cosiddetto "incontro non mirato", ossia un fly-by che si verifica "per caso", quando la traiettoria della sonda incontra fortuitamente l'orbita delle lune con una geometria tale da consentire la raccolta di immagini e dati.

La Cassini ha potuto così puntare Pan per ben due ore, dalle 16:35 alle 18:39. In questo arco temporale era stato pianificato di scattare 54 immagini con la Narrow Angle Camera (NAC) alcune delle quali, considerata una certa incertezza nella tempistica e nell'orbita, sarebbero potute risultare un buco nell'acqua. Nel

diario di missione si può leggere infatti: « Sono previste cinquantaquattro immagini di Pan, anche se alcune probabilmente perderanno il target». E invece, la NAC ha fatto centro tutte le cinquantaquattro volte! Il risultato è stupefacente e anche le foto più ravvicinate sono risultate migliori di ogni aspettativa: « l'immagine più ravvicinata sarà presa da 24 572 chilometri ed avrà una risoluzione di 147 metri per pixel anche se Pan risulterà probabilmente vicino

al bordo del campo ripreso dalla fotocamera NAC ». Ma invece Pan campeggia perfettamente centrata nel momento del massimo avvicinamento.

Pan ha una forma abbastanza curiosa: gli scienziati credono che la sua cresta equatoriale si sia formata raccogliendo materiale dall'anello, proprio come Atlante e la luna "yin-yang" Giapeto.

La Cassini ha appena completato la quattordicesima delle 20 orbite "F-ring" che termineranno il 22 aprile, quando l'ultimo fly-by attorno a Titano modificherà la traiettoria della sonda spingendola ad attraversare il vuoto tra il pianeta ed il suo anello più interno.



Crediti: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute.

PROMO

Su tutti gli articoli del catalogo on-line fino al 30 Aprile, sconto extra del **4%** per pagamento con bonifico e ordini minimi di 100€ citando il codice **COELUM-32017**



CELESTRON
50th Anniversary



Sky-Watcher



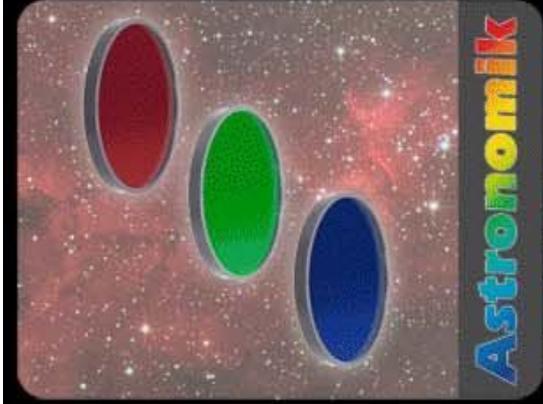
OHYCCD



ATIK
CAMERAS



zwo



Astronomik



QUINTESSENCE
SYSTEMS



LightTrack II

Astroinseguitore FORNAX di alta precisione

Distribuzione Italia montature

FORNAX 52, 100 e 150

Alto carico e massima precisione
SENZA BACKLASH



Nadir
Astronomia

Telescopi, Camere CCD, Oculari, Montature, Binocoli e accessori per l'Astronomia
Chiamaci e avrai consigli e opinioni da un Astrofilo

Tel. 0823 555761

www.nadir-astronomia.it

info@nadirshop.it



Curiosity osserva il cangiante ambiente marziano

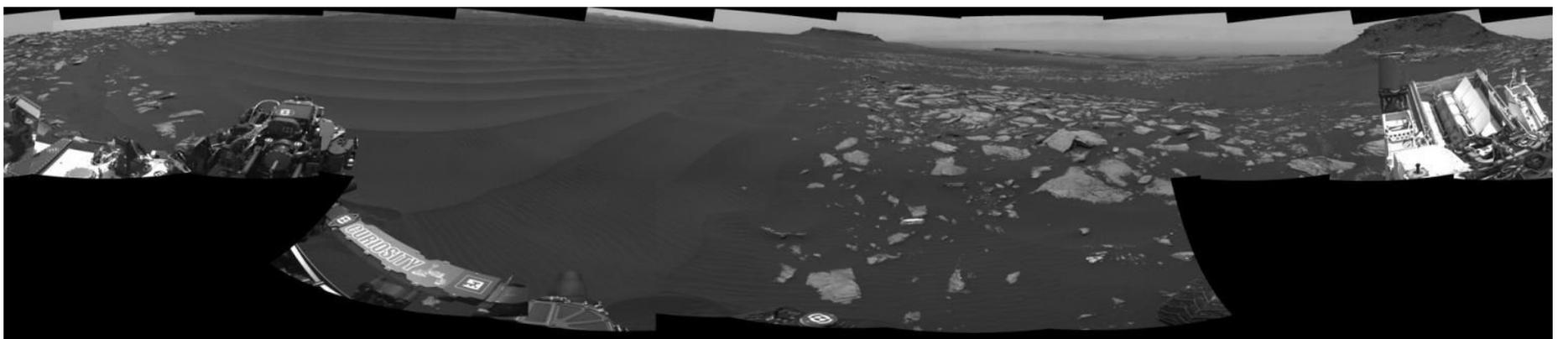
di Elisabetta Bonora - Alive Universe e Redazione Coelum Astronomia

Durante l'ultima campagna al campo di dune Bagnold, sul fianco nord-occidentale del Monte Sharp, Curiosity ha potuto osservare con i propri occhi come il vento cambia il volto di Marte, e nuovi dati dal Mar Reconnaissance Orbiter ci raccontano come il vento ha plasmato il Monte Sharp al centro del cratere Gale. Tutte osservazioni che confermano i precedenti modelli sull'azione del vento sulla superficie di Marte.

Il vento ha scolpito il volto del pianeta per miliardi di anni e continua a farlo oggi.

Gale è un bacino di quasi 160 chilometri di diametro scavato da un impatto più di 3,6 miliardi di anni fa, e la sua stranezza è l'aver al centro una montagna di roccia sedimentaria. Come spiegarne la presenza?

Nel corso degli anni il bacino è stato parzialmente riempito da sabbia, limo e detriti, in parte trasportati da un sistema di canali che un tempo dovevano sfociare dai fianchi più alti del cratere. Le evidenze fin'ora testimoniano che fino a 3 miliardi di anni fa Marte dovesse avere acqua liquida sulla superficie, e il cratere Gale potesse



essere un lago fino a un punto di svolta.

Probabilmente fu il momento in cui qualcosa accadde nel clima del pianeta, che lo ha reso il pianeta arido che conosciamo oggi, permettendo così ai venti di modellare il materiale che ormai l'aveva riempito.

Una delle prime **teorie proposte**, suggeriva infatti che l'alto tumulo centrale, il **Monte Sharp**, sia stato modellato dai venti quando il bacino era già completamente riempito. Le osservazioni del **Mars Reconnaissance Orbiter** hanno confermato i modelli. E la nuova ricerca, sempre in accordo con i modelli eolici orbitali della zona, ha addirittura calcolato il volume di materiale rimosso: **64 000 chilometri cubi soffiati via dall'azione del vento**

nell'arco un miliardo di anni o più.

Il Monte Sharp è quindi stato modellato dal vento, ma le correnti odierne all'interno del cratere sono diverse da quelle del passato... ora è la montagna stessa ad aver modificato il percorso dei venti che l'hanno plasmata.

Ma altri dati, ancora più mirati, arrivano da **Curiosity** che, per la seconda volta nel corso della sua missione, si trova ad indagare un **campo di dune attive.**

Il rover incontrò il **primo campo di sabbia** tra la fine 2015 e l'inizio 2016.

Le immagini orbitali ad alta risoluzione riprese con la fotocamera HiRISE a bordo della sonda

Nella pagina precedente, in alto. La base del Monte Sharp, un vero scrigno della storia geologica di Marte. Crediti: NASA/JPL-Caltech/MSSS). **Nella pagina precedente, in basso.** Una vista 360 sul campo di dune, ripresa dalla NavCam di Curiosity il 5 febbraio 2017. Crediti: NASA/JPL-Caltech.

Sotto. Gli effetti del vento sulle dune di sabbia ripresi dal Mars Descent Imager (MARDI) di Curiosity. Scatti ripresi a un giorno di distanza l'uno dall'altro dello stesso pezzo di terreno mostrano piccole increspature di sabbia spostarsi di circa un pollice (2,5 centimetri) sottovento. L'immagine riprende una zona di circa un metro di larghezza. Crediti: NASA/JPL-Caltech/MSSS.



Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) avevano mostrato uno spostamento di queste dune di circa un metro ogni anno terrestre e la loro composizione non uniforme.

Gli scienziati utilizzano il movimento di queste strutture per studiare la circolazione dei venti all'interno del cratere, mettere a punto modelli meteorologici e comprendere come si ordinano di conseguenza le particelle di sabbia su un pianeta con meno atmosfera e gravità rispetto al nostro.

Le dune che Curiosity sta analizzando ora, però, hanno **una forma diversa** rispetto alla mezzaluna della campagna precedente: **sono nastriformi e lineari**.

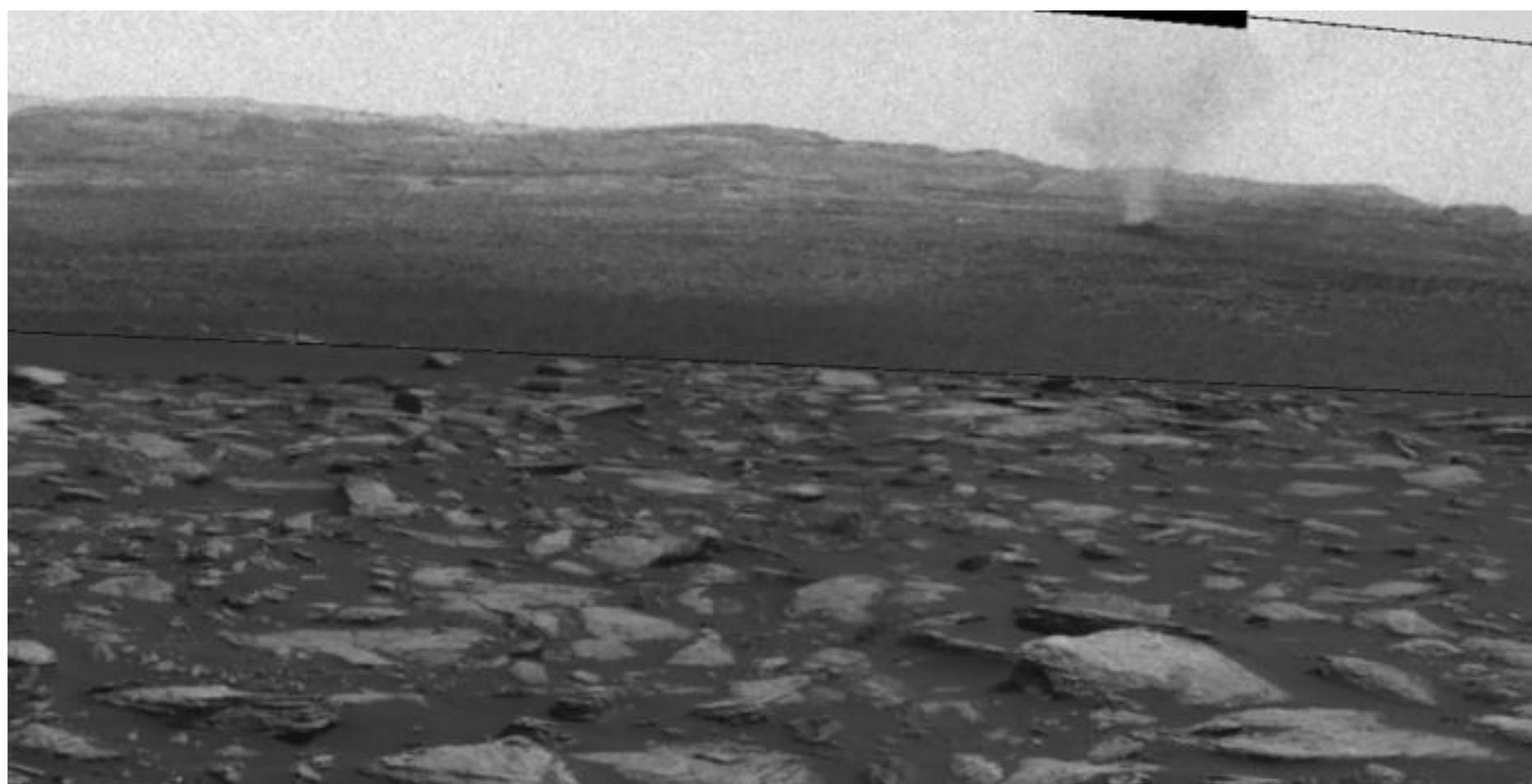
«In queste dune lineari, la sabbia viene trasportata lungo il percorso del nastro, mentre il nastro può oscillare avanti e indietro da un lato all'altro», ha spiegato nel **report Nathan Bridges**, del team Curiosity presso la Johns Hopkins University Applied nel Maryland.

Inoltre, ora nel cratere Gale è estate, quindi il periodo dell'anno più ventoso e il momento migliore dell'anno marziano per studiare dune di sabbia attive.

«Stiamo tenendo Curiosity impegnato in una zona sabbiosa mentre intorno soffia un sacco di vento. Vogliamo scoprire come vengono smistati i granelli con composizioni diverse. Questo ci aiuta ad interpretare tanto le dune moderne quanto le arenarie più antiche di Marte», ha detto il Project Scientist della missione **Ashwin Vasavada**.

Dopo aver completato le osservazioni pianificate, Curiosity procederà verso il "**Vera Rubin Ridge**", in direzione sud e in salita (potete seguire gli spostamenti del rover con i "**Mission Log**" di marco Di Lorenzo), dove il Mars Reconnaissance Orbiter ha identificato alcuni depositi di ematite.

Mentre il rover è impegnato con le dune di sabbia, il team continua a lavorare sull'**anomalia intermittente** manifestata in diverse occasioni dal trapano per la raccolta di campioni. I test diagnostici continuano a puntare il dito su uno dei meccanismi frenanti che regolano il movimento della punta, forse bloccato da un detrito. Nel frattempo, si è aggiunto un altro piccolo inconveniente che coinvolge la fotocamera Mars Hand Lens Imager (MAHLI) il cui copriobiettivo, dopo essere stato chiuso per precauzione e proteggere le ottiche dalla polvere eccessiva, è rimasto bloccato in posizione semi-aperta dal 24 febbraio.



AVALON INSTRUMENTS

STAR-GO
Go-To Control System

**M-UNO EQUATORIAL
SINGLE FORK MOUNT**

NO MERIDIAN FLIP
NO C.Weights
VERSATILE
45 lb L.C.
30 lb W.

SUPER PORTABLE
EQUATORIAL &
ALTAZIMUTH
MOUNT SET
w/T-POD90
PRECISION
& DESIGN
Made in
ITALY



**FAST REVERSE
MOTOR DRIVE SYSTEM**

**RELIABLE, OUTSTANDING
PERFORMANCES !**



X-GUIDER
TANGENT MOUNT ASSEMBLY



T-POD 110

**ASTRO PHOTOGRAPHY
MADE SIMPLE !**

**The incredible
M-ZERO**



BT & Wifi control



M42 PHOTO BY TOM BRAMWELL

**Unitronitalia
INSTRUMENTS**

www.unitronitalia.com
shop@unitronitalia.com
Tel. 06-39738149

STRUMENTI DI PRECISIONE PER
L'ASTRONOMIA MICROSCOPIA E NATURALISTICA

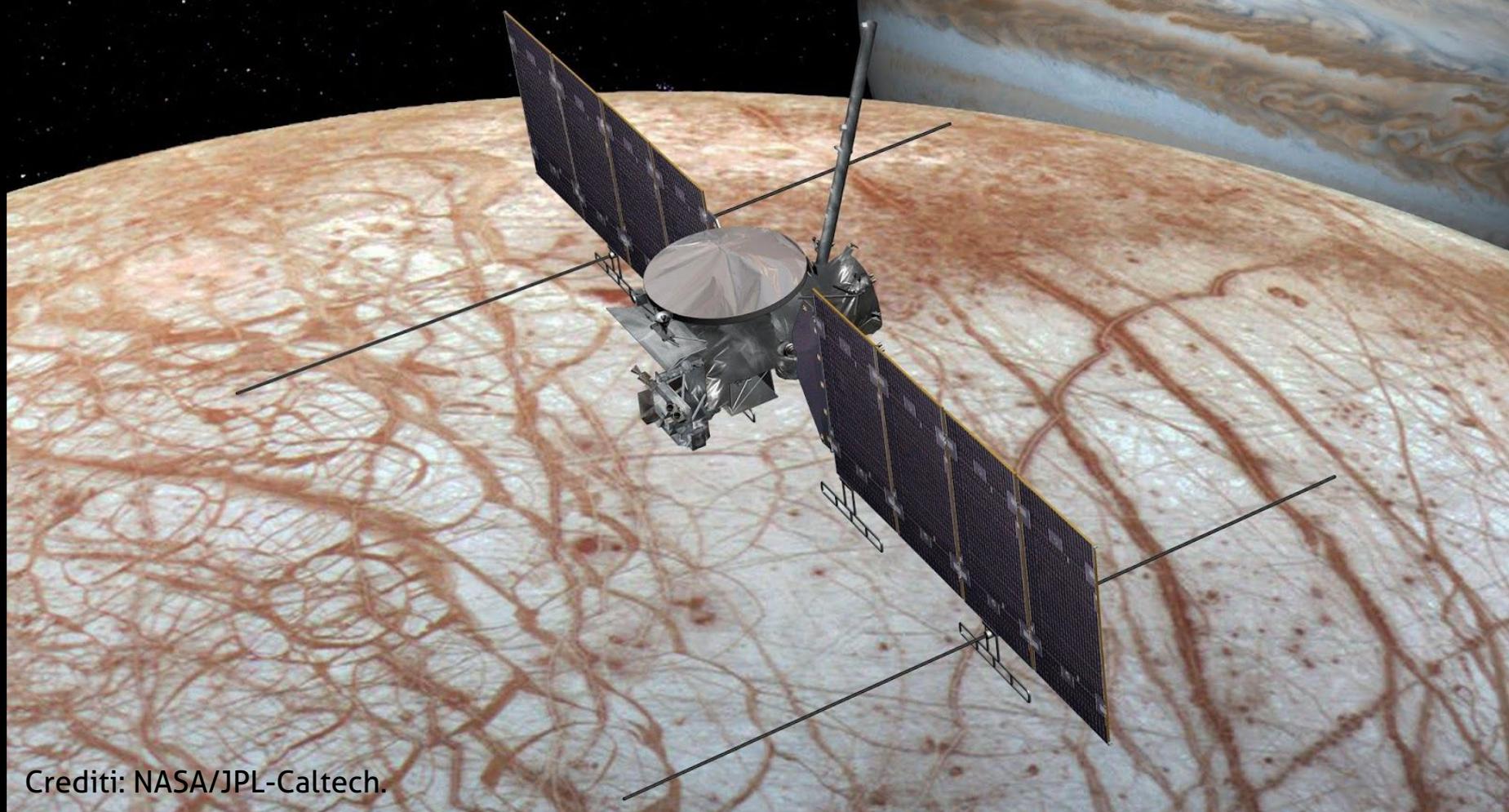
VIA G. B. GANDINO 39 - 00167 ROMA - ITALIA
Email: shop@unitronitalia.com - Tel. +39/06/39738149

SIC ITUR AD ASTRA



Europa Clipper: in missione sulla luna di Giove

di Elisabetta Bonora - Alive Universe



Crediti: NASA/JPL-Caltech.

Si chiamerà Europa Clipper la missione che, al costo 2 miliardi di dollari, sarà lanciata nel 2020 per studiare l'oceano sotterraneo ospitato dalla luna di Giove, Europa

Il nome (Clipper) rievoca i velieri che navigavano gli oceani della Terra nel XIX secolo, imbarcazioni a vela a tre o più alberi, rinomate per la loro grazia e velocità.

Proprio come nella tradizione di queste navi, la sonda Europa Clipper volerà attorno al satellite gioviano rapidamente, con una frequenza di due settimane circa, offrendo molte opportunità per studiare da vicino la luna.

«Nel corso di ogni orbita, la navicella trascorrerà solo un breve periodo di tempo nell'impegnativo ambiente di radiazioni che circonda Europa.

Accelerando, raccoglierà una grande quantità di dati scientifici e velocemente volerà fuori di lì», ha spiegato Robert Pappalardo, project scientist della missione presso il Jet Propulsion Laboratory della NASA.

Il piano della missione primaria comprende 40 /

45 fly-by durante i quali le fotocamere riprenderanno la superficie ghiacciata di Europa ad alta risoluzione da una quota compresa tra i 2 700 ed i 25 chilometri, mentre gli altri strumenti studieranno la composizione e la struttura interna.

La luna di Giove è da tempo sotto i riflettori dei media e attira l'attenzione degli studiosi planetari, divenendo una priorità nell'esplorazione spaziale.

Il compito di Europa Clipper sarà determinare se Europa è effettivamente abitabile ed è, quindi, in possesso di tre requisiti fondamentali per la vita:

- acqua allo stato liquido
- giusto mix di ingredienti chimici
- fonti di energia sufficienti

Per rispondere a queste domande, la sonda, alimentata ad energia solare, sarà dotata dei seguenti strumenti:

Plasma Instrument for Magnetic Sounding (PIMS) che, insieme con il magnetometro, consentirà di calcolare lo spessore del guscio ghiacciato, la profondità dell'oceano e la salinità.

Interior Characterization of Europa using Magnetometry (ICEMAG), il magnetometro che misurerà il campo magnetico vicino ad Europa e lavorerà con lo strumento PIMS per determinare lo spessore del guscio ghiacciato, la profondità dell'oceano e la salinità.

Mapping Imaging Spectrometer for Europa (MISE), uno spettrometro che mapperà la composizione di Europa, identificando chimica e materiali organici.

Europa Imaging System (EIS), due fotocamere, narrow e wide, che mapperanno la superficie del satellite ad una risoluzione media di 50 chilometri per pixel.

Radar for Europa Assessment and Sounding: Ocean to Near-surface (REASON), un radar penetrante a doppia frequenza progettato per scandagliare il guscio ghiacciato della luna.

Europa Thermal Emission Imaging System (E-THEMIS), un "rilevatore di calore" ad alta risoluzione che fornirà immagini termiche della superficie di Europa per identificare siti geologicamente attivi.

MAss SPectrometer for Planetary EXploration/

Europa (MASPEX), uno spettrometro che determinerà la composizione della superficie, del sottosuolo e di qualsiasi debole particella di materiale espulso nello spazio.

Ultraviolet Spectrograph/Europa (UVS), uno spettrometro simile a quello del telescopio spaziale Hubble in grado di rilevare possibili geysers ed eruzioni di vapore acqueo.

SURface Dust Mass Analyzer (SUDA), uno strumento che assaggerà direttamente eventuali particelle espulse dalla superficie di Europa.

A questi, potrebbe aggiungersi il **SPace Environmental and Composition Investigation near the European Surface (SPECIES)**, uno spettrometro di massa combinato ad un gascromatografo.

Nel 2015, il congresso chiese alla NASA di proporre per Europa anche un esploratore robotico di superficie. Il piano attuale prevede un lander stazionario da lanciare separatamente rispetto alla sonda Europa Clipper che, una volta raggiunto il satellite gioviano, userà tre strumenti scientifici per cercare la vita sotto la crosta ghiacciata.



Crediti: NASA.

Giovani stelle nei cluster: il mistero è servito

di Eleonora Ferroni - Media INAF

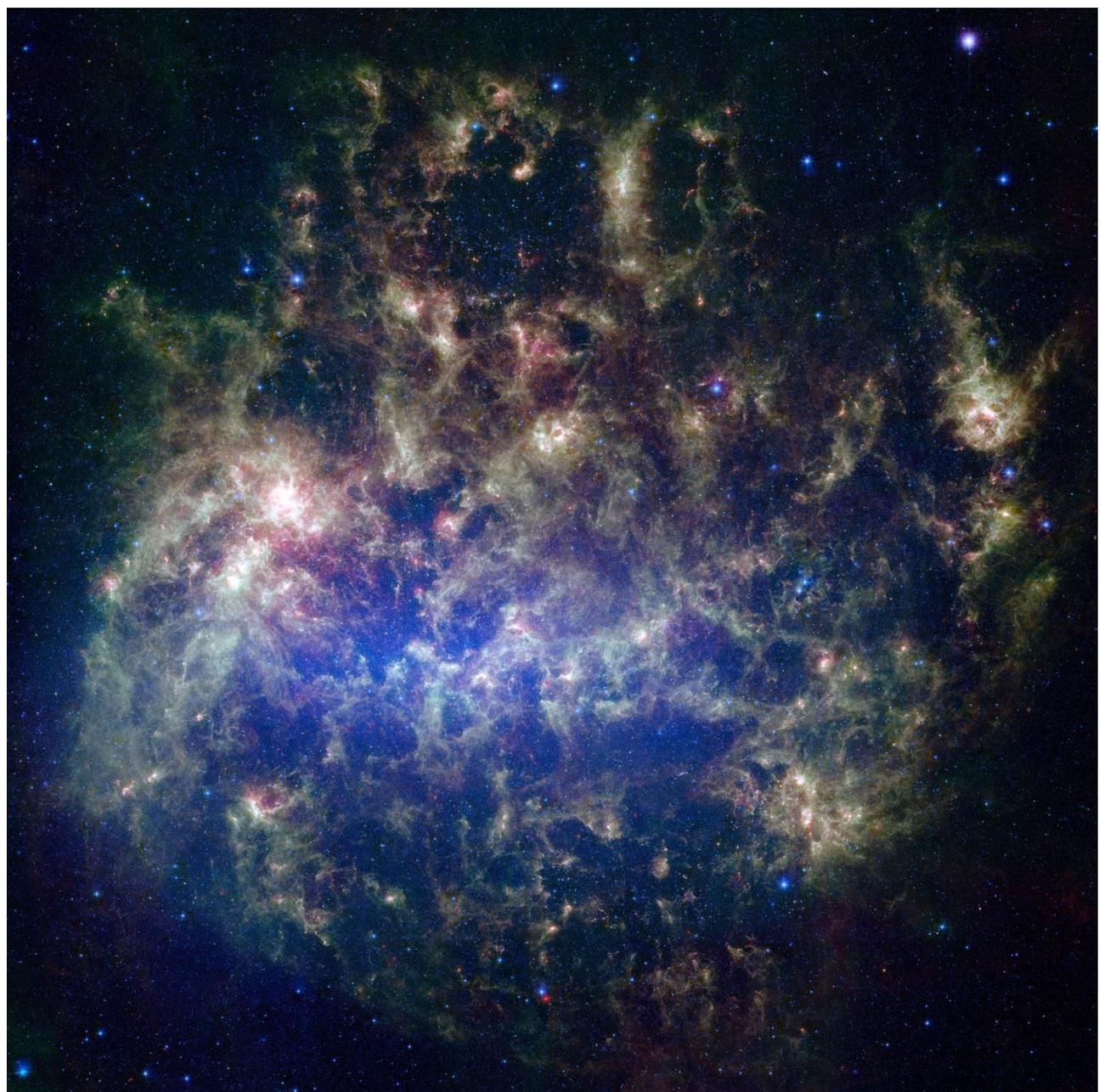
Gli ammassi stellari contengono solo stelle anziane? In teoria sarebbe così, ma gli scienziati hanno di recente scoperto una popolazione di stelle giovani nella Grande Nube di Magellano, galassia nana satellite della nostra. Strano? Sì, perché di solito gli ammassi stellari contengono stelle nate e cresciute tutte nella stessa epoca e dallo stesso materiale primordiale. La scoperta, pubblicata su *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, è stata realizzata incrociando le posizioni di diverse migliaia di giovani stelle con le posizioni degli ammassi stellari: i ricercatori hanno trovato 15 candidati stellari che sarebbero effettivamente molto più giovani di altre stelle presenti all'interno dello stesso ammasso. «Se questa ipotesi è corretta, dovranno essere rivisti modelli importanti», dice Bi-Qing For, dell'International Centre for Radio Astronomy Research (Icrar) di Perth (Australia), riferendosi a modelli che mettono in relazione la massa e l'evoluzione delle stelle nei cluster.

«La formazione di queste stelle più giovani potrebbe essere stata alimentata dal gas che è entrato nel cluster dallo spazio interstellare, anche se abbiamo eliminato questa possibilità utilizzando le osservazioni fatte con i radiotelescopi», spiega il co-autore Kenji Bekki (anche lui Icrar), «per dimostrare che non c'era alcuna correlazione tra l'idrogeno interstellare e

la posizione dei cluster che stavamo studiando». Cosa è successo? «Crediamo che le stelle più giovani siano state create dalla materia espulsa dalle stelle più vecchie in fase di estinzione, il che significherebbe che abbiamo scoperto generazioni multiple di stelle appartenenti allo stesso cluster».

Le stelle sono state osservate agli infrarossi con Spitzer ed Herschel di NASA e ESA, superando la barriera di polvere che le circonda impedendo le osservazioni ottiche. Presto questo involucro di polvere e gas sparirà e anche Hubble sarà in grado di vederle.

Sotto. La Grande nube di Magellano vista da Spitzer. Crediti: NASA/JPL-Caltech/M. Meixner (STScI) & the SAGE Legacy Team.



Polvere di stelle antica per far luce sulle prime stelle

di Redazione Coelum Astronomia

ALMA guarda sempre più lontano... questa volta ha rilevato una enorme massa di polvere incandescente in una galassia osservata quando l'Universo aveva solo il 4% della sua età attuale, e la galassia appena formata, diventando così la galassia più distante in cui sia stata rivelata della polvere. Ma non solo si tratta anche della più distante misura di ossigeno nell'Universo. Un risultato che fornirà nuove conoscenze sulla nascita e sulla morte esplosiva delle primissime stelle

Un'equipe internazionale di astronomi, guidati da Nicolas Laporte dell'University College di Londra, ha usato il telescopio **ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array)** per osservare **A2744_YD4**, la galassia più giovane e più distante mai osservata da ALMA. Sorprendentemente hanno trovato che questa giovane galassia contiene molta polvere interstellare – polvere formata dalla morte di una generazione precedente di stelle.

Osservazioni successive con lo strumento **X-shooter sul VLT (Very Large Telescope)**

dell'ESO hanno confermato l'enorme distanza di **A2744_YD4**. La galassia ci appare quindi così com'era quando l'Universo aveva solo 600 milioni di anni, durante il periodo in cui si stavano formando le prime stelle e le prime galassie.

Sopra. Un'impressione artistica che mostra come potrebbe apparire la giovane e lontanissima galassia **A2744_YD4**. Le osservazioni di ALMA ci mostrano la galassia ricca di polveri, all'epoca in cui l'Universo era solo al 4% della sua esistenza.

Tale polvere deve essere stata prodotta dalle prime generazioni di stelle, osservazioni come queste ci portano informazioni sulla nascita e l'esplosiva morte delle primissime stelle nell'universo. Credit: ESO/M. Kornmesser.

Nicolas Laporte ci rivela che «*Non solo A2744_YD4 è la galassia più distante mai osservata da ALMA, ma trovare così tanta polvere indica che una generazione precedente di supernove deve aver "inquinato" questa galassia*».

La polvere cosmica è composta per la maggior parte da silicio, carbonio e alluminio, in grani piccolissimi, fino a un milionesimo di centimetro. Gli elementi chimici presenti nei grani si formano all'interno delle stelle e vengono sparsi nel cosmo quando le stelle muoiono, nel modo più spettacolare attraverso un'esplosione di supernova, l'atto finale della vita breve e intensa delle stelle più massicce.

Leggi lo speciale sulle Supernovae su Coelum Astronomia n. 208 di febbraio.

Mentre oggi la polvere è abbondante e rappresenta un elemento chiave nella formazione di stelle, pianeti e molecole complesse, nell'Universo primordiale, invece, prima che le prime generazioni di stelle terminassero la propria vita, era molto scarsa.

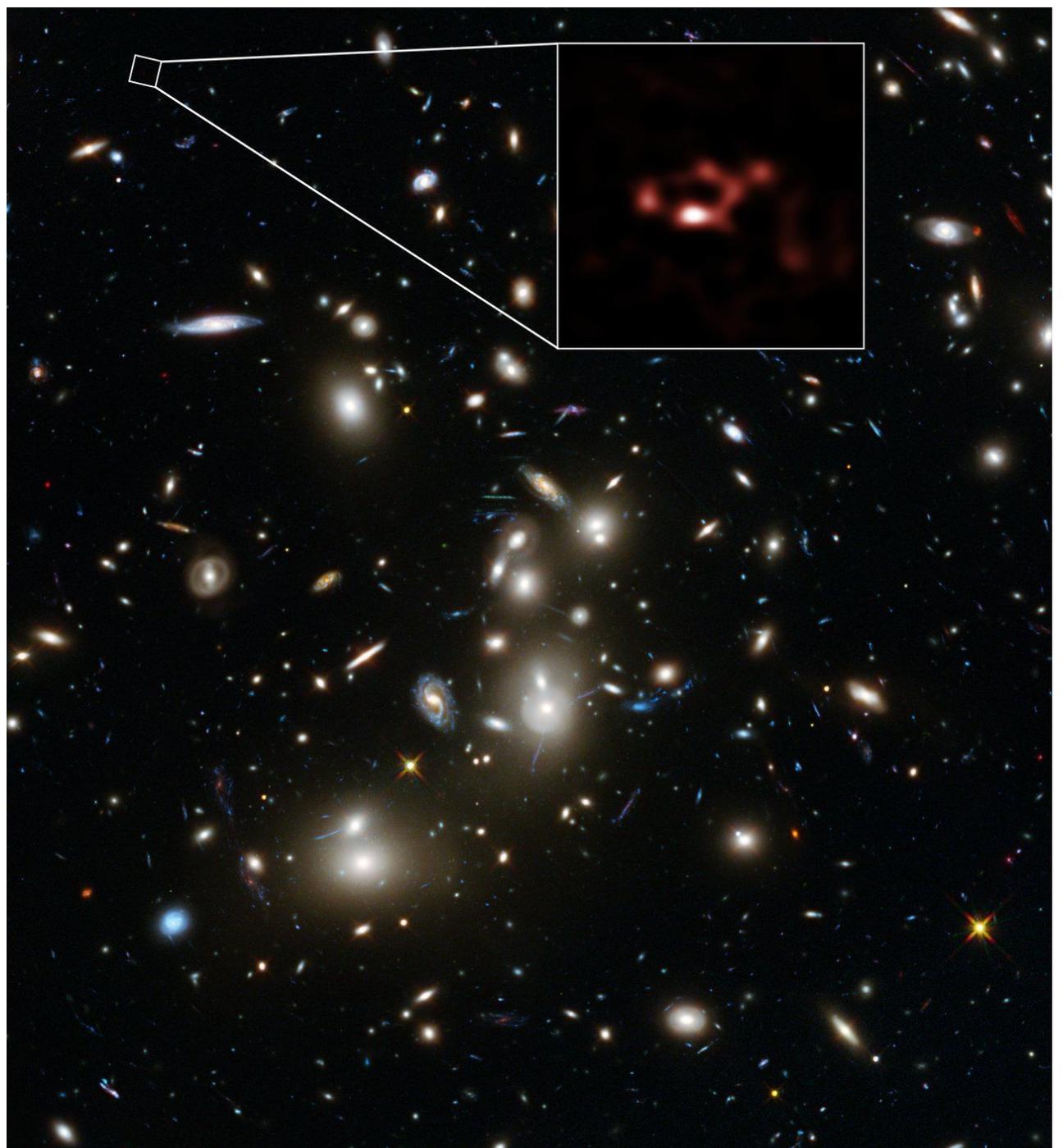
Le osservazioni della galassia polverosa A2744_YD4 sono state possibili perché si trova

A destra. Nel riquadro, l'immagine reale restituita da ALMA della galassia A2744_YD4. La sua luce ci arriva infatti notevolmente affievolita per via della distanza, ma la spettacolare vista dell'ammasso di galassie Abell 2744, ripreso qui sopra dal Telescopio Spaziale Hubble, ci ha anche dato modo di individuare la remotissima galassia polverosa grazie a un effetto di lente gravitazionale. Crediti: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), NASA, ESA, ESO and D. Coe (STScI)/J. Merten (Heidelberg/Bologna).

dietro a un ammasso di galassie massiccio chiamato Abell 2744. Grazie a un fenomeno noto come **lente gravitazionale**, l'ammasso agisce come un gigantesco "telescopio" cosmico e ingrandisce la galassia più distante di circa 1,8 volte, permettendo così all'equipe di osservare una zona più lontana dell'Universo.

Le osservazioni di ALMA hanno anche trovato emissione di **ossigeno ionizzato** proveniente da A2744_YD4. È la più distante, e quindi la più antica nel tempo, rivelazione di ossigeno nell'Universo, e batte un precedente **risultato di ALMA** risalente al 2016.

L'osservazione di polvere nell'Universo primordiale fornisce nuove informazioni sull'epoca in cui sono esplose le prime supernove e perciò il momento in cui le prime stelle caldissime hanno inondato l'Universo di luce. Determinare l'epoca di questa "alba cosmica" è uno dei *santi graal* dell'astronomia moderna che



ora può essere dedotta in modo indiretto grazie allo studio della polvere interstellare primordiale.

L'equipe stima che A2744_YD4 contenesse una quantità di polvere equivalente a 6 milioni di volte la massa del Sole, mentre la massa totale delle stelle della galassia – o massa stellare – era di 2 miliardi di volte la massa del Sole. Il tasso di formazione stellare è indicato come di 20 masse solari per anno contro la singola massa solare all'anno della Via Lattea.

«Un tasso non insolito per una galassia così distante, ma indica come la polvere di A2744_YD4 si sia formata velocemente,» spiega Richard Ellis (ESO e University College di Londra), coautore del lavoro. *«È sorprendente verificare che il tempo richiesto è di soli 200 milioni di anni – stiamo in pratica osservando questa galassia poco dopo la sua formazione».*

In altre parole, un episodio di formazione stellare significativo è iniziato **200 milioni di anni prima**

dell'era in cui osserviamo adesso quella galassia. Una grande opportunità che ALMA ci offre per studiare l'era in cui le prime stelle e le prime galassie si sono letteralmente "accese" – le epoche più antiche mai sondate.

Il nostro Sole, il nostro pianeta e la nostra esistenza sono il prodotto – **13 miliardi di anni dopo** – di queste prime generazioni di stelle. Studiando la loro formazione, le loro vite e la loro morte stiamo in pratica esplorando le nostre origini.

«Con ALMA, le prospettive per osservazioni più profonde e più estese di galassie simili a questa in queste epoche così lontane sono molto promettenti», commenta Ellis.

E Laporte conclude: *«Ulteriori misure di questo tipo ci daranno una prospettiva esaltante di poter tracciare le prime e più antiche formazioni stellari e la creazione di elementi chimici più pesanti anche più antiche, nell'Universo primordiale».*



This new ALMA result provides insights into the explosive deaths of the very first stars.

Danzando sul crinale del buco nero

di Pietro Capuzzo - Polluce Notizie

Crediti: ESA/Hubble.

Mai s'era vista una stella orbitare così vicina a un buco nero: un giro completo ogni 28 minuti.

Un gruppo di astronomi ha osservato quella che potrebbe essere la stella più vicina ad un buco nero - una nana bianca che completa un'orbita attorno al vorace mostro cosmico in meno di mezz'ora. L'individuazione di questa insolita coppia porta la firma dei telescopi spaziali Chandra e NuSTAR e del radiotelescopio australiano ATCA (Australia Telescope Compact Array).

Il sistema binario, noto come X9, è situato nel cuore dell'ammasso globulare 47 Tucanae, a 14,8 mila anni luce dalla Terra. X9 è studiato ormai da diversi anni, ma solo di recente, le nuove osservazioni nella banda radio hanno rivelato la sua vera natura. In precedenza, gli astronomi ritenevano che si trattasse di una nana bianca che nell'atto di attrarre del materiale da una

compagna simile al Sole; ora, invece, gli astronomi sono convinti che il sistema sia costituito da un buco nero che attrae materiale da una nana bianca.

I dati raccolti da Chandra nella regione spettrale dei raggi X indicano che la luminosità della stella varia seguendo un ciclo che si ripete ogni 28 minuti. Questo dato, secondo i ricercatori, corrisponderebbe al periodo impiegato dalla nana bianca a completare una rivoluzione intorno al buco nero - il più rapido balletto orbitale mai osservato tra una stella e un buco nero.

Le osservazioni di Chandra sono indicative anche della presenza di vaste quantità di ossigeno, una scoperta che conferma la natura di nana bianca della stella compagna. La stella sarebbe situata ad appena 2,5 distanze lunari dal buco nero.

«Questa nana bianca è così vicina al buco nero che il suo materiale va a formare un disco di materia intorno al buco nero, prima di precipitare al suo interno» spiega Arash Bahramian dell'Università dell'Alberta. «Riteniamo che la stella in sé sia in un'orbita stabile».

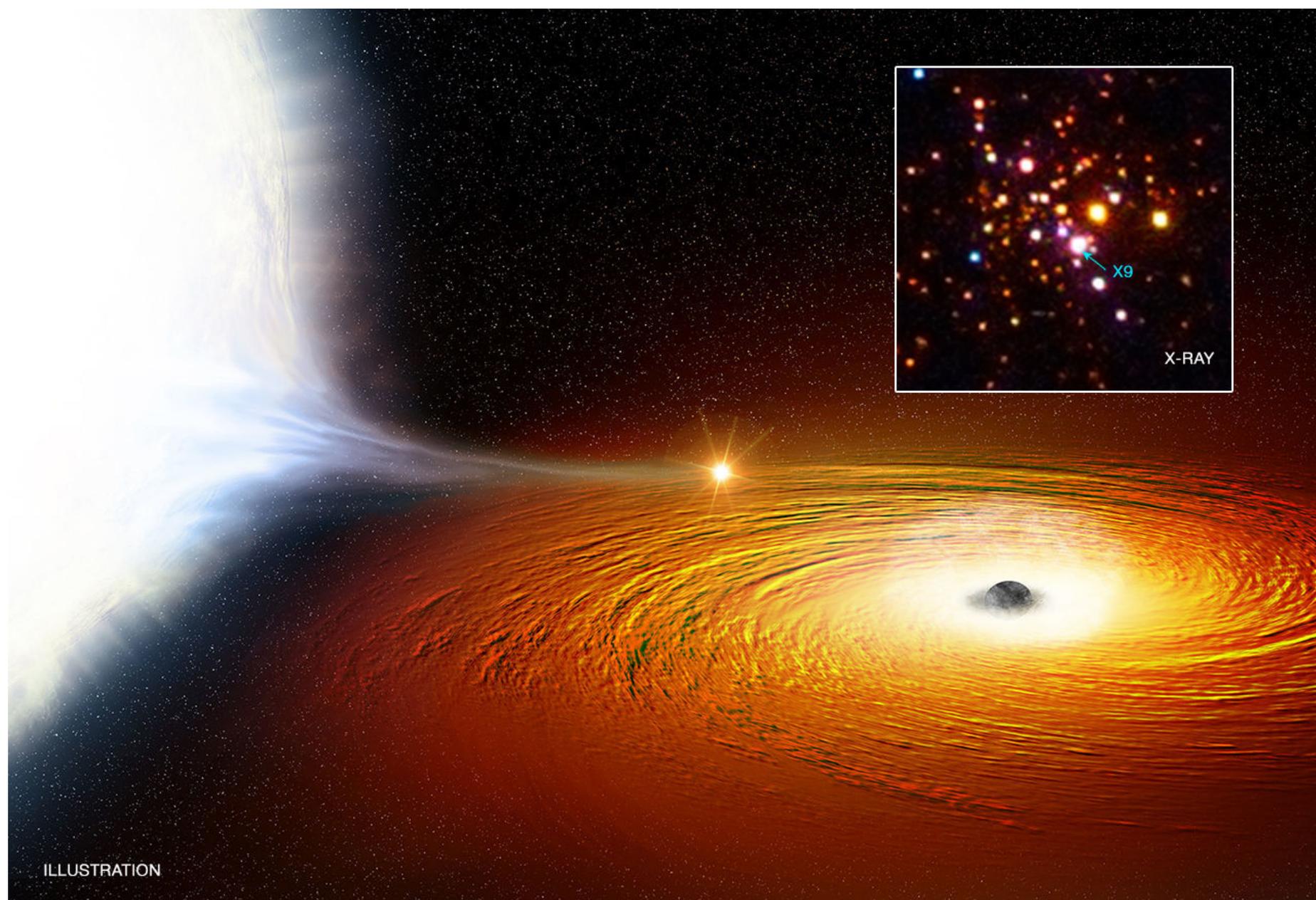
Nonostante l'apparente stabilità della sua orbita, il futuro della nana bianca rimane incerto. «Il buco nero potrebbe risucchiare talmente tanto materiale da renderla massiccia quanto un pianeta» aggiunge Craig Heinke. «Se questa tendenza dovesse continuare, la stella potrebbe evaporare completamente».

Dati alla mano, gli astronomi hanno costruito varie simulazioni per cercare di tracciare l'evoluzione dinamica di questo sistema e risalire alla sua origine. Una possibilità è che il buco nero abbia interagito con una gigante rossa, i cui strati esterni sarebbero stati espulsi dal sistema. Il cuore della stella, invece, sarebbe andato a formare la nana bianca visibile oggi. Tramite l'espulsione di onde gravitazionali, infine, la nana bianca si sarebbe

stabilita nella sua orbita attuale. Purtroppo, i calcoli degli scienziati indicano che le onde gravitazionali dovute a questo evento avrebbero una frequenza troppo bassa per poter essere osservate dagli interferometri terrestri come LIGO o VIRGO.

Una spiegazione alternativa prevede che la nana bianca sia nei pressi di una stella di neutroni, piuttosto che di un buco nero. In questo scenario, il materiale in caduta verso la stella di neutroni ne accelererebbe il moto di rotazione, trasformandola in una pulsar millisecondo. Tuttavia, varie proprietà tipiche di questi insoliti oggetti - tra cui la caratteristica variabilità alle lunghezze d'onda dei raggi X e radio - non sono state osservate nel caso di X9.

«Terremo d'occhio questa binaria, dato che sappiamo molto poco di come un sistema simile si comporti» spiega Vlad Tudor della Curtin University. «Inoltre, continueremo a studiare altri ammassi globulari nella nostra galassia, alla ricerca di altri sistemi così compatti».



Hubble individua una stella vagabonda e rivela la fine di un sistema stellare multiplo

di Pietro Capuozzo - Polluce Notizie

Alla ricerca di pianeti solitari e stelle mancate gli astronomi, grazie alle immagini del Telescopio Spaziale Hubble, hanno creato questo nuovo spettacolare mosaico della Nebulosa di Orione. Durante la loro ricerca nella famosa regione di formazione stellare, hanno trovato quello che potrebbe essere il pezzo mancante di un puzzle cosmico: il terzo membro a lungo perduto di un sistema stellare ormai spezzato.

Il telescopio spaziale Hubble ha trovato l'anello mancante di un defunto sistema stellare multiplo all'interno della Nebulosa di Orione, distante 1300 anni luce dalla Terra.

Recenti osservazioni nell'infrarosso hanno rivelato la presenza di due stelle dirette a tutta velocità in direzioni opposte. Ricostruendo il loro moto, gli scienziati si sono accorti che le due stelle si trovavano nello stesso punto circa 540 anni fa, suggerendo che facessero parte di un sistema multiplo. L'energia attuale dei due astri, però, è nettamente minore di quella calcolata dagli scienziati.

Ora, nuove osservazioni effettuate da Hubble potrebbero aver risolto questo affascinante mistero cosmico, con l'individuazione di una terza

stella che avrebbe fatto parte dello stesso sistema e che starebbe oggi trasportando l'energia 'mancante'.

«Le nuove osservazioni di Hubble forniscono prove molto convincenti a favore del fatto che le tre stelle siano state espulse da un sistema stellare multiplo,» spiega Kevin Luhman della Penn State University, che ha guidato lo studio pubblicato sul *The Astrophysical Journal Letters*. «Non è la prima volta che osserviamo stelle espulse da sistemi multipli. Tuttavia, queste tre stelle sono i più giovani esempi di questo fenomeno, avendo poche centinaia di migliaia di anni di età. Le immagini all'infrarosso rivelano che queste stelle sono talmente giovani che potrebbero ancora essere circondate dal disco di materiale rimasto dalla loro formazione».

Stellar System Disintegration In Orion Nebula



Crediti: NASA, ESA, K. Luhman (Penn State University), M. Robberto (STScI) and Z. Levy (STScI).

Le tre stelle stanno sfrecciando attraverso la nebulosa a una velocità circa 30 volte superiore alla media della popolazione locale. Ancora non è chiaro, però, quale drammatica interazione gravitazionale abbia portato allo scioglimento del loro sistema. «Non ci sono molti altri esempi, soprattutto in ammassi così giovani,» prosegue Luhman.

Gli scienziati si sono imbattuti nella terza stella nell'ambito di una campagna di ricerca di pianeti interstellari all'interno della Nebulosa di Orione. Confrontando le immagini della stessa regione di cielo scattate prima nel 1998 dallo spettrometro NICMOS e poi nel 2015 dalla Wide Field Camera 3, gli astronomi hanno notato la presenza di una stella particolarmente veloce. I calcoli mostrano che la stella sta viaggiando a una velocità di oltre 200 mila chilometri orari.

Ricostruendo il moto passato della stella, gli scienziati hanno determinato che, intorno all'anno 1470, l'astro si trovava nello stesso punto delle altre due stelle già note. La prima stella era stata scoperta nel 1967; tuttavia, il suo moto anomalo era rimasto sconosciuto fino al 1995. Le due stelle già note sono caratterizzate da velocità di 96 e 35 mila chilometri orari, rispettivamente.

L'evento responsabile della distruzione del sistema multiplo potrebbe essere stato l'eccessivo avvicinamento di una delle stelle a una compagna e la conseguente formazione di un sistema binario.

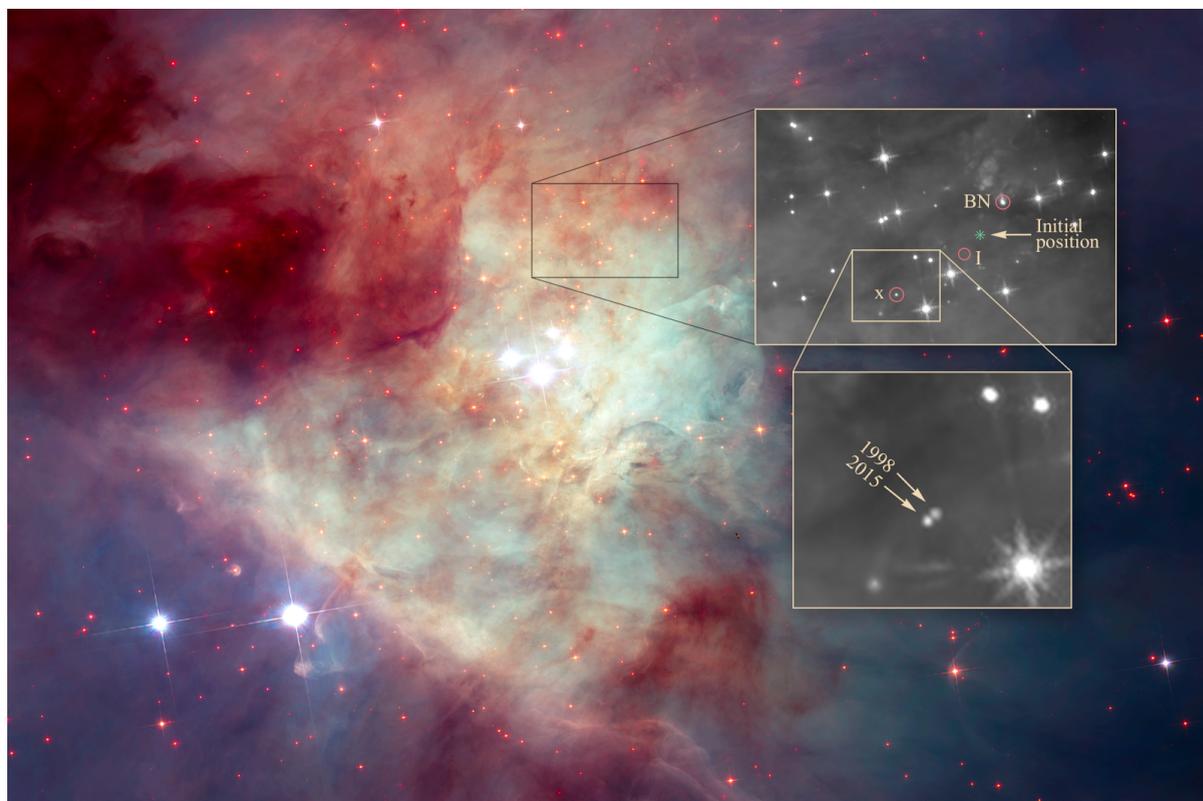
Nella pagina precedente. Questo mosaico ci mostra la Kleinmann-Low Nebula, parte della più famosa Nebulosa di Orione. È composto da diversi scatti del Telescopio Spaziale Hubble sia in luce ottica che nel vicino infrarosso. Le riprese nell'infrarosso permettono di scrutare attraverso la polvere della nebulosa e mettere in evidenza le stelle all'interno.

Le stelle così rivelate sono, nell'immagine, dalla colorazione rosso brillante.

Crediti: NASA, ESA / Hubble.

Sotto. La posizione della stella vagabonda, e le immagini precedenti di confronto, che ne mostrano il veloce moto rispetto alle stelle al contorno.

Cliccare per ingrandire. Crediti: NASA, ESA, K. Luhman (Penn State University), M. Robberto (STScI)





L'Osservatorio Astronomico di Padova festeggia i primi 250 anni

di Rossella Spiga

Padova, 21 marzo 1767: le chiavi della torre della Specola vengono consegnate all'architetto **Domenico Cerato**, incaricato di eseguire la trasformazione dell'antica fortezza in Osservatorio astronomico. I lavori, sovrintesi dall'abate **Giuseppe Toaldo**, professore alla cattedra di Astronomia, durano dieci anni, ma sin dal 1767 la città di Padova può rallegrarsi di divenire la sede di uno dei più begli osservatori europei, «*e senza esitanza il più cospicuo d'Italia, per la grandezza della sua fabbrica, per l'orizzonte, per i comodi ad ogni specie di osservazioni*».

Padova, 21 marzo 2017: si festeggiano i primi 250 anni dell'Osservatorio Astronomico inaugurando la **Rassegna Specola 2.5.0**.

Un secolo e mezzo prima dalla fondazione dell'Osservatorio, Galileo trascorse a Padova «*i diciotto migliori anni della sua vita*». A che punto è la scienza astronomica che qui vanta una così lunga tradizione? E in quale direzione sta andando? Qual è l'eredità storica e culturale che ci è stata trasmessa da questi primi 250 anni di vita dell'Osservatorio e quali saranno le nuove frontiere dell'astrofisica che ci aspettano nei prossimi 250?

A queste e molte altre domande di carattere astronomico si propone di rispondere la **rassegna di eventi Specola 2.5.0 dal 21 marzo al 29 settembre a Padova**.

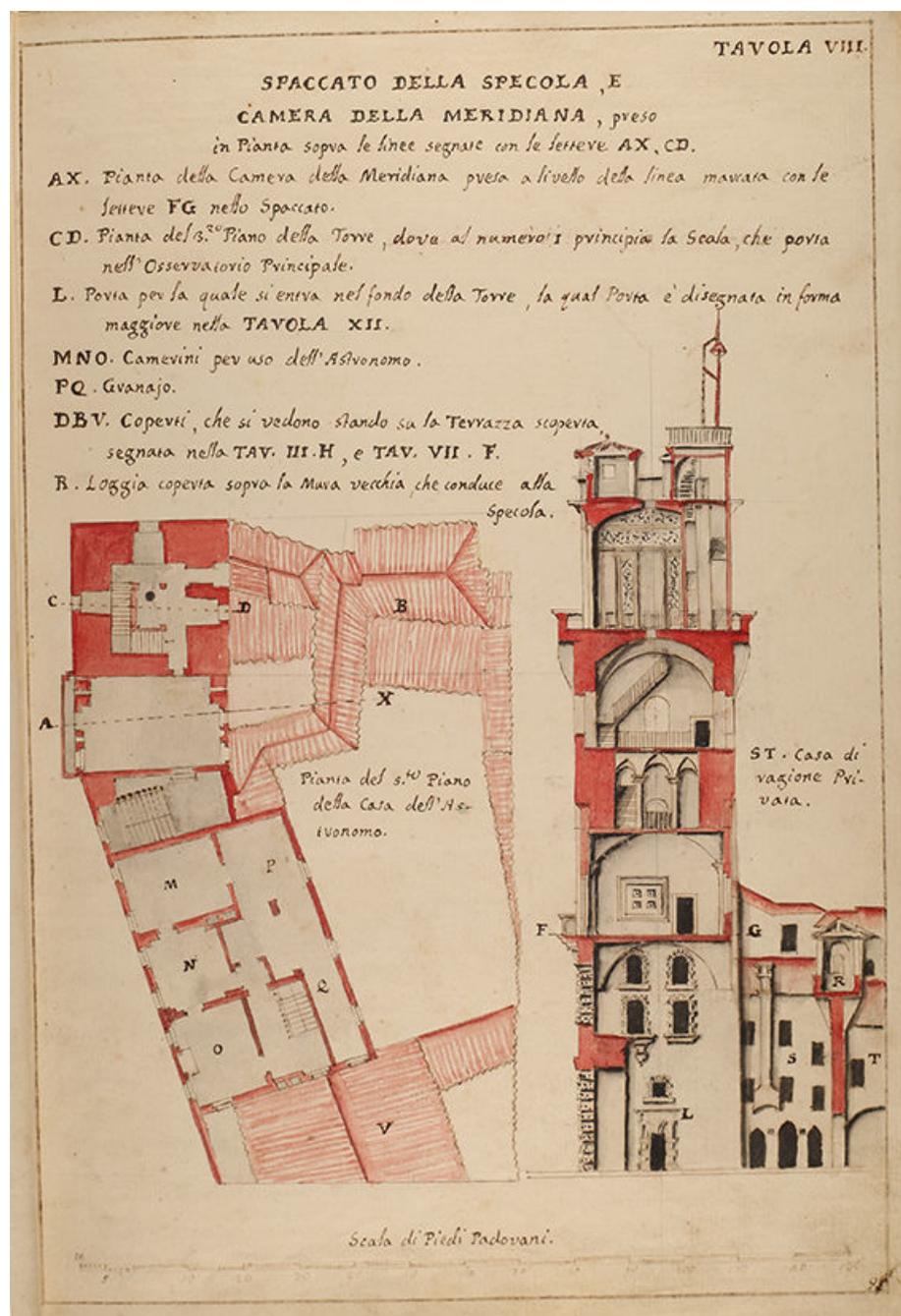
Un ricchissimo calendario di eventi darà ai visitatori modo di conoscere la storia della

Specola di Padova con uno sguardo verso il futuro dell'astronomia.

Il pubblico avrà la possibilità di scegliere tra numerose proposte: un ciclo di conferenze pubbliche "I Giovedì dell'Astronomia", i laboratori didattici a tema astronomico per i più piccoli, i "Vivipadova: un laboratorio grande come la mia città" e le visite guidate speciale al Museo La Specola.

Per tutta la durata della rassegna sarà visitabile gratuitamente (dal martedì al venerdì, ore 10:00 – 13:00) la mostra iconografica "Immagini di Specola" che ripercorre l'evoluzione della raffigurazione della Specola dal Settecento a oggi attraverso riproduzioni edite e inedite. A completare l'esposizione ci sarà il **modello 3D della Specola** del 1767 realizzato nei laboratori dell'Osservatorio. Un evento davvero eccezionale sarà l'emissione di Poste Italiane del **francobollo** dedicato all'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova: il francobollo – unica emissione per il 2017 nell'ambito della tematica filatelica delle "Eccellenze del Sapere" – celebrerà i 250 anni dalla fondazione dell'Osservatorio Astronomico di Padova.

Le celebrazioni si chiuderanno il 29 settembre 2017 durante Notte Europea dei Ricercatori.



Sopra. La Specola di Padova, spaccato. Progetto di trasformazione della torre in Osservatorio dell'architetto Cerato.

Nella pagina precedente. La Specola di Padova, spaccato. Progetto di trasformazione della torre in Osservatorio dell'architetto Cerato.

Sotto. Il bozzetto del francobollo elaborato assieme all'Istituto Poligrafico. L'immagine ufficiale sarà visibile solo pochi giorni prima dell'emissione, il 21 marzo 2017, giorno in cui Poste Italiane sarà presente alla Specola di Padova con uno speciale annullo postale a disposizione del pubblico.

Il programma completo è consultabile sul sito web: www.oapd.inaf.it/specola250, dove sarà possibile prenotarsi ai singoli eventi.

La Rassegna Specola 2.5.0 è stata realizzata dall'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova insieme al Dipartimento di Fisica e Astronomia 'G. Galilei' dell'Università di Padova, con la partecipazione del Comune di Padova, dell'Accademia Galileiana, dell'International Astronomical Union e della Società Astronomica Italiana.



Stazione Spaziale Internazionale

A bordo della Stazione Spaziale Internazionale è in corso la Expedition 50 composta dal comandante Robert Kimbrough (NASA) e dagli ingegneri di volo Andrei Borisenko (Roscosmos), Sergey Ryzhikov (Roscosmos), Peggy Whitson (NASA) Thomas Pesquet (ESA) e Oleg Novitskiy (Roscosmos).

Il 22 febbraio è stata lanciato dal cosmodromo di Baikonur il cargo Progress MS-05, giunto sulla ISS due giorni dopo, come da programma.

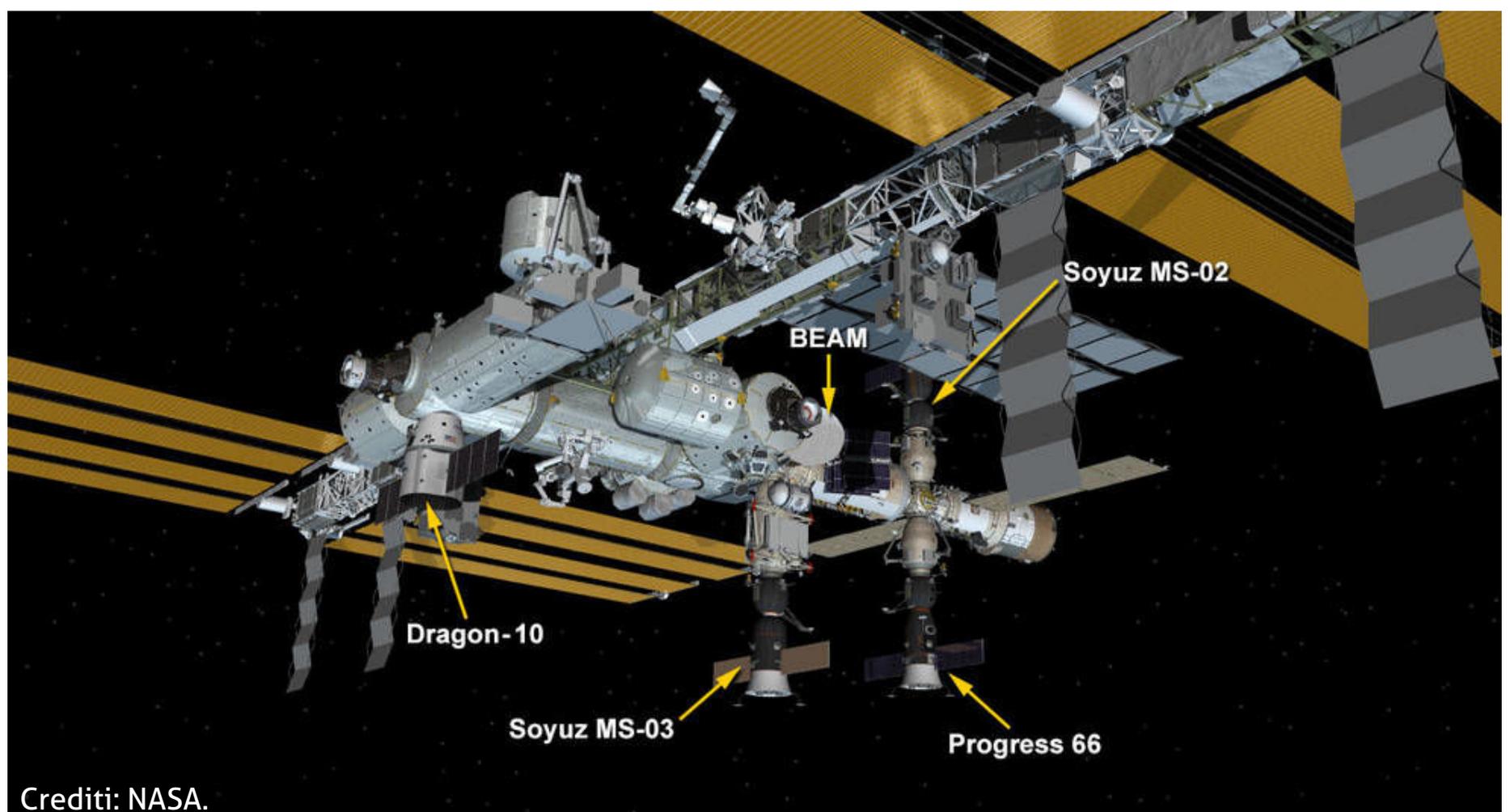
Piccolo problema invece alla capsula Dragon CRS-10 della SpaceX partita il 19 febbraio su un Falcon 9, che è stato il primo vettore non NASA a partire dalla storica rampa 39/A del Kennedy Space Center, la stessa rampa da cui partirono le missioni lunari e molte missioni dello Space Shuttle. Il 22 febbraio ha dovuto abortire la procedura di avvicinamento alla Stazione Spaziale a causa di un errore nel sistema di navigazione orbitale: giunta a circa 1200 metri dall'avamposto orbitale, ha interrotto le procedure e l'attracco è stato rinviato al giorno successivo, quando tutta la procedura di attracco assistita con il braccio

robotico della ISS è andata a buon fine.

Terminato il suo periodo a bordo, il 19 marzo la CRS-10 è stata sganciata dalla Stazione e rilasciata per il rientro, regolarmente avvenuto con ammaraggio nel Pacifico a circa 400 km dalla costa californiana. La capsula ha riportato a Terra circa 2500 kg di materiali, fra componenti ed esperimenti completati.

Per il 23 o il 24 marzo è previsto il lancio della capsula Cygnus OA-7 battezzata SS-John Glenn, in onore del noto astronauta recentemente scomparso all'età di 95 anni. Costruita dalla Orbital-ATK, la capsula trasporterà a bordo della ISS quasi tre tonnellate e mezza di materiali e rifornimenti e verrà lanciata dallo Space Launch Complex-41 di Cape Canaveral a bordo di un vettore Atlas 5.

Sulla Stazione Spaziale, oltre al modulo BEAM, sono attualmente ormeggiate la Progress MS-05 (66), la Dragon CRS-10, la Soyuz MS-02 (47) e la Soyuz MS-03 (48).



Crediti: NASA.

Mars Exploration Rover

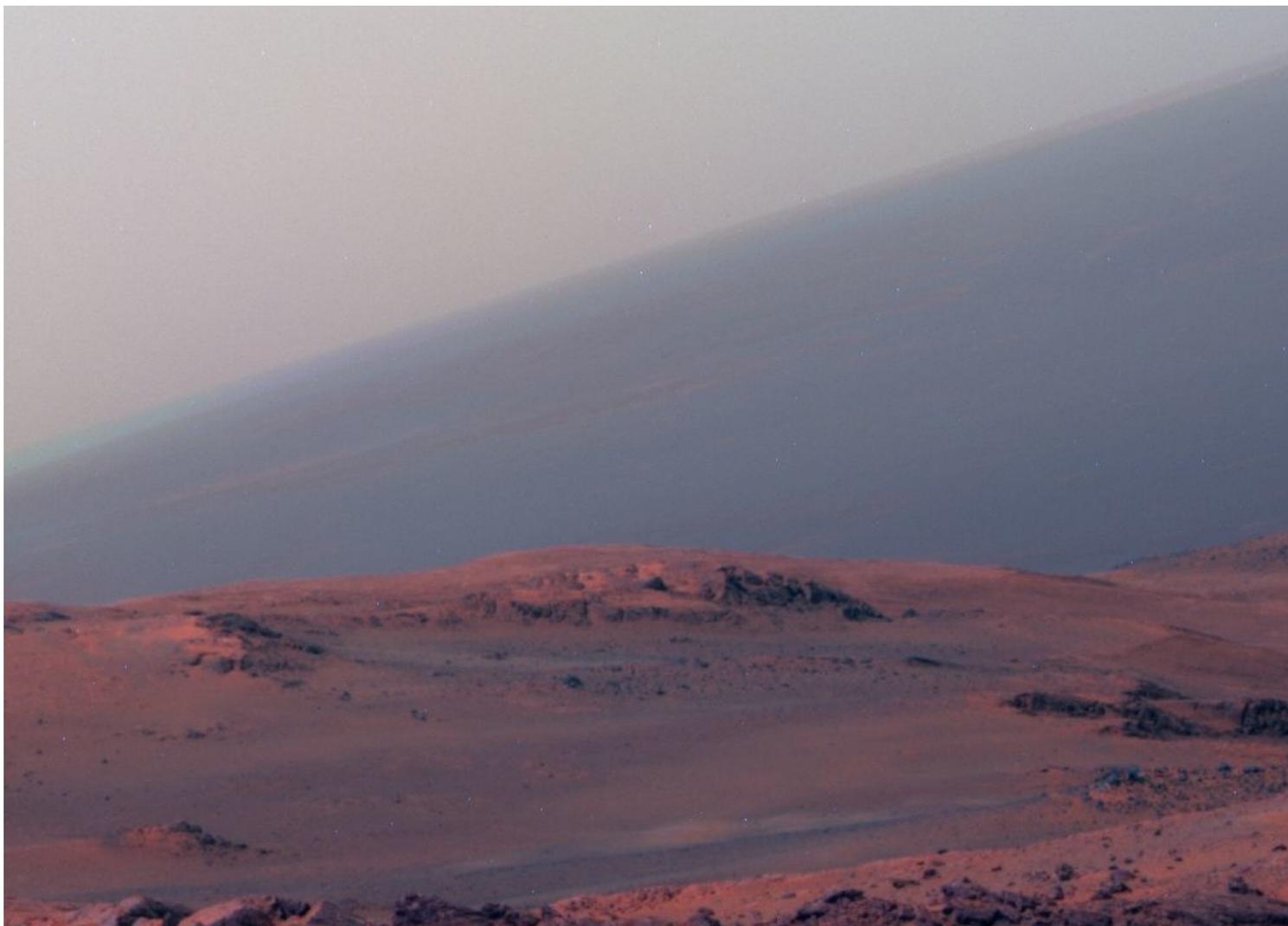
Opportunity – Marte, Sol 4676 (19 marzo 2017). Il MER-B si sta spostando verso sud costeggiando il bordo del cratere Endeavour. L'attuale obiettivo è raggiungere una scarpata che si trova a circa 700 metri a sud dell'attuale posizione.

Il 28 febbraio Oppy ha eseguito l'ultimo rilievo scientifico all'interno del cratere Endeavour, dopodiché ne è uscito in modo da puntare in modo deciso verso il suo attuale obiettivo. Come sempre lungo la strada le varie fotocamere e gli altri strumenti di bordo rilevano tutto ciò che è possibile registrare, dalle condizioni meteo alle immagini del panorama che circonda Oppy. L'opacità atmosferica è ancora alta, dopo le recenti tempeste di polvere che si sono verificate

nella regione, ma la situazione non è preoccupante e le operazioni proseguono speditamente anche perché il vento tendenzialmente pulisce i pannelli solari: infatti a un aumento dell'opacità atmosferica è corrisposto un miglioramento del fattore di polvere sui pannelli.

Al Sol 4663 (6 marzo 2017), l'energia generata dai pannelli solari è stata di 441 Wh con un'opacità atmosferica (τ) di 1,660 e un fattore polvere sui pannelli di 0,770 (pannelli perfettamente puliti hanno un fattore polvere di 1). Tutti i sistemi sono in condizioni di funzionamento nominale.

L'odometria totale è ora a 44,11 km percorsi sulla superficie di Marte.



A sinistra. Ripresa effettuata da Opportunity dalla cresta del bordo occidentale del cratere Endeavour. Crediti: NASA/JPL-Caltech/Cornell/ASU.

Mars Science Laboratory

Curiosity – Marte, Sol 1642 (19 marzo 2017). Il grande rover si trova alle falde del Monte Sharp, una formazione rocciosa alta 4800 metri posta al centro del cratere Gale, dove è atterrato oltre quattro anni fa.

I dati raccolti da Curiosity iniziano ad accumularsi e si possono già trarre delle indicazioni su diversi

aspetti osservati dal rover sul pianeta rosso. Possiamo parlare dei fenomeni atmosferici come i dust devil, i mulinelli già rilevati e fotografati dalle altre missioni che, a quanto pare, insieme ai venti della rarefatta atmosfera, sono in grado comunque di provocare fenomeni di erosione e modellare la superficie marziana, con la formazione di accumuli di polveri e la creazione di

dune, anche sul fondo del cratere Gale e intorno al Mount Sharp, nonostante appaiano come zone potenzialmente "riparate". Tutti questi studi vorrebbero capire la genesi delle varie tipologie di dune e sedimentazioni e lo studio del fondo del cratere Gale potrebbe aiutare anche in questo

compito. Di fatto Marte ha una tale varietà di formazioni geologiche da studiare che sarà ben difficile riuscire a definirle tutte: gli studiosi planetari hanno *pane per i loro denti*...

Intanto il lavoro prosegue.



Sopra. Un dust devil in lontananza del 17 febbraio 2017 Crediti: NASA/JPL-Caltech/TAMU.

La NASA e il Presidente Trump

Il nuovo budget per la NASA in fase di discussione da parte del Congresso americano non ha avuto le modifiche temute verso il basso, ma si è attestato su valori simili a quelli precedenti.

La cosa che si nota al primo impatto è la riduzione del budget per ciò che riguarda la salvaguardia del nostro pianeta, con la cancellazione di alcune missioni che dovevano concentrarsi su aspetti critici del clima e dell'osservazione dell'ecosistema terrestre, ma questo era prevedibile in quanto Trump non considera importanti le discussioni sull'aumento di temperatura globale dovuto all'effetto serra, evidenziato proprio dalla cancellazione della missione OCO-3, in grado di studiare esattamente quel problema.

Vediamo però un rilancio dell'esplorazione, con la prosecuzione del programma Orion e SLS (capsula abitata e lanciatore pesante) che potranno un giorno portare gli americani nuovamente in orbita in maniera autonoma, e probabilmente anche oltre quell'orbita bassa che non lasciamo da 45 anni. Questo indica che comunque la voglia di esplorazione esiste, ma un'altra cancellazione, la

Asteroid Redirect Mission vuole mettere in chiaro che queste sono scelte diverse rispetto a Obama che aveva voluto quel progetto.

Non mancano i finanziamenti alle missioni planetarie, fra cui la parte orbitale di Europa Clipper (si perde l'eventuale lander) e in generale su questo campo siamo a un 20% in più di budget, cosa che comunque fa piacere, soprattutto pensando agli ultimi entusiasmanti risultati di questo tipo di missioni.

Mancano invece riferimenti precisi che riguardano i rapporti e la gestione delle aziende spaziali private, anche se l'impressione che le si voglia spingere a proseguire il loro lavoro è forte: se l'amministrazione rimane un po' indietro con i programmi, commercialmente le aziende private devono correre. Purtroppo questo atteggiamento può risultare pericoloso, soprattutto con l'approssimarsi dei veicoli per il trasporto umano; speriamo che non siano spinte a spostare verso l'alto l'asticella del rischio.

Altro punto a sfavore è una riduzione degli stanziamenti per l'istruzione, cosa che potrebbe

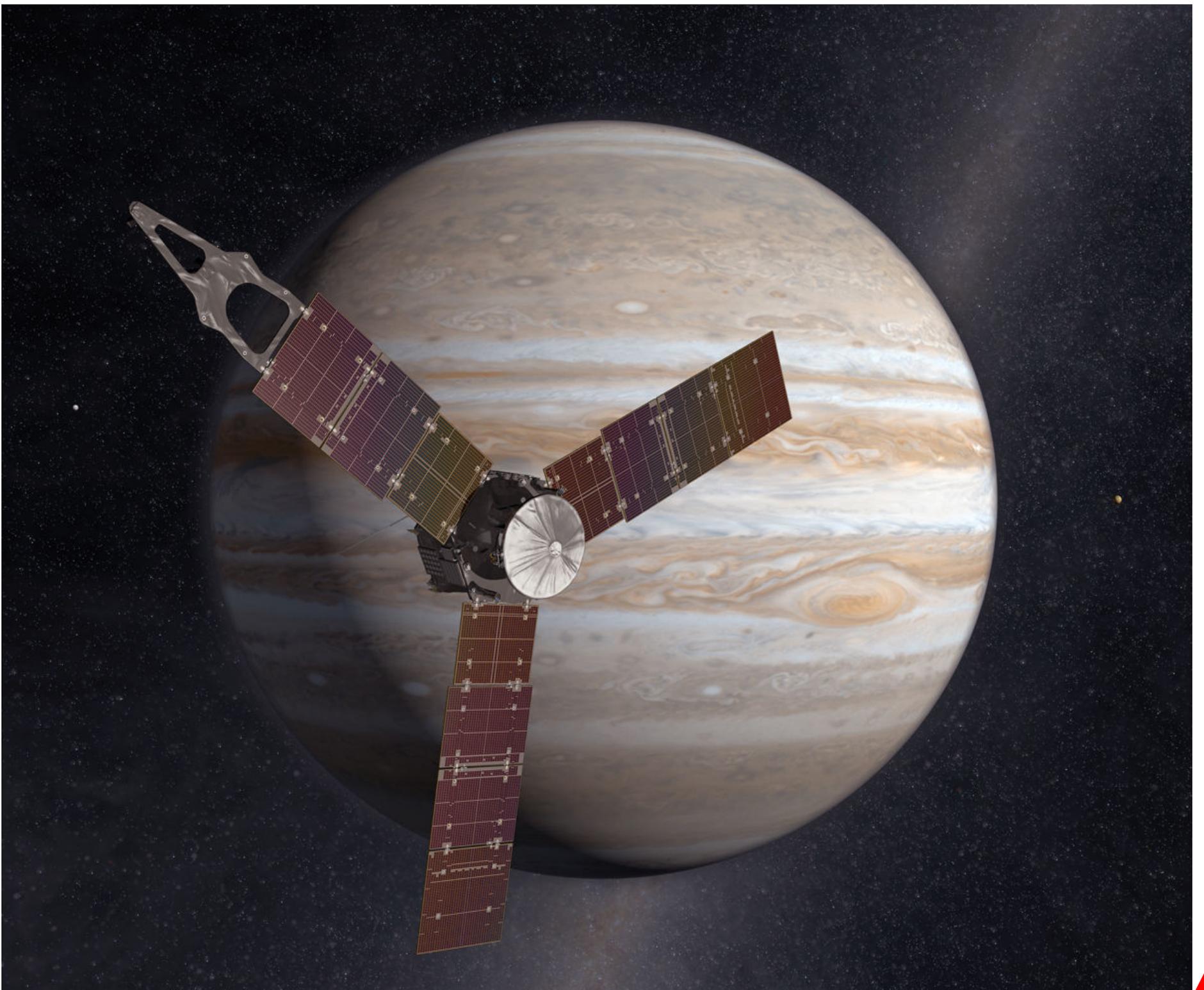
ridurre la parte divulgativa che oggi più che mai rende disponibili al grande pubblico tutta una serie di notizie e informazioni che piacciono a tutti, non solo agli appassionati, un esempio su tutti la notizia del sistema Trappist con i suoi pianeti potenzialmente abitabili.

JUNO

La NASA ha deciso che il motore principale della sonda Juno non ha l'affidabilità necessaria per eseguire manovre in grado di alterare l'orbita del veicolo, ragion per cui resterà nell'orbita iniziale (3750 km x 7973000 km x 90,7°) con un periodo di 53 giorni terrestri. Le orbite molto più lunghe del previsto porteranno un allungamento della missione e una quantità maggiore di tempo disponibile per l'elaborazione dei dati che arriveranno a Terra fra un'orbita e la successiva.

Insomma, cambiamenti ce ne sono, ma ricordiamoci che comunque siamo ancora in una fase di proposta che dovrà essere approvata sia dalla Camera che dal Senato e che quindi è ancora passibile di modifiche.

Essendo il punto di periastro poco diverso da quello previsto dalle orbite più strette, si potranno comunque eseguire tutti i rilievi programmati dagli avvicinamenti molto spinti delle nubi esterne e, anzi, con un apoastro così lontano si potrà studiare in modo più approfondito l'intensa magnetosfera del gigante gassoso. In fondo non tutti i mali vengono per nuocere...



Novità, Tendenze e Tecnologie dal Mondo del Mercato dell'Astronomia Amatoriale

Telescopio Maksutov-Cassegrain Meade ETX 125 Observer GoTo con accessori

La nuova serie di telescopi GoTo Meade ETX Observer (presentata su Coelum Astronomia 201 pag. 82) si è arricchita di un nuovo modello, l'ETX Observer 125, un Maksutov-Cassegrain che si affianca ai due modelli più piccoli esistenti, ovvero l'ETX80 (un rifrattore acromatico da 80 mm) e il Maksutov-Cassegrain ETX90 (apertura 90 mm).

L'ETX 125 Observer ha un'apertura di 127 mm di diametro (5") e una focale di 1900 mm (f/15); il tubo ottico è montato su una forcella motorizzata, dotata di sistema di puntamento computerizzato GoTo tramite la pulsantiera AudioStar, che dispone di un catalogo di oggetti molto ampio – oltre 30000 corpi celesti – e speaker per l'ascolto delle guide vocali all'osservazione (in inglese) incluse in memoria.

È uno strumento adatto all'osservazione di tutti gli oggetti, compatto e facile da usare e da trasportare. Si presta anche all'astrofotografia a lunga esposizione grazie alla piastra equatoriale posizionata alla base della montatura, che permette un facile allineamento al polo nord celeste.

Le ottiche sono trattate UHTC (Ultra-High Transmission Coatings) per fornire immagini estremamente brillanti e contrastate.

Il telescopio è accessoriatato con due oculari Super Plössl (26 mm e 9,7 mm con barilotto 31,8 mm, che forniscono rispettivamente ingrandimenti

73x e 196x), il cercatore LED red dot (a punto rosso) per facilitare il riconoscimento del campo inquadrato, un flip mirror interno, diagonale 90° integrata, il treppiede in acciaio e software astronomico Autostar Suite in DVD.

Il prezzo è di 1 029,00 €.

www.skypoint.it

Principali caratteristiche tecniche:

Apertura	127 mm
Schema ottico	Maksutov-Cassegrain
Trattamento ottico	UHTC Meade, alto contrasto e luminosità
Lunghezza focale	1900 mm
Rapporto focale	F/15
Cercatore	LED Red Dot - a punto rosso
Oculari	Diametro barilotto 1.25" (31,8 mm); Super Plössl 26 mm e 9,7 mm
Montatura	A forcella, doppio sostegno
Pulsantiera	Meade AudioStar
Database oggetti	30000 corpi celesti
Treppiede	In acciaio, estendibile, con piastra equatoriale
PEC	Si
Peso	15 lbs (6.8 kg) il telescopio - 9.7 lbs (4.4 kg) il treppiede

Astroinseguitore Fornax LIGHTRACK II

L'azienda ungherese Fornax 2002 Ltd, noto produttore di montature di precisione e accessori per l'osservazione astronomica, ha da poco reso disponibile anche un astroinseguitore, il LighTrack II.



Al parco delle montature astronomiche Fornax 2002 Ltd, che include già i modelli equatoriali alla tedesca Fornax 52, 100 e 150 progettati per gestire con precisione setup astronomici dai 35/40 kg in su, si è aggiunto nel 2017 un nuovo prodotto diverso, alla portata di tutti e destinato agli astrofotografi: il LighTrack II. Si tratta di un astroinseguitore (una montatura motorizzata adatta alle riprese fotografiche su campo) con una capacità di carico fino a 6 kg, sviluppato per garantire la massima portabilità (la testa pesa solo 1,3 kg) e soprattutto precisione di inseguimento grazie alla lavorazione artigianale



seguito elevati standard qualitativi.

Il Lightrack II è disponibile nella versione base (con solo la testa completa di motorizzazione e alimentatore) oppure avanzata, completo degli accessori opzionali: il treppiedi, la testa FMW-200 WEDGE (altamente consigliata per la maggior stabilità, precisione e maneggevolezza che la rendono ideale per l'astrofotografia) e cannocchiale polare (HM5 POLAR ALIGNMENT SCOPE) per l'allineamento preciso al polo celeste sia all'emisfero boreale che australe.

La versione base dell'astroinseguitore Fornax LIGHTRACK II è proposta dal distributore italiano NadirAstronomia a 590 €.

www.nadir-astronomia.it

Specifiche tecniche:

Peso della testa	1,3 kg
Dimensioni	28 x 14 x 8 cm
Lunghezza focale max utilizzabile	600 mm
Carico massimo	6 kg
Lunghezza massima esposizioni	2 ore
Attacco per treppiedi	Tipo EQ5 / Triton / Manfrotto
Errore Periodico	< 1 arcsec (8 min)
Tensione di funzionamento	12 VDC
Corrente a pieno carico	150 mA
Accessori opzionali	FMW-200 WEDGE Cannocchiale polare HM5 Treppiedi

Collimatore Laser Artesky astrofotografia

Artesky propone un nuovo collimatore laser rosso per Newton e Dobson – con intensità luminosa regolabile in 7 posizioni diverse – che permette di controllare se il telescopio è ben collimato ed eventualmente di ricollimarlo velocemente in maniera molto precisa.

Il collimatore è costruito completamente in metallo con un lungo barilotto (da 31,8 mm di diametro) per evitare movimenti all'interno del foceggiatore. La visione a 45° del ritorno della luce è confortevole così come la possibilità di regolare l'intensità luminosa in 7 posizioni diverse. Inoltre, la sezione a 45° permette la collimazione di grossi strumenti anche a una sola persona.

È particolarmente adatto per Newton Skywatcher, Celestron, TS, GSO, ecc.

Il prezzo è di 49 €.

www.telescopi-artesky.it



RA extension Kit per Losmandy G11

Dalla mitica azienda californiana Losmandy arriva un'utile novità riservata ai possessori di una montatura G11: l'RA extension kit. Si tratta di una serie di distanziali che permettono di distanziare i motori di AR e DEC dai due assi, rendendo così possibile l'inversione del meridiano. Inoltre grazie alle due boccole di serraggio frontali è possibile separare l'asse di DEC da quello di AR rendendo la montatura più leggera e facile da trasportare.

L'installazione è semplice e veloce, e non richiede nessuna taratura o regolazione particolare. Il kit comprende anche un set di chiavi a brugola e manopole di fissaggio.



Il kit ha un costo di 395 €.

www.primalucelab.com

Vixen Polarie upgrade kit astrofotografia

Il Polarie, il famoso inseguitore super compatto della Vixen (vedi Coelum Astronomia 155, pag 49) è diventato "smart". L'azienda giapponese ha infatti da poco reso disponibile un kit che permette di upgradare la versione base e migliorarne le già ottime prestazioni.

Il Vixen Polarie (a questo link la descrizione completa) è un accessorio che consente di riprendere panoramiche a largo campo del cielo notturno di entrambi gli emisferi; molto compatto e trasportabilissimo (è più piccolo di una reflex digitale, misurando 95 x 137 x 58 mm per 0,74 kg di peso) è però in grado di sopportare setup fino a quasi 3 kg.

Il kit è stato progettato per aumentare il carico dell'astroinseguitore che è stato raddoppiato consentendogli di portare fino a 6,5 kg di setup (quindi due camere o obiettivi fotografici fino a 150 mm circa, o anche piccoli telescopi, senza l'uso del contrappeso aggiuntivo e della relativa barra per fissarlo). Comprende la testina fotografica Vixen Deluxe di precisione, il cannocchiale polare PF-L, il blocco portaslitte e la slitta a coda di rondine DD.

Il kit si attacca al Vixen Polarie tramite tre viti a brugola e ha una semplice leva di sgancio rapido per regolare la posizione dell'apparecchiatura collegata. Per chi già possiede il Vixen Polarie, l'upgrade ha un costo di 699 euro, mentre lo

strumento completo Vixen Polarie Smart è in offerta a 984 euro (include: l'astroinseguitore Polarie, il treppiede M-155MA, la testa a sfera QHD-33, il Polar Meter, la testina fotografica di precisione Deluxe, la slitta a coda di rondine e il relativo morsetto di montaggio).

www.skypoint.it



Omegon Telescopio Dobson 203/1000 Push+

Una novità che arriva dalla Germania: uno strumento semplice, un dobson, abbinato alla tecnologia del Push+ Objektfinder. L'accoppiata, marchiata Omegon, è uno telescopio di buon diametro, adatto all'osservazione di Luna, pianeti e profondo cielo, facile da usare e da trasportare, economico ma nel contempo sofisticato al punto di essere controllabile tramite uno smartphone!

Il cuore di ogni telescopio è costituito da una buona ottica: lo specchio principale del Dobson

Omegon 8" con Push+ Objektfinder ha un diametro di ben 203 mm, di forma parabolica ed è in grado di offrire immagini nitide fino ai margini.

La montatura è semplice, quella tipica dei Dobson, dotata però di un innesto per slitte GP di tipo Vixen che permette di montare altri telescopi alla rockerbox tramite la slitta stessa e di sfruttare il sistema Push+ (vedi anche Coelum n. 206 pag. 33) anche con altre ottiche (i newtoniani fino a 8" di diametro garantiscono il funzionamento ottimale). Gli encoder digitali integrati inoltre consentono al telescopio di orientarsi in

Tipo	Riflettore Newton
Apertura (mm)	203
Lunghezza focale (mm)	1000 (f/4,9)

Foceggiatore Crayford

Tipo di montatura	Dobson
Sistema di controllo GoTo	PushTo
Inseguimento	no
Tipo di supporto	Rockerbox (in legno)

Accessori inclusi

Oculari 1,25"	K 25 mm, K 10 mm
Cercatore	Cercatore a punto rosso

Generale

Serie	Push+
Consiglio speciale	sì

Campi di utilizzo

Luna e pianeti	sì
Nebulose e Galassie	sì
Osservazione della natura	non consigliato
Astrofotografia	no
Sole	non consigliato (solo con un filtro solare appropriato)

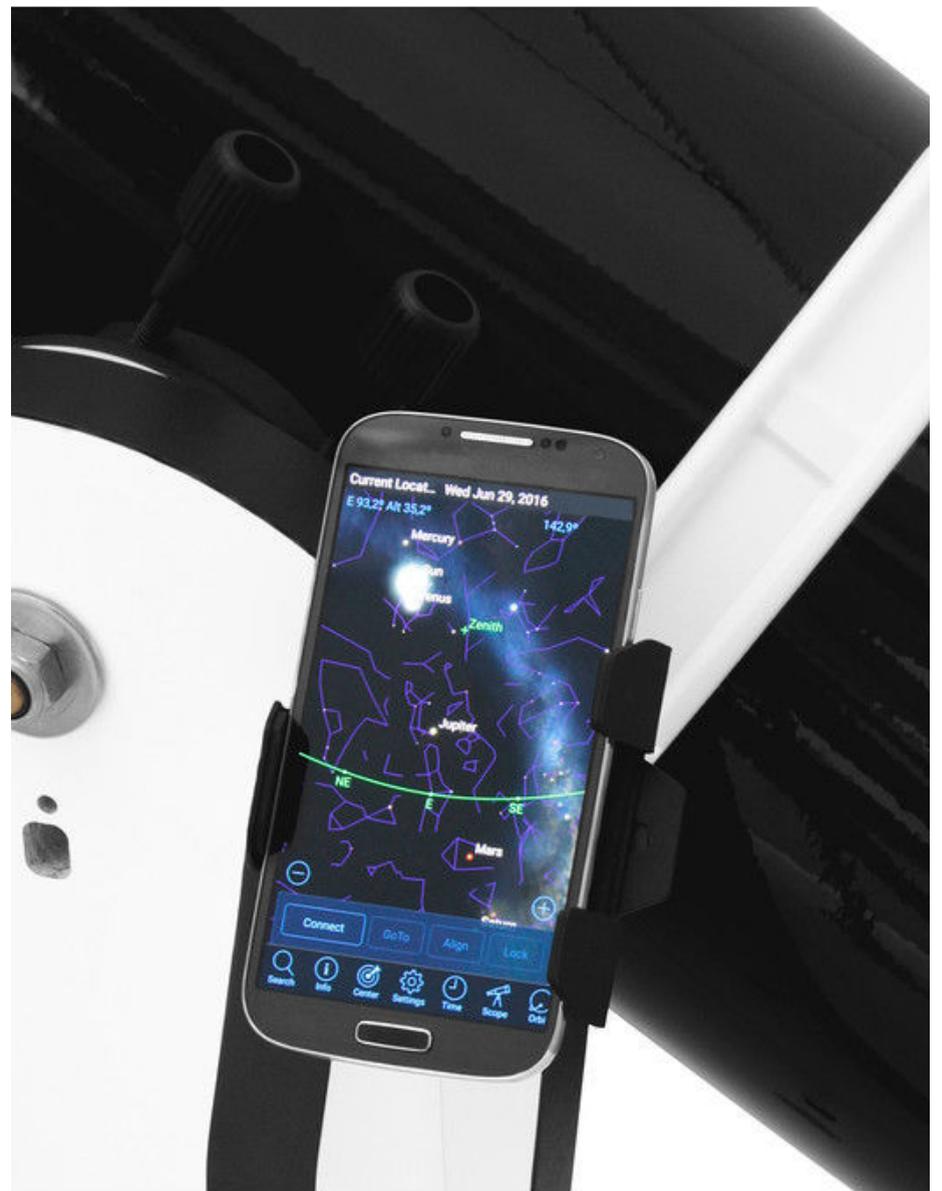


autonomia e di individuare tramite l'apposito software gli oggetti celesti: il tutto usando solo uno smartphone (Android) o il PC via bluetooth 2.0 (portata 10 metri).

I vantaggi in breve:

- Con Push+ Objektfinder e lo smartphone è possibile individuare qualsiasi oggetto nella volta stellata
- Digital Encoder integrati.
- Connessione senza cavi allo smartphone, grazie al bluetooth 2.0 (10 metri).
- Supporto per smartphone incorporato: adatto a tutti i dispositivi fino a 75 mm di larghezza
- Software: per il comando del vostro telescopio utilizzate l'applicazione (opzionale) SkySafari® 4 Plus per Android o i programmi Cartes du Ciel® o Stellarium® per PC
- Innesto GP: montaggio di qualsiasi telescopio dotato di slitta GP.

Il prezzo è di 589 €.



www.astroshop.it

Hawaiian Starlight

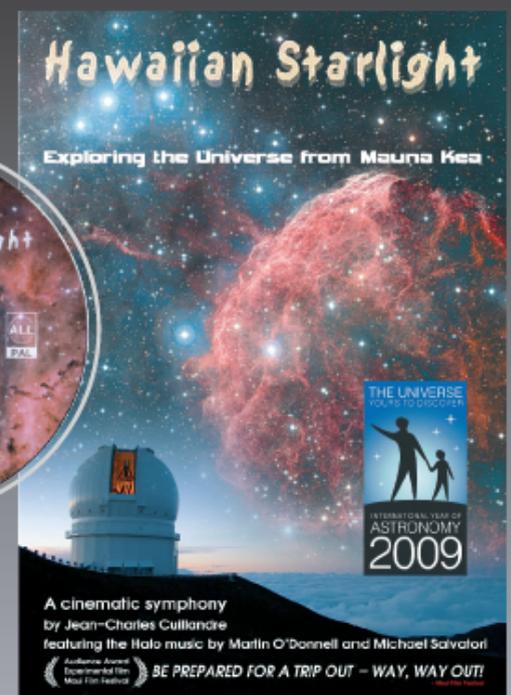
Esplorando l'Universo dal Mauna Kea

Un film by Jean-Charles Cuillandre
Musiche by M. O'Donnell e M. Salvatori
Film digital technology by Sidik Isani

Immagini astronomiche CFHT by
Jean-Charles Cuillandre &
Giovanni Anselmi
(Coelum Astronomia)

ORA DISPONIBILE IN DVD
anche per proiezione al pubblico

15,80 €



Trailer disponibile su www.coelumstream.com

La cima del monte Mauna Kea (4205 m), nelle Hawaii, offre la migliore vista sul cielo dell'emisfero boreale: questo filmato in DVD propone un'esperienza unica di visione delle bellezze dell'universo, in una alternanza di scene naturali riprese di giorno e di notte con sequenze del cielo ricavate direttamente dal telescopio CFHT del Mauna Kea: nessuna immagine è stata generata al computer.

Dopo ben sette anni di accurata lavorazione, questa sinfonia cinematografica rivela la spettacolare bellezza del monte Mauna Kea e del suo indissolubile legame con il Cosmo, grazie alla magia offerta dalla tecnica cinematografica del "time-lapse", il tutto accompagnato dal sottofondo musicale composto da Martin O'Donnell e Michael Salvatori.

Per maggiori informazioni: www.coelum.com/astroshop

Le Sette Meraviglie di **TRAPPIST-1**

di Mario Damasso

Un sistema stellare di almeno sette pianeti delle dimensioni della Terra a soli 40 anni luce di distanza! I sette pianeti sono stati visti in transito di fronte alla loro stella, Trappist-1, e tre di loro si trovano nella zona di abitabilità. È il più numeroso sistema di pianeti simili alla Terra e con il maggior numero con possibilità di avere acqua liquida, e quindi sostenere la vita, finora trovato. Scopriamone le caratteristiche.

Mi piace immaginarli tutti con una birra in mano, gli astronomi del gruppo capitanato da Michaël Gillon dell'Università di Liegi. Un'ottima birra belga per festeggiare la bellissima scoperta del sistema planetario attorno alla stella TRAPPIST-1, annunciata alla fine di febbraio, sei mesi dopo l'annuncio della rivelazione di un pianeta probabilmente terrestre e potenzialmente abitabile attorno a Proxima Centauri (leggi della scoperta del pianeta extrasolare Proxima b su Coelum Astronomia 204). Gli ultimi mesi sono stati quindi molto intensi dal punto di vista della ricerca di nuovi mondi vicini al Sistema Solare e che offrono enormi prospettive per gli studi sulla loro abitabilità. E questa è solo la punta dell'iceberg.

La Stella e il Sistema Planetario

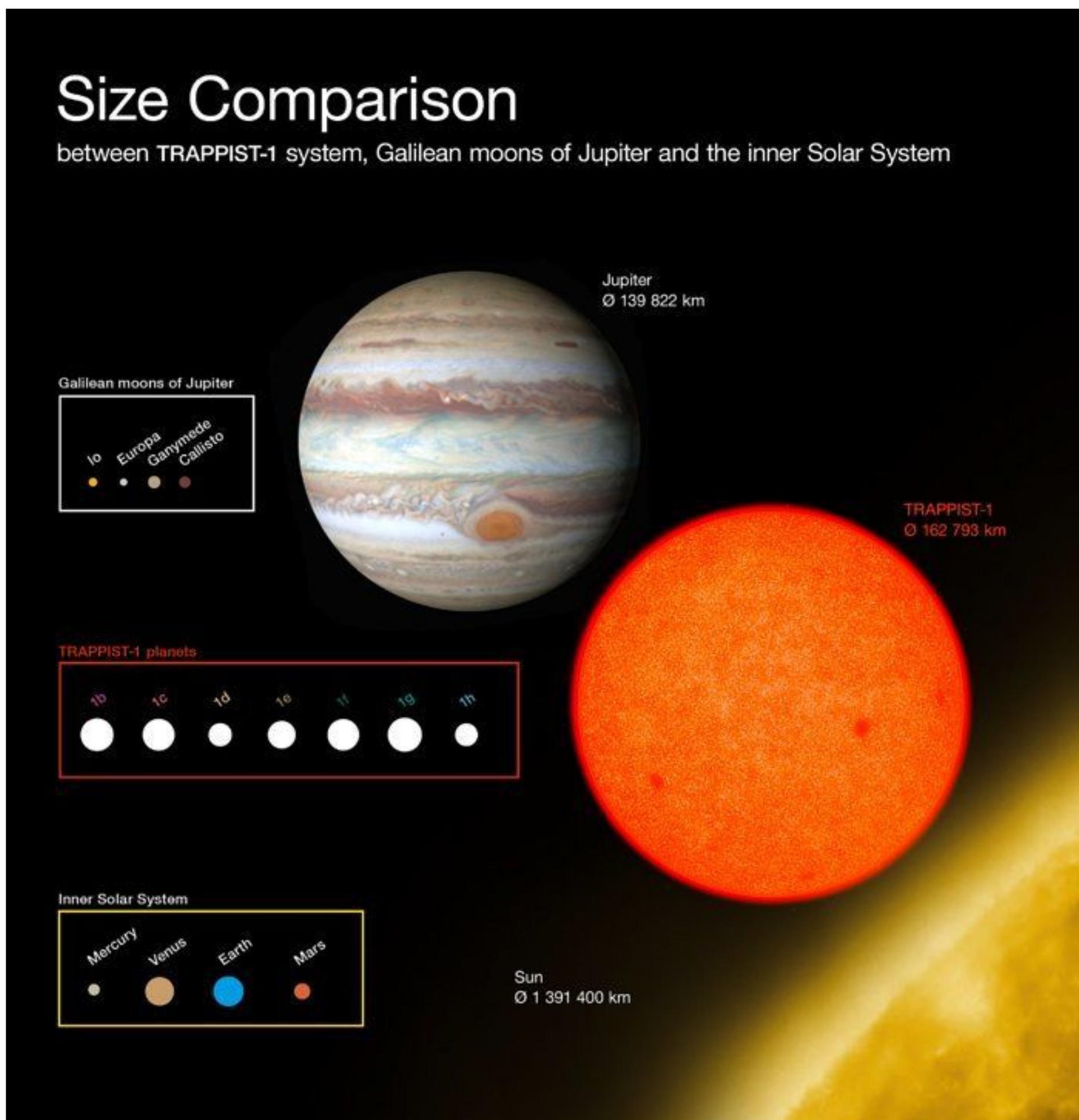
TRAPPIST-1 è una piccola stella poco massiccia (ha circa le dimensioni di Giove e una massa pari all'8% di quella solare) collocata a 12 parsec dal Sole e che fa parte del catalogo stellare selezionato dal programma osservativo TRAPPIST. Questo progetto ha tra gli obiettivi principali quello di rivelare e caratterizzare pianeti in transito attorno a stelle nane rosse, proprio come TRAPPIST-1. Attorno a questa stella molto debole (magnitudine visuale $V \sim 19$) il team di Gillon ha rivelato con il metodo del transito fotometrico la presenza di sette pianeti di tipo terrestre su orbite

coplanari, già battezzati "le sette meraviglie di TRAPPIST-1". Questo è al momento il sistema planetario con il più grande numero di pianeti rocciosi e il più grande numero di pianeti potenzialmente abitabili mai scoperti fino ad ora. I risultati sono stati presentati in un articolo pubblicato dalla rivista Nature.

Cinque pianeti (identificati con le lettere *b*, *c*, *e*, *f*, e *g*) hanno dimensioni simili a quelle terrestri,

mentre il raggio degli altri due (*d* e *h*) si colloca tra quello di Marte e quello terrestre. Questi pianeti ricevono un'insolazione che va da circa il 10% fino al 400% di quella terrestre, con TRAPPIST-1d che riceve un irraggiamento simile a quello della Terra, circostanza che lo rende particolarmente interessante.

La scoperta di questo sistema planetario dall'architettura piuttosto complessa è



Sopra. Nell'immagine, a confronto le dimensioni di TRAPPIST-1 e dei suoi pianeti con il Sole e i corpi del Sistema Solare. Come si può vedere tutti i sette pianeti hanno dimensioni paragonabili a quelle della Terra. Credit: ESO/O. Furtak.

La Notizia

È il 22 febbraio 2017: in conferenza stampa dai quartier generali della NASA a Washington, ecco svelata la notizia che ormai, quasi di regola, si è rimbalzata tra embarghi rispettati e meno.

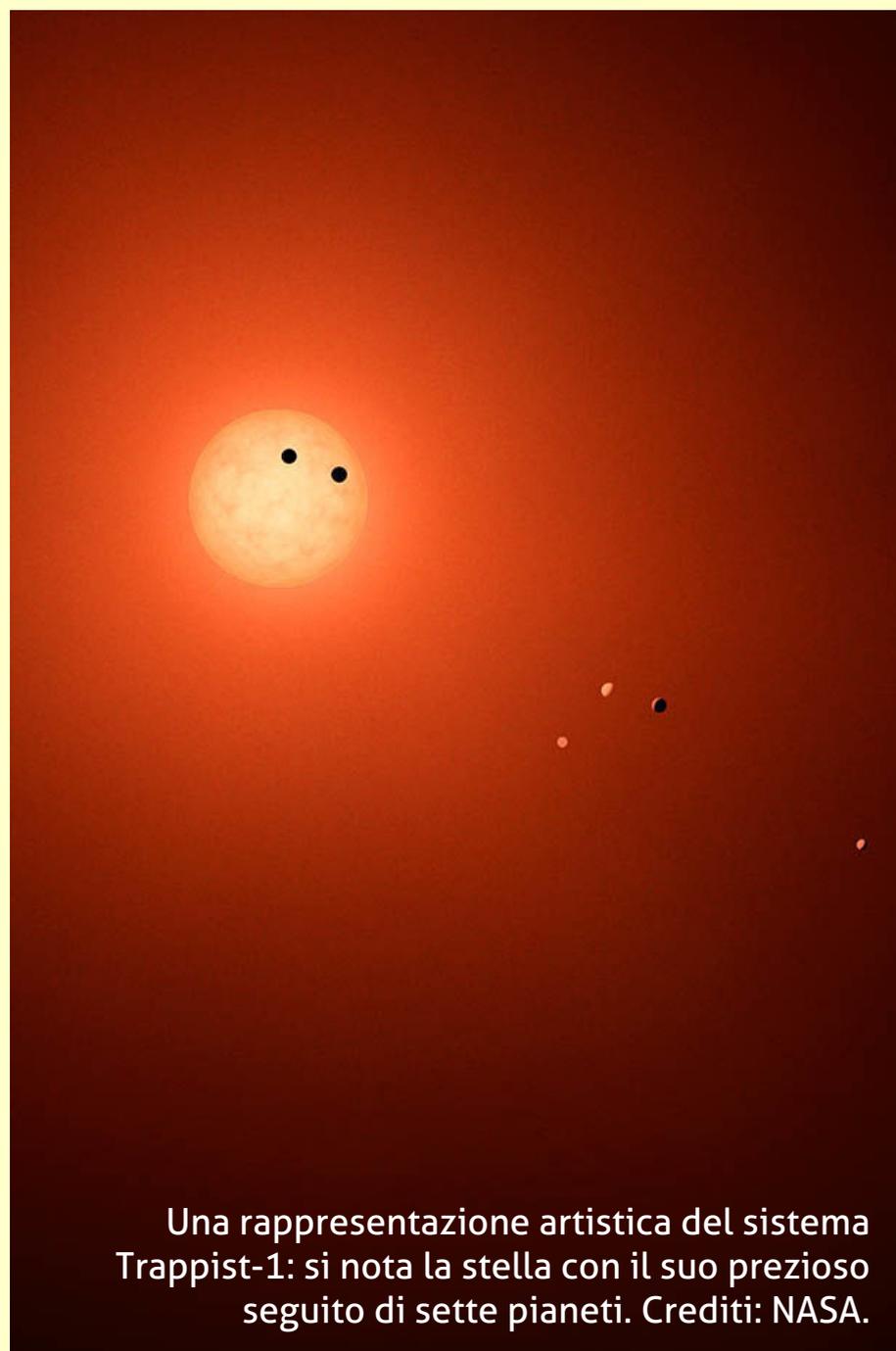
Dopo solo un anno dalla scoperta di tre pianeti attorno alla stella TRAPPIST-1, utilizzando il telescopio TRAPPIST-Sud dell'ESO di La Silla, il Very Large Telescope (VLT) al Paranal e il telescopio spaziale NASA Spitzer, e numerosi altri telescopi in tutto il mondo, gli astronomi hanno confermato che i pianeti in orbita attorno alla fredda nana rossa **sono almeno sette**. Tutti i pianeti, etichettati TRAPPIST-1b, c, d, e, f, g e h (in ordine crescente di distanza dalla loro stella madre), hanno dimensioni simili alla Terra. Cali di luminosità della luce proveniente dalla stella, causate da ciascuno dei sette pianeti in transito di fronte ad essa, hanno permesso di dedurre informazioni sulle loro dimensioni, la loro composizione e orbita. Così si è scoperto anche che almeno sei dei sette pianeti sono paragonabili, per dimensioni e temperatura, alla Terra.



L'autore dello studio, pubblicato su Nature, **Michaël Gillon** dell'Istituto STAR presso l'Università di Liegi, in Belgio, è chiaramente felice del risultato:

«Si tratta di un sistema planetario incredibile – non solo perché abbiamo trovato così tanti pianeti, ma perché sono tutti sorprendentemente simili per dimensioni alla Terra!»

Con solo l'8% della massa del Sole, TRAPPIST-1 è una stella molto piccola – solo di poco più grande del pianeta Giove – e anche se a soli 40 anni luce da noi, nella costellazione dell'Acquario, ci appare molto debole. Ci si aspettava che tali nane rosse potessero ospitare pianeti delle dimensioni della



Una rappresentazione artistica del sistema Trappist-1: si nota la stella con il suo prezioso seguito di sette pianeti. Crediti: NASA.

Terra in orbite molto strette, e sono diventate per questo motivo i bersagli promettenti per la ricerca di vita extraterrestre. TRAPPIST-1 è il primo sistema del genere a essere stato finora osservato.

Co-autore dello studio è **Amaury Triaud**: *«La produzione di energia di stelle nane come TRAPPIST-1 è molto più debole di quella del nostro Sole. I pianeti hanno bisogno di essere in orbite molto più vicine di quanto accade nel Sistema Solare, perché possa esserci acqua in superficie. Fortunatamente, sembra che questo tipo di configurazione compatta sia proprio quello che abbiamo visto attorno a TRAPPIST-1!»*.

Tutti i pianeti individuati in questo nuovo sistema stellare sono di dimensioni simili alla Terra e Venere e le misurazioni di densità suggeriscono che almeno i sei più interni siano con molta probabilità di natura rocciosa.



L'Osservatorio TRAPPIST-South a La Silla (Cile).
Crediti: E. Jehin/ESO.

Le orbite sono non più grandi di quelle del sistema di lune galileiane di Giove, e molto più piccole rispetto all'orbita di Mercurio. Tuttavia, le piccole dimensioni di TRAPPIST-1 e la sua bassa temperatura portano a far avere ai suoi pianeti un'energia comparabile a quella che il Sole offre ai nostri pianeti interni. In particolare TRAPPIST-1c, d e f ricevono una quantità di energia simile a quella che ricevono Venere, Terra e Marte, rispettivamente.

Sebbene tutti e sette i pianeti potrebbero potenzialmente avere acqua allo stato liquido sulla loro superficie, i modelli climatici suggeriscono che i pianeti più interni, TRAPPIST-1b, c, d, siano con ogni probabilità troppo caldi, mentre quello più esterno, TRAPPIST-1h, troppo distante e freddo – sempre assumendo l'assenza di processi di riscaldamento alternativi.

TRAPPIST-1e, f, g, invece, rappresentano il Santo Graal per gli astronomi a caccia di pianeti abitabili: orbitano nella zona di abitabilità della stella e potrebbero quindi ospitare oceani di

acqua di superficie.

Pur non potendo dare per scontato che davvero almeno uno dei sette pianeti risulti simile alla Terra, sono comunque tutti elementi che rendono TRAPPIST-1 un obiettivo estremamente importante per i prossimi studi sulla ricerca di esopianeti e vita extraterrestre.



Il Telescopio Spaziale Hubble (ESA/NASA) è già allo studio delle atmosfere dei pianeti e il team guidato da **Emmanuel Jehin** è comprensibilmente entusiasta:

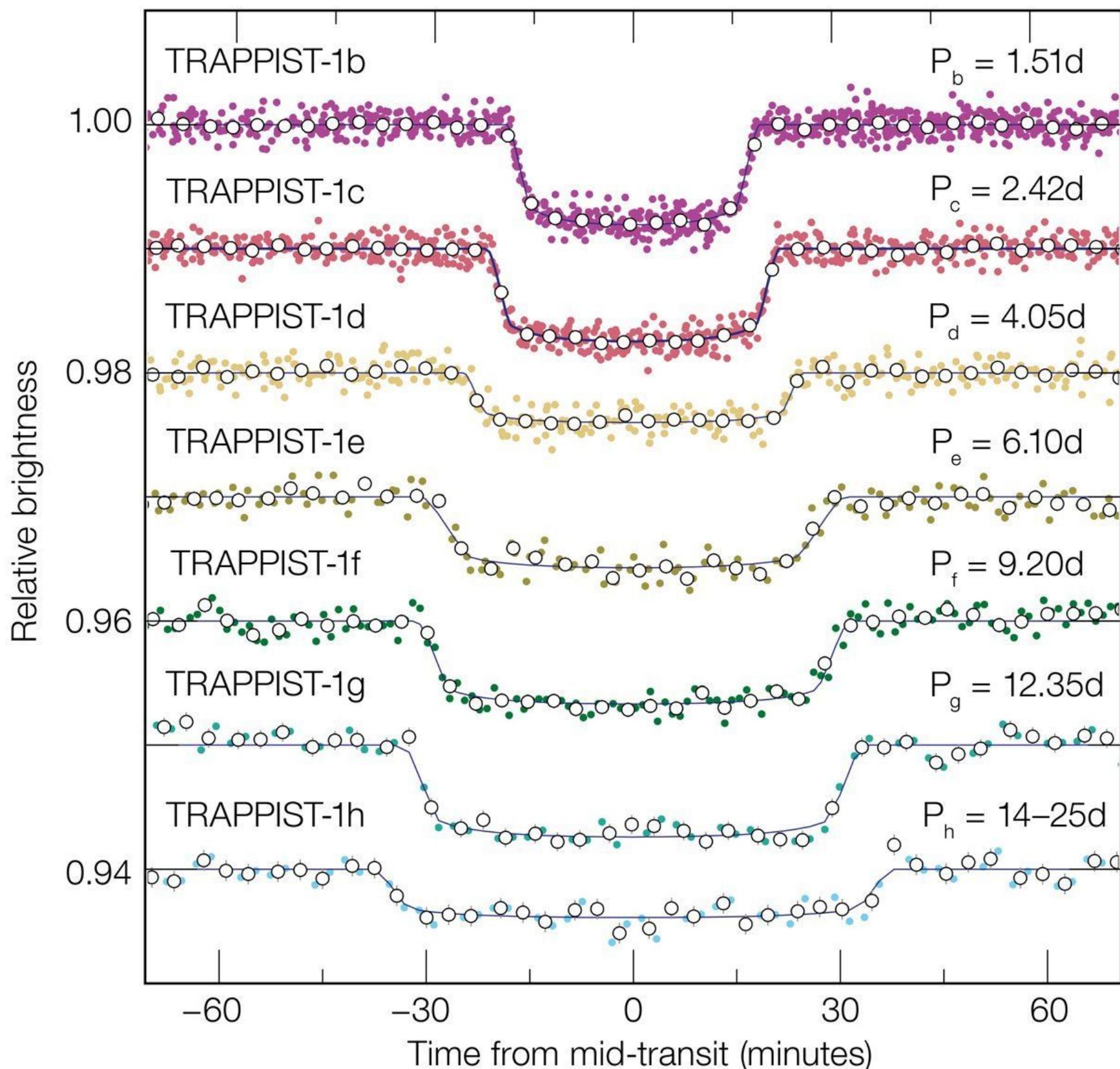
«Con la prossima generazione di telescopi, come l'European Extremely Large Telescope dell'ESO e il James Webb Space Telescope di NASA/ESA/CSA, saremo presto in grado di cercare evidenze della presenza di acqua e, forse, anche la prova dell'esistenza di forme di vita su questi mondi».



DATA ROVER™

TECNOLOGIE SOFTWARE AVANZATE PER IL CONTROLLO DEI DATI AZIENDALI
www.data-rover.com





Sopra. Le curve di luce della stella TRAPPIST-1 in occasione del transito di ognuno dei sette pianeti. Che si tratti di un'occasione straordinaria ce lo dice anche il fatto di trovarci in una posizione privilegiata per riuscire a vedere il sistema "di taglio" in modo da poter rilevare i pianeti nel loro moto davanti alla stella. Crediti: ESO/M. Gillon et al.

particolarmente entusiasmante prima di tutto perché è stato il frutto di un investimento osservativo davvero intenso, che ha richiesto l'utilizzo di un gran numero di strumenti sparsi nel mondo, come i telescopi TRAPPIST in Cile e Marocco, il VLT cileno, il telescopio UKIRT alle Hawai'i, il William Herschel e il telescopio Liverpool alle Canarie, fino ad arrivare in Sud Africa. A completamento delle osservazioni su suolo terrestre è stato decisivo l'apporto del telescopio spaziale Spitzer, che ha osservato la stella nell'infrarosso quasi continuamente per 20 giorni permettendo, grazie a questa copertura temporale, di ricostruire senza ambiguità le orbite

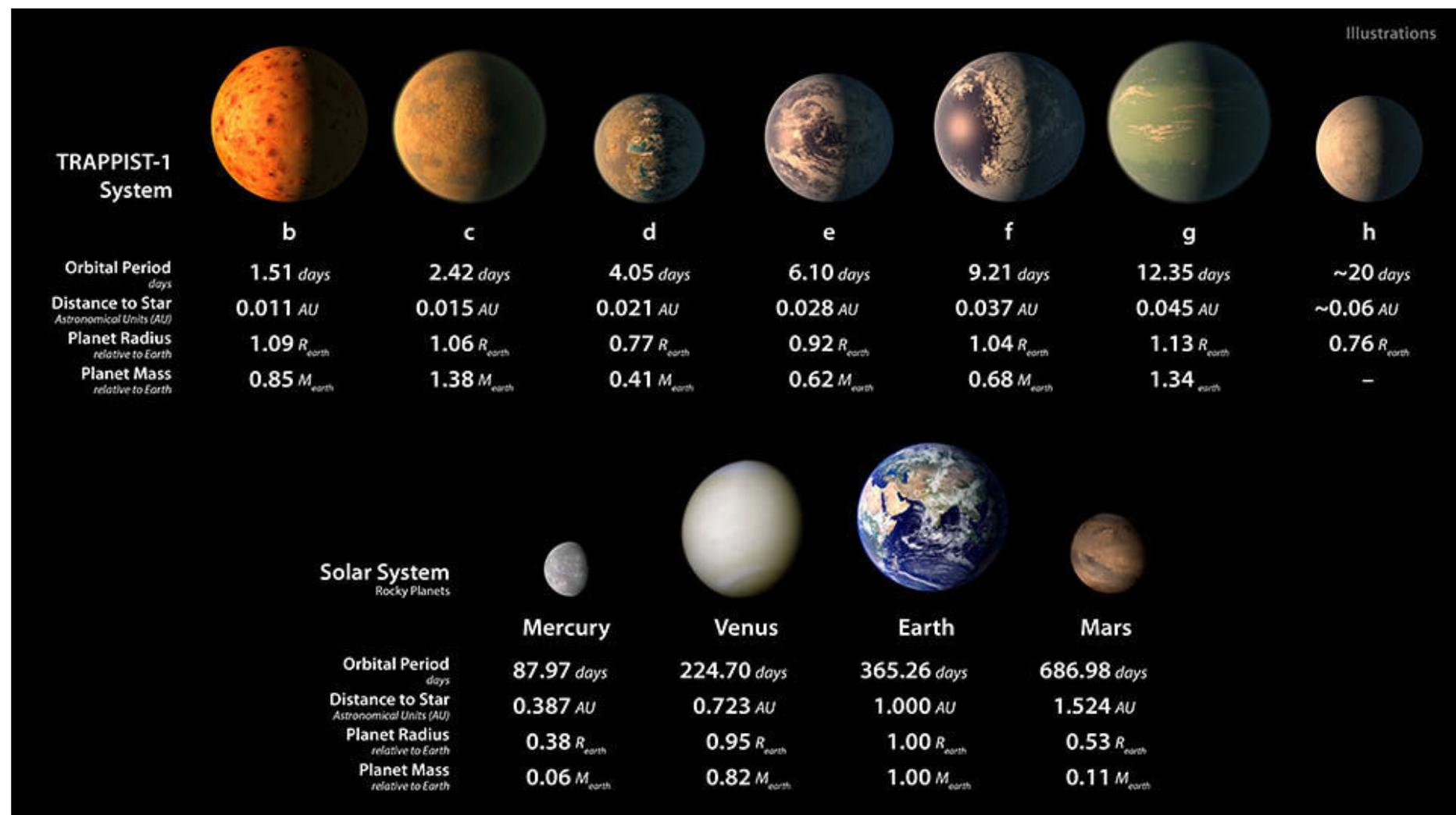
dei sei pianeti più interni e rivelando la presenza di TRAPPIST-1h con un unico transito. Immaginate il grande lavoro di coordinamento delle osservazioni richiesto per raccogliere tutti i dati necessari alla scoperta! Dalla prospettiva di un cacciatore di pianeti, anche solo questo passo è stato davvero enorme.

Ora, sono disponibili pubblicamente in rete le misure fotometriche di TRAPPIST-1 ottenute per 79 giorni, tra dicembre 2016 e marzo 2017, dal telescopio spaziale Kepler nel corso della sua seconda vita nelle vesti di Kepler-2. Un team guidato da astronomi americani ha prodotto una prima analisi di questi dati che ha portato a una

più precisa determinazione del periodo orbitale del pianeta *h*, che risulta essere di poco inferiore ai 19 giorni, e di confermare che il sistema planetario presenta un'architettura molto

interessante (è disponibile una prima versione dell'articolo, al momento in attesa di valutazione per la pubblicazione da parte della rivista Nature Astronomy).

Massa e Densità



Sopra. Nell'infografica, il ritratto (artistico ma basato sui dati raccolti e sulle conoscenze ottenute finora, che vedete indicate in calce a ogni pianeta) di come potrebbero apparire i sette pianeti in orbita attorno alla piccola nana rossa TRAPPIST-1 — inclusa la probabilità che ciascuno di essi abbia o meno un oceano di acqua liquida — sempre a confronto con i più familiari pianeti del Sistema solare interno. Crediti: NASA.

Un altro punto molto importante della ricerca guidata da Gillon è che per i pianeti attorno a TRAPPIST-1 è stato possibile stimare la densità media, un parametro fondamentale per risalire alla loro composizione d'insieme che, oltre che ai fini degli studi sull'abitabilità, è importante anche per ricostruire la formazione e la storia evolutiva del sistema.

Per determinare la loro densità occorre conoscere la massa dei pianeti, una grandezza che tipicamente viene misurata tramite la determinazione spettroscopica delle velocità radiali della stella ospite. Nel caso di TRAPPIST-1 misure di questo tipo sono al momento estremamente difficili da ottenere, a causa della bassa luminosità della stella e alla complessità

dinamica del sistema. I sei pianeti più interni formano il gruppo più numeroso che si conosca con orbite quasi risonanti, cioè dove i rapporti tra i periodi orbitali di due pianeti adiacenti possono essere espressi come rapporti di piccoli numeri interi. In realtà, proprio questa circostanza, indicativa della presenza di notevole interazione gravitazionale tra i pianeti, è stata sfruttata per misurare le loro masse misurando le variazioni temporali nei tempi di transito (in letteratura si usa l'acronimo TTV, Transit Timing Variation). La mutua interazione tra pianeti determina una variazione nelle effemeridi di transito: nel caso di TRAPPIST-1 si sono osservate variazioni nel passaggio davanti al disco stellare di oltre 30 minuti rispetto a un valore medio. La misura di

queste variazioni ha permesso di ottenere stime dinamiche delle masse che, per quanto preliminari (sarà infatti necessario osservare molti altri transiti per migliorare le misure), forniscono comunque valori utili a ipotizzare una composizione media rocciosa dei pianeti, anche

se le precisioni non sono sufficienti per vincolare, tramite modelli, la percentuale di elementi volatili (tranne che per TRAPPIST-1f, la cui bassa densità farebbe pensare a una composizione media ricca di elementi volatili).



Sopra. Anche Google ha festeggiato la scoperta con un particolare "doodle" dedicato alla stella TRAPPIST-1 e ai suoi sette pianeti. Clicca per vedere l'animazione. Crediti: Google.

Atmosfera

Parlare di elementi volatili è un modo generico per indicare la possibile presenza di un'atmosfera attorno a un pianeta, un ingrediente fondamentale per costruire un pianeta abitabile. Sfruttando proprio i transiti, ci si aspetta che il telescopio spaziale James Webb (il cui lancio è previsto per la fine del 2018) possa verificare direttamente la presenza di atmosfera attorno ai pianeti di TRAPPIST-1. Queste misure offriranno l'opportunità unica di caratterizzare al meglio

delle nostre possibilità pianeti di tipo terrestre potenzialmente abitabili. Nel caso di Proxima b, il fatto che non siano stati rivelati transiti fotometrici preclude al momento la possibilità di misurare il raggio del pianeta, di determinare la massa reale e la densità media, e di rivelare la presenza di un'atmosfera. Nel caso dei pianeti di TRAPPIST-1 la geometria del sistema ci viene invece in aiuto.

Abitabilità

Quando si tocca il tema dell'abitabilità di un pianeta terrestre in orbita attorno a una nana rossa, la questione è sempre piuttosto complicata e molto dibattuta all'interno della comunità astronomica e astrobiologica (il lettore interessato ad esplorare i dettagli di questo argomento può per esempio riferirsi al recente lavoro di Shields e colleghi). Questa classe stellare presenta notevoli differenze astrofisiche rispetto al nostro Sole, e il fatto che un pianeta potenzialmente abitabile si trovi molto più vicino

di 1 Unità Astronomica alla propria stella, se da una parte è una circostanza che facilita moltissimo la sua rivelazione con le tecniche attuali, dall'altra presenta non pochi ostacoli che impongono molta cautela nel parlare di abitabilità, evitando facili entusiasmi. Un pianeta che orbita molto vicino alla propria stella ha un'alta probabilità di essere in rotazione sincrona, cioè di avere periodo di rotazione e periodo orbitale uguali. Questo significa che il pianeta ha sempre lo stesso emisfero rivolto

verso la stella, con conseguenti implicazioni climatiche. Gli stessi effetti mareali responsabili della rotazione sincrona potrebbero avere un ruolo importante nel riscaldamento interno del pianeta e più in generale sulla sua geologia.

Si arriva poi agli effetti dell'attività stellare, che nel caso delle nane rosse può essere molto elevata e caratterizzata da frequenti e intensi fenomeni di emissione di radiazioni energetiche, come luce in banda UV e X e vento stellare ad alta velocità. Fenomeni come questi potrebbero portare all'erosione progressiva dell'atmosfera planetaria. Un'atmosfera meno densa rappresenta uno schermo meno efficace per impedire alle radiazioni ad alta energia di raggiungere la superficie del pianeta.

Queste problematiche complesse sono già emerse e sono state investigate nel caso di Proxima

Centauri, una nana M di classe intermedia nota per essere molto attiva, in particolare per mostrare intensi brillamenti stellari a una frequenza molto elevata (tipicamente giornaliera).

Muovendosi all'interno della classe spettrale delle nane rosse, la fase in cui una stella rimane molto attiva va da 1 miliardo di anni nel caso di una nana M0, fino a oltre 8 miliardi di anni per una stella di tipo spettrale M8 come TRAPPIST-1. La situazione, nel caso di TRAPPIST-1, appare forse meno complessa, come dimostrato dallo studio citato che ha avuto come oggetto l'analisi della curva di

luce ottenuta da misure di Kepler-2. In circa 80 giorni di osservazioni ininterrotte sono stati rivelati almeno 28 brillamenti, corrispondenti a una frequenza di circa 0.4 eventi al giorno, con rilascio di flusso pari o superiore all'1% di quello medio della stella. Questa statistica farebbe supporre che TRAPPIST-1 non sia particolarmente attiva, se paragonata a stelle di classe spettrale simile e quindi non dovrebbe essere una stella giovane, con un'età stimata tra i 3 e gli 8 miliardi di anni. Ma per quanto riguarda gli effetti dell'attività stellare sull'abitabilità dei pianeti, questi potrebbero comunque essere ancora molto importanti (e limitanti), come per esempio fa supporre un brillamento molto intenso registrato verso la fine delle osservazioni di Kepler-2, e devono essere stati ancora più rilevanti nel passato, tenendo poi conto delle distanze alle quali si trovano i pianeti dalla stella.

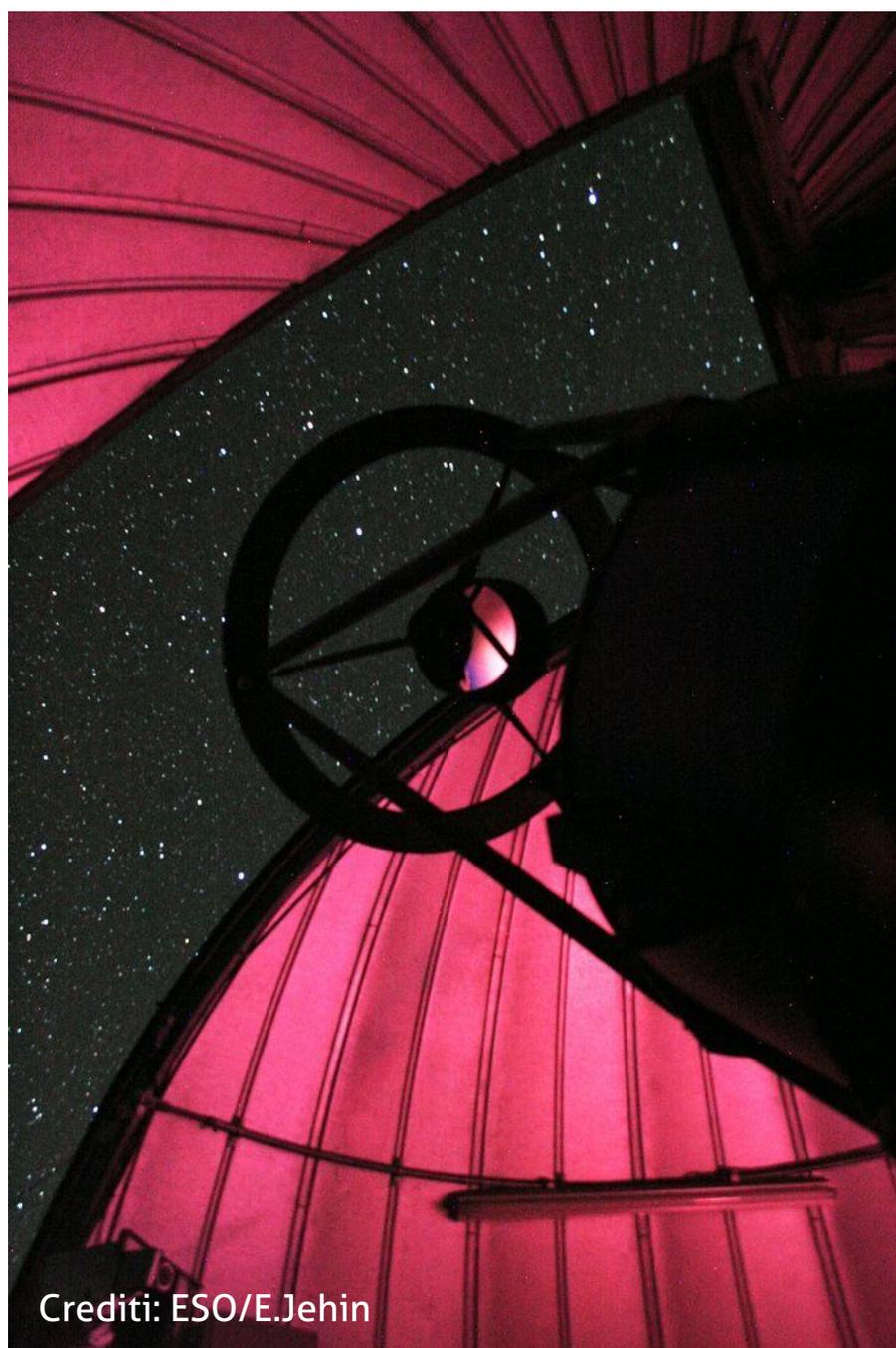


Il telescopio dell'osservatorio Trappist-South.

Cosa ci attende...

La scoperta del sistema planetario attorno a TRAPPIST-1 rappresenta solo l'inizio di una serie di scoperte di rilevanza simile. I prossimi anni si preannunciano molto promettenti ed emozionanti per quanto riguarda la scoperta di altri pianeti di tipo terrestre potenzialmente abitabili attorno a stelle nane rosse. Nei primi mesi del 2018 è previsto anche il lancio del telescopio spaziale americano TESS, che ha come obiettivo principale la ricerca di pianeti in transito attorno alle stelle più brillanti nelle vicinanze del Sistema Solare. Il campione di stelle osservate da TESS include anche un migliaio di nane rosse che rappresentano i target principali per la ricerca di pianeti di tipo terrestre potenzialmente abitabili da caratterizzare con osservazioni successive del telescopio spaziale James Webb e altri telescopi a terra.

In Italia, la ricerca di pianeti attorno a stelle nane rosse è piuttosto attiva, grazie alle ricerche portate avanti dal progetto APACHE e dalle osservazioni condotte con lo spettrografo HARPS-N ospitato dal Telescopio Nazionale Galileo (TNG) nell'ambito del programma GAPS (maggiori informazioni sulla ricerca italiana nell'ambito dei pianeti extrasolari). Entrambi i progetti si focalizzano su stelle nane rosse dei primi tipi spettrali, quindi assai diverse da TRAPPIST-1, e sono tra loro complementari: mentre la ricerca condotta nell'ambito del progetto APACHE cerca transiti planetari dalle montagne della Valle



Crediti: ESO/E.Jehin

d'Aosta, e può quindi portare alla misura del raggio di un pianeta, GAPS scruta il cielo sopra l'isola di La Palma monitorando le variazioni temporali delle velocità radiali stellari, dalle quali è possibile ricavare la massa minima (come nel caso di Proxima b).

Tornando con la mente a vagare tra i pianeti di TRAPPIST-1, lasciamo al lettore tutto il piacere di immaginare come può apparire il panorama celeste osservato da uno di questi, come ha fatto la NASA celebrando la scoperta con un bel poster disponibile on-line



A sinistra. Una rappresentazione artistica di un ipotetico panorama di uno dei pianeti del sistema TRAPPIST-1. Crediti: NASA.



PLANET HOP FROM

TRAPPIST-1e



VOTED BEST "HAB ZONE" VACATION WITHIN 12 PARSECS OF EARTH



MATERIA OSCURA L'UNIVERSO INVISIBILE

Una simulazione della distribuzione della materia oscura nell'universo. Crediti: ESO.

Vera Rubin, tutto il cielo da una finestra
di Sabrina Masiero

Alla Ricerca della Materia Oscura
di Stefano Profumo

Buchi Neri Primordiali
Una possibile spiegazione per la Materia Oscura?
di Alvisè Raccanelli

Ultime notizie:
La Materia Oscura è meno rilevante
nell'Universo primordiale
di Redazione Coelum Astronomia



Vera Rubin, tutto il cielo da una finestra

di Sabrina Masiero

«Mi auguro che nei prossimi 500 anni gli astronomi non stiano ancora discutendo dello stesso modello del Big Bang. Non avranno fatto un buon lavoro se saranno ancora lì a discuterne. Sono pure convinta che vi saranno molte altre questioni fondamentali sull'universo che non conosciamo. Penso che la nostra ignoranza sia più grande della nostra conoscenza: non siamo arrivati nemmeno a metà di quello che si dovrebbe conoscere riguardo all'Universo».

- Vera Cooper Rubin



A Washington D.C., nel 1938, una bambina di dieci anni era solita osservare le stelle, distesa nel suo lettino dalla finestra della sua camera che puntava verso nord, e ammirarne estasiata il loro movimento durante la notte. Suo padre aveva notato la passione della figlia e, nonostante i grossi dubbi sulle opportunità che una carriera astronomica avrebbe potuto offrirle, non smise mai di sostenerla nei suoi sogni regalándole un

piccolo telescopio e accompagnandola agli incontri di astronomia tenuti dagli astrofili locali. Il suo nome era Vera Cooper Rubin (quest'ultimo cognome fu acquisito successivamente, col matrimonio con Robert Rubin), e quel padre che la sosteneva non avrebbe, probabilmente, immaginato che solo pochi anni più tardi sua figlia avrebbe cambiato per sempre la storia dell'Astrofisica, senza mai vincere il Premio Nobel anche se sarebbe stato ben meritato.

Fu proprio il padre, immigrato ebreo e ingegnere elettronico, a sostenere l'iscrizione della figlia al prestigioso college femminile Vassar, scelta per nulla casuale dato che lì vi aveva lavorato la prima donna americana ad acquisire il titolo di "professoressa di Astronomia" nel 1865, Maria Mitchell. La stessa Mitchell nel 1847 scoprì una cometa, la C/1847 T1, in contemporanea con un altro astronomo, il gesuita italiano Francesco de Vito, diventando così la seconda donna a scoprirne una, dopo Caroline Lucretia Herschel. La cometa diventò nota come la "cometa di Miss Mitchell" e per questo ricevette dal re di Danimarca Federico VI il plauso oltre che una medaglia d'oro dove erano incise le parole: «*Non invano osserviamo il sorgere e il calare delle stelle*».

I primi studi

Fu al Vassar College che Vera Rubin ottenne la sua laurea in Astronomia nel 1948 e chiese di frequentare la Princeton University ma, per il fatto di essere una donna, non le fu concesso. Optò così per la Cornell University, dove incontrò Robert Rubin e studiò con alcuni grandi dell'astrofisica, come Richard Feynman, Hans Bethe e Philip Morrison. Continuò a studiare e si dottorò nel 1954 alla Georgetown University, discutendo la sua tesi con George Gamow sulla rotazione delle galassie attorno al loro centro così come i pianeti del nostro Sistema Solare orbitano intorno al Sole. All'oscuro di quello che sarebbe successo poi, anche il marito (come aveva fatto il padre quando era piccola)

l'accompagnava nel realizzare i suoi sogni, in questo caso ai corsi serali di dottorato, attendendola fuori in automobile perché Vera non sapeva guidare. Il suo lavoro non venne mai meno neppure quando nacquero i suoi quattro figli: li cresceva e li educava, continuando a lavorare come insegnante part-time al Montgomery County Community College e alla Georgetown University. Nel 1965 fu la prima donna ad avere il permesso di fare osservazioni al Palomar Observatory e nello stesso anno si trasferì al Department of Terrestrial Magnetism (DTM) del Carnegie Institution for Science a Washington, dove rimase per il resto della sua carriera.



Sopra. Vera Rubin guarda attraverso un telescopio al Vassar College nel 1947. Crediti: Vassar College/ AIP Emilio Segrè Visual Archives.

In basso. Vera Rubin nel 1955. Crediti Carnegie Institute.

Nel 1923 Edwin Hubble aveva rilevato che le righe spettrali della luce delle galassie lontane presentavano uno spostamento verso il rosso (o *redshift*) e aveva dimostrato, sulla base dell'effetto Doppler, che la velocità di recessione di una galassia era proporzionale alla distanza: più distante era la galassia e più grande era il *redshift*, secondo la legge $v = H_0 D$, dove v è la velocità di

recessione delle galassia, D la sua distanza dalla Terra e H_0 la costante di Hubble.

Possiamo noi stessi sperimentare l'effetto Doppler, quando per esempio siamo in automobile e veniamo superati da un'ambulanza a tutta velocità. Il guidatore dell'ambulanza non avverte alcuna variazione sonora della sirena dato che l'emissione sonora della sirena non cambia, ma le

nostre orecchie invece percepiscono un innalzamento della tonalità man mano che la sirena si avvicina a noi e poi un abbassamento della tonalità quando si allontana da noi. Le nostre orecchie, in altre parole, registrano il cambiamento apparente della



lunghezza d'onda della sorgente.

Edwin Hubble stimò che la costante di Hubble (detta anche tasso di espansione) dovesse avere un valore di 500 chilometri al secondo per megaparsec (dove 1 megaparsec è pari a 3 262 000 anni luce). Il suo valore, continuamente rivisto nel corso del tempo con il miglioramento della strumentazione, è oggi intorno ai 70 chilometri al secondo per megaparsec.

Le ricerche di Vera Rubin sulla rotazione delle galassie, compiute durante il dottorato di ricerca,

confermarono l'allontanamento uniforme delle galassie per l'espansione dell'universo secondo la legge di Hubble e le permisero giungere a una scoperta rivoluzionaria. Nel 1964 Vera Rubin e il suo collega Kent Ford si accorsero, infatti, che le stelle al limite estremo della galassia di Andromeda si muovevano più velocemente di quanto avrebbero dovuto in base alle leggi fisiche note. La rotazione di Andromeda era anomala e questa anomalia fu osservata anche nelle altre galassie vicine alla nostra.

Sorry... about what?

di Marina Orio

«*Quando iniziai a studiare Astronomia*» racconta Marina Orio, dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova, che si occupa di stelle binarie interagenti, novae ed evoluzione delle stelle progenitrici delle supernovae di tipo IA, «il mondo astronomico era molto più piccolo: nel 1983, anno della mia laurea, avevo già conosciuto, o sentito parlare, astrofisici come Riccardo Giacconi, Subrahmanyan Chandrasekhar, Neta Bachall, Lyman Spitzer, Bepi Colombo, Alan Dressler, Jim Gunn, Alan Guth. Il fatto è che passavano tutti per Padova. Poi arrivarono anche in Israele, dove vissi per alcuni anni.

L'incontro con Vera Rubin lo ricordo molto bene, fu singolare. Avevo 25 anni ed ero dottoranda al Technion di Haifa (Israele). Una mattina partii molto presto da Haifa per raggiungere Gerusalemme e sentire alcuni interventi a un piccolo workshop sulle galassie a cui partecipavano astronomi molto noti. A Gerusalemme, raggiunto il Dipartimento di Fisica, mi diressi verso la segreteria per sapere in che aula si sarebbe svolta la conferenza. Vidi una signora coi capelli bianchi, che avrebbe potuto avere l'età di mia madre, concentrata a lavorare al computer. "Mi spiace, parlo solo inglese" mi disse. "Sono un'astronoma

americana e sono venuta qui per una conferenza". Io replicai che era proprio la conferenza sulle galassie che stavo cercando. "Bene, allora è meglio se ci presentiamo" rispose lei. "Io mi chiamo Vera Rubin". Rimasi trasecolata: Vera Rubin? Proprio quella Vera Rubin di cui avevo sentito tanto parlare durante il corso di Astrofisica? Fui in grado di articolare solo un "Oh, I am sorry...". E lei, con semplicità, modestia e gentilezza rispose: "Sorry... about what? What is your name young lady?".

Fu così che strinsi la mano alla grande Vera Rubin, l'astronoma che aveva scritto una pagina davvero molto importante dell'Astrofisica».

Sotto. Vera Rubin nel 1974. Crediti: Archives & Special Collections, Vassar College Library.



Il concetto di materia oscura

Dell'universo attuale conosciamo molto poco: soltanto il 4% è materia così come noi la intendiamo, ossia materia barionica, il resto è costituito da materia oscura e da energia oscura. Ma cosa significa esattamente che solo il 4% di tutta la materia dell'universo è ordinaria? Facciamo l'ipotesi di abitare in una casa di 100 metri quadrati e di essere seduti sul nostro letto matrimoniale di 2 metri per 2 metri: il 4 per cento della superficie della casa corrisponderebbe alle dimensioni del nostro letto. Guardandoci intorno, saremmo in grado di vedere solo il letto. Tutto il resto sarebbe completamente buio. La sensazione che proveremmo sarebbe probabilmente di sgomento, insicurezza, desiderio di muoverci per

andare oltre ed esplorare il resto della casa. Questa situazione rappresenta proprio il "nostro stato" nei confronti dell'esplorazione dell'universo. Si tratta di una condizione che è sicuramente migliorata enormemente nel corso degli ultimi anni, essendosi ampliata la nostra conoscenza dell'universo. Però, nonostante gli straordinari progressi compiuti, la situazione di "buio" permane tuttora.

Il fatto è che, prima o poi, dovremo alzarci e andarcene... ma dove? Bagno o cucina? Ancora non ci è dato sapere cosa scopriremo... Ma succederà!

La curva di rotazione delle galassie

Le stelle che formano una galassia, ossia la materia luminosa, orbitano intorno al centro galattico che rappresenta anche il centro di massa di una galassia. Il tempo necessario per compiere un'intera rivoluzione dipende dalla loro distanza dal centro, proprio come accade per i pianeti del Sistema Solare, che compiono un'intera rivoluzione intorno al Sole in un tempo che è via via maggiore, man mano che ci si allontana da esso. Mercurio, il pianeta più vicino, impiega 88 giorni; Nettuno, il più lontano, compie una rivoluzione in 165 anni. Nel caso della nostra Galassia è il Sole a ruotare attorno al centro galattico: posto a circa 25 000 anni luce di distanza dal centro, impiega 230 milioni di anni per descrivere un'orbita completa.

Le orbite delle stelle intorno al centro del sistema, proprio come quelle dei pianeti, sono stabili. La velocità con cui i pianeti si muovono intorno al Sole diminuisce tanto più ci si allontana da esso: i pianeti interni del Sistema Solare, come Mercurio, Venere, Terra e Marte, hanno velocità maggiori; Giove, Saturno, Urano e Nettuno hanno velocità più basse, sulla base della teoria di gravitazione

universale sviluppata da Isaac Newton, che descrive la forza di attrazione gravitazionale come dipendente dal prodotto della massa e dall'inverso del quadrato della distanza. Allo stesso modo, ci si aspetterebbe che le stelle della nostra Galassia quanto più sono lontane dal centro galattico tanto più diminuiscano la loro velocità in ragione della loro distanza dal centro galattico (sulla base dell'inverso del quadrato della distanza) e della massa stimata della Galassia (in modo direttamente proporzionale a tale massa). Quello che si registra da un punto di vista osservativo però non conferma tale aspettativa: la variazione della velocità orbitale delle stelle in funzione della loro distanza dal centro della galassia, quella che viene definita la curva di rotazione delle galassie, ha un andamento meno ripido di quanto ci si possa aspettare. Rubin e il suo collega Ford notarono che le stelle più lontane dal centro galattico orbitano quasi con la stessa velocità delle stelle più vicine al centro. Le stelle lontane dal centro, in altre parole, mantengono una velocità troppo alta se si tiene



holiclab.com

IDENTITÀ - VIDEO - GRAFICA

INTERVISTE

IMMAGINI
NEGATIVE

PHOTO SHOOTING

Click.



PRODOTTO
scoperte

VIDEO
MAKING

WE B

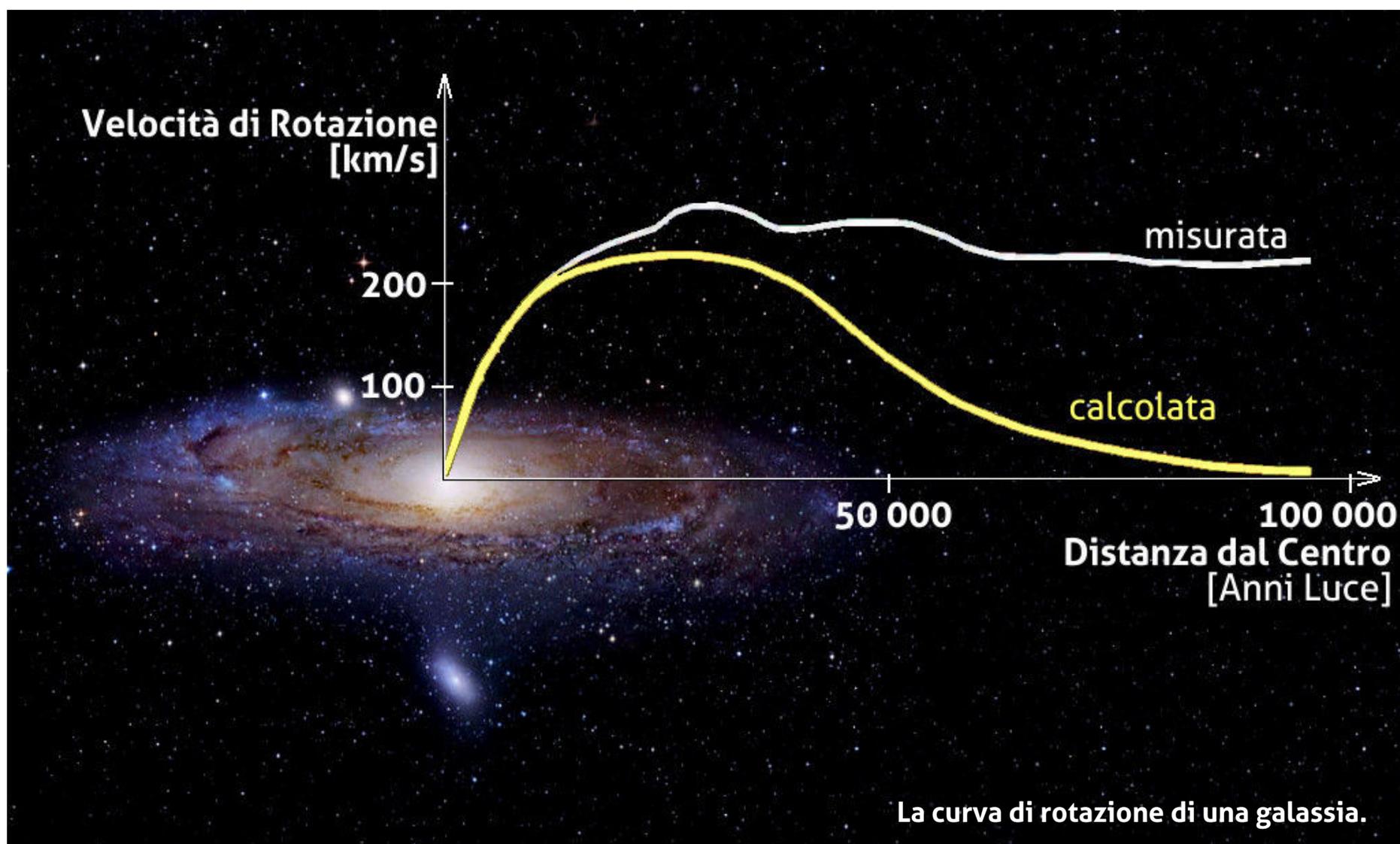
Publicità

STORYTELLING

REPORTAGE

grafica

still-life



conto della loro distanza.

L'unico modo per spiegare questo particolare andamento della curva di rotazione è di ipotizzare la presenza di materia che non risulta visibile e che non deriva dalla materia luminosa, ossia di *materia oscura* che viene misurata

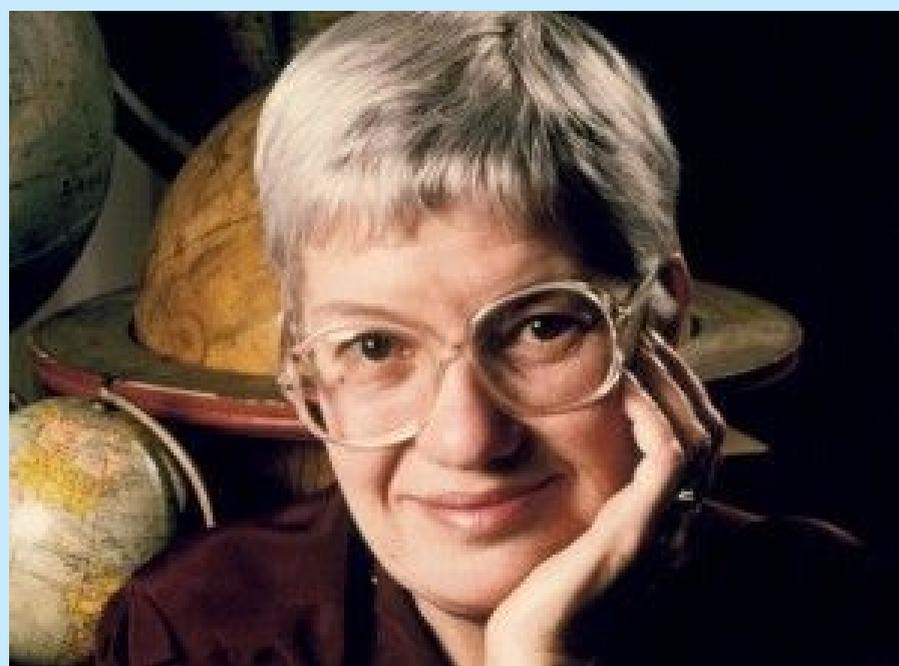
"gravitazionalmente" e che non deriva dal conteggio e dalla stima della massa luminosa, dal gas e dalla polvere. Non è possibile spiegare una tale velocità di rotazione neppure aumentando la quantità di materia non osservabile e che forma i buchi neri, le stelle di neutroni e i pianeti.

Vera Rubin: un impegno oltre l'astronomia

Come Maria Mitchell, suo modello di vita, anche Vera Cooper Rubin fu sempre impegnata sul fronte dei diritti civili e sulle pari opportunità delle donne nel mondo accademico. Sosteneva che tre erano le grandi sfide che una donna avrebbe dovuto portare avanti nella sua carriera scientifica: dimostrare che non esiste alcun problema scientifico che possa venir risolto solo da un uomo e non da una donna; che metà dei cervelli nel mondo appartengono alle donne; che tutti gli esseri umani hanno diritto a contribuire alla scienza, ma che più spesso questo diritto è concesso agli uomini.

Pian piano le limitazioni subite da Vera Cooper Rubin durante la sua carriera stanno scomparendo

e oggi, sempre più spesso, almeno formalmente, le donne vedono riconosciute le loro potenzialità.



Sopra. Vera Rubin. Crediti: Mark Godfrey.

L'effetto Rubin-Ford

La collaborazione Rubin-Ford continuò nel corso del tempo, tanto che i due astronomi nel 1976 pubblicarono due articoli sull'effetto Rubin-Ford, un lavoro pionieristico e soggetto a un forte dibattito fin dalla sua uscita.

I dati raccolti furono interpretati come un'evidenza dell'anisotropia nell'espansione dell'universo su una scala di 100 milioni di anni luce, sulla base di uno studio sui moti di un campione di galassie a spirale compiuto da Vera Rubin, Kent Ford insieme ad altri colleghi. Tale anisotropia è legata al moto di questo campione di galassie: nel suo complesso, tale campione si muove con una velocità di 885 km/s verso una posizione nota rispetto alla radiazione cosmica di

fondo che, essendo isotropa, ha fornito un quadro di riferimento per la misura.

I dati di Rubin e di Ford, probabilmente, riflettono solo la distribuzione disomogenea delle galassie nella regione del campione analizzato, e quindi che l'universo è non omogeneo su queste scale. Inoltre, i dati mostrano che l'universo debba avere un'espansione isotropa e una bassa densità.

Dalle osservazioni anche più recenti l'universo è infatti isotropo su grandi scale, ma su piccola scala non lo è, perché si trova che la materia non è distribuita in modo uniforme. Ad esempio, i sistemi stellari, le galassie e gli ammassi di galassie sono sparsi nello spazio cosmico formando agglomerati di materia.

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, Vol. 159, February 1970

© 1970. The University of Chicago. All rights reserved. Printed in U.S.A.

ROTATION OF THE ANDROMEDA NEBULA FROM A SPECTROSCOPIC SURVEY OF EMISSION REGIONS*

VERA C. RUBIN† AND W. KENT FORD, JR.†

Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington and Lowell Observatory, and Kitt Peak National Observatory‡

Received 1969 July 7; revised 1969 August 21

ABSTRACT

Spectra of sixty-seven H II regions from 3 to 24 kpc from the nucleus of M31 have been obtained with the DTM image-tube spectrograph at a dispersion of 135 \AA mm^{-1} . Radial velocities, principally from H α , have been determined with an accuracy of $\pm 10 \text{ km sec}^{-1}$ for most regions. Rotational velocities have been calculated under the assumption of circular motions only.

For the region interior to 3 kpc where no emission regions have been identified, a narrow [N II] $\lambda 6583$ emission line is observed. Velocities from this line indicate a rapid rotation in the nucleus, rising to a maximum circular velocity of $V = 225 \text{ km sec}^{-1}$ at $R = 400 \text{ pc}$, and falling to a deep minimum near $R = 2 \text{ kpc}$.

Sopra. Il primo articolo di Vera Rubin e Kent Ford sulla curva di rotazione di Andromeda è disponibile su ADS NASA.

COELESTIS

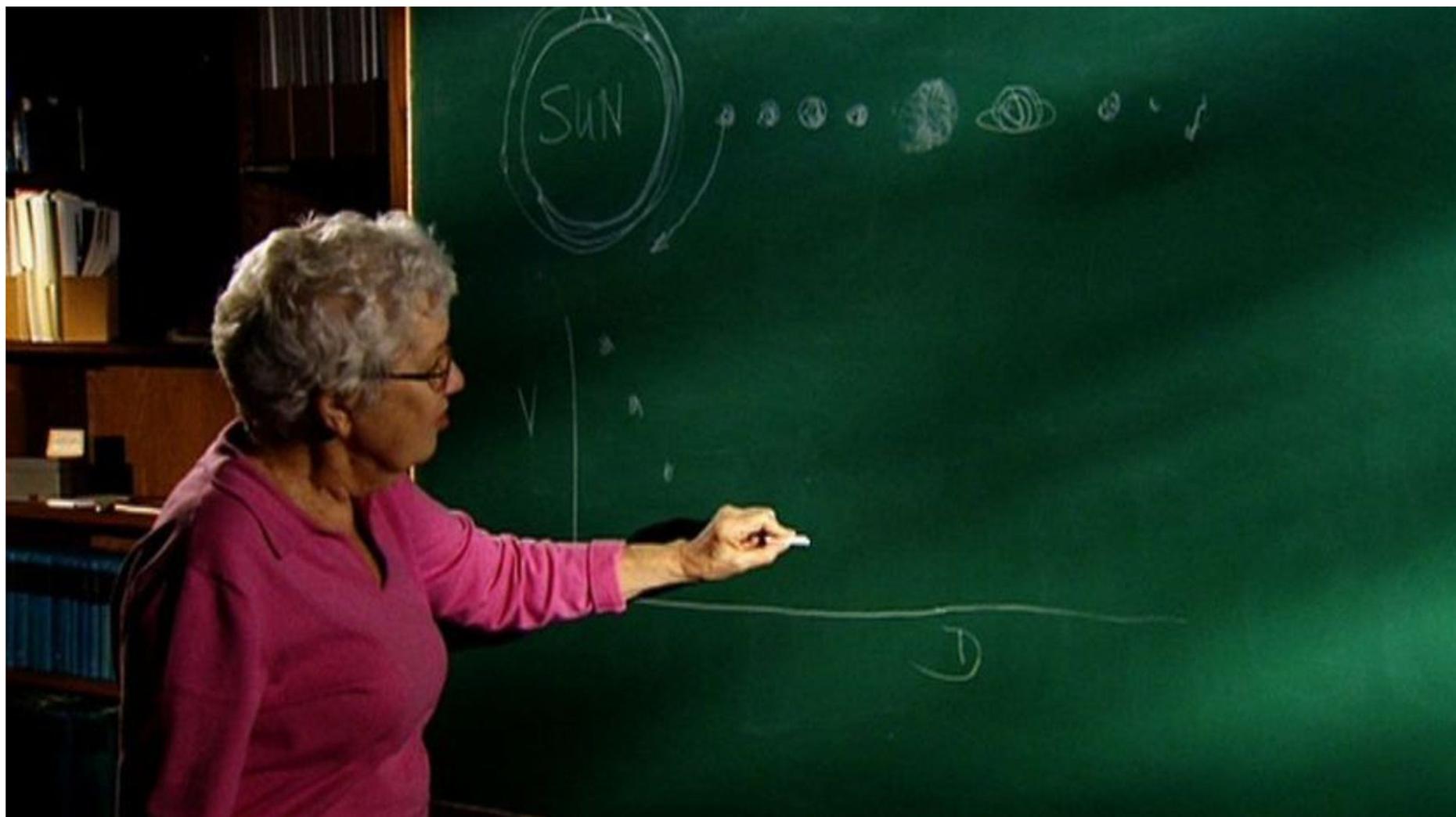
il Forum dove altri 10.000 come te
parlano ogni giorno di astronomia

Un po' di storia sulla materia oscura

Basandosi sullo studio delle velocità stellari della nostra Galassia, nel 1922 l'astronomo tedesco Jacobus Kaptein formulò per la prima volta il concetto di materia oscura. Una decina di anni più tardi, nel 1932, Jan Oort (che sarebbe poi divenuto famoso ipotizzando l'esistenza della nube sferica di nuclei cometari che definisce il "confine" estremo del nostro Sistema Solare e che porta il suo nome, la Nube di Oort) arrivò alla medesima conclusione. Misurando lo spostamento Doppler delle stelle della nostra Galassia, apparve che queste sembravano muoversi più velocemente di quanto avrebbero dovuto per mantenere insieme tutto il sistema galattico. Un anno più tardi, con le osservazioni dell'astronomo svizzero Fritz Zwicky, questo problema irrisolto divenne ancora più evidente dallo studio dei moti relativi delle galassie dell'ammasso della Chioma (Abell 1656) a 350 milioni di anni luce dalla Terra, composto da circa mille galassie di grandi dimensioni e altre migliaia più piccole.

Per circa quarant'anni nessuno, o quasi nessuno, aveva cercato di andare più a fondo nella questione e solo intorno al 1970, al Carnegie Institution, Vera Rubin e il suo collega Kent Ford iniziarono a collezionare le curve di luce delle galassie con lo spettrometro più sensibile esistente all'epoca. La prima galassia a essere analizzata fu M31, la Galassia di Andromeda. Rubin e Ford rimasero spiazzati dalle loro osservazioni. Le regioni periferiche di M31 avrebbero dovuto muoversi più lentamente della regione nucleare, sulla base del moto differenziale delle stelle, mentre in realtà, non era così: la curva di velocità ottenuta dal sensibile spettrometro era piatta e non presentava l'andamento decrescente della velocità con l'aumentare della distanza dalla regione nucleare. Anche cambiando galassia, la curva delle velocità radiali rimaneva piatta. La periferia di M31 ruotava così velocemente che avrebbe dovuto essere proiettata lontano se l'unica massa a tenerla insieme fosse stata quella visibile.

Sotto. Vera Rubin alla lavagna spiega l'andamento della curva di velocità di una galassia. Crediti: CNN.



Fu così che Vera Rubin, per trovare una soluzione, un giorno iniziò a scarabocchiare i dati su un foglio di carta arrivando a formulare l'ipotesi che era necessaria la presenza di altra materia, oscura nella fattispecie, che circondava come un alone diffuso e invisibile M31, e così tutte le altre galassie. La materia, in questo modo, veniva a distribuirsi anche nelle zone più periferiche della galassia e permetteva di spiegare l'alta velocità della curva di rotazione della galassia.

All'epoca, tuttavia, le discussioni che ne derivarono furono piuttosto controverse: si cercava di porre l'attenzione sulle difficoltà legate agli errori sistematici, che in astronomia possono offuscare le conclusioni.

Vera Rubin non si arrese, né si arresero Kent Ford e i suoi collaboratori per arrivare a confermare i risultati, non solo per M31, ma anche per la nostra Galassia. Fu così che, sul finire degli anni Settanta, la materia oscura iniziò ad essere accettata tra gli accademici e, nel decennio successivo, la sua esistenza divenne fondamentale per il modello cosmologico influenzando, in questo modo, non solo l'Astronomia ma anche il mondo della Fisica delle particelle.

L'esistenza della materia oscura è stata confermata in quasi tutti i sistemi astronomici su larga scala, attorno alle galassie e anche attorno agli ammassi di galassie, e la sua natura è stata analizzata studiando la radiazione cosmica di fondo a microonde, che pone dei limiti ben precisi sulla quantità di materia oscura e sulla sua composizione.

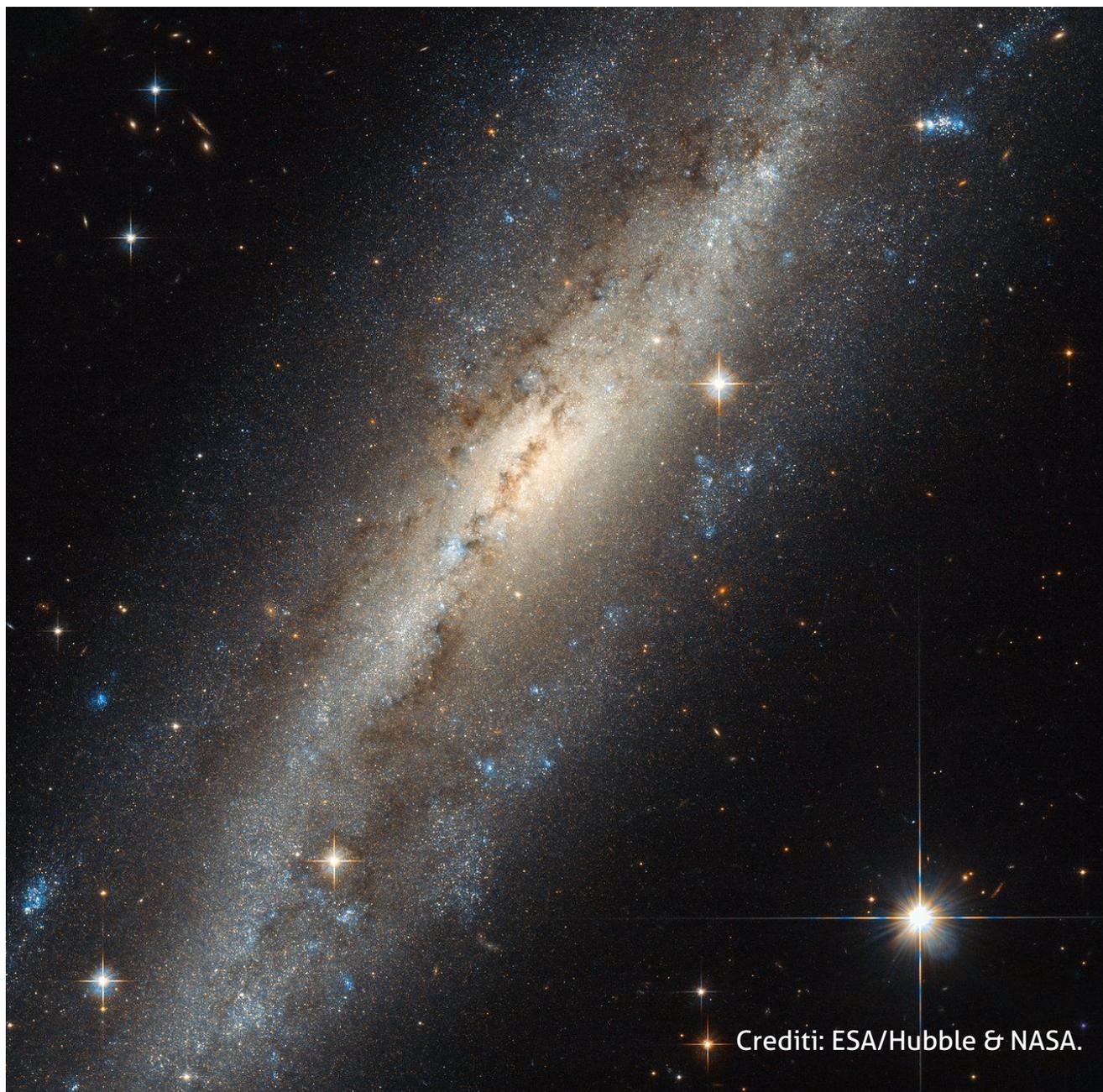
Questa scoperta della Rubin e di Ford ha rivoluzionato il modo di intendere l'universo quasi quanto l'inattesa scoperta della sua espansione. Per questa straordinaria

scoperta, Vera Rubin più di altri avrebbe dovuto essere premiata col Nobel, anche se ciò non avvenne.

I tentativi di conciliare i dati ottenuti con le previsioni matematiche hanno portato a sviluppare il concetto di materia oscura, sebbene Vera Rubin stessa non fosse entusiasta all'idea: « *Mi piacerebbe sapere che le leggi di Newton possano essere modificate in modo da descrivere correttamente le interazioni gravitazionali a grandi distanze. Questo è più attraente di un universo pieno di un nuovo genere di particelle sub-nucleari* », era solita affermare.

Ricordando Vera

Per maggiori informazioni su Vera Rubin, vi segnaliamo la pagina "Remembering Vera" dove è possibile sfogliare anche il suo album fotografico.



Crediti: ESA/Hubble & NASA.

Alla Ricerca della Materia Oscura

di Stefano Profumo





*«L'assenza di una prova
non è la prova di un'assenza.»
Carl Sagan*

Un capitolo tutto da scrivere

Quattro quinti della materia nell'universo sono composti di materia oscura: non si tratta semplicemente di materia ordinaria che non "brilla" ma, piuttosto, di una materia sostanzialmente nuova e completamente diversa da quella che conosciamo, nel senso fondamentale del termine. L'esistenza della materia oscura non è soltanto una questione osservativa: è la chiave, l'ingrediente teorico fondamentale per spiegare la formazione delle strutture di larga scala osservate nell'universo, dalle galassie nane agli ammassi di galassie, e per spiegare come le stelle si siano potute formare "in tempo".

Centinaia di ricercatori, teorici e sperimentali, lavorano duramente su esperimenti, dati e modelli con cui cercare di scoprire la misteriosa natura particellare della materia oscura, considerata da molti la più importante e promettente finestra su una "nuova fisica" al di là del Modello Standard. L'Italia è al centro di molte direzioni-chiave in questo ambito di ricerca, sia in campo sperimentale che in quello della fisica teorica.

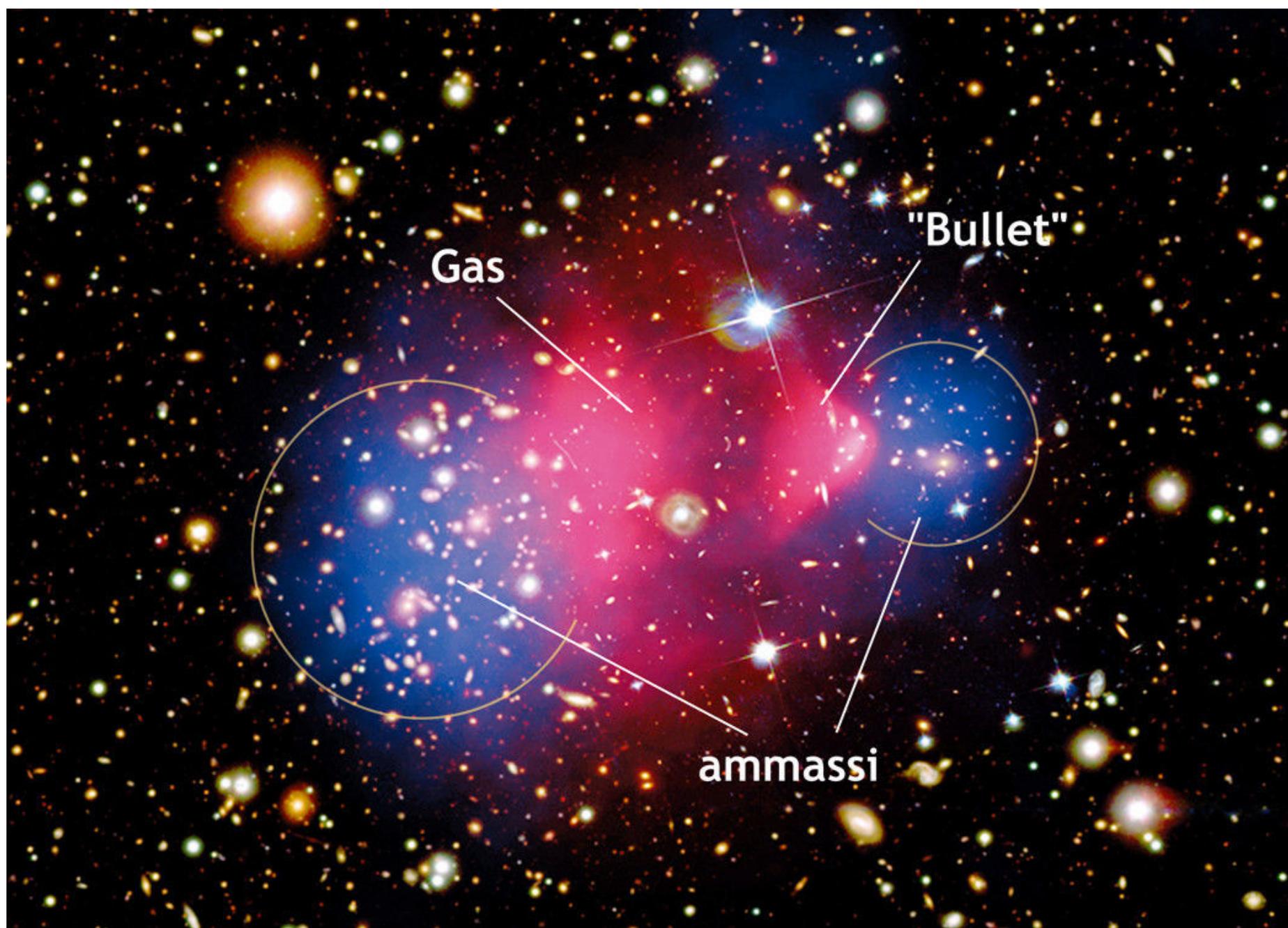
Siamo in un momento cruciale per la scoperta della materia oscura. Numerosi candidati considerati in passato promettenti e ben motivati sono ormai esclusi da risultati negativi di ricerca, ma altrettanto numerose e promettenti rimangono le possibilità aperte. Il capitolo su cosa sia la materia oscura e da cosa sia costituita è, sostanzialmente, tutto da scrivere: un compito allo stesso tempo eccitante e pressante per le nuove generazioni di fisici delle particelle elementari.

Modificazione della gravità o un nuovo componente?

I lettori di Coelum conoscono bene la storia della scoperta di Nettuno (leggi l'articolo "La Scoperta di nettuno" sul sito di Coelum Astronomia), e della non-scoperta del supposto pianeta Vulcano tra Mercurio e il Sole. Nel primo caso (Nettuno), la gravità "classica" Newtoniana avrebbe spiegato le anomalie osservate nell'orbita di Urano con l'esistenza di un nuovo pianeta, poi effettivamente scoperto ("in punta di penna", nelle parole di François Arago). Nel secondo caso, invece, le anomalie nell'orbita di Mercurio si rivelarono dovute non a un nuovo "componente" (il supposto ma in realtà inesistente pianeta

Vulcano) ma, piuttosto, a modifiche alla legge di gravità Newtoniana dovute ad effetti di relatività generale.

Tornando al problema della massa mancante, per analogia, abbiamo veramente bisogno della materia oscura, di un nuovo componente, per spiegare ciò che osserviamo o, piuttosto, le "anomalie" che suggeriscono l'esistenza di tale materia sono dovute a modifiche alla relatività generale? (Ad esempio, una teoria che percorre questa seconda strada è la **teoria MOND**, acronimo che indica "Modified Newtonian Dynamics").



La figura sopra, mostra la sovrapposizione di un'immagine del **Bullet Cluster** ripreso ai raggi X (rappresentati in rosa) e delle concentrazioni di massa (rappresentata in blu) misurata attraverso la distorsione dei raggi luminosi tramite lensing gravitazionale debole (weak lensing), che distorce i raggi luminosi provenienti dalle sorgenti remote poste dietro all'ammasso. L'ammasso di galassie visibile sulla destra ha appena attraversato l'ammasso sulla sinistra. La maggior parte della materia ordinaria, collisionale e che emette radiazione X, è concentrata tra i due ammassi, ma la grossa parte della loro massa si trova dove c'è più alta concentrazione di galassie, come illustrato dalla mappa in lensing gravitazionale. Un'immagine consistente con l'esistenza di materia oscura non-collisionale. Al contrario, qualunque teoria di gravità modificata dovrebbe produrre mappe di lensing che riflettono dove si trova la materia ordinaria, quindi con le zone in rosa sovrapposte a quelle in blu, in chiara contraddizione con i dati osservativi.

Modello Standard

Il **Modello Standard (MS)** è la teoria fisica che racchiude le attuali conoscenze nel campo delle particelle elementari e delle forze che ne regolano le interazioni fondamentali. Tre delle quattro forze conosciute in natura sono parte del modello Modello Standard: le **interazioni forte, elettromagnetica e debole** (le ultime due unificate nell'interazione elettrodebole).

Le previsioni del Modello Standard sono state in larga parte verificate sperimentalmente con ottima precisione, tuttavia, non comprendendo la **forza gravitazionale**, per la quale non esiste ad oggi una teoria quantistica coerente e, non essendo compatibile con la **relatività generale**, non rappresenta una teoria completa delle interazioni fondamentali. Sotto questo profilo perciò il Modello Standard presenta dei limiti. Per questo numerose teorie cercano di estenderlo, rimanendo però coerenti con quanto già codificato.

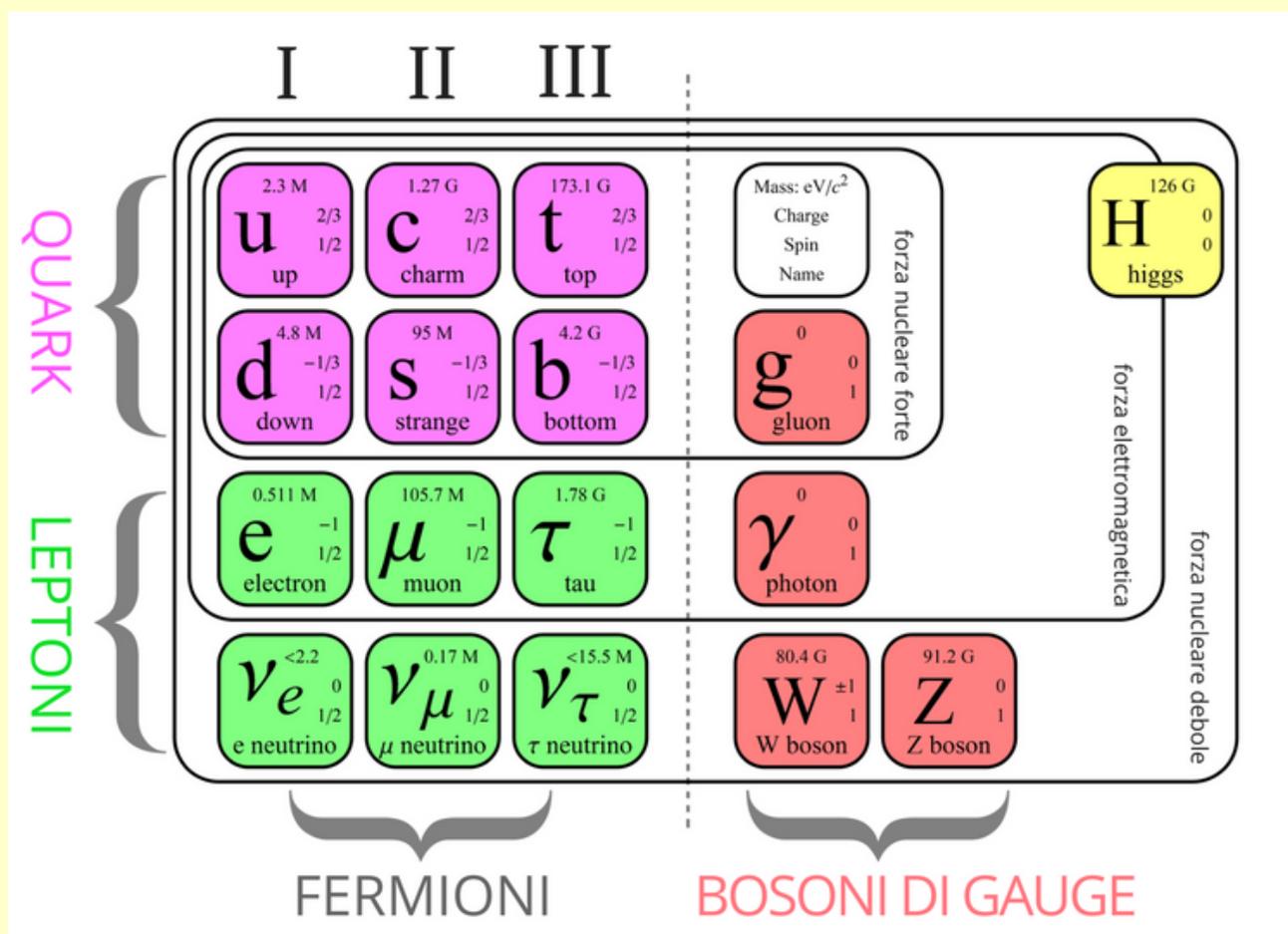
Il Modello Standard è una **teoria di campo quantistica**, consistente quindi sia con la meccanica quantistica che con la relatività speciale, in cui ciascuna interazione tra i campi di materia è regolata da un'opportuna simmetria locale (di gauge): l'interazione tra campi di

materia può interpretarsi in termini di scambio di bosoni che, proprio per il loro ruolo, vengono detti bosoni mediatori (o di gauge). I **bosoni di gauge** del Modello Standard sono i seguenti: il **fotone**, mediatore dell'interazione elettromagnetica; i **bosoni W e Z**, che mediano la forza debole; i **gluoni**, che mediano la forza forte. A questi si aggiunge il famoso **bosone di Higgs**, che gioca un ruolo fondamentale

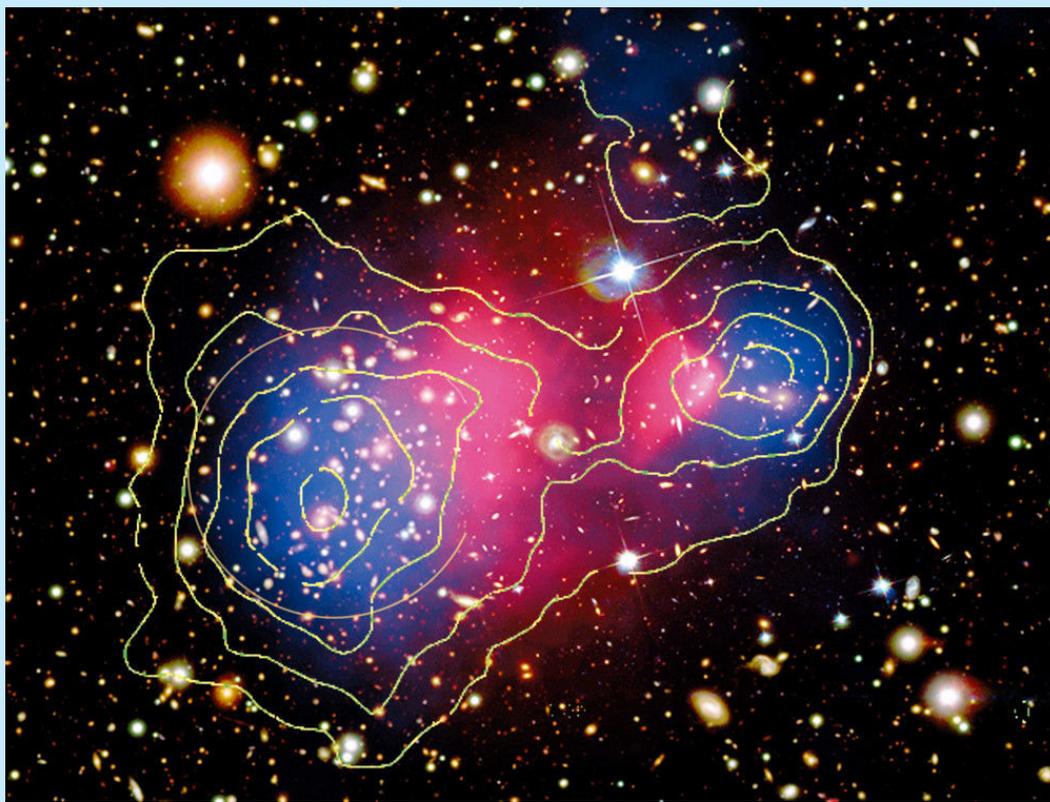
all'interno del Modello standard. È la particella associata al campo di Higgs, che secondo la teoria permea l'universo conferendo la massa alle particelle elementari. Inoltre, la sua esistenza garantisce la consistenza del Modello Standard, che senza di esso porterebbe a un calcolo di probabilità maggiore di uno per alcuni processi fisici.

Le particelle elementari sono poi divise in due gruppi, oltre ai bosoni mediatori delle forze, abbiamo infatti i cosiddetti campi di materia o **fermioni** (divisi a loro volta in **leptoni** – che interagiscono solo via interazioni elettrodeboli – e **quark**). La differenza fondamentale tra fermioni e bosoni è data dal fatto che i fermioni sono particelle con spin semintero ($\frac{1}{2}$ per tutti i fermioni del Modello Standard), al contrario dei bosoni, caratterizzati invece da spin intero (spin 1 nel caso specifico di bosoni di gauge).

Una metafora non del tutto corretta da un punto di vista fisico, ma efficace e intuitiva, vede i fermioni come i mattoncini che costituiscono la materia dell'universo e i bosoni come le colle o i cementi che li tengono assieme per costituire la realtà fisica. Una panoramica dei fermioni e dei bosoni (in tutto 6 tipi - o sapori - di quark e 6 di leptoni) è rappresentata nell'immagine sotto.



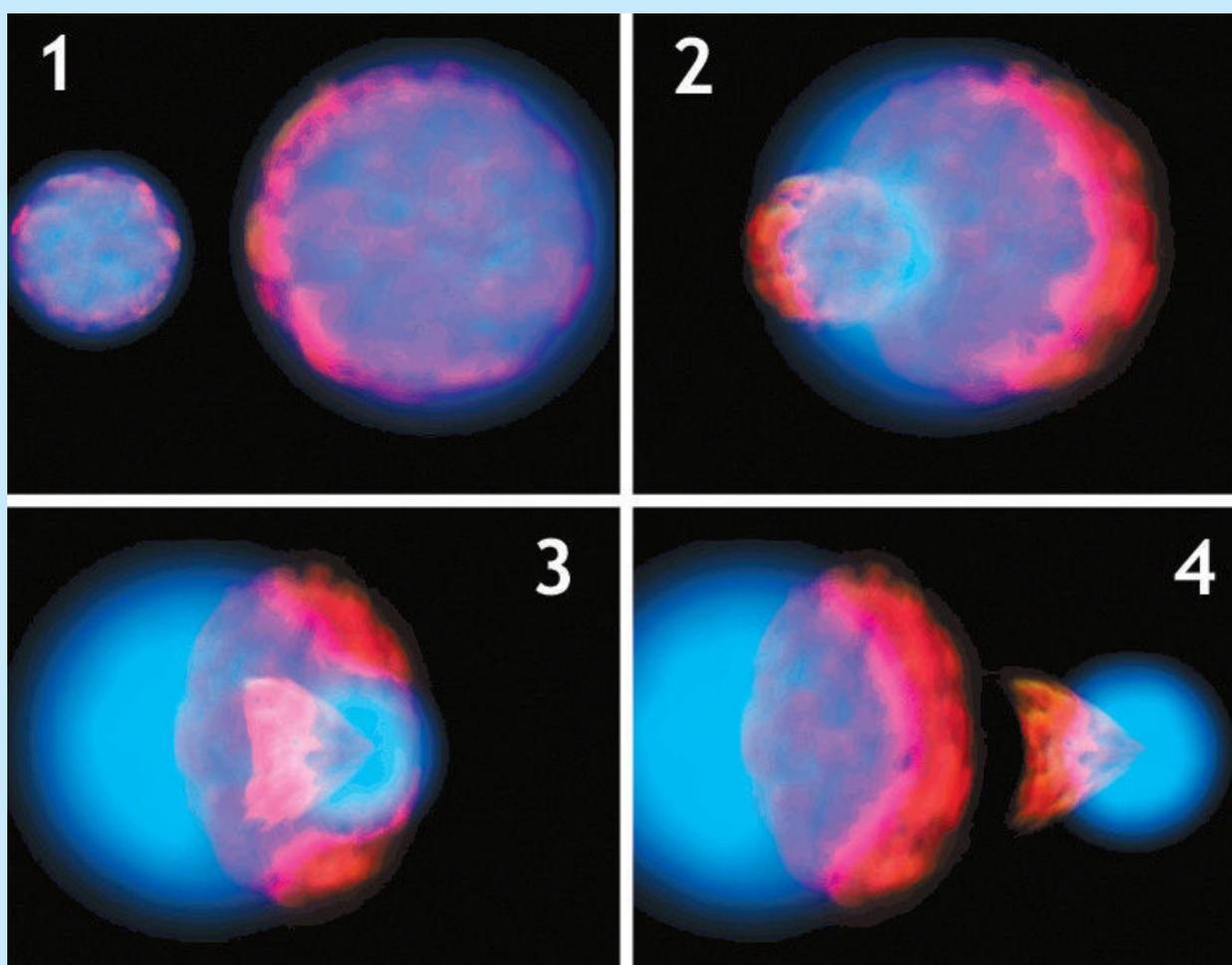
Il Caso del Bullet Cluster



A sinistra. Un'immagine composta del doppio ammasso di galassie 1E 0657-56, ottenuta con riprese nel visibile di HST e Magellan, e nell'X da CHANDRA. L'ammasso si trova nella costellazione della Carena (AR: 06h58m38s; Dec: $-55^{\circ}57'00''$) ad una distanza di 3,4 miliardi di anni luce; il campo inquadrato è di $7,5' \times 5,4'$. Il colore blu e la mappa di linee sopra riportate indicano il gradiente gravitazionale dell'ammasso, che si sovrappone perfettamente alla posizione occupata nel visibile dai due ammassi. Ciò indica che la massa in grado di indurre effetti di lente gravitazionale sulle remote galassie di sfondo non è influenzata dal gas intergalattico, ma è concentrata nelle galassie dei singoli ammassi.

1E0657-56, il cosiddetto "Bullet Cluster", è un ammasso di galassie molto peculiare. Si tratta di un ammasso doppio, costituito da una componente più grossa e da una più piccola. L'aspetto originale è che per la prima volta gli astronomi hanno la possibilità di esaminare in modo indipendente la componente che emette luce nella banda ottica (cioè le galassie e le stelle di cui è costituito) da quella che emette nella banda X (cioè il gas intergalattico caldo) separatesi a causa dell'interazione gravitazionale in corso tra i due ammassi.

Il lensing gravitazionale evidenzia la presenza di due grosse concentrazioni di materia, coincidenti con i picchi di emissione luminosa da parte delle galassie e che a loro volta sono significativamente separate dal gas caldo, osservato nella banda X. Se si assume una teoria della gravità "standard", la massa contenuta nella componente stellare è insufficiente a spiegare l'effetto di lente gravitazionale osservato, e questo fa quindi presupporre che "mischiata" a stelle e galassie debba esserci una grande quantità di materia oscura.



A sinistra. È stato provato che circa 150 milioni di anni fa, l'ammasso più piccolo, che allora si trovava sulla sinistra del più grande (1), iniziò a collidere con quest'ultimo spostandosi verso destra alla velocità relativa di circa 5000 km/s (2). Nel corso di questa "fusione" la sua componente stellare (in colore blu) penetrò senza trovare "resistenza" nel mezzo intergalattico del più grande, lasciandosi però indietro tutta la componente gassosa (in colore rosso), ostacolata dall'attrito che ne innalzò la temperatura fino a 70-100 milioni di gradi, e attraendo dietro di sé anche i gas dell'ammasso più grande (3). Come risultato, oggi, ad attraversamento compiuto, si può osservare che la componente gassosa dei due

ammassi è completamente disaccoppiata da quella stellare, e giace tra i due ammassi (4).

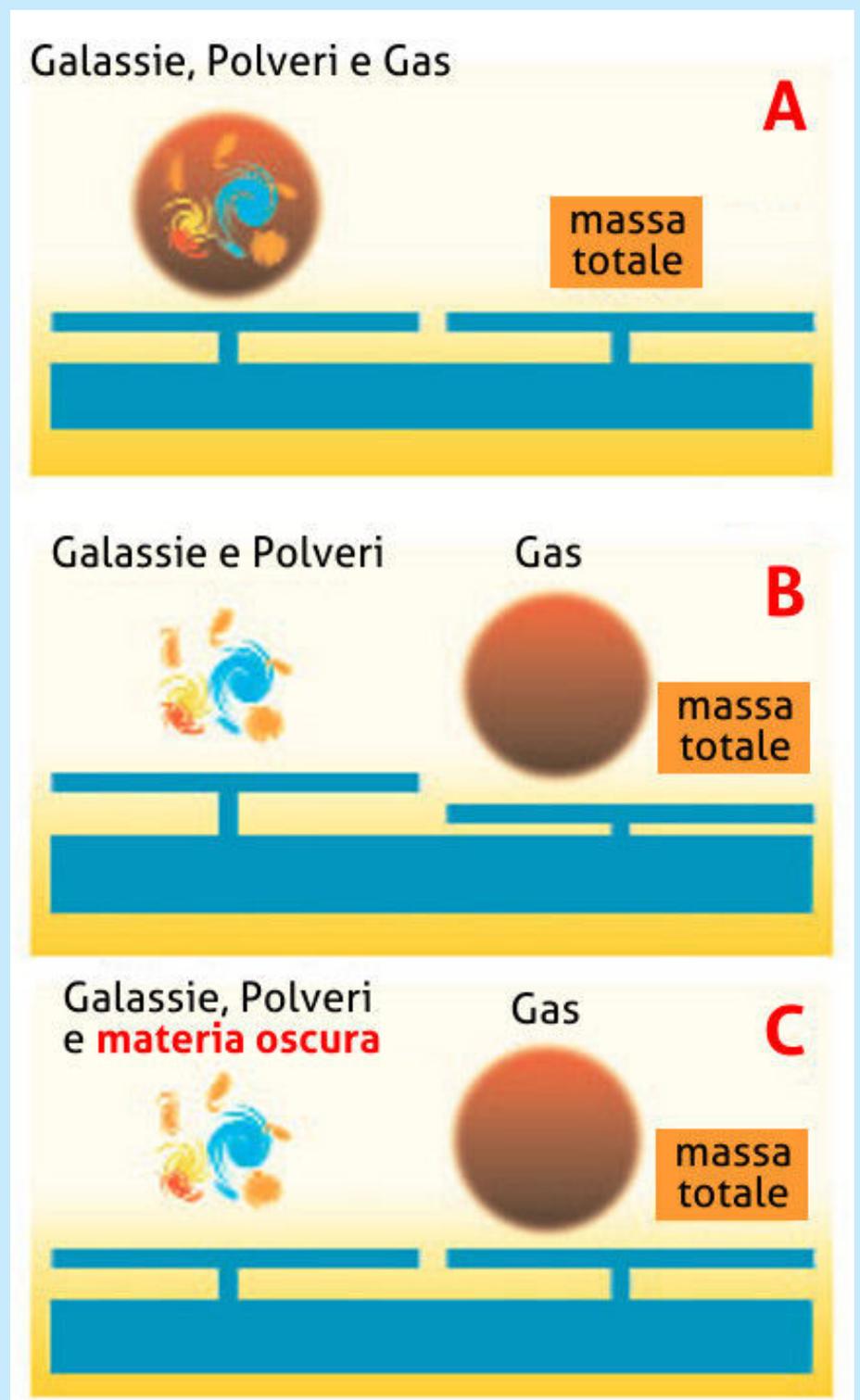
A mio avviso, e secondo molti altri esperti della materia, il dibattito, per quanto filosoficamente interessante, è scientificamente chiuso: le evidenze per l'esistenza della materia oscura coprono vaste scale, dalla scala delle galassie nane all'universo intero, e includono osservazioni, come il cosiddetto "Bullet cluster" (ammasso di galassie a proiettile, vedi box), che

Ciò è in accordo con il quadro "standard" nel quale un ammasso di galassie è costituito solo per circa l'un per cento da stelle, di cui la maggior parte è confinata nelle galassie, per il dieci per cento circa da gas caldo e per la rimanente parte da materia oscura "non collisionale". In pratica, 1E0657-56 sarebbe un caso "quasi" unico in cui le stelle, che sono approssimativamente anch'esse non collisionali, e la presunta materia oscura si sono separati dalla materia gassosa che è invece collisionale e quindi soggetta per esempio a forze di pressione. Il motivo di tale separazione sarebbe un forte scontro tra i due ammassi che costituiscono il sistema. Il gas è frenato, mentre la materia non collisionale lo è molto meno.

Con una notevole semplificazione, il significato di quanto osservato nel "Bullet cluster" può essere illustrato immaginando di usare una bilancia. Nella figura A, su uno dei piatti è stato appoggiato l'ammasso con tutte le sue componenti visibili (galassie, stelle, gas intergalattico) e invisibili (l'ipotetica materia oscura), mentre sull'altro abbiamo posto un peso equivalente alla massa totale derivata dall'effetto di lensing gravitazionale debole osservato sulle galassie di sfondo intorno all'ammasso. In questo modo i due piatti sono in equilibrio. Immaginiamo ora di poter separare il gas intergalattico dalla materia visibile, come in effetti è avvenuto nell'ammasso 1E0657-56 per effetto della collisione, e di metterlo nel piatto di destra. Ci si potrebbe aspettare, visto che il gas costituisce una frazione cospicua della massa visibile, che la bilancia manifesti uno squilibrio (figura B).

sono in sostanziale contraddizione con modificazioni alle leggi di gravitazione in assenza di un nuovo componente diverso dalla materia ordinaria. Il **Bullet Cluster** – in cui è possibile osservare separatamente dove si trova la maggior parte della sua massa (attraverso il lensing gravitazionale) e dove si trova invece la materia ordinaria (osservabile attraverso l'emissione X) –

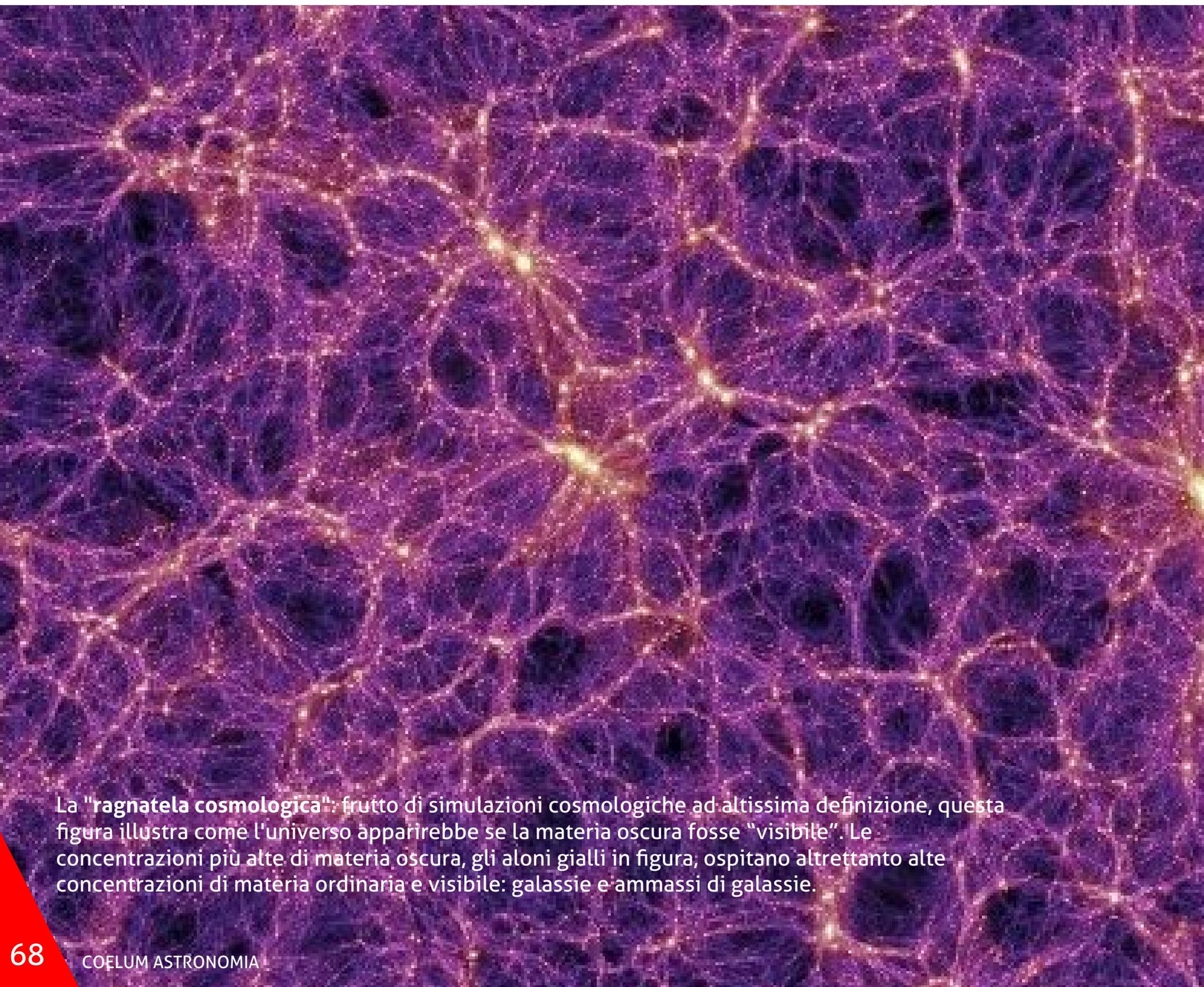
Se ciò non avviene, come come esemplificato nella figura C e come in effetti è stato dedotto dall'esame degli effetti del lensing gravitazionale, i motivi di questo riequilibrio potrebbero essere due: o la massa del gas è irrilevante rispetto a quella della materia visibile, oppure nel piatto di sinistra esiste (del tutto invisibile) una massa (la "materia oscura") tale da rendere inapprezzabile lo spostamento da un piatto all'altro del gas.



è considerata una delle prove più conclusive sull'esistenza della materia oscura come materia diversa da quella ordinaria, contro le teorie che implicano modificazioni della gravità.

A mio avviso però, l'evidenza più forte in favore della materia oscura proviene da un semplice argomento basato sui tempi di formazione delle perturbazioni non-lineari che producono, nell'universo primordiale, le prime stelle e proto-galassie: mentre il fondo cosmico a microonde indica che la materia ordinaria era altamente omogenea nell'universo primordiale, nel "modello cosmologico standard" la materia oscura fornisce i "germi gravitazionali" (le cosiddette *buche di potenziale*) per la formazione delle strutture cosmologiche. Una "ragnatela cosmica" (*cosmic web*) primordiale che costituisce

le fondamenta su cui la materia ordinaria costruirà stelle, pianeti, galassie e ammassi di galassie. L'universo è altamente non-lineare: le galassie e i gruppi di galassie hanno densità tipiche migliaia di volte maggiori rispetto alla densità media della materia nell'universo. Lo spettro delle fluttuazioni in temperatura della radiazione cosmica di fondo nelle microonde (cosmic microwave background o CMB) è invece caratterizzato da fluttuazioni molto piccole. Al tempo del disaccoppiamento della CMB le fluttuazioni di densità nella materia barionica sono proporzionali alle fluttuazioni in temperatura, con un fattore di proporzionalità di ordine 1. Dopo il disaccoppiamento, le fluttuazioni di densità crescono proporzionalmente al redshift: in un universo di sola materia ordinaria accoppiata fortemente ai

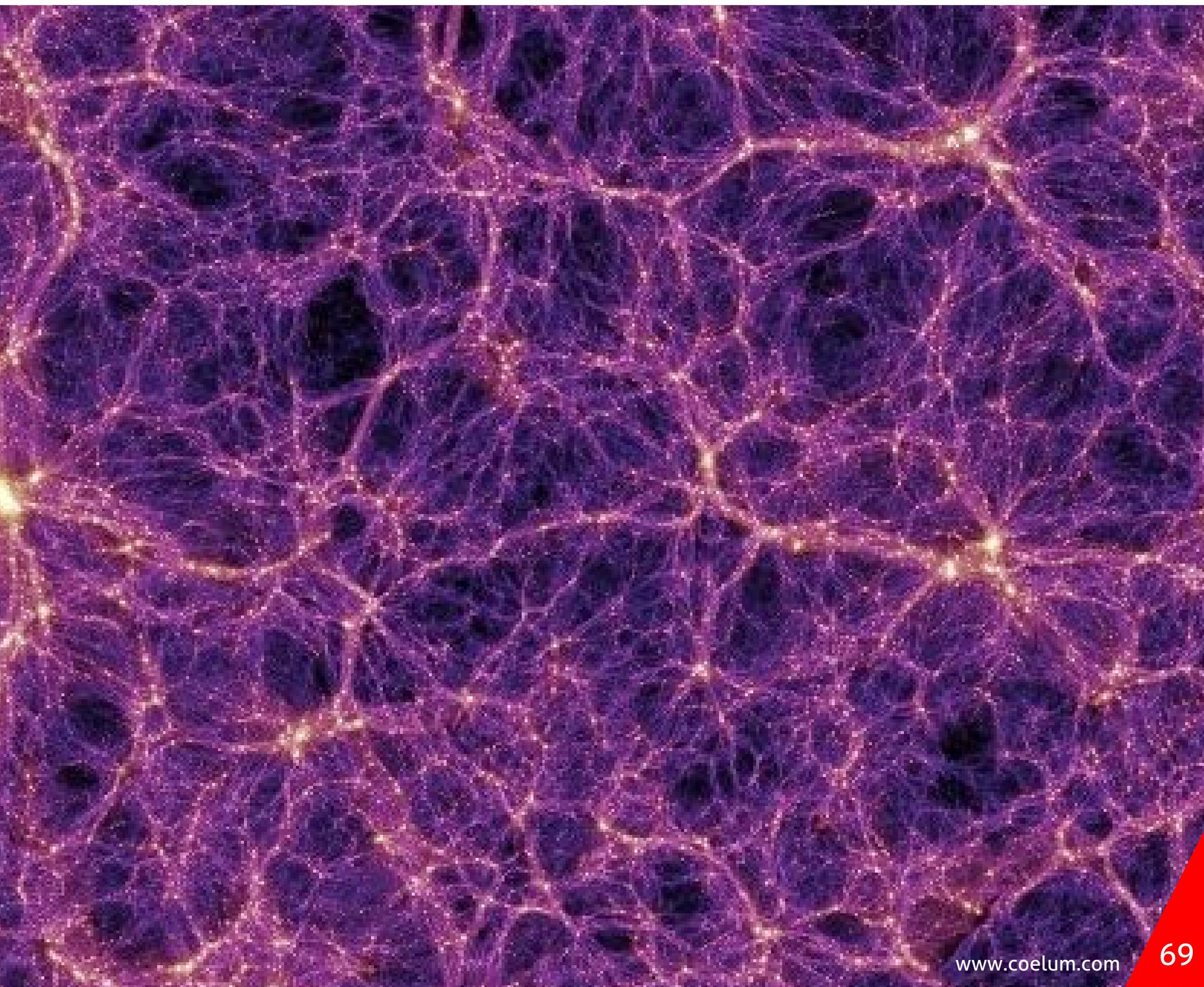


La "ragnatela cosmologica": frutto di simulazioni cosmologiche ad altissima definizione, questa figura illustra come l'universo apparirebbe se la materia oscura fosse "visibile". Le concentrazioni più alte di materia oscura, gli aloni gialli in figura; ospitano altrettanto alte concentrazioni di materia ordinaria e visibile: galassie e ammassi di galassie.

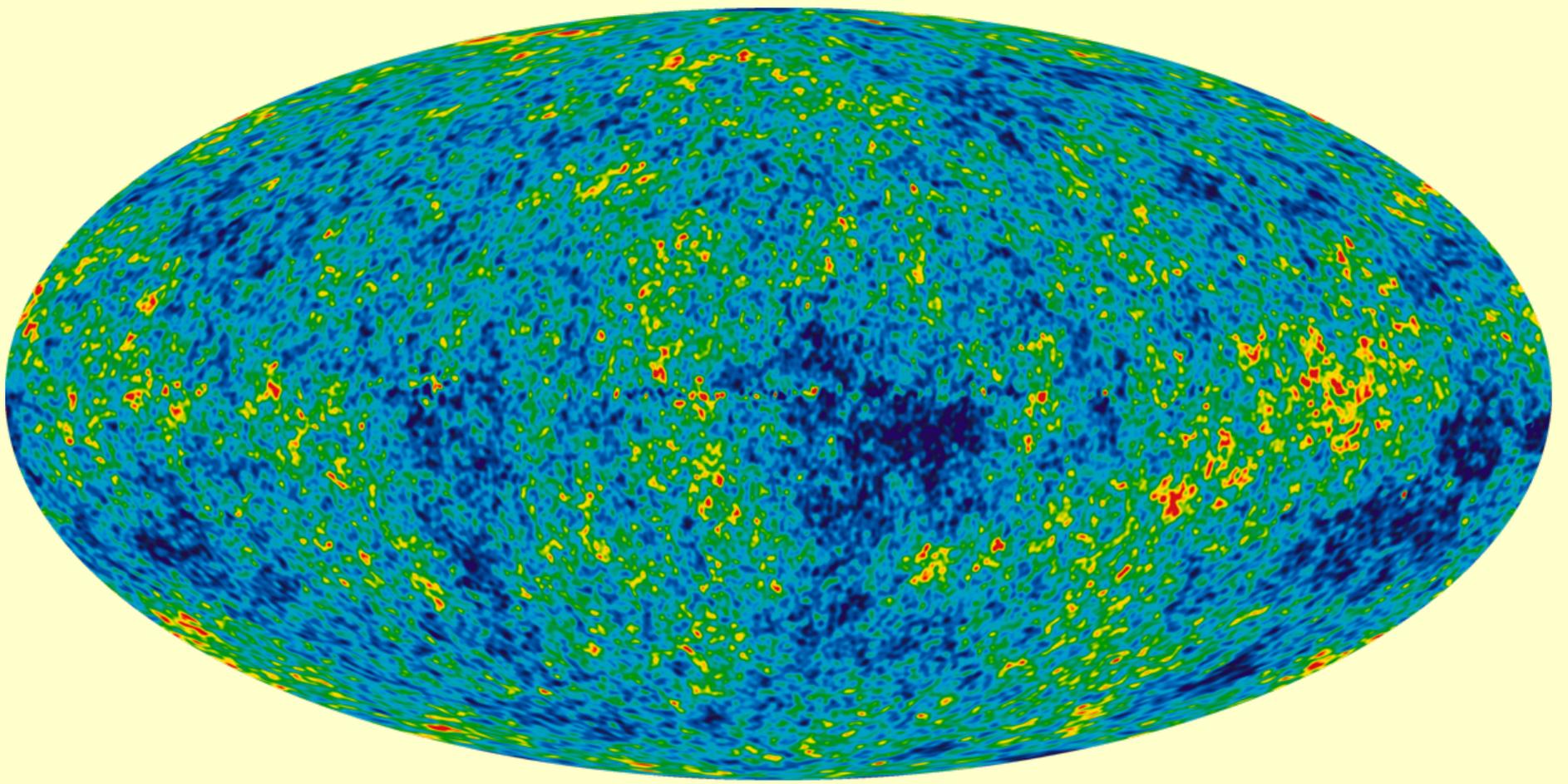
fotoni del fondo cosmico, le fluttuazioni di densità non hanno letteralmente tempo di entrare nel regime non-lineare e formare le strutture osservate nell'universo (incluse le prime stelle, le galassie ecc.). Le buche di potenziale generate dalle fluttuazioni di materia oscura quindi attraggono gravitazionalmente la materia ordinaria e avviano il processo di collasso delle strutture cosmiche in modo completamente congruo con l'universo osservato a tutte le scale testabili con osservazioni astronomiche.

Per quanto vertiginoso possa sembrare questo pensiero, abbiamo un'idea molto precisa dell'evoluzione dell'universo fino a scale di tempi più brevi di un miliardesimo di secondo dal Big Bang. Un affascinante mix di meccanica statistica, relatività generale e fisica nucleare e sub-nucleare, ci consente di fare previsioni altamente

dettagliate sull'abbondanza di elementi leggeri "primordiali" (non prodotti, si intende, da nucleosintesi stellare ma nell'universo primordiale, su scale di tempi più brevi, all'incirca di un minuto dal Big Bang!) e sul fondo cosmico a microonde. Queste previsioni indicano, in maniera del tutto indipendente, che più dell'80% della materia nell'universo non è costituita da materia ordinaria (neutroni, protoni, elettroni) ma è, piuttosto, qualcosa di completamente diverso (non-barionico, in termini tecnici) e oscuro. In altre parole, osservazioni "cosmologiche", ovvero sull'intero universo, consentono di "pesare" separatamente il contenuto globale di materia (oscura più ordinaria) e il contenuto globale di materia ordinaria: una semplice sottrazione consente quindi di ottenere la quantità di materia oscura su scala globale nell'universo.



CMB, Ricombinazione e Disaccoppiamento



Sopra. Mappa della radiazione cosmica di fondo, dopo la rimozione dei contributi dovuti a sorgenti locali e dell'anisotropia di dipolo. Crediti: NASA/Goddard/WMAP.

In cosmologia la radiazione cosmica di fondo, detta anche radiazione di fondo, abbreviata in inglese CMBR (Cosmic Microwave Background Radiation) o CMB, è la radiazione elettromagnetica che permea l'universo, ed è il residuo proveniente dalle sue fasi iniziali di vita. Venne scoperta nel 1964 dagli astronomi statunitensi Arno Penzias e Robert Woodrow Wilson al termine di uno studio avviato nel 1940, che li portò a conseguire il Premio Nobel per la fisica nel 1978 ed è considerata una conferma chiave del modello del Big Bang. Nelle fasi iniziali della sua vita, prima della formazione di stelle e pianeti, l'universo aveva dimensioni molto più contenute di quelle attuali,

era molto più caldo e permeato da una radiazione uniforme.

L'espansione dell'universo ha causato il raffreddamento del plasma fino a rendere possibile la combinazione degli elettroni con i protoni, per dare luogo alla formazione degli atomi di idrogeno. Questo evento, chiamato **ricombinazione**, è avvenuto quando la temperatura è scesa a circa 3000 K.

A questo punto, i fotoni hanno potuto allontanarsi dagli atomi elettricamente neutri e hanno iniziato a viaggiare liberamente nello spazio, con il conseguente **disaccoppiamento** tra la materia e la radiazione.

SEGUICI ANCHE ONLINE SU

Coelum
Il Portale di Astronomia



www.facebook.com/coelumastronomia



www.twitter.com/Coelum_news



www.google.com/+CoelumAstronomia



www.coelum.com

ASTRO PHYSICS

STATE-OF-THE-ART INSTRUMENTS

NOVITÀ!

MONTATURA
EQUATORIALE
MACH1GTO

MONTATURA
EQUATORIALE
1100GTO

SKYPOINT®
DISTRIBUTORE
ESCLUSIVO
PER L'ITALIA



Nuovo pannello di controllo CP4 con USB e WiFi
e nuovo sistema di regolazione automatica dei motori!

WWW.SKYPOINT.IT

Qui si respira Astronomia!

Via Zorutti n°145/11
33030 - Campofornido
Udine - Italia

tel.: +39 0432.652609 (2 linee r.a.)
fax +39 0432.663473
e-mail: info@skypoint.it

f www.facebook.com/skypointsr
t www.twitter.com/skypointastro
g+ plus.google.com/+skypoint

Identikit della particella di materia oscura

Considerando tutte le teorie formulate e gli studi condotti negli anni, è possibile formulare un identikit per descrivere le caratteristiche che avrebbe una ipotetica particella di materia oscura:

- La materia oscura interagisce pochissimo con la materia comune (barionica): le uniche interazioni osservate sono quelle gravitazionali.
- Le osservazioni portano a pensare che la materia oscura non possa essere costituita di materia ordinaria. Anche le analisi condotte sulla radiazione cosmica di fondo indicano che la materia oscura non facesse parte del plasma primordiale e di conseguenza essa deve essere

priva di carica elettrica.

- La materia oscura è molto stabile e, se decade, deve farlo a ritmi estremamente lenti.
- La materia oscura non interagisce molto nemmeno con se stessa. Anche le osservazioni sul Bullet Cluster confermano che le nubi di materia oscura si possono attraversare senza produrre alcuna alterazione o interazione tra esse.
- Le più recenti misure indicano che la materia oscura costituirebbe circa l'86% della massa dell'universo, quindi dovrebbe essere estremamente abbondante.
- La materia oscura è fredda.

Particelle di Materia Oscura

Di cosa è fatta la materia oscura? Sappiamo bene che la materia "ordinaria" è composta di particelle elementari: elettroni, protoni e neutroni, questi ultimi due a loro volta composti da quarks e gluoni. Le particelle elementari che conosciamo interagiscono attraverso le tre interazioni fondamentali del Modello Standard: la forza elettromagnetica, la forza nucleare debole e la forza nucleare forte (in aggiunta alle molto più deboli, ma comunque fondamentali, interazioni gravitazionali). Non sappiamo, invece, praticamente nulla del "settore oscuro" dal punto di vista del costituente elementare. Non è però irragionevole supporre che, come il settore "visibile", anche quello oscuro sia costituito da microscopiche entità fondamentali, o particelle, interagenti o attraverso le interazioni del Modello Standard a noi noto, o attraverso nuove interazioni "oscure", che coinvolgono cioè particelle del settore oscuro (e possibilmente anche del settore visibile).

La meccanica quantistica prevede dei limiti alla massa della particella di materia oscura. Per

esempio, se la particella è un "bosone" (ossia possiede spin intero, 0, o 1, o 2 ecc.), potrebbe essere molto leggera. Tuttavia, più la particella è leggera, più è grande la corrispondente "lunghezza d'onda di De Broglie", una grandezza che caratterizza il comportamento ondulatorio di una particella e che cresce inversamente con la massa. Per poter formare galassie nane (oggetti dominati dalla materia oscura, con un rapporto tra la massa di materia ordinaria su quella oscura anche di uno a mille!), questa lunghezza d'onda deve essere più piccola delle dimensioni del corrispondente alone di materia oscura, dell'ordine di 1 kiloparsec. Traducendo la lunghezza in massa, possiamo concludere che una particella bosonica di materia oscura non può "pesare" meno di 10^{-22} eV, ovvero meno di un milionesimo di milionesimo di milionesimo della massa di un protone... Se la particella è invece un "fermione" i limiti sono più stringenti, di nuovo per via di un fenomeno quantistico, il principio di esclusione di Pauli, materia oscura fermionica deve pesare più di un keV, un milionesimo della massa del protone.

Di certo non sono state ancora osservate sperimentalmente – esistono ancora limiti osservativi sulla forza delle interazioni della materia oscura con se stessa e con particelle di materia ordinaria – e al momento non è nemmeno ancora chiaro se tali interazioni debbano esistere o meno.

Che criteri esistono quindi per guidare chi, proprio come me, si occupa di formulare candidati teorici per il costituente particellare della materia oscura?

Un primo criterio è la possibilità di, come si suol dire, prendere due (o più!) “piccioni con una fava”:

certi candidati di materia oscura, come l’assione, il neutrino “sterile” o i cosiddetti WIMP (acronimo per *Weakly Interacting Massive Particle*, o particella massiva interagente attraverso interazioni deboli) emergono naturalmente nel contesto di teorie che risolvono altre questioni aperte in fisica delle particelle.

Ad esempio, l’assione appare “gratis” in teorie che risolvono il cosiddetto “*strong CP-problem*” della Cromodinamica Quantistica (QCD). Neutrini sterili compaiono in quasi tutte le teorie che spiegano perché i neutrini che conosciamo (“attivi”) hanno massa non nulla e oscillano tra “*flavor*” diversi. Infine, candidati WIMP esistono quasi inevitabilmente in supersimmetria e in certe

WIMP

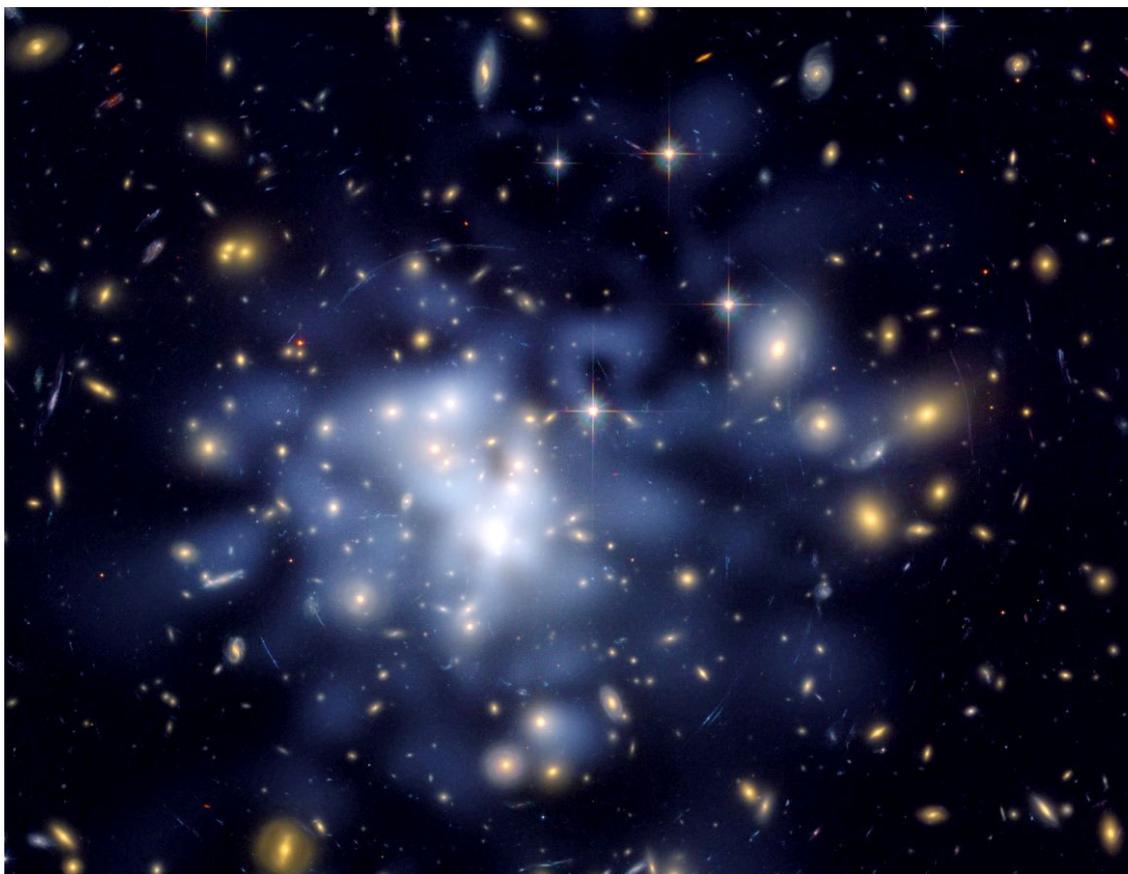
Con il termine WIMP, acronimo inglese di *Weakly Interacting Massive Particle* (particelle elementari massive a interazione debole), si indica una classe di ipotetiche particelle, di diversa natura, ma con caratteristiche comuni: devono essere neutre, dotate di massa e sperimentare interazione debole (principalmente tramite la gravità e la forza nucleare debole) con la materia normale, detta barionica, e per questo costituiscono il candidato ideale per formare la Materia Oscura. Si parla quindi di particelle ipotetiche, teorizzate da alcune estensioni del Modello Standard. Una teoria, in particolare, sembra molto promettente: quella della Supersimmetria, chiamata amichevolmente “Susy”, contrazione dell’espressione inglese Super Symmetry. In questa teoria, ogni particella di materia ordinaria ha un suo corrispettivo supersimmetrico, di uguali proprietà tranne che per lo spin.

La supersimmetria, tuttavia, non è stata finora osservata sperimentalmente. Se le particelle supersimmetriche esistessero in natura come copie esatte delle loro controparti, fatta eccezione per lo spin, la maggior parte di esse si sarebbe già dovuta osservare in abbondanza. La

supersimmetria deve pertanto essere “rotta”. La teoria rimane però valida, e seguita, per due motivi principali.

Se si provasse l’esistenza dei partner supersimmetrici si risolverebbe il cosiddetto problema della gerarchia tra la scala elettro debole e quella gravitazionale (o di Planck) nell’espressione teorica della massa del bosone di Higgs.

Un secondo motivo, quello che più interessa a noi, è che essa potrebbe essere, nel nostro mondo, una simmetria “rotta”. Una supersimmetria rotta potrebbe dare origine a particelle supersimmetriche notevolmente più pesanti dei loro partner del Modello Standard. Ma porta anche a far sì che la particella più leggera supersimmetrica, il neutralino, abbia tutte le caratteristiche per rientrare nelle WIMP: è stabile, non possiede carica elettrica, le sue interazioni con la materia ordinaria sono solo di tipo debole e si propone in modo naturale come il principale candidato alla materia oscura fredda.



A sinistra. Un immenso cluster di galassie, chiamato Abell 1689, catturato dal potente occhio del Telescopio Spaziale Hubble, con la Advanced Camera for Surveys nel 2003. La forza di gravità esercitata da oltre un trilione di stelle presenti nel cluster - più la materia oscura - funge costituisce una potentissima lente gravitazionale in grado di piegare e amplificare la luce delle galassie situate lontano, dietro all'ammasso. Crediti: NASA/ESA/HST/STScI.

teorie con extra dimensioni spaziali compattificate. In tutti questi esempi, il candidato particellare di materia oscura non è postulato come entità aggiuntiva a sé stante che risolva ad hoc il problema della materia oscura, ma piuttosto, la teoria "*beyond the Standard Model*" (al di là del Modello Standard delle particelle e interazioni fondamentali) risolve in una mossa più problemi diversi e, a priori, scorrelati.

Un'altra possibilità che ritengo ben fondata è quella di seguire, in un certo senso, l'esempio di come Fermi contribuì a formulare la teoria delle interazioni elettrodeboli: partendo cioè da una "teoria effettiva" che descrive, in un certo regime

di validità limitato (in energia, o distanza) il fenomeno particellare, per poi costruire un modello più o meno articolato, o "*simplified model*", popolato dal minimo numero di nuovi ingredienti (ad esempio mediatori di interazione e costituenti elementari). Il *simplified model* potrebbe poi diventare, con maggiore dettaglio sperimentale, una teoria vieppiù completa che estenda e dia significato (nel senso della fisica teorica) al Modello Standard.

Un ulteriore criterio è il cosiddetto, "utilitaristico" *bottom-up approach*: l'idea qui è di partire "dal basso" (*bottom*), cioè dal dato sperimentale, e di

Assioni, un altro candidato

L'assione è un'ipotetica particella elementare, ipotizzata negli anni '80 per spiegare la non violazione della simmetria CP nell'interazione forte (tale violazione, prevista dalla cromodinamica quantistica, non è mai stata osservata). Si tratta di particelle stabili, di massa molto piccola (circa 10 000 milioni di volte più leggere di un elettrone) e la sua interazione con la materia ordinaria sarebbe estremamente debole, al punto che le tecniche oggi sviluppate per tentare il rilevamento delle WIMP non sarebbero sufficienti per rilevare gli assioni. Considerata

l'estrema leggerezza di tale particella, se esistesse e fosse la costituente della materia oscura, essa sarebbe presente in quantità elevatissime. I tentativi sperimentali per rilevarli fanno uso di apparati in grado di generare campi magnetici molto intensi come nell'esperimento ADMX (Axion Dark Matter eXperiment).

Il segnale sperimentale consisterebbe nel rilevamento di un fotone di frequenza radio prodotto dalla conversione dell'assione nel campo magnetico.

costruire modelli, più o meno minimali in termini di nuovi componenti, che lo spiegano. Ma quali dati sperimentali? Come si “cerca” la materia oscura, e dove è plausibile che se ne possa scoprire e studiare la natura particellare fondamentale?

È impossibile indicare quale sia il candidato di materia oscura più “probabile”: in assenza di

Dai Laboratori del Gran Sasso ai telescopi spaziali, passando dal CERN

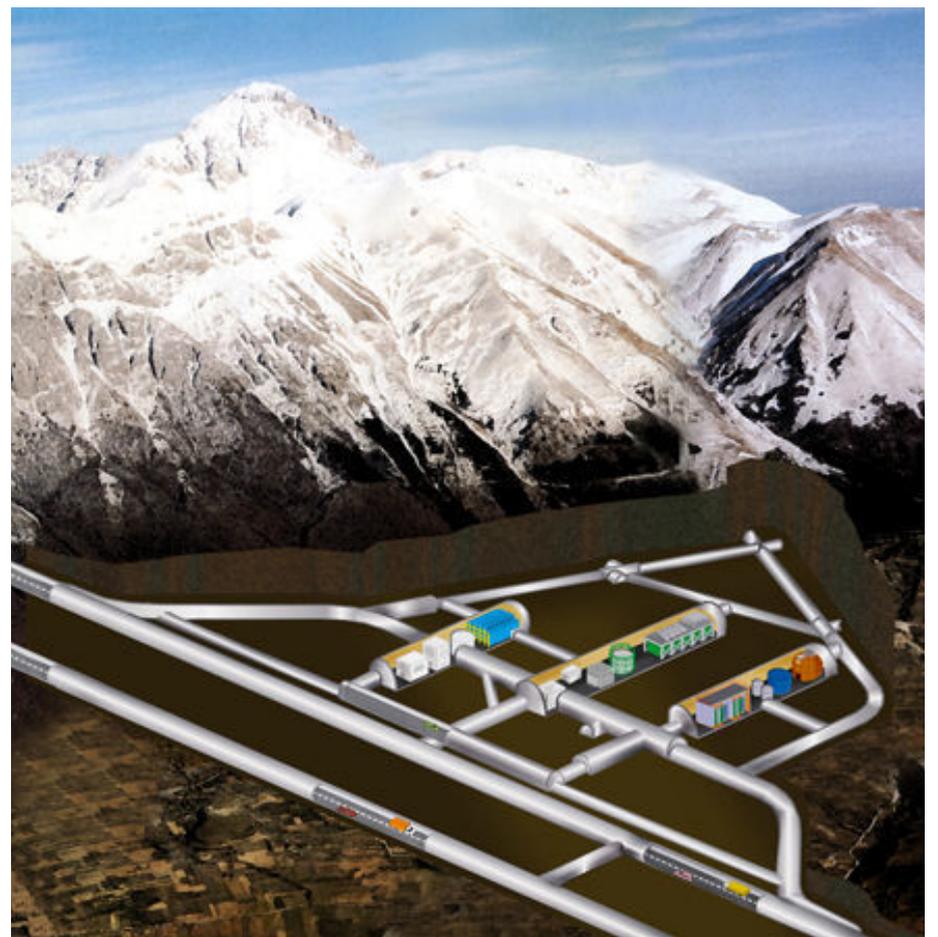
Della materia oscura si sa relativamente poco ma, di certo, si sa che la particella che la costituisce interagisce molto debolmente, al più, con la materia ordinaria. Ad esempio, essendo materia oscura, non può interagire elettromagneticamente, ossia con i fotoni, e comunque al momento, non esiste alcuna evidenza sperimentale per l'esistenza di interazioni diverse da quelle gravitazionali tra la materia oscura e la materia ordinaria.

In compenso, si ha un'idea abbastanza precisa di quanta materia oscura c'è nell'universo, sia globalmente che in strutture come galassie e ammassi di galassie.

La ricerca di un segnale dalla materia oscura è un campo sperimentale e osservativo tanto aperto quanto è grande l'ignoranza sulla natura di questo nuovo componente fondamentale. Tuttavia, esistono motivazioni molto solide per ritenere tre tipi di ricerche di materia oscura particolarmente promettenti:

- (1) **ricerche “dirette”**, volte a scoprire minuscoli depositi di energia cinetica dalla materia oscura alla materia ordinaria;
- (2) **ricerche “indirette”** che intendono rivelare l'annichilazione o il decadimento di materia oscura nella nostra galassia o in galassie esterne con osservazioni astronomiche o misure di radiazione cosmica;

indicazioni sulla natura di nuova fisica, al di là del Modello Standard, sarebbe pura speculazione e pregiudizio teorico. I candidati di materia oscura costituiscono piuttosto una serie di linee guida per l'indagine sperimentale, l'unico modo per ottenere informazioni sulla natura di questo nuovo costituente elementare.

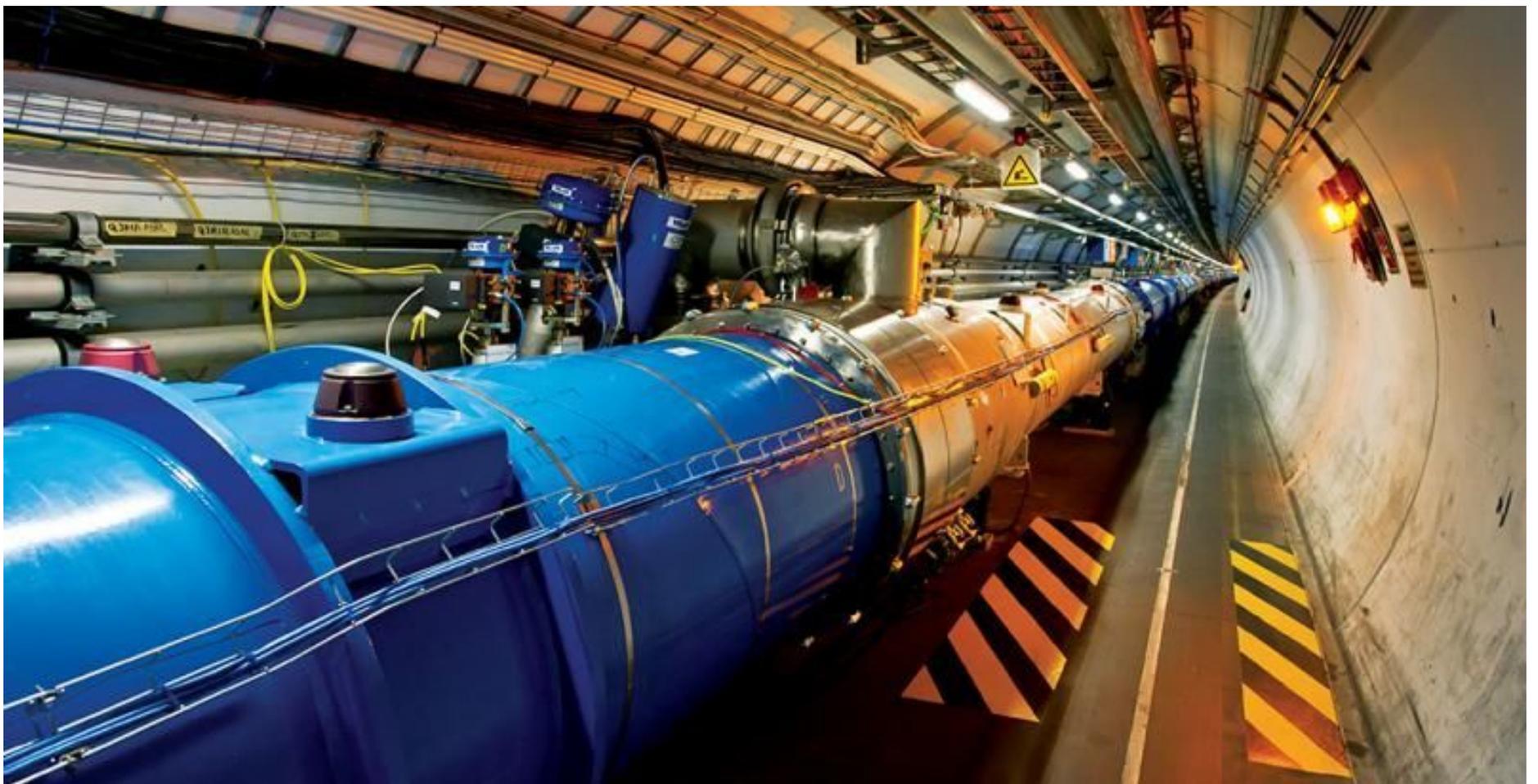


Sopra. Uno schema che rappresenta la struttura sotterranea dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Crediti: LNGS/INFN.

- (3) **ricerche con acceleratori di particelle**, che potrebbero letteralmente tentare di produrre la materia oscura.

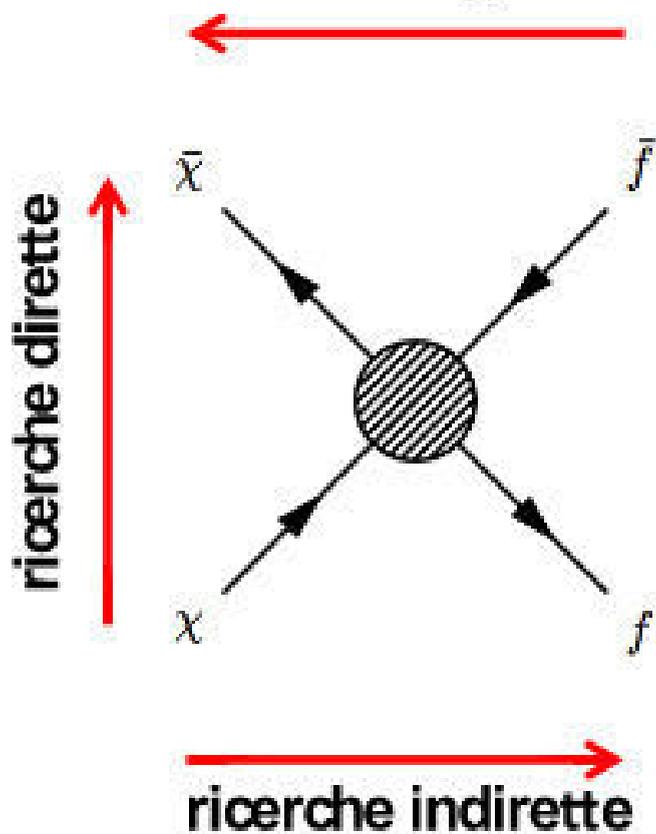
I tre candidati discussi qui sopra (assioni, neutrini sterili, e WIMP), ad esempio, offrirebbero segnali proprio in uno o in più dei canali di ricerca elencati.

L'Italia è in prima linea in tutte e tre queste attività: uno dei siti principali per ricerche dirette



Sopra. Il Large Hadron Collider (LHC) è l'acceleratore di particelle più grande e potente del mondo. Crediti: CERN.

acceleratori di particelle



di materia oscura sono i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (una delle sorgenti di background più problematiche, che possono interferire con le ricerche dirette di particelle, sono infatti i raggi cosmici, che vengono bloccati dalle centinaia di metri di roccia sovrastanti i Laboratori). L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ha avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo, in collaborazione con la NASA, del telescopio per raggi gamma Fermi, uno degli strumenti più potenti per ricerche indirette di materia oscura, e del misuratore di raggi cosmici satellitare PAMELA. Entrambi questi esperimenti potrebbero già aver rivelato i primi segnali sperimentali dalla materia oscura (vedi il seguente paragrafo). Infine, l'Italia e i ricercatori italiani giocano un ruolo fondamentale al CERN nell'ambito delle attività legate all'acceleratore di particelle Large Hadron Collider (LHC) e connesse alla ricerca di

Sopra. Tre possibili modi per cercare segnali di materia oscura:

"Direct detection", o ricerche dirette, cercano di carpire i piccolissimi effetti sperimentali che la particella di **materia oscura** x potrebbe depositare sulla **materia ordinaria**, f in figura.

Da sinistra a destra, invece, due particelle di materia oscura si annichilano producendo due particelle di materia ordinaria: se le particelle di materia ordinaria sono sufficientemente rare (ad esempio positroni nei raggi cosmici), è possibile utilizzare questo metodo "indiretto" (non si cerca direttamente la materia oscura, ma ciò in cui la materia oscura si annichila).

Infine, acceleratori di particelle possono produrre particelle di materia oscura direttamente (**da destra a sinistra in figura**): questa strategia viene utilizzata ad esempio al CERN per le ricerche di materia oscura con il Large Hadron Collider (LHC).

materia oscura. Molti ricercatori italiani, inoltre, sia in Italia che all'estero, sono ai vertici dell'attività di ricerca teorica nel campo della materia oscura.

Fai il Tour Virtuale dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso con Google!

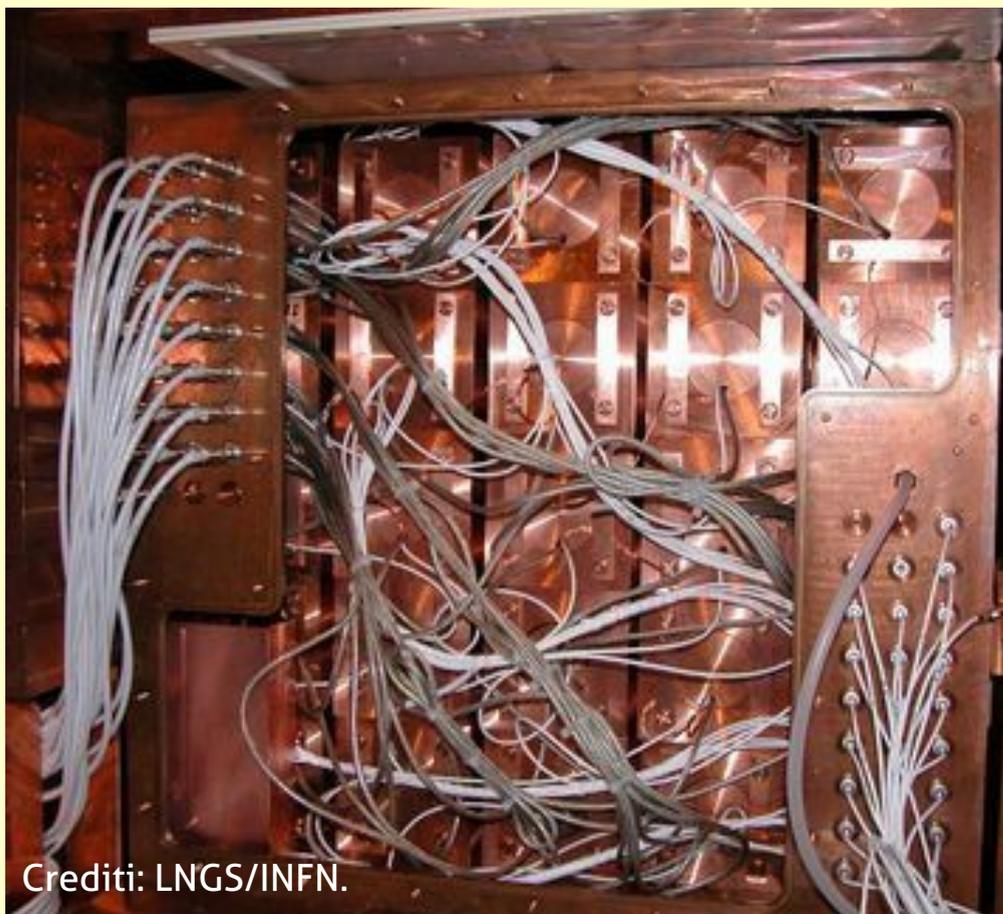
Al lupo, al lupo! Storie di "background" ordinari o straordinarie scoperte?

Moltissimi fisici teorici e sperimentali (me compreso) concordano che la scoperta della natura particellare della materia oscura potrebbe essere la prima finestra, il primo ponte, su una nuova e più completa teoria dei costituenti e delle interazioni fondamentali. Per quanto il Modello Standard – una "teoria efficace" e valida in un regime limitato di energia e di distanza – abbia retto finora egregiamente allo scrutinio sperimentale, l'esistenza stessa della materia oscura assicura che debba essere formulata una teoria più fondamentale e più completa.

Con l'intensificarsi delle ricerche sperimentali per gli elusivi segnali dalla materia oscura si è verificato un certo numero di casi in cui gruppi di ricercatori hanno ipotizzato "scoperte" degne, se confermate in modo conclusivo, del premio Nobel.

Per molti anni, ad esempio, uno degli esperimenti condotti al Gran Sasso, chiamato **DAMA**, ha misurato un eccesso a variazione stagionale, con una cadenza corrispondente a quanto atteso dal moto della Terra nel "vento galattico" di particelle di materia oscura. L'eccesso non è stato per ora confermato da nessun altro esperimento di ricerca diretta e, purtroppo, la collaborazione DAMA non offre dati sperimentali sufficienti ad altri ricercatori per studiare in dettaglio il segnale riportato. Nel frattempo, altre collaborazioni sperimentali stanno tentando di riprodurre l'apparato usato da DAMA per verificare il segnale. Sarà in particolar modo interessante studiare i risultati di esperimenti condotti nell'emisfero australe, dove la modulazione dell'eccesso, se dovuto a materia oscura, dovrebbe essere opposta.

Il Progetto DAMA



Crediti: LNGS/INFN.

Il progetto DAMA ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN è un osservatorio per lo studio di processi rari grazie allo sviluppo e all'uso di rivelatori a scintillazione di elevata radiopurezza e grande massa. Questo esperimento è dedicato principalmente all'investigazione di particelle di Materia Oscura nell'alone galattico e alla ricerca di vari altri processi rari (tra cui modi di decadimento doppio-beta in molti isotopi, possibili processi di non conservazione della carica, possibili processi che violino il principio di esclusione di Pauli, stabilità dei nucleoni, ricerca di assioni solari e particelle esotiche).

L'esperimento **PAMELA** è stato il primo a confermare un eccesso di positroni (sarebbe a dire anti-elettroni, particelle identiche agli elettroni, ma di carica elettrica opposta, e quindi positiva) nella radiazione cosmica nella galassia, con energie tra circa 10 e quasi 1000 giga-elettronVolt (GeV). L'esperimento **AMS-02**, sulla Stazione Spaziale Internazionale (e con partecipazione italiana) ha confermato con statistica ancora maggiore il risultato. Un tale eccesso di positroni potrebbe derivare dal decadimento o dall'annichilazione di particelle di materia oscura, con una massa di centinaia o migliaia di GeV, come quella attesa in molti modelli di WIMP. Per quanto questo eccesso di positroni abbia scatenato l'entusiasmo di letteralmente migliaia di ricercatori, e altrettanti articoli siano stati pubblicati su modelli di materia oscura che potrebbero spiegare l'eccesso, siamo ben lontani dal dichiarare scoperta la natura della materia oscura. Ad esempio, alcuni ricercatori (me compreso) hanno suggerito e dimostrato che i positroni potrebbero originare non da materia oscura, ma piuttosto da pulsar, stelle a neutroni note per essere in grado di

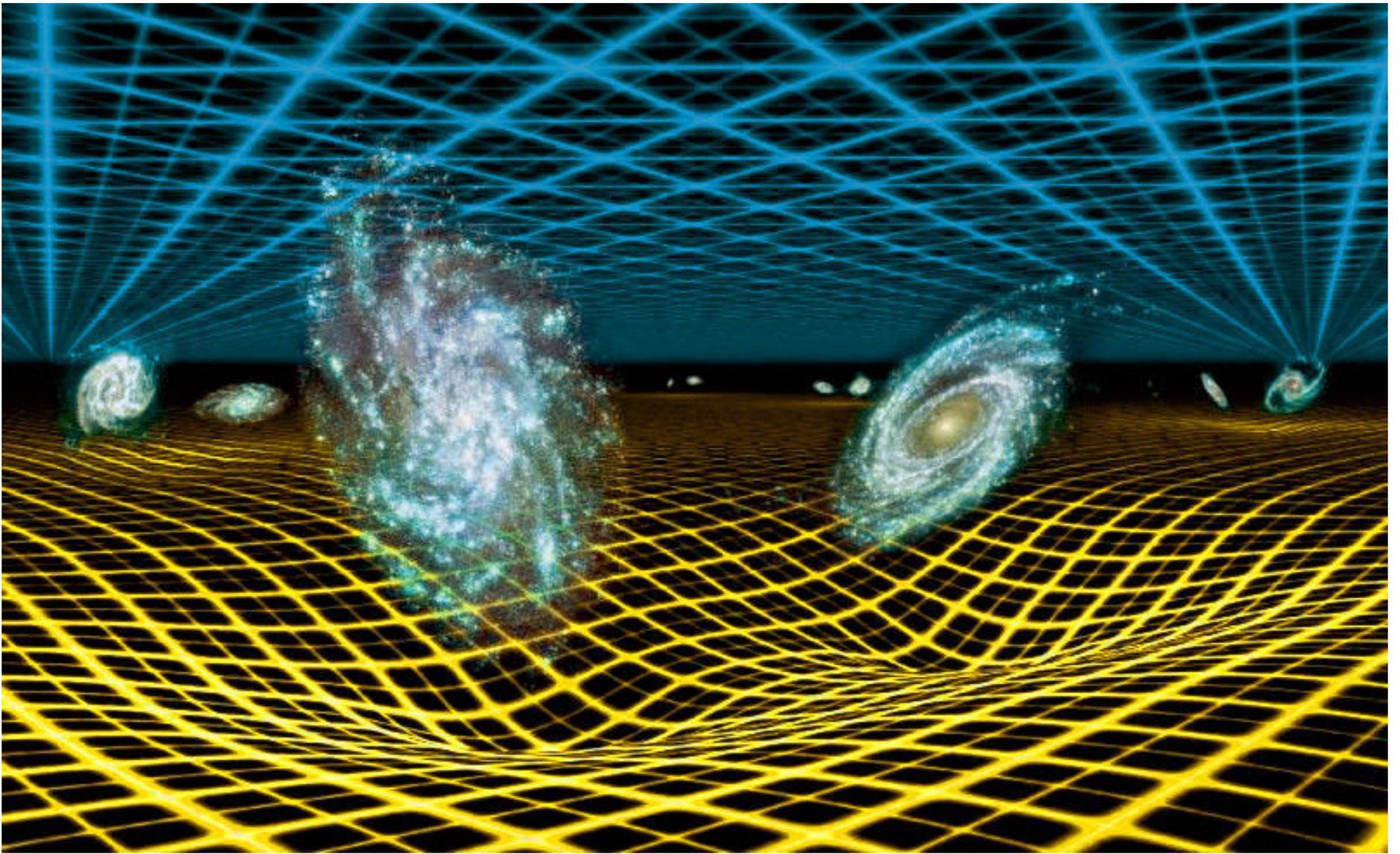


Sopra. Il telescopio a raggi gamma Fermi. Secondo alcuni ricercatori potrebbe aver raccolto i primi segnali non gravitazionali dalla materia oscura: un eccesso di radiazione gamma dal centro galattico. Per quanto sensazionale, rimango piuttosto scettico a proposito.

accelerare positroni ad altissima energia. Altri ancora dubitano che i modelli teorici, che descrivono la propagazione dei positroni nella radiazione cosmica, consentano un livello di dettaglio tale da assicurare che l'origine dell'eccesso sia davvero la materia oscura.

Con il telescopio spaziale **Fermi** diversi gruppi di ricercatori hanno identificato un eccesso di radiazione gamma (fotoni di altissima energia, attorno ai 10 GeV) dal centro galattico. Come nel caso dell'eccesso di positroni, in molti hanno ipotizzato un'origine collegata alla materia oscura, in questo caso l'annichilazione o il decadimento di particelle nel centro della Galassia, dove le concentrazioni di materia oscura sono molto alte. Anche qui, a mio parere, siamo lontani da una scoperta definitiva: ogni "eccesso", per essere definito tale, deve possedere un modello di "background", di fondo sperimentale, che consenta di distinguerlo da una semplice fluttuazione. Inoltre, come nel caso delle pulsar, anche qui esistono sorgenti astrofisiche note che potrebbero, in linea di principio, spiegare il segnale senza bisogno di invocare la materia oscura.

Infine, in un regime di energia completamente diverso, negli ultimi due anni ha avuto luogo una accesa discussione sull'origine di un eccesso di raggi X a un'energia di 3500 elettronVolt. Nel campo degli "ottimisti" si è parlato di scoperta del decadimento di neutrini sterili di massa 7000 elettronVolt (che potrebbero produrre raggi X e neutrini attivi, questi ultimi impossibili da misurare sperimentalmente, con la stessa energia). Io stesso, ed altri ricercatori, abbiamo esplorato invece la possibilità che i raggi X provengano dal decadimento di uno stato eccitato di nuclei di potassio nel mezzo intergalattico, il che, con i dati disponibili, potrebbe spiegare sia le osservazioni sia l'"eccesso". Purtroppo un nuovo telescopio giapponese che avrebbe potuto condurre osservazioni definitive sui misteriosi raggi X, Hitomi, ha avuto un problema tecnico ed è andato perso dopo essere entrato in orbita nel



marzo del 2016.

Per quanto al momento non esistano quindi dati sperimentali incontrovertibili che possano indicare la scoperta e l'identificazione della materia oscura, la caccia è aperta, e l'entusiasmo e le risorse umane (e talora anche monetarie) non mancano. L'idea di collaborare alla scrittura del capitolo del Grande Libro della Fisica su cosa

costituisca l'ottanta per cento della materia dell'universo è al tempo stesso affascinante ed estremamente eccitante. E forse, ancora di più, è la possibilità di fare della scoperta della natura della materia oscura il punto di partenza per una teoria più "perfetta" delle interazioni e particelle fondamentali.

Link e testi consigliati

Tutti gli articoli sui temi menzionati in questo saggio si possono trovare in libera distribuzione sui siti <http://arxiv.org>, o <http://inspirehep.net>

Esistono poi diversi articoli tecnici di "review" sulla materia oscura, ad esempio:

Particle Dark Matter: Evidence, Candidates and Constraints di Gianfranco Bertone, Dan Hooper, Joseph Silk, arXiv:hep-ph/0404175.

Degli stessi autori è **A History of Dark Matter** una "storia" della materia oscura (Gianfranco Bertone, Dan Hooper, arXiv:1605.04909).

Il lettore che desideri un resoconto meno tecnico può gradire la lettura del saggio di Alberto Casas: **La materia oscura. L'elemento più misterioso dell'universo.**

Infine, ho appena terminato un libro di testo (in inglese) sulla fisica della materia oscura dal punto di vista particellare: **An Introduction to Particle Dark Matter**, per i tipi di World Scientific, che apparirà nel corso del 2017.

Buchi Neri Primordiali

Una possibile spiegazione per la Materia Oscura?

di Alvisè Raccanelli



Ricorderete tutti lo storico annuncio dell'11 febbraio 2016 relativo alla prima rilevazione di onde gravitazionali (di cui potete leggere lo speciale pubblicato su Coelum Astronomia 198). L'evento, identificato con la sigla **GW150914** e avvenuto il 14 settembre 2015, ha aperto le porte a una "nuova astronomia" permettendo di scrutare il cosmo con nuovi occhi, quelli delle onde gravitazionali appunto, teorizzate ben un secolo prima dal grande Albert Einstein ma sempre sfuggite alle incessanti ricerche degli scienziati di tutto il mondo.

Questo aspetto ricorda un po' l'estenuante ricerca dell'altrettanto elusiva materia oscura, che sta mettendo alla prova le migliori menti scientifiche. E, forse, potrebbe esserci anche un legame con quella prima rilevazione, un doppio lieto fine allo storico evento.

Il condizionale è d'obbligo perché parliamo di un'ipotesi con più d'un caveat. Ipotesi, però, abbastanza "pesante" da essere presa in seria considerazione da numerose riviste scientifiche di altissimo livello, e aver dato il via alla discussione tra esperti di tutto il mondo. Tanti sono infatti gli studi che cercano e portano prove a favore e contro, rendendolo uno dei campi più prolifici del momento.

Secondo il team della Johns Hopkins University, di cui fa parte il premio Nobel per la fisica **Adam Riess**, oltre a certificare l'esistenza delle onde gravitazionali, GW150914 potrebbe anche essere la firma della materia oscura...

Nel team con Adam Riess c'è anche un italiano, un giovane astrofisico veneziano, **Alvise Raccanelli**, laureato a Padova nel 2007, che dal 2011 ha lavorato negli Stati Uniti – prima al JPL della NASA e poi alla Johns Hopkins University. Al momento lavora all'Università di Barcellona con un grant Marie-Sklodowska Curie dell'Unione Europea e ora ci racconta come nasce e si evolve una nuova teoria...

Materia Oscura? La nascita di una nuova ipotesi

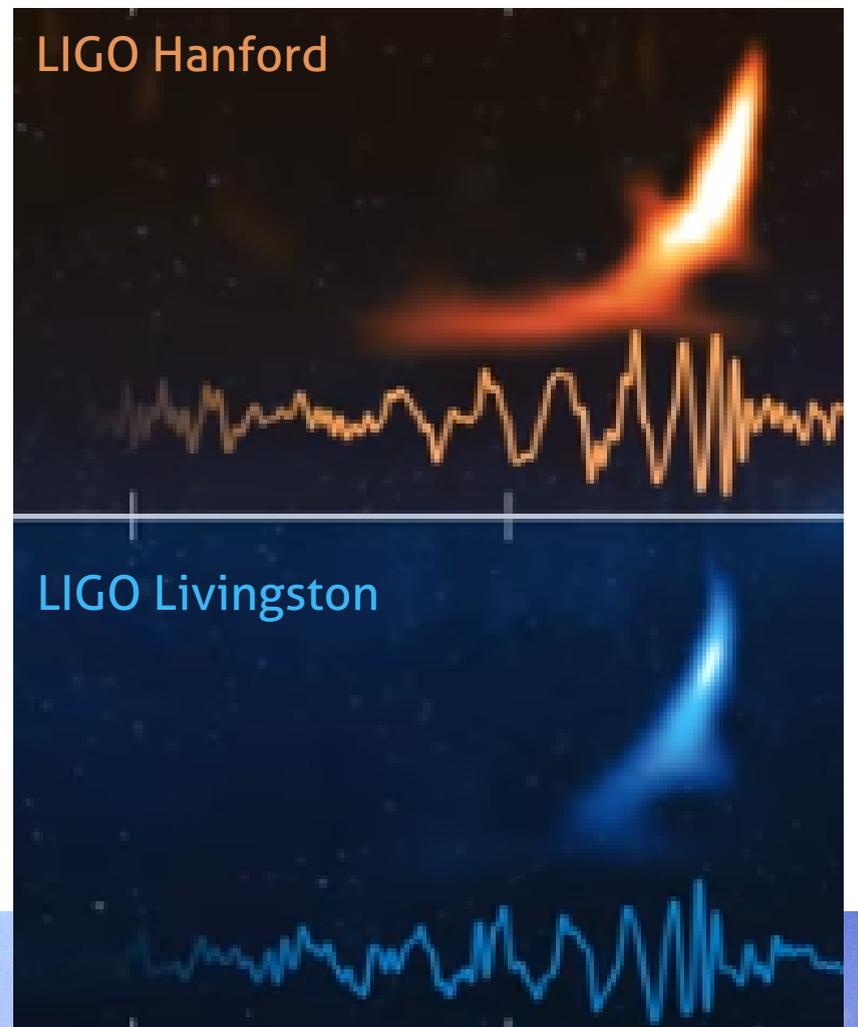
Quando i primi rumors affidabili sulla prima rilevazione di onde gravitazionali iniziarono a circolare, poco prima del Natale 2015, come molti altri fisici e astrofisici, abbiamo iniziato a pensare a cosa questo poteva portare – cosa poteva averle causate, ma anche cosa significava per le nostre ricerche, quali altre strade si potevano aprire – e a discuterne principalmente durante i pranzi o le pause caffè.

Le idee erano tante e una delle cose che ci interessava di più era collegare queste osservazioni alla possibile nascita ed evoluzione dei semi, ovvero gli antenati, dei buchi neri supermassivi, che sono ancora un mistero.

Dopo le vacanze di Natale, era ormai chiaro che LIGO aveva visto qualcosa e che l'annuncio era vicino.

Abbiamo quindi iniziato più seriamente a dedicare del tempo per capire cosa potesse esserci di nuovo e interessante da dire. Una delle idee che avevamo era quella di considerare la possibilità che i due buchi neri che si erano fusi dando

origine alle onde gravitazionali viste da LIGO potessero essere in realtà di origine primordiale. Buchi neri formati nei primi istanti di vita dell'Universo, non come collasso di stelle massive, come accade per i buchi neri "normali", ma per via di complicati meccanismi che accadono nell'Universo primordiale.



Sopra. LIGO presso Livingston (Louisiana, USA), uno dei due grandi interferometri laser che hanno rilevato per la prima volta il segnale delle onde gravitazionali nel settembre 2015, riportato nel grafico in alto. Crediti: LIGO.

SCIENCE & INNOVATION



MADE IN ITALY

PRIMALUCE LAB



a partire da **€ 895**

PRESENTA

EAGLE EAGLE S EAGLE OBSERVATORY

EAGLE è la prima unità di controllo che vi consente di controllare con una connessione wireless tutti i telescopi e gli accessori usati in astrofotografia! Si installa SUL telescopio per controllare e alimentare qualsiasi strumento e da tablet, smartphone o computer remoti!



PLUS

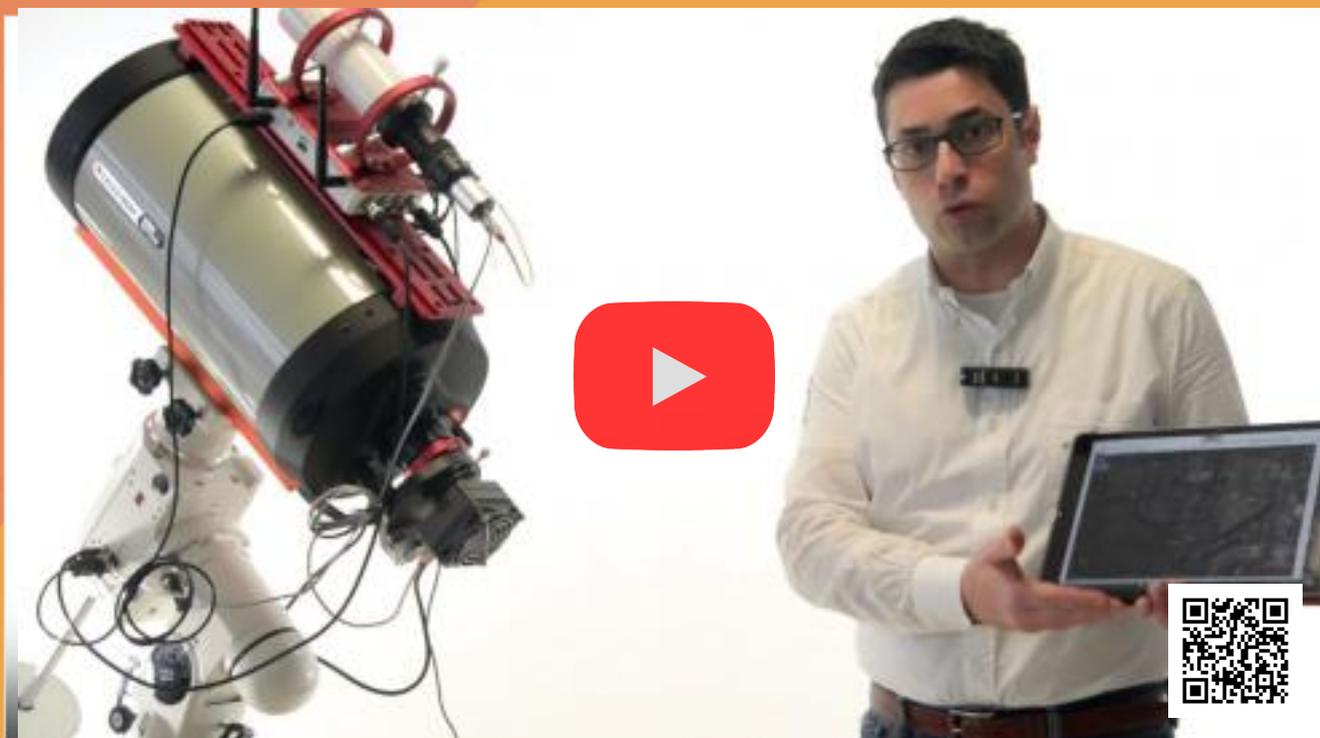
	EAGLE	EAGLE S	EAGLE OBSERVATORY
Consigliato per:	Chi si sposta spesso con il proprio telescopio	Astrofotografia avanzata e riprese planetarie/lunari hi-res	Postazione fissa (osservatorio) Riprese planetarie/lunari hi-res
Processore:	Atom 1,5 GHz singolo core	i3 2,1 GHz doppio core	i5 2,3 GHz doppio core Turbo mode 2,9 GHz
Memoria RAM / disco SSD:	8 GB / 64 GB	8 GB / 120 GB	16 GB / 128 GB
Porte USB 3.0 + USB 2.0:	1 + 4	4 + 2	4 + 2
Controllo WiFi:	✓	✓	✓
Controllo via Ethernet:	✓	✓	✓
ON/OFF periferiche in remoto:	✗	✗	✓
Porte alimentazione e corrente max:	4 porte 12V, 2 da 5A + 2 da 3A	4 porte 12V, 2 da 8A + 2 da 3A	4 porte 12V, 2 da 8A + 2 da 3A
Consumo:	max 500mA / ora	max 1200mA / ora	max 1700mA / ora

EAGLE S aggiunge *più memoria e potenza* per astrofotografia avanzata.

EAGLE OBSERVATORY aggiunge *il controllo remoto dell'alimentazione* degli strumenti collegati.

Clicca qui per vedere il video!

- Telescope Wifi Auto Controller
- Power Bridge
- Windows 10 IoT Enterprise
- Disco SSD 64GB 128GB
- memoria RAM 8GB 16GB
- Atom / Core i5
- Compatible con Apple, Android, Windows



Il rumor che circolava inizialmente si riferiva alla rilevazione di onde gravitazionali causata dalla fusione di due buchi neri di 10 masse solari. Quando poi abbiamo realizzato che i buchi neri erano di circa 30 masse solari, allora abbiamo pensato che le cose cambiavano un po'!

È infatti previsto che la maggior parte dei buchi neri abbia una massa intorno alle 5-10 masse solari, e perciò era molto più probabile che le prime osservazioni di onde gravitazionali rilevassero eventi causati dalla fusione di buchi neri con masse di questo tipo. Il fatto che il primo

evento osservato fosse invece dovuto alla fusione di una coppia di buchi neri di circa 30 masse solari l'uno, ci indica che o è stato un caso, o è possibile che questi oggetti siano molto più numerosi del previsto.

Ma se lo sono ed è difficile darne una spiegazione con l'astrofisica standard, allora potrebbe trattarsi di buchi neri primordiali, e se si scopre che sono anche tanti... non potrebbero essere loro a costituire la famosa "massa mancante", la Materia Oscura?

Buchi Neri Primordiali come Materia Oscura. Può funzionare?

A questo punto abbiamo quindi iniziato a riguardare in dettaglio quali fossero i limiti osservativi per individuare buchi neri primordiali, se davvero ancora possano essere sfuggiti in quantità alle osservazioni e quindi a valutare la possibilità che possano essere quella "materia oscura" che ancora manca all'appello.

L'idea in realtà non è completamente nuova: che buchi neri primordiali potessero rappresentare la famosa massa mancante era stato ipotizzato ed esplorato già in passato.

L'idea che nell'universo primordiale si siano formati dei buchi neri risale agli anni '60/'70. Inizialmente suggerita dai sovietici Zel'dovich e Novikov nel 1967 [Ya. B. Zel'dovich and I. Novikov, *Sov. Astron.* 10, 602 (1967)], è stata poi sviluppata in dettaglio da Stephen Hawking e Bernard Carr nel 1971 e in una serie di lavori successivi [si vedano ad esempio gli articoli Hawking S. (1971) *MNRAS*, 152, 75 e Carr B. J., Hawking S. W. (1974) *MNRAS*, 168, 399].

Recentemente Carr è tornato a occuparsi del modello e durante l'estate 2016 ha pubblicato una review sull'argomento (B. Carr, F. Kuhnel, and M. Sandstad, *Physical Review D* 94).



Sopra. L'autore dell'articolo e coautore della teoria dei Buchi Neri Primordiali come Materia Oscura, Alvise Raccanelli, qui ritratto durante una recente conferenza sull'argomento.

Il modello che descrive la materia oscura composta di buchi neri è parte della cosiddetta categoria dei **MACHO** (*Massive Compact Halo Objects*), un modello in cui cioè la materia oscura è composta da un gran numero di oggetti molto poco luminosi e molto massivi. In particolare, era diventato molto popolare negli anni '90 quando l'esperimento omonimo MACHO, un monitoraggio sistematico di alcuni milioni di stelle delle Nubi di Magellano, aveva ottenuto risultati che sembravano suggerire la presenza di molti buchi neri primordiali di circa 1 massa solare.

Buchi Neri Primordiali: cosa sono?

Da non confondersi con i più "classici" buchi neri di origine stellare, originati appunto dal collasso gravitazionale di una stella, i buchi neri primordiali sono oggetti, ancora ipotetici, formati nell'universo primordiale, dall'estrema densità della materia presente durante l'espansione iniziale dopo il Big Bang. In accordo con il modello di Big Bang caldo, durante i primissimi momenti di vita dell'universo, la pressione e la temperatura erano tali che semplici fluttuazioni nella densità della materia potevano innescare la formazione di

agglomerati e addensamenti di materia in grado di creare buchi neri.

I buchi neri primordiali, in teoria, potrebbero avere una massa anche molto ridotta, dell'ordine di pochi kg, fino a centinaia di masse solari. I buchi neri primordiali più piccoli sarebbero evaporati in tempi relativamente brevi (a causa della radiazione di Hawking) ma altri potrebbero essere sufficientemente stabili da persistere fino al presente. Questi oggetti fanno parte della categoria dei MACHO e sono uno dei candidati a costituire la materia oscura.

In quel periodo quindi molti teorici si dedicarono allo studio di se e come tali oggetti potessero formarsi, e alcune teorie sembrarono anche promettenti [in particolare gli articoli J. Garcia-Bellido, A. D. Linde, and D. Wands, *Physical Review D* 54, 6040 (1996), astro-ph/9605094 e T. Nakamura, M. Sasaki, T. Tanaka, and K. S. Thorne, *Astrophys. J. Lett.* 487, L139 (1997), astro-ph/9708060].

In seguito però, successive osservazioni, ridimensionarono quei risultati. Nel frattempo si stava anche affermando il modello di *WIMPs/Cold*

Dark Matter (Weakly Interacting Massive Particles): il modello che descrive la materia oscura composta da particelle proprie, diverse da quelle previste nel modello standard della fisica delle particelle, che interagirebbero molto debolmente con la materia ordinaria e per questo motivo non ancora osservate. Le due cose assieme avevano fatto passare di moda la proposta del modello "PBHs as DM", una sigla che tradotta significa appunto i "buchi neri primordiali come materia oscura" (Primordial Black Holes as Dark Matter).

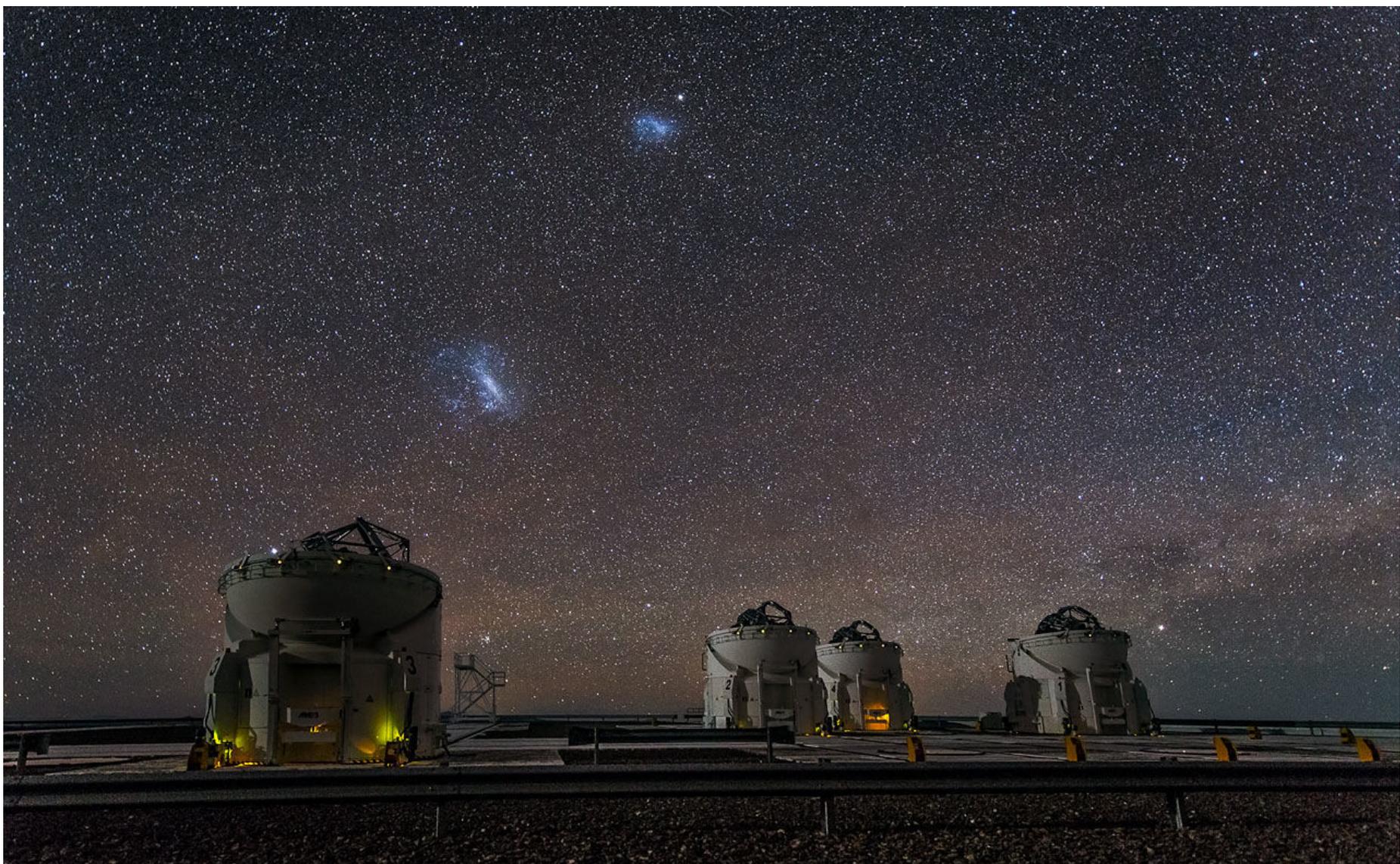
MACHO

L'acronimo MACHO (dall'inglese MAssive Compact Halo Object, ossia oggetto compatto massiccio di alone) è nato nei primi anni novanta, nell'ambito degli studi atti a individuare la natura della materia oscura. Con esso si identificano gli oggetti astronomici che potrebbero rappresentare una parte importante della materia oscura presente nell'alone galattico.

L'ipotesi che la massa degli aloni galattici potesse essere spiegata con oggetti astronomici "convenzionali" di scarsa luminosità (quelli che oggi sono chiamati MACHO appunto) è stata avanzata fin dagli anni Settanta, immediatamente

dopo le prime misure delle curve di rotazione delle galassie a spirale.

La categoria dei MACHO non comprende solo gli oggetti compatti propriamente detti (come le nane bianche, le stelle di neutroni e i buchi neri) ma anche i pianeti e le nane brune che, come i primi, sono caratterizzati da un rapporto massa/luminosità molto più elevato di quello delle stelle normali (e sono quindi molto meno luminosi). Non fanno parte della categoria gli oggetti simili ma appartenenti invece al piano galattico, come ad esempio il nostro Sistema Solare.



Sopra. Una bella vista del cielo come appare dal Cerro Paranal in Cile, in cui si notano le **Nubi di Magellano**. Proprio queste furono oggetto di studio del MACHO Project, condotto presso lo storico Osservatorio di Mount Stromlo (Canberra, Australia), purtroppo andato distrutto da un incendio nel 2003. Crediti: ESO/J. Colosimo.

Investigando quindi i limiti osservativi per verificare l'esistenza di un gran numero di buchi neri primordiali, **quello che stava emergendo era che avremmo potuto non aver visto ancora buchi neri molto leggeri**, di masse molto minori rispetto a quella del nostro Sole, **o buchi neri molto massivi**, perché servendone molti meno diventa molto raro riuscire a rilevarli.

Per capire meglio, immaginate che ci sia 1 tonnellata di un materiale non ben definito, una "cosa nera", in tutto l'Adriatico (a rappresentare la materia oscura che si trova nel nostro Universo): se la massa fosse composta di palline microscopiche, sarebbe molto difficile vederle, ma sarebbero quasi ovunque. Se invece fosse concentrata in 10 grandi sfere da 100 kg l'una... sarebbe sicuramente più facile individuarle, passandoci vicino, ma cercarle in tutto l'Adriatico sarebbe un'impresa...

Tornando ai buchi neri, potevano essercene sfuggiti abbastanza da poter spiegare la "massa

mancante", questo è il momento in cui abbiamo capito che le cose si stavano facendo interessanti.

In passato, i vari modelli MACHO sono stati messi alla prova principalmente usando test chiamati di *microlensing* e *wide binaries*.

I test di microlensing si basano sull'osservazione degli effetti di lente gravitazionale sui Quasar, causati da oggetti compatti che si trovano fra noi e la sorgente luminosa, rilevandone quindi la presenza.

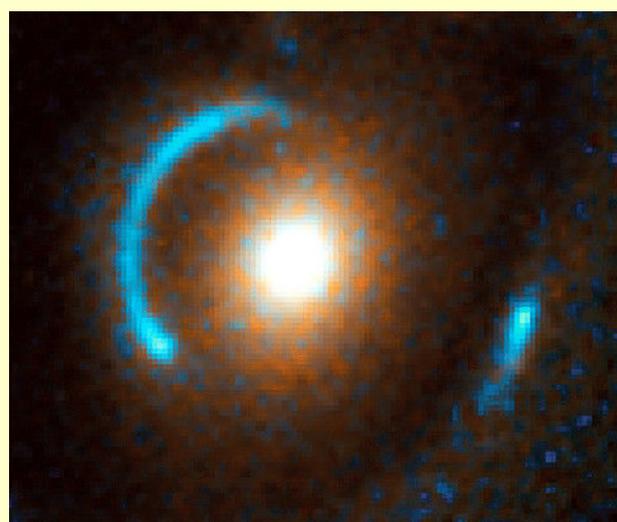
Con test di wide binaries invece si intende lo studio della stabilità dei sistemi di stelle binarie. Infatti, se esistesse un gran numero di oggetti compatti nella galassia, il passaggio di uno di questi oggetti all'interno dell'orbita di un sistema di stelle binarie causerebbe perturbazioni gravitazionali, al punto da arrivare a disgregare il sistema, e anche in questo caso rilevandone la presenza.

Gli esperimenti di microlensing erano arrivati a escludere l'esistenza di grandi numeri di buchi

La microlente gravitazionale

Il lensing gravitazionale è un effetto previsto dalla Relatività Generale e riconducibile alla capacità di un oggetto dotato di massa di deviare il percorso dei raggi luminosi. Nel caso del microlensing il corpo intermedio che funge da lente gravitazionale è di massa stellare o sub-stellare, mentre la sorgente luminosa è un oggetto di dimensione angolare confrontabile, quindi una stella o un Quasar a seconda della distanza. Il risultato dell'effetto-microlente è un improvviso e inaspettato aumento della luminosità della sorgente anche di un fattore 1000.

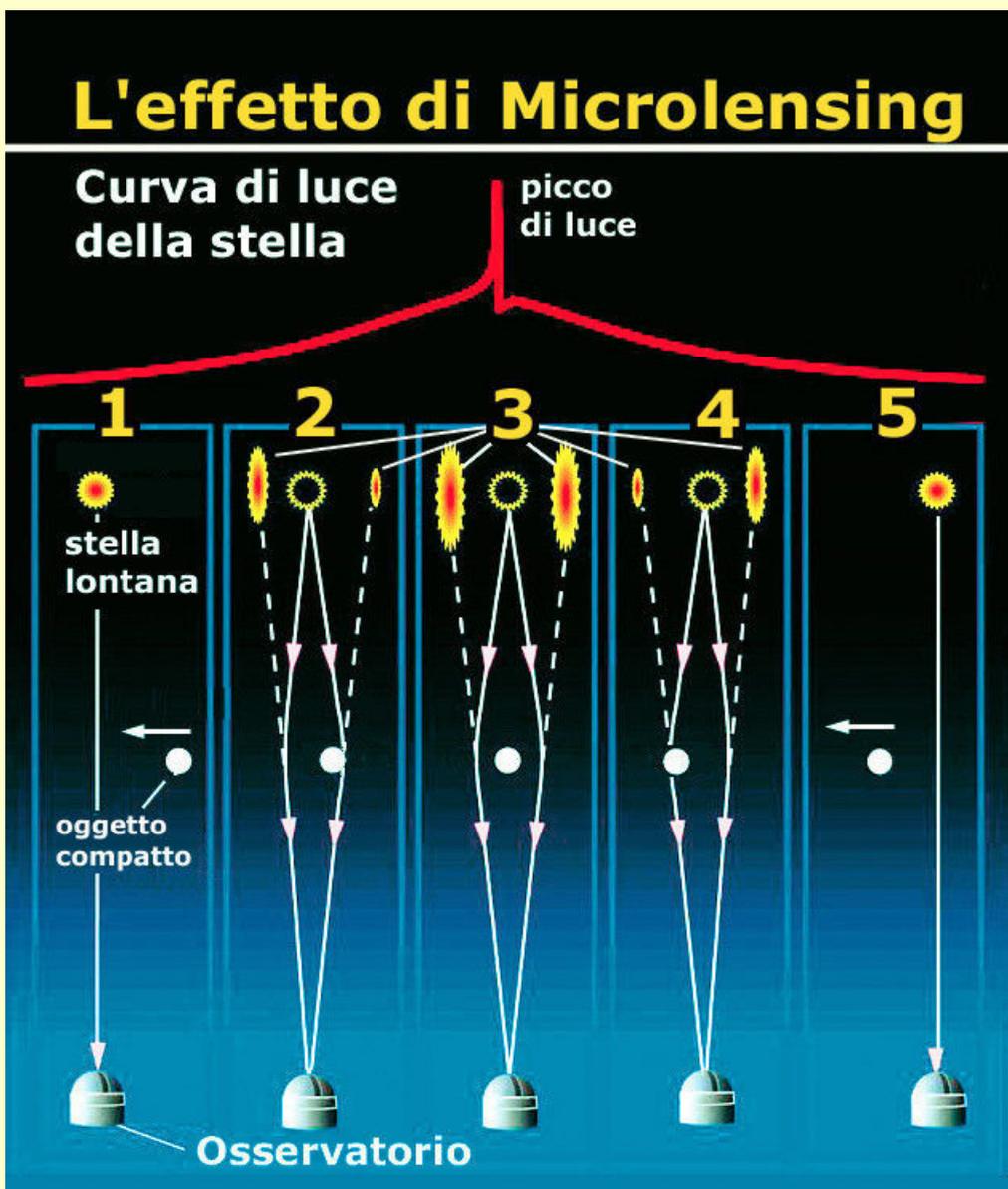
Secondo la Relatività Generale inoltre, quando l'allineamento tra osservatore, lente e sorgente è particolarmente preciso si produce un "anello di Einstein", il primo dei quali (noto come B1938+666) venne individuato solamente nel 1998 grazie al Telescopio Spaziale Hubble. L'effetto in questo caso, invece di produrre immagini multiple, proprio per via della natura puntiforme e compatta di sorgente e lente, dà luogo a quello che viene chiamato "anello di Einstein".



A sinistra. Uno dei tanti "Einstein ring" fotografati da Hubble, mostra al centro l'oggetto che ha funzionato da lente (in questo caso una massiccia galassia

ellittica) e che ha "ingrandito" in luminosità e dimensioni un oggetto molto più lontano quasi perfettamente allineato sulla linea di vista dell'osservatore. Il "quasi" è giustificato dal fatto che l'anello appare incompleto.

La durata del fenomeno dipende non solo dalla velocità relativa tra la sorgente e la lente, che finisce con l'interrompere l'allineamento, ma anche dalle caratteristiche fisiche della lente stessa. Infatti, dato che l'ampiezza dell'anello di Einstein dipende anche dalla massa della lente, il microlensing generato da una stella può durare da alcune settimane ad alcuni mesi.



A sinistra. Nel **quadro 1** l'oggetto compatto è ancora lontano dall'allineamento con la stella distante, visibile in alto in colore rosso (la curva di luce della stella rimane invariata). Nel **quadro 2** la massa dell'oggetto comincia a disturbare i raggi luminosi provenienti dalla stella e l'osservatore registra un aumento di luminosità, mentre l'immagine della stella comincia a mostrare immagini multiple molto luminose (che, nei casi di perfetto allineamento, come descritto nel testo, portano alla formazione di un anello di Einstein). Nel **quadro 3** l'allineamento è quasi ottimale, per cui la stella mostra un picco di luminosità e la massima estensione dell'insieme delle sue immagini multiple. Nel **quadro 4** l'oggetto sta uscendo dall'allineamento: si ripete all'inverso ciò che è accaduto nel punto 2 e il fenomeno comincia a regredire. Nel **quadro 5** l'oggetto è completamente uscito dall'allineamento e la curva di luce è ritornata al livello di partenza.

neri di massa solare simile al Sole fino a circa 10-20 masse solari. Gli studi sulla dinamica dei sistemi binari, d'altro canto, hanno escluso quei modelli che prevedevano grosse quantità di buchi neri di 80-100 masse solari o maggiori.

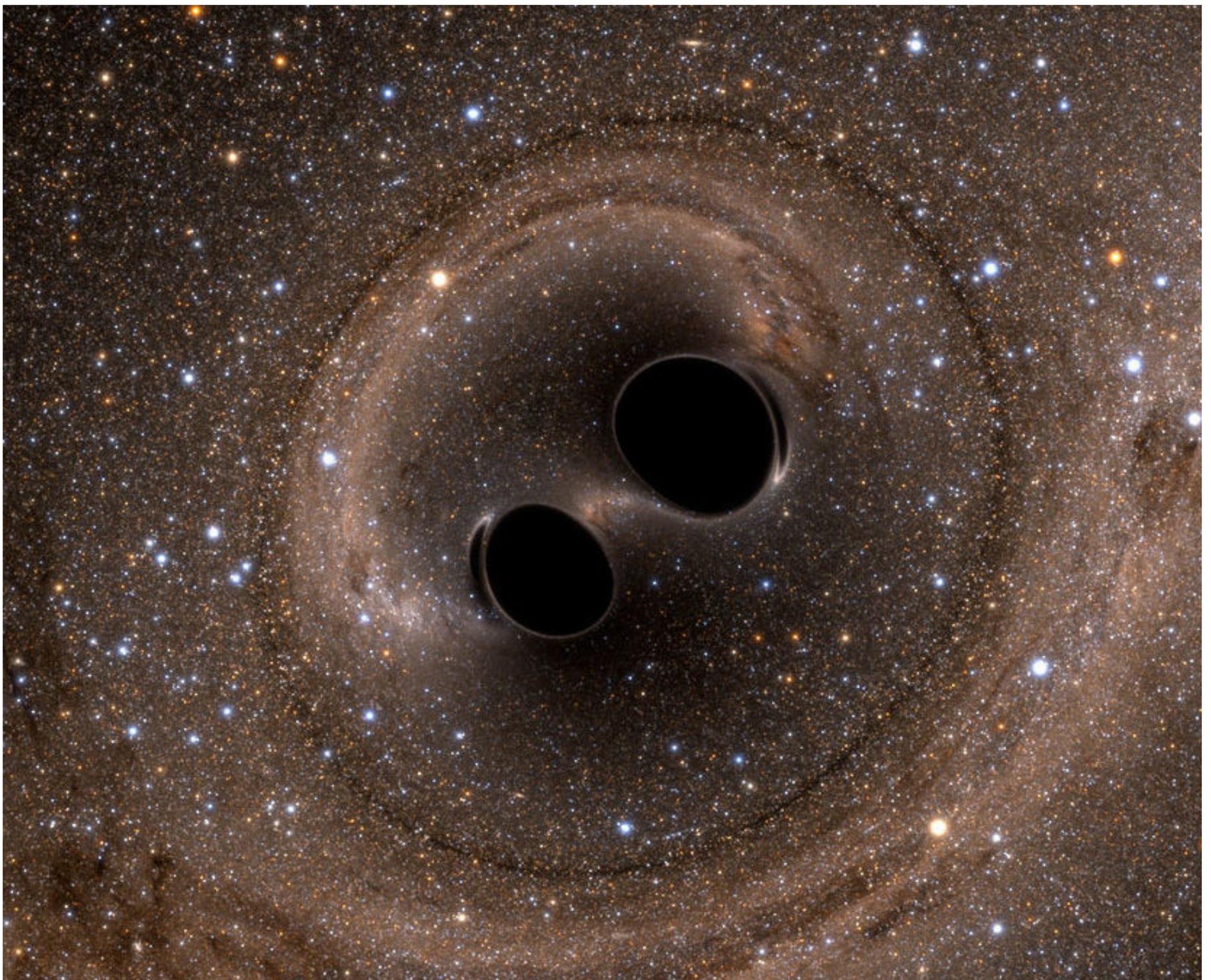
Restava quindi una finestra di oggetti con dimensioni comprese tra le 20 e le 80 masse solari, che ancora nessuna osservazione aveva escluso.

Ma, in base ai dati delle rilevazioni del satellite Planck, i calcoli effettuati sullo spettro della radiazione cosmica di fondo (CMB, Cosmic Microwave Background), sembravano escludere anche quest'ultimo range e quindi l'intera esistenza di buchi neri primordiali.

Ci era sembrato tuttavia (ma non solo a noi) che quei risultati fossero poco affidabili e basati su un

modello eccessivamente semplificato. Infatti, gli stessi limiti sono stati ricalcolati recentemente da 3 diversi gruppi di ricerca e si è visto che in effetti, facendo meglio i conti, i limiti sono molto molto meno stretti e in pratica escludono solo buchi neri primordiali di massa superiore alle 100 masse solari.

Le cose cominciarono a prendere forma. Grazie alla prima rilevazione di onde gravitazionali avevamo a disposizione l'osservazione di un sistema binario di buchi neri più massivi del previsto, con masse previste per buchi neri primordiali, in un range ammesso dalle osservazioni e che poteva spiegare il mistero della massa mancante senza dover ricorrere a quelle particelle WIMP che si cercano ma non si trovano da almeno 20 anni...



Sopra. Rappresentazione artistica dei due buchi neri all'origine delle onde gravitazionali rilevate da LIGO. Crediti: SXS Lensing.

Abbiamo così iniziato a fare dei conti più dettagliati.

Per prima cosa dovevamo verificare che un modello cosmologico simile, che prevedesse la materia oscura in forma di buchi neri di 30 masse solari, avesse senso e non desse risultati incompatibili con quello che già sappiamo dell'Universo e della sua evoluzione. Una nuova teoria deve infatti essere coerente con quanto già è noto!

Una volta accertato questo aspetto, bisognava capire se il nostro modello fosse in accordo con le nuove osservazioni e i calcoli del team di LIGO. Uno dei risultati del run (il periodo di raccolta dati) di LIGO, che ha portato alla rilevazione delle onde gravitazionali, era il numero di eventi che ci si aspetta di vedere. Con i pochi dati a disposizione la precisione non poteva essere elevata, ma una qualche indicazione era possibile e, in particolare, il team di LIGO riportava un valore di 2-50 eventi per gigaparsec cubico (un'unità di volume) all'anno, per buchi neri di circa 30 masse solari.

Calcolare il numero di eventi attesi, invece, nel nostro modello non era semplice. Non c'erano ancora infatti simulazioni al computer adatte per fare una previsione.

Simeon Bird, esperto in simulazioni computerizzate, ha quindi elaborato un modo per capire come predire la distribuzione di buchi neri

primordiali, come e quanti sistemi binari si potessero formare, e quanti di questi potessero arrivare alla fusione in un periodo di tempo stabilito, nell'arco della storia del nostro Universo. Il risultato finale è stato decisamente incoraggiante: i nostri risultati infatti rientravano nel range del "tasso di fusione" calcolato da LIGO. Il modello sembrava funzionare: eravamo pronti!

Abbiamo perciò lavorato sugli ultimi dettagli e scritto l'articolo per presentare alla comunità scientifica la nostra idea e il nostro lavoro: "Did LIGO detect Dark Matter?" [S. Bird, I. Cholis, J. B. Muñoz, Y. Ali-Haïmoud, M. Kamionkowski, E. D. Kovetz, A. Raccanelli, and A. G. Riess, *Physical Review Letters* 116, 201301 (2016), arXiv:1603.00464].

La reazione è stata incredibilmente positiva, fin dal primo giorno. Il paper veniva letto e discusso praticamente in tutti gli Istituti di Astrofisica del mondo, così come nei maggiori blog scientifici. Il NASA ADS, un archivio di articoli di astronomia e fisica, lo sceglieva come paper del giorno. E anche i media più tradizionali se ne sono interessati: giornali in vari paesi del mondo, siti online e un articolo della sezione Media dell'INAF (vedi nella prossima pagina in alto una breve rassegna stampa online).

Nelle settimane immediatamente successive alla comparsa del nostro articolo, altri gruppi [come ad

Did LIGO detect dark matter?

Simeon Bird,* Ilias Cholis, Julian B. Muñoz, Yacine Ali-Haïmoud, Marc Kamionkowski, Ely D. Kovetz, Alvise Raccanelli, and Adam G. Riess¹

¹*Department of Physics and Astronomy, Johns Hopkins University, 3400 N. Charles St., Baltimore, MD 21218, USA*

We consider the possibility that the black-hole (BH) binary detected by LIGO may be a signature of dark matter. Interestingly enough, there remains a window for masses $20 M_{\odot} \lesssim M_{\text{bh}} \lesssim 100 M_{\odot}$ where primordial black holes (PBHs) may constitute the dark matter. If two BHs in a galactic halo pass sufficiently close, they radiate enough energy in gravitational waves to become gravitationally bound. The bound BHs will rapidly spiral inward due to emission of gravitational radiation and ultimately merge. Uncertainties in the rate for such events arise from our imprecise knowledge of the phase-space structure of galactic halos on the smallest scales. Still, reasonable estimates span a range that overlaps the $2 - 53 \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$ rate estimated from GW150914, thus raising the possibility

Sopra. L'incipit dell'articolo "Did LIGO detect Dark Matter?"

esempio S. Clesse and J. Garcia-Bellido, Phys. Dark Univ. 10, 002 (2016), arXiv:1603.05234 e M. Sasaki, T. Suyama, T. Tanaka, and S. Yokoyama, Physical Review Letters 117, 061101 (2016), arXiv:1603.08338] avevano presentato nuovi studi con modelli leggermente diversi dal nostro, ma che prevedevano comunque l'esistenza di grandi quantità di buchi neri primordiali e suggerivano che questi andassero a formare la materia oscura.

A questo punto l'interesse era completamente rinverdito. Molti gruppi di teorici e di osservatori si sono (ri)messi a studiare possibili meccanismi di formazione e a ideare test osservativi.

Nel frattempo il paper è passato al vaglio del peer review nel prestigioso giornale "Physics Review Letters", che pubblica articoli innovativi che portano a significativi avanzamenti nella fisica e, con grande nostro entusiasmo, al momento della pubblicazione viene scelto come articolo di copertina. Ovviamente tutto ciò diede ancora maggior slancio e visibilità al nostro studio, e venne seguito come un'eco da un'altra serie di articoli sulla stampa, incluso il Washington Post. Oltre all'interesse dei media, abbiamo avuto l'occasione di presentarlo, tra gli altri, a un lungo workshop al Galileo Galilei Institute a Firenze, organizzato prima dell'annuncio di LIGO:

LIGO, forse un solo Nobel non basta (Media INAF)

Did Ligo detect dark matter? (Mail Online)

LIGO's black holes may be dark matter (Science News)

Could black holes be the dark matter everyone has been looking for? (The Washington Post)

Dark Matter May Be Made of Primordial Black Holes (Space.com)

l'argomento venne comunque discusso e, anche se la maggior parte dei partecipanti restò cauta, la reazione fu piuttosto positiva.

Le cose però sono ancora a livello di ipotesi, gli scettici (giustamente) non mancano: la proposta è rivoluzionaria, il modello non è sviluppato in tutti i suoi dettagli e, ultimo ma non meno importante, servono evidenze osservative.

Per poter considerare la nostra idea come davvero credibile serve una solida base teorica con predizioni, oppure delle forti evidenze osservative.

Quali potrebbero essere?

Come è possibile distinguere il modello "PBHs as DM" rispetto a un più "tradizionale" modello basato sull'esistenza di particelle di materia oscura non ancora rilevate?

Distinguere "PBHs as DM" da modelli alternativi

Uno dei pilastri della scienza moderna (galileiana) è rappresentato dalla riproducibilità e falsificabilità delle ipotesi. Perché una teoria sia ritenuta attendibile, è necessario poter ripetere l'esperimento e arrivare agli stessi risultati (entro ovviamente gli errori sperimentali), potendo quindi confrontare le ipotesi con i dati.

Visto che la teoria "classica" della materia oscura ha ancora dei piccoli problemi ma, in generale, non sembra contraddetta dalla maggior parte delle osservazioni, per poter elevare il modello "PBH as DM" (Buchi Neri Primordiali come Materia

Oscura) al rango di candidato principale nella spiegazione di cosa sia la "massa mancante" servono dei modi per poter distinguere le due.

Dopo aver pubblicato il nostro articolo, e considerata l'attenzione che questo aveva ricevuto, è sembrato perciò naturale per il nostro gruppo dedicarsi a ideare esperimenti o osservazioni che permettessero di distinguere fra il nostro modello e quello particellare.

Il primo risultato di questi sforzi è stato pubblicato un paio di mesi dopo il primo lavoro

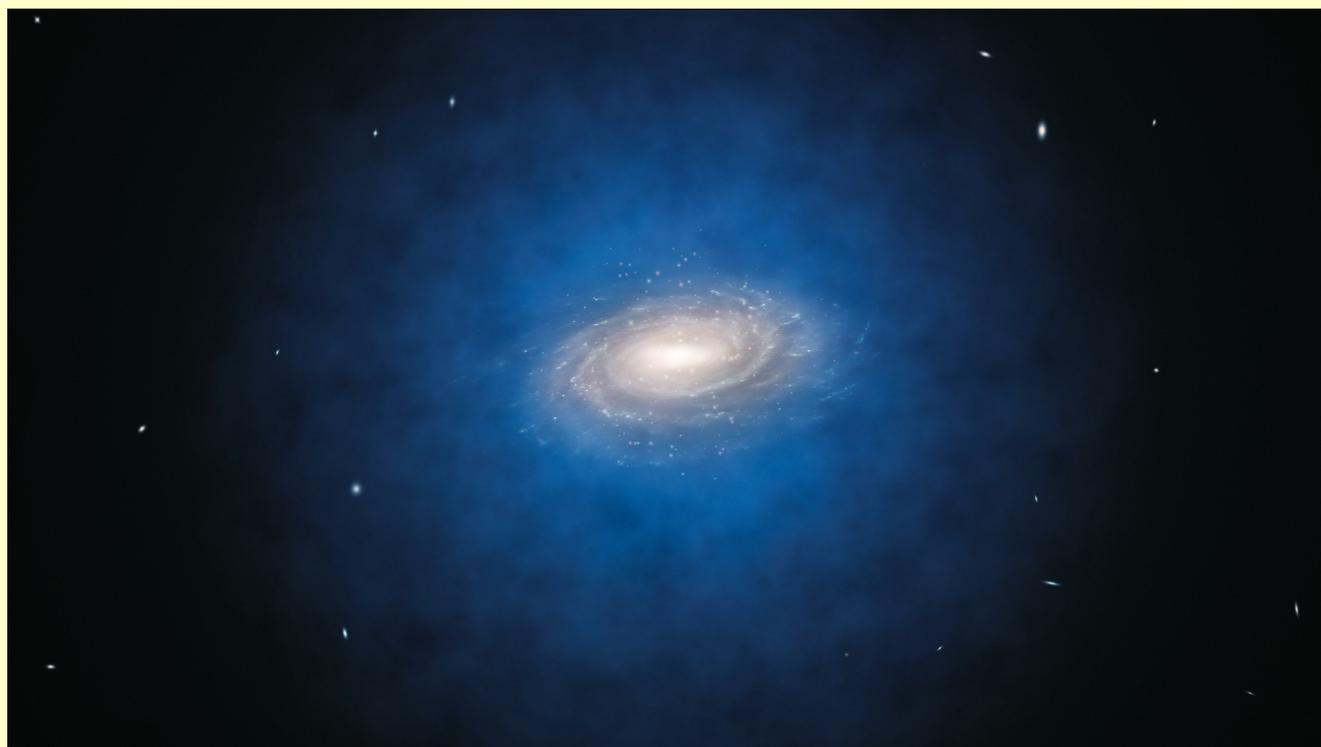
[A. Raccanelli, E. D. Kovetz, S. Bird, I. Cholis, and J. B. Muñoz, Phys. Rev. D94, 023516 (2016), arXiv:1605.01405], e descrive come sarà possibile mettere alla prova (o falsificare come si usa dire) il nostro modello mettendo insieme le future rilevazioni di onde gravitazionali con mappe di galassie ottenute dai radiotelescopi di nuova generazione.

Una delle conseguenze derivanti dal nostro studio infatti richiede che, secondo il nostro modello, la fusione di due buchi neri primordiali avvenga, per la quasi totalità, in aloni di materia oscura molto "leggeri". Un alone contenente galassie

"standard" come può essere la nostra Via Lattea "pesa" circa 10^{11} masse solari, ma nell'Universo ci sono sia aloni molto più piccoli, sia molto più grandi (fino a 10^{14} e anche 10^{15} masse solari!). Nel nostro modello due buchi neri primordiali si devono poter avvicinare fino a che la forza di gravità li leghi in un sistema binario e poi piano piano li porti alla fusione, emettendo infine l'onda gravitazionale che verrà rilevata da strumenti come LIGO.

In aloni grandi, la velocità media dei corpi celesti è troppo alta, mentre in aloni piccoli la velocità è molto minore. È quindi più facile che in questi ultimi la forza di gravità riesca a legare due corpi

Gli aloni di Materia Oscura



A sinistra. Una simulazione dell'immenso alone di materia oscura (di colore azzurro e blu) che circonda una galassia, come la nostra Via Lattea (la spirale visibile al centro). Crediti: Crediti: ESO/L. Calçada.

Quello che noi riusciamo a osservare oggi è la "materia ordinaria" (o barionica), ossia quella che si presenta in forma di stelle brillanti, gas incandescente e nubi di polvere. Al contrario invece, la materia oscura non emette, assorbe o riflette la luce, risultando quindi molto elusiva. È possibile dedurre l'esistenza solo per mezzo dei suoi effetti gravitazionali. La presenza di materia oscura può infatti spiegare perché le zone esterne delle galassie a spirale ruotano più velocemente di quanto ci si aspetterebbe, considerando solo la materia ordinaria che possiamo vedere direttamente. I nuclei delle galassie a spirale, infatti, mostrano un'alta concentrazione di stelle,

ma la densità di materia luminosa diminuisce verso la periferia. Se la massa di una galassia fosse costituita solamente di materia ordinaria, le zone esterne meno dense dovrebbero ruotare più lentamente delle regioni più dense al centro. Ma le osservazioni di galassie a spirale vicine mostrano invece che le zone interne ed esterne, di fatto, ruotano più o meno alla stessa velocità. Queste "curve di rotazione piatte" indicano che le galassie a spirale devono contenere grandi quantità di materia non luminosa disposta in un "alone" di materia oscura che circonda il disco galattico.

celesti, e ci aspettiamo quindi che la maggior parte di sistemi binari si trovi in aloni "leggeri". Il risultato dei nostri calcoli indica che il 99% delle fusioni avviene in aloni di massa inferiore a un milione (10^6) di masse solari.

Basandomi su questo risultato, ho quindi ideato un modo per distinguere tra il nostro modello, in cui le onde gravitazionali sono emesse da buchi neri primordiali, rispetto a un modello in cui i buchi neri sono normali buchi neri "stellari", cioè oggetti compatti che hanno avuto origine alla fine della vita di una stella.

Poiché gli aloni "leggeri" non possiedono abbastanza massa per dar vita a molte stelle, e tendono a essere oscuri, non saranno visibili alle survey che si basano sulla raccolta dei fotoni provenienti dalle sorgenti osservate (quindi visibili ad esempio ai telescopi ottici e ai radiotelescopi). D'altra parte è risaputo che invece i buchi neri tradizionali si formano principalmente dove la concentrazione di stelle è molto alta. Quindi, se le onde gravitazionali osservate da un rilevatore provengono da galassie con tante stelle, allora vorrà dire che si tratta di buchi neri standard, mentre se risulteranno provenire da regioni "oscuere" sarebbe un indizio in più per l'ipotesi che si siano generate dalla fusione di due buchi neri primordiali. Questo secondo studio presenta proprio

quest'idea e come metterla in pratica, correlando una mappa di onde gravitazionali con mappe di galassie della stessa zona. Secondo i nostri calcoli, potrebbero bastare pochi anni (da 3 a 5) di osservazioni con i rilevatori di nuova generazione in arrivo dopo LIGO – quali l'extended LIGO, comprendente rilevatori in India e Giappone, o l'Einstein Telescope, un rilevatore di onde gravitazionali di terza generazione in progetto all'interno dell'EGO (European Gravitational Observatory). Unite a mappe di radiogalassie ottenute con i radiotelescopi attualmente in costruzione, quali EMU/ASKAP e SKA, dovremmo arrivare a una risposta.

Un paio di mesi dopo il nostro primo studio, Ilias Cholis ha guidato un'altra ricerca, sempre volta a distinguere gli eventi dovuti all'interazione di buchi neri primordiali da quelli dovuti invece alle interazioni di buchi neri "normali". Questa volta il parametro considerato era l'eccentricità delle ultime orbite compiute dai buchi neri del sistema binario (si veda l'articolo I. Cholis, E. D. Kovetz, Y. Ali-Haïmoud, S. Bird, M. Kamionkowski, J. B. Muñoz, and A. Raccanelli, *Physical Review D* 94, 084013 (2016), arXiv:1606.07437): ci siamo infatti accorti del fatto che nel caso di buchi neri primordiali, l'orbita dovrebbe essere più eccentrica e, se il nostro modello è valido, un numero piccolo ma non nullo di eventi registrati dai rilevatori dovranno avere le ultime orbite non

perfettamente circolari, distinguendo così la natura primordiale dei buchi neri coinvolti.

Altri modi per mettere alla prova la nostra ipotesi sono stati proposti da Julian Muñoz et al. usando il lensing gravitazionale dei Fast Radio Bursts (FRB) (per maggiori informazioni sui Fast Radio Bursts, si veda *Coelum Astronomia* 202), da Kovetz et al.

A sinistra. Un'immagine del nuovo interferometro laser **EGO VIRGO**, situato a Cascina in provincia di Pisa. Crediti: EGO/Virgo.



lavorando sulla distribuzione di masse dei buchi neri binari e il fondo stocastico di onde gravitazionali. Mentre nel frattempo Yacine Ali-Haimoud sta lavorando con Marc Kamionkowski per ricalcolare nuovamente i limiti imposti dalle rilevazioni della CMB, oltre agli studi già citati di prima del Natale 2016, che concordano sul ridurre la forza di quei limiti [Y. Ali-Haimoud and M. Kamionkowski, (2016), arXiv:1612.05644 e K. Blum, D. Aloni, and R. Flauger, (2016),

arXiv:1612.06811].

Dato l'interesse che il modello dei buchi neri primordiali ha suscitato nella comunità scientifica internazionale, sono poi fiorite altre ricerche che propongono di testarlo usando osservazioni di sorgenti a raggi X, o di investigare più a fondo i limiti teorici (ad esempio, non c'è ancora una spiegazione accettata e completamente sviluppata per spiegare come tali oggetti si possano essere formati).

Prospettive future

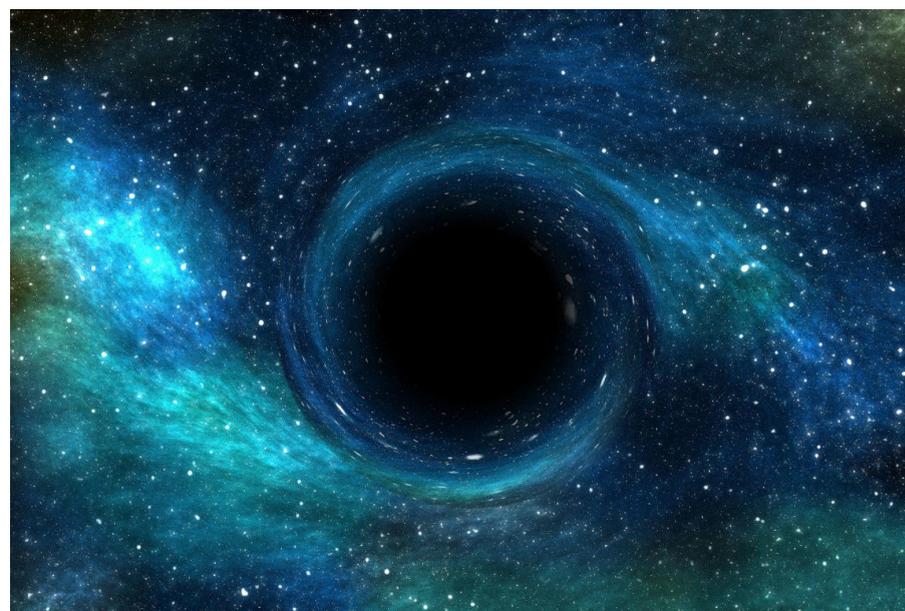
Ci troviamo dunque in un momento particolarmente esaltante e prolifico per chi si occupa di buchi neri, di onde gravitazionali e di materia oscura, e non c'è motivo di pensare che con l'arrivo ormai prossimo delle nuove tecnologie questo interesse cali.

L'astronomia delle onde gravitazionali ci permetterà di investigare l'Universo in modi totalmente nuovi e sicuramente molte scoperte, anche inattese, sono all'orizzonte (vedi box in basso).

Se poi questo permetterà finalmente di capire in che forma si presenta la "massa mancante" dell'Universo, allora avverrà l'unione, inaspettata, di ben tre importanti campi della fisica: la nuovissima astronomia delle onde gravitazionali, la cosmologia e la fisica delle particelle.

Ma anche nel caso i risultati fossero negativi, e tutto questo interesse attorno alla nostra ricerca portasse alla definitiva conclusione che la materia oscura non è fatta di oggetti compatti come buchi neri primordiali, come nuovi studi proprio in queste settimane mirano a dimostrare, sarebbe comunque un tassello in più verso la comprensione della sua natura e, a questo punto, ogni tassello diventa importante.

Indicazioni definitive sulla validità delle nostre ipotesi, come detto prima, potranno arrivare nei prossimi 5 o 10 anni: l'unione delle osservazioni che la comunità astrofisica ha proposto in questi mesi potrà mettere quindi un punto fermo sulla



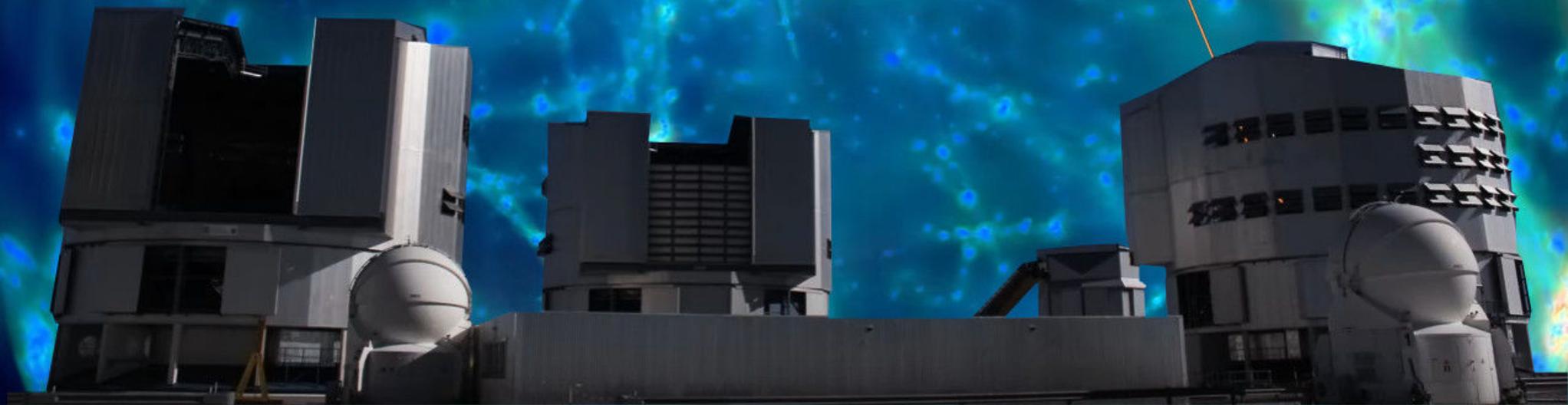
questione e permettere di compiere un passo avanti in più verso la comprensione del nostro Universo.

Nuove scoperte all'orizzonte

- The Quest for B Modes from Inflationary Gravitational Waves di Cutler C., Holz D. E., 2009, Physical Review D80, 104009
- Cosmic microwave background limits on accreting primordial black holes di Kamionkowski M., Kovetz E. D., 2016 ARA&A, 54, 227, arXiv:1510.06042
- Alvisè Raccanelli - Gravitational wave astronomy with radio galaxy surveys MNRAS 2017, arXiv:1609.09377
- Gravitational waves from inflation di Guzzetti M. C., Bartolo N., Liguori M., Matarrese S., 2016, Riv. Nuovo Cim., 39, 399

La materia oscura è meno rilevante nell'Universo primordiale

di Redazione Coelum Astronomia - Comunicato ESO.



Le osservazioni VLT di galassie distanti suggeriscono che esse fossero dominate da materia ordinaria, al contrario di quanto si osserva nel nostro universo locale, dove la materia oscura influenza in modo più massiccio la dinamica delle nostre galassie.

Nuove osservazioni indicano che le galassie massicce, con alta formazione stellare, fossero dominate da materia barionica o "normale" durante il picco della formazione delle galassie, 10 miliardi di anni fa. Questo risulta in netto contrasto con le galassie odierne, in cui gli effetti della misteriosa materia oscura sembrano essere molto maggiori. Questo risultato sorprendente è stato ottenuto con il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO e suggerisce che la materia oscura fosse meno rilevante nell'Universo primordiale di quanto lo sia oggi.

La ricerca viene presentata in quattro diversi articoli, uno dei quali pubblicato il 15 marzo sulla rivista Nature .

Quello che riusciamo a osservare oggi è la materia ordinaria sotto forma di stelle brillanti, gas incandescente e nubi di polvere. Ma la materia oscura, più sfuggente, non emette, assorbe o riflette la luce e ne abbiamo potuto rivelare l'esistenza solo per mezzo dei suoi effetti

gravitazionali. La presenza di materia oscura può infatti spiegare perché le zone esterne delle galassie a spirale ruotano più velocemente di quello che ci aspetterebbe se fosse presente solo la materia ordinaria che possiamo vedere direttamente. I nuclei delle galassie a spirale, infatti, mostrano un'alta concentrazione di stelle, ma la densità di materia luminosa diminuisce verso la periferia. Se la massa di una galassia consistesse solamente di materia normale (barionica), le zone esterne meno dense dovrebbero ruotare più lentamente delle regioni più dense al centro. Tuttavia le osservazioni compiute sulle galassie a spirale vicine mostrano che le zone interne ed esterne, di fatto, ruotano più o meno alla stessa velocità. Queste "curve di rotazione piatte" indicano che le galassie a spirale devono contenere grandi quantità di materia non luminosa disposta in un alone di materia oscura che circonda il disco galattico.

Ora un'equipe internazionale di astronomi, guidati da Reinhard Genzel del Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics in Garching, Germania, ha usato gli strumenti KMOS e SINFONI montati sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO in Cile per misurare la rotazione di sei galassie massicce, con alta formazione stellare, nell'Universo distante, al picco della formazione delle galassie 10 miliardi di anni fa.

Ciò che hanno trovato è molto interessante: diversamente dalle galassie a spirale dell'Universo attuale, le regioni esterne di queste galassie distanti sembrano ruotare più lentamente delle regioni centrali – suggerendo che ci fosse meno materia oscura di quanto previsto. Questo nuovo risultato non mette in discussione la necessità di materia oscura come componente fondamentale dell'Universo o la sua quantità totale, piuttosto suggerisce che la materia oscura fosse distribuita diversamente all'interno e intorno ai dischi delle galassie ai primordi, se confrontata con quanto osserviamo oggi.

«Sorprensamente, le velocità di rotazione non sono costanti, ma diminuiscono a mano a mano che ci si allontana dal centro della galassia», commenta Reinhard Genzel, primo autore dell'articolo su Nature. «Ci sono probabilmente due cause. La prima: la maggior parte di queste galassie sono fortemente dominate da materia ordinaria, mentre la materia oscura gioca un ruolo molto inferiore rispetto all'Universo locale. La seconda: questi dischi primordiali erano molto più turbolenti delle galassie a spirale che vediamo nei nostri dintorni cosmici».

Entrambi gli effetti sembrano diventare più evidenti a mano a mano che gli astronomi guardano più indietro nel tempo, nell'Universo primordiale. Ne consegue che 3 o 4 miliardi di anni dopo il Big Bang il gas presente nelle galassie si fosse già condensato

in un disco piatto e rotante, mentre l'alone di materia oscura che le circonda fosse rimasto distribuito in modo più ampio e diffuso.

Apparentemente, sono occorsi molti più miliardi di anni perché anche la materia oscura si condensasse, in

modo tale che il suo effetto dominante sulla velocità di rotazione del disco galattico può essere visto solo oggi.

Questa spiegazione è consistente con le osservazioni che mostrano che le galassie primordiali avevano molto più gas ed erano più compatte delle galassie di oggi.

Le sei galassie descritte nello studio appartengono a un campione più ampio, di un centinaio di galassie a disco distanti e con alta formazione stellare. Oltre alle misure individuali citate prima, è stata creata una curva di rotazione media combinando i segnali più deboli delle altre galassie. La curva composita mostra la stessa tendenza – la velocità diminuisce allontanandosi dal centro della galassia – così come lo studio di altri 240 dischi con alta formazione stellare.

Modelli dettagliati mostrano che mentre la materia ordinaria oggi, di solito, costituisce in media la metà della massa totale di tutte le galassie, nelle galassie ai redshift più alti ne domina invece completamente la dinamica.

Sotto. Confronto tra le galassie a disco in rotazione nell'Universo distante (a destra) e al giorno d'oggi (a sinistra). Nella seconda, le stelle della regione esterna orbitano rapidamente a causa della presenza di grandi quantità di materia oscura (in rosa). La galassia a destra, che si trova nell'Universo distante (10 miliardi di anni fa), ruota più lentamente nella zona esterna poiché la materia oscura è più diffusa. La differenza in questa simulazione è stata esagerata per rendere più chiaro l'effetto. Crediti: ESO/L. Calçada.



CMOS contro CCD

Fine di un'era?

Leggi la prima parte
Differenze e proprietà del CMOS

Terza e ultima parte

Linee guida per la ripresa con camere CMOS raffreddate e conclusioni

di Mauro Narduzzi - Skypoint Srl

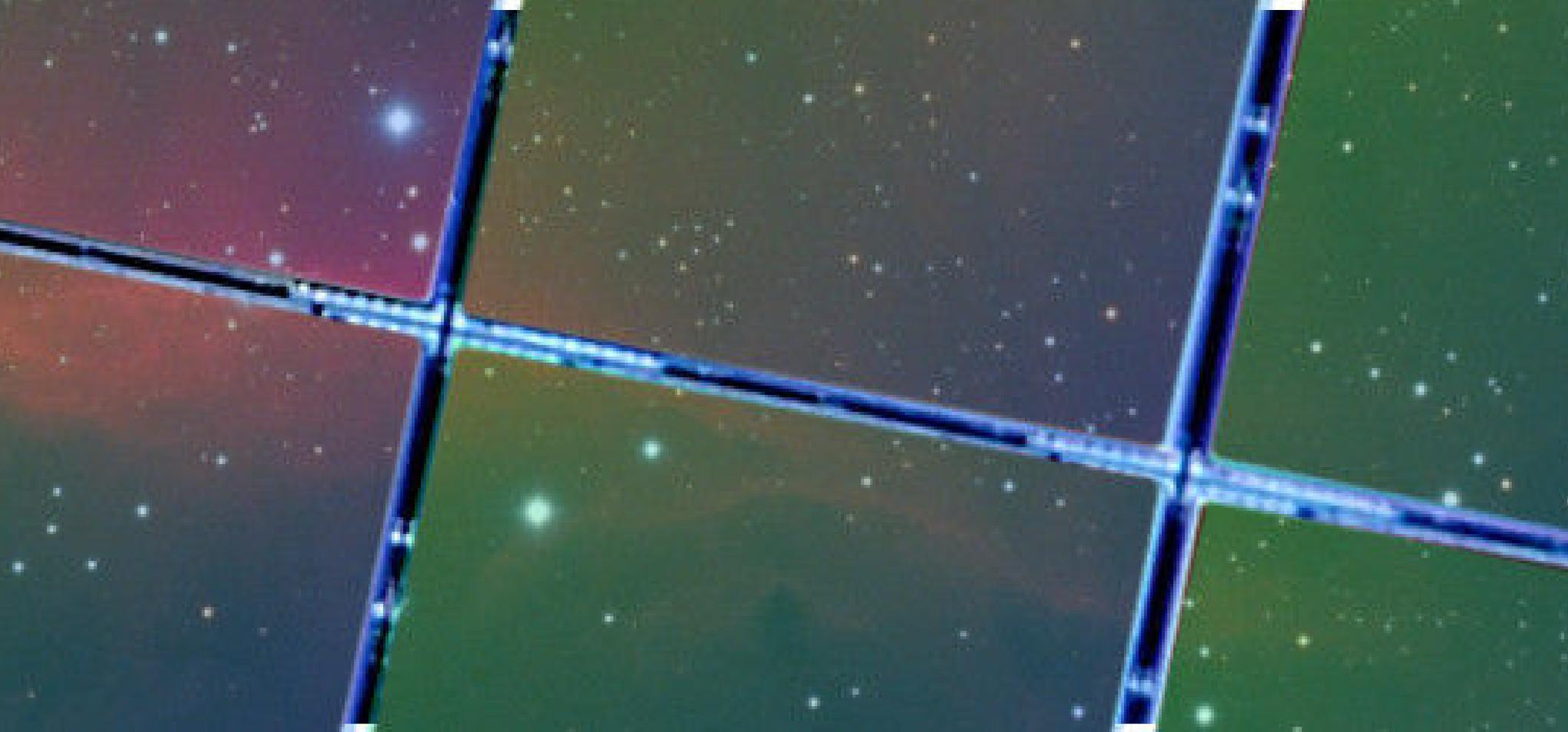
SKYPOINT®

Nello scorso numero, abbiamo dato un'interpretazione delle proprietà dei sensori CMOS, ora finalmente, possiamo stendere alcune linee guida per l'uso in astrofotografia a lunga posa del cielo profondo e trarre le conclusioni di questa nostra approfondita trattazione.

Cominciamo subito parlando delle impostazioni dei parametri fondamentali e, a tal proposito, sarà particolarmente importante comprendere come impostare **gain** (e di conseguenza anche l'**offset**) e quanto lunghe eseguire le singole **pose** su un particolare soggetto, valutandone le caratteristiche a priori e considerando le condizioni del cielo. Purtroppo per questo è necessario avere una grande esperienza sul campo, oppure affidarsi all'esperienza altrui. Ma l'astrofotografia del cielo profondo con sensori CMOS è ancora "*materia giovane*", non si trovano

molti esempi in rete, sebbene questi siano in continuo aumento. Inoltre vi è ancora un certo pregiudizio dato da anni e anni di utilizzo della tecnologia CCD che confonde un po' le idee.

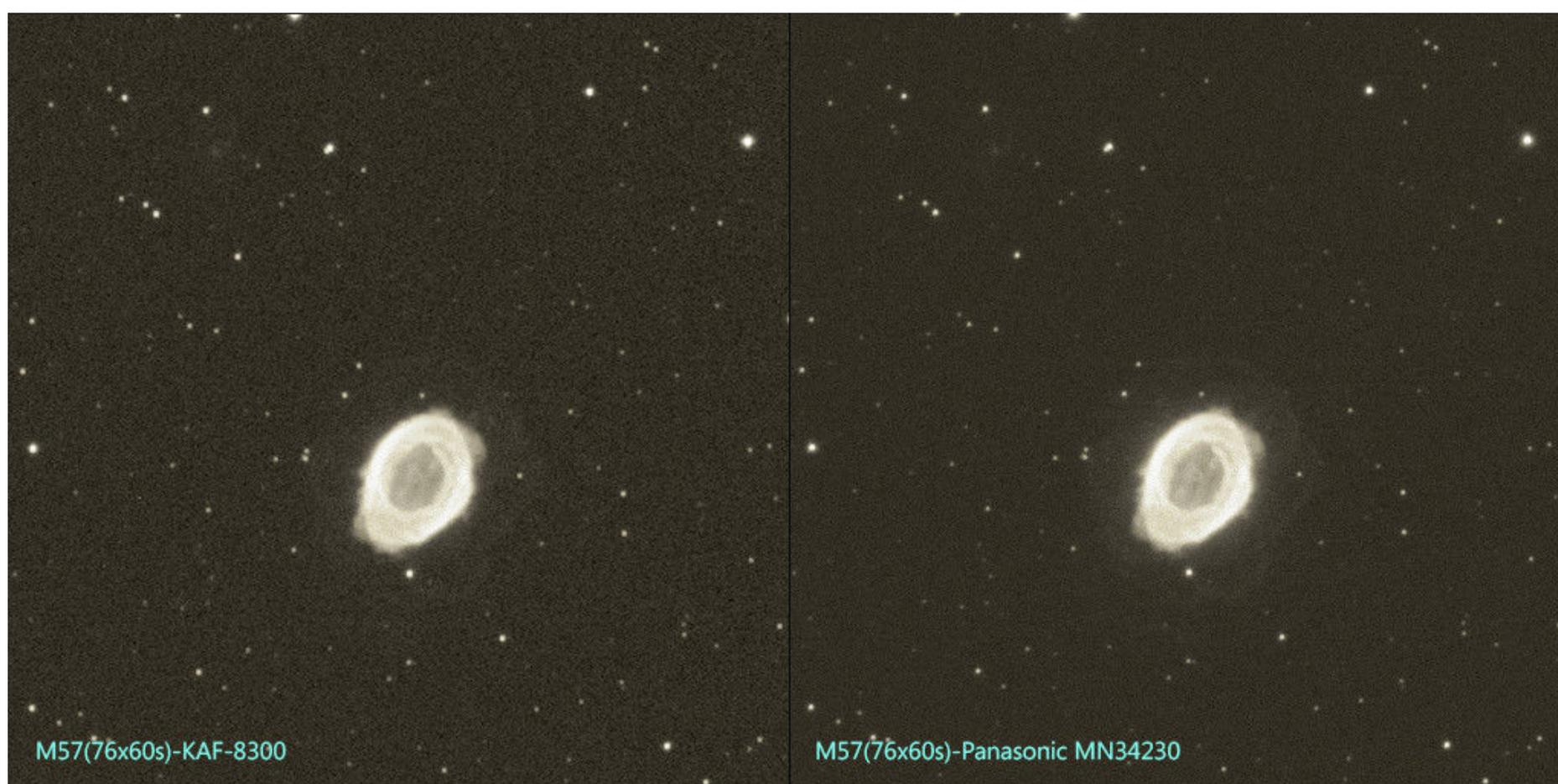
Stendiamo qui di seguito alcune linee guida, ribadendo però che il setting migliore dovrà essere valutato di volta in volta a seconda del soggetto, condizioni di ripresa e strumento utilizzato.



1. Soggetti estremamente luminosi e compatti (come M 57) ripresi a banda larga (es. L-RGB)

Essendo tipicamente appannaggio di focali molto lunghe, in grado di dare una buona scala d'immagine, è l'esempio perfetto per l'uso di gain elevati e pose molto corte, anche di pochissimi secondi. I pixel piccoli e la lunga focale daranno

campionamenti molto elevati e l'impiego del *lucky imaging* (ossia quella tecnica che prevede la selezione dei migliori frame) – usata anche in alta risoluzione planetaria – potrà dare risultati sorprendenti.



Sopra. Confronto tra una ripresa di M 57, la **Nebulosa Anello**, ottenuta col popolare sensore **CCD KAF-8300** e una ripresa ottenuta invece con un sensore **CMOS Panasonic MN34230**. L'elevata efficienza del sensore CMOS ha prodotto un'immagine con un rapporto segnale/rumore decisamente migliore nella stessa unità di tempo e impiegando lo stesso numero di pose.

2. Soggetti estesi e con forti variazione di luminosità (come M 42) ripresi a banda larga (es. L-RGB)

È il caso più eterogeneo, dove possono andare bene sia gain bassi sia gain elevati, magari per lo sviluppo di un HDR che riesca a dare una buona dinamica su zone brillanti e zone più deboli. In caso di inquinamento luminoso è tipicamente meglio scegliere gain bassi (diciamo attorno allo

unity gain) e raccogliere comunque un numero di pose elevato, a patto di possedere uno strumento con rapporto focale favorevole. Rimanendo sull'esempio proposto della Grande Nebulosa di Orione (M 42), il nucleo può essere ripreso con la tecnica descritta al punto 1.

3. Soggetti deboli ripresi a banda larga (es. L-RGB)

Se la qualità del cielo è buona, è opportuno alzare il gain e allungare a diverse decine di secondi o qualche minuto la lunghezza delle pose. In caso di inquinamento luminoso è invece meglio abbassare il gain e allungare le pose a diversi

minuti, tenendo presente che il numero di pose dovrà essere necessariamente alto. Non serve dire che la soluzione al cielo inquinato, purtroppo, non esiste!

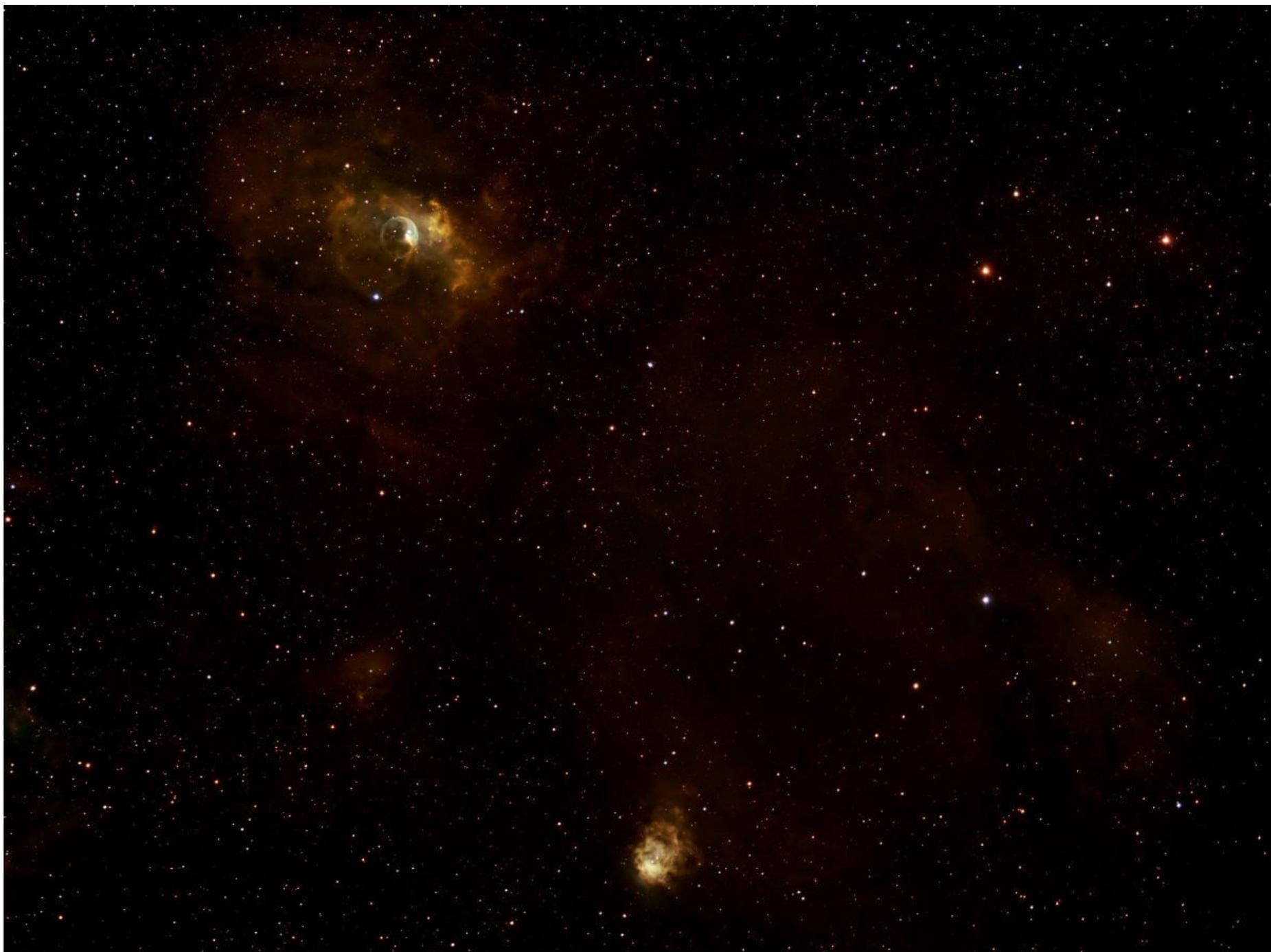


Sopra. La nebulosa planetaria M 76 in Perseo ripresa dall'autore con un rifrattore apocromatico 152 mm F/8 e camera CMOS QHY163M raffreddata a -25° C. Si tratta della somma con sigma clip rejection di 200 pose da 10 secondi l'una a gain 30 e offset 120, ripresa in forti condizioni di inquinamento luminoso. La serata era contraddistinta da forti correnti in quota, ma usando pose così corte, il FWHM della somma si è attestato a 2 secondi d'arco circa, quando tipicamente nelle stesse condizioni, e usando una camera CCD con pose di diversi minuti, i diametri stellari difficilmente scendono sotto i 3 o 4 secondi d'arco di FWHM.

4. Soggetti luminosi ripresi a banda stretta

È possibile assimilare questo caso a quello dei soggetti deboli ripresi in LRGB. In questo caso però il contributo dell'inquinamento luminoso

sarà minore e dunque, con qualsiasi setup, può essere utile alzare il guadagno ed eseguire pose di qualche decina di secondi o qualche minuto.



Sopra. La regione della **Bubble Nebula (NGC 7365)** ripresa in banda stretta con camera raffreddata dotata di sensore **CMOS Panasonic MN34230** da **Jon Rista** (Colorado) con obiettivo **Canon EF 600 mm F/4**. Si tratta di solo 1 ora e 45 minuti di posa totale, suddivisi in 9x90 secondi con filtro Halpha, 25x90 secondi con filtro OIII e 36x90 secondi con filtro SII. La camera è stata naturalmente impostata in modalità ad alto guadagno.

5. Soggetti deboli ripresi a banda stretta

È il caso peggiore in qualsiasi condizione. Non c'è alternativa al gain alto e tempo di posa di diversi minuti. In questi casi diventa determinante poter

utilizzare uno strumento a rapporto focale basso per poter raccogliere un buon SNR.

Per ottenere il massimo dalle caratteristiche proprie messe a disposizione dalla tecnologia CMOS sarà necessario inoltre impiegare opportune tecniche di ripresa che già risultavano molto utili anche con i CCD. È molto importante ad esempio eseguire un buon **dithering**, ossia introdurre uno spostamento casuale del frame tra una posa e l'altra così da eliminare il rumore di natura statistica (random noise) ed eventuali piccoli problemi che possono capitare in un

subframe (ad esempio un raggio cosmico). Sommando poi i subframe con tecniche di **sigma rejection** si andranno a eliminare del tutto variazioni di natura statistica che possono trovarsi sui frame (pensiamo ad esempio ai raggi cosmici, strisciate di satelliti, ecc.). Più alto sarà il numero delle pose e migliore risulterà l'impiego di dithering e sigma rejection.

Calibrazione dei frame e altre considerazioni pratiche

Sebbene i sensori CMOS e CCD di ultima generazione soffrano molto poco di rumore termico, è consigliabile calibrare completamente i frame ottenuti con camere CMOS raffreddate facendo uso di opportuni *dark frame* che consentiranno anche di rendere molto più omogenea l'immagine (ad esempio eliminando il fastidioso *amp glow*).

Teniamo comunque in considerazione il fatto che un sensore CMOS tende a sviluppare parecchio calore durante l'uso (causa principale dell'*amp glow*, ad esempio) e – pur aggiungendo le celle di Peltier per il raffreddamento – la temperatura di esercizio sarà generalmente variabile entro un range ampio qualche grado. Una differenza importante rispetto ai CCD raffreddati, dove la termostatazione avviene invece con precisione molto più elevata (frazioni di grado).

Ragionando sulle modalità d'uso del sensore CMOS ci rendiamo subito conto che sarà necessario integrare una libreria di dark per ogni coppia (gain, offset) impiegata. E lo stesso varrà per tutti gli altri frame di calibrazione, ossia *bias frame* e *flat frame*. Con i CMOS assisteremo dunque a un proliferare di file di calibrazione con ovvie conseguenze sullo spazio necessario sull'hard disk del proprio computer.

Lucky Imaging

Il termine lucky imaging (che in inglese significa "imaging fortunato") costituisce una tecnica di ripresa astrofotografica che fa uso di riprese (tipicamente filmati) ad alta velocità e con tempi di esposizione ridotti, tali da minimizzare gli effetti negativi del seeing. Nel lucky imaging infine si combinano assieme le esposizioni migliori (tipicamente una bassa percentuale del totale), generando un'immagine con esposizione totale equivalente molto più lunga.

Amp Glow

L'Amplifier Glow, spesso accorciato in "amp glow", è un fenomeno di elettroluminescenza dovuto al disturbo elettronico e al calore dell'amplificatore di lettura. Gli elettroni prodotti da tale componente vanno a sommarsi agli elettroni che giungono sui pixel dall'esterno, falsando il valore reale, e dando luogo alla luminescenza talvolta ben visibile sulle immagini. Normalmente questo effetto è maggiormente riscontrabile nelle foto a lunga posa, poiché l'amplificatore lavora per più tempo. Anche altri elementi dei circuiti di controllo possono contribuire alla generazione di queste luminescenze.



Un'altra deduzione logica immediata è che con i sensori CMOS avremo generalmente un numero di frame decisamente elevato, soprattutto quando vorremo impiegare tecniche di *lucky imaging*. In quest'ultimo caso potremo avere anche centinaia e centinaia di frame, con uno spazio occupato su disco di diversi gigabyte.

Ciascun FIT ottenuto con una camera CMOS dotata di sensore tipo Panasonic MN34230 (16 megapixel) pesa 32 MB, dunque 100 frame

peseranno ben 3,2 GB! E se consideriamo anche tutti i file di calibrazione necessari capiremo come i nostri hard disk potrebbero presto diventare troppo piccoli. Inoltre sarà necessaria anche una certa potenza di calcolo, oltre che software opportuni, per poter sommare in tempi ragionevoli tutti i file ripresi.

Teniamo anche in considerazione che scaricare file così pesanti da una camera CMOS, anche se dotata di connessione USB 3.0 ad alta velocità, richiede alcuni secondi. Questi secondi vanno a sommarsi al tempo di integrazione aggiungendo dunque un certo tempo di gestione del frame che dobbiamo inevitabilmente considerare. In una recente prova da me eseguita, per riprendere 1000 frame da 2 secondi ciascuno, è servito un tempo totale di oltre un'ora e mezza! In sostanza per poco più di mezz'ora di posa effettiva ci è voluto, complessivamente, il triplo del tempo.

Fino ad ora non abbiamo parlato di **binning** con i sensori CMOS: a differenza dei sensori CCD, con cui è possibile ottenere un binning hardware, con i sensori CMOS avviene a livello software e la sua presenza diventa praticamente irrilevante.

Chi è abituato al mondo dei CCD sa che spesso è conveniente riprendere la luminanza alla massima risoluzione possibile (ossia binning 1x1) e i colori a una risoluzione inferiore, così da ottimizzare il rapporto segnale/rumore. Con i CMOS tutto questo non è possibile e bisognerà riprendere tutto alla massima risoluzione, perdendo dunque questa possibilità di ottimizzazione temporale offerta invece dai CCD.

Del CMOS, fino ad ora, non abbiamo menzionato la **capacità di riprendere in ROI (Region of Interest)** ossia solo una piccola parte dell'intera area di immagine. Questa modalità consente di trasformare le camere CMOS raffreddate più grandi in formidabili strumenti per la ripresa in alta risoluzione di Luna e pianeti, come le ormai celebri camerine CMOS non raffreddate. Utilizzando il ROI, il numero di frame per secondo dello stream video generato può raggiungere

Binning

Il "Binning" o "Pixel Binning" è una tecnica che consente di trattare il segnale generato da un sensore d'immagine CCD come se fosse prodotto non da un solo pixel, ma da più pixel adiacenti, chiamati "super pixel". La maggior parte dei CCD infatti ha la capacità di trasferire le cariche di più pixel della matrice del sensore in entrambe le direzioni, orizzontale e verticale, e di sommarle in un'unica carica più grande. Questo Super-Pixel rappresenta l'area di tutti i singoli pixel che contribuiscono alla carica risultante. Binning 1x1 significa che i singoli pixel vengono utilizzati così come sono. Binning 2x2 significa che 4 pixel adiacenti sono stati combinati in un unico super pixel più grande. In questo caso la sensibilità alla luce viene aumentata di 4 volte (è il contributo di quattro pixel), ma la risoluzione dell'immagine inevitabilmente si riduce alla metà.

anche 100 fps e oltre. A questo alto numero di frame per secondo bisognerà però anche tenere conto della tipologia di otturatore impiegato. Senza entrare nel dettaglio diciamo solo che un otturatore di tipo *global shutter* è preferibile ad un otturatore di tipo *rolling shutter*.

Global e Rolling Shutter

Alcuni tipi di sensori sono provvisti di un sistema elettronico conosciuto come *Global Shutter* in cui tutti i pixel che andranno a comporre l'immagine vengono catturati nello stesso istante. Al contrario, con il *Rolling Shutter* i pixel dell'immagine NON vengono catturati nello stesso istante: il fotogramma viene composto catturando la luce dall'alto verso il basso attivando in sequenza i pixel per la cattura e impiegando di conseguenza un certo lasso di tempo per comporre l'intero frame.

Alla luce di quanto scritto, possiamo certamente affermare che un punto di forza delle camere basate su sensore CMOS è la versatilità. Se poi consideriamo che il tutto viene offerto a prezzi decisamente convenienti, possiamo dire che stiamo assistendo a una vera e propria rivoluzione del mondo dell'astrofotografia del profondo cielo (il mondo dell'astrofotografia in alta risoluzione è già stato rivoluzionato dal sensore CMOS qualche anno fa).

Concludo dicendo che il sensore CMOS è una tecnologia in forte sviluppo e che, al momento, non consente di capire quando potrà raggiungere la piena maturità. Da un certo punto di vista è una cosa bellissima, la tecnologia avanza e avremo prodotti sempre più performanti e ottimizzati. D'altro canto è concreta la possibilità di una precoce obsolescenza dei dispositivi attualmente in commercio e ciò può essere fonte di malumori tra i neo-acquirenti.



Sopra. Altra bellissima immagine questa volta della galassia di **Andromeda (M 31 o NGC 224)**, ripresa da **Jon Rista**, questa volta in banda larga, sempre con ottica **Canon 600 mm EF F/4** e camera raffreddata dotata di sensore **CMOS Panasonic MN34230**. La ripresa è avvenuta in forti condizioni di inquinamento luminoso (dunque con contributo rumore da parte del cielo piuttosto importante), motivo per cui l'autore ha deciso di usare un settaggio del guadagno al minimo e prolungare il tempo di posa sul subframe. In particolare sono stati ripresi 116x60 secondi in L, 10x120 secondi in B, 15x120 secondi in G e 10x240 secondi in R. In questo contesto operativo il raffreddamento del sensore CMOS è indispensabile per raggiungere questo risultato.

Il CCD è morto. Viva il CCD!

E il CCD? Dopo tutti questi elogi alla tecnologia CMOS sembrerebbe proprio che il CCD sia prossimo alla morte. Come già anticipato, non è infatti una novità che Sony abbia annunciato la completa cessazione di ogni produzione di sensori CCD a favore invece della produzione di sensori CMOS. Altri produttori, come ad esempio ON Semiconductor, continuano invece a fare ricerca e portare novità in questo settore.

Il CCD dunque è tutt'altro che morto e dobbiamo pur sempre considerare che si tratta di una tecnologia affidabile, matura, consolidata e ancora in grado di offrire eccellenti risultati. In ambito scientifico il CCD è ancora lo strumento di eccellenza e lo rimarrà per molto tempo ancora.

Dal punto di vista qualitativo, la pulizia e l'omogeneità dell'immagine offerta da una camera CCD è ancora insuperabile, grazie alle caratteristiche intrinseche della tecnologia stessa coadiuvata anche dalla perfetta termostatazione raggiungibile (indispensabile per una perfetta calibrazione dei frame) e al consolidato know-how di cui i produttori di camere CCD godono. Molte camere CCD disponibili sul mercato offrono inoltre dimensioni del sensore enormi. Si pensi ad esempio al diffuso KAF-16803, un sensore quadrato di ben 36 mm per lato con pixel da 9 micron.

Sul mercato esistono inoltre molti produttori di camere CCD di provata affidabilità, sia dal punto

di vista della longevità del prodotto sia dal punto di vista della presenza sul mercato. L'assistenza tecnica è spesso presente, quantomeno a livello continentale, e tra gli stessi rivenditori di materiale astronomico è possibile godere di un primo livello di assistenza piuttosto qualificato. Non dimentichiamo inoltre l'importanza della letteratura disponibile sul web: i forum, i social network, la rete Internet in generale è piena di utenti di camere CCD che riescono a portare la loro esperienza di svariati anni sul campo, aiutando il neofita a muovere i primi passi e familiarizzare con la tecnologia.

Insomma il CCD ha ancora tutte le sue ragioni per continuare a essere ancora preferito alle camere CMOS. Il gap si sta però assottigliando di anno in anno e credo che nel prossimo futuro assisteremo a una progressiva integrazione di camere basate su tecnologia CMOS da parte di nuovi produttori o da parte degli attuali produttori di camere CCD (Atik, Apogee, FLI, Moravian, QSI, SBIG, per citarne alcuni tra i più famosi). Chi non si adeguerà rischierà di venire travolto dall'avanzata inesorabile del sensore CMOS.

Chi scrive possiede una camera CCD e nel prossimo futuro probabilmente punterà nuovamente a un CCD più evoluto e grande, da utilizzare sempre come camera primaria per la ripresa del profondo cielo, ma sta pensando di integrare anche una piccola camera CMOS raffreddata per alcuni esperimenti in alta risoluzione *deep-sky*.

Una riflessione conclusiva

Chi sta cercando una camera di ripresa per iniziare a fotografare le meraviglie del cosmo o chi desidera integrare il proprio parco strumenti con qualcosa di complementare, ora ha a disposizione un'ottima alternativa a costi non troppo elevati, e l'invito è quello di fare le opportune valutazioni cercando di comprendere i punti salienti, i pro e i contro che contraddistinguono le due grandi famiglie di sensori messi a confronto in questo articolo. L'invito consiste nel prendere in

considerazione anche le caratteristiche accessorie che accompagnano una camera di ripresa per astrofotografia: reputazione del produttore, capacità di raffreddamento, sistemi per la soppressione dell'amp glow, velocità scaricamento frame, ampiezza di banda necessaria per le riprese di stream video, disponibilità di ruote portafiltri, tipo di filtri da usare

assorbimento di corrente e così via.

Per alcuni il CCD potrebbe essere ancora la scelta migliore, per altri invece l'idea di un CMOS potrebbe essere più stuzzicante. Non c'è un vincitore assoluto, c'è una scelta da fare che deve

essere ponderata sulla base delle molte informazioni disponibili. E spero che questo articolo possa essere d'aiuto nella scelta della vostra prossima camera per astrofotografia.



Sopra. L'elusivo resto di supernova **Abell 86** o CTB-1 in Cassiopea ripreso in bicromia narrow band Ha/OIII. Il soggetto perfetto per testare le potenzialità del sensore CMOS, ancora una volta **Panasonic MN34230**, in condizioni di scarsissimo SNR. L'autore è sempre **Jon Rista** e l'obiettivo utilizzato è il **Canon EF 600 mm F/4**. Si tratta di 72 pose da 600 secondi cadauna per ciascun filtro. La camera è stata impostata a gain medio-alto per via dell'elusività della nebulosa.



Segui Coelum Astronomia su
facebook

**Visita la nostra Pagina Facebook
e lasciaci un Like!**



Appendice - Impianto teorico

di Marco Sveltini

Il rumore totale che affligge il segnale rilevato da ogni singolo pixel è dato dalla somma di diversi contributi.

In particolare il segnale proveniente da una qualsiasi fonte luminosa (ad esempio dalle stelle o dalle nebulose) non è privo di rumore, ma a causa dell'origine quantistica della luce, giunge al sensore con una probabilità definita dalla distribuzione di Poisson (gentil natura), che dà luogo al cosiddetto *shot noise*.

Per le proprietà di tale distribuzione il valore atteso coincide con la varianza e varrà pertanto che:

$$\begin{aligned}\sigma_{obj}^2 &= S_{obj} \cdot t_{sub} \\ \sigma_{sky}^2 &= S_{sky} \cdot t_{sub}\end{aligned}\quad \text{Equazione 1}$$

dove σ_{obj}^2 , tipicamente misurato il $(e^-)^2$, l'indice di rumore (varianza) associato al valore atteso del segnale S_{obj} , tipicamente misurato il e^-/min , registrato nell'intervallo di tempo t_{sub} , mentre σ_{sky}^2 è il corrispettivo dovuto all'inquinamento luminoso (più correttamente alla radianza atmosferica) o *sky background*.

Tenendo conto anche del rumore di lettura del sensore, meglio noto con il nome di **read noise** (RN) ed espresso il e^- , (omettiamo il contributo legato al *dark noise* o a eventuali *pattern noise*), complessivamente avremo che la singola ripresa di durata t_{sub} presenterà un rumore complessivo pari a:

$$\text{Noise} = \sqrt{S_{obj} \cdot t_{sub} + S_{sky} \cdot t_{sub} + RN^2}\quad \text{Equazione 2}$$

Dunque il rapporto segnale/rumore della singola esposizione vale

$$SNR_{sub} = \frac{S_{obj} \cdot t_{sub}}{\sqrt{S_{obj} \cdot t_{sub} + S_{sky} \cdot t_{sub} + RN^2}}\quad \text{Equazione 3}$$

mentre quello associato a n pose di durata $T = n \cdot t_{sub}$, varrà

$$SNR_n = \sqrt{n} \cdot SNR_{sub}\quad \text{Equazione 4}$$

che dunque come noto crescerà con la radice del numero totale di riprese.

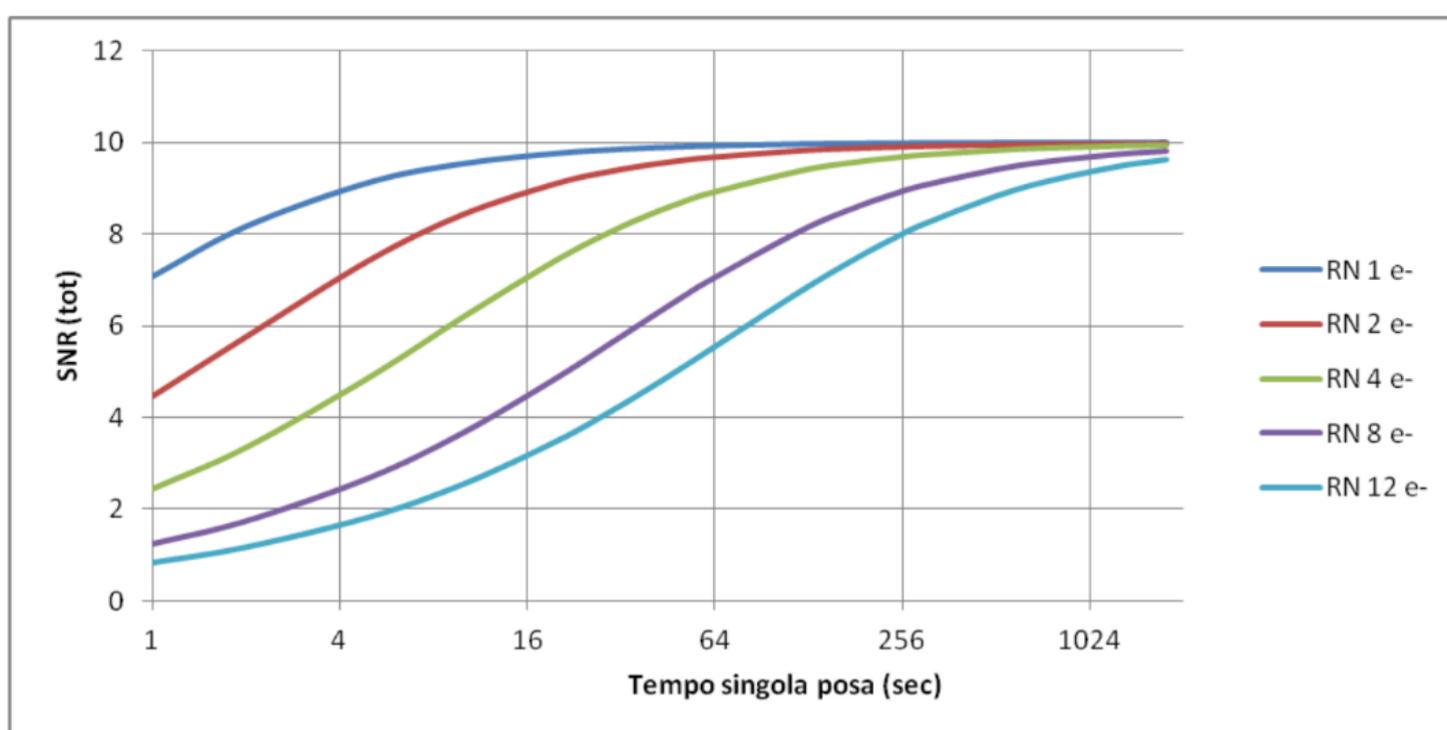
A parità di esposizione totale T , per avere il massimo rendimento in termini di qualità del segnale, il tempo di singola posa dovrà essere abbastanza lungo da rendere trascurabile il rumore di lettura. Ciò si ottiene imponendo:

$$S_{obj} \cdot t_{sub} + S_{sky} \cdot t_{sub} \gg RN^2$$

ovvero

$$t_{sub} \gg \frac{RN^2}{(S_{obj} + S_{sky})} \quad \text{Equazione 5}$$

Ne consegue che il tempo minimo di ripresa cresce con il quadrato del rumore di lettura, rendendo necessario usare pose molto lunghe in presenza di read noise elevati.

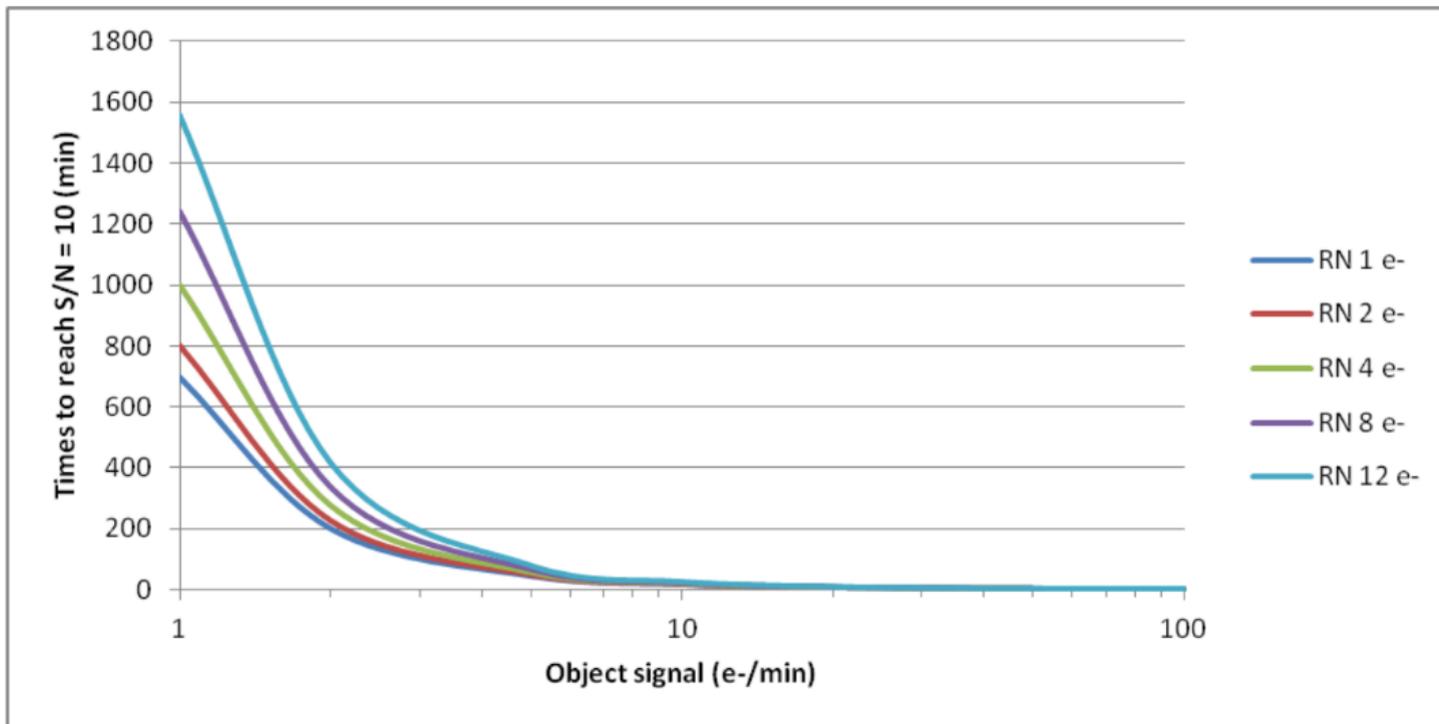


Sopra. Andamento del SNR_n in funzione del tempo di singola posa, per diversi valori di read noise e tempo totale di esposizione $T = 60 \text{ min}$. $S_{obj} = 10 \text{ e-}/\text{min}$, $S_{sky} = 50 \text{ e-}/\text{min}$.

Un basso read noise permette dunque di ridurre il tempo di singola posa, con notevoli vantaggi in termini di dettaglio dell'immagine finale.

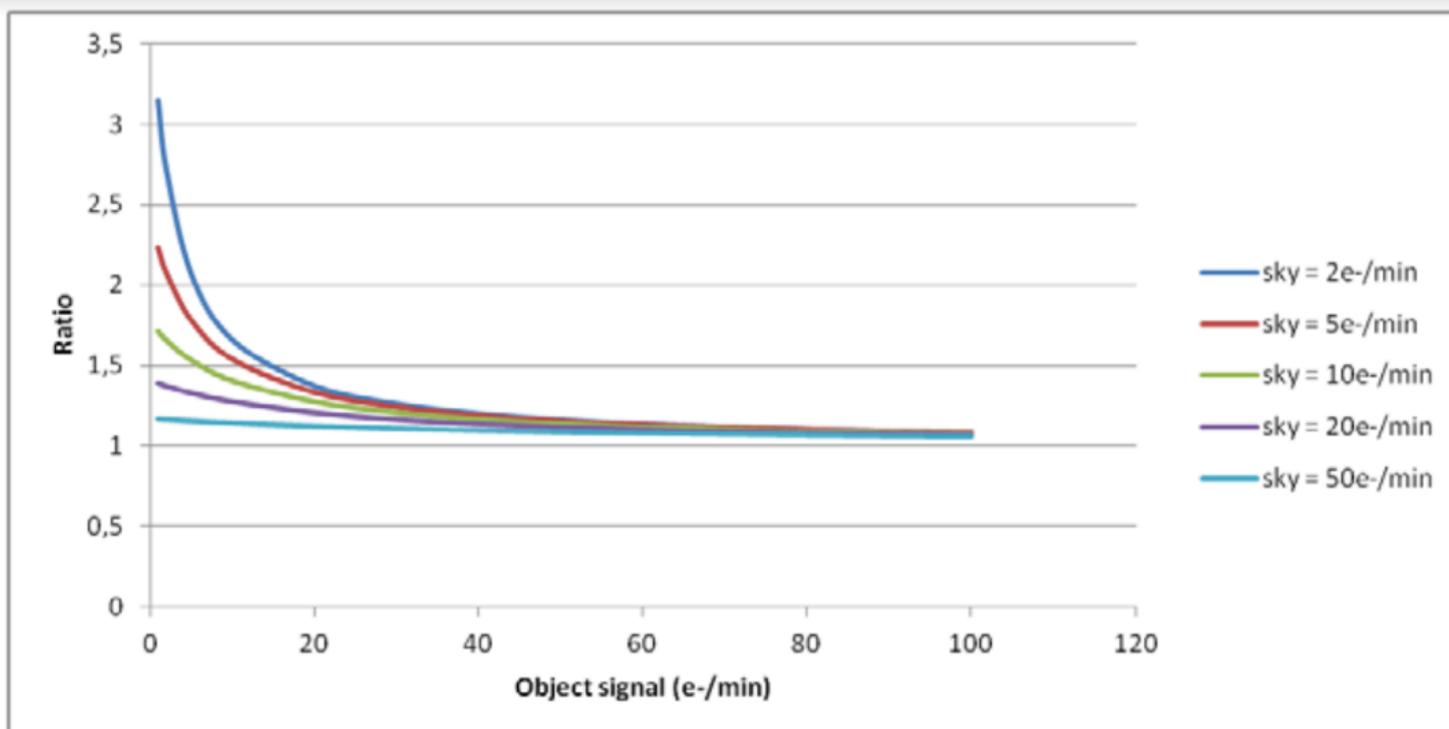
Un ulteriore vantaggio introdotto dal basso rumore di lettura si ha sui soggetti particolarmente deboli in presenza di cieli bui (ma anche lavorando in banda stretta). In tal caso il tempo totale di acquisizione necessario a raggiungere un certo valore di SNR diminuisce sensibilmente.

Ciò è legato al fatto che in presenza di read noise elevato e $S_{obj} + S_{sky}$ basso il tempo di posa t_{sub} difficilmente potrà raggiungere la condizione di cui alla Equazione 5 (in alto), rendendo così il rumore di lettura dominante rispetto al segnale campionato. Generalmente infatti sarà difficile e poco sensato protrarre la singola esposizione oltre i 20 minuti.



Sopra. Tempo necessario a raggiungere $SNR = 10$ per diversi valori di read noise. $S_{sky} = 5 \text{ e}^-/\text{min}$, $t_{sub}(RN = 1) = 1 \text{ min}$, $t_{sub}(RN = 12) = 15 \text{ min}$.

un RN particolarmente basso consente di ridurre almeno a metà il tempo totale di integrazione



Sopra. Rapporto tra il tempo necessario a raggiungere $SNR = 10$ con $RN 12 \text{ e}^-$ e con $RN 1 \text{ e}^-$, per diversi valori di *sky background*; si noti il vantaggio introdotto da un basso RN sul campionamento di oggetti deboli. $t_{sub}(RN = 1) = 1 \text{ min}$, $t_{sub}(RN = 12) = 15 \text{ min}$.

Come già anticipato dalla Figura nella pagina precedente, quest'ultimo grafico dimostra in modo evidente che il tempo totale di integrazione necessario a raggiungere un certo SNR (in questo esempio specifico 10), con un sistema di acquisizione che goda di un RN particolarmente basso, può essere ridotto anche di un fattore 3. Tale vantaggio si rende particolarmente evidente nelle riprese di soggetti deboli e può essere reso vano dalla presenza di un elevato segnale di fondo o *sky background*.



Alla Ricerca delle Novae Extragalattiche

di Fabio Briganti e Riccardo Mancini

Nella rubrica Supernovae di questo mese (vedi più avanti, nella sezione Cielo del Mese della rivista), abbiamo detto come il mese di febbraio sia stato molto avaro per quanto riguarda le scoperte di supernovae. Dopo un gennaio scoppiettante, infatti, con tre scoperte italiane targate tutte ISSP (Italian Supernovae Search project), il mese di febbraio ci ha riportato severamente con i piedi per terra. Tuttavia il team dell'**Osservatorio di Monte Baldo** (VR) membro ISSP, ha comunque messo a segno un'incredibile performance, scoprendo alcune **Novae Extragalattiche**. Al di là della ricerca di supernovae (di cui abbiamo parlato nello speciale su Coelum Astronomia 208), addentriamoci dunque all'interno di un altro tipo di ricerca alla portata degli astrofili, quello delle **Novae Extragalattiche**.

Il team dell'Osservatorio di Monte Baldo – composto da **Raffaele Belligoli, Flavio Castellani, Claudio Marangoni e Fernando Marziali** – è riuscito a scoprire nel mese di febbraio ben tre novae extragalattiche, sfiorando una quarta scoperta che gli è stata soffiata sul filo di lana dal leader indiscusso in questo tipo di ricerca: l'astronomo ceco Kamil Hornoch.

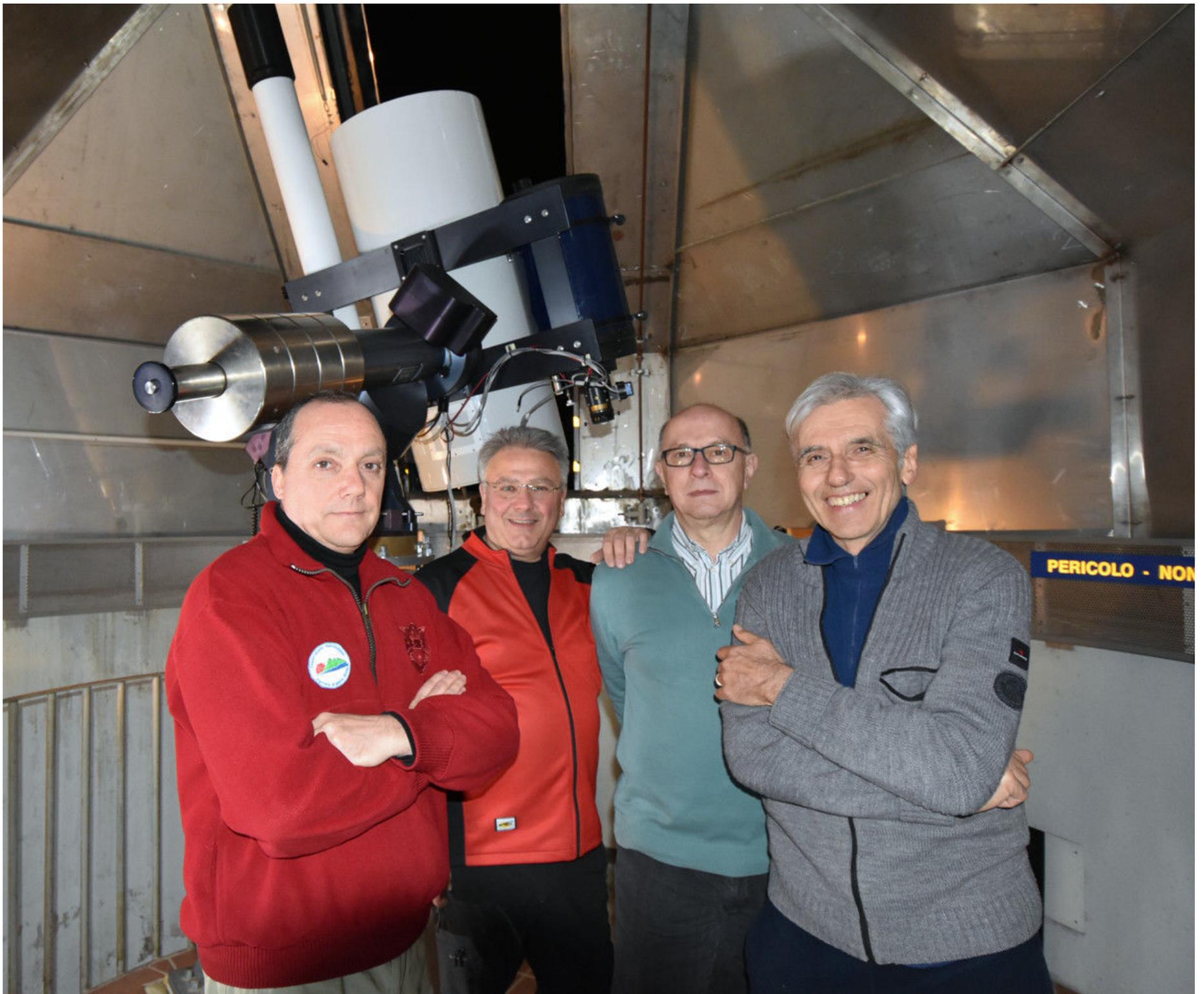
In alto. L'immagine di apertura propone una bella fotografia della galassia M 81, nota anche come "Galassia di Bode", su cui sono stati sovrainpressi i punti (in rosso) in cui sono state rilevate le due Stelle Novae dal team dell'Osservatorio del monte Baldo.
Crediti: NASA/STScI/AURA.

Le Stelle Novae

Prima di passare in rassegna le scoperte degli scaligeri, vediamo in cosa consiste questo tipo di ricerca, sicuramente più complesso rispetto a quello delle supernovae ma altrettanto interessante e gratificante.

Il fenomeno "stella nova", o più semplicemente "Nova", può verificarsi in stelle binarie strette nelle quali le due componenti sono una gigante rossa e una nana bianca. In condizioni particolari la nana bianca, vista la densità e la forza di gravità elevatissime, può sottrarre del materiale alla compagna. Tale materia, formata essenzialmente da idrogeno ed elio, "cade" spiraleggiando sulla

nana bianca andando ad accrescerne la massa. I gas, depositandosi sulla superficie della nana bianca, vengono compressi e riscaldati ad altissime temperature dalla gravità della stella. Col passare del tempo, sempre più materiale si accumula, finché la pressione e la temperatura raggiunte sono sufficienti a innescare una reazione di fusione nucleare, che converte rapidamente una grossa parte dell'idrogeno in elementi più pesanti. L'enorme energia liberata da questo processo soffia letteralmente via il resto del gas dalla superficie della nana bianca e produce un "lampo" molto luminoso ma di breve durata, destinato a spegnersi nell'arco temporale



Sopra. Una fotografia del Team dell'Osservatorio di Monte Baldo, che ha messo a segno l'ottimo risultato. Partendo da sinistra, vediamo Raffaele Belligoli, Flavio Castellani, Claudio Marangoni e Fernando Marziali.

di pochi giorni. Questo lampo è ciò che viene chiamato "stella nova".

Si possono individuare tre classi principali di stelle novae:

- Le **Novae classiche**, nelle quali il massimo di luminosità viene raggiunto in poche ore, la cui luminosità aumenta di circa 12 magnitudini e poi, nel giro di qualche giorno, comincia a calare, fino a tornare alle condizioni originali in circa un anno.
- Le **Novae nane**, nelle quali i lampi ottici hanno ampiezze di circa 5 magnitudini e si ripetono a intervalli di tempo che vanno da circa 100 giorni a qualche anno.
- Le **Novae ricorrenti**, che rappresentano una via di mezzo tra le prime due: come dice il nome, infatti, si manifestano più volte, con la differenza rispetto a quelle nane che l'arco di tempo tra un evento e il successivo è di qualche decina di

anni. Il lampo di luce è di circa 8 magnitudini. Gli astronomi sospettano però che in realtà tutte le Nove siano ricorrenti con periodi tanto più ampi quanto più è alto il salto di magnitudine durante l'esplosione.

L'esplosione generata è di intensità assai minore rispetto all'evento più catastrofico che si verifica nell'universo, cioè a una supernova. Ecco perché le novae hanno una luminosità molto inferiore rispetto a una supernova e pertanto con le strumentazioni attuali è possibile individuare solo quelle che si verificano nelle galassie a noi più vicine. Tra le galassie più monitorate troviamo pertanto le famose M 31 (la Galassia di Andromeda), M 33 e M 81, anche se è possibile allargare il campo di ricerca ad altre galassie, come ad esempio M 32, M 83, M 110, NGC 2403, IC 342, tutte galassie distanti non oltre i 15 milioni di anni luce.

Le Scoperte del Team dell'Osservatorio di Monte Baldo

Le novae extragalattiche sono fenomeni che si verificano molto più frequentemente rispetto agli eventi di supernova, ma essendo di luminosità molto inferiore sono solitamente seguite da programmi professionali che utilizzano

strumentazioni di elevata qualità. Non è pertanto facile per gli astrofili ottenere delle scoperte in questo campo di ricerca, ma gli amici di Monte Baldo hanno voluto provare a intraprendere questa strada e i primi risultati ottenuti vanno

oltre qualsiasi più rosea aspettativa! Gli scaligeri hanno deciso di monitorare sistematicamente, tutte le notti di sereno, le tre principali galassie cioè M 31, M 33 e M 81 utilizzando la loro strumentazione di tutto rispetto, costituita da un telescopio Ritchey-Chretien da 400 mm di diametro, f/8, su montatura GM 4000.

Sopra. Una rappresentazione artistica del fenomeno di Nova, in cui si vedono le due componenti, una gigante rossa e una nana bianca, nell'atto di sottrarre materiale alla compagna. Crediti: David Hardy/PPARC.



Per riuscire a ottenere una minima probabilità di scoperta erano necessari due importanti fattori: riuscire a raggiungere una profonda magnitudine limite, che arrivasse intorno alla mag. +20,0/+20,5 e una tempestività nei controlli per battere sul tempo i team di ricerca professionali.

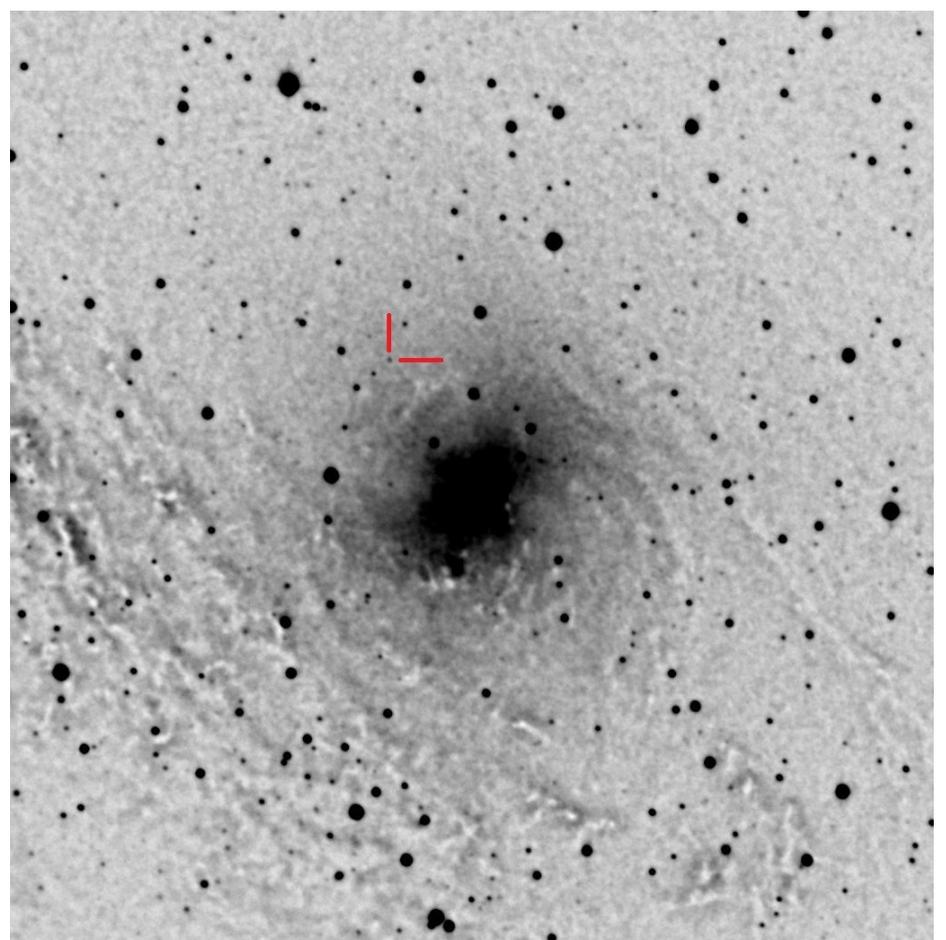
Il gruppo dell'Osservatorio di Monte Baldo riprende perciò subito in prima serata, M 31 ed M 33 con pose complessive di circa 45 minuti e a seguire una posa triplicata di circa 2 ore e 15 minuti per la più lontana M81.

Immediatamente dopo le riprese, le immagini subiscono un lavoro standard di calibrazione (dark e flat) e poi un lavoro di mascheratura con Maxim per togliere il bagliore della galassia e isolare solamente le stelle. Con pose così lunghe infatti la luce della galassia saturerebbe l'immagine rendendola inutilizzabile allo scopo. Dopodiché partono i controlli delle immagini acquisite, confrontate con immagini equivalenti di archivio. Ma veniamo alle scoperte.

La prima nova extragalattica è stata individuata la notte del 18 febbraio nella galassia di Andromeda (M 31) con una luminosità al momento della scoperta pari alla mag. +18,3. Non contenti del prezioso successo ottenuto, la notte seguente (19 febbraio), i soliti quattro hanno bissato il successo con un'altra nova extragalattica più difficile della precedente, individuata nella galassia M 81. con una luminosità al momento della scoperta addirittura pari alla mag. +19,3. Passano solo pochi giorni e il 25 febbraio i "fantastici quattro" si ripetono nuovamente con un'altra Nova sempre in M 81 e anche questa di mag. +19,3. Nella solita immagine del 25 febbraio viene notato anche un altro oggetto molto più debole, di mag. +19,8, ma essendo quasi al limite strumentale viene deciso di non comunicare subito questa quarta scoperta e di attendere la sera successiva per riprendere nuovamente la galassia ed essere sicuri della presenza del nuovo oggetto.



Sopra. L'Osservatorio del Monte Baldo.



Sopra. La prima scoperta compiuta in M31.

Purtroppo Kamil Hornoch, che aveva ripreso M 81 la sera precedente, si accorge del debole oggetto e comunica la scoperta soffiandola agli scaligeri, a cui va comunque la scoperta indipendente. Oltre alla sigla, assegnata al momento dell'inserimento della scoperta nel TNS (Transient Name Server), alle nove extragalattiche viene anche assegnata una sigla che segue un determinato criterio: l'anno e il mese di scoperta seguito da una lettera

dell'alfabeto. La nova individuata dai veronesi in M 31 ha infatti ricevuto la sigla **AT2017axi** dal TNS, ed essendo la prima nova scoperta in M 31 nel mese di febbraio ha ricevuto anche la sigla **M31 2017-02a**. Quella individuata invece in M 81 ha ricevuto dal TNS la sigla **AT2017axz** ed essendo la prima nova scoperta in febbraio in M 81 ha ricevuto anche la sigla **M81 2017-02a**. La loro seconda scoperta in M 81 era invece la terza nova di febbraio in quella galassia e pertanto ha ricevuto la sigla **M81 2017-02c** e dal TNS la sigla **AT2017blf**.

Concludiamo facendo i nostri più sinceri complimenti agli amici di Monte Baldo per questa incredibile sequenza di scoperte, tutte non facili da ottenere, e siamo quasi sicuri che il mitico Kamil Hornoch inizierà a preoccuparsi non poco per

questa nuova realtà italiana che promette di ottenere grandi cose, visto il modo in cui è partita!

Sotto. Una bellissima immagine della galassia M 81, che riporta entrambe le Novae scoperte.



La Nova Persei 1901

di Lucia De Faveri

La sera del 21 febbraio 1901 il reverendo scozzese Thomas Anderson (appassionato astrofilo e diligente osservatore del cielo) stava rientrando nella sua casa a Edimburgo, quando alzò gli occhi per un ultimo sguardo alla notte stellata e notò una stella brillante, attorno alla terza magnitudine, nella costellazione di Perseo, nella regione di cielo compresa tra Algol (β Persei) e Mirfak (α Persei). Convinto che quella stella fosse già lì da un po' di tempo, provò un certo disappunto per non averla notata prima e per aver perso la possibilità di osservarla anche nei giorni passati.

Ma quando il giorno dopo riferì del suo rammarico all'Osservatorio di Greenwich, si rese conto con grande sorpresa di essere il primo ad aver osservato la Nova Persei 1901, la prima nova del

ventesimo secolo e la seconda più luminosa...

All'Osservatorio di Harvard, dove Pickering (che nel 1911 sarebbe stato uno dei fondatori della American Association of Variable Stars Observers) aveva dato il via a un programma di osservazione sistematica del cielo, si scoprì che quella stella non era poi del tutto nuova. Osservando fotografie precedenti di quella regione di cielo, ci si accorse che la posizione della nova era stata fino a quel momento occupata da una debole stella di tredicesima magnitudine, che presentava piccole fluttuazioni di luminosità.

Una delle foto era stata eseguita solo due giorni prima della scoperta di Anderson, e mostrava la

stella al suo minimo; quindi, in meno di due giorni era passata dalla tredicesima alla terza magnitudine, con una crescita pari a un fattore 10 000 in luminosità: un'enorme esplosione!

Nei due giorni successivi la stella continuò ad aumentare la sua luminosità, fino a raggiungere una magnitudine di +0,2, rivaleggiando per brillantezza con le stelle Vega e Capella. La variazione totale di luminosità, durata meno di quattro giorni, fu quindi di **quattordici** magnitudini.

Subito dopo la luminosità cominciò a decrescere, anche se non così rapidamente come era aumentata. Sei giorni dopo il massimo la nova era scesa alla seconda magnitudine e dopo due settimane era arrivata alla quarta. A questo punto la luminosità cominciò a variare con una certa regolarità, con un periodo di circa quattro giorni e una ampiezza di circa 1,5 magnitudini. Queste fluttuazioni durarono per parecchi mesi, mentre la luminosità media della nova continuava a indebolirsi, fino a quando non fu più visibile a occhio nudo. La nova ritornò alla tredicesima magnitudine, il suo minimo, ben undici anni dopo aver iniziato la sua "brillante" avventura.

Dopo quindici anni dall'evento, intorno alla stella cominciò a rendersi visibile una nebulosità in evidente espansione,

successivamente battezzata

"Nebulosa Fuoco d'Artificio", che si può osservare ancora oggi nella sua complessa struttura

(coordinate: AR 03 31 12, Dec +43 54 17).

Le esplosioni di novae con così grande brillantezza apparente sono molto rare tra cui ricordiamo la

Nova V 603 Aql nel 1918 (-1,1 al massimo), Nova CP Pup nel 1942 (+0,4) e V1500 Cyg nel 1975 (+1,8).

Dopo la sua spettacolare esplosione, Nova Persei (poi catalogata come GK Per) fu oggetto di un regolare programma di osservazione da parte dell'AAVSO a partire dal 1920. Si osservarono fluttuazioni irregolari di magnitudine, tra la +12,5 e la +13,5, con qualche picco attorno alla +12. Il periodo di quiete durò fino all'agosto del 1966, quando fu registrato un aumento di luminosità fino alla undicesima magnitudine e GK Per cominciò a mostrare le caratteristiche di una variabile cataclismica di tipo nova nana (le variabili cataclismiche (CVs) sono i progenitori delle cosiddette novae classiche, che derivano la loro luminosità da una esplosione termonucleare dell'idrogeno che si accumula sulla superficie di una nana bianca).

Da allora si registra un picco di circa tre magnitudini più o meno ogni tre anni. Nel 1978 fu registrata anche una emissione di raggi X, che fu studiata accuratamente nel 1983, rivelando un periodo di pulsazione di 351 secondi. Chissà che prossimamente non ci riservi ancora qualche sorpresa!





Crediti: NASA/AMES/JPL-CALTECH.

<http://sky.esa.int>

ESASky 1.5: tutte le novità

di Fabrizio Giordano

Eccoci a un nuovo capitolo su ESASky, il web tool sviluppato da ESA che consente con pochi semplici click di esplorare il cosmo e accedere ai ricchi archivi di dati dell'ESA!

Il mese di marzo è stato molto prolifico per il progetto, dato che abbiamo pubblicato ben due release, la 1.4 e la 1.5.

Le novità che troverete comprendono un modulo di planning per il telescopio James Webb Space Telescope (JWST), il catalogo di sorgenti SPCS della missione ESA Herschel, il catalogo e le osservazioni della missione della NASA Chandra e i dati aggiornati per la missione XMM-Newton (camere EPIC).

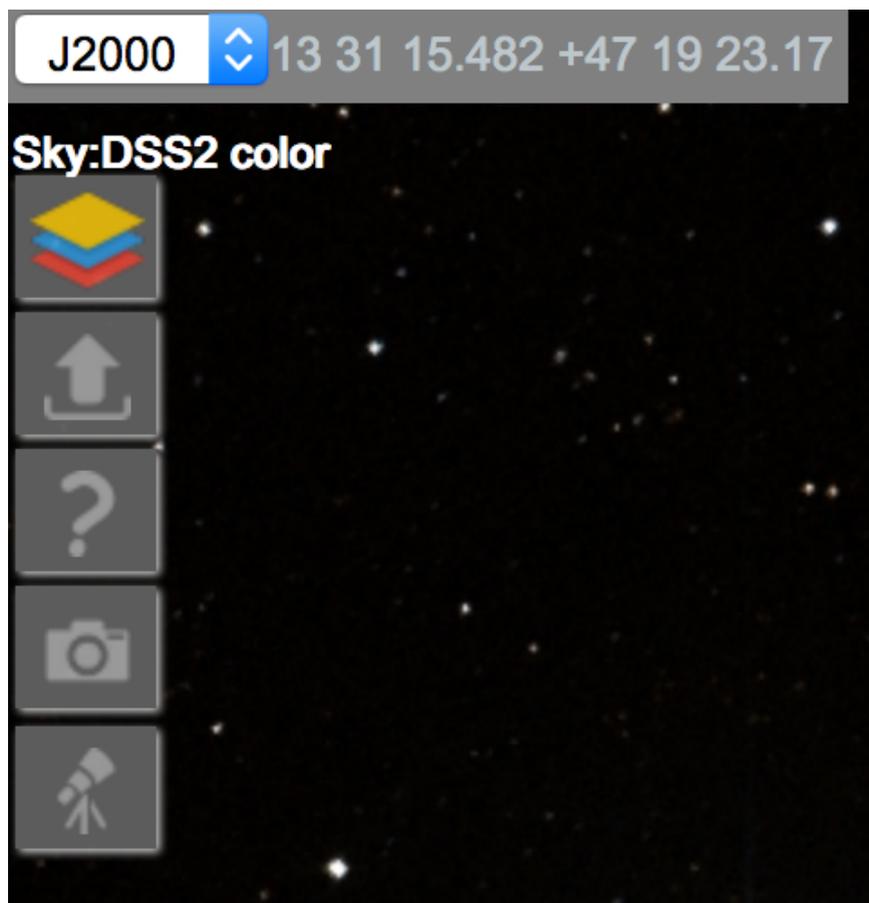
Vediamo un po' più nel dettaglio di cosa si tratta.

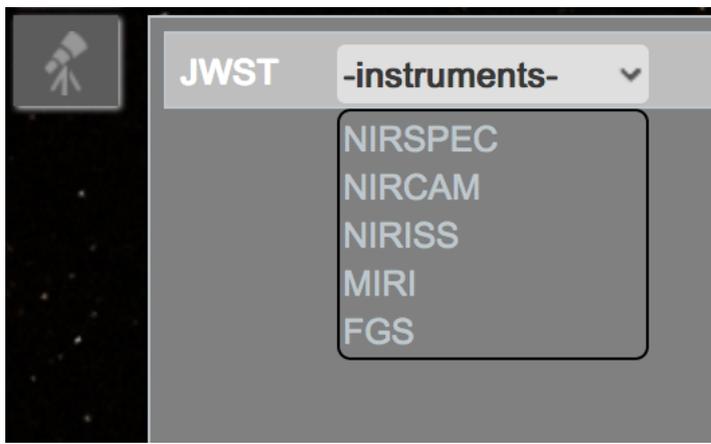
JWST Planning (ESASky v1.4)

Aperto ESASky vi accorgete di una nuova iconcina nel menu di sinistra a forma di telescopio.

Bene cliccandoci sopra si aprirà un pannello con un piccolo menu contenente i nomi degli strumenti con i quali il JWST osserverà l'Universo (e aggiungerei come mai è stato fatto prima).

A destra. Il menu con la nuova icona a forma di telescopio.





Sopra. Menu con elenco degli strumenti disponibili.

La sua potenza risolutiva e sensibilità nell'infrarosso è di gran lunga superiore a quella del suo ben noto predecessore, il Telescopio Spaziale Hubble. Non entrerò nel dettaglio delle caratteristiche del nuovo telescopio ma dico solo che JWST sarà in grado di osservare l'Universo a una profondità senza precedenti! Dobbiamo solo essere pazienti perché per i primi dati dovremo aspettare il lancio, previsto per il 2018.

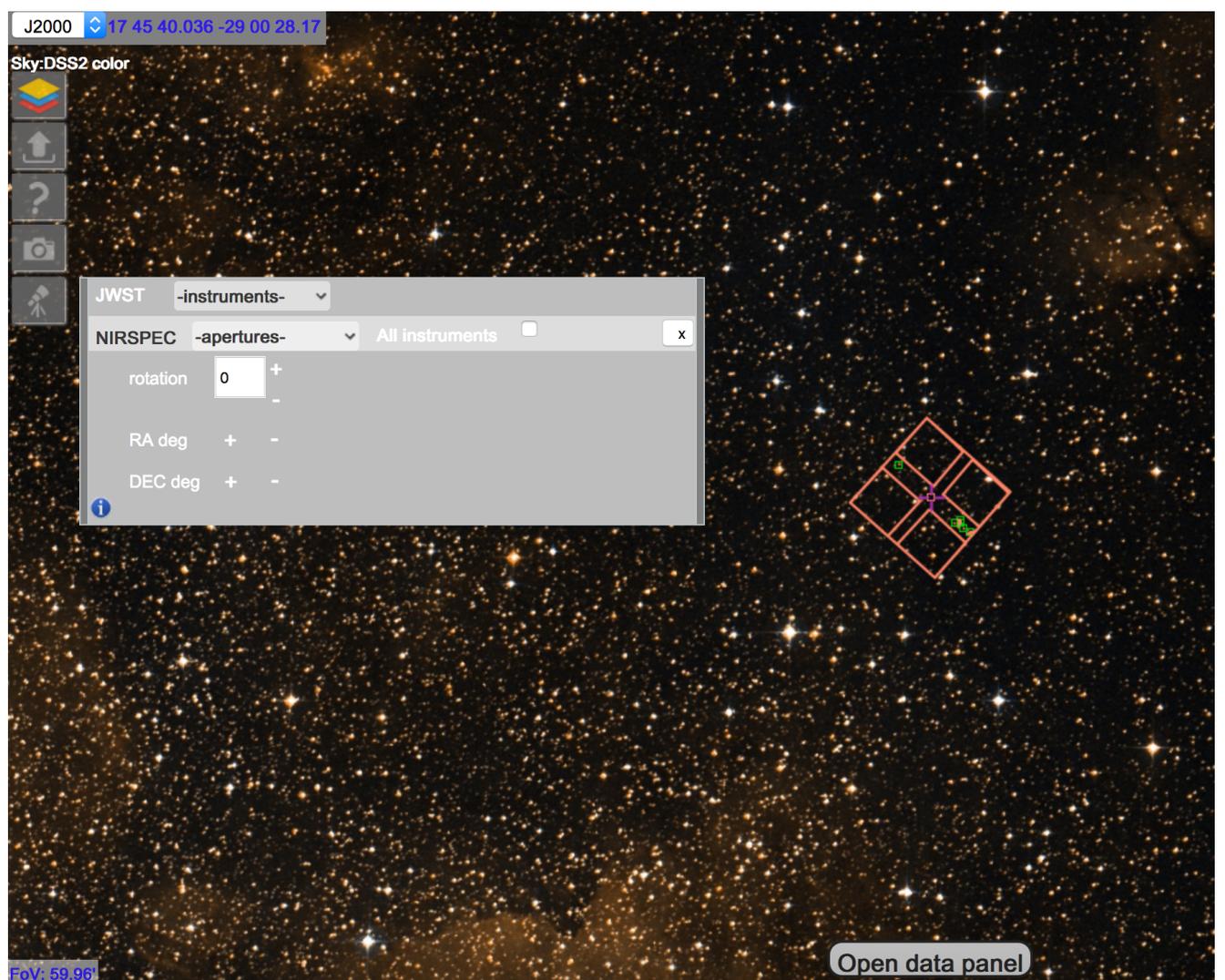
Torniamo ora nell'Universo conosciuto di ESASky. Con la funzionalità che abbiamo chiamato **"Proposal for JWST"** si può con estrema semplicità, proiettare su una mappa del cielo la geometria di ogni singolo strumento del telescopio James Webb e centrarla rispetto a uno dei suoi *detector/aperture*. Devo ammetterlo, questa funzionalità è stata pensata per lo più per gli addetti ai lavori, sviluppata con lo scopo di agevolare il primo step nella generazione di una proposal ufficiale di osservazione tramite JWST da parte di un astronomo. Anche in questo caso però non abbiamo tradito la filosofia di fondo di ESASky, ossia rendere tutto più accessibile, semplice, utile e alla portata di tutti.

Per vedere nel dettaglio le potenzialità di tale strumento vi descrivo il

Scopri tutte le caratteristiche e le funzionalità di ESASky nell'articolo di Stefano Severico su Coelum Astronomia 207!
 Leggi le opinioni degli astrofili!

caso d'uso che ci ha portato a sviluppare e rendere accessibile a tutti una funzionalità che i più ignorano. Immaginiamo un astronomo che vuole creare la sua proposal per il JWST per un certo target o un'area dell'Universo. Può aprire ESASky e centrarlo nella zona o nel target che gli interessa (avvalendosi della funzione "search"). Una volta che ESASky è centrato, l'astronomo aprirà il menu del "Proposal for JWST" cliccando sull'icona del telescopio. Nel pannello che gli si presenterà, sceglierà lo strumento cui è interessato e immediatamente la geometria (*footprint*) dello strumento selezionato apparirà sulla mappa del cielo centrata su un detector/aperture di default per lo strumento selezionato.

Sotto. La funzionalità "Proposal for JWST".





A questo punto l'astronomo potrà cambiare il detector/aperture tramite un menu a tendina e automaticamente la geometria dello strumento verrà adattata e centrata rispetto alla nuova selezione. I detector/aperture sono rappresentati nel cielo con dei quadratini interattivi. Cliccando su uno di essi, si aprirà un piccolo popup con alcuni dettagli utili (come la posizione).

Sempre nel pannello dello strumento selezionato sono presenti altre funzionalità come quella di ruotare lo strumento, cambiare l'ascensione retta (*Right Ascension*) e la declinazione (*Declination*) muovendo così lo strumento nel cielo e aggiustando la sua posizione rispetto al target che l'astronomo desidera osservare.

Una funzionalità molto importante è legata alla possibilità di visualizzare tutti gli strumenti (*All Instruments*). Questa deriva dal fatto che JWST sarà in grado di osservare l'Universo in "parallel mode", ossia con più di uno strumento contemporaneamente. Quindi tornando al nostro astronomo, dopo aver puntato e configurato il suo strumento su ESASky, può abilitare "All Instruments" e pianificare l'osservazione parallela di un altro target/area del cielo con un altro

strumento.

Una volta trovato l'assetto giusto, l'astronomo prenderà come riferimento per la sua proposal rispettivamente il nome dello strumento, le coordinate (RA e Dec) del centro del detector/aperture di riferimento e l'angolo di rotazione. C'è da dire che la generazione di una proposal ufficiale per JWST è un processo molto lungo ed ESASky vuole essere d'aiuto nella prima fase di investigazione e generazione della stessa.

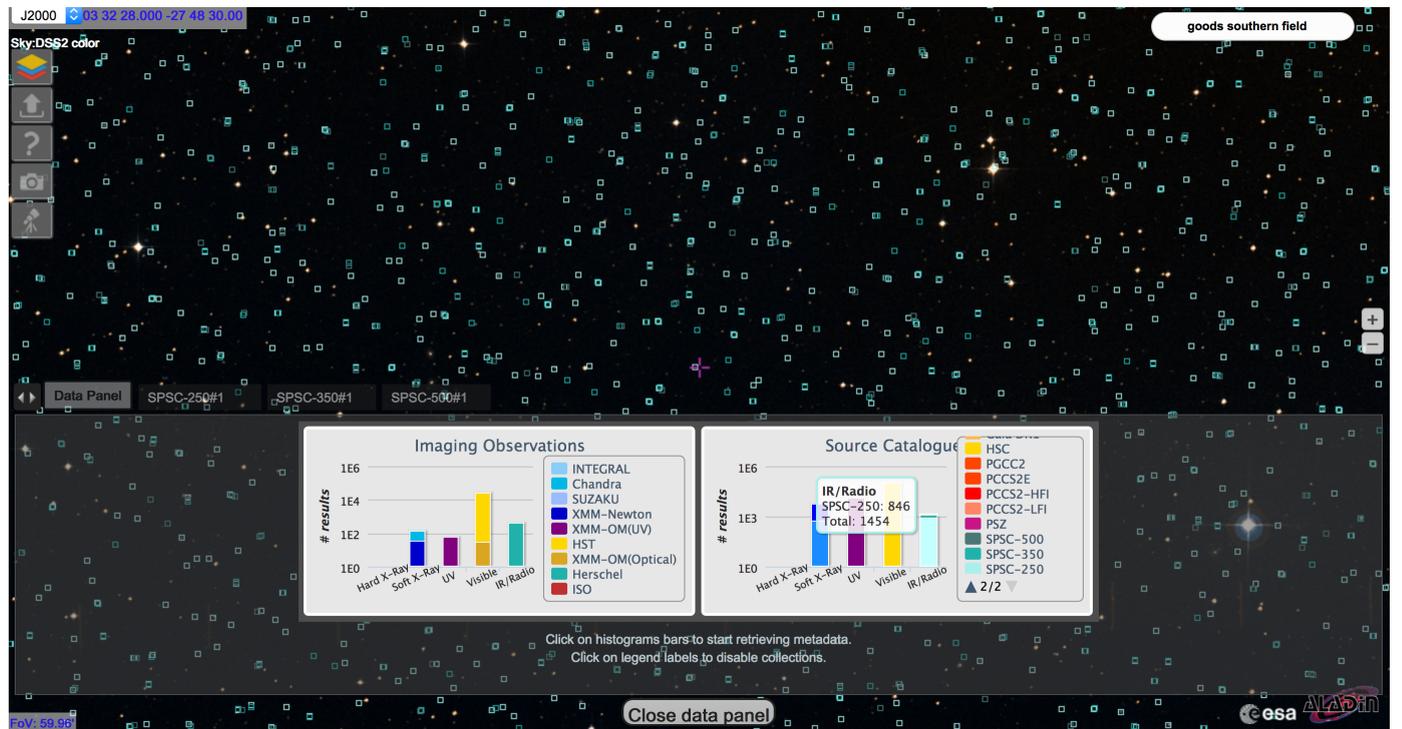
Per altri dettagli vi rimando alla sezione dedicata al JWST di ESASky <https://www.cosmos.esa.int/web/esdc/esasky-interface#planning>

E al video <https://www.cosmos.esa.int/web/esdc/esasky-video2>

Herschel Spire Point Source Catalogue (SPSC) (ESASky v1.4)

A partire dalla release 1.4, abbiamo integrato anche il catalogo **Spire Point Source Catalogue (SPSC) del telescopio Herschel**. Tale catalogo contiene più di 1,6 milioni di sorgenti, identificate ed estratte da un totale di più di 6800 osservazioni nella lunghezza d'onda

submillimetrica, effettuate dallo strumento SPIRE. Il catalogo è accessibile tramite l'istogramma dei cataloghi che appare quando si apre il "Data Panel" ed è stato suddiviso in 3 sottogruppi (250, 350 e 500 microns).



Chandra e XMM-Newton (ESASky v1.5)

Nella versione 1.5, da poco rilasciata, abbiamo integrato i dati provenienti dalla missione **NASA Chandra**. Per tale integrazione abbiamo collaborato strettamente con il team della NASA responsabile per Chandra che ha validato il risultato finale. Ora le missioni non ESA in ESASky salgono a 2, Chandra della NASA e Suzaku di JAXA. Curiosamente sono entrambe nei raggi X. Allo stesso tempo abbiamo aggiornato i dati relativi alla missione ESA XMM-Newton per le camere EPIC.

Quindi ora su ESASky è possibile fare il confronto tra come è stato osservato l'Universo dall'ESA con i dati di XMM-Newton, dalla NASA con i dati di Chandra e da JAXA con i dati di Suzaku e per ognuna di esse è possibile scaricare i file astronomici in formato FITS.

Questa è una veloce carrellata delle novità che potete trovare accedendo alla nuova versione di ESASky (sky.esa.int), ma il lavoro prosegue per offrire sempre nuove funzioni! Non mi resta che augurarvi un buon viaggio attraverso l'Universo con ESASky.

ObservationId	Instrument	RA (J2000)	DEC (J2000)	Start Time	Duration (s)
0555630101	EPIC	15h 03' 37.01"	-42d 03' 32.0"	2008-08-22 08:23:11.0	46095.0
0555630401	EPIC	15h 01' 51.60"	-41d 48' 46.9"	2009-01-28 18:13:24.0	104918.0
0555630501	EPIC	15h 01' 51.60"	-41d 48' 46.9"	2008-07-31 03:42:44.0	130635.0
0555631001	EPIC	15h 03' 37.01"	-42d 03' 32.0"	2008-08-28 01:53:24.0	65915.0
0111090301	EPIC	15h 02' 21.98"	-42d 07' 50.0"	2000-08-17 10:35:19.0	9418.0
0202590101	EPIC	15h 02' 28.79"	-42d 04' 48.0"	2004-02-10 12:08:01.0	43622.0
0077340201	EPIC	15h 04' 07.30"	-41d 52' 27.0"	2001-08-10 23:15:50.0	58412.0



NGC 2264 "Cone" nebula di Maurizio Cabibbo

Immagine della nebulosa "Corno" nella costellazione dell'Unicorno ripresa con Takahashi TOA130 e camera ccd Sbig STL11000. Elaborazione LRGB. Filtri: L Astronomik CLS CCD, Astrodon RGB, 210:80:80:80. Software MaximDL, PixInsight, PS CS5. Località Casole d'Elsa – Siena.

© Maurizio Cabibbo 2017
Astroinfinity.it



Nel cuore del cuore di Franco Sgueglia e Francesco Sferlazza

La sfida continua ad essere la stessa: ottenere risultati profondi dal terrazzo di casa in prossimità di centri urbani (in questo caso siamo al centro tra Lecco e Milano). L'immagine riprende una porzione della Heart Nebula. Il canale di luminanza (realizzato in Ha 3.5nm è stato ripreso con un C925 a focale piena (F10) montato su una Avalon Linear durante l'ultima lunazione. Si tratta di 44 pose ciascuna da 30 minuti catturate con Atik l383 (22 ore di Ha). Il colore è stato ricavato per resize da una precedente immagine realizzata in Hubble Palette fatta sempre dallo stesso cielo con un rifrattore SW 80 hd.

**Mosaico Auriga di
Fabrizio Pierazzuoli**

Una bella panoramica delle
stelle nella Costellazione
dell'Auriga. Ripresa effettuata
il 21 febbraio 2017 con reflex
digitale su telescopio
Tecnosky 80/480 triplet
(ridotto con spianatore
dedicato).



Congiunzione Luna e Giove di Alessio Vaccaro

Una foto della congiunzione del 15 marzo 2017. Ho ripreso ben cinque lune in un colpo solo! La nostra cara Luna con Callisto, Europa, Ganimede, Io e Giove. La foto finale è una somma di ben 8 pose con differenti esposizioni. Reflex digitale Canon EF 75-300mm f/4-5.6 USM



Transito Cometa 41P fra M108 e M97 di Francesco Badalotti

Il transito della Cometa 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak dalle parti di M 97 e M 108 nei giorni 21 - 22 e 23 marzo 2017. Telescopio remoto situato presso Osservatorio Astronomico di MayHill, New Mexico. Astrografo Petzval 106mm F5. Luminanza 2 pose x 300" bin1 + RGB 3 pose x 120" bin2. Elaborazione MaxIm, Photoshop.

Nebulosa Gufo
M97 - NGC3587

Galassia Surfboard
M108 - NGC3556

41P/Tuttle-Giacobini Kresak
22 Marzo 2017 08h00

41P/Tuttle-Giacobini Kresak
23 Marzo 2017 11h00

Merak

41P/Tuttle-Giacobini Kresak
21 Marzo 2017 08h17

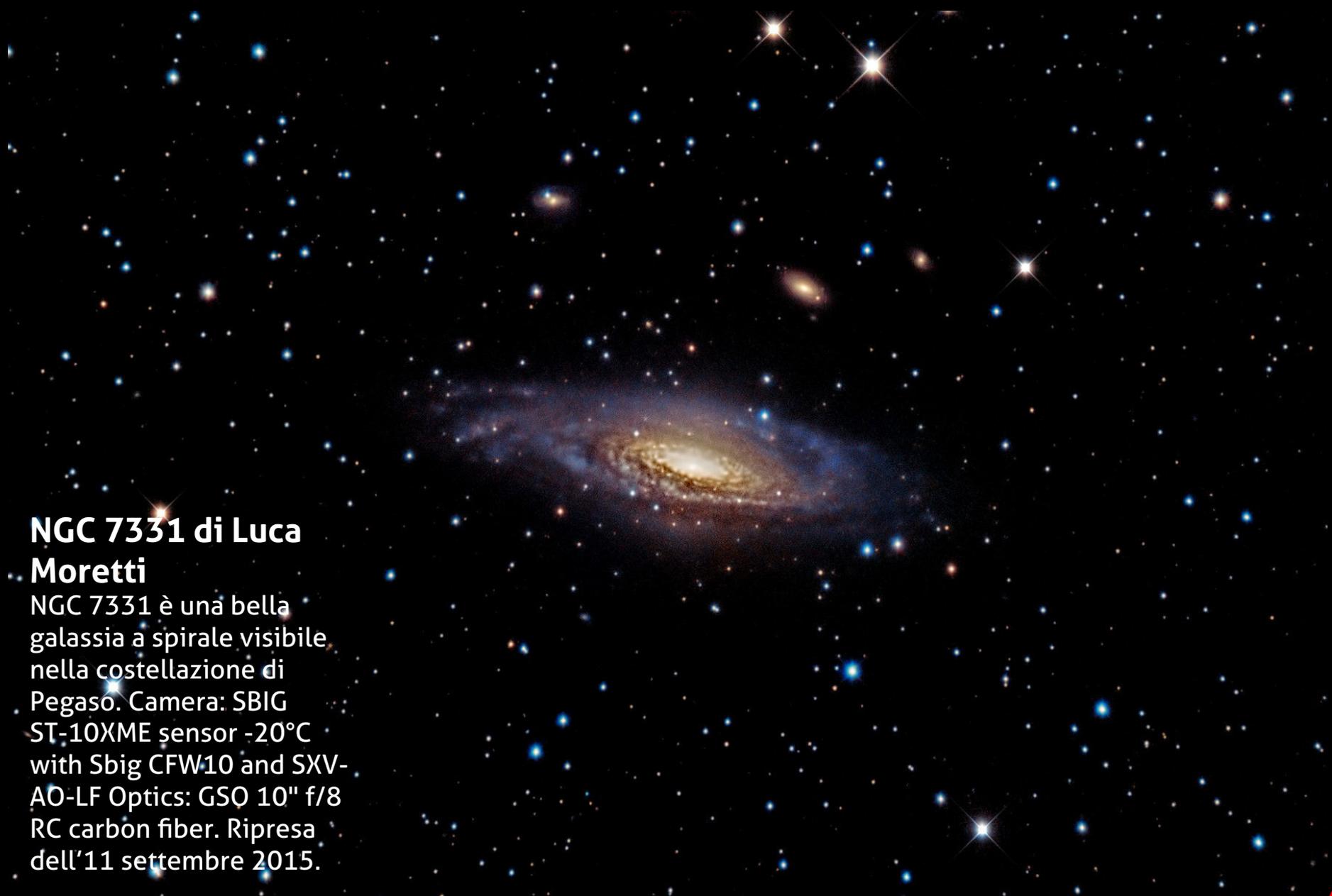




M45, le Pleiadi di Cristian Fattinnanzi

"The Seven Sisters": ovvero le Pleiadi, l'ammasso aperto più famoso del cielo, avvolto nella nebulosità che lo ha generato. 8 pose da 3 minuti a 640 iso con Canon 5d3 al telescopio newton da 25cm F5. Ripresa da Montecassiano (MC-ITALY).

© Cristian Fattinnanzi



NGC 7331 di Luca Moretti

NGC 7331 è una bella galassia a spirale visibile nella costellazione di Pegaso. Camera: SBIG ST-10XME sensor -20°C with Sbig CFW10 and SXV-AO-LF Optics: GSO 10" f/8 RC carbon fiber. Ripresa dell'11 settembre 2015.



Elaborazione Video a colori della Cometa 67P

di Giuseppe Conzo

Il video è il risultato di numerose immagini della cometa 67P/ Churyumov-Gerasimenko, meglio nota come la "cometa di Rosetta", che sono state elaborate in pseudocolori nei canali R (Rosso), G (Verde) e B (Blu) partendo dalle immagini grezze (in bianco e nero) disponibili nell'archivio pubblico dell'ESA.

Ciò che si nota chiaramente è il moto di rotazione della cometa che, come noto, ha una durata di 12,8 ore. Nei vari frame è possibile leggere la distanza dell'inquadratura dal nucleo della cometa; la scala, per mostrare gli ordini di grandezza; e data e ora di acquisizione.

Lo scopo di questa animazione è mostrare quanto

nell'animazione a scopo puramente illustrativo.

Giuseppe Conzo è un astrofilo, membro del Gruppo Astrofili Palidoro (GAP), che, affascinato da una particolare immagine rilasciata dall'ESA che mostrava la cometa 67P a colori, ha deciso di prendere parte al PACA Project (Professional – Amateur Collaborative Astronomy), una delle proposte di collaborazione fra scienziati e appassionati messe in campo da Padma Yanamandra Fisher, dello Space Science Institute. In particolare Conzo è entrato a far parte del gruppo PACA_Rosetta67P, composto da circa 200 membri. Lo scopo delle elaborazioni proposte al gruppo non è solamente estetico o di donare alla cometa una bellezza e dei colori che in realtà non ha, ma piuttosto di evidenziare tramite il colore quelle caratteristiche

la sua rotazione su se stessa sia complessa. In aggiunta, in sottofondo si può sentire il "suono della cometa" registrato dall'ESA. La scelta di unire all'animazione un contributo sonoro è puramente estetica: la cometa emette (come la maggior parte dei corpi del Sistema Solare) segnali nella banda radio che poi il team di Rosetta ha tradotto in suono. È possibile apprezzare questo suono durante tutta la durata del video. Anche se l'emissione in onde radio della cometa è anche legata alla sua rotazione, il sonoro che si sente in questo lavoro non coincide assolutamente con la rotazione mostrata nel video o la durata della stessa, è stato introdotto

fisiche e chimiche più sfuggenti e, parallelamente, anche di aiutarci a conoscerla e apprezzarla meglio.

Potete leggere di più su tali elaborazioni nell'articolo "**La Cometa 67P/ Churyumov-Gerasimenko a colori - Una guida per l'elaborazione**" di **Giuseppe Conzo**, pubblicato su **Coelum Astronomia 204**.

Crediti: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA – Elaborazione di Giuseppe Conzo.



Ma quanto è lontana la Luna?

Sopra. In questa immagine, un pallone aerostatico sembra diretto verso la Luna.

Ah, la Luna... meraviglia del nostro mondo. Ha da sempre ispirato poeti, musicisti, viaggiatori, pittori e fotografi, tanto che, dopo l'invenzione dell'aerostato attorno alla fine del 18° secolo, le menti umane iniziarono a fantasticare sulla possibilità di compiere dei viaggi tra la Terra e la Luna. Si resero presto conto però che questo non sarebbe stato possibile con il semplice ausilio di una mongolfiera.

L'atmosfera terrestre non si estende certo fino alla Luna, dunque si sarebbero dovuti attendere ancora quasi 200 anni per l'invenzione di mezzi più potenti e in grado di farci raggiungere il nostro satellite con le ben conosciute missioni Apollo. Come probabilmente molti dei nostri lettori, mi sono sempre chiesta come sarebbe e quali emozioni proverei sorvolando la Luna e atterrando sulla sua superficie.

Ma la prima domanda che mi sono posta quando ho iniziato a fantasticare sulla possibilità di un viaggio Lunare è stata:

Quanto è distante la Luna?

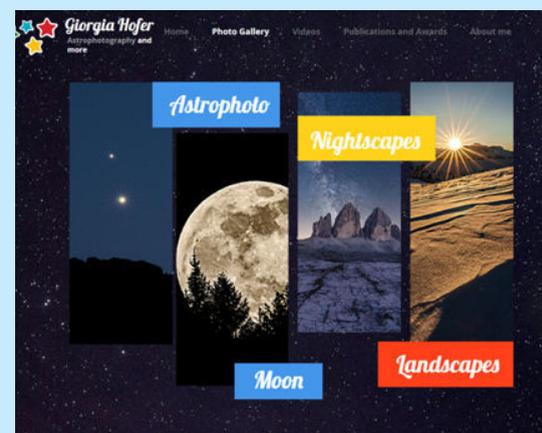
Dato che è il corpo celeste a noi più vicino, ed è stato addirittura raggiunto dall'uomo, non deve essere poi così lontana...

A questa domanda è facile rispondere, ma non esiste una risposta univoca, dato che l'orbita compiuta dalla Luna attorno alla Terra non è perfettamente circolare. L'orbita lunare è ellittica (proprio come capita per quelle degli altri corpi del Sistema Solare) e questo comporta che in alcuni periodi sia più vicina alla Terra e in altri più distante. Mediamente la sua distanza è calcolata in 384 000 km, ma può arrivare a un massimo avvicinamento di 352 000 km e un estremo allontanamento di 406 000 km. Per fare un esempio, possiamo dire che la sua distanza è circa 30 volte il diametro della Terra, una distanza quindi molto ridotta se consideriamo che, nell'arco di una vita, noi stessi possiamo tranquillamente avere percorso lo stesso tragitto in automobile, in treno o in aereo... Questi punti di massimo avvicinamento ed estremo allontanamento dal nostro

Leggi anche:



Riprendiamo la Luce Zodiacale su Coelum Astronomia 209 a pagina 102.



Visita il sito web di Giorgia Hofer con tutte le sue raccolte di immagini!
giorgiahoferphotography.com



Giorgia Hofer su Photo-Coelum

Tutte le immagini di Giorgia su Photo-Coelum!
Clicca qui



Il cielo stellato delle Dolomiti



Sopra. La SuperLuna al perigeo il 14 novembre scorso, nel momento di massimo avvicinamento al nostro pianeta.

pianeta sono definiti rispettivamente, in termini astronomici, perigeo e apogeo.

Ma il nostro occhio è in grado di percepire questa differenza di dimensioni apparenti? A occhio nudo è veramente difficile rendersene conto ma con gli strumenti di cui dispone un astrofotografo la cosa risulta più semplice.

Ciò che vi propongo di fare questo mese è proprio questo: fotografare la luna al perigeo e all'apogeo in modo da toccare con mano la differenza di dimensioni apparenti del nostro satellite. Riuscire a riprenderla nella fase piena è il modo migliore per rendersi conto di questo divario, che a mio avviso è straordinario e rischierà di lasciarvi senza fiato. Se avete ripreso la Super Luna lo scorso 14 novembre, metà del lavoro è già stato fatto, di seguito vi fornisco invece un calendario con gli appuntamenti dei prossimi mesi. Le date e gli orari sono solo indicativi, scegliendo arbitrariamente delle date intermedie tra apogeo/perigeo e la fase di Luna piena, nel periodo in cui i

due eventi coincidono maggiormente, e fornendo anche un orario comodo per la ripresa con la Luna a una buona altezza. Mese per mese potrete poi andare alla Guida degli Eventi del Mese per controllare date e orari più precisi e poter scegliere in autonomia cosa privilegiare, se il giorno della minima/massima distanza o quello del Plenilunio, con i dati precisi.

10 maggio 22:00

Luna piena quasi all'apogeo (**apogeo 12 maggio**) a circa 404 823 km. La luna avrà fase di 99,8%, un diametro apparente di 29' 31" e si troverà alta circa 19° sull'orizzonte sud-sudest.

8 giugno 22:00

Luna piena all'apogeo a circa 406 403 km. La luna avrà fase di 99,4%, un diametro apparente di 29' 23" e si troverà alta circa 19° e mezzo sull'orizzonte sud-sudest.

4 novembre 22:00

Luna piena quasi al perigeo (**perigeo 6 novembre**)

a circa 362 468 km. La luna avrà fase di 99,2%, un diametro apparente di 32' 58" e si troverà a circa 45° di altezza sull'orizzonte est-sudest.

3 dicembre 22:00

Luna piena al **perigeo** a circa 357 726 km. La luna avrà fase di 99,8%, un diametro apparente di 33'23" e si troverà a quasi 52° di altezza sull'orizzonte est-sudest.

I dati di distanza e fase sono calcolati in un sistema di riferimento geocentrico. L'altezza della

Luna sull'orizzonte fa riferimento a una località posta a 42°N e 12° E.

A questo indirizzo potete trovare una tabella completa di tutti i perigei e apogei, per poter programmare le vostre sessioni fotografiche future.

A quest'altro indirizzo invece è possibile ottenere le informazioni sulla Luna in una specifica data, oltre che nelle nostre effemeridi online.

Come riprendere la Luna per questo confronto?

Per effettuare uno scatto di questo genere, è sufficiente disporre, oltre alla nostra fedele reflex digitale, di un teleobiettivo o un piccolo telescopio, un buon treppiede e avere la possibilità di scattare con il telecomando o con l'autoscatto. Come ho già avuto modo di spiegarvi negli articoli precedenti, questa piccola accortezza ci farà evitare quelle vibrazioni indesiderate che potrebbero dare alla fotografia un antiestetico micro-mosso.

La cosa più importante da ricordare è che **entrambe le esposizioni devono avere gli stessi parametri**, e si deve assolutamente **mantenere la stessa focale**, per non alterare artificialmente le proporzioni del soggetto, scattando con due focali differenti. Come vedete dalle immagini qui sotto, la Luna appare visibilmente più grande pur avendo realizzato le due immagini con identiche impostazioni: lunghezza focale di 400 mm (f/8), posa di 1/750 secondi e sensibilità a ISO 200.



Sopra. Luna all'apogeo, appare visibilmente più piccola.



Sopra. Luna al perigeo, appare visibilmente più grande.

Una volta riprese le due Lune, sarà sufficiente effettuare un collage delle stesse, ponendole affiancate, stando sempre attenti a non falsarne le dimensioni. Dato che entrambe hanno il cielo nero a causa della brevissima esposizione, sarà

sufficiente selezionare con la selezione ellittica la Luna più piccola, sfumarne i bordi e incollarla affianco alla luna più grande.

Ecco il risultato che ho ottenuto utilizzando le immagini precedenti:



403.676 km



355.620 km

Differenza delle dimensioni apparenti della Luna all'Apogeo e al Perigeo

Semplicemente confrontando la risoluzione dei crateri si nota la netta differenza tra i due scatti, e indicando poi la distanza in chilometri possiamo dare un tocco in più alla nostra immagine.

Questo risulta uno scatto piuttosto semplice da comporre, spesso però non è la nostra volontà a impedirci di realizzarlo, bensì le condizioni meteorologiche che purtroppo, troppo spesso, ci tendono degli scherzetti poco simpatici...

In ogni caso auguro cieli sereni a tutti e resto in attesa di vedere presto qualche vostro lavoro... Non dimenticate di caricare le vostre immagini nella gallery PhotoCoelum all'indirizzo www.coelum.com/photo-coelum.



Luna verso l'Apogeo
a 400.133 km dalla Terra
5 dicembre 2011



Luna verso il Perigeo
a 362.254 km dalla Terra
29 giugno 2012

Sopra. La differenza di dimensioni di una Luna all'apogeo e al perigeo può essere documentata in qualsiasi fase, non solo con la Luna piena. Qui sopra una composizione di due immagini di una Luna al 10° giorno al perigeo e all'apogeo.



Segui Coelum Astronomia su
facebook



Ti piace Coelum?
Lasciaci un Like!



IL CIELO DI APRILE

di Giovanna Ranotto (UAI) e Redazione Coelum
Astronomia.

Osservando il cielo di metà aprile, verso l'inizio della notte astronomica (ovvero poco prima delle 22:00), vedremo Orione e Toro – le prime costellazioni del cielo invernale a scivolare verso la congiunzione eliacca – ormai prossime all'orizzonte ovest. Solo l'Auriga e i Gemelli, più alte in declinazione, terranno ancora testa alle incalzanti costellazioni primaverili. Tra queste, alle 23:00 il Leone sarà già in meridiano, seguito più a est dalla Vergine e da Boote. Sull'orizzonte di est-nordest, comincerà ad alzarsi la grande figura dell'Ercole, seguita a notte fonda dalla Lira e dal Cigno. Lo zenit sarà invece dominato dalla grande figura dell'Orsa Maggiore.

IL SOLE

Il Sole si muoverà nella costellazione dei Pesci fino al 19 aprile, data in cui entrerà in Ariete. Complessivamente, nel corso del mese guadagnerà 10° in declinazione, passando dai $+53^\circ$ ai $+63^\circ$ come massima altezza raggiunta sull'orizzonte al momento del transito al meridiano. Ciò si tradurrà in una **durata della notte astronomica** che supererà di poco le 7 ore (in media): se a inizio mese il crepuscolo astronomico (Sole sotto l'orizzonte di più di 18°) finirà verso le 21:15, alla fine bisognerà attendere le 22:15, mentre al mattino le osservazioni non potranno protrarsi mediamente oltre le 5:00.

Aspetto del cielo per una località
posta a Lat. 42°N - Long. 12°E

La cartina mostra l'aspetto
del cielo alle ore (TMEC):

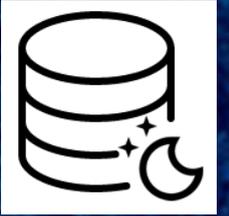
1 aprile > 23:00

15 aprile > 22:00

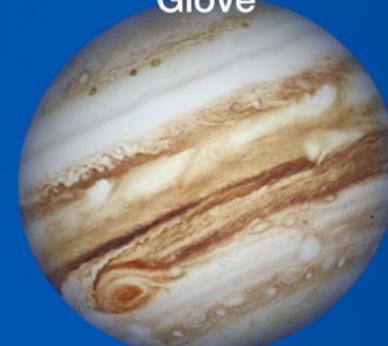
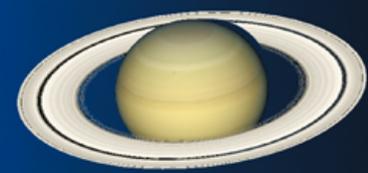
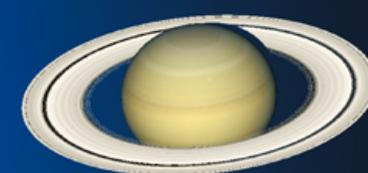
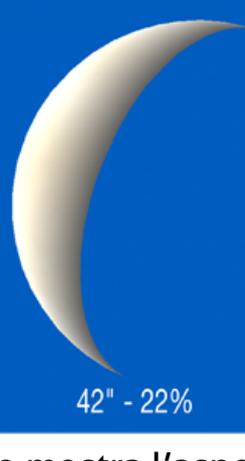
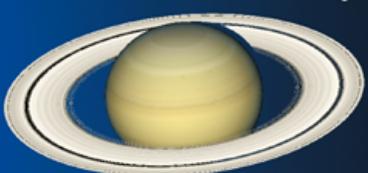
30 aprile > 21:00



Le effemeridi complete sono disponibili cliccando qui oppure cliccando sui nomi dei pianeti.



PIANETI

	Merc.	Venere	Marte	Giove	Saturno	Urano	Nett.
5 APRILE	 8" - 29%	 56" - 5%	 4,2"	 44,2"	 39,0"	 3,4"	 2,2"
15 APRILE	 11" - 4%	 49" - 13%	 4,1"	 44,2"	 39,7"	 3,4"	 2,2"
25 APRILE	 12" - 2%	 42" - 22%	 4,0"	 43,9"	 40,3"	 3,4"	 2,2"

Sopra. Il grafico mostra l'aspetto dei pianeti durante il mese, con indicati i relativi diametri angolari e, per quelli interni, anche la fase. Il diametro di Saturno è riferito all'intero sistema (anelli inclusi).

Di seguito vengono fornite alcune indicazioni sulle condizioni di osservabilità dei pianeti per il mese di aprile 2017.

Mercurio

Osservabile per buona parte del mese.

Mag.: da -0,2 a +2,8; Diam.: da 7,5" a 11,3".

Mercurio sarà osservabile per buona parte del mese: il **primo aprile** si troverà alla massima elongazione orientale dal Sole (circa 19°), per cui potrà essere osservato nel cielo della sera poco dopo il tramonto del Sole, anche se la sua luminosità sarà piuttosto bassa, tanto che dal 2 aprile la sua magnitudine diverrà positiva. Mercurio sarà stazionario il **10 aprile**, poi si avvierà gradualmente verso la congiunzione

eliaca inferiore del **20 aprile**. Fino al 23 aprile il piccolo pianeta sarà osservabile tra le stelle dell'Ariete, dopodiché si sposterà nel cielo della costellazione dei Pesci.

Venere

Visibile la mattina presto nella seconda metà del mese.

Mag.: da -4,2 a -4,7; Diam.: da 58,0" a 38,5".

Dopo la congiunzione eliaca inferiore del 25 marzo, Venere sarà stazionario il **13 aprile**. Sarà inosservabile, la sera, per tutto il mese perché scenderà sotto l'orizzonte prima del tramonto del Sole. Lo ritroveremo la mattina presto (sorgerà via via sempre prima, poco dopo le 5 del mattino) nella seconda metà del mese, tra le stelle dei

Pesci, anche se sarà sempre piuttosto basso sull'orizzonte orientale e immerso nel chiarore crepuscolare. Tuttavia la sua luminosità sarà elevata, tanto che il 24 aprile raggiungerà la massima magnitudine ($m = -4,75$) e si potrà tentarne l'osservazione in pieno giorno (per la quale in condizioni ottimali potrebbe bastare l'uso di un binocolo): in questo caso, per facilitare la ricerca, sarebbe utile disporre di un telescopio dotato di montatura Go-To.

Marte

Osservabile nella prima parte della notte.

Mag.: da +1,5 a +1,6; Diam.: da 4,2" a 3,9".

Marte sarà visibile abbastanza alto in cielo per tutto il mese, a circa 25° di gradi sull'orizzonte ovest dopo il tramonto del Sole. Per tutto il mese, il pianeta rosso sarà osservabile fin verso le 22:30 circa, quando tramonterà. Durante la prima decade di aprile sarà possibile cercarlo tra le stelle dell'Ariete, mentre a partire dal 12 aprile entrerà nel Toro.

Marte sarà come sempre facilmente riconoscibile a occhio nudo come un puntino luminoso di colore arancio-rossastro, e al telescopio si potranno provare a osservare alcuni dettagli superficiali come le calotte polari, anche se il diametro apparente angolare, in diminuzione nel corso del mese, renderà difficoltose le osservazioni.

Giove

Osservabile per tutta la notte.

Mag.: da -2,5 a -2,4; Diam.: da 44,2" a 43,6".

In questo mese le condizioni di osservabilità di Giove saranno ottimali: il gigante gassoso infatti sarà in opposizione con il Sole il **7 aprile**, e quando il cielo sarà buio sarà possibile cercarlo tra le stelle della Vergine, a una ventina di gradi sull'orizzonte già dalla prima serata (Giove sorge alle 19 circa a metà mese). Il pianeta tramonterà tra le prime luci dell'alba, per cui sarà osservabile per tutta la notte. Il momento migliore per osservarlo e fotografarlo sarà intorno alla mezzanotte, quando sarà già alto sull'orizzonte.

Tecn★Sky

www.tecnosky.it info@tecnosky.it

Apo 70 FPL53 F6



Solo 33cm di lunghezza e 1900gr di peso!

Tripletto FPL53 FMC

Diventa un astrografo F4,8 con il suo spianatore dedicato!

599€

Attraverso un telescopio, già a 35 ingrandimenti (un Newton 200 f/5 per chi scrive) sarà possibile scorgere le bande equatoriali nord e sud e, in condizioni di seeing ottimale, anche le zone temperate dei due emisferi.

Saturno

Osservabile la seconda parte della notte.

Mag.: da +0,4 a +0,3; Diam.: da 38,8" a 40,5" (anelli inclusi).

Saturno, a inizio mese, sarà visibile a partire dalle ore 2 italiane circa, quando sorgerà sull'orizzonte orientale tra le stelle del Sagittario, dove rimarrà per tutto il mese. Sarà stazionario il **6 aprile**, poi inizierà a spostarsi di moto retrogrado. Nel corso del mese anticiperà la sua levata di due ore, per cui a fine mese sorgerà all'incirca a mezzanotte. A occhio nudo il gigante gassoso si presenta come un puntino luminoso di colore biancastro, ma soltanto attraverso un piccolo telescopio sarà possibile apprezzarne i maestosi anelli e, in condizioni di seeing ottimale, la Divisione Cassini, una zona all'interno dell'anello di Saturno caratterizzata da una densità di materia

relativamente bassa, ragion per cui al telescopio appare come una sottile linea nera, come fosse una zona vuota.

Urano

Praticamente inosservabile nel corso del mese.

Magnitudine: +5,9; Diametro apparente: 3,4".

Nel corso del mese Urano rimarrà nei Pesci. Sarà praticamente inosservabile per tutto il mese tramontando all'incirca un'ora dopo il Sole. Il **14 aprile** sarà in congiunzione eliac. Dal 5 aprile sarà visibile nel campo del coronografo LASCO C3 fino al 22 aprile.

Nettuno

Non osservabile nel corso del mese.

Magnitudine: da +8,0 a +7,9; Diametro apparente: 2,2".

Nel corso del mese Nettuno continuerà a spostarsi lentamente tra le stelle dell'Acquario, ma tramonterà prima del tramonto del Sole, per cui non sarà osservabile per l'intero mese.

FENOMENI E CONGIUNZIONI

Questo mese, con la maggior parte dei pianeti "fuori gioco", il cielo sarà avaro di configurazioni particolari e anche Giove, a parte la bella congiunzione del 10 – 11 aprile con Luna e Spica, sarà protagonista più per il periodo di opposizione che per incontri ravvicinati con altri

astri nel cielo di aprile. Di seguito vi segnaliamo comunque i fenomeni più interessanti del periodo.

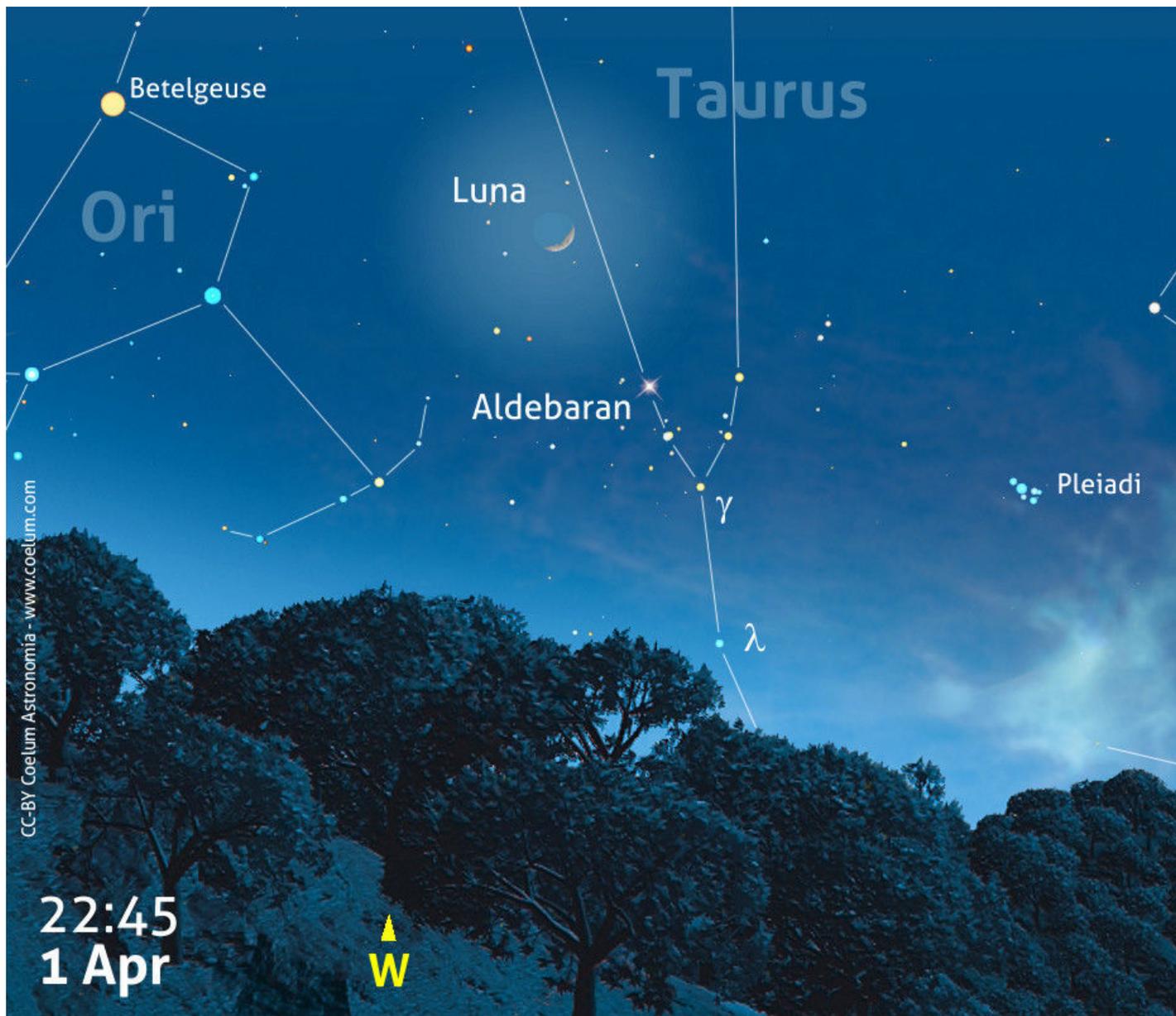
1 aprile 2017, ore 21:00: congiunzione Luna – Aldebaran

Una sottile falce di Luna crescente (fase = 28%) sarà protagonista di una congiunzione piuttosto larga con Aldebaran (alfa Tauri, mag. +0,9) la brillante lucida del Toro.

La distanza tra i due astri sarà all'incirca di 5°. Nelle immediate vicinanze di Aldebaran le ladi

faranno bella mostra di sé, e si potranno inserire in riprese a grande campo assieme a Luna e Aldebaran.

L'occasione può essere sfruttata anche per tentare la ripresa della Luce Cinerea della Luna.



A sinistra. Alle 21:00 Luna e Aldebaran faranno bella mostra di sé in cielo in un bel duetto, anche se piuttosto largo, assieme alle Iadi e alle Pleiadi, più distanti. Se vogliamo tentare la ripresa della congiunzione introducendo nell'inquadratura alcuni elementi di paesaggio, allora sarà meglio attendere la seconda serata, a partire dalle 22:45 quando i due astri saranno decisamente più bassi sull'orizzonte (tra i 15° e i 20°). L'immagine mostra proprio quest'ultima configurazione.

10 aprile 2017, ore 21:00: congiunzione Luna – Giove – Spica

La Luna Piena e Giove (mag. -2,5) saranno protagonisti di quella che può essere a tutti gli effetti considerata la congiunzione del mese: i due astri saranno visibili a una ventina di gradi

sull'orizzonte est-sudest separati poco meno di 2°. Un po' più in basso, a circa 7° da Giove, sarà ben osservabile anche Spica (alfa Virginis, mag. +1,0). La bassa altezza sull'orizzonte dei tre astri



permetterà riprese a grande campo, in cui potrebbero essere inseriti elementi paesaggistici. Per i più nottambuli, Luna e Giove raggiungeranno la minima distanza di $1,5^\circ$ attorno alla mezzanotte e mezza, ma saranno alti più di 40° sull'orizzonte

e si dovrà puntare sulla definizione delle caratteristiche della Luna, per ottenere una foto altrettanto suggestiva fuori dalla cornice del paesaggio.

16 aprile 2017, ore 03:00: Congiunzione Luna - Saturno

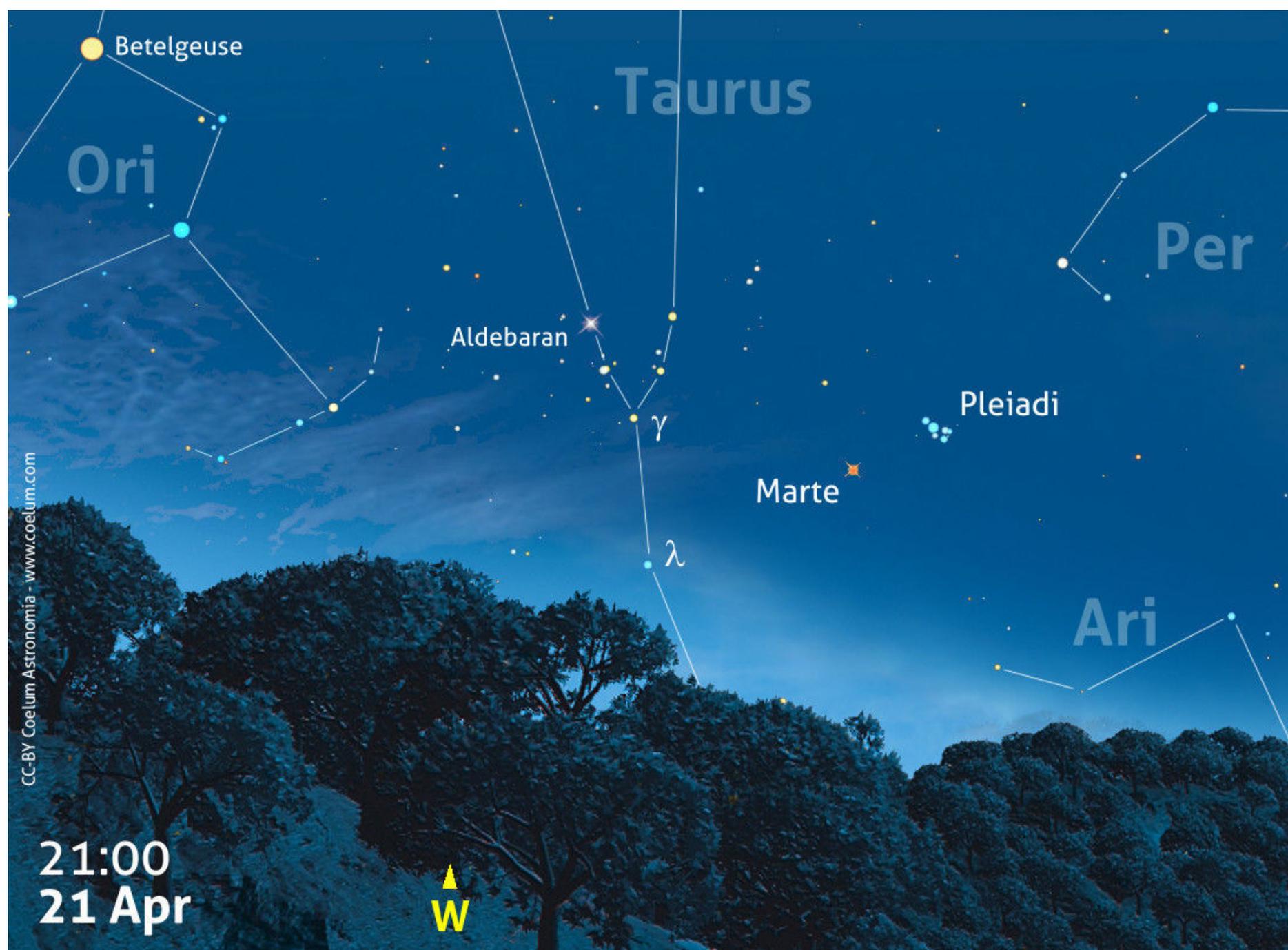
La Luna in fase calante si troverà a circa 4° a est di Saturno (mag. +0,4), a una ventina di gradi di altezza sull'orizzonte est-sudest, tra il Sagittario e l'Ofiuco. Un'ottima occasione per provare a

individuare il pianeta visibile a occhio nudo, ai limiti del chiarore lunare.

21 aprile 2017, ore 21:00: Congiunzione Marte – Pleiadi

Marte (mag. +1,6) e le Pleiadi (M 45) si troveranno in congiunzione, a una distanza di circa $3,5^\circ$ e a una quindicina di gradi sopra l'orizzonte ovest. In

un'immagine a grande campo sarà possibile includere anche Aldebaran, una dozzina di gradi più a ovest di Marte.



Sopra. Ecco come apparirà, in una vista a largo campo, la congiunzione tra il pianeta Marte e M 45, l'ammasso delle Pleiadi, la sera, alle 21:00 circa, del 21 aprile. Si notano i due protagonisti, il pianeta rosso e le "Sette Sorelle", accompagnate a poca distanza dalla bella Aldebaran, la stella alfa della costellazione del Toro e dall'ammasso delle Iadi.

24 aprile 2017, ore 5:40 Congiunzione Luna - Venere

Una congiunzione per mattinieri, dall'orizzonte est libero: una sottilissima falce di Luna (fase = 8%) sorge 7,5° a sud di una falce più consistente di Venere (m = -4,7; fase = 21%), per chi volesse

tentarne l'osservazione e la ripresa. Il tutto complicato dal crepuscolo del Sole nascente... ma la luminosità del pianeta saprà tenere testa al chiarore dell'alba.



Sopra. Per chi si alza presto la mattina, non si potrà perdere una bella congiunzione tra il pianeta Venere, molto luminoso nel cielo del mattino in questo periodo, con una sottile falce di Luna (fase 8%). Entrambi gli astri saranno immersi nel chiarore dell'alba, ma la loro luminosità non dovrebbe rendere difficile rintracciarli.

LA NOTTE ASTRONOMICA

		FINE CREPUSCOLO SERALE	DURATA NOTTE ASTRONOMICA	INIZIO CREPUSCOLO MATTUTINO
Apr	01	21:15	00:03	05:18
	06	21:21	07:48	05:09
	11	21:28	07:31	04:59
	16	21:36	07:13	04:49
	21	21:43	06:56	04:39
	26	21:51	06:38	04:29
Mag	01	22:00	06:20	04:20

I tempi, in TMEC, sono calcolati per una località a 12° Est e 42° Nord. Il crepuscolo astronomico inizia, o termina, nel momento in cui il Sole si trova 18° sotto l'orizzonte (vedi l'articolo all'indirizzo www.coelum.com/articoli/risorse/il-crepuscolo).

28 aprile 2017, ore 20:26: la Luna occulta Aldebaran

La sera del 28 aprile si ripropone l'occultazione di Aldebaran (alfa Tauri; $m = +0,9$) da parte di una sottilissima falce di Luna ($h = 21^\circ$; fase = 8%), che per una località posta in Centro Italia (12° Lat. e 42° Long.) inizierà con l'immersione della stella nel lembo oscuro della Luna per terminare alle 21:22 ($h = 11^\circ$; AP = 269°).

Per l'osservazione o la ripresa fotografica valgono i consigli dati in Coelum Astronomia 208 di febbraio.

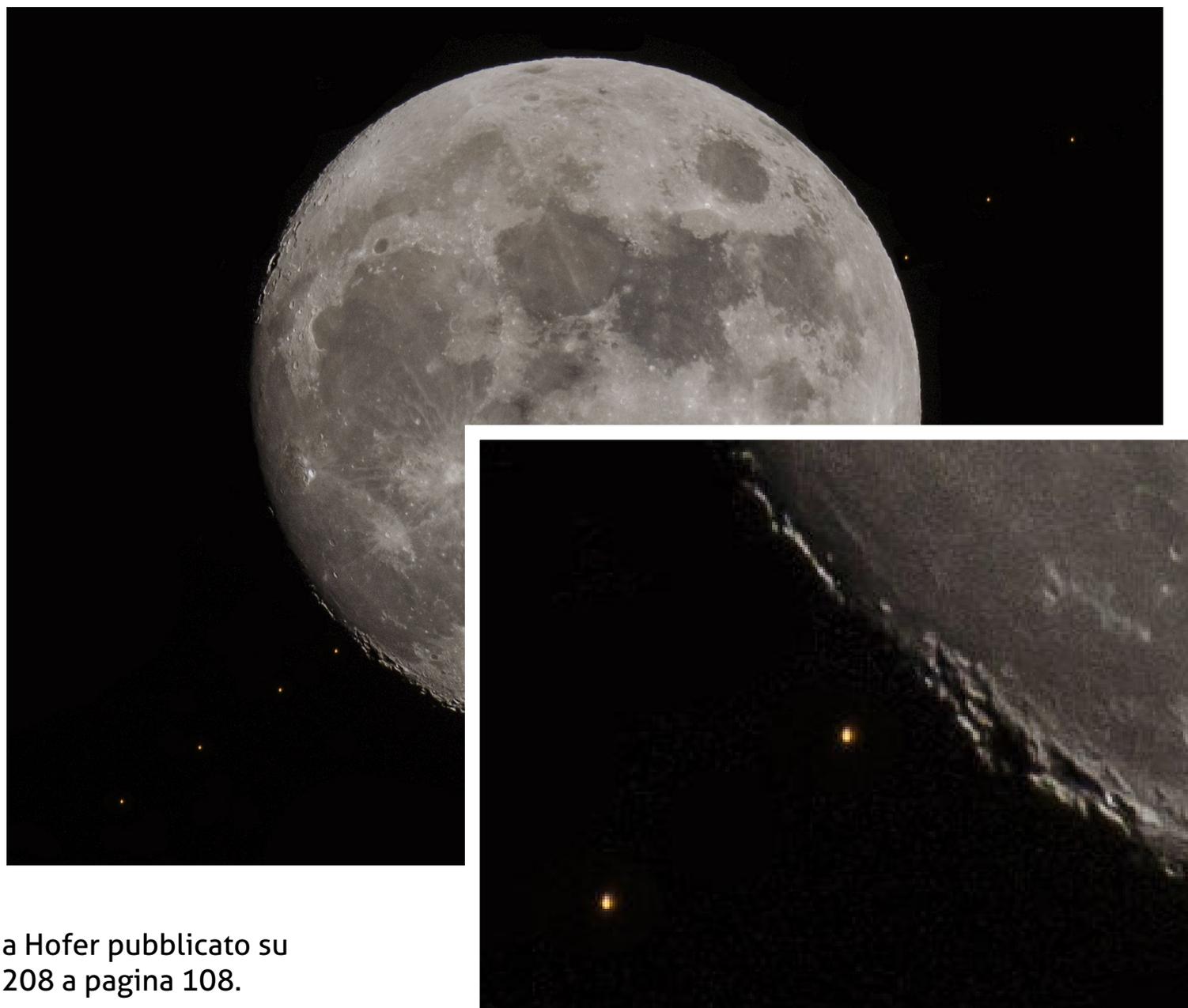


A destra.

L'immagine (di Giorgia Hofer) mostra il risultato finale complessivo delle riprese, evidenziando il moto della Luna rispetto alla stella Aldebaran. L'ingrandimento mostra un dettaglio del momento in cui la Luna ha occultato la stella.

Per tutte le informazioni su come effettuare la ripresa, consultare l'articolo "La Luna occulta

Aldebaran" di Giorgia Hofer pubblicato su Coelum Astronomia 208 a pagina 108.



La Maratona Messier

La Maratona Messier consiste nell'osservare nel corso di una sola notte il maggior numero possibile dei 110 oggetti di profondo cielo che compongono il catalogo Messier. Si inizia puntando il telescopio verso le galassie M 77 nella Balena ed M 74 nei Pesci, visibili non appena fa buio, basse verso ovest, e man mano si risale verso est (cioè verso le ascensioni rette via via crescenti) nel corso della notte fino a terminare con l'ammasso globulare M 30 nel Capricorno, osservabile con difficoltà nel cielo del mattino. Ne abbiamo parlato ampiamente nel numero scorso (leggi "Tutto in una notte" di Claudio Pra e le esperienze di alcuni esperti astrofili). **Sebbene le date consigliate fossero poste alla fine del mese di marzo andrà ugualmente bene il fine settimana del dell'1-2 aprile, anche se quest'ultimo penalizzerà un po' l'osservazione dei primi oggetti.**

Ricordiamo che il catalogo Messier venne stilato dall'astronomo francese Charles Messier (1730 – 1817): scopritore di 16 comete, incappò spesso in oggetti nebulosi come le stesse comete, come galassie, nebulose, ammassi stellari, che però, a differenza di queste, non cambiavano posizione in cielo da una notte all'altra: decise così di inserirli in un apposito elenco per evitare di



perdere tempo su di essi. Questo elenco sarebbe diventato in seguito il catalogo Messier.

La lista degli oggetti Messier da osservare durante la maratona è disponibile alla pagina curata dalla Commissione Divulgazione dell'Unione Astrofili Italiani assieme a molti utili suggerimenti osservativi.



LA LUCE CINEREA

Questo mese, il momento migliore per osservare la luce cinerea della Luna si verificherà il **22 aprile** appena prima dell'alba e il **29 aprile** subito dopo il tramonto.

Per saperne di più e ottenere dei consigli su come riprendere il fenomeno, leggi i consigli di Giorgia Hofer su Coelum Astronomia n.207.



Uno Sguardo al Cielo di Aprile

Impariamo a osservare il cielo con la UAI - Unione Astrofili Italiani

di Giorgio Bianciardi - Vicepresidente UAI



Emisfero Est



Visualizza la Mappa del Cielo dell'Emisfero Est

Guardando a Est

Alle ore 22:00, guardando il cielo verso Oriente, si presentano molte stelle di prima grandezza. Iniziano infatti a innalzarsi dall'orizzonte la **Vergine** e il **Boote (Bifolco)** che fanno corona alla grande costellazione del **Leone**, ormai molto alta nel cielo. Risulteranno quindi ben visibili e riconoscibili le loro stelle alfa, la splendente **Spica** (mag. +0,95), **Arturo** (mag. +0,15) e **Regolo** (mag. +1,35), rispettivamente. Inizia la primavera e nel cielo di Oriente la fascia della Via Lattea è assente, si apre infatti una grande porta per andare a cercare con un binocolo non troppo modesto o, meglio, con un cannocchiale o un piccolo telescopio a specchio, le galassie esterne alla nostra. Ne abbiamo già incontrate nel cielo d'autunno, ma in questi mesi primaverili abbiamo la possibilità di incontrarne a decine, a centinaia... Prendiamo come punto di riferimento la coda dell'Orsa Maggiore, evidentissima, molto alta nel cielo di nordest in questo mese. Se prolunghiamo le stelle della coda arriviamo ad **Arturo**, dal colore rosso-arancio, che abbiamo incontrato lo scorso mese, ma se proseguiamo, ecco **Spica**. È la stella alfa della costellazione della Vergine, da cui diparte il caratteristico asterismo a forma di rombo che caratterizza la costellazione. In questo mese troviamo, poco più in alto di Spica, il

Il primo lunedì del mese non dimenticate il viaggio nel cielo di una costellazione con i telescopi remoti ASTRA, guidato da Giorgio Bianciardi, vicepresidente UAI. Collegarsi al portale di AstronomiAmo di Stefano Capretti: www.astronomiamo.it. Dalle 21:30 alle 22:30.

bellissimo pianeta **Giove**, dal colore caratteristico giallo-paglierino, luminosissimo! Andiamo più in alto del rombo della Vergine e potremo notare, con l'ausilio di un binocolo, le deboli stelline della **Chioma di Berenice**, poste tra la Vergine e il grande Leone con l'azzurra **Regolo**: il caratteristico trapezio di stelle è ormai alto nel cielo, al meridiano (sud) in questo mese.

I Telescopi Remoti ASTRA e il Telescopio remoto UAI

Utilizzando Internet non ci sono limiti geografici e chiunque, da qualsiasi parte del mondo, può controllare in remoto i telescopi ASTRA e ottenere le immagini digitali da utilizzare per i propri scopi di ricerca o di semplice diletto. Accesso gratuito. Per maggiori informazioni visita il sito WEB del Telescopio Remoto UAI (<http://www.uai.it/risorse/telescopio-remoto-new.html>), naviga nel sito di ASTRA con il quale potrai navigare tra stelle e galassie con i telescopi remoti (dopo aver richiesto la pw gratuita): www.astratelescope.org e iscriviti al gruppo Facebook: <https://www.facebook.com/groups/127716650039/>.

Nel cielo della Chioma di Berenice e della Vergine, dicevamo, possiamo trovare una miriade di galassie che si disseminano a migliaia. Decine risultano visibili anche con piccoli telescopi se ci rechiamo sotto un cielo buio, come quello della

campagna, anche se alcune sono così luminose che sono ancora osservabili anche nel cielo di una piccola città.

Ecco **M 104** nella Vergine ripresa al telescopio remoto ASTRA #1.



Sopra. M104, galassia Sombrero nella Vergine. In viaggio verso l'Ammasso di galassie della Vergine. Grande 50 000 anni luce, 800 miliardi di stelle, con un estesissimo alone di stelle antiche, si trova a circa 29 milioni di anni luce dalla Terra. Telescopio Remoto ASTRA #1(Ritchey-Chrétien, 1354 mm/5.4 & SBIG ST8XME su GM2000, Vidor, TV). **Enzo Pedrini**.

Il superammasso di galassie della Vergine

Il Superammasso Locale, chiamato anche Superammasso della Vergine, è un ammasso di galassie che contiene il Gruppo Locale, al cui interno si trova anche la nostra galassia, la Via Lattea. Esso appare come un disco appiattito con un diametro di 110 milioni di anni luce. Il superammasso prende il nome dall'Ammasso della Vergine che è il lontano centro gravitazionale a cui è legata, a 50 milioni di anni luce di distanza, anche la nostra Via Lattea,

insieme alla galassia di Andromeda, M31, e a una miriade di galassie più piccole. Queste, tutte insieme formano il Gruppo Locale, che si trova al bordo del superammasso, in lento movimento verso il suo centro.

Tanti altri "piccoli" (per modo di dire, si parla comunque di dimensioni pari a vari milioni di anni luce) ammassi di galassie sono alla periferia.

Ecco qui il centro dell'**Ammasso di galassie della Vergine**. L'immagine qui sotto ci mostra una panoramica, ripresa al telescopio remoto ASTRA

#4, e una zoomata con il telescopio remoto ASTRA #1.



Sopra. La "Catena di Markarian". Innumerevoli galassie nel centro dell'ammasso della Vergine. Telescopio Remoto ASTRA #4. (Takahashi Sky 90, 405 mm/4.5 & SBIG ST10XME su EQ6, Traversella, TO). **Enzo Pedrini.**

Sotto. Zoomando nel centro dell'ammasso di galassie della Vergine, ecco **M 84** e **M 86** sulla sinistra, tra le più grandi galassie dell'Universo conosciuto, 2000 miliardi di stelle, e due galassie interagenti sulla destra. Siamo a 50 milioni di anni luce dalla Terra. Telescopio Remoto ASTRA #1(Ritchey-Chrétien, 1354 mm/5.4 & SBIG ST8XME su GM2000, Vidor, TV). **Enzo Pedrini.**



Alla destra della Vergine troviamo le piccole costellazioni del **Cratere** (o **Coppa**, di cui potete leggere nella rubrica dedicata alle costellazioni, di Stefano Schirinzi, in questo stesso numero a pagina 146) e del **Corvo**.

Rasenti l'orizzonte di Oriente verso nord, due stelle bianco-azzurre, assai luminose, iniziano a risplendere. Si tratta della luminosa **Vega** (mag. 0), e, ancor più a nord, **Deneb** (mag. +1,25). Tra

queste e la stella Arturo (nel Boote), si trovano due deboli costellazioni, **Ercole** e la piccola **Corona Boreale** con la sua stella più cospicua, **Gemma** (mag. +2,20). Queste sono stelle e costellazioni assai interessanti ma che gusteremo meglio il prossimo mese quando, più alte sull'orizzonte, si potranno prestare a un'osservazione più proficua.

Emisfero Ovest

Guardando a Ovest

Allo Zenit, ma già nel versante occidentale, vediamo l'**Orsa Maggiore**, dove potremo cercare le stelle più deboli poste nei dintorni del **Grande Carro** per ricostruire la forma intera dell'animale, con i **Cani da Caccia**. Anche le deboli **Idra**, **Cancro** e **Lince** sono alte nel cielo di Occidente. Al



Visualizza la Mappa del Cielo dell'Emisfero Ovest

contrario, invece, le costellazioni del **Cane Minore**, con la luminosa **Procione** (mag. +0,40), e l'inconfondibile **Orione** stanno decisamente tramontando, insieme alla piccola **Lepre** e all'**Eridano** che spariscono sotto l'orizzonte. Riconosceremo l'azzurra **Sirio** (mag. -1,45) del

Tecn★Sky

www.tecnosky.it
info@tecnosky.it

Nuovi focheggiatori Tecnosky V-power

Carico massimo 5kg

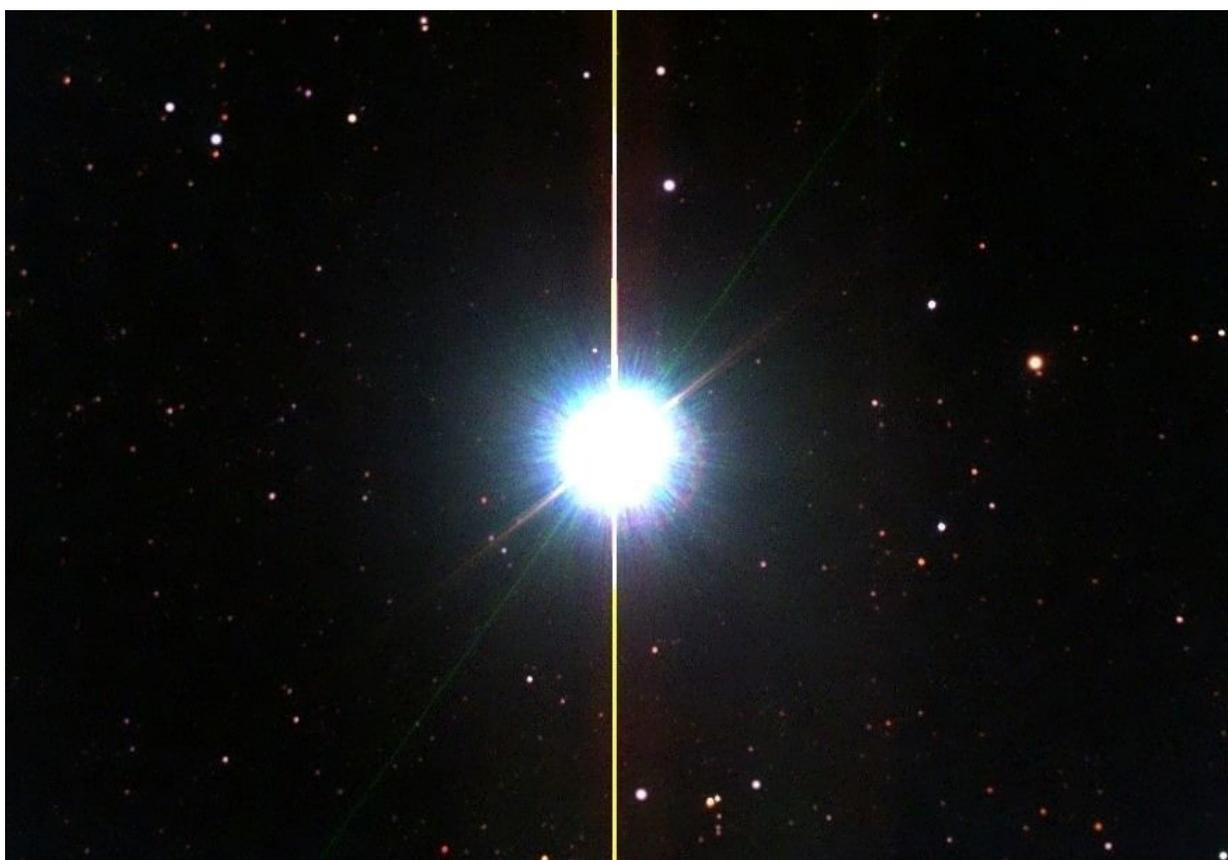
Meccanica anti slittamento

Cuscinetti sovra dimensionati

Disponibili per newton, RC e SC



Cane Maggiore e la rossa **Aldebaran** (mag. +0,85) del **Toro** solo se disporremo di un orizzonte completamente libero. Più in alto, vediamo **Cassiopea** e **Perseo**, ma sono gli inconfondibili **Gemelli** e **Auriga** che si prestano invece ancora a proficue osservazioni. In Auriga, riconosceremo immediatamente la meravigliosa **Capella** (mag. +0,05) e il bellissimo ammasso aperto **M 36**, di cui possiamo ammirare una bella immagine, che ritrae ambedue gli oggetti, ripresi al telescopio remoto UAI (ASTRA #2).



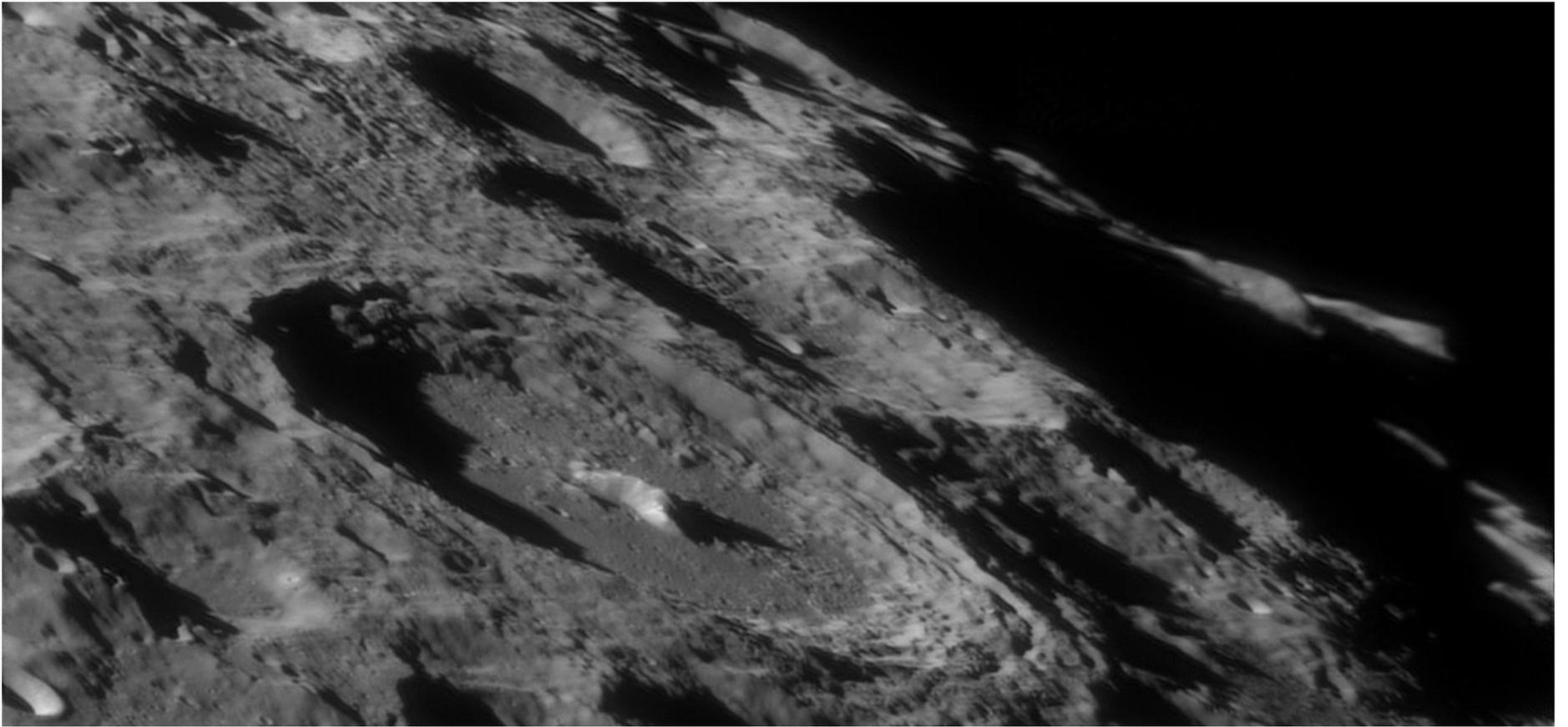
Sopra. Capella in Auriga. Telescopio Remoto UAI (ASTRA #2, Newton, 750 mm/5 & SBIG ST8XME su Avalon M uno, Castiglione del Lago, PG). **Giorgio Bianciardi**.

Il **Dragone** e la **Giraffa** continuano il loro lento giro intorno al Polo Celeste: la **Polare** e l'**Orsa Minore**.

Sotto. L'ammasso stellare aperto **M36** in Auriga, grappolo di giovani stelle bianco-azzurre. Telescopio Remoto UAI (ASTRA #2, Newton, 750 mm/5 & SBIG ST8XME su Avalon M uno, Castiglione del Lago, PG). **Enzo Pedrini**.



Immagini dal Sistema Solare

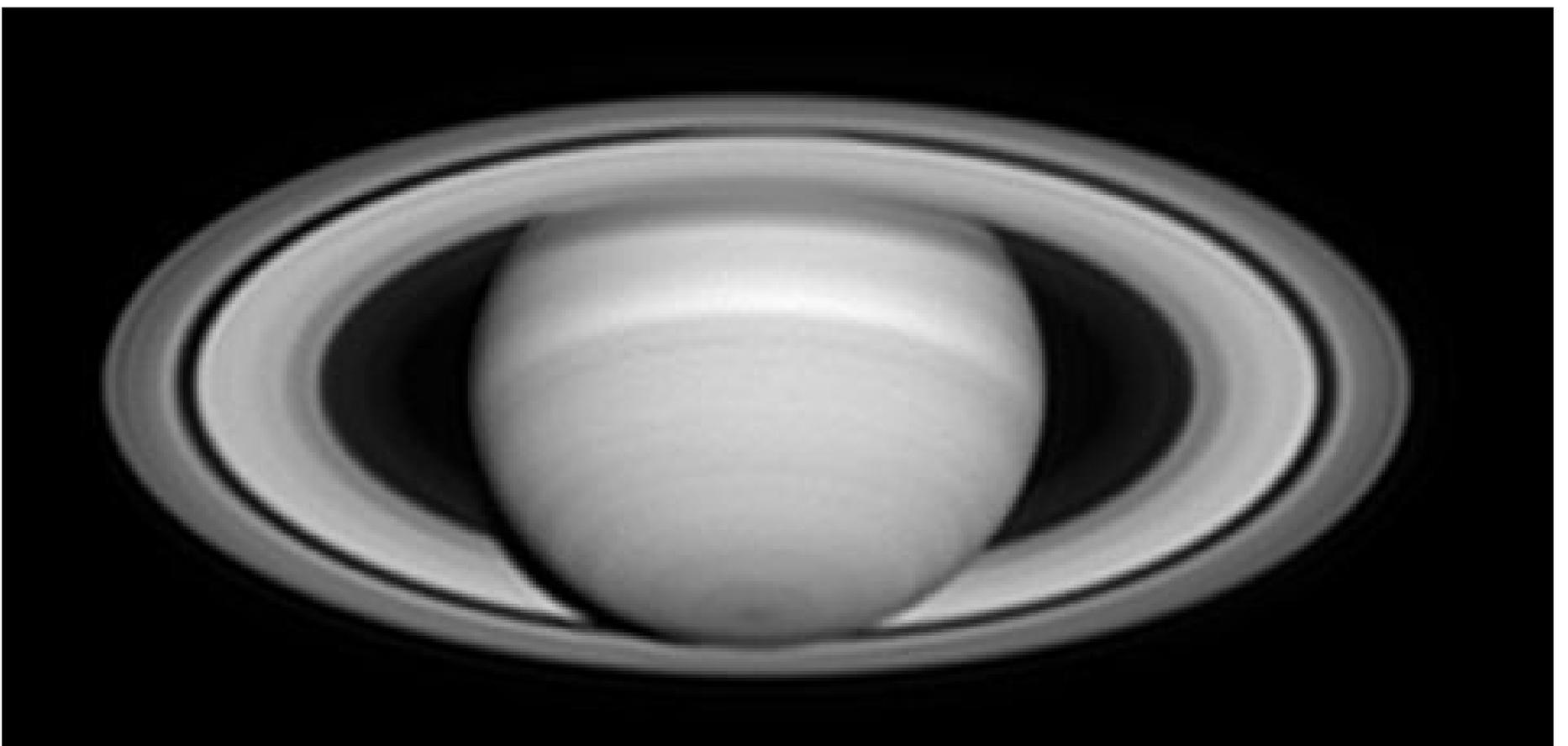


Sopra. Volo radente sulla Luna, cratere Moretus. Tiziano Olivetti, Sezione Luna UAI.



A sinistra. Giove, 25 febbraio 2017. Tiziano Olivetti, Sezione Pianeti UAI.

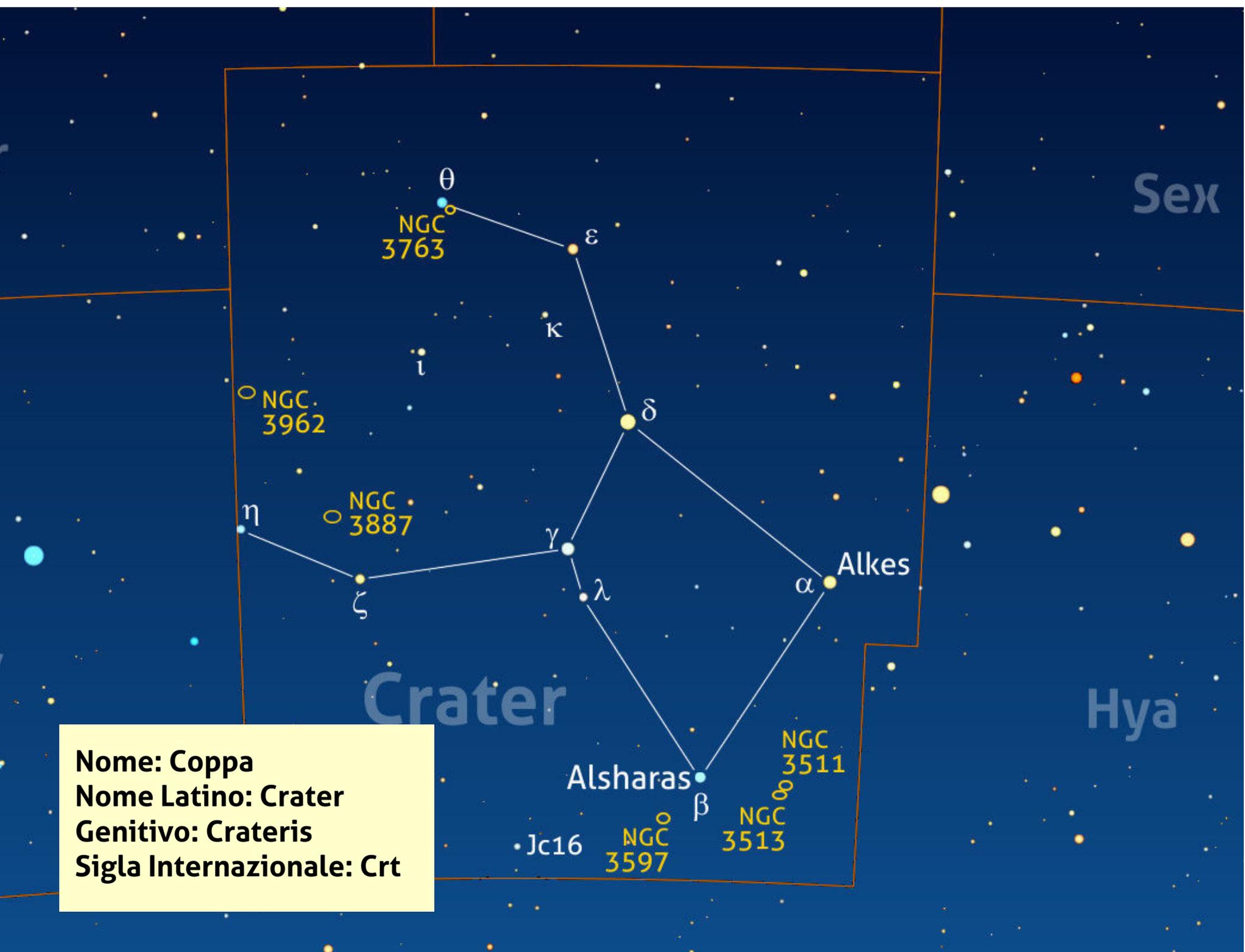
Sotto. Saturno inizia a apparire nel cielo dell'alba. 25 febbraio 2017. Tiziano Olivetti, Sezione Pianeti UAI.



Alla Scoperta del Cielo dalle Costellazioni alle Profondità del Cosmo

La Coppa

di Stefano Schirinzi



Nome: Coppa
Nome Latino: Crater
Genitivo: Crateris
Sigla Internazionale: Crt

Il cielo delle tiepide serate primaverili rappresenta una grande finestra sull'Universo extragalattico. La lontananza della Via Lattea, infatti, riduce il numero di stelle e polveri che filtrano la luce proveniente da lontanissimi "universi-isola" sparsi qua e là nel Cosmo. Non solo: gran parte delle stelle visibili a occhio nudo non giacciono sul piano galattico, bensì appartengono al cosiddetto alone, quella porzione della nostra galassia dalla caratteristica forma sferoidale che avvolge e interseca il disco, popolata da stelle non proprio giovani e dalla massa non grande.

La diretta conseguenza di questa particolarità è che gran parte delle stelle che popolano il cielo di primavera presentano una luminosità apparente media non elevata. È questo il caso di una piccola e antica costellazione: la Coppa.

L'ALFABETO GRECO

α	alfa	ι	iota	ρ	rho
β	beta	κ	kappa	σ	sigma
γ	gamma	λ	lambda	τ	tau
δ	delta	μ	mi	υ	upsilon
ε	epsilon	ν	ni	φ	fi
ζ	zeta	ξ	csi	χ	chi
η	eta	ο	omicron	ψ	psi
θ	theta	π	pi	ω	omega

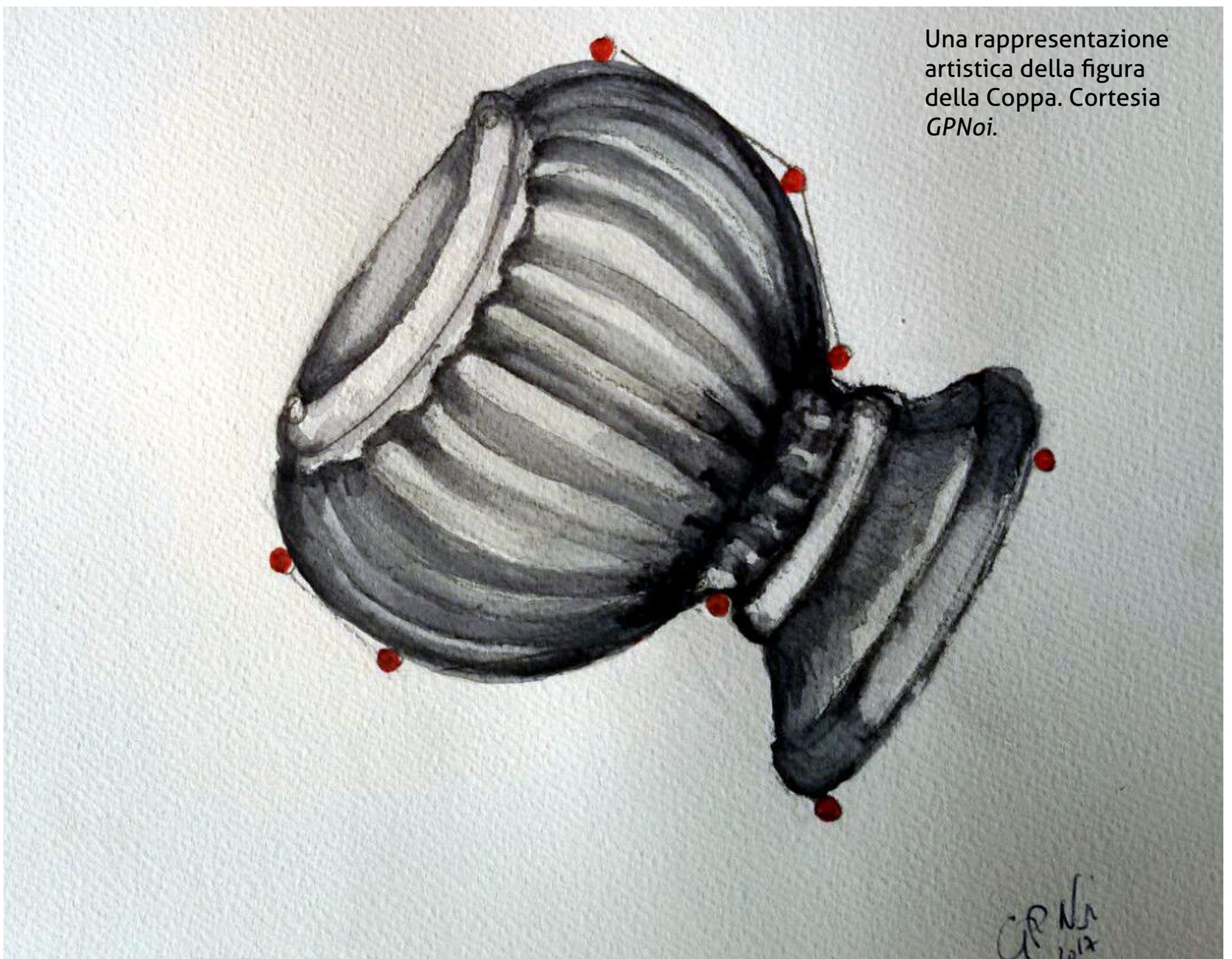
Nella Storia

Nel MUL.APIN, compendio astronomico babilonese con tanto di catalogo stellare, edito almeno 1100 anni prima di Cristo – indubbiamente il più antico documento di questo tipo reperito fino ad ora – le stelle che compongono la costellazione della Coppa erano integrate con altre, che oggi appartengono invece all'Idra, a formare la figura di "Ningishzida", il dio degli inferi. Proprio in questo contesto, secondo alcuni studiosi, le stelle delle odierne Coppa e Corvo delineavano la "porta agli inferi". Ai tempi dell'antica Grecia la storia delle tre costellazioni venne strettamente legata. In un'epoca databile attorno al 500 a.C. il mito racconta che Apollo, assetato, inviò un corvo (Corvus) a prendere dell'acqua, da versare nella coppa degli dei. Il corvo, però, tardò non poco il suo ritorno, sostando presso un albero di fico, ma raccontando

di essere stato trattenuto da un serpente d'acqua (Hydra). Alla bugia del passeriforme, il dio mise le tre figure nel cielo vicine tra loro. Una piccola curiosità: Coppa e Corvo vennero fuse in un'unica figura nel *Coelum Stellatum Christianum* edito nel 1627 da J. Schiller divenendo l'Arca dell'alleanza.

Struttura e Visibilità

La costellazione della Coppa è una figura di importanza mediocre, così come limitata è l'area celeste sulla quale si estende, pari a 282 gradi quadrati, valore che ne fa la 53a costellazione per ampiezza.. Alle nostre latitudini, essa culmina al meridiano di prima sera nel mese di aprile, non elevandosi mai a più di 25° sull'orizzonte. Le stelle più appariscenti di questa figura sono disposte effettivamente a formare la figura di un calice il cui asse di simmetria è posto lungo la



Una rappresentazione artistica della figura della Coppa. Cortesia GPNi.

direzione nordest-sudovest. Sono poco più di una dozzina gli astri ivi presenti, la cui luminosità apparente permette loro di essere visti a occhio nudo al di sotto di un cielo oscuro: sono tutti astri di magnitudine superiore alla quarta, con l'unica eccezione di δ Crateris che splende di magnitudine +3,56. Le stelle α e β ne delineano la base mentre la curva formata dalle stelle θ , ϵ , δ , γ , ζ e η ne delinea il profilo.

Stelle e Galassie

Iniziamo il nostro viaggio tra le stelle della Coppa da quella cui il Bayer attribuì la prima lettera dell'alfabeto greco, quando compose la sua Uranometria nel 1603, α Crt. Unica stella della piccola costellazione a possedere un nome proprio, quello di **Alkes**, derivato dall'arabo *alkas* ("la coppa"), chiaro riferimento di influsso greco. Lontana 174 anni luce, si tratta di una gigante



Sopra. L'immagine riprende il campo stellare in cui si trova la lucida della costellazione della Coppa, Delta Crt. Crediti: DSS2.

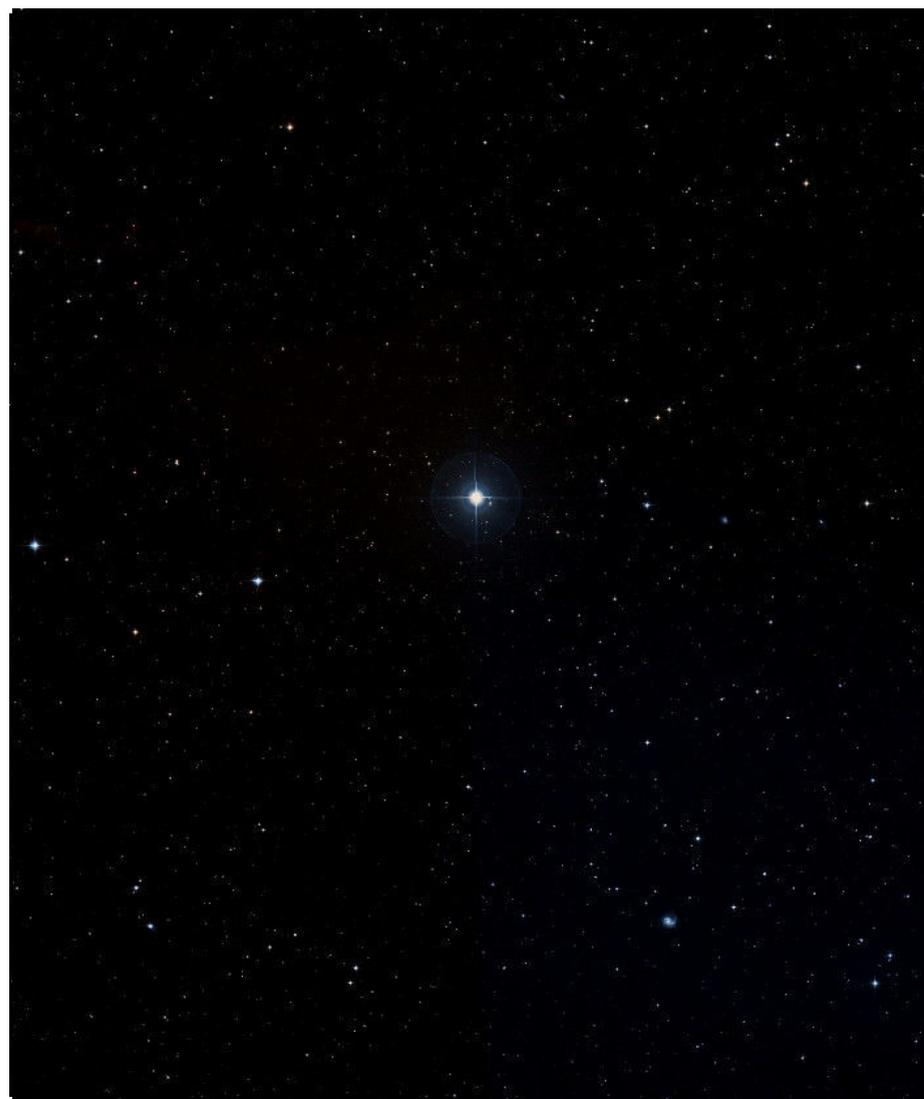
arancione di tipo K1III (4600 K) dalla massa 1,6 volte quella del Sole, il cui diametro, a seguito della sua evoluzione al di fuori della sequenza principale, si è espanso 13 volte più di quello della nostra stella. Alkes splende di magnitudine +4,08, collocandosi al terzo posto tra le stelle più luminose della Coppa.

A nordest di essa, infatti, δ Crt splendendo di magnitudine +3,56 si impone come "lucida" della costellazione. Lontana 195 anni luce, è anch'essa una gigante arancione come la precedente, di tipo K0III (4400 K) e appena più massiccia del Sole. Il diametro, pari a 23 volte quello del Sole, la porta a emettere una luminosità intrinseca 171 volte quella solare.

A proposito di queste due stelle evolute, il grande Flammarion, riportò questo dato: «*la più lucida della Coppa è attualmente δ , ma siccome dalle osservazioni antiche, e specialmente dalla classificazione di Bayer, che le assegnò la lettera delta anziché l'alfa, noi dobbiamo ritenere che fosse una volta assai meno brillante, e che quindi deve essere salita di splendore, inquantochè è ora superiore di quasi una grandezza all' α di Bayer*»; i modelli astrofisici sull'evoluzione delle stelle impongono che la durata delle fasi successive alla sequenza principale durino sempre meno, il che potrebbe – e qui il condizionale è d'obbligo – rendere giustizia a ciò che il Bayer ci descrisse 4 secoli or sono, in termini di differenza luminosità. Poco a sudovest giace invece il sistema stellare doppio di γ Crt, lontana 84 anni luce. La primaria è una stella bianca di sequenza principale di tipo A e magnitudine apparente +4,08, mentre la secondaria splende di decima grandezza, separata da soli 5,2 primi d'arco, una sfida per piccoli telescopi.

Poco a sudovest di questa, β Crt chiude la base della Coppa. Il nome proprio *Alsharas* ("la costola") è di chiara origine araba, in riferimento alla posizione occupata dalla stella, proprio al di sopra dell'Idra, eppure, alquanto stranamente, non figura nell'elenco redatto all'inizio del 2016 dalla commissione attuata dalla IAU per listare definitivamente i nomi propri delle stelle. Lontana

265 anni luce, è una sub-gigante bianca di tipo A2 (8900 K), che splende di magnitudine +4,48, con massa 3 volte quella del Sole e raggio di 5,1 volte maggiore che portano la stella a emettere intrinsecamente come 147 Soli. Ciò che rende questa stella interessante è il suo compagno di tredicesima magnitudine: una nana bianca caldissima (34000 K) non dissimile dalla ben più nota Sirio B. La presenza di una compagna venne sospettata per la prima volta nel 1928 a causa di spostamenti Doppler nello spettro della principale, ma la scoperta, dovuta alle intense radiazioni ultraviolette emesse proprio dalla nana bianca, è piuttosto recente. **β Crt B**, come viene chiamata, è il prodotto di una stella nata con una massa maggiore di almeno 3 volte il Sole. Stime sulla radiazione ultravioletta emessa, determinano la luminosità della nana bianca in circa tre quarti quella del Sole. Tenendo conto della temperatura, il raggio della piccola stella degenera risulta di poco inferiore a 3 volte la Terra, valore in realtà piuttosto grande (considerando che il raggio di Sirio B è 0,92 quello terrestre) ma coerente – in quanto minore è la massa di una nana bianca, più grande essa sarà a causa della sua gravità ridotta.



Puntando il telescopio a basso ingrandimento esattamente $1,5^\circ$ a nord di β Crt non sarà difficile scorgere la presenza di un gruppo sparso di otto, nove stelline di nona e decima grandezza e disposte lungo la direzione nord-sud, centrate attorno a quattro di queste disposte a mo' di perfetto rombo, con le due più occidentali di decima grandezza e le altre due, ad ovest, di ottava: si tratta di ESO570-12, ovvero il resto di ciò che una volta era un vero e proprio ammasso aperto (l'unico presente nella Coppa!), ridotto ad uno sterile gruppo sparso su un'area non più grande di metà del diametro lunare: l'anzianità delle componenti e il loro esiguo numero denota il disfacimento ricevuto a seguito dei numerosi peregrinaggi che tale ammasso ha compiuto attorno alla nostra galassia dalla sua nascita, particolarità non di poco fascino.



Crediti: DSS2.

Jc16, una bella stella doppia

A sudest di Alsharas, nei pressi del confine con l'Idra, è presente una bella doppia, facile sia per separazione che per differenza ridotta di luminosità: **Jc16** (SAO 179936). Scoperta da William Stephen Jacob al Madras Observatory, in India a metà del 19° secolo, con un rifrattore da 16 centimetri di apertura.

Situata a quasi metà del confine meridionale della

costellazione, tale sistema può essere risolto con strumenti da almeno 80 mm di apertura: la primaria è una stella bianca che splende di magnitudine +5,8 mentre la secondaria sfiora la nona grandezza; nonostante la generosa separazione delle due, di poco inferiore agli 8" d'arco, la forte differenza di splendore rende non poco difficoltosa la percezione all'oculare dell'astro più debole il cui colore, per contrasto, appare sensibilmente violaceo.



Crediti: SDSS.

NGC 3511 e NGC 3513: una bella coppia di galassie

Circa 2° a ovest di β Crt è facilmente reperibile una bella coppia di galassie a spirali separata tra loro da una decina di primi, la più settentrionale è **NGC 3511**, lontana 45 milioni di anni luce. Si presenta come un fuso elongato in senso ENE-OSO, con l'asse maggiore che supera i 6'. Presenta un bulge piccolo e dei bracci molto stretti e ben

avvolti. Nelle fotografie non appare infatti dissimile dalla ben nota grande Galassia di Andromeda, presentando come questa un'inclinazione di circa 45° rispetto al suo piano del disco. A sud di questa, visibile nello stesso oculare, è **NGC 3513**, una bella barrata di tipo Sbb estesa per 2,8'x2,2', con magnitudine apparente integrata +11,1 e braccia moderatamente avvolte attorno al nucleo. La coppia venne scoperta il 21 dicembre 1786 da William Herschel.



Sopra. NGC 3511 (in alto) e NGC 3513 (in basso). Crediti: DSS2.

NGC 3597 e NGC 3887

Dalla parte diametralmente opposta, 2° a sudest di β Crt, è presente una piccola ma interessante galassia, **NGC 3597**. Esteso solo per poco più di 1,5', si tratta di una spirale lontana 171 milioni di anni luce. All'osservazione telescopica, da eseguire con strumenti di grandi aperture, essa appare informe, infatti, a ben guardare la strana forma della galassia nelle immagini riprese dai grandi telescopi professionali, si ritiene che tale galassia sia il risultato della fusione di due spirali di massa comparabile, una delle quali possedeva un bulge più grande. Questa fusione si sarebbe realizzata in tempi astronomici piuttosto recenti, circa 10 milioni di anni fa. A testimonianza di ciò, la presenza di numerose nuove stelle, la cui formazione è stata innescata proprio

dall'interazione delle galassie originarie. Si ritiene che NGC 3597 stia evolvendo in una massiccia ellittica. Ricerche eseguite su di essa hanno identificato oltre 300 proto-ammassi globulari nel suo alone.

Ponendo l'attenzione nuovamente su γ Cr, a est di questa splende ζ Crt, una gigante gialla di tipo G8III che, dalla distanza di 351 anni luce, splende di magnitudine +4,71. A circa 1,5° a nordest si trova **NGC 3887** che, splendendo di magnitudine integrata pari a +10,7 è la galassia più luminosa della costellazione, vista quasi di faccia. Occorre un telescopio da 150 mm per poterla osservare come una macchia ovale chiara, che esibisce un nucleo molto luminoso rispetto alle braccia. Dista dalla Via Lattea circa 68 milioni di anni luce.



Una bella immagine della galassia NGC 3597 ripresa dal Telescopio Spaziale Hubble. Crediti: NASA/ESA/HST.

Crater II, il *debole gigante*

Poco a nordest, posta nei pressi del confine con la costellazione del Corvo, c'è η Crt. Lontana 251 anni luce, splende di magnitudine +5,17, si tratta di una gigante bianca di tipo A1III. L'area posta subito a sud della congiungente ζ e η Crt ha portato, in tempi recenti, alla scoperta di una nuova galassia nana sferoidale a bassa luminosità superficiale, **Crater II**. Lontana 380 000 anni luce dalla Terra, è in orbita attorno alla Via Lattea: ciò ne fa membro effettivo del Gruppo Locale di galassie. L'oggetto è stato individuato al VLT Survey Telescope dell'European Southern

Observatory (ESO) in Cile nel gennaio 2016. Estremamente debole, possiede un diametro di circa 7.000 anni luce, risultando quarta in ordine di grandezza tra le galassie satelliti della Via Lattea – dopo la Grande Nube di Magellano, la Piccola Nube di Magellano e la Galassia Nana Ellittica del Sagittario, motivo per il quale si è guadagnato il soprannome di "*il debole gigante*"! La bassa luminosità superficiale spiega la difficoltà nel poterla identificare. Le stelle che la compongono hanno un'età compresa tra i 9 e gli 11 miliardi di anni e hanno una bassa metallicità, circa 60 volte inferiore a quella del Sole.

La doppia Σ 1509

A nord di ϵ Crt è invece situata ϵ Crt, altra gigante arancione di tipo K5III, che brilla di magnitudine di +4,82. Pur essendo simile in massa e dimensioni rispetto alle due precedenti, la più debole luminosità apparente esibita è in relazione alla sua maggiore distanza, pari a 376 anni luce. Una doppia che merita di essere osservata è Σ 1509, situata 5° a ovest di ϵ Crt, risolvibile con facilità in telescopi di media potenza: le due compagne, di settima e nona grandezza, distano tra loro $33''$ d'arco e brillano entrambe di luce arancione.

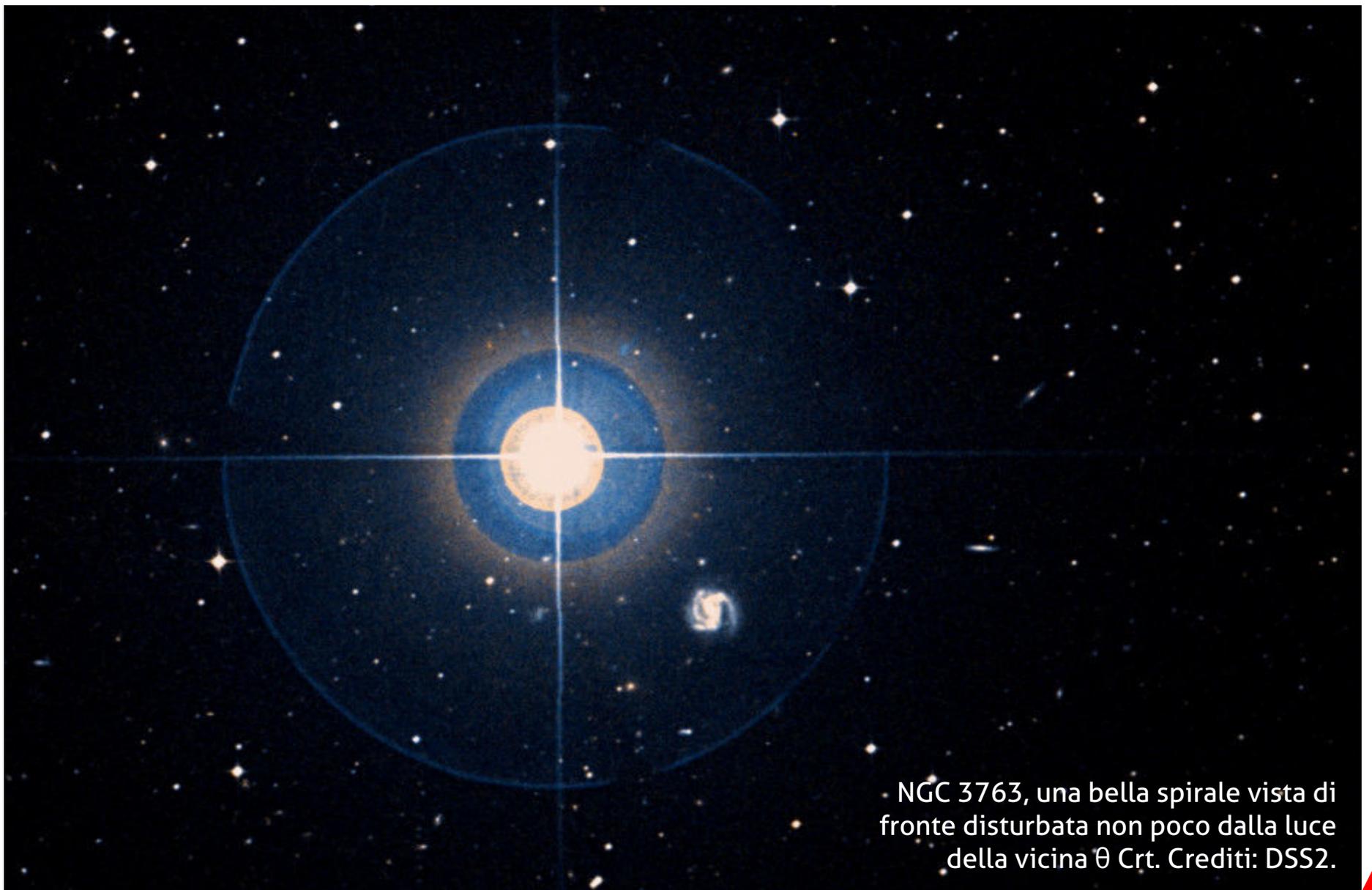
θ Crt, NGC 3763 e NGC 3962

Chiude la figura, a nordest di ϵ Crt, l'unica stella principale azzurra di una certa importanza presente nella zona, θ Crt, di magnitudine +4,68. Lontana 280 anni luce, si tratta di una caldissima stella azzurra di tipo B9.5Vn (11700 K), dalla massa 3,4 volte il Sole e con una luminosità

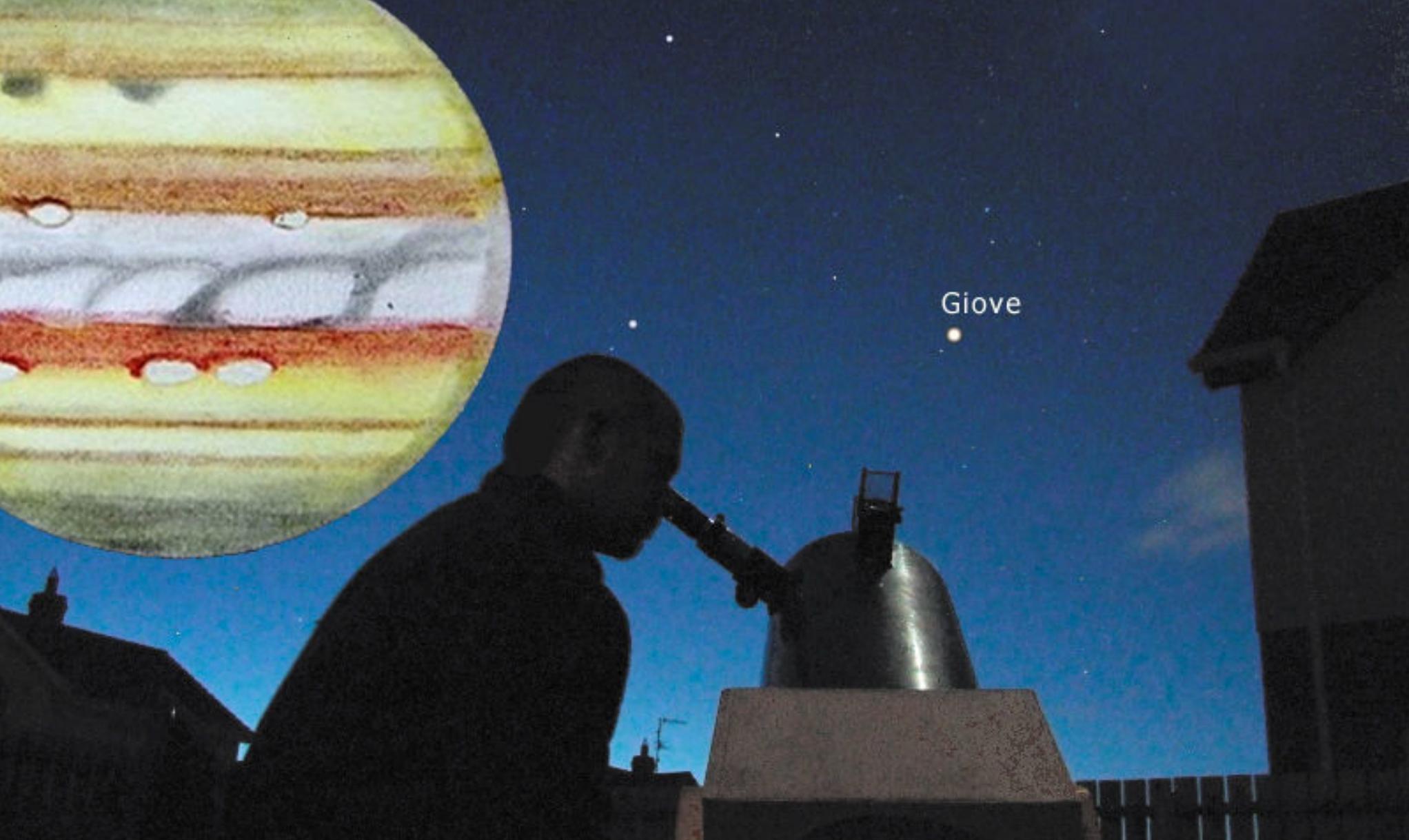
intrinseca 182 volte maggiore. Misure dirette del suo diametro angolare, pari a 0,334 millesimi di secondo d'arco, le attribuiscono un diametro pari a 3 volte quello del Sole e una velocità di rotazione all'equatore compresa tra 180 e 235 m/s, valore che ne rende la struttura schiacciata ai poli per effetto centrifugo. La sua età stimata è di "soli" 175 milioni di anni.

In un'area compresa entro 2 gradi da questa stella è presente un nutrito numero di galassie di decima e undicesima grandezza, tra queste ne citiamo una situata $4'$ a sudovest della stella, la piccola ma bella **NGC 3763**. Una bella spirale vista di fronte e larga più di $1'$, la cui osservazione è però disturbata non poco dalla luce di θ Crt.

La seconda galassia più interessante della Coppa la troviamo nell'area orientale, nei pressi del confine con il Corvo, **NGC 3962**, reperibile circa 3° gradi a nord di η Crt. Lontana 45 milioni di anni luce, si tratta di una ellittica di magnitudine apparente integrata +10,9 estesa su un'area di circa $2,6' \times 2,2'$. Osservabile già con un telescopio da 150 mm di apertura, appare come una macchia chiara circolare priva però di particolari salienti.



NGC 3763, una bella spirale vista di fronte disturbata non poco dalla luce della vicina θ Crt. Crediti: DSS2.



7 aprile 2017 Giove in Opposizione

di Gabriele Marini

Il prossimo **7 aprile alle 23:40**, il re dei pianeti del Sistema Solare, Giove, sarà in opposizione, nella costellazione della Vergine.

Il termine opposizione, nel gergo astronomico, sta a indicare che il corpo celeste in questione si trova in una particolare posizione geometrica rispetto alla Terra, tale per cui si troverà allineato con il Sole e il nostro pianeta, proprio "alle nostre spalle", sorgendo nel cielo quando la nostra stella tramonta.

È facile intuire che quando un pianeta è in opposizione si trova anche nelle condizioni di migliore visibilità, risultando al massimo della luminosità e delle dimensioni apparenti.

L'Opposizione del 2017

L'opposizione di quest'anno non sarà certo paragonabile alle grandi opposizioni del passato, ma comunque il re dei pianeti offrirà sempre un bello spettacolo a chi vorrà osservarlo e fotografarlo, mostrandosi sempre di generose dimensioni. Giove raggiungerà infatti i 44,2" di diametro: potrebbe sembrare un valore contenuto per il re dei pianeti, e in effetti è così, visto che

quest'anno il pianeta si trova vicino all'afelio (il punto più lontano dal Sole), tuttavia non è poi molto meno rispetto alle dimensioni di circa 50" che raggiungerà solo all'opposizione in prossimità del perielio (il punto più vicino al Sole), per la quale dovremo attendere però il settembre del 2022.

A prescindere dal diametro apparente e dalla

luminosità, questa è senza dubbio una delle ultime apparizioni favorevoli per gli osservatori posti alle medie latitudini nord. Già da quest'anno infatti Giove ha iniziato la sua fase di spostamento nella costellazione della Vergine (nei prossimi quattro anni lo troveremo tra le stelle della Bilancia, dell'Ofiuco e poi dello Scorpione), presentandosi sempre più basso sull'orizzonte nel momento dell'opposizione. Ciò comporterà un certo peggioramento delle condizioni di osservazione e ripresa fotografica del pianeta. Quest'anno, quando Giove transiterà al meridiano, lo troveremo alto poco più di 42° sull'orizzonte sud.

In ogni caso, meglio sfruttare al massimo questa opportunità e goderci tutta la maestosità del gigante gassoso.

A Occhio Nudo

Quest'anno, all'opposizione il gigante gassoso disterà dalla terra circa 4,455 Unità Astronomiche, brillando nel cielo di magnitudine $-2,5$, due volte e mezzo più brillante di Sirio, la stella più luminosa dei nostri cieli. È impossibile quindi non riconoscerlo perché risulterà essere l'oggetto stellare più brillante del cielo.

Sarà inoltre comodo e facile osservarlo già a partire dalla prima serata, visto che Giove sorgerà poco dopo le 19:30 e raggiungerà il meridiano (il punto più alto sull'orizzonte) poco dopo l'una e mezza di notte: sarà il momento migliore in cui osservarlo e fotografarlo!

Nella notte dell'opposizione, il cielo sarà rischiarato dalla presenza della Luna, con fase dell'89%, non troppo distante dal pianeta: non sarà un problema, data la luminosità di Giove, ma comunque basterà osservare il pianeta i giorni precedenti e successivi per non avere il disturbo della Luna.



Sopra. Una bella immagine di Giove, qui ripreso da Ennio Rainaldi. Si nota anche la presenza della luna Io, che proietta la sua ombra sul pianeta.

Alleniamoci... a osservare!

Osservare Giove, come abbiamo detto, può donare grande soddisfazione. Eppure per riuscire a discernere i dettagli più fini è necessario un certo allenamento! Quando lo osserviamo, dobbiamo allenare non solo l'occhio ma anche la nostra mente a percepire le più minute strutture gioviane. L'allenamento richiede tempo e costanza quindi non fermiamoci alla prima osservazione! Tentiamo e ripetiamo l'appuntamento con Giove giorno dopo giorno e la sorpresa sarà grande. Provare per credere!





Sopra. L'immagine rappresenta il momento della bella congiunzione, molto stretta ($1,5^\circ$ circa nel momento di massimo avvicinamento) tra la Luna e Giove, la sera del 10 aprile, a pochi giorni dall'opposizione del gigante gassoso. Il massimo avvicinamento avverrà solo alle 00:30 dell'11 aprile, ma sarà comunque possibile ammirare (e fotografare) la congiunzione anche a partire dalla prima serata del 10. Nell'immagine i due astri, posti a circa 17° sull'orizzonte est-sudest, sono accompagnati a poca distanza, più in basso sull'orizzonte, dalla bella stella Spica (Alfa Virginis, mag. +0,95).

In questi stessi giorni troveremo il re dei pianeti accompagnato nel suo cammino celeste dalla stella **Spica** (mag. +0,95), la stella alfa della costellazione della Vergine, che si troverà a poco più di 7° a sudovest del pianeta. **L'11 aprile alle 00:30** invece (ma già dalla prima serata del 10 aprile), Giove sarà protagonista di una **bella congiunzione molto stretta con la Luna piena**, che gli transiterà a circa un grado e mezzo a nord-nordovest. Nonostante la luminosità della Luna piena, il pianeta sarà ben distinguibile, anche se immerso nel chiarore lunare. Per fotografare la congiunzione includendo alcuni elementi del paesaggio circostante, sarà opportuno prepararsi a riprendere i due astri già dalle 20:00 la sera del 10 aprile, anche se il cielo sarà ancora chiaro,

quando i due oggetti si troveranno ancora piuttosto bassi sull'orizzonte est-sudest (circa 8°). Basterà aspettare le 20:30 per avere un cielo già più scuro, con i due astri alti tra i 12° e i 14° .

Giove non è tondo!

A causa del suo veloce moto di rotazione su se stesso (9 ore e 56 minuti), Giove non è sferico, ma appare visibilmente schiacciato ai poli: la distorsione è tale che appare circa il 9% più largo all'equatore. Anche il telescopio più semplice sarà in grado di mettere in risalto questa caratteristica: Giove apparirà chiaramente di forma ellittica.



NON L'HAI ANCORA FATTO?

Clicca subito qui!

oppure vai al link:
<http://eepurl.com/L3lDn>



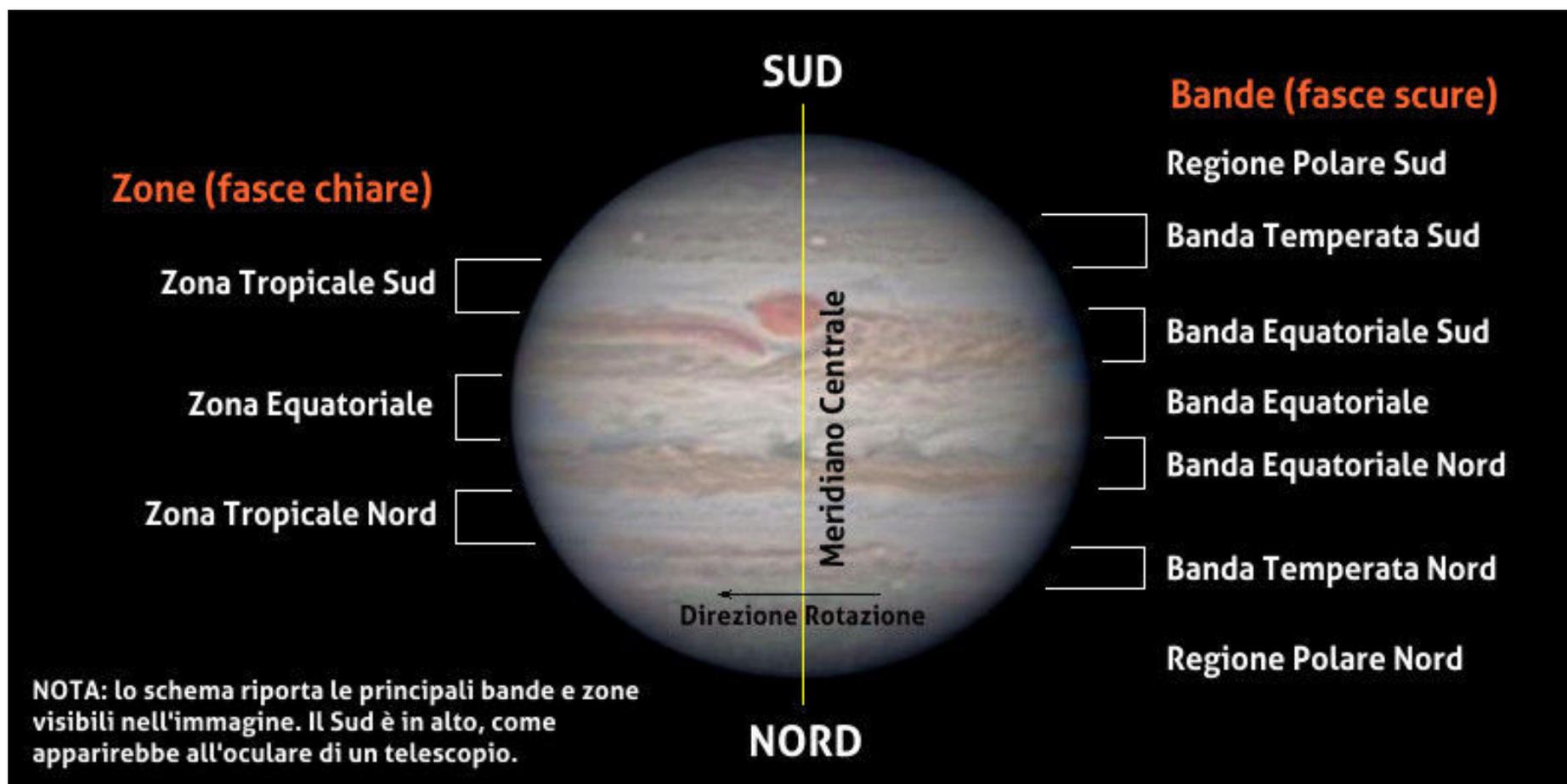
Osserviamo Giove al telescopio

Tra i pianeti del Sistema Solare, Giove è sicuramente in grado di donare grande soddisfazione all'osservazione telescopica, anche per chi è alle prime armi o dispone di strumenti non troppo potenti. Un telescopio da 60 mm e almeno 60 ingrandimenti sono sufficienti per osservare il pianeta e vedere i dettagli più evidenti. A 100x si arriva quasi al massimo ingrandimento utile per telescopi da 60 mm, mentre ci si può spingere fino a 200x con strumenti da almeno 100 mm di diametro. Già con un piccolo rifrattore da 60 mm di diametro quindi, a circa 60 ingrandimenti, infatti sarà possibile osservare con profitto Giove, che apparirà all'oculare come un piccolo disco giallo paglierino, schiacciato ai poli, in cui saranno ben distinguibili e nitide le due bande equatoriali di colore marrone scuro, che corrono parallele da una parte all'altra.

Ripetendo l'osservazione sarà possibile distinguere sfumature di colori, la frastagliatura dei bordi e la differenza di spessore: riuscite a vedere queste variazioni?



Sopra. Il pianeta Giove con il satellite Ganimede. Si noti l'atmosfera del pianeta estremamente ricca di dettagli. Ripresa di Francesco Badalotti. Telescopio Maksutov Rumak 255mm F20 + camera I.S. DBK41 raw color 1280×960. Esposizione 2'30" x 1/8" a 7,5 fps. Elaborazione video con Autostakkert 2.6.8 – Elaborazione immagini con Wavelet di Registax.6 + photoshop.



Nella stessa direzione delle bande equatoriali, ai lati del pianeta, potremo scorgere quattro stelline allineate: sono le sue lune più brillanti, i "satelliti Medicei", Io, Europa, Ganimede e Callisto. A una prima osservazione, se non siamo abituati a scrutare il pianeta, forse non vedremo niente di più, ma Giove saprà essere riconoscente con chi si dedicherà a osservarlo giorno dopo giorno, rivelando sempre nuovi dettagli delle complesse strutture della sua atmosfera.

Una delle caratteristiche più evidenti sono proprio le fasce, di colore chiaro e scuro, che si alternano parallelamente all'equatore gioviano: quelle chiare sono dette "zone" mentre quelle scure si chiamano "bande". Molti altri sono i dettagli osservabili, come gli ovali e le macchie (possono essere chiare o scure) ma questi risultano molto più difficili da scrutare.

Ovviamente non dobbiamo aspettarci di vedere i dettagli che solo gli occhi robotici delle sonde come Juno, della NASA, ci possono rivelare e nemmeno i dettagli visibili in certe magnifiche

fotografie di esperti astrofotografi, ma la soddisfazione dell'osservazione diretta sarà comunque grande. Ogni volta che lo puntiamo e lo osserviamo ad almeno 100 ingrandimenti per qualche minuto, stiamo allenando il nostro occhio a riconoscere i ricchi dettagli dell'atmosfera gioviana. Le due bande equatoriali scure si trasformeranno in linee sempre più frastagliate e con diverse sfumature. Sul disco cominceranno a comparire altre sottili bande alle medie latitudini, poi alcuni sfuggenti dettagli nella zona equatoriale, chiamati festoni. Infine, potremo notare un piccolo bozzo scuro nella banda equatoriale sud: è la grande macchia rossa, un immenso uragano grande una volta e mezzo la Terra.

Osservando Giove all'oculare proprio la notte dell'opposizione, con un fattore di ingrandimento non troppo elevato attorno ai 50x, potremo notare la presenza di una stella di magnitudine +4,45 posta a circa 17' a ovest del Pianeta: si tratta di *theta Virginis*.



Ecco come appaiono Giove e i suoi satelliti Medicei se osservati con un piccolo telescopio a circa 100 ingrandimenti. Ripresa di Daniele Gasparri.

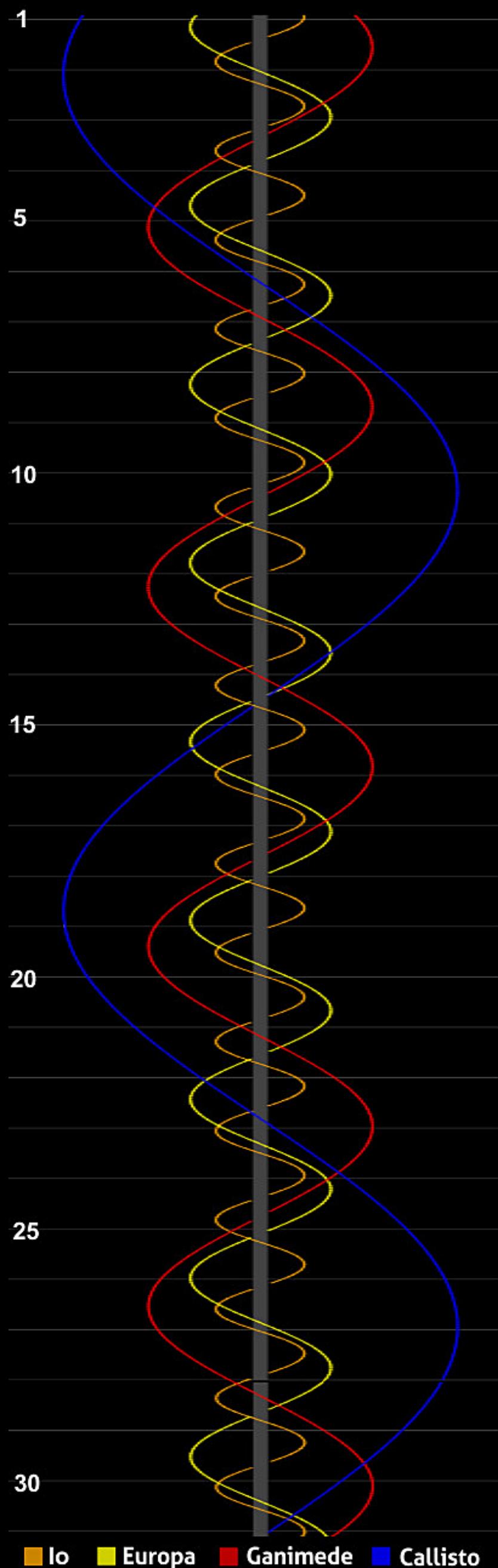
Giove: un'evoluzione veloce

A chi osserva Giove risulterà evidente la velocità con cui la situazione cambia ed evolve. Sarà possibile ad esempio seguire il movimento delle sue quattro lune principali, i satelliti Medicei, detti anche satelliti galileiani.

La loro rotazione attorno a Giove è così veloce che bastano poche decine di minuti per notarne il movimento. Si potrà inoltre assistere allo spettacolo offerto dal transito di uno dei suoi satelliti, con la sua ombra scura, di fronte al pianeta. Ad almeno 200 ingrandimenti, le ombre dei satelliti sul disco planetario non saranno più dei puntini ma dei cerchietti. Per i più allenati, oltre al moto delle lune, anche i dettagli atmosferici di Giove cambiano rapidamente, grazie sia alla sua veloce rotazione su sé stesso, sia a causa della notevole dinamica dell'atmosfera. In realtà il pianeta, come capita per altri giganti gassosi, presenta diverse velocità di rotazione tra i poli e le zone equatoriali.

In particolare, per Giove, si distinguono due velocità: System I (9 ore, 50 minuti e 30 secondi), per la zona equatoriale, e System II (9 ore, 55 minuti e 40 secondi), per il resto del pianeta. Esiste in realtà anche un System III, originariamente definito tramite osservazioni nella banda radio, che corrisponde alla rotazione della magnetosfera planetaria: la sua durata è stata presa come il periodo di rotazione "ufficiale" del pianeta ed è pari a 9 ore 55 minuti e 29,68 secondi.

A destra. Il diagramma con le posizioni delle principali lune di Giove durante il mese di aprile.



I dettagli di Ganimede

Se la serata è davvero favorevole dal punto di vista atmosferico e il telescopio è ben collimato, le piccole lune di Giove si mostreranno come dei minuscoli dischetti estesi per poco più di un secondo d'arco. Il più grande, Ganimede, che è anche il satellite maggiore del Sistema Solare, potrebbe persino mostrare una macchia scura sulla sua superficie: si tratta della **Galileo Regio**, una regione identificata dalla sonda Galileo negli anni 90 e che adesso è alla portata degli osservatori più esperti. Una bella sfida per testare la vostra capacità di osservazione e la qualità del vostro strumento. In fotografia, la Galileo Regio di Ganimede dovrebbe essere alla portata di telescopi di 15 centimetri di diametro. Mandateci i vostri report osservativi!



Sopra. Una bella immagine della luna Ganimede, ripresa dalla sonda NASA Galileo. Crediti: NASA.

Qualche consiglio per l'osservazione

Come detto poco sopra, la data dell'opposizione segna il momento di migliore osservabilità di Giove, che apparirà nei nostri cieli molto luminoso e con un diametro apparente di 42 secondi d'arco. In realtà però tutto il periodo che precede e segue l'opposizione è ottimo per osservare e riprendere il re dei pianeti del Sistema Solare. È molto importante ripetere le osservazioni assiduamente, giorno dopo giorno, per allenare l'occhio e la mente a percepire i dettagli offerti dall'atmosfera gioviana. L'ingrandimento consigliato, come descritto nei paragrafi precedenti, va dai 60x ai 100x anche se ci si può spingere fino a 200x – 300x o più (in funzione delle caratteristiche del proprio strumento).

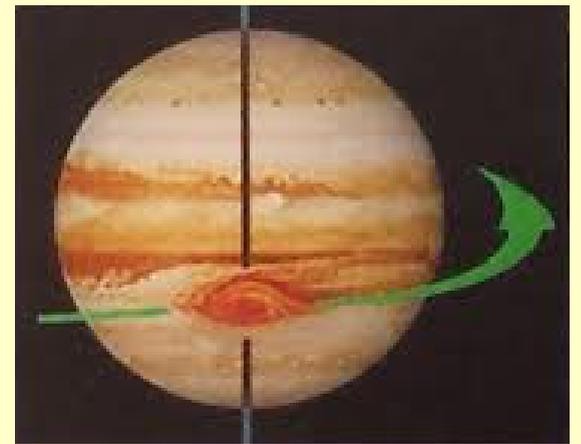
Osservando i numerosi dettagli offerti da Giove, potremmo essere tentati di spingere gli ingrandimenti, ma attenzione a non esagerare! Indicativamente, non bisogna aumentare gli

ingrandimenti oltre due volte il diametro dell'obiettivo (espresso in millimetri), perché ogni strumento ha un limite fisico oltre il quale le immagini si degradano, non offrendo alcun dettaglio in più. In generale, maggiore è il diametro del telescopio utilizzato e migliori saranno i dettagli visibili.

Come sempre, sarà poi indispensabile considerare l'effetto della turbolenza atmosferica: si consiglia di osservare Giove in una serata in cui la turbolenza è minima, in assenza di vento e quando il pianeta sarà ben alto in cielo (il momento migliore è quello del transito al meridiano). Per fortuna non servono cieli trasparenti o particolarmente bui: Giove è così luminoso che possiamo osservarlo anche dal centro di una grande città e in presenza della Luna, proprio come capiterà quest'anno.

La Grande Macchia Rossa

Ecco alcune date consigliate per osservare e fotografare la grande macchia rossa di Giove.



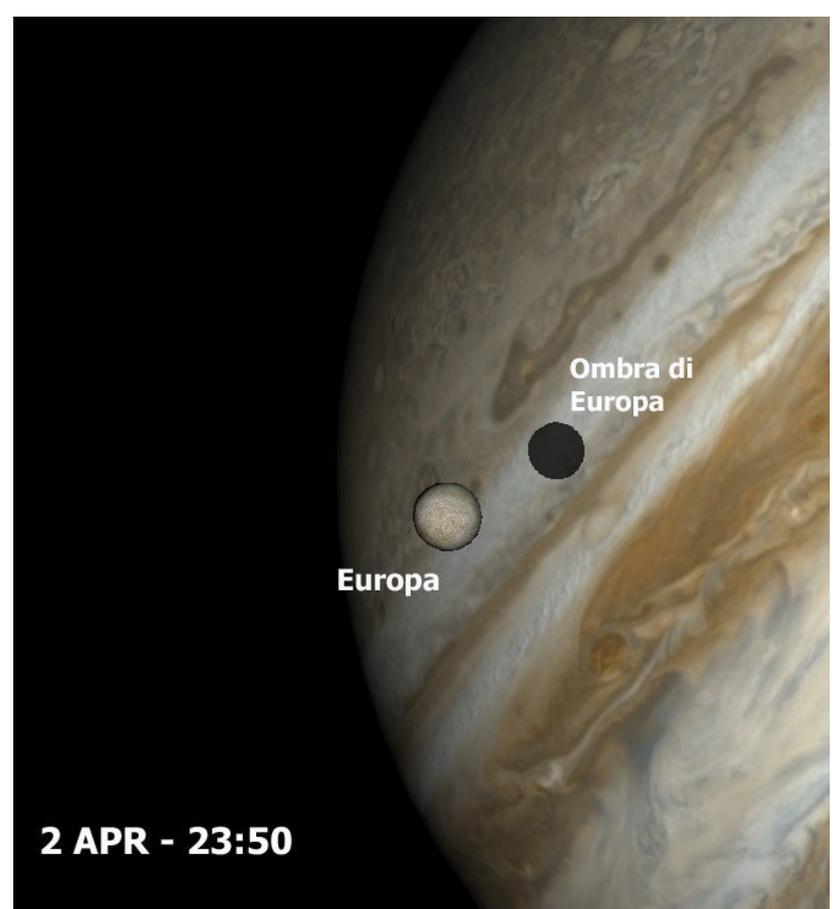
Gli orari si riferiscono al passaggio della Grande Macchia Rossa al meridiano centrale di Giove e sono espressi in TMEC (TU+2) per una località a 12° E e 42° N.

Data	Ora	Altezza	Orizzonte
6 apr	23:08	33° 31'	SE
11 apr	22:15	29° 44'	SE
13 apr	23:53	40° 54'	SSE
16 apr	21:22	25° 22'	SE
18 apr	23:00	38° 49'	SSE
23 apr	22:07	27° 59'	SE
25 apr	23:45	43° 05'	S
28 apr	21:15	32° 20'	SE
30 apr	22:53	42° 23'	SSE

Lo spettacolo dei satelliti Medicei

Come spiegato nel testo dell'articolo, sarà molto interessante osservare e seguire la rapida evoluzione dei movimenti dei satelliti Medicei, le principali lune di Giove. Esse offrono uno spettacolo continuo in un susseguirsi di fenomeni facilmente osservabili al telescopio: sarà possibile ad esempio, osservare il transito delle lune sul disco di Giove e la loro ombra proiettata sul pianeta. Ma non solo, sarà interessante osservare i momenti dell'eclisse dei satelliti da parte di Giove e la loro emersione sul lato opposto del pianeta. Nella tabella qui sotto, potete trovare una breve selezione di alcuni eventi ma cliccando qui potrete scaricare la lista completa del fenomeno.

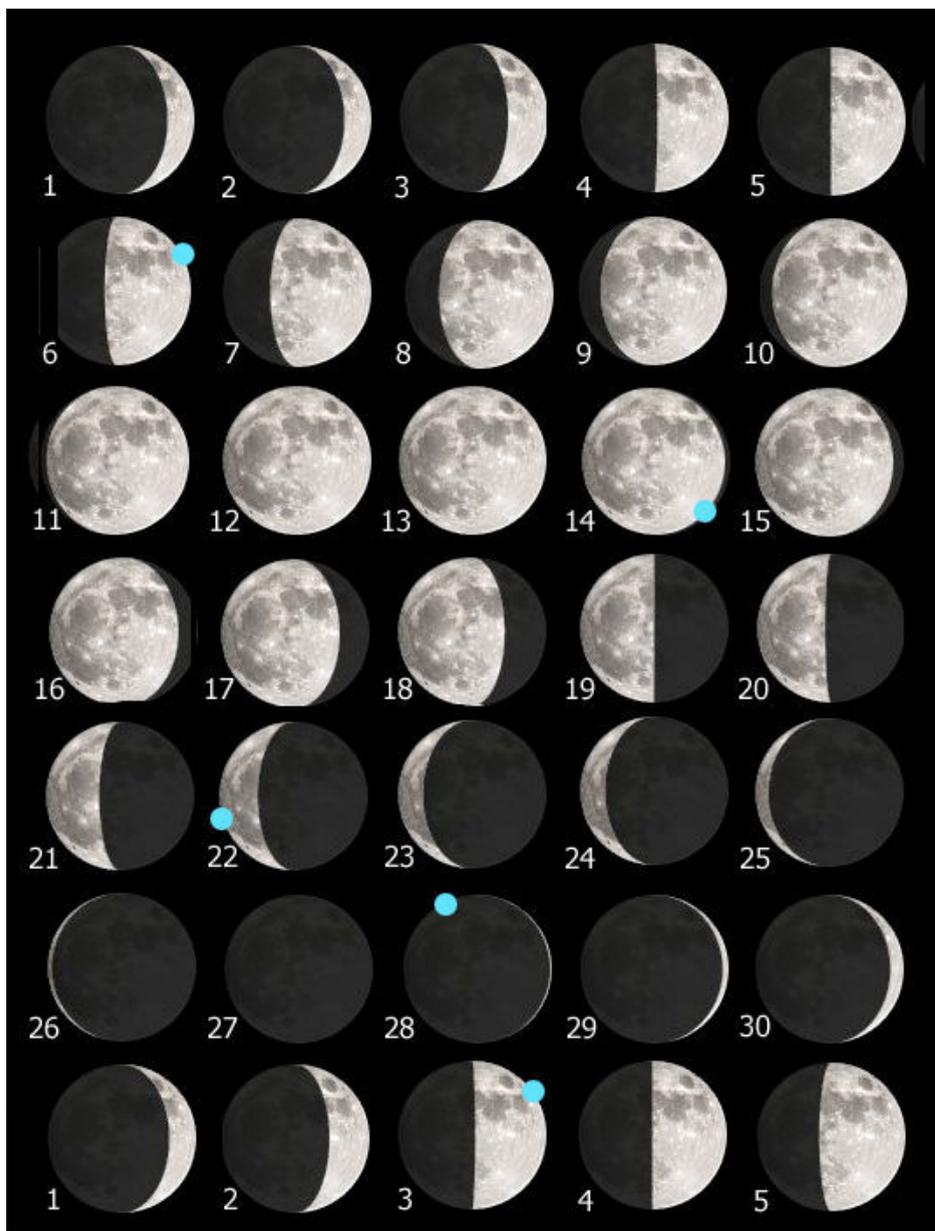
Data	Ora	Descrizione
02/04/2017	23:16	Inizia il transito dell'ombra di Europa sul disco di Giove (h = +32°) che termina alle ore 1:44 del giorno 3 (h = +42°).
02/04/2017	23:34	Inizia il transito di Europa sul disco di Giove (h = +34°) che termina alle ore 1:55 del giorno 3 (h = +42°).
07/04/2017	20:30	Inizia il transito dell'ombra di Ganimede sul disco di Giove (h = +10°) che termina alle ore 22:55 (h = +33°).
07/04/2017	20:43	Inizia il transito di Ganimede sul disco di Giove (h = +12°) che termina alle ore 22:42 (h = +31°).
13/04/2017	20:14	Inizia il transito di Io sul disco di Giove (h = +12°) che termina alle ore 22:24 (h = +32°).
13/04/2017	20:22	Inizia il transito dell'ombra di Io sul disco di Giove (h = +13°) che termina alle ore 22:33 (h = +33°).
28/04/2017	20:51	Inizia l'occultazione di Io (h = +29°).
28/04/2017	23:33	Termina l'eclisse di Io (h = +43°).
29/04/2017	20:19	Termina il transito di Io sul disco di Giove (h = +25°).
29/04/2017	20:50	Termina il transito dell'ombra di Io sul disco di Giove (h = +29°).



La Luna di Aprile

Aprile inizia col nostro satellite che sorge alle ore 10:05 in fase di 4,21 giorni con transito in meridiano alle ore 17:32 a un'altezza di +61°, ma per le nostre osservazioni dovremo attendere le ore 20:30 circa quando la Luna si renderà visibile nel cielo occidentale fra le stelle del Toro a un'altezza di +44° per gran parte della serata. In queste condizioni avremo a nostra disposizione una larga porzione del settore orientale centrato sulle scure distese basaltiche dei mari Crisium e Fecunditatis, oltre a una moltitudine di strutture crateriformi osservabili anche lungo tutto il corrispondente terminatore.

La fase di **Primo Quarto** si avrà alle ore 20:39 del **3 aprile** quando la Luna si troverà nella costellazione dei Gemelli a un'altezza di +59° dopo la culminazione in meridiano verificatasi alle ore 19:28 a +63°. L'avvicinarsi delle fasi porterà il nostro satellite al **Plenilunio** previsto per il **giorno 11** alle ore 08:08 quando però si troverà ancora a -11° al di sotto dell'orizzonte. Da qui avrà inizio la fase calante, con l'**Ultimo Quarto** alle ore 11:57 del **19 aprile** quando si troverà in prossimità dell'orizzonte occidentale a un'altezza di soli 02° 54', poco più di 20 minuti prima di tramontare, entrando in fase di **Luna Nuova** alle



Data	Sorge hh:mm	Transita hh:mm	h transito (°)	Tramonto hh:mm	Cost.
1 apr	10:05	17:25	65	-:-	Tau
2 apr	10:56	18:23	66.4	00:48	Tau
3 apr	11:52	19:20	66.5	01:51	Ori
4 apr	12:52	20:16	65.3	02:47	Gem
5 apr	13:55	21:09	63.1	03:36	Cnc
6 apr	14:58	22:00	59.9	04:19	Cnc
7 apr	16:02	22:48	56.2	04:57	Leo
8 apr	17:04	23:35	52.1	05:30	Leo
9 apr	18:06	-:-	-	06:01	Leo
10 apr	19:06	00:20	47.9	06:31	Vir
11 apr	20:06	01:04	43.7	07:00	Vir
12 apr	21:04	01:48	39.7	07:30	Vir
13 apr	22:01	02:33	36.1	08:01	Lib
14 apr	22:58	03:18	33	08:35	Lib
15 apr	23:52	04:05	30.6	09:11	Sco
16 apr	-:-	04:52	29	09:52	Oph
17 apr	00:43	05:40	28.2	10:37	Sgr
18 apr	01:32	06:29	28.3	11:26	Sgr
19 apr	02:16	07:18	29.3	12:20	Sgr
20 apr	02:58	08:08	31.3	13:18	Cap
21 apr	03:36	08:57	34.1	14:19	Cap
22 apr	04:12	09:47	37.7	15:24	Aqr
23 apr	04:46	10:38	42.1	16:31	Aqr
24 apr	05:20	11:29	46.8	17:41	Psc
25 apr	05:55	12:22	51.8	18:53	Cet
26 apr	06:31	13:16	56.6	20:07	Psc
27 apr	07:11	14:13	60.8	21:21	Cet
28 apr	07:56	15:12	64.1	22:33	Tau
29 apr	08:46	16:12	66.2	23:41	Tau
30 apr	09:42	17:12	66.8	-:-	Tau

Sopra. Le fasi della Luna in aprile, calcolate per le ore 00:00 in TMEC. La visione è dritta (Nord in alto, Est dell'osservatore a sinistra). Nella tavola sono riportate anche le massime librazioni topocentriche del mese, con il circoletto azzurro che indica la regione del bordo più favorita dalla librazione.

A destra. La tabella riporta gli orari di sorgere, culminazione, altezza (in gradi raggiunta all'istante della culminazione) e del tramonto, oltre alla costellazione di transito. Gli istanti e i dati degli eventi riportati, calcolati per le ore 00:00 in TMEC (TU+1), sono topocentrici, ovvero riferiti alla posizione geografica di un osservatore posto a Long. 12° E; Lat. 42° N. Gli altri valori relativi al nostro satellite sono disponibili qui.

ore 14:16 del **26 aprile**.

Il mese si chiuderà col nostro satellite che, dopo il transito in meridiano alle ore 17:20 a un'altezza di $+64^\circ$, si renderà osservabile dalle ore 21/21:20 in avanti (altezza di $+34^\circ$) fino al proprio tramonto previsto poco dopo la mezzanotte.

Questo mese osserviamo...

Iniziamo con la prima proposta a partire **dalle ore 21:00** circa del **2 aprile**, quando il nostro satellite, in fase di 5,6 giorni e dopo la culminazione in meridiano avvenuta alle ore 18:30 a $+63^\circ$, si

troverà nel cielo sud occidentale a un'altezza di $+49,3^\circ$ fra le

costellazioni di Orione e dei Gemelli a nostra

disposizione per gran parte della serata, tramontando

dopo l'una della notte

successiva. Oggetto delle nostre

prime osservazioni sarà il bordo orientale del mare **Serenitatis** dominato dal grande cratere **Posidonius** (diametro 100 km) oltre a numerose altre strutture, dal cratere ad anfiteatro **Le Monnier** (diametro 63 km) ai **monti Taurus ed Argaeus** fino al cratere **Plinius**

(diametro 44 km) col vicino promontorio di Cape Acherusia, questi ultimi situati in prossimità del confine col mare

Tranquillitatis. Inoltre da **Posidonius** ci sposteremo in direzione nord fino al **Lacus Somniorum**.

La seconda proposta, che sarà anche quella che approfondiremo nella Guida Osservativa di questo mese, viene suddivisa in due serate consecutive: il **5 e 6 aprile**. La Luna splenderà alta in cielo nella costellazione del Cancro per tutta la serata e gran parte

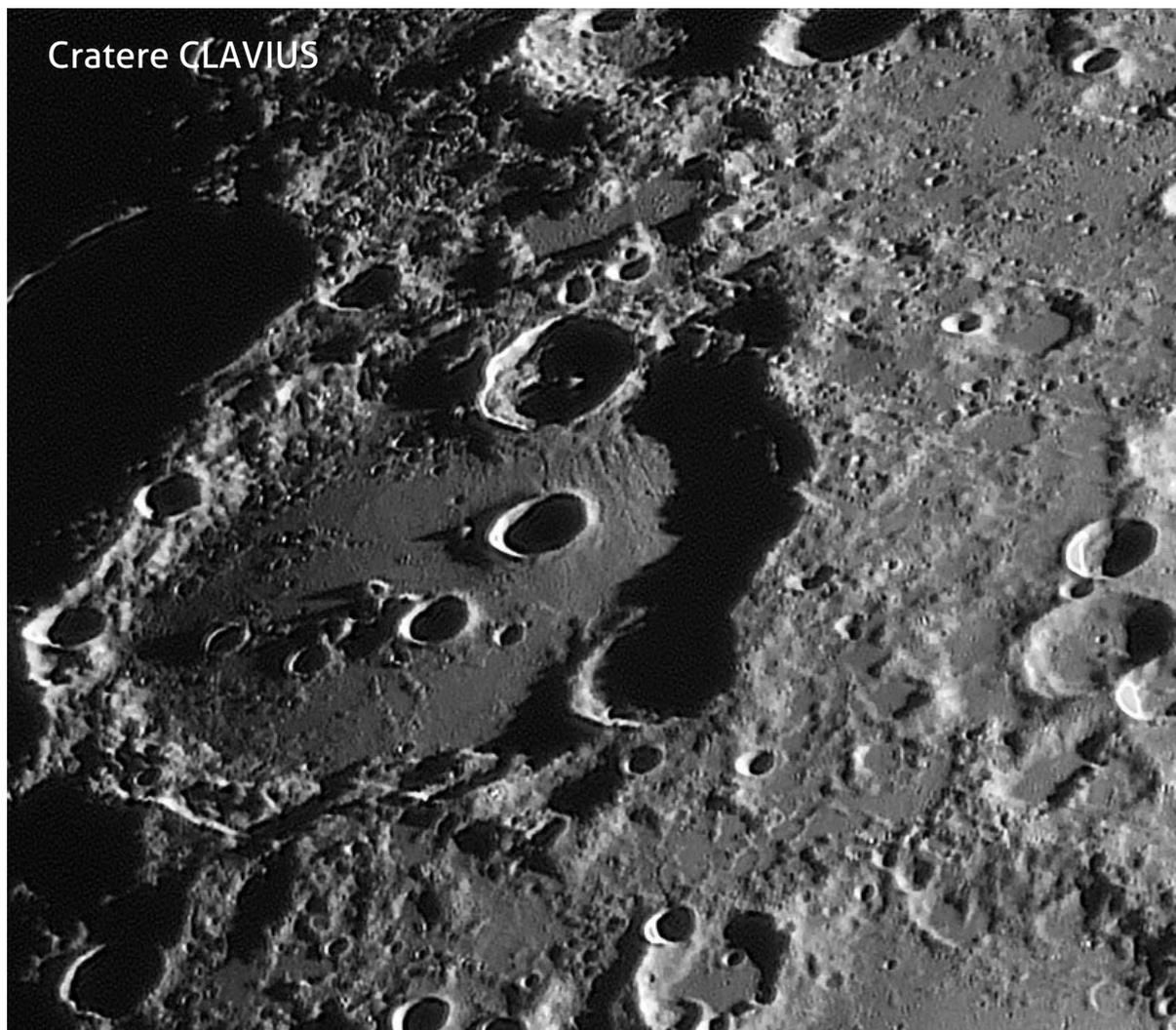
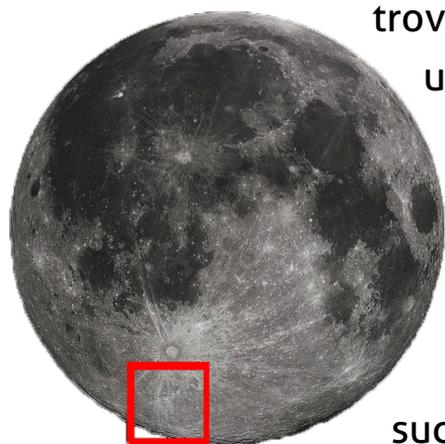
27 aprile

una sottilissima falce lunare

Il giorno successivo, con l'orizzonte ovest completamente libero da ostacoli e sperando in una notevole quanto rara trasparenza del cielo, si tratterà di una "sfida quasi impossibile" andare a scovare la sottilissima falce lunare quasi immersa nel bagliore del Sole appena tramontato. Se qualcuno volesse tentare l'osservazione (col Sole completamente già sotto l'orizzonte!) il **27 aprile** il Sole tramonterà alle ore 20:19, mentre la falce di Luna di 1,30 giorni tramonterà alle ore 21:35. Impresa certamente molto meno problematica se effettuata nelle successive serate, ma pur sempre interessante.

della notte quando andremo a osservare, nel vasto altipiano meridionale, la grande struttura crateriforme del cratere **Clavius** (diametro 230 km) e l'area immediatamente circostante.

In chiusura di questo mese, col nostro satellite in fase di 4,30 giorni a un'altezza iniziale di $38,3^\circ$ nel

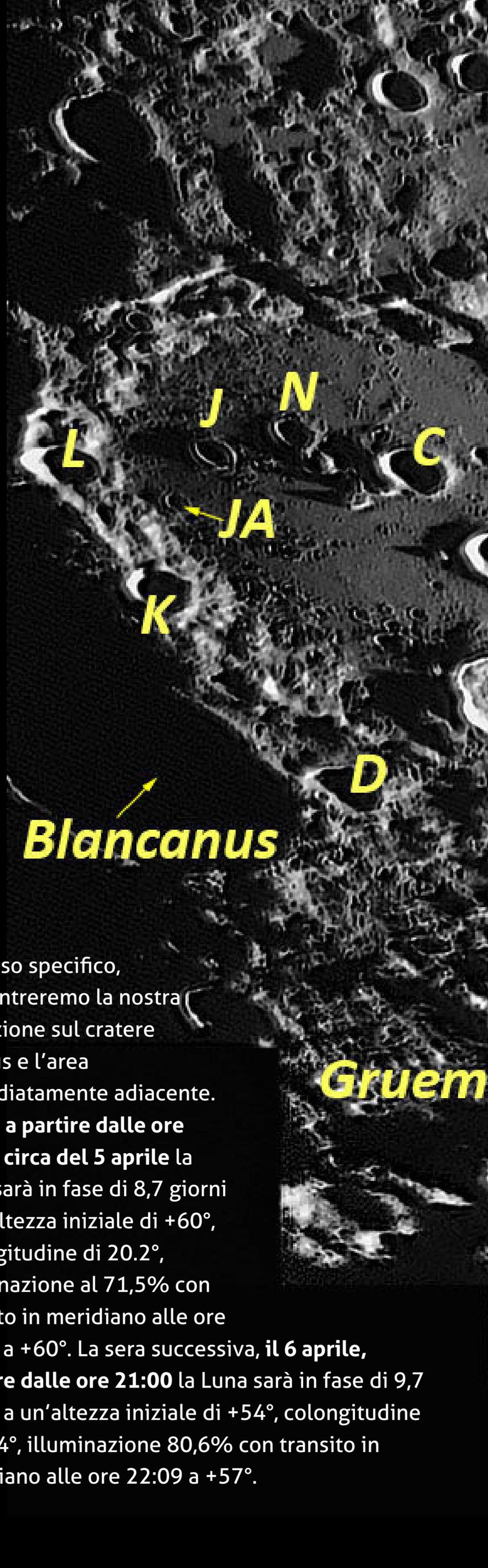


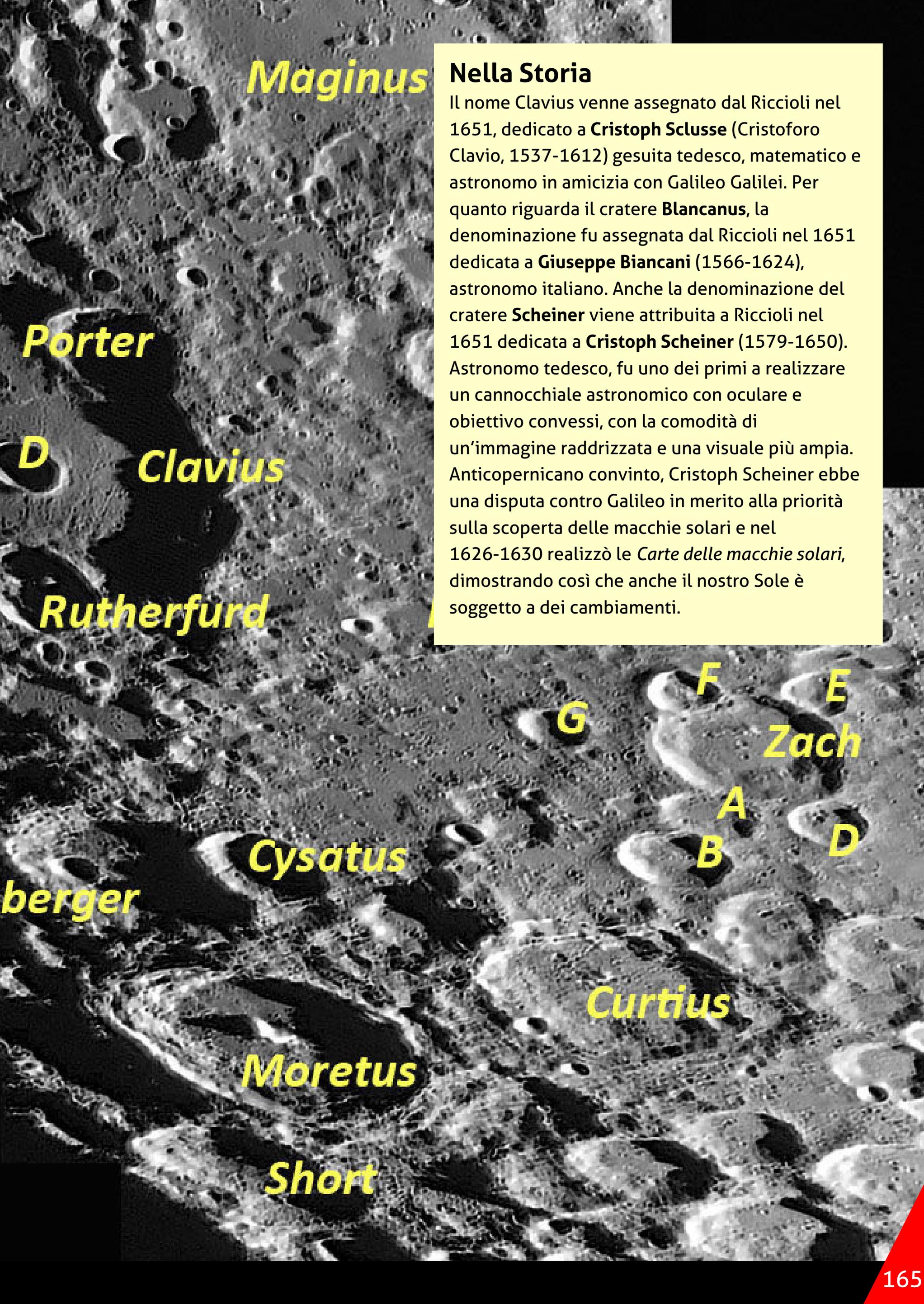
cielo occidentale, la sera del **30 aprile** dalle ore **21:00** consigliamo l'osservazione di una regione lunare che proprio quella sera verrà a trovarsi in librazione favorevole, fenomeno dovuto al non perfetto sincronismo dei moti di rotazione e rivoluzione del nostro satellite e di cui abbiamo parlato nel precedente numero. In questo caso si tratta di orientare il telescopio a circa metà fra l'inconfondibile area scura del mare Crisium e l'estremità settentrionale della falce lunare dove noterete, a breve distanza dal bordo nordorientale della Luna, la scura platea del **cratere Endymion** (diametro 129 km). Da qui spostandoci verso nord-est ci troveremo nella zona interessata dal fenomeno della librazione favorevole che ci consentirà di individuare le strutture situate a est del **mare Humboldtianum** (diametro 165 km, superficie 22 000 kmq) nell'area che lo separa dal **cratere Compton** (diametro 162 km), quest'ultimo situato nell'emisfero non visibile dalla Terra. Ottima occasione almeno per osservazioni visuali certamente al limite ma sempre molto interessanti.

Guida all'Osservazione Il cratere Clavius

In considerazione della presenza della linea del terminatore, in prossimità della zona oggetto delle nostre osservazioni, il **5 e il 6 aprile** potremo disporre delle ideali condizioni osservative per scandagliare in dettaglio una porzione dell'altopiano meridionale del nostro satellite, vastissima regione in cui, in ere geologiche ormai lontane, la densità della craterizzazione raggiunge punte elevatissime. Questo settore della Luna si distingue dai mari lunari per la colorazione più chiara delle *anortositi*, materiali costituiti da silicato di calcio e alluminio. Tipico di queste regioni è il KREEP (acronimo dell'espressione K (potassio), Rare Earth Elements (terre rare), e P (fosforo)), costituito da rocce contenenti potassio, terre rare e fosforo in netto contrasto con la colorazione generalmente più scura delle distese basaltiche dei mari.

Nel caso specifico, concentreremo la nostra attenzione sul cratere Clavius e l'area immediatamente adiacente. Infatti **a partire dalle ore 21:00 circa del 5 aprile** la Luna sarà in fase di 8,7 giorni a un'altezza iniziale di $+60^\circ$, colongitudine di 20.2° , illuminazione al 71,5% con transito in meridiano alle ore 21:18 a $+60^\circ$. La sera successiva, **il 6 aprile, sempre dalle ore 21:00** la Luna sarà in fase di 9,7 giorni a un'altezza iniziale di $+54^\circ$, colongitudine di 32.4° , illuminazione 80,6% con transito in meridiano alle ore 22:09 a $+57^\circ$.





Maginus

Nella Storia

Il nome Clavius venne assegnato dal Riccioli nel 1651, dedicato a **Cristoph Sclusse** (Cristoforo Clavio, 1537-1612) gesuita tedesco, matematico e astronomo in amicizia con Galileo Galilei. Per quanto riguarda il cratere **Blancanus**, la denominazione fu assegnata dal Riccioli nel 1651 dedicata a **Giuseppe Biancani** (1566-1624), astronomo italiano. Anche la denominazione del cratere **Scheiner** viene attribuita a Riccioli nel 1651 dedicata a **Cristoph Scheiner** (1579-1650). Astronomo tedesco, fu uno dei primi a realizzare un cannocchiale astronomico con oculare e obiettivo convessi, con la comodità di un'immagine raddrizzata e una visuale più ampia. Anticopernicano convinto, Cristoph Scheiner ebbe una disputa contro Galileo in merito alla priorità sulla scoperta delle macchie solari e nel 1626-1630 realizzò le *Carte delle macchie solari*, dimostrando così che anche il nostro Sole è soggetto a dei cambiamenti.

Porter

Clavius

Rutherford

Cysatus

Moretus

Short

Zach

Curtius

Situato non lontano dal bordo meridionale della Luna (S 58,623° O 14,727°), il cratere Clavius ha un diametro di 230 km, guadagnandosi pertanto il terzo posto in ordine di grandezza sull'emisfero lunare visibile dalla Terra dopo Bailly (diametro 310 km) e Schickard (diametro 233 km).

Rintracciare Clavius non dovrebbe comportare particolari problemi, infatti, dopo avere inquadrato la porzione illuminata del disco lunare e considerando che le aree scure sono le grandi distese basaltiche dei mari, concentreremo la nostra attenzione sull'estremità opposta dirigendo il nostro strumento sulla grande area a elevata albedo e intensa craterizzazione dove, a breve distanza dal bordo lunare sud, individueremo l'inconfondibile struttura del

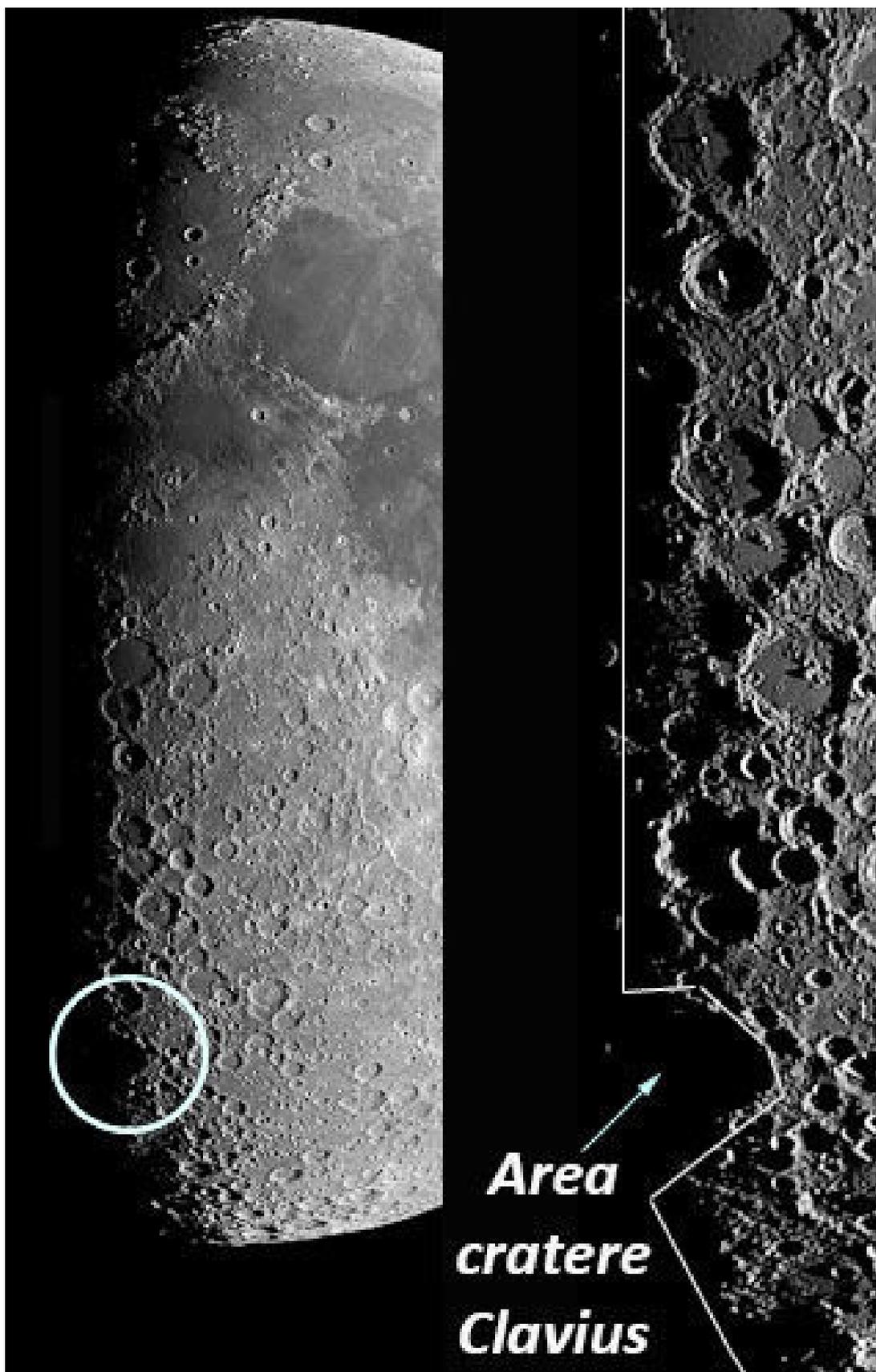
Il cratere Clavius è una eccezionale e grande struttura crateriforme in cui Stanley Kubrick immaginò la presenza di una ipotetica base lunare per il suo film *2001: Odissea nello spazio* ma nota anche a un gran numero di astrofili, la cui formazione viene fatta risalire al periodo geologico Nectariano Tipico, collocato da 3,9 a 3,8 miliardi di anni fa. In questa grande struttura nel 1945 venne riscontrata la presenza di un fenomeno lunare transiente a opera di Moore, ma purtroppo non sono note ulteriori notizie in merito.

cratere Clavius. Altra importante peculiarità consiste nella possibilità di individuare l'area di Clavius anche **senza l'utilizzo di strumenti, anche**

senza binocolo. Infatti in prossimità della fase lunare di 8 giorni, quando il terminatore coincide col cratere in oggetto la cui platea è ancora immersa nell'oscurità, proprio in quel punto noteremo come la linea del terminatore segua l'andamento della parete est di Clavius. Pertanto sarebbe più corretto affermare che di Clavius vediamo a occhio nudo "la platea non illuminata dal Sole" come una sorta di appendice del terminatore lunare.

A una prima osservazione telescopica, Clavius ci mostrerà tutta la sua struttura notevolmente complessa e ricchissima di dettagli, che ben difficilmente riusciremo a esaurire in un'unica serata osservativa. Innanzitutto sarà importante considerare che le cosiddette pareti di Clavius non si presentano come una sorta di cerchia montuosa che si innalza intorno al cratere, come nella stragrande maggioranza delle strutture crateriformi, ma si tratta di una depressione in quanto la platea

A sinistra. Visibilità area di CLAVIUS senza strumenti (Fase 7/8 giorni).



viene a trovarsi a un livello inferiore di circa 4300/4500 m rispetto al livello medio dell'area circostante. Molto probabilmente, quella che potremmo definire come una delle peculiarità di Clavius, deriverebbe dalla differente dinamica dell'impatto originario rispetto a quanto avvenne per tanti altri crateri. Quelle che comunque per semplicità continueremo a chiamare "pareti di Clavius", in realtà presentano una forma circolare nonostante l'effetto dello schiacciamento prospettico ne determina una accentuata quanto apparente ovalizzazione, rivelando lunghe linee di cresta sommitali in cui si possono osservare irregolarità fra cui allineamenti di craterini di vario diametro, depressioni e terrazzamenti, oltre alle inconfondibili tracce lasciate dai successivi impatti meteoritici.

È importante notare che il 5 aprile il terminatore si troverà in prossimità della parete ovest-sudovest di Clavius, con la possibilità di dettagliate osservazioni della sua platea in favorevoli condizioni di illuminazione solare, mentre la serata successiva, il 6 aprile, avremo la

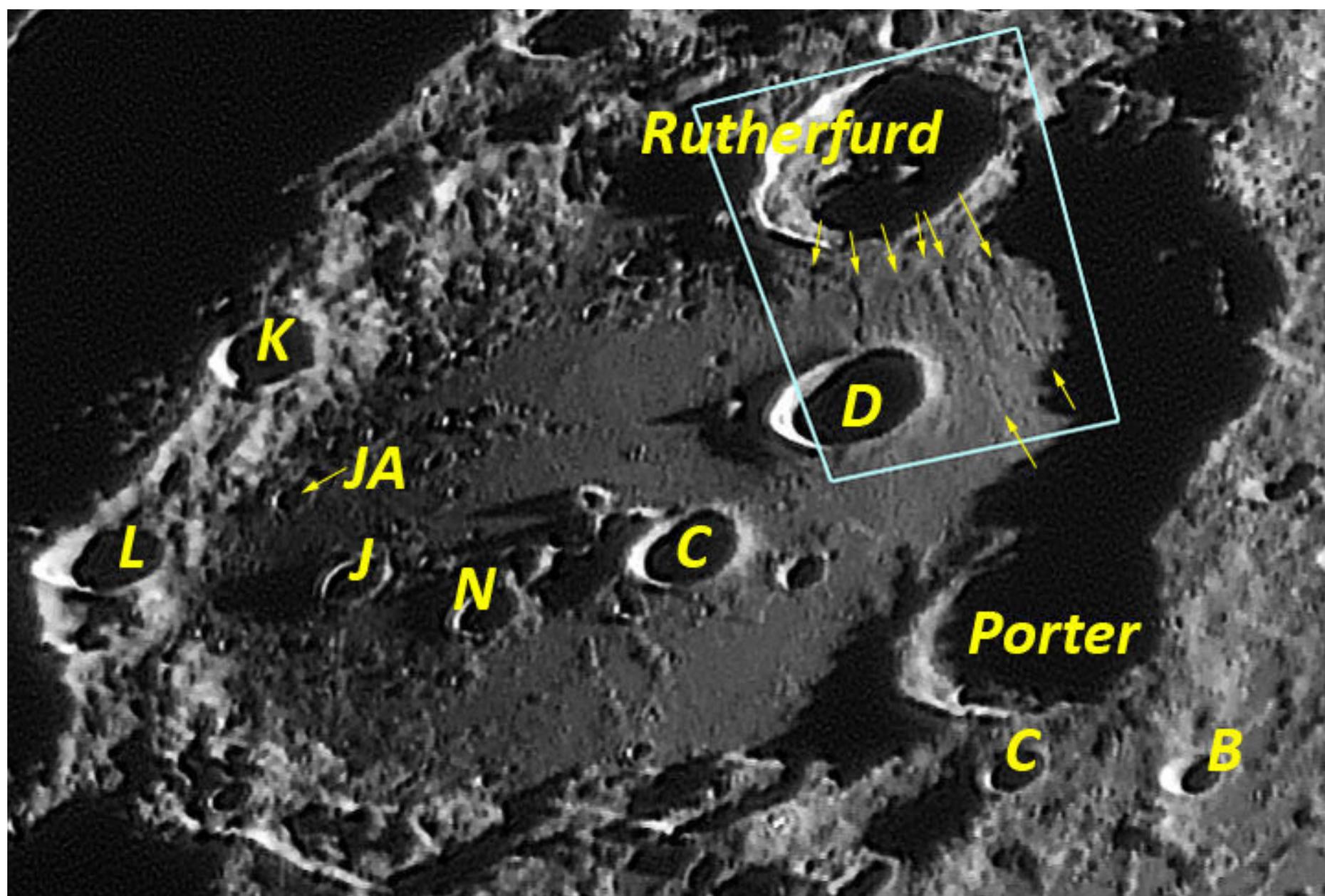
possibilità di osservare le strutture che la sera precedente erano ancora immerse nell'oscurità.

Osservazione del 5 aprile

Considerando di effettuare l'osservazione di Clavius con la parete nord rivolta verso l'alto e l'est a destra, la sera del **5 aprile** la linea del terminatore lunare si troverà in prossimità della parete ovest-sudovest. I maggiori crateri che potremo osservare incastonati sulle pareti di Clavius sono **Rutherford** (diametro 56 km con pareti alte 2900 m) e **Porter** (diametro 54 km con pareti alte 2800 m), situati rispettivamente sulla parete sudest e nordest.

Porter: invito all'osservazione

Il fondo di Porter è cosparso inoltre di numerosi piccoli crateri: riuscite a risolvere la catena di piccoli craterini che dal picco centrale è orientata verso la parete sud? Attendiamo i vostri report.



Per quanto riguarda **Porter** (già noto come Clavius-B) si tratta di un cratere la cui origine risale a circa 3,9 miliardi di anni fa, con la platea cosparsa di modesti rilievi collinari e un imponente picco centrale con una linea di creste estesa verso est. Sarà molto interessante osservare dettagliatamente e in condizioni di luce solare radente questo rilievo montuoso anche a elevati ingrandimenti al fine di percepire l'eventuale effettiva presenza di altri picchi secondari. Il fondo di Porter è cosparsa inoltre di numerosi piccoli crateri: quale migliore occasione per osservarli in favorevoli condizioni di illuminazione solare cercando di risolvere (ma non sarà semplice!) anche la catena di piccoli craterini che dal picco centrale è orientata verso la parete sud? Attendiamo i vostri report.

Riguardo **Rutherford** (Clavius-A) si tratta di una struttura relativamente giovane, originata da un impatto avvenuto nel Periodo Geologico Copernicano collocato non oltre 1 miliardo di anni fa. Il fondo di questo cratere si presenta cosparsa di numerosi e modesti rilievi con solchi, varie depressioni e un imponente rilievo montuoso centrale in posizione decentrata verso nordest. Lungo la cerchia delle pareti intorno a Clavius sono veramente numerosi i crateri di qualsiasi diametro che potremo osservare col nostro telescopio, scegliendo sempre gli ingrandimenti nel modo più opportuno in stretta relazione con le condizioni osservative della serata, sempre

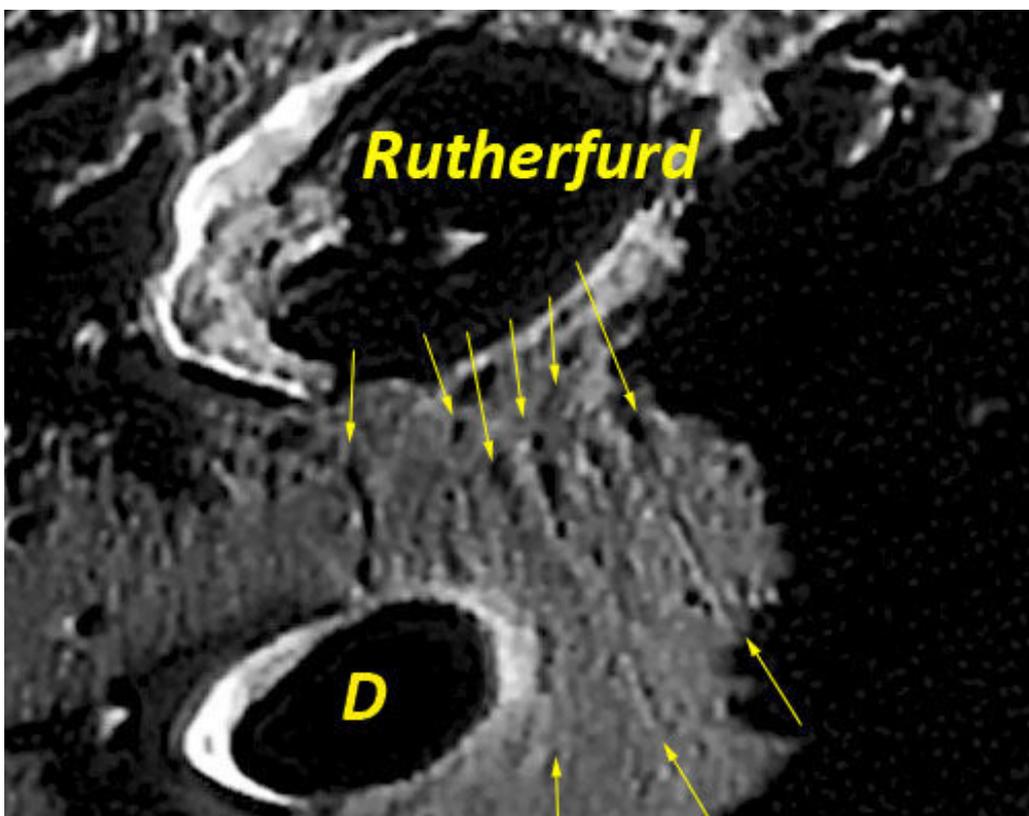
Rutherford: invito all'osservazione

Una delle peculiarità evidenti del cratere Rutherford è costituita dalle linee di cresta che dalla sommità della sua parete nord sono disposte affiancate estendendosi fin nella platea di Clavius, di cui le più evidenti si rivelano come allineamenti di craterini. Riuscite a vederle o fotografarle? Attendiamo i vostri report.

differenti anche a distanza di poche ore. Tornando a Rutherford, non potremo trascurarne l'evidente peculiarità, costituita da quelle che sembrano linee di cresta che dalla sommità della sua parete nord sono disposte affiancate estendendosi fin nella platea di Clavius, di cui le più evidenti si rivelano anche come allineamenti di craterini specialmente le due più marcate orientate in direzione del cratere Porter. Visto che si tratta di delicate strutture, meglio risolvibili in condizioni di luce radente, quale migliore occasione per osservarle in dettaglio approfittando della relativa vicinanza del terminatore? Personalmente col mio Mak Rumak 255/F20 sono riuscito a riprenderne almeno 5/6 in alcune immagini, mentre all'osservazione visuale con oculari Radian di 18 e 10 mm (rispettivamente 280 e 500x) ne ho percepite altrettante. Probabilmente la serata era favorevole per osservare dettagli come questi, ma

sarà certamente utile tentarne l'osservazione anche con strumenti di diametro inferiore, ma perfettamente collimati. Pertanto anche in questo caso attendiamo i vostri report!

Per quanto riguarda Clavius, oltre ai numerosissimi craterini sparsi nella sua platea, un'altra peculiarità di questa grande struttura lunare è costituita da una serie di **crateri disposti a semicerchio e in ordine decrescente** di cui il primo è proprio **A sinistra**. Ingrandimento delle creste di Rutherford.



Rutherford (56 km), proseguendo poi con Clavius-D (28 km), Clavius-C (21 km), Clavius-N (13 km), Clavius-J (12 km), andando a terminare con Clavius-JA (8 km) a breve distanza da Clavius-K (20 km) situato proprio in corrispondenza della parete sudovest. Da notare anche l'area fra Clavius-C e Clavius-N, occupata da un cratere di 19 km contornato da basse pareti alte solo 400 m noto come AVL57758S344477.

Certamente osservazioni non problematiche, queste, anche con strumenti rifrattori intorno a 80 mm o semplici Newton di 110/120 mm se utilizzati rispettando i vari parametri osservativi, ma le cose cambiano radicalmente se spostiamo la nostra attenzione fra Clavius-C e Clavius-K dove cercheremo un **terzetto di piccoli craterini allineati e molto ravvicinati fra loro** (disposti per dimensioni crescenti da ovest verso est) di cui quello in posizione centrale ha un diametro di 5/6 km privo di denominazione ufficiale e noto come AVL59484S343000. Ci sono problemi per la loro osservazione?

Osservazione del 6 aprile

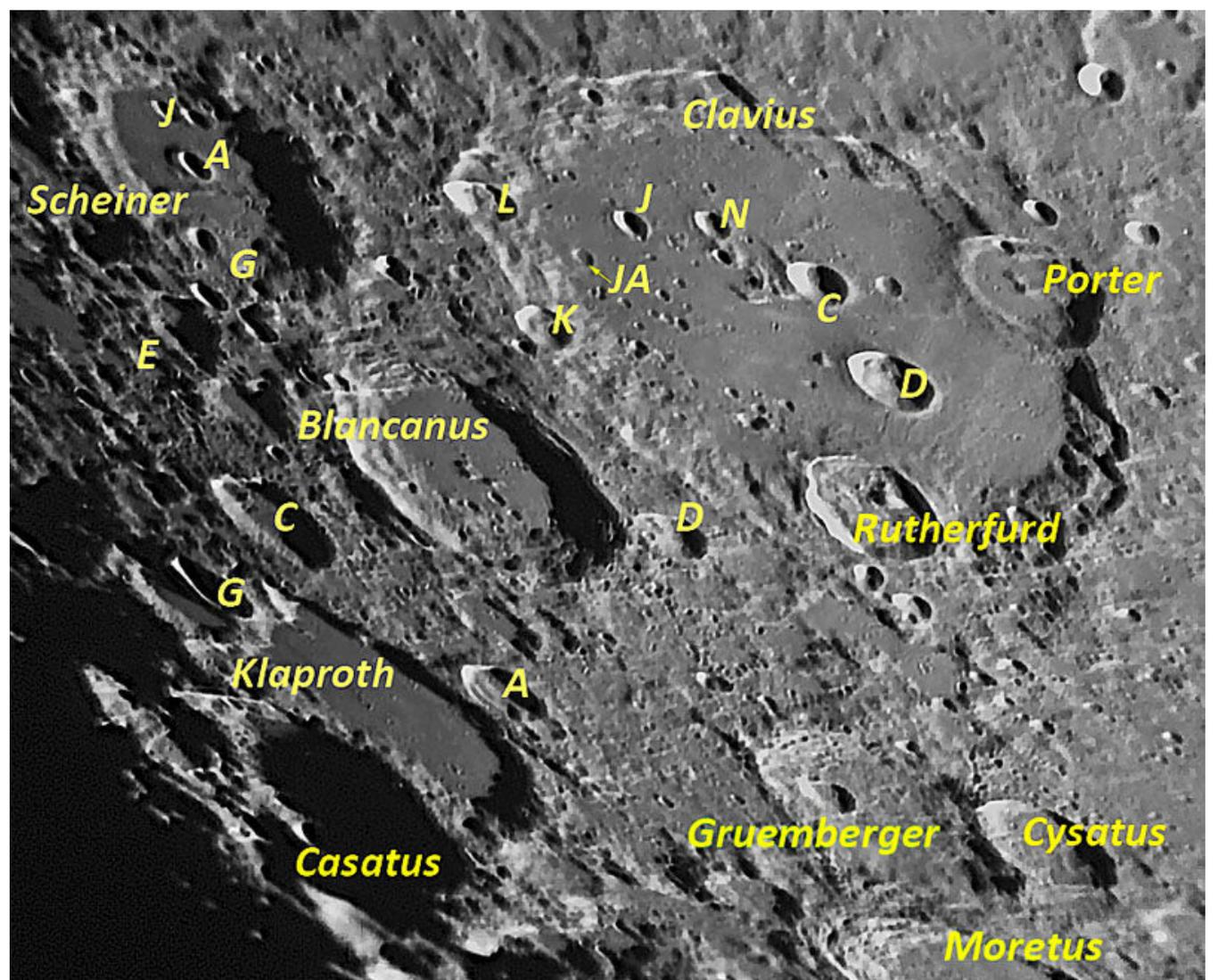
Nella platea di questa eccezionale struttura crateriforme non è presente un sistema montuoso centrale, ma solo modesti rilievi collinari in modo particolare immediatamente a sudovest di Clavius-C. Fra le varie osservazioni da non perdere aggiungerei anche una catena di piccoli craterini che da Clavius-D si estende in direzione di Porter. Fin qui abbiamo visto quanto potremo osservare dalle ore 21:00 del 5 aprile, mentre la serata successiva, il **6 aprile**, la linea che delimita la parte in ombra da quella illuminata dalla luce solare verrà a trovarsi poco oltre

Clavius: invito all'osservazione

Per quanto riguarda Clavius, oltre ai numerosi craterini sparsi nella sua platea, un'altra sua peculiarità è costituita da una serie di crateri **disposti a semicerchio e in ordine decrescente** di cui il primo è proprio Rutherford. Osservando fra Clavius-C e Clavius-K troveremo un **terzetto di piccoli craterini allineati e molto ravvicinati fra loro**: riuscite a vederli? Attendiamo i vostri report.

la bella coppia dei crateri **Blancanus** e **Scheiner** (colongitudine 32.4°, illuminazione 80.6%). Per quanto riguarda **Blancanus**, si tratta di un cratere di 109 km con pareti terrazzate alte 3900 m con un fondo relativamente pianeggiante cosparso di numerosi craterini.

Nella porzione sudest della sua platea sarà interessante andare a osservare un gruppo di 5 piccoli crateri ravvicinati, fra cui Blancanus-A e -V con diametro di 6/7 km. L'origine di Blancanus viene fatta risalire al periodo Geologico Nectariano collocato a 3,9 miliardi di anni fa.



L'altra struttura che fa coppia con Blancanus è **Scheiner**, diametro di 114 km con pareti alte 4000 m, cosparse di numerosi crateri e parzialmente distrutte sul lato rivolto verso Clavius. Anche in questo caso la platea è priva di rilievo centrale al cui posto si trova **Scheiner-A** di 12 km. Altrettanto interessante sarà l'osservazione del **doppio cratere Scheiner-J** di 12 km situato alla base della parete nord. Il fondo di Scheiner appare relativamente appiattito, in cui vi si notano vari rilievi collinari oltre a una o più linee di creste orientate in senso est/ovest.

I dintorni di Clavius

Consapevoli che ci troviamo in una delle regioni lunari a elevatissima craterizzazione, volendo ampliare il raggio d'azione delle nostre osservazioni avremo a nostra disposizione un'infinita quantità di crateri di qualsiasi diametro tanto che, a giudizio di chi scrive, suggerire l'osservazione di questo o quel cratere appare veramente riduttivo. Pertanto, una volta che avremo spremuto Clavius fino all'ultimo dettaglio, compresi i suoi più stretti vicini Blancanus e Scheiner, all'esterno di questi avremo la possibilità di scegliere dalle grandi strutture come **Longomontanus** (150 km), **Tycho** (80 km), **Maginus** (170 km), **Moretus** (117 km), **Klaproth** (122 km) fino ai più piccoli craterini sparsi in ogni direzione (strutture che tra l'altro saranno oggetto di uno dei prossimi articoli), dettagli che costituiscono un ottimo banco di prova per gli strumenti utilizzati dagli astrofili.

Conclusione

Questa eccezionale struttura lunare si rivela come una sorta di inesauribile serbatoio utilissimo per la programmazione di osservazioni di tutto quanto esiste nei 230 km della sua platea oltre alle pareti che lo circondano, e si torna sempre al medesimo punto di partenza: C'è chi si "accontenta" di qualche rapida occhiata all'oculare, e chi invece (più esigente e difficile da accontentare...) si ritroverà a dover suddividere la

propria "attività osservativa" programmandola anche nelle successive serate favorevoli.

L'importante sarà di non aspettarsi nulla di più di quanto possa offrire il nostro strumento, in stretta relazione con le condizioni osservative, dalla collimazione ed equilibrio termico delle ottiche, alle condizioni meteo fino al deleterio effetto della turbolenza atmosferica sempre mutevole anche a distanza di poche ore. Certamente un rifrattore di circa 80 mm o un Newton di 110/150 mm saranno già sufficienti per interessanti e più che soddisfacenti osservazioni di buona parte dei dettagli citati in questo articolo, anche se ovviamente strumenti catadiottrici o newtoniani intorno ai 180/250 mm, se utilizzati rispettando i vari parametri osservativi, potranno fornire risultati veramente ottimi sia per osservazioni visuali che per acquisizione di immagini. L'osservazione al telescopio di Clavius può essere programmata in tutte le serate in cui questa meravigliosa struttura viene illuminata dalla luce del Sole, partendo dalla fase di 8/9 giorni in condizioni particolarmente favorevoli di illuminazione solare seguendo la linea del terminatore mentre attraversa la platea del cratere, fino in prossimità del plenilunio quando sarà possibile valutare le varie zone di Clavius con differente albedo.

Tutte le immagini di questa rubrica sono dell'autore, Francesco Badalotti, salvo diversa indicazione. Le immagini sono state ottenute con un telescopio Maksutov Cassegrain in configurazione Rumak diametro 255 mm F20 (Tubo ottico con 7 diaframmi interni, Ottica Zen) a fuoco diretto e senza filtri + camera Imaging Source DBK41AU02.AS raw colori con risoluzione di 1280 x 960. Esposizione di 2'30" a 7,5 fps a 1/9". Formato video/codec Y800/RGB24. Montatura SW NEQ6/Pro potenziata con barra, due contrappesi e piastra Geoptik. Elaborazione video in Autostakkert.2.6.8, elaborazione immagini in Registax6 con filtri Wavelets + Color Mixing e ritocchi finali in Photoshop. Il telescopio si trova sul balcone al primo piano esposto a N-E-S fino a 15° oltre il meridiano. La postazione è semifissa e completamente protetta da uno specifico telo Geoptik.



Dove e quando osservare la Stazione Spaziale

La ISS – Stazione Spaziale Internazionale sarà rintracciabile nei nostri cieli ad orari serali, quindi senza l'obbligo della sveglia al mattino prima dell'alba. Durante il mese di aprile, potremo assistere a quattro transiti notevoli con magnitudini elevate, concentrati nella seconda decade del mese, auspicando come sempre in cieli sereni.

Si inizierà il giorno **10 aprile**, dalle 20:50 alle 20:57, osservando da nordovest a nordest. La ISS sarà ben visibile da tutto il paese (in particolare dal Nord Est) con una magnitudine massima che si attesterà su un valore di -2,8. Un classico transito, individuabile senza alcun problema.

Saltando al giorno dopo, avremo un nuovo transito già l'**11 aprile**, dalle 21:34 guardando verso ovest-nordovest alle 21:39 verso sudovest. La visibilità sarà migliore dall'Occidente italiano per questa occasione, con magnitudine di picco a -3,7. Il transito sarà osservabile senza problemi anche dal resto del paese, seppur meno luminoso,

e parziale: la stazione svanirà all'apice del suo tragitto nel cielo.

Passiamo al giorno **12 aprile**, dalle 20:41 in direzione nordovest alle 20:49 in direzione est-nordovest. Questo sarà un transito ottimamente osservabile da tutta la nazione, con una magnitudine massima di -3,7. Sperando come sempre in cieli sereni per il passaggio più spettacolare del mese.

L'ultimo transito notevole del mese, e anche l'ultimo di questo quartetto, sarà apprezzabile al meglio dalle isole maggiori e osservabile da orizzonte ad orizzonte, il **14 aprile**. Dalle 20:33 alle 20:41, da ovest-nordovest a sudest. La magnitudine di picco sarà pari a -3,3.

I TRANSITI DELLA ISS IN APRILE

Giorno	Ora inizio	Direz.	Ora fine	Direz.	Mag. max
10	20:50	NO	20:57	ENE	-2,8
11	21:34	ONO	21:39	SO	-3,7
12	20:41	NO	20:49	ESE	-3,7
14	20:33	ONO	20:41	SE	-3,3

N.B. Le direzioni visibili per ogni transito sono riferite ad un punto centrato sulla penisola, nel Centro Italia, costa tirrenica. Considerate uno scarto $\pm 1-5$ minuti dagli orari sopra scritti, a causa del grande anticipo con il quale sono stati calcolati. Potrete controllare le corrette circostanze, inserendo il riferimento alla vostra località, al link <https://goo.gl/jm41S0>.

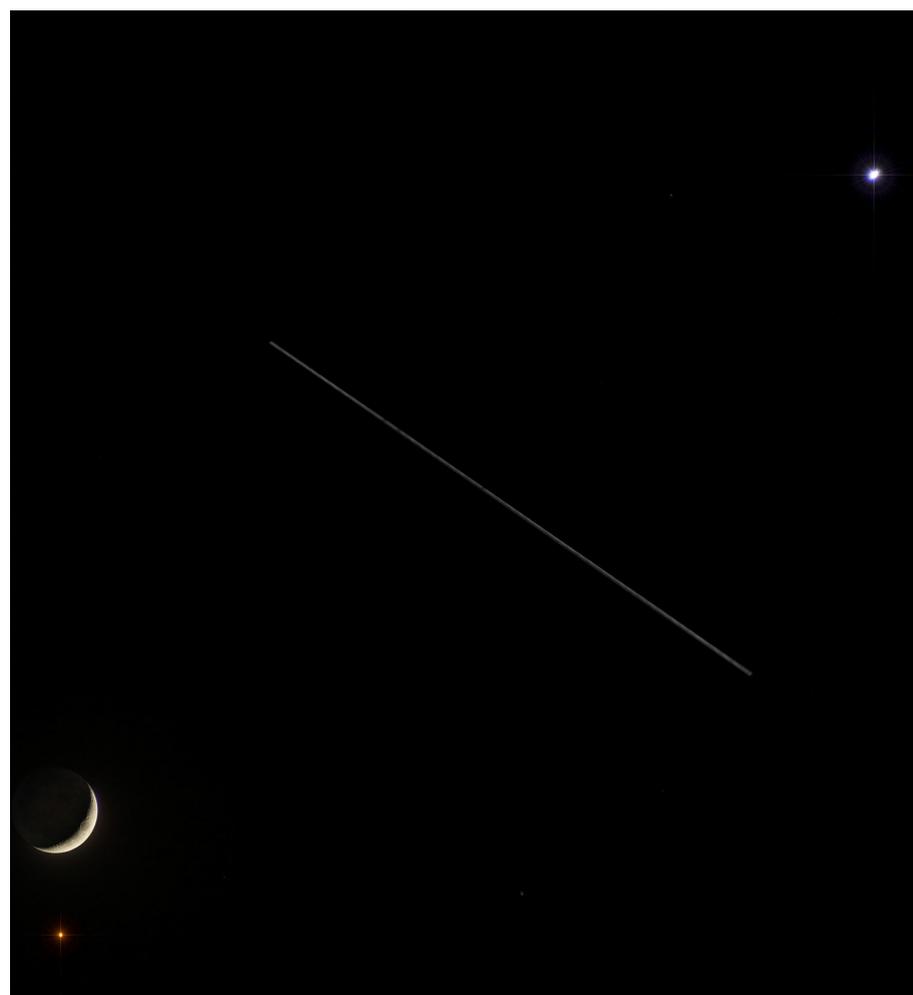
DOVE SI TROVA LA ISS ORA?

<http://iss.astroviewer.net/>

Live stream dalla ISS

<http://www.ustream.tv/channel/live-iss-stream>

Clicca qui per ottenere una previsione di massima del passaggio dei satelliti più luminosi. È sufficiente impostare data, ora e luogo di osservazione.



ISS tra Luna, Aldebaran e Venere di Samuele Pinna - PhotoCoelum

IL CLUB DEI 100 ASTEROIDI

di Claudio Pra



Osserviamo (12) Victoria

Nel mese di aprile gli asteroidi che potranno essere il soggetto ideale delle nostre osservazioni sono cinque, che passeranno all'opposizione e si renderanno quindi più facilmente rintracciabili. Ci limitiamo ovviamente all'elenco dei primi cento asteroidi catalogati, ovvero quelli che interessano la nostra iniziativa per accedere all'esclusivo **Club dei 100 Asteroidi**. In ordine di raggiungimento dell'opposizione, abbiamo:

Nome	Data	Magnitudine	Cost.
(36) Atalante	10.04.17	+13.42	Vir
(63) Ausonia	11.04.17	+10.1	Vir
(47) Aglaja	16.04.17	+11.8	Vir
(12) Victoria	19.04.17	+9.8	Vir
(55) Pandora	23.04.17	+12.0	Vir

Tra i cinque, il più luminoso risulterà sicuramente (12) Victoria. Questo grosso macigno spaziale, delle dimensioni di oltre 100 chilometri, fu scoperto il 13 settembre 1850 dall'astronomo britannico John Russell Hind che lo osservò

attraverso un telescopio da 7 pollici di diametro in dotazione all'Osservatorio privato di George Bishop.

Hind era un astronomo inglese che nel periodo di soli 7 anni (dal 1847 al 1854) trovò 10 dei più grandi asteroidi oggi conosciuti (Iris, Flora, Victoria, Irene, Melpomene, Fortuna, Kalliope, Thalia, Euterpe e Urania).

È da ricordare, più a livello di curiosità che altro, che sulla scelta del nome Victoria sorsero all'epoca non poche polemiche. A quel tempo, infatti, agli asteroidi venivano attribuiti soltanto nomi appartenenti alla mitologia classica e comunque mai e in nessun caso nomi di persone viventi. Victoria invece era il nome della Regina Vittoria (1819 - 1901), seduta sul trono dell'impero britannico fin dal 1837.

Hind si giustificò dicendo che il nome era un riferimento alla dea romana Vittoria, ma forse non era del tutto sincero dato che si era cautelato proponendo anche quello di Clio, musa della Storia nella mitologia greca, tanto che per diversi anni l'americano (e quindi, al tempo, anti-inglese)

Astronomical Journal preferì riferirsi all'asteroide con quest'ultimo nome. Tutto ciò finché il riferimento mitologico venne ritenuto "sincero" e il nome Victoria definitivamente accettato.

Tuttora all'oscuro di queste vicende, nel mese di aprile Victoria raggiungerà l'opposizione il giorno **19 aprile**, alle 23:28, mostrandosi con una magnitudine di +9,8 alla distanza di 1,279 UA (elongazione dal Sole di

A sinistra. La mappa mostra il percorso seguito dall'asteroide (12) Victoria nel periodo compreso tra la fine di marzo e la fine di maggio. L'aspetto del cielo fa riferimento alle ore 22:00.



173°). La sua eccentricità piuttosto elevata (0,22) la porterà alla prossima "Grande Opposizione" solo nel 2021 quando la magnitudine raggiungerà il valore di +8,6 e la distanza sarà di 0,826 UA. Nel corso del mese di aprile la potremo osservare mentre si muove tra le stelle dell'area meridionale della costellazione della Vergine, in cui rimarrà per tutto il mese e risulterà quindi visibile praticamente tutta la notte. A metà mese (ore 22:00), si troverà a circa 8° e mezzo a sud di Spica (Alfa Vir, +0,95) e a poco meno di 8° a ovest di Gamma Hydrae (mag. +2,95). Il 13 aprile (alle ore 22:00) passerà a 35' circa dalla stella 87 Vir (mag. +5,40). A fine mese troveremo l'asteroide (12) Victoria a metà strada circa tra le stelle 69 Vir (mag. +4,75) e 75 Vir (mag. +5,50).



Sopra. Una fotografia di (12) Victoria eseguita da Erasmo Taglioni. La strumentazione utilizzata comprende un riflettore Takahashi Epsilon 180. Camera di ripresa Canon 20Da a fuoco diretto, filtro Idas LPS P2, montatura Losmandy G.11. La ripresa è stata effettuata il 6 settembre 2014 ore 22:10 – 00:20. Elaborazione con Iris e Photoshop. La foto è il risultato dell'integrazione di 12 frame con esposizione di 90 secondi s ISO 800, distanziati l'uno dall'altro di 5'. Il campo è stato tagliato ed ingrandito. È visibile il breve tragitto compiuto da (12) Victoria nell'intervallo di circa 70 minuti. Caricate le vostre fotografie di asteroidi in PhotoCoelum (www.coelum.com/photo-coelum).

Forza, fatevi sotto! Partecipare è divertente e gratuito!

Partecipare all'iniziativa è davvero molto semplice! Non ci sono requisiti particolari da avere — se non la passione per l'osservazione del cielo e in particolare degli asteroidi — né è richiesta alcuna iscrizione. Semplicemente sarà sufficiente contattare il curatore del Club, Claudio Pra, all'indirizzo email club100asteroidi@coelum.com.

E' necessario dar prova delle proprie osservazioni? No! Come in un tacito accordo tra *gentlemen*, tutti i partecipanti si impegnano a non barare! Basterà quindi la parola data da ogni osservatore.

Ma quali sono i 100 asteroidi di cui è richiesta l'osservazione? Sono i primi 100 asteroidi scoperti, come puoi leggere nell'articolo da cui tutto nasce, un articolo pubblicato su Coelum Astronomia e che è possibile leggere liberamente sul nostro sito web.

Cosa aspetti dunque? Partecipa anche tu!

Situazione al 28 febbraio

Riassunto della situazione:

Ugo Tagliaferri	
Andrea Tomacelli - Valeria Starace	
Paolo Palma	
Giovanni Natali	
Luca Maccarini	
Giuseppe Pappa	99
Giuseppe Ruggiero	64
Jean Marc Lechopier	67
Edoardo Carboni	47
Adriano Valvasori	28
Dino Pezzella	8
Bruno Picasso	4



La bandierina indica chi ha concluso l'impresa ed è ora a tutti gli effetti socio del Club dei 100 Asteroidi.

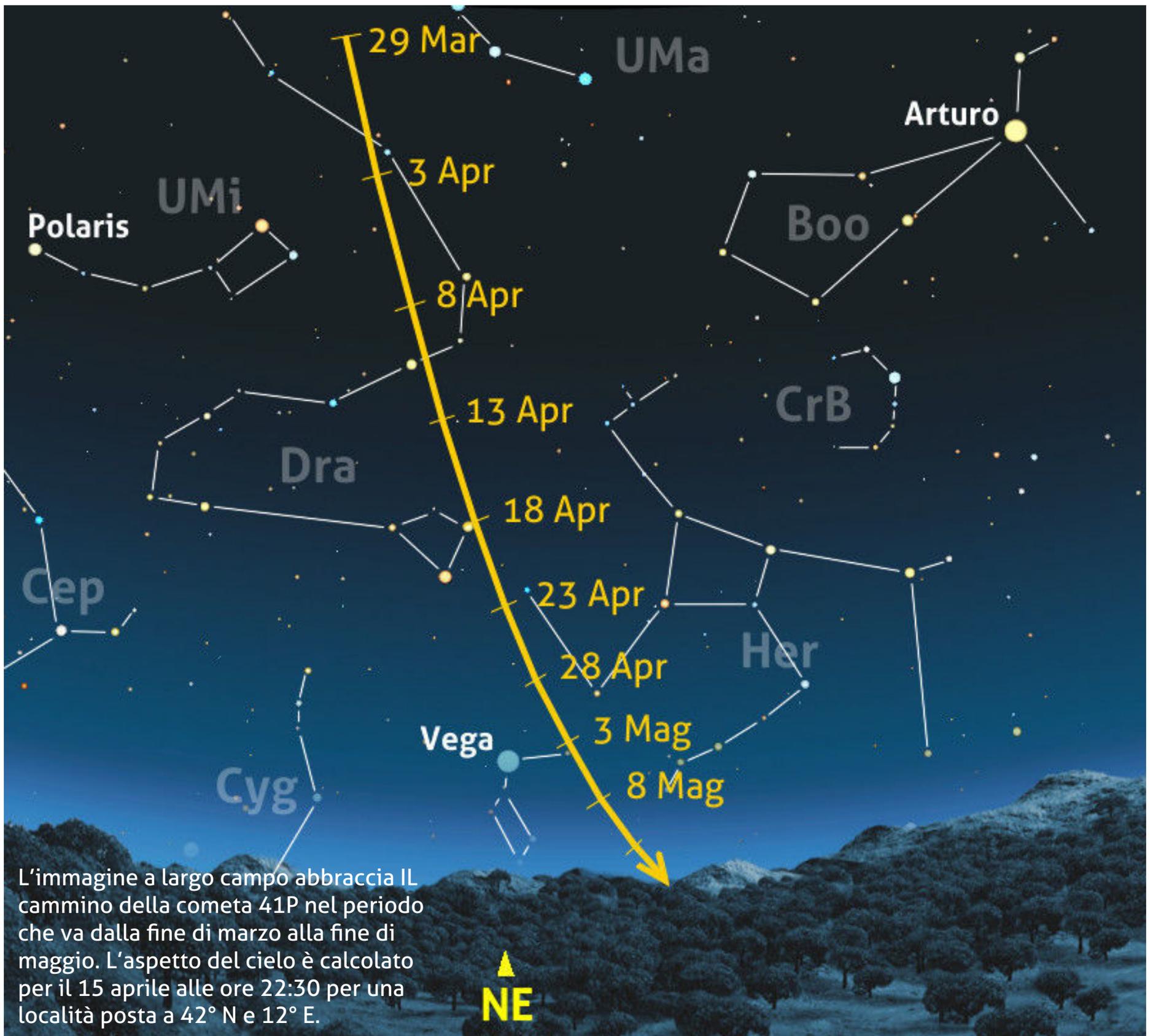


La freccia indica i partecipanti che hanno aumentato il loro punteggio.

La 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak visibile a occhio nudo?

Ci siamo! Aprile è il mese della **41P/Tuttle-Giacobini-Kresak**, attesa al perielio il **giorno 12** quando presumibilmente raggiungerà la massima luminosità. In quel momento sarà infatti anche piuttosto vicina alla Terra, dalla quale la separeranno circa 22 milioni di chilometri. Ma quanto luminosa risulterà? Come sempre le previsioni sono discordanti collocando il picco tra la settima e la quinta magnitudine, una luminosità in ogni caso molto buona, che ci permetterà di

osservare l'oggetto anche con piccoli strumenti. Se dovesse raggiungere la quinta grandezza mostrandosi compatta potrebbe essere scorta, seppur al limite, anche ad occhio nudo, ma probabilmente solo sotto un cielo molto buio. Tra l'altro, la posizione della 41P sulla volta stellata non potrebbe essere migliore, risultando circumpolare per una buona fetta del mese e comunque sempre osservabile in ottime condizioni e a orario comodo. Durante il mese





In alto. La cometa 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak ripresa da Francesco Badalotti (PhotoCoelum) la mattina del 22 Marzo 2017 ore IT 10h20' con la Galassia Surfboard M108-NGC3556 e la Nebulosa Gufo M97-NGC3587 – Telescopio remoto presso Osservatorio Astronomico di MayHill (New Mexico, USA) Astrografo Petzval 106mm F5. Luminanza 2 pose x 300" bin1 + RGB 3 pose x 120" bin2 – Elaborazione MaxIm, Photoshop.

ULTIMA ORA

La sera del 23 marzo ho osservato due delle comete del momento con il mio binocolone 20x90. La 41/P sta crescendo bene mentre la Johnson appare molto deludente: è cresciuta pochissimo rispetto a un mese fa. Purtroppo è ancora lontana dalla cometa che ci aspettavamo: speriamo che si riprenda ma i dubbi a questo punto sono forti.

La 41/P Tuttle-Giacobini-Kresak appare grande e facile da vedere come una chiazza piuttosto diluita di poco meno di 30' di diametro. Non mostra segni di condensazione centrale mentre a conferma della trasparenza della chioma si vedono quattro stelline immerse in essa. Sia per dimensioni sia per luminosità è molto simile alla galassia M 101, solo un po' più luminosa. Direi che la magnitudine potrebbe aggirarsi sulla +7,3.

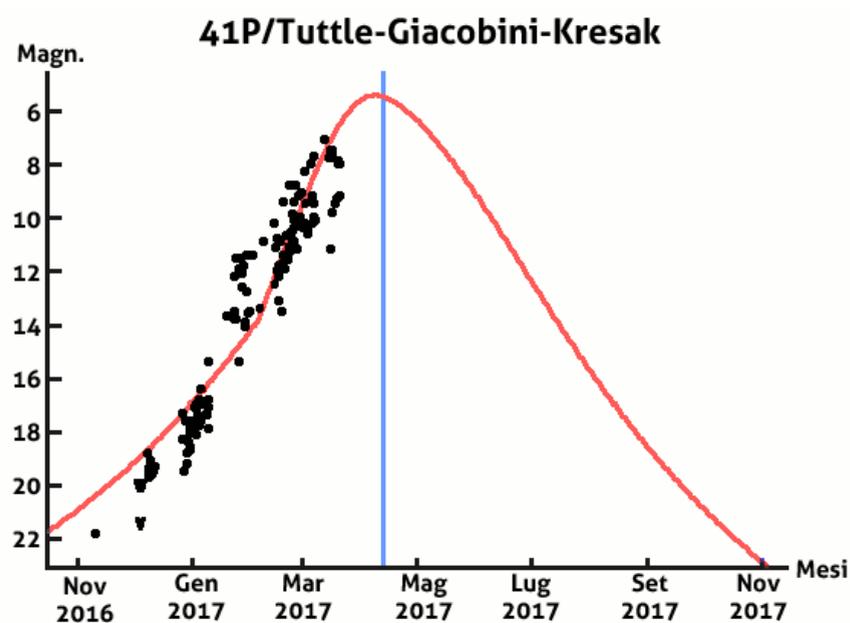
sfreccerà lungamente tra le stelle del Dragone per poi valicare, nell'ultima decade, il confine di Ercole, terminando la sua corsa nelle vicinanze di Vega, la luminosissima stella alfa della Lira. Non facciamocela sfuggire, visto che potrebbe risultare facilmente la star del 2017...

C/2015 ER61 (PanSTARRS)

Questa cometa, scoperta un paio di anni fa dal sistema automatizzato Pan-STARRS, risulterà sempre bassissima sull'orizzonte dalle regioni settentrionali e davvero difficile da osservare. Per il Centro e specialmente il Sud Italia la situazione è un pochino migliore, presentandosi più in alto sull'orizzonte e quindi forse alla portata degli osservatori. La cometa attraverserà per buona parte del mese porzioni di cielo entro i confini del Capricorno e dell'Acquario, per terminare la sua corsa nei Pesci. A fine aprile, ormai vicina al perielio previsto per il 9 maggio, secondo le previsioni più ottimistiche, potrebbe non essere distante dalla settima magnitudine: una luminosità che certamente invoglia a tentare l'osservazione. Il giorno **6 aprile** si troverà a circa un grado e mezzo dal globulare **M 72** e dall'asterismo **M 73**. L'**8 aprile** transiterà a un paio di gradi dalla celebre nebulosa planetaria **NGC 7009**, nota anche con il nome di **Nebulosa Saturno**.

C/2015 V2 Johnson

Pian pianino la Johnson si avvicina al perielio. Finora il suo andamento luminoso non è stato eclatante e anzi, la sua scarsa produzione di polveri comincia a destare qualche perplessità. C'è solo da sperare che si sia risparmiata per l'incontro con il Sole, in programma a giugno. Intanto in aprile la dovremo cercare tra le stelle dell'Ercole, già osservabile piuttosto proficuamente al termine della notte astronomica e poi per tutto il periodo di buio. La sua luminosità, partendo dall'ottava magnitudine, dovrebbe migliorare un pochino. Anche in questo caso ci troveremo dunque al cospetto di un oggetto ampiamente alla portata di piccoli strumenti.



Sopra. Il diagramma mostra l'andamento della magnitudine prevista per la cometa 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak. I punti in nero rappresentano le misurazioni compiute durante le osservazioni. In rosso l'andamento previsto della magnitudine. Crediti: Seiichi Yoshida (<http://www.aerith.net>).

Data	RA [h m s]	Dec [° '"]	Cost
2017-Mar-29 00:00	12 32 51,29	+62 45 05,9	UMa
2017-Mar-30 00:00	12 49 21,46	+63 30 02,3	Dra
2017-Mar-31 00:00	13 06 44,02	+64 06 30,7	Dra
2017-Apr-01 00:00	13 24 48,65	+64 33 51,6	Dra
2017-Apr-02 00:00	13 43 22,12	+64 51 36,8	Dra
2017-Apr-03 00:00	14 02 08,99	+64 59 32,3	Dra
2017-Apr-04 00:00	14 20 52,80	+64 57 39,2	Dra
2017-Apr-05 00:00	14 39 17,40	+64 46 14,2	Dra
2017-Apr-06 00:00	14 57 08,28	+64 25 47,9	Dra
2017-Apr-07 00:00	15 14 13,53	+63 57 02,1	Dra
2017-Apr-08 00:00	15 30 24,36	+63 20 46,6	Dra
2017-Apr-09 00:00	15 45 35,16	+62 37 55,3	Dra
2017-Apr-10 00:00	15 59 43,24	+61 49 23,5	Dra
2017-Apr-11 00:00	16 12 48,26	+60 56 05,0	Dra
2017-Apr-12 00:00	16 24 51,70	+59 58 50,3	Dra
2017-Apr-13 00:00	16 35 56,32	+58 58 26,0	Dra
2017-Apr-14 00:00	16 46 05,60	+57 55 33,6	Dra
2017-Apr-15 00:00	16 55 23,47	+56 50 49,6	Dra
2017-Apr-16 00:00	17 03 53,96	+55 44 45,7	Dra
2017-Apr-17 00:00	17 11 41,06	+54 37 49,2	Dra
2017-Apr-18 00:00	17 18 48,57	+53 30 23,0	Dra
2017-Apr-19 00:00	17 25 20,05	+52 22 46,4	Dra
2017-Apr-20 00:00	17 31 18,77	+51 15 15,3	Dra
2017-Apr-21 00:00	17 36 47,72	+50 08 02,9	Her
2017-Apr-22 00:00	17 41 49,59	+49 01 19,5	Her
2017-Apr-23 00:00	17 46 26,82	+47 55 13,6	Her
2017-Apr-24 00:00	17 50 41,58	+46 49 51,7	Her
2017-Apr-25 00:00	17 54 35,82	+45 45 18,4	Her
2017-Apr-26 00:00	17 58 11,31	+44 41 37,5	Her
2017-Apr-27 00:00	18 01 29,62	+43 38 51,3	Her
2017-Apr-28 00:00	18 04 32,16	+42 37 01,2	Her
2017-Apr-29 00:00	18 07 20,20	+41 36 08,1	Her
2017-Apr-30 00:00	18 09 54,90	+40 36 12,4	Her



Notte di Comete

di Claudio Pra

Osservo assiduamente il cielo stellato ormai da una ventina d'anni, un arco temporale che mi ha permesso di dedicarmi a svariati tipi di target, dal deep sky agli asteroidi, dalla Luna ai pianeti, dalle stelle doppie e variabili alle congiunzioni, alle eclissi e ad altri oggetti ancora. Tra tutti questi, tuttavia, le comete, nel corso del tempo, sono divenute i soggetti preferiti delle mie serate osservative.

Ne ho osservate, compresi i ritorni di alcune periodiche, circa 150, tutte visualmente: alcune molto luminose, altre discretamente brillanti, altre ancora molto modeste o quasi invisibili. Alcune le ho seguite "comodamente" da casa, ma più di frequentemente ho dovuto "spostare" il mio osservatorio su un valico dolomitico o addirittura in cima a una montagna, luoghi che ho

raggiunto all'alba o al tramonto. Capita spesso infatti che questi fantastici oggetti si facciano più belli in prossimità del Sole, con la conseguente necessità di spianarsi l'orizzonte per cercarli poco prima della levata o poco dopo il tramonto della nostra stella.

Sopra. Una magnifica fotografia della cometa Lovejoy C2013 R1: niente a che vedere con le comete di questo periodo ma introduce bene l'articolo dedicato all'osservazione compiuta da Claudio Pra sotto i cieli dolomitici. La foto è stata scattata al passo Tre Croci, il 7 dicembre 2013 da Giorgia Hofer. Doppia esposizione: 5 pose di 50 secondi inseguite per la cometa, più una posa statica di 30 secondi per il paesaggio.

Penso che le comete siano qualcosa di speciale, sempre particolari, mutevoli e sfuggenti, proprio come alcune donne, molto affascinanti, che si fanno desiderare e inseguire. Devo dire che ogni cometa che ho avuto il piacere di osservare è stata degna della mia attenzione e le tante peripezie e ore di sonno che ho perso sono state ripagate dalle emozioni che hanno saputo regalarmi.

Purtroppo però ho constatato che questi affascinanti soggetti sembrano invece essere piuttosto trascurati da tanti astrofili, a causa dell'inquinamento luminoso che rende anonimi anche i notevoli "astri chiomati" di quinta o sesta magnitudine (se non addirittura più luminosi), o perché spostandosi in cielo anche molto velocemente, risulta necessario pianificare con grande attenzione la loro osservazione o infine perché, come spiegavo sopra, si fanno inseguire e desiderare, costringendo a scomodi spostamenti e a osservazioni a ore improponibili.

Quattro comete in una notte

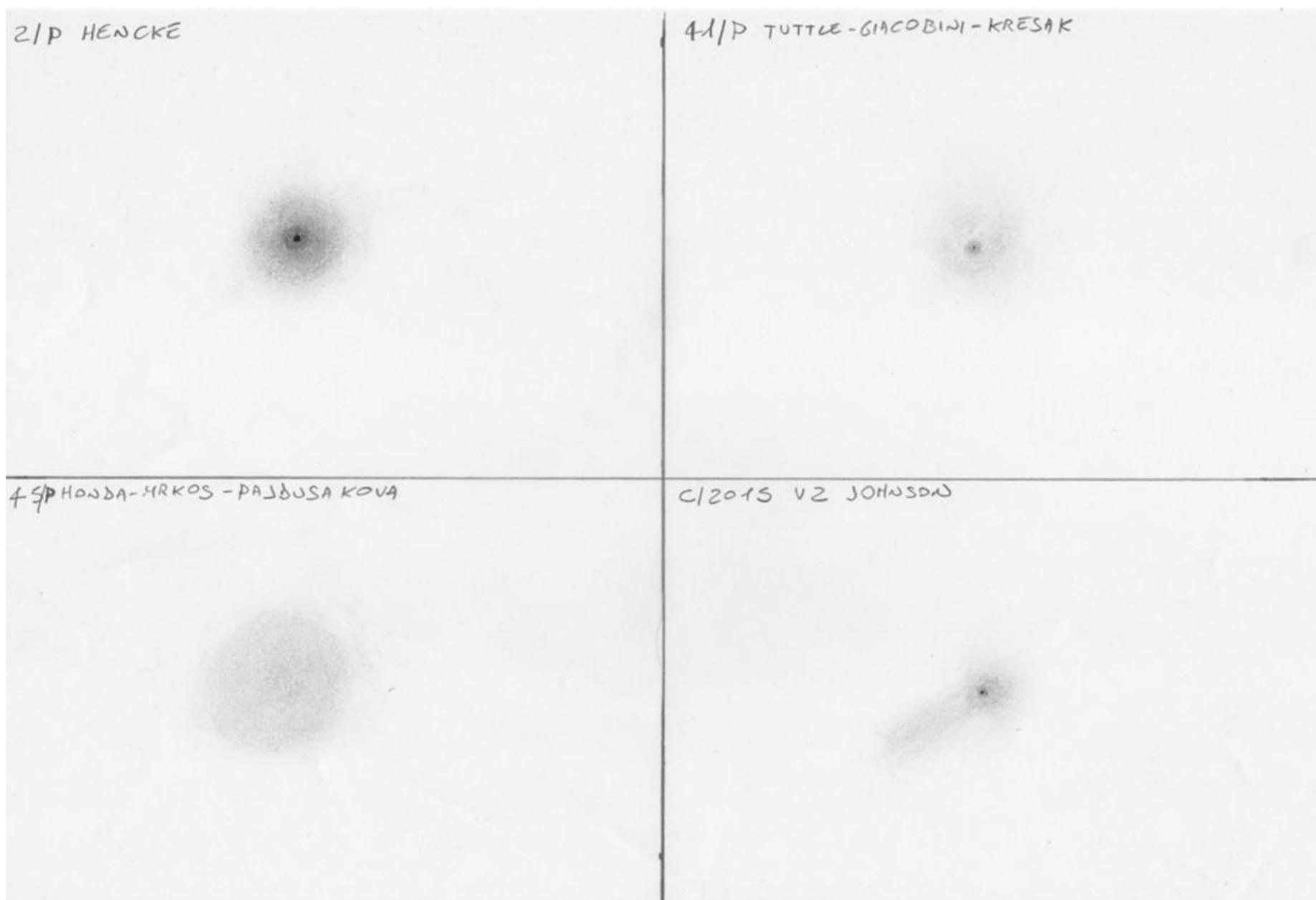
Sabato 25 febbraio 2017, ore 19:00 – Ho appena raggiunto in automobile il "Belvedere", un bel luogo che ovviamente, considerato il suo nome, non può che essere panoramico. Mi trovo a circa 1600 metri di quota e da qui l'orizzonte verso ovest è abbastanza libero. In quella direzione cercherò una cometa periodica di cortissimo periodo, la **2P/Encke**, che negli anni ho già osservato nel corso dei suoi ultimi tre passaggi nei pressi del Sole. Una vecchia amica insomma, con cui mi ritrovo puntualmente. Si trova vicino a Venere, appena più in basso, all'interno della costellazione dei Pesci. Il cielo è ancora piuttosto chiaro ma non avrò a disposizione molto tempo dato che la sagoma di una montagna mi nasconderà la Encke fra non molto. Così comincio subito a cercarla con il mio fido binocolone 20x90, avendo come unico punto di riferimento il pianeta più brillante del cielo. Da Venere mi sposto di circa sette gradi più in basso. Le prime ricerche si rivelano infruttuose e una leggerissima

Quando però si rende visibile una grande cometa, magari visibile facilmente anche a occhio nudo, ecco che il fenomeno diventa di massa. Purtroppo succede molto di rado e le ultime apparizioni spettacolari si sono concentrate principalmente nell'emisfero australe.

Ma pensando al presente, dopo un 2016 sottotono, il 2017 sembra offrire allettanti prospettive. Non c'è nessuna grande cometa all'orizzonte, anche se potrebbe sempre saltare fuori da un momento all'altro, ma bisogna ricordare alcuni interessanti oggetti cometari, osservabili con strumenti anche modestissimi: seguite le mie indicazioni che puntualmente potete trovare ogni mese nella rubrica comete della rivista. Il nuovo anno è cominciato da pochi mesi ma già qualcosa sta succedendo e voglio testimoniare coinvolgendovi nel ricordo della recente esperienza di una serata trascorsa all'inseguimento di ben quattro comete, le protagoniste dell'attuale e prossimo periodo.

velatura complica la ricerca. Se il cielo fosse più buio tutto sarebbe più semplice – penso tra me e me – basterebbe infatti centrare la stella di quarta magnitudine omega Piscium e poi risalire un po' per trovare l'oggetto. Dopo qualche minuto di infruttuose ricerche mi pare però di intuire una stellina sfocata... Eccola là! È proprio la Encke, al momento appena accennata. Con il passare dei minuti il cielo scurisce quanto basta per migliorare la visione, anche se non è ancora "scesa" la notte astronomica. Prima che la cometa sparisca dietro alla montagna, devo accontentarmi di osservarla nell'ultimo chiarore, redigendo quanto segue:

«Pur con un cielo non ancora completamente buio, la Encke riesce a emergere grazie alla sua compattezza. All'interno della chioma spicca un piccolo alone luminoso al cui centro è presente il falso nucleo stellare».



Non sono riuscito a vedere la coda, di solito molto più debole della chioma, la caratteristica che dona quel fondamentale tocco in più alle comete.

Contrariamente a quanto si crede, nell'osservazione visuale è difficile percepirla. In molti casi ci si deve limitare all'osservazione della testa. Ad ogni modo sono soddisfatto, un obiettivo è raggiunto e ora posso tornare a casa per cenare prima di concentrarmi sugli altri tre obiettivi che ho in mente.

Ore 21:30, dopo cena – Esco di casa, un'abitazione tipicamente di montagna, isolata in mezzo al bosco, dove il cielo è davvero buio. L'unico difetto, per quanto riguarda la possibilità di osservare il cielo, è la ridotta porzione di cielo a disposizione, che emerge tra le montagne e gli alberi. Raggiungo quindi lo strumento che mi ero premurato di sistemare all'aperto in precedenza, per far acclimatare le ottiche, accorgimento indispensabile per una resa osservativa ottimale. Per le tre comete che mi accingo a osservare sfodero l'artiglieria pesante, ovvero un riflettore da 30 cm di diametro f/4. Lo chiamo

affettuosamente "scaldabagno" per la somiglianza nella forma e nel colore (bianco) a uno di quei boiler che servono a scaldare l'acqua. È un tubone antiestetico e spartano che però dimostra eccellenti prestazioni sugli oggetti deboli. Lo fisso su una pesante montatura (AZ EQ6 Skywatcher) che ha il vantaggio di poter agire sia in equatoriale che in altazimutale. In questa occasione propendo per la configurazione altazimutale senza motorizzazione. È quasi come se avessi a disposizione un dobson. Eseguo il bilanciamento, collimo lo strumento e controllo che il cercatore sia allineato al tubo ottico. Quindi parto, lancia in resta, aiutandomi con un atlante stellare, puntando con il cercatore la testa del Leone e in particolar modo epsilon Leonis, stella di terza grandezza. Poi passo all'oculare a grande campo spostandomi un poco ed ecco che individuo facilmente la **41P/Giacobini-Tuttle-Kresak**, altra storica cometa periodica. Nei prossimi mesi dovrebbe crescere fino a rasentare la soglia della visibilità a occhio nudo, ma, per il momento, tutto quel che vedo si riduce a un piccolo batuffolo luminoso che, utilizzando anche



Sopra. La cometa **41/P Tuttle-Giacobini-Kresak** ripresa da Adriano Valvasori il 22 marzo 2017 alle 04:01 vicino alla galassia M108 e alla nebulosa planetaria M97 (PhotoCoelum).

un maggiore ingrandimento, descrivo così:

«Ancora debole ma piuttosto facile. È vicina a una stellina che disturba un pò la visione. Piccolina e moderatamente compatta presenta un falso nucleo piccolissimo e stellare al centro di un anellino luminoso. Poi la chioma più compatta che sfuma sempre più fino a lasciare spazio a una tenue nebulosità esterna abbastanza estesa. Nessuna traccia della coda».

La terza cometa della serata è a sua volta una periodica, la **45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova** che

ho già osservato alcuni anni fa. Completato il suo passaggio al perielio, ora sta transitando vicino alla Terra. Le ho dato un'occhiata poco più di un mese fa, quando era più lontana. In quell'occasione era bassissima in cielo, somigliante a una piccola stellina appena sfocata. Per trovarla non ho dovuto stampare una cartina particolareggiata, indispensabile per gli oggetti più deboli. Dovrebbe infatti essere discretamente luminosa e già rintracciabile con l'atlante stellare. Partendo da Zosma, luminosa stella del Leone, salgo più a nord fino ad arrivare a una stellina di sesta magnitudine nei pressi della cometa.

Passando all'oculare mi sposto in direzione di quest'ultima ma non vedo niente. Ricontrollo l'atlante e rifaccio il percorso tra le stelle più volte ma niente, della 45P nessuna traccia! Possibile? Eppure la segnalano di ottava magnitudine, una luminosità alla portata di un binocolo, figuriamoci di un 30 cm. Provo e riprovo senza risultati finché ho l'impressione di intuire una debolissima estesa chiazza quasi trasparente. Mi concentro su quel fantasma e in effetti ho ragione! La 45P non è la classica cometa: sembra piuttosto una debolissima nebulosa planetaria che diluisce la sua luminosità su una vasta area, risultando quindi difficilissima. La descrivo così:

«Un autentico fantasma del cielo, estesa e completamente diffusa, una bolla eterea di una decina di primi d'arco, molto ostica da staccare dal fondo cielo».

Arrivato a questo punto, per osservare il prossimo target dovrò attendere circa un paio di ore. L'orizzonte limitato mi nasconde infatti l'ultimo obiettivo, la **C/2015 V2 Johnson**. In questo caso si tratta di un debole oggetto ancora lontano – ma in avvicinamento – che si affaccia per la prima volta dalle nostre parti. Fra qualche mese dovrebbe raggiungere (secondo le previsioni) la sesta

magnitudine e quindi risultare una bella cometa. Nell'attesa rientro in casa dove posso scaldarmi. La serata non è freddissima, la temperatura è di circa un paio di gradi sotto lo zero, un nonnulla in confronto ad altre osservazioni invernali che ho compiuto in passato! Esco nuovamente intorno alla mezzanotte puntando il mio *scaldabagno*... pardon, il mio riflettore, verso la costellazione di Ercole. Trovo facilmente la Johnson, ancora debole ma compatta, che mostra anche una debole coda. Finalmente una cometa con tutti i crismi! Ecco la mia descrizione:

«Chioma moderatamente diffusa al cui centro mi sembra di intuire un falso nucleo stellare. Intuibile anche una debole codina allargata lunga un paio di primi d'arco».

A questo punto la caccia è conclusa e posso dirmi soddisfatto.

Dopo aver adempiuto alla parte più faticosa e meno gratificante della serata, ovvero riporre tutta la strumentazione in casa, posso chiudere la porta, non prima di aver gettato un'ultima occhiata lassù al cielo, tra le stelle. È un rito che ripeto sempre, accompagnato da un pensiero di ringraziamento per le meraviglie che ho potuto ammirare.



La cometa **C/2015 V2 Johnson** ripresa da Adriano Valvasori il 31 gennaio 2017 alle 12:01.

Un febbraio molto avaro...

Dopo aver vissuto un gennaio scoppiettante con ben tre scoperte italiane targate tutte ISSP, l'ultimo mese ci ha riportato spietatamente con i piedi per terra. Purtroppo infatti febbraio è stato decisamente avaro di scoperte al punto che nessuna è stata messa a segno dai team italiani. Non che ci sia da stupirsi (anche se ultimamente i team italiani hanno nel loro paniere numerosissime scoperte), è qualcosa da mettere sempre in conto: a volte capita per via delle avverse condizioni meteo, che ci costringono a tenere a riposo i nostri strumenti, nonostante il nostro pensiero sia sempre tra le stelle; altre volte, più facilmente, si manca il momento giusto per scoprire quegli eventi tanto ricercati, lasciando l'onore e l'emozione della scoperta a qualcun altro.

Se seguite assiduamente questa rubrica, saprete quale emozione regali la scoperta di una supernova, quel piccolo puntino luminoso che

improvvisamente e inaspettatamente appare sulle immagini di quelle numerose e bellissime galassie che periodicamente i "cacciatori di supernovae" controllano ma nel contempo ammirano. Potrete comprendere meglio ciò che proviamo e soprattutto potrete scoprire come andare alla ricerca di questi affascinanti ed estremi eventi cosmici, leggendo lo speciale "A Caccia di Supernovae" pubblicato su Coelum Astronomia 208. Scoprirete anche che gli astrofili, nonostante la dura concorrenza dei programmi automatizzati di scansione del cielo, hanno ancora un ruolo importante in questa ricerca scientifica, contribuendo in modo significativo alla conoscenza di questi fenomeni celesti. Quindi, nella rubrica di questo mese, in assenza di scoperte italiane, proseguiamo con il ciclo di interviste ai primi dieci scopritori amatoriali di supernovae al mondo.

Intervista a Jack Newton

di Fabio Briganti e Riccardo Mancini

Il personaggio che andremo a conoscere in questo numero è il canadese Jack Newton numero 2 della Top Ten, nato il 13 agosto 1942 a Winnipeg, Manitoba, in Canada. Nel periodo estivo, da aprile a ottobre, Jack vive a Osoyoos, British Columbia, in Canada, mentre nel periodo invernale da novembre a marzo si trasferisce in Arizona negli U.S.A.



Quando è iniziata la tua passione per l'astronomia?

All'età di 13 anni ottenni la mia prima fotografia

astronomica per dimostrare ai compagni di scuola che avrei potuto immortalare i crateri sulla Luna con un piccolo telescopio da 2 pollici. Dal

momento poi in cui vidi gli anelli intorno a Saturno rimasi irrimediabilmente catturato da questa stupenda passione. Inoltre, in quegli anni, c'erano poche fotografie astronomiche disponibili, e tutte ottenute con grandi strumenti professionali, come il telescopio da 100 pollici sul Monte Wilson, e perciò volevo vedere cosa avrei potuto fare con la mia modesta strumentazione amatoriale.

Quando hai iniziato la ricerca di supernovae extra galattiche?

Ho iniziato a interessarmi alla ricerca di supernovae alla fine del 1999, quando entrai a far parte del team di Tim Puckett, e dal quel momento in poi è diventata la mia attività principale. Il 4 luglio 2000 ottenni la mia prima scoperta, la SN2000ct in un'anonima galassia posta a sudovest di IC4638.

Fra le tue numerose scoperte (162) qual è stata quella di maggior interesse o comunque quella che ti ha regalato l'emozione più grande?

Ogni scoperta è qualcosa di veramente esaltante e mi ripaga ampiamente dei sacrifici fatti per ottenerle. Naturalmente la prima scoperta è quella che non si scorda mai: in quel momento vedi realizzare un tuo sogno cercato fortemente. Però, la mia scoperta di maggior interesse e che mi ha regalato un'immensa felicità è stata la SN20100, scoperta il 24 gennaio 2010 nella galassia NGC3690 nella costellazione dell'Orsa Maggiore. NGC3690 è in collisione con la galassia IC694 e perciò questa supernova suscitò subito grande interesse da parte dei ricercatori che utilizzavano il telescopio spaziale Hubble, che riuscì a individuare la stella progenitrice. Questa scoperta mi permise di entrare a far parte di un gruppo di 11 membri guidato dal Dr. Howard E. James dello Space Telescope Science Institute di Baltimora, Maryland, Stati Uniti. Sono stato il primo astrofilo canadese a essere assegnato a un programma professionale di ricerca al HST!

Quale strumentazione utilizzi attualmente e con quali metodologie di ricerca?

Dispongo di due Osservatori, uno in Arizona e uno in British Columbia. In Arizona ho due cupole da 5 metri e un tetto scorrevole. La cupola sopra la mia casa contiene un telescopio Meade RCX400 da 50 cm con in parallelo un rifrattore APO da 15 cm, su cui è montato un coronografo con filtro H-alfa. Nella cupola separata dalla casa ho invece un telescopio Zambuto da 50 cm (F.4), mentre sotto il tetto scorrevole sono alloggiati due telescopi Meade LX200 da 35 cm e 40 cm dedicati esclusivamente alla ricerca di supernovae. Nell'Osservatorio in British Columbia ho una cupola da 5 metri sopra il tetto della casa, dov'è alloggiato un telescopio Meade LX200 da 40 cm con in parallelo un rifrattore APO Meade da 12,5 cm e un rifrattore Borg da 10 cm (F.4). Quando entrambi gli Osservatori fanno ricerca di supernovae, quello in Arizona è automatizzato e controllato in remoto, e riesco a ottenere fino a 1200 immagini per notte...

Cosa ti entusiasma di più in questo tipo di ricerca?

Naturalmente quello che mi entusiasma di più è realizzare una scoperta. Sia perché è molto gratificante e dà lo stimolo per proseguire in questo tipo di ricerca, ma anche perché in questo modo riesco a dare un mio contributo alla scienza astronomica, anche da semplice dilettante. Portare avanti la ricerca di supernovae mi ha aperto tante opportunità e mi ha permesso di entrare in contatto con Osservatori professionali come per esempio il Dominion Astrophysical Observatory a Victoria in British Columbia, che ha ottenuto molti degli spettri delle supernovae scoperte da me e dal nostro team.

Concludo però con una considerazione non troppo ottimistica per noi amatori. Quando il progetto PanStars sarà completamente operativo, utilizzando tre telescopi (attualmente è operativo solo il primo) le nostre opportunità di scoperta saranno purtroppo notevolmente ridotte. Ma andiamo comunque avanti, impegnandoci con grande costanza, in questa stupenda caccia alle stelle che esplodono!

APRILE

1 aprile 2017

02:12 - La cometa **41P Tuttle-Giacobini-Kresak** alla minima distanza dalla Terra (0,142 UA = 55,2 LM; velocità relativa = 8,60 km/s; $m = +5,6$ (?); el. = 110°; AR = 13h 26,5m; Dec = +64°35,5'; Draco/Dra).

12:00 - **Mercurio** alla massima elongazione (19°; dist. Terra = 0,888 UA; $m = -0,1$; diam. = 7,6"; visibilità serale).

20:08 - La **Luna** (h = 48°; fase = 28%) occulta (immersione lembo oscuro) la stella **SAO 94227** ($m = +5,5$) con AP = 87°. L'occultazione termina alle 21:18 (h = 36°; AP = 265°).

20:10 - La **Luna** (h = 48°; fase = 27%) passa 4,9° a nordest di **Aldebaran** (alfa Tauri; $m = +0,9$).

Osserva i fenomeni del mese e carica le tue foto!

Pubblica in PhotoCoelum i risultati delle tue osservazioni! Le immagini più belle saranno pubblicate sulla rivista!

1. Esegui il Log-In o Registrati su www.coelum.com
2. Accedi alla sezione PhotoCoelum
3. Carica le tue immagini con i dettagli della ripresa.

2 aprile 2017

08:36 - La luminosità di **Mercurio** diminuisce e diventa di magnitudine positiva (dist. Terra = 0,866 UA; $m = 0,0$; diam. = 7,6"; el. = 19°; Ariete).

09:38 - Inizia la rotazione di Carrington n. 2189.

1

2

3

4

3 aprile 2017

00:24 - L'asteroide **(105) Artemis** in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 1,071 UA; $m = +10,6$; el. = 176°).

18:00 - La **Luna** alla massima declinazione nord (+18° 31').

20:39 - Luna al Primo Quarto.

4 aprile 2017

02:43 - L'asteroide **(205) Martha** ($m = +14,8$) occulta la stella **TYC 5732-02231-1** ($m = +12,4$). Si prevede una caduta di luminosità di 2,5 magnitudini per una durata di 3,4 secondi. La linea teorica attraversa il Nord Italia (www.asteroidoccultation.com).

11:00 - L'asteroide **(387) Aquitania** in opposizione nel Bootes (dist. Terra = 1,645 UA; $m = +11,2$; el. = 153°).

17:00 - **Plutone** alla massima declinazione nord (-21° 11' 29").

22:43 - La **Luna** (h = 51°; fase = 62%) occulta (immersione lembo oscuro) la stella **3 Cancri** (SAO 97472; $m = +5,6$) con AP = 49°.

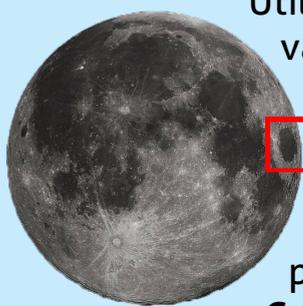
L'occultazione termina alle 23:24 (h = 44°; AP = 340°).

Ti piace la Guida
Osservativa di Coelum?
Condividila con i tuoi amici!

NGC 1055 nella costellazione della Balena. È una galassia a spirale, circa il 15% più grande della Via Lattea. NGC 1055 non mostra i caratteristici bracci vorticosi di una spirale, perchè è vista di taglio. Sono visibili comunque strani intrecci nella struttura, causati probabilmente dall'interazione con una grande galassia vicina. Crediti: ESO.

6 aprile 2017

12:16 - La Luna alla massima librazione est ($6,1^\circ$; AP = 75°); favorita l'osservazione del Mare Crisium.



Utili consigli, sempre validi, per osservare il **Mare Crisium** e i suoi dintorni nella rubrica di **Francesco Badalotti** pubblicata in **Coelum n. 208**.

5 aprile 2017

12h - **Urano** ($m = +5,9$) in transito nel campo del coronografo LASCO C3 fino al 22 aprile.

22:00 - **Giove** ($h = 23^\circ$; $m = -2,5$) passa 10' a sudest di **theta Virginis** (SAO 139189; $m = +4,4$).

23:10 - **Saturno** stazionario in ascensione retta: il moto da diretto diventa retrogrado.

7 aprile 2017

00:50 - Per circa quattro ore è osservabile la "maniglia d'oro" (Golden handle) sulla Luna: il Sole sorge sui Montes Jura illuminandoli, mentre il Sinus Iridum ai loro piedi è ancora in ombra. L'effetto è quello di un arco brillante che si staglia sul terminatore.

04:00 - La **Luna** ($h = 9^\circ$; fase = 83%) passa $2,4^\circ$ a sud di **Regolo** (alfa Leonis; $m = +1,4$).

11:15 - La cometa **41P Tuttle-Giacobini-Kresak** alla massima luminosità (dist. Terra = 0.145 UA = 56.6 DL; vel. Relativa = 8.44 km/s; $m = +5,5$ (?); el. = 105° ; Drago).

17:25 - La **Luna** al nodo ascendente.

23:40 - **Giove** in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 4.455 UA; $m = -2,5$; diam. = 44,2").

8 aprile 2017

02:05 - L'asteroide (**952**) **Caia** ($m = +14,7$) occulta la stella **TYC 0282-00632-1** ($m = +11,9$). Si prevede una caduta di luminosità di 2,9 magnitudini per una durata di 5,5 secondi. La linea teorica attraversa il Nord Italia (www.asteroidoccultation.com).

06:25 - Librazione lunare minima.

21:30 - **Marte** ($h = 10^\circ$; $m = +1,5$) passa $1,4^\circ$ a sudest di **Botein** (delta Arietis; $m = +4,3$).

5

6

7

8

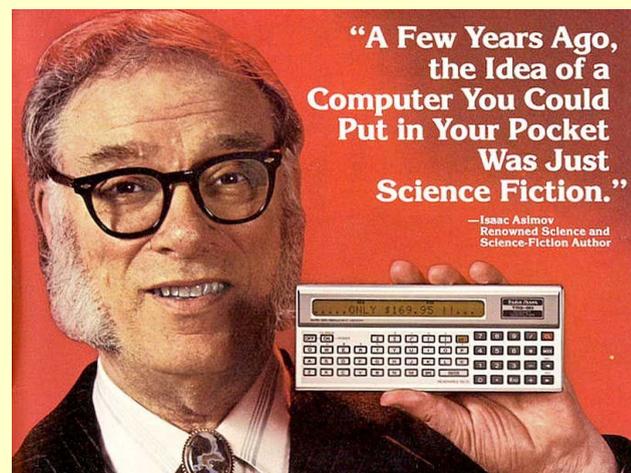
6 aprile 647 (o 648) AC - **Anniversario**

Si verifica l'Eclisse Totale di Sole nota come quella di **Archiloco**, il poeta greco nativo dell'isola di Paro, dell'arcipelago delle Cicladi, vissuto probabilmente nel VII sec. a.C. La datazione è legata proprio all'evento astronomico da lui descritto nel frammento che segue (**Fr. 122 West**), identificato con l'eclisse che ha attraversato il mediterraneo nel 647 (o 648) a.C.; esiste anche la possibilità però che la registrazione del poeta sia da attribuire a una eclissi precedente, quella verificatasi nell'anno 710 (711) a.C., il che ante daterebbe l'attività di Archiloco al periodo compreso fra VIII e VII secolo.

*Di cose non ve n'è alcuna che non ci si possa attendere,
né che si possa escludere con giuramento,
né che susciti meraviglia, da quando Zeus, padre degli Olimpî,
di mezzogiorno fece notte, avendo nascosto la luce del sole che splendeva,
ed un agghiacciante terrore invase gli uomini. Da allora
tutte le cose diventano credibili e attendibili per gli uomini.
Nessuno di voi più si stupisca a tal vista, neppure
qualora le fiere ricevano in cambio dai delfini il pascolo marino
e ad esse le risonanti onde del mare diventino più gradite
della terraferma, e per quelli invece sia più gradito immergersi
tra gli anfratti del monte.*

06 aprile 1992 - **Anniversario**

Muore **Isaac Asimov** (1920-92), biochimico sovietico naturalizzato statunitense è stato uno dei massimi scrittori di fantascienza e un grande divulgatore scientifico. Le sue opere sono infatti considerate una pietra miliare sia nel campo della fantascienza sia in quello della divulgazione scientifica. È autore di una vastissima e variegata produzione, stimata intorno ai 500 volumi pubblicati, che spazia dagli argomenti scientifici al romanzo poliziesco, dalla fantascienza umoristica e alla letteratura per ragazzi.



10 aprile 2017

05:20 - La Luna (h = 12°; fase = 99%) passa 3,1° a sudovest di **Porrima** (gamma Virginis; m = +2,8).

9 aprile 2017

00:52 - **Giove** alla minima distanza dalla Terra (4,455 UA; m = -2,5; diam. = 44,2"; el. 178°; Vergine).

06:40 - L'asteroide **(416) Vaticana** in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 1,399 UA; m = +10,9; el. = 166°).

15:08 - **Mercurio** alla massima declinazione nord (+16° 02").

23:50 - La Luna (h = 47°; fase = 98%) passa 35' a nordest di **Zaniah** (eta Virginis; m = +3,9).

11 aprile 2017

00:36 - La Luna (h = 42°; fase = 100%) passa 1,5° a nordest di **Giove** (m = -2,5).

08:08 - **Luna Piena**.

05:12 - L'asteroide **(63) Ausonia** in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 1,270 UA; m = +10,1; el. = 173°).

05:20 - La Luna (h = 17°; fase = 100%) passa 6,6° a nordovest di **Spica** (alfa Virginis; m = +1,1).

9

10

11

12

12 aprile 2017

01:50 - La Luna (h = 40°; fase = 99%) occulta la stella **SAO 139669** (m = +6,6) con AP = 78°. L'occultazione termina alle 02:59 (h = 37°; AP = 334°).

12h - **Urano** (m = +5,9) in transito nel campo del coronografo **LASCO C2** fino al 16 aprile.

20:00 - La cometa **41P Tuttle-Giacobini-Kresak** al perielio: minima distanza dal SOle (1,045 UA; dist. Terra = 0.152 UA = 59 DL; velocità relativa = 8.30 km/s; m = +5,6 (?); el. = 102°; Drago).

12 aprile 1961 - **Anniversario**

Viene lanciata la sonda sovietica **Vostok 1** con a bordo **Yuri Gagarin** (1934-68). Si tratta della prima missione umana nello spazio.

Leggi lo speciale: "HO VISTO LA TERRA... È COSÌ BELLA" pubblicato su **Coelum n. 40 - Aprile 2001**.

NGC 1055 nella costellazione della Balena. È una galassia a spirale, circa il 15% più grande della Via Lattea. NGC 1055 non mostra i caratteristici bracci vorticosi di una spirale, perchè è vista di taglio. Sono visibili comunque strani intrecci nella struttura, causati probabilmente dall'interazione con una grande galassia vicina. Crediti: ESO.

13 aprile 2017

05:00 - La Luna (h = 26°; fase = 97%) passa 3,9° a nordovest di **Zuben Elgenubi** (alfa Librae; m = +2,8).

15 aprile 2017

00:10 - La Luna (h = 11°; fase = 88%) passa 4,6° a nordest di **Graffias** (beta Scorpii; m = +2,6) e 9,7° a nord di **Antares** (m = +1,0).

11:21 - L'equazione del tempo è nulla: il mezzogiorno vero e quello medio coincidono.

12h - **Mercurio** (m = +6,0) in transito nel campo del coronografo LASCO C3 fino al 24 aprile.

16:28 - La Luna all'apogeo: massima distanza dalla Terra (411 240 km; diam. = 29' 03").

13

14

15

16

14 aprile 2017

01:48 - La Luna (h = 30°; fase = 93%) occulta la stella **Zuben Elakrab** (gamma Librae; m = +3,9) con AP = 106°. L'occultazione termina alle 03:16 (h = 33°; AP = 296°).

06:04 - L'asteroide **(230) Athamantis** in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 1,533 UA; m = +10,6; el. = 171°).

06:30 - **Urano** alla massima distanza dalla Terra (20,933 UA; m = +5,9; diam. = 3,4").

07:20 - **Urano** in congiunzione eliaca (el. = 33,6' dal centro del Sole; dist. Terra = 20,933 UA).

16:38 - La Luna alla massima librazione sud (6°; AP = 181°); favorita l'osservazione del Polo Sud.

20:37 - L'asteroide **(442) Eichsfeldia** (m = +15,1) occulta la stella **TYC 1311-02119-1** (m = +11,4). Si prevede una caduta di luminosità di 3,7 magnitudini per una durata di 2,1 secondi. La linea teorica attraversa il Centro Italia (www.asteroidoccultation.com).

16 aprile 2017

00:30 - La Luna (fase = 81%) sorge 3° a sudovest di **Sabik** (eta Ophiuchi; m = +2,3).

10:52 - L'asteroide **(47) Aglaja** in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 1,970 UA; m = +11,8; el. = 177°).

20 aprile 1786 - Anniversario



Muore giovanissimo (per una polmonite contratta durante le osservazioni notturne) l'astronomo dilettante inglese **John Goodricke** (1764-86). Scopritore della variabilità di alcune stelle (fra cui quella di Delta Cephei, il prototipo di una delle più celebri e studiate classi di stelle variabili), nel 1782 propose, fra l'incredulità degli astronomi del tempo (incluso W. Herschel) l'ipotesi che le variazioni periodiche di luminosità della stella **Algol (beta Persei)** fossero dovute ad eclissi reciproche di due stelle, una luminosa e l'altra quasi oscura, che orbitavano attorno a un comune centro di massa.

A sinistra. Nell'animazione, realizzata con 55 immagini del CHARA interferometer in the near-infrared H-band), è visibile la componente più debole **Algol B** orbitare attorno Algol A in un periodo di 2,87 giorni (2 giorni, 20 ore e 49 minuti). La separazione delle due stelle è di solo 0,062 Unità astronomiche. Cortesia F. Baron, A. Arbor, CHARA CC BY-SA 3.0.

20 aprile 1928 - Anniversario

Nasce l'astronomo e matematico inglese **Gerald S. Hawkins** (1928-2003), morto prematuramente d'infarto il **26 maggio 2003**. Docente presso l'Università di Boston e astronomo di fama internazionale, è principalmente noto per i suoi studi nel campo dell'archeoastronomia, che rivoluzionò negli anni '60 introducendo per primo l'analisi quantitativa – avvalendosi di computer – delle correlazioni astronomiche di antichi monumenti megalitici quali Stonehenge (vedi anche "La teoria dei gradini mentali" su Coelum . 181 - Maggio 2014).

17 18 19 20

17 aprile 2017

01:15 - La Luna (fase = 73%) sorge 3,9° a est di **Saturno** ($m = +0,4$).

06:36 - La Luna alla massima declinazione sud ($-19^{\circ} 50'$).

10:40 - L'asteroide **(202) Chryseis** in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 1,947 UA; $m = +11,7$; el. = 167°).

19 aprile 2017

05:10 - **Venere** ($m = -4,7$) sorge 24' a est di **lambda Piscium** (SAO 128336; $m = +4,5$).

08:56 - La cometa **C/2015 ER61 Pan-STARRS** alla minima distanza dalla Terra (1,178 UA; $m = +9,9$ (?); el. = 60° ; Acquario).

13:54 - Luna all'Ultimo Quarto.

14:21 - L'asteroide **2014 JO25** alla minima distanza dalla Terra (0,012 UA pari a 4,6 DL; $m = +11,2$; diam. stimato = 1 km; velocità relativa = 33,6 km/s; el. = 101; Drago).

22:12 - L'asteroide **2014 JO25** alla massima luminosità ($m = +10,7$; dist. Terra = 0,014 UA pari a 5,2 DL; velocità relativa = 33,6 km/s; el. = 126; Cani da caccia).

23:28 - L'asteroide **(12) Victoria** in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 1,279 UA; $m = +9,8$; el. = 173°).

20 aprile 2017

07:00 - **Plutone** stazionario in ascensione retta: il moto da diretto diventa retrogrado.

11:12 - **Mercurio** in congiunzione eliaca inferiore (sep. = $1,6^{\circ}$; dist. Terra = 0,575 UA).

12h - **Mercurio** ($m = +6,0$) in transito nel campo del coronografo **LASCO C2** fino al 21 aprile.

13:33 - La cometa **103P Hartley 2** alla minima distanza dalla Terra (2,062 UA; el. = $5,5^{\circ}$; Ariete).

14:16 - La cometa **103P Hartley 2** al perielio: minima distanza dal Sole (1,066 UA; dis. Terra = 2,062 UA; el. = $5,5^{\circ}$; Ariete).

Osserva i fenomeni del mese e carica le tue foto!

Pubblica in PhotoCoelum i risultati delle tue osservazioni! Le immagini più belle saranno pubblicate sulla rivista!

1. Esegui il Log-In o Registrati su www.coelum.com
2. Accedi alla sezione PhotoCoelum
3. Carica le tue immagini con i dettagli della ripresa.

21 aprile 2017

21:30 - Marte ($h = 9^\circ$; $m = +1,6$) passa $3,5^\circ$ a sudest dell'ammasso aperto delle Pleiadi (M45).

23 aprile 2017

11:48 - Mercurio alla minima distanza dalla Terra (0,568 UA; $m = +5,3$; diam. = 11,8"; el. = $5,3^\circ$).

14:00 - L'asteroide (55) Pandora in opposizione nella Vergine (dist. Terra = 2,126 UA; $m = +12,0$; el. = 176°).

21

22

23

24

22 aprile 2017

02:44 - La Luna alla massima librazione ovest ($7,3^\circ$; AP = 273°); favorita l'osservazione del cratere Grimaldi.

18:10 - La Luna al nodo discendente.

24 aprile 2017

05:40 - La Luna (fase = 8%) sorge $7,5^\circ$ a sud di Venere ($m = -4,7$).

15h - Venere alla massima luminosità ($m = -4,75$).

NGC 1055 nella costellazione della Balena. È una galassia a spirale, circa il 15% più grande della Via Lattea. NGC 1055 non mostra i caratteristici bracci vorticosi di una spirale, perchè è vista di taglio. Sono visibili comunque strani intrecci nella struttura, causati probabilmente dall'interazione con una grande galassia vicina. Crediti: ESO.

27 aprile 2017

14:06 - La Luna al perigeo: minima distanza dalla Terra (353 776 km; diam. = 33' 46").

28 aprile 2017

00:08 - Venere alla massima declinazione sud (+01° 28').

04:42 - La Luna alla massima librazione nord (7°; AP = 4°); favorita l'osservazione del Mare Frigoris.

05:50 - Mercurio (m = +3,2) sorge 13' a sudovest di Urano (m = +5,9).

20:26 - La Luna (h = 21°; fase = 8%) occulta (immersione lembo oscuro) **Aldebaran** (alfa Tauri; m = +0,9) con AP = 84°. L'occultazione termina alle 21:22 (h = 11°; AP = 269°).

20:36 - La Luna (h = 19°; fase = 7%) passa 7,7° a sud di Marte (m = +1,6).

25

26

27

28

26 aprile 2017

06:30 - Mercurio al nodo discendente.

14:16 - Luna Nuova.

21:30 - Marte (h = 9°; m = +1,6) passa 38' a nordest di **37 Tauri** (SAO 76430; m = +4,4).

NGC 1055 nella costellazione della Balena. È una galassia a spirale, circa il 15% più grande della Via Lattea. NGC 1055 non mostra i caratteristici bracci vorticosi di una spirale, perchè è vista di taglio. Sono visibili comunque strani intrecci nella struttura, causati probabilmente dall'interazione con una grande galassia vicina. Crediti: ESO.

29 aprile 2017

17:04 - Inizia la rotazione di Carrington n. 2190

21:35 - La Luna (h = 20°; fase = 15%) passa 3° a est di zeta Tauri (m = +3,0).

29

30

31

30 aprile 2017

17:04 - La Luna alla massima declinazione nord (+18°49').

21:30 - Marte (h = 8°; m = +1,6) passa 1,4° a nordovest di omega 2 Tauri (SAO 76532; m = +4,9).

21:35 - La Luna (h = 32°; fase = 25%) passa 2,4° a nordovest di Alhena (gamma Geminorum; m = +2,0).

Note all'utilizzo del calendario degli eventi: nella tabella vengono fornite data e ora (in TMEC = Tempo Medio dell'Europa Centrale) dei principali fenomeni celesti del mese, nonché le ricorrenze di avvenimenti storici correlati all'astronomia e all'esplorazione spaziale. Dove non diversamente specificato, gli orari e i dati degli eventi riportati sono da intendersi topocentrici, ovvero riferiti alla posizione geografica di un osservatore posto a Long. 12° est; Lat. 42° nord; inoltre, le congiunzioni sono in riferimento altazimutale. Si prenda nota del fatto che gli istanti relativi a fenomeni quali le occultazioni asteroidali e lunari, possono variare di qualche minuto per un osservatore la cui posizione si discosti da quella indicata. Le distanze angolari degli oggetti celesti sono da intendersi calcolate da centro a centro. Sono riportate le opposizioni di tutti gli asteroidi la cui luminosità apparente risulti inferiore alla mag. +12; per dist. si intende la distanza dalla Terra. Dove si riporta l'Angolo di Posizione AP di un oggetto rispetto ad un altro si deve intendere contato a partire da nord, in senso antiorario.

MOSTRE E APPUNTAMENTI

Gruppo Astrofili DEEP SPACE

Il Planetario di Lecco, Corso Matteotti 6, è aperto sabato e domenica con due proiezioni: ore 15:00 e ore 16:30, il primo sabato del mese è dedicato ai bambini (fascia d'età dai 3 ai 7 anni).

Proiezioni serali, inizio ore 21:00:

07.04: "Sorgono le galassie, regine del cielo primaverile" di Mery Ravasio.

Le **conferenze serali** iniziano alle ore 21:00, dopo le quali è possibile osservare gli oggetti del Cielo con i Telescopi del Gruppo.

31.03: "Astronautiche: disastri sfiorati e taciuti, scherzi e figuracce degli astronauti, effetti inaspettati della vita a zero G", Paolo Attivissimo, giornalista scientifico.

12.04: **Yuri's night**, serata di celebrazione del primo volo umano nello spazio con Gianpietro Ferrario.

14.04: "Navigare con le stelle: l'astronomia dei marinai" con Loris

Lazzati.

21.04: "Selfie spaziali: piccoli grandi segreti negli autoscatti di sonde e astronauti" di Laura Proserpio, Max Planck Institute di Fisica Extraterrestre.

28.04: Serata di osservazione astronomica con i telescopi del Gruppo Deep Space dal piazzale di partenza della funivia dei Piani d'Erna (la partecipazione è gratuita).

Per info: Tel. 0341.367584
www.deepspace.it

Società Astronomica Fiorentina

Continua il ciclo di conferenze e serate osservative organizzate dalla S.A.F. ONLUS presso (ove non indicato diversamente) l'IIS "Enriques Agnoletti", Via Attilio Ragionieri n.47 Sesto Fiorentino, Firenze.

Ingresso libero, inizio ore 21:15:

04.04: "Onde Gravitazionali:

novità?" con il Prof. Ruggero Stanga.

12.04: Apertura della Biblioteca e Serata Osservativa.

20.04: "Supernova" con Leonardo Malentacchi. Presso il " Punto lettura Luciano Gori " in via degli abeti, 3, Isolotto.

27.04: Serata osservativa alla BiblioteCanova, via Chiusi, 4/3 A Isolotto.

Per l'aggiornamento del resto del programma autunnale consultare il sito della Società.

Per info: cell. 377.1273573 -

presidente@astrosaf.it

www.astrosaf.it

Fondazione Clément Fillietroz-ONLUS

Osservatorio Astronomico della Regione Autonoma Valle d'Aosta, sito nella valle di Saint-Barthélemy. Tutto l'anno, ogni sabato, visite guidate diurne e notturne in





Incontri di Astronomia

Dott. Matteo SERRA
Fisico e Comunicatore della Scienza

04 aprile 2017 ore 21.30

**04 aprile:** "Onde anomale" con l'astrofisico Matteo Serra
06 aprile: LIFT-OFF - Diretta streaming di esplorazione spaziale
13 aprile: Corso di astrofotografia on line
27 aprile - Diretta streaming di aggiornamento astronomico
Dettagli: www.astronomiamo.it

ABBIAMO ORGANIZZATO IL MESE DELL'ASTRONOMIA ALLA LUDOTECA AMÉLIE A ROMA
info su <http://www.ludotecheamelie.com/>



Osservatorio Astronomico e proiezioni al Planetario. Tutti gli eventi e le visite richiedono la prenotazione.

08-09.04: Yuri's Week

nell'anniversario del volo nello spazio di Yuri Gagarin.

15.04: "Merenda mitica leggende e realtà delle costellazioni" con merenda a seguire.

23-25.04: Aperture straordinarie di Osservatorio Astronomico e Planetario in occasione della **Festa della Liberazione.**

Informazioni e prenotazioni:

Tel. +39 0165 770050 - Cell. 333 6574963

e-mail: info@oavda.it

www.oavda.it

**ATA - Associazione
Tuscolana di Astronomia
"Livio Gratton"**

L'ATA vuole rendere la scoperta dell'Universo una esperienza condivisa, mettendo in connessione Associazioni, Scuole, Istituzioni, Enti culturali e di Ricerca, per far sì che... l'astronomia e la scienza siano patrimonio di tutti. L'ATA dispone di varie strutture e sedi per

le sue attività, prima fra tutte l'Osservatorio Astronomico F. Fuligni, ospitato presso il Comune di Rocca di Papa (frazione Vivaro).

Programma AstroIncontri c/o Osservatorio "Fuligni" – Ore 21:00

07.04: Stelle in Famiglia: "Stella o Pianeta?" (fascia di età preferenziale 6-10 anni).

14.04: Stelle e Scienza:

"Trappist-1: 7 pianeti terrestri (...e forse una birreria!) a 40 anni Luce da noi"

21.04: Stelle Astrofile: "Chi ha inventato le Costellazioni?"

28.04: Night Star Walk: gli esperti astrofile dell'ATA vi

accompagneranno in una passeggiata colma di suggestioni cosmiche e naturalistiche lungo i sentieri dei Pratonì del Vivaro.

05.05: Stelle e Scienza: "C'è, si sente, ma non si vede...non per niente è Materia Oscura!"

Incontri di scienza 2017 – Alla ricerca di Gaia. Incontri pubblici con i protagonisti della ricerca scientifica, spettacoli a tema sotto la cupola del planetario digitale, esperienze di osservazione diretta del cielo sotto la guida di esperti

astrofile in collaborazione con l'Associazione Eta Carinae.

01.04, dalle 20:00 alle 24:00: SERATA OSSERVATIVA con telescopi e Spettacoli al PLANETARIO (Villa Torlonia - Frascati). Ingresso libero e gratuito. In caso di maltempo la serata verrà rimandata a sabato 8 aprile.

I DIALOGHI PUBBLICI – Palazzo del Municipio (piazza G. Marconi, 3) – Frascati (RM)

Ore 19:00 - ingresso libero e gratuito

06.04: "Il Pianeta Terra, l'unico pianeta abitabile che conosciamo: coincidenze e replicabilità" con Amedeo Balbi (astrofisico, Università di Roma "Tor Vergata").

13.04: "Il Clima sulla Terra: situazioni, scenari e criticità" con Antonio Navarra (fisico, Presidente del Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici).

20.04: "La ricerca dei pianeti abitabili e la «climatologia planetaria»" con Raffaele Gratton (astronomo, INAF-Osservatorio Astronomico di Padova).

27.04: "La "colonizzazione" dello spazio da parte dell'umanità: ipotesi

AdS Accademia delle Stelle.org
CALENDARIO DI APRILE 2017

- Lunedì 3**
PERCORSI NELL'ASTRONOMIA
CONFERENZA CONCLUSIVA DEL CORSO AVANZATO DI ASTRONOMIA.
INFO PER PARTECIPARE:
<https://www.accademiadellestelle.org/corso-teorico-di-astrofisica-generale>
- Venerdì 7**
La VITA NELL'UNIVERSO
CONFERENZA PUBBLICA GRATUITA DEL DR. **PAOLO COLONA** PRESSO LA SALA CONFERENZE DELLA BASILICA DI SANTA MARIA SOPRA MINERVA, ore 18.
eventi@accademiadellestelle.org
- Venerdì 21**
OCCHI SU GIOVE
SERATA PUBBLICA GRATUITA DI OSSERVAZIONI DEL CIELO CON I TELESCOPI.
SPECIAL GUEST: IL PIANETA GIOVE!
CON GUIDA AL CIELO PER RICONOSCERE STELLE E COSTELLAZIONI. Ore 21.
- Sabato 22**
Spazio Italia
SECONDO CONVEGNO SCIENTIFICO DEDICATO ALL'ASTRONAUTICA, ALL'ASTRONOMIA E AL RUOLO ITALIANO NELLO SPAZIO.
INTERVERRANNO CON CONFERENZE E COLLEGAMENTI IN VIDEO CONFERENZA IMPORTANTI ESPONENTI DELLA RICERCA E DELL'ASTRONOMIA, E STUDIOSI DELLA STORIA DELL'ASTRONAUTICA.
DURANTE L'EVENTO SI SVOLGERANNO ANCHE OSSERVAZIONI DEL SOLE AL TELESCOPIO.
- Mercoledì 26**
RADIOASTRONOMIA non si vede ma c'è
CONFERENZA PUBBLICA GRATUITA DELLA DR.SSA **DARIA GUIDETTI** RADIOASTRONOMA DELL'INAF DI BOLOGNA.
- Giovedì 27**
NOI e IL CIELO
CONFERENZA INAUGURALE GRATUITA DEL CORSO DI **ARCHEOASTRONOMIA ed ASTRONOMIA CULTURALE** SUL RAPPORTO TRA L'UOMO e IL CIELO. Ore 21.
- Giovedì 4 maggio**
La nascita e L'ESPLORAZIONE DEL SISTEMA SOLARE
CONFERENZA PUBBLICA GRATUITA DEL PROF. **Cesare BARBIERI** INAF, UNIVERSITÀ DI PADOVA

Tutti gli eventi si terranno presso la sede dell'Accademia delle Stelle a San Gregorio Barbarigo a Roma EUR (tranne quello del 7).
www.accademiadellestelle.org
www.facebook.com/accademiadellestelle

e possibilità" con Giovanni Fabrizio Bignami (astrofisico, Accademico dei Lincei, già Presidente ASI e INAF).

Per informazioni :
segreteria@ataonweb.it - tel
06.94436469
www.ataonweb.it

Al Planetario di Ravenna

Attività del Planetario di Ravenna (V.le Santi Baldini 4/a) in collaborazione con l'Associazione Ravennate Astrofili Rheyta. Le osservazioni si tengono presso i Giardini Pubblici con ingresso libero, meteo permettendo. **Inizio ore 21:00, prenotazione consigliata.**

Tutti i lunedì mattina, ore 10:30: Il cielo per i più piccoli: le costellazioni estive, spettacolo in cupola adatto ai bambini a partire da 6 anni.

04.04: Cartoline dallo spazio "Le macchine fotografiche dalle prime missioni spaziali ad oggi" di Paolo Alfieri.

07.04: "Osservazione al telescopio della volta stellata" (ingresso libero - Cielo Permettendo).

08.04, ore 18: Moonwatch in centro. Osservazione della Luna da Piazza San Francesco (ingresso libero - Cielo permettendo).

09.04, ore 10:30: Osservazione del Sole (ingresso libero - Cielo Permettendo).

09.04, ore 15:00: "Da grande voglio fare l'astronauta" (attività adatta a bambini a partire da 6 anni).

11.04: "Solar System News" di Paolo Morini (conferenza adatta a ragazzi a partire da 10 anni).

14.04, ore 15: Il cielo di Pasqua (conferenza adatta a ragazzi a partire da 4 anni).

18.04: "Casa, vicini e città ...un giro nello spazio e nel tempo" di Giuliano Deserti (conferenza adatta a ragazzi a partire da 10 anni).

Per info: tel. 0544.62534 -
info@arar.it

www.racine.ra.it/planet - www.arar.it

Associazione Romana

Astrofili

Aperture Pubbliche dell'Osservatorio astronomico di Frasso Sabino: **venite con noi ad osservare le stelle!**

Durante le aperture pubbliche, si possono effettuare visite gratuite e senza prenotazione.

L'osservatorio di norma viene aperto al pubblico anche in caso di meteo incerta o avversa.

Le prossime aperture sono programmate per il **8 aprile** e il **6 maggio**.

Le visite saranno strutturate nel seguente modo: dalle 17:45 entrata del pubblico, a seguire Conferenza o video proiezione o osservazioni solari, Visita al Museo, Sessione al nuovo Planetario digitale, pausa cena, apertura serale, osservazioni al Telescopio. In caso di conferenze ed eventi speciali, l'ingresso è anticipato alle 17.30 se non diversamente specificato. Consultare il sito per aggiornamenti.

Per maggiori informazioni: Fabio Anzellini 339-7900809

www.ara.roma.it

Associazione Astrofili Bolognesi

Corso di Astronomia Pratica 2017

Nell'anno del cinquantesimo dalla fondazione, l'Associazione ripropone il percorso di 8 lezioni teorico/pratiche tra aprile e maggio 2017. Ogni lezione è organizzata in una prima parte introduttiva, nella Sala Verde del DopoLavoro Ferroviario in via Sebastiano Serlio 25/2, e una seconda parte pratica che si svolge all'aperto, negli spazi del Parco DLF e l'inizio è alle ore 21:00 (salvo dove diversamente indicato).

05.04: "Primi passi in Astronomia".

12.04: "Osservare il Cielo ad occhio nudo". Parco Cavaioni.

19.04: "Binocoli, Telescopi, Oculari, Montature: Teoria e Pratica".

03.05: "Osservare la Luna e i Pianeti".

10.05: "La fotografia astronomica: passione fotografica e ricerca".

14.05: "Osservare il Sole: macchie,

facole, protuberanze, spettro". La lezione si svolgerà al mattino presso il Museo del Patrimonio Industriale.

17.05: "Ricerca amatoriale 1: meteore, occultazioni, comete.

24.05: "Ricerca amatoriale 2: stelle variabili, supernovae, pianeti extrasolari.

L'iscrizione al corso avverrà direttamente alle lezioni e prevede il tesseramento annuale all'Associazione.

Il corso è gratuito per i soci in regola con il tesseramento.

Per maggiori informazioni: AAB - Associazione Astrofili Bolognesi - sede: via Sebastiano Serlio 25/2 - 40128 Bologna - email: info@associazioneastrofilibolognesi.it - Tel. (+39) 348.255.4.552

www.associazioneastrofilibolognesi.it

Unione Astrofili Bresciani

L'Osservatorio Serafino Zani di Lumezzane chiude per la stagione invernale, ci rivediamo a maggio 2017. La **Specola Cidnea** di Brescia invece continua le attività ed è liberamente aperta al pubblico rispettivamente il venerdì, sempre alle ore 21. L'ingresso è gratuito. Sul sito tutti i dettagli di ogni serata.

02.04: Apertura festiva della Specola (dalle ore 16.15 alle 17.15).

07.04: "Gli oceani di Marte" (U. Donzelli)

21.04: "Asteroidi: pericolo d'impatto?" (W. Marinello)

28.04: "Osserviamo il cielo" (M. Casali)

Aperture speciali al **Planetario di Lumezzane**, apertura ore 16.00 o ore 21.00, si raccomanda la puntualità. Ingresso libero.

09.04, ore 16:00: "La stanza delle meraviglie" (M Benigna). Ingresso gratuito.

Per gli altri appuntamenti consultare il programma aggiornato al sito.

Per informazioni: Tel. 3485648190.

e-mail:

osservatorio@serafinozani.it -
segnala@astrofilibresciani.it

www.astrofilibresciani.it

Planetario Civico "Ulrico Hoepli" di Milano

Situato nei Giardini Pubblici "Indro Montanelli" presso Porta Venezia, il Planetario è a poca distanza da altri luoghi di ritrovo per gli appassionati di scienza e natura di ogni età: il Museo Civico di Storia Naturale, il PaleoLab e il BioLab. Le conferenze domenicali e gran parte di quelle del sabato sono dedicate all'osservazione e alla conoscenza della volta stellata (vedi programma nel sito). Il martedì e il giovedì sera, incontri a tema con astronomi ed esperti.

Conferenze a tema, inizio ore 21:00:

04.04: "Il cielo di aprile" di Giovanni Turla.

06.04: "Dal ritorno alla Luna a TRAPPIST-1 - News dallo spazio" di Luigi Bignami.

07.04, ore 19:30: "Il simbolismo astronomico e cosmologico di Gobekli Tepe" di Adriano Gaspani.

11.04: "Il secondo invisibile: la misura del tempo dalle stelle agli atomi" di Luca Perri.

12.04: In occasione della **Yuri's Night** "A scuola di spazio: come si impara a diventare astronauti" di Paolo Amoroso - ISAA - Associazione Italiana per l'Astronautica e lo Spazio.

13.04: "Le moderne frontiere

dell'esplorazione spaziale - Ultime novità dal Sistema Solare" di Fausto Affaticati - La Torre del Sole.

18.04: "Quanto pesa una galassia - Facciamo luce sulla materia oscura" di Marco Potenza.

20.04: "L'epopea della sonda Cassini - Una missione senza precedenti" di Luigi Bignami.

27.04: "Perché pensiamo che esista la materia oscura? - Facciamo luce sulla materia oscura" di Marco Potenza.

Per informazioni: Tel. 02 88463340 - c.

planetario@comune.milano.it

www.comune.milano.it/planetario

Associazione Astronomica del Rubicone

L'Associazione Astronomica del Rubicone, ha come scopo quello di far partecipare più persone possibile senza limiti di età né di livello di istruzione alla Scienza più facile e più alla portata di tutti: l'Astronomia. Svolge incontri con il pubblico e iniziative educative che hanno l'obiettivo di coinvolgere i cittadini nell'osservazione del Cielo.

Gli incontri si tengono, salvo diversamente specificato, a Savignano sul Rubicone (FC),

presso la Sala Galeffi Del Palazzo Comunale. Inizio ore 21:00.

07.04: "Storia dell'ingegneria solare" di Matteo Muccioli presso Savignano, Romagna Est BCC.

21.04: "Fornelli solari" di Matteo Muccioli.

28.04: Visita all'Osservatorio GADLF. Monte S. Lorenzo, Rimini.

06.05, ore 17: "Astronomia Energetica: raggi X e Gamma" di Andrea Comastri (INAF-UniBO). Santarcangelo, Biblioteca.

Per informazioni:

info@astroflirubicone.it

www.astroflirubicone.it

Accademia delle Stelle

La sede dell'Accademia delle Stelle si trova all'EUR (sulla Via Laurentina, Roma), presso la parrocchia San Gregorio Barbarigo. Gli incontri si tengono il giovedì sera alle ore 21:00.

03.04, ore 18: "La vita nell'Universo" di Paolo Colona presso la Sala conferenze della Basilica di Santa Maria sopra Minerva.

21.04: "Occhi su Giove" serata pubblica di osservazione del cielo con i telescopi.

22.04: **Spazio Italia.** Secondo convegno scientifico dedicato all'astronautica, all'astronomia e al



LA RETE DEGLI
ASTROFILI
ITALIANI

ASTROINIZIATIVE UAI

Unione Astrofili Italiani - www.uai.it

Tutti i primi lunedì del mese:

UNA COSTELLAZIONE SOPRA DI NOI

In diretta web con il Telescopio Remoto UAI Skylive dalle ore 21:30 alle 22:30, ovviamente tutto completamente gratuito. Un viaggio deep-sky in diretta web con il Telescopio Remoto UAI - tele #2 ASTRA Telescopi Remoti. Osservazioni con approfondimenti dal vivo ogni mese su una costellazione del periodo. Basta un collegamento internet, anche lento. Con la voce del Vicepresidente UAI, Giorgio Bianciardi telescopioremoto.uai.it

1-2 aprile - Italian Sidewalk Astronomy Day

Nell'ambito del "Global Astronomy Month", la giornata nazionale italiana dedicata alla divulgazione della conoscenza del cielo a quante più persone possibile, la cosiddetta "Sidewalk Astronomy". Inoltre, per gli astrofili già "evoluti", proponiamo il concorso "110 e

lode", la sfida della Grande Maratona Messier!

<http://divulgazione.uai.it>

1 aprile - 1° Meeting Profondo Cielo Un appuntamento per rilanciare anche in ambito UAI un settore di ricerca che negli ultimi anni ha avuto un notevole impulso nel mondo astrofilo: l'astronomia extragalattica e la ricerca ed osservazione delle supernovae. Organizzato presso la biblioteca "Paolo Maffei" a Foligno (PG). Le date precise sono in fase di definizione, verranno rese note non appena disponibili. <http://www.uai.it/ricerca.html>

22-23 aprile - 32° Convegno Nazionale dei Planetari Italiani Il Convegno dei Planetari italiani presso il Planetario Alto Adige a Cornedo all'Isarco (BZ), a cura dell'Associazione dei Planetari Italiani con il patrocinio della UAI. Per informazioni <http://www.planetari.org>

"STARLIGHT: settemillimetriuniverso"

presso l'INAF Osservatorio Astronomico di Capodimonte nei giorni

20 aprile alle ore 20.30 (evento serale per pubblico generico), **21 aprile** alle ore 9.30 e alle ore 11.30 (matinée per le scuole e gli studenti universitari).

Per informazioni e prenotazioni:

<http://eventi.na.astro.it/2017/02/15/starlight-settemillimetriuniverso/>



ruolo italiano nello spazio.

Conferenze e collegamenti video con importanti esponenti della ricerca, dell'astronomia e della storia dell'astronautica. Durante l'evento osservazioni del Sole con i telescopi.

26.04: "Radioastronomia, non si vede ma c'è" con Daria Guidetti (INAF di Bologna).

27.04: "Noi e il cielo". Conferenza di presentazione gratuita del corso di Archeoastronomia e Astronomia Culturale sul rapporto tra uomo e cielo.

Per info e prenotazioni:

info@goldleafitaly.com – Cristina Fabriani 338.9553314

Contatti con l'associazione:

eventi@accademiadellestelle.org
www.accademiadellestelle.org

Circolo Astrofli Veronesi "Antonio Cagnoli"

Sede: Sale della III Circoscrizione, via Filippo Brunelleschi, 12 Verona (zona Stadio). Inizio ore 21:00.

02.04, dalle 21:00 alle 01:00 **La Luna in Piazza Bra**. Osservazione gratuita con i telescopi della Luna al primo quarto e dei pianeti.

07.04: "L'astronomia al femminile" di Vittorio Riezzo.

21.04: "Missione GAIA" di

Alessandro Bressan.

28.04: Uscita Osservativa a Passo delle Fittanze. Referente: Mauro Pozzato 333-3128888.

03.05, dalle 22:00 alle 01:00 **La Luna in Piazza Bra**. Osservazione gratuita con i telescopi della Luna al primo quarto e dei pianeti.

03.05: "Le Osservazioni" di Natalino Fiorio.

Per info: tel. 3347313710 -

info@astrofiliveronesi.it

www.astrofiliveronesi.it

Gruppo Astrofli Cremonesi

Gli Astrofli Cremonesi propongono un ciclo di conferenze ad ingresso libero per la cittadinanza e gli studenti. Aula magna Istituto per Geometri Vacchelli, Viale Trento e Trieste, 21, dalle ore 21 alle 22.30. Ingresso libero.

07.04: "Dall'astronomia dantesca alle nano tecnologie" con Pietro De Franchi e Marco Masulli.

05.05: "L'infinito" con Michele Bolzoni.

Durante il periodo del corso in aggiunta agli usuali terzi venerdì la Specola di Viale Trento e Trieste 21 sarà aperta anche tutti i secondi venerdì del mese dalle ore 21 alle 23 per **osservazioni guidate del**

cielo (In caso di cielo coperto verranno tenute conversazioni di astronomia amatoriale).

Per info: gac@astrofli-cremona.it

www.astrofli-cremona.it

Associazione Astrofli Centesi

L'Osservatorio Astronomico di Cento (FE) è aperto il primo e l'ultimo venerdì di tutti i mesi dalle ore 21:00 alle 23:30. Ingresso gratuito.

31.03: "ISS, Vitale e l'astronauta". Potremo ammirare il passaggio della Stazione Spaziale Internazionale. Al telescopio: l'ammasso stellare del Presepe (M44) e il pianeta Giove.

07.04: "Oltre il Visibile". Al telescopio: la Luna, l'ammasso stellare del Presepe (M44) e il pianeta Giove.

28.04: "Voglio fare l'Astrofilo! Consigli per l'acquisto del primo telescopio". Al telescopio: l'ammasso stellare del Presepe (M44) e il pianeta Giove.

05.05: "La Terra dei Dinosauri". Al telescopio: la Luna e il pianeta Giove.

Per info: cell. 346 8699254
astrofilicentesi@gmail.com

www.astrofilicentesi.it



dal 28 gennaio al 2 maggio 2017

Oltre l'Uomo: da Leonardo alle Biotecnologie

La mostra "Oltre l'Uomo: da Leonardo alle Biotecnologie", visitabile dal 28 gennaio al 2 maggio 2017, è organizzata dal Distretto della Scienza e tecnologia, Pleiadi, società di divulgazione scientifica, insieme al Comune di Schio e a Confindustria Vicenza Raggruppamento Alto Vicentino.

La mostra, pensata per il grande pubblico, famiglie, scuole, studenti universitari, professionisti ricercatori e turisti, è visitabile presso gli Spazi Shed dell'ex-Lanificio Conte in centro a Schio. Oltre l'Uomo è vero percorso espositivo e suggestivo che accompagna il pubblico nel passato, nel presente e nel futuro dell'ingegno umano: dalle prime invenzioni di Leonardo da Vinci, e i suoi studi tratti dalla natura e dal corpo umano per concepire macchine al servizio dell'uomo, alle prime automazioni che sostituiscono il lavoro umano con quello meccanico dei robot che replicano le sembianze umane, con le relative conseguenze sul piano sociale e psicologico; fino ad arrivare alle nuove biotecnologie, in cui il benessere e la vita stessa dell'uomo sono supportate dalla ricerca applicata in campo biomedicale: laser, protesi, robotica, biotech, fino alla stampa 3D degli organi umani.

Fai un viaggio nella storia dell'ingegno, visita Oltre l'Uomo!

Scarica qui il flyer della mostra
info@distrettoscienza.it - Tel. +39 388 4917115



www.distrettoscienza.it

VI Convegno Nazionale CNAI "Astronautica Nuovi Orizzonti Viaggio ai confini del Cosmo"

Sabato 8 Aprile 2017 ore 9.30/13.00 – 15.00/19.00

Sabato 8 aprile, presso la Sala Convegni Villa Maria di Largo G. Berchet 4 in Roma, il CNAI (Centro Nazionale Astroricercatori Indipendenti) presenta il VI Convegno Nazionale dal titolo "Astronautica Nuovi Orizzonti – Viaggio ai confini del Cosmo".

Un viaggio di una giornata che partirà dal ricordo del sessantesimo anniversario del lancio dello Sputnik 1 per giungere alle più recenti scoperte sui pianeti extrasolari, alle ultime frontiere tecnologiche delle sonde robotiche nel cosmo ed alle nuove opportunità scientifiche per la colonizzazione umana di Marte. Confermati gli interventi dei rappresentanti di ASI (Agenzia Spaziale Italiana), ESA (Agenzia Spaziale Europea), INAF, Telespazio, Politecnico di Torino (prof. Giancarlo Genta), del professor Cristiano Batalli Cosmovici e il collegamento in videoconferenza con Franco Malerba, primo astronauta italiano.

Nel pomeriggio conferenza stampa con studiosi e giornalisti specializzati nel settore.

Programma del convegno - Ingresso libero.

Il Convegno è realizzato con il patrocinio della Regione Lazio, Municipio Roma XII e Telespazio.



www.cnai-italia.org

www.coelum.com



Gen. Charles Duke in Italia "Decimo uomo a camminare sulla Luna"

L'Associazione per la Divulgazione Astronomica e Astronautica ospiterà l'astronauta americano della missione Apollo 16, per una serie di conferenze e incontri in Italia.

Il **29 e 30 aprile 2017**, il Generale Duke sarà a Malpensa (Aeroporto) presso lo Sheraton Convention Center per un Galà e una conferenza.

A Malpensa vivrete un evento unico mai realizzato in Italia. Due giorni immersi nell'avventura più grande dell'umanità! 45 anni dopo il suo storico viaggio; Charlie Duke, decimo uomo ad aver camminato sul suolo lunare nel 1972, ricorderà la sua storica missione. Godetevi l'emozione del racconto da parte di uno dei soli 12 esseri umani ad aver camminato su un altro corpo celeste. L'evento si svolgerà grazie alla collaborazione con: **Sheraton Convention Center e QBT.**

L'evento si ripeterà l'1 e 2 maggio a Peccioli (Pisa), il 4 e 5 maggio 2017 a Torino.

Per maggiori informazioni: www.adaa.it - email: info@adaa.it

Contatti: Luigi Pizzimenti presidente@adaa.it - Tel. +39 3493597511

ADAA Associazione per la Divulgazione Astronomica e Astronautica
c/o Volandia - Parco e Museo del Volo - Via per Tornavento 15 Somma Lombardo (VA) Italia

esa NASA

our place in
SPACE
10 artists inspired by Hubble
Space Telescope images

Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti

01.02 – 17.04.2017

A cura di / Curated by
Antonella Nota e Anna Caterina Bellati

Artisti / Artists

Antonio Abatepao
Marco Bolognesi
Paola Giordano
Ettore Greco
Mario Paschetta
Alessandro Spadari
Mariakisa Tadei
Sara Teresano
Mario Vespassiani
Dania Zanotto

Comitato Scientifico / Executive Committee

Ken Carpenter, NASA HST
Lars Lindberg Christensen, ESO
Carol Christian, STScI
Roger Davies, University of Oxford, UK
Mathias Jäger, ESA/Hubble
Hussein Jirdeh, STScI

INGRESSO LIBERO / FREE ADMISSION

tutti i giorni: 10 - 18
everyday: 10am - 6pm

STScI SPACE TELESCOPE SCIENCE INSTITUTE ESO ESA NASA

Per 26 anni, il telescopio spaziale Hubble - missione congiunta Nasa ed Esa - ha espanso i nostri orizzonti cosmici. Grazie alle sue innumerevoli immagini, Hubble ha svelato nel dettaglio la bellezza, la meraviglia e la complessità dell'Universo, condividendole con il grande pubblico. E ora, dal primo febbraio, la mostra **Our Place in Space** apre le sue porte a Venezia offrendo non solo un viaggio visivo mozzafiato attraverso il nostro Sistema Solare e ai confini dell'Universo conosciuto, ma anche i lavori di alcuni artisti italiani ispirati proprio dalle immagini di Hubble.

La nuova mostra itinerante **Our Place in Space** sarà aperta al pubblico a Venezia **dal primo febbraio al 17 aprile 2017**, a **Palazzo Cavalli Franchetti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti**, lungo il Canal Grande. Grazie a un'integrazione perfettamente riuscita tra le diverse

prospettive offerte da artisti e astronomi, la mostra invita a riflettere nel profondo sul posto occupato dall'umanità nel grande schema dell'Universo. <http://www.spacetelescope.org/news/heic1701/>

29 aprile CielOstellato 2017 "l'AstroViaggiatore" 21° Meeting Nazionale Astrofili

CielOstellato, organizzato dal Gruppo astrofili Columbia, la Coop. Camelot, la rivista Coelum, in collaborazione con la Coop. Atlantide, Robintur e il patrocinio del Comune di Ostellato, giunge alla sua ventunesima edizione e si conferma lo Star-Party nazionale dedicato all'alta risoluzione. Le condizioni climatiche e topografiche del luogo (le Valli di Ostellato rappresentano una zona pianeggiante



vicina a specchi d'acqua), favoriscono un buon seeing per numerose notti all'anno e la mancanza a livello nazionale di star-party dedicati all'osservazione di Luna, pianeti, Sole e stelle doppie, ci ha convinto a dedicare CielOstellato a questo genere di osservazioni.

Star Party Un'area per osservazioni astronomiche con telescopi propri e possibilità di prove strumentali.

Osservatorio Astronomico Costituito da un telescopio newtoniano 450 mm F/2000 mm (f/4.5) e un telescopio rifrattore 120 mm F/1000 mm (f/8)

Rivenditori Le principali ditte di strumentazione astronomica presenteranno le novità del settore.

Conferenze e approfondimenti Anche quest'anno il tema della conferenze sarà anche dedicato ai viaggi astronomici, racconti di viaggio alla ricerca dei cieli più incontaminati, a caccia dei fenomeni più spettacolari, come eclissi totali di sole, comete, tempeste di meteore, aurore polari, nei contesti più straordinari e suggestivi del pianeta.

Per informazioni: Ferruccio Zanotti 331/7814370 - Massimiliano Di Giuseppe 338/5264372
GRUPPO ASTROFILI COLUMBIA: Alessandro Farinelli 340/2834050 - Davide Andreani 338/7594852 - Matteo Negri 328/1547402 - Martino Artioli 335/5962215
e-mail: esploriamoluniverso@gmail.com

Per prenotazioni: Presso l'oasi delle Vallette di Ostellato è possibile usufruire di bungalows, campeggio, spazio camper e ristorante. Tel. 0533 681240 - cell. 347 2165388 - e-mail: vallette@atlantide.net

www.esploriamoluniverso.com - www.astrofilicolumbia.it



1° Simposio Nazionale Ottico-Meccanici d'Italia

di Paolo Campaner

Nasce tutto informalmente, da un'idea del professor Giancarlo Coppola, che, animato da buona volontà e spirito di passione, con un breve giro di telefonate è riuscito a coagulare un gruppo di professionisti del settore delle lavorazioni ottico-meccaniche e a organizzare così il primo importante meeting nella storia dell'ottica e meccanica italiana!

È iniziato in questo modo, quasi per scherzo, il primo Simposio Nazionale degli Ottici Meccanici Italiani, che si sono dati appuntamento a S. Donà di Piave, in provincia di Venezia, lo scorso 29 dicembre 2016.

Punto di raccolta di questi personaggi, che ho avuto modo di scoprire uno ad uno durante il simposio e conoscere le loro abilità, è stata l'abitazione del professor Giancarlo Marcon, che ci

ha accolti calorosamente, come solo la sua famiglia ha saputo fare.

Non c'era un vero e proprio ordine del giorno, ma si è trattato di un'ottima occasione per evocare bei ricordi, per confrontarsi e discutere dei problemi attuali, per scambiare opinioni sui metodi di lavoro e per pensare al futuro.

Ci siamo ritrovati così proprio nel luogo storico, simbolo del pionierismo italiano, dell'astronomia amatoriale e professionale, dove credo tutti si siano inchinati al ricordo del grande prof. Virgilio Marcon.

Un uomo, un artista, ricordato e ammirato da tutti i partecipanti, me compreso, un grande esempio tecnica e tenacia, ma anche di valori umani, che ha

saputo, disinteressatamente seminare, in tanti anni di duro e superbo lavoro, iniziato nel lontano 1947.

Luogo del Simposio, scelto in quella invernale fredda serata del 29 dicembre, è stata una vicina e accogliente locanda, dove a piacevoli momenti di buon bere e tradizionali piatti locali, si alternavano vecchi ricordi, commenti su strani progetti optomeccanici, astruse ed eccentriche lavorazioni ottiche. Anche la cena conviviale, ha costituito così un interessante momento di confronto di opinioni sui vari metodi di lavoro, il tutto in un clima amichevole e informale.

Tutti i partecipanti avevano una propria storia: molte sono state le confessioni di piccoli segreti, di tecniche malcelate, nonostante una ironica concorrenza, trasparisse tra i vari personaggi. Un aspetto quest'ultimo mai fatto pesare, anzi, sicuramente superato dal livello di indiscussa unicità e professionalità, dei partecipanti a questa prima occasione.

Si è potuto qui respirare la grande passione e la voglia di guardare sempre avanti, anche in questi periodi, che non appaiono proprio felici e positivi. Tanto per citare alcuni dei partecipanti, il prof. **Giancarlo Marcon** e il figlio **Luigi Marcon**, che

ricalcano da 70 anni le orme di famiglia, secondi a nessuno, nella lavorazione di ottiche in diametri e strumenti ottici da record, **Romano Zen**, leader internazionale e ambito produttore dal 1975, non solo di limpidissimi specchi, ma anche di pregiati rifrattori e complessi sistemi catadiottrici, supportato da **Maristella Costantini**, sua paziente consorte; **Adriano Lolli**, qui definito, un Barnard di trapianti optomeccanici, ma introvabile come il pianeta Mercurio, l'organizzatore prof. **Giancarlo Coppola**, maniacale restauratore di ottiche antiche, **Antonello Satta** maestro indiscusso di immagini fotografiche, astronomiche e stereoscopiche, **Gabriele Sandre**, genio hi-tech, esperto manipolatore di ottiche, il giovanissimo **Gary Drenik**, rigeneratore di ottiche applicate al digitale, dai super obiettivi, agli smartphone ed infine il sottoscritto, inconsapevole premiato utilizzatore, bisognoso di cotanta sapienza e precisione! La mia ricerca di supernovae ringrazia! Difficile come in tutti i simposi, arrivare a delle conclusioni o a soluzioni di ardui problemi: sicuramente si è dato vita ad un bellissimo momento di condivisione e confronto, che ci auguriamo possa ripetersi ed allargarsi l'anno prossimo. L'appuntamento è quindi alla prossima, seconda, edizione!





Il Planetario 3D presso Città della Scienza di Napoli

Anche Napoli avrà finalmente il suo nuovo, grande Planetario. Lo scorso 19 marzo, è stato inaugurato presso la Città della Scienza di Napoli il Planetario 3D tecnologicamente più avanzato d'Italia.

Dopo lo straordinario successo di CORPOREA, il museo del corpo umano che è subito divenuto tra le principali attrazioni per le famiglie e i turisti, con il Planetario il successo di Città della Scienza toccherà sicuramente nuove vette, grazie a un'offerta adatta ai visitatori di tutte le età.

La struttura funziona come un moderno cinema 3D, con spettacolari film che consentono ai visitatori di scoprire i misteri del cosmo e di viaggiare nel tempo approfondendo le meraviglie del corpo umano, della natura e dell'archeologia.

Inoltre il Planetario – grazie alla sapiente

collaborazione di astronomi e ricercatori – propone spettacoli e filmati, anche in 2D, sia live che registrati, con cui ci si potrà immergere nel cielo notturno e scoprire i corpi celesti come se fossimo degli antichi astronomi Greci o come se ci trovassimo in un grande telescopio moderno. Sarà anche possibile ripercorrere le tappe delle missioni di esplorazione spaziale, seguire i viaggi di sonde e navicelle spaziali che hanno esplorato il Sistema Solare, o ancora esplorare la materia oscura per comprendere perché l'Universo è come ci appare e come si è evoluto in miliardi di anni. Inoltre, lo staff organizzerà eventi – soprattutto nelle splendide serate estive – per osservare il cielo con il telescopio, un'attività scientifica davvero affascinante!

Il nuovo Planetario ha un diametro di 20 metri, ben 113 posti a sedere e una delle più avanzate tecnologie di proiezione al mondo. Il sistema di proiezione tridimensionale di ultima generazione – un Digistar 6 prodotto dalla americana Evans & Sutherland – la speciale collocazione della cupola e l'uso degli occhiali 3D, garantiscono un effetto di completo coinvolgimento dello spettatore, complice un'acustica speciale in grado di offrire al pubblico uno spettacolo dell'universo unico e avvolgente.



Insomma, a Città della Scienza si aggiunge un nuovo tassello che rende ancora più affascinante e divertente avvicinarsi alle meraviglie della scienza consentendo a tutti di trascorrere una giornata divertente e istruttiva, con tanti servizi per rendere la permanenza davvero gradevole per tutte le età.

Il Planetario 3D avrà una ricca programmazione,

dell'anno. Con spettacoli ogni 45 minuti, sarà aperto tutti i giorni feriali dalle 9 alle 17 e i giorni festivi dalle 10 alle 18. Sarà anche possibile acquistare un biglietto combinato che consente anche la visita al museo della scienza, con tutti i suoi exhibit e laboratori interattivi. Infine, sarà possibile affittare la sala del Planetario 3D anche per lo svolgimento di eventi speciali, come convention, feste e altre ricorrenze.

Con questa nuova attrazione Napoli aggiunge un importante tassello alle sue tante ricchezze!

**Per informazioni: www.cittadellascienza.it
Contact centre: +39 081 7352.220-222**



Ecco altre due recensioni dei cinque libri scelti per il Premio letterario Galileo 2017. Un premio che promuove iniziative a sostegno della diffusione di una cultura tecnico-scientifica. Lasciateci il vostro parere [qui](#).



La nascita imperfetta delle cose La grande corsa alla particella di Dio e la nuova fisica che cambierà il mondo

Guido Tonelli
Rizzoli Editore, 2016

In quel preciso momento, un centesimo di milionesimo di secondo dopo il Big Bang, si è deciso il nostro destino. In un universo in cui materia e antimateria si equivalevano, e che quindi avrebbe potuto, in ogni istante, tornare a essere pura energia, può essere bastata una leggerissima preferenza del bosone di Higgs per la materia anziché per l'antimateria ed ecco che si è prodotto il mondo che abbiamo sotto gli occhi. "Ecco qua il minuscolo difetto, la sottile imperfezione da cui è nato tutto. Un'anomalia che dà origine a un universo che può evolvere per miliardi di anni." Se tutto nasce da lì, dobbiamo capire in ogni dettaglio quel momento cruciale, ricostruirlo fotogramma per fotogramma, al rallentatore e da diverse angolature. Per questo al Cern di Ginevra è stato realizzato Lhc, l'acceleratore di particelle più potente del mondo, il posto più simile al primo istante di vita dell'universo che l'uomo sia stato in



grado di costruire. Per questo da anni i migliori fisici del mondo lavorano giorno e notte, ai quattro angoli del pianeta. È così che è stata catturata la “particella di Dio”. Ed è per questo che si studia ancora, per capire di più su come tutto questo è nato e su come andrà a finire la nostra storia: se nel freddo e nel buio o in una catastrofe cosmica, che ci darebbe il privilegio di un’uscita di scena assai più spettacolare. ricerca sismologica, che se non consentono ancora la previsione dei terremoti ci offrono però la conoscenza e gli strumenti per una fondamentale riduzione del rischio.

Recensione

Al centro del libro di Tonelli sta la scoperta del bosone di Higgs, più noto al pubblico col nome di “particella di Dio” come si legge nel sottotitolo, nome che l’autore stesso critica nelle ultime pagine. Ma si sa, i titoli non li fanno gli autori.

Per far capire di cosa si tratta a un pubblico generico, nei vari capitoli vengono fornite informazioni sul Modello Standard delle particelle nel quale si colloca il bosone di Higgs. Il Modello Standard delle particelle è l’attuale teoria che descrive in modo efficace e coerente tutto ciò che sappiamo della materia usuale, dei suoi costituenti e di tre delle quattro forze fondamentali della natura oggi conosciute: l’elettromagnetica, la forza nucleare debole (quella responsabile dei processi radioattivi) e la forza nucleare forte (quella che tiene insieme i quark, i costituenti di particelle come i protoni e i neutroni). La quarta forza, quella gravitazionale attualmente descritta dalla relatività generale di Einstein, non rientra nel quadro del Modello Standard delle particelle. Ma anche di questa si tratta nel libro, e in particolare del Modello Standard dell’Universo o del Big Bang, nella convinzione che la scoperta del bosone di Higgs possa, prima o poi, gettare nuova luce anche su questa fondamentale interazione e sul suo ruolo nel plasmare l’Universo così come lo vediamo.

Tuttavia, sin dalle prime pagine, il testo rivela un approccio molto diverso dai soliti libri, anche ottimi, destinati alla divulgazione della fisica delle particelle elementari. Il Prologo e i dieci capitoli del libro, con l’eccezione dell’Epilogo, iniziano tutti con una data e con la descrizione di un avvenimento legato a quella data. Di volta in volta, il ricordo di queste vicende restituisce un quadro quanto mai vivo e accattivante della dimensione umana della ricerca scientifica, degli incontri, delle controversie, delle fatiche, della passione e dell’entusiasmo alternati ai momenti di delusione e sconforto. Partendo da queste vicende, in modo naturale, si aprono in ogni capitolo degli excursus sulla fisica, che forniscono gli elementi essenziali per capire, sul versante scientifico, le ragioni dell’immane sforzo che ha condotto a realizzare strumenti di ricerca sempre più imponenti e raffinati come il Large Hadron Collider (LHC) del CERN di Ginevra, dove operano i due rivelatori, ATLAS e CMS, protagonisti della storia.

Per farsi un’idea dell’originale narrazione di Tonelli, ne ripercorriamo brevemente i capitoli. Il Prologo, di poche pagine, è ambientato a Stoccolma il 9 dicembre del 2013, alla vigilia cioè della consegna del premio Nobel per la fisica a Peter Higgs e François Englert. Questi sono due dei tre artefici della teoria che nel 1964 prevede la nuova particella, il “bosone di Higgs”, mentre il terzo, Robert Brout, morto due anni prima, non poté assistere al successo del suo lavoro.

Nel primo capitolo si torna indietro al 28 novembre 2011: quel giorno Tonelli e Fabiola Gianotti si incontrano con il direttore del Cern, Rolf Heuer, per confrontare i dati dei rispettivi esperimenti (CMS e ATLAS) e avere la quasi certezza di aver rivelato, dopo 47 anni, il “bosone di Higgs”. La comunicazione ufficiale, dopo puntigliose verifiche per nulla banali e in alcuni momenti controverse, avverrà solo il 4 luglio 2012. Si apre quindi un excursus sul Big Bang, sulla materia oscura e l’energia oscura, sottolineando come tutte queste ricerche siano

per ora concentrate a capire solo il 5% di ciò che circonda, mentre il restante 95%, fatto appunto di materia oscura ed energia oscura, rimane attualmente avvolto nel mistero: "poche gocce di sapere – scrive Tonelli – sparse in un oceano di ignoranza".

Nel secondo capitolo si torna a Stoccolma nel luglio 2013, dove Higgs ed Englert partecipano alla Conferenza della Società Europea di Fisica. Sono in molti a pensare che il premio Nobel 2013 possa andare a questi "ragazzi del '64", che seguendo strade molto diverse arrivarono a ipotizzare l'esistenza della nuova particella. Segue quindi una trattazione del Modello Standard delle particelle e delle teorie di grande unificazione di tutte e quattro le forze della natura oggi note. Si parla di simmetria, supersimmetria, rottura spontanea di simmetria: nozioni complesse, che tuttavia vengono introdotte con un linguaggio semplice, ricorrendo a metafore e analogie che aiutano la comprensione da parte del lettore.

All'inizio del terzo capitolo siamo di nuovo al CERN nella primavera 1995, quando partono i preparativi per la vera e propria caccia alla nuova particella, e vengono proposte le nuove idee per la costruzione dei rivelatori, idee che per qualcuno sono "da pazzi". Si apre quindi la pagina scientifica relativa agli acceleratori di particelle,

alla loro storia e al loro funzionamento. La fisica è fatta con gli esperimenti, sempre "in bilico – scrive Tonelli – tra il successo clamoroso e il rischio del fallimento", che danno corpo alla validità o meno di modelli, anche molto affascinanti, ma che senza questa controparte risultano solo delle belle, o bellissime elaborazioni formali. Tuttavia la verifica di modelli o teorie non sempre arriva immediatamente, come dimostra proprio la storia del bosone di Higgs.

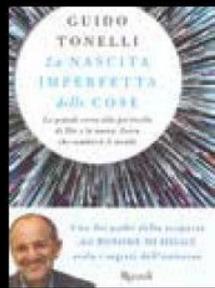
L'incipit del quarto capitolo è ambientato a Ginevra il 9 settembre 2008, un giorno prima della partenza di LHC. E racconta dei difficili rapporti che ricerche di questa complessità hanno con la "società della comunicazione": dalle paure per l'eventualità della creazione da parte di LHC di un buco nero che avrebbe causato la fine del mondo, alla sovraesposizione mediatica dell'inizio di operatività della macchina, fino all'incidente che il 19 settembre, appena 9 giorni dopo l'avvio, porterà all'arresto di LHC per più di un anno. E nelle pagine dedicate agli aspetti scientifici e tecnologici viene dato un magistrale spaccato su come si propongono i nuovi esperimenti e si formano le grandi collaborazioni, passando in rassegna le molteplici attività (dalla ricerca di fondi, alla individuazione delle industrie incaricate delle forniture dei vari componenti) che portano a realizzare queste imprese: viaggi in tutto il mondo; contatti con gruppi privati e



Premio letterario
per la divulgazione scientifica

INCONTRI CON GLI AUTORI FINALISTI 2017

Sala Anziani - Palazzo Moroni, via 8 febbraio
Ingresso libero fino a esaurimento dei posti

 <p>GIOVEDÌ 9 MARZO ore 18.00</p> <p>GUIDO BARBUJANI GLI AFRICANI SIAMO NOI Alle origini dell'uomo Editori Laterza, 2016</p>	 <p>MARTEDÌ 14 MARZO ore 18.00</p> <p>GUIDO TONELLI LA NASCITA IMPERFETTA DELLE COSE La grande corsa alla particella di Dio e la nuova fisica che cambierà il mondo Rizzoli Editore, 2016</p>	 <p>MARTEDÌ 21 MARZO ore 18.00</p> <p>ALESSANDRO AMATO SOTTO I NOSTRI PIEDI Storie di terremoti, scienziati e ciarlatani Codice Edizioni, 2016</p>	 <p>LUNEDÌ 27 MARZO ore 18.00</p> <p>SILVIA BENCIVELLI DANIELA OVADIA È LA MEDICINA, BELLEZZA! Perché è difficile parlare di salute Carocci Editore, 2016</p>	 <p>GIOVEDÌ 6 APRILE ore 18.00</p> <p>ANDREA GRIGNOLIO CHI HA PAURA DEI VACCINI? Codice Edizioni, 2016</p>
--	---	---	--	--

e pubblici; contributi inaspettati alla riconversione pacifica di arsenali in via di dismissione, da cui ricavare i grandi quantitativi di metallo necessari per la costruzione di alcune parti degli enormi rivelatori. In breve, il lato scientifico, tecnologico, umano, ma anche eroico della ricerca svolta per anni, e che alla fine coinvolge migliaia di ricercatori, tra i quali moltissimi giovani.

Il 30 marzo 2010 è la data con cui parte il quinto capitolo. LHC ha ripreso a funzionare il 23 novembre del 2009, e finalmente quel giorno ci sono le prime collisioni a un'energia (7 TeV) mai raggiunta prima da un acceleratore. "ATLAS e CMS – spiega Tonelli – contano ciascuno più di 3000 membri provenienti da più di 40 Paesi di tutti i continenti". Ma come guidare tutte queste persone? Con un'organizzazione che farebbe "inorridire i professionisti della decisione, perché assomiglia a un'utopia in marcia, sembra anarchia organizzata". Vale la pena notare che purtroppo, in particolare nel nostro Paese, queste specificità di un'attività unica nel suo genere sono poco riconosciute. E Tonelli insiste qui particolarmente sul merito dei ragazzi lanciati nella sfida, di cui per altro parla anche in altri punti del libro. Infine si sofferma sull'ethos della scienza, non sempre conforme alle aspettative della società della comunicazione sempre più veloce: è necessario attendere prima di dare per certo un risultato che può rivelarsi una semplice fluttuazione statistica.

Finalmente nel sesto capitolo siamo a novembre 2011 (in particolare l'8 novembre, giorno del compleanno di Tonelli). Sembra davvero che ci sia qualcosa di importante intorno a un'energia di 125 GeV (sarà poi questa energia che verrà confermata come quella equivalente alla massa della nuova particella così a lungo cercata). Ma si apre un periodo di frenetico lavoro, in cui si alternano speranze e delusioni. E nel bel mezzo scoppia il caso dei neutrini "superluminali" (quelli del famoso "tunnel" del ministro Gelmini). Partendo da questo caso, Tonelli introduce una serie di riflessioni, interessanti e istruttive, sui

rischi di ricerche così complesse quando si pretende, per varie ragioni non tutte meritorie, di voler comunicare a tutti i costi un risultato senza attenersi a principi base del metodo scientifico, declinato nell'ambito delle grandi collaborazioni odierne. Pagine su cui non solo il pubblico generico, ma anche la classe dirigente farebbe bene a meditare.

Il capitolo sette inizia dal 28 novembre del 2011, il giorno dell'appuntamento di Tonelli e Gianotti, i due portavoce di CMS e ATLAS, con il Direttore Generale del Cern. Fino a quel momento non si sono mai scambiati i dati dei loro esperimenti, e scoprono che entrambi vedono qualcosa di significativo a 125 GeV. Le pagine seguenti ripercorrono quindi i sette mesi che porteranno il 4 luglio 2012 all'annuncio ufficiale della scoperta. Vale la pena notare che uno dei capisaldi della scienza moderna, quella nata dalla rivoluzione scientifica, è la riproducibilità dei risultati da parte di esperimenti indipendenti. Ora di LHC ce n'è uno solo. Per rispettare questo dettato ineliminabile del metodo scientifico, i vari esperimenti che si svolgono sull'acceleratore sono stati volutamente messi in competizione tra loro e mantenuti indipendenti: ATLAS e CMS non sapevano niente l'uno dei risultati dell'altro fino all'incontro del novembre del 2011. E così sarà anche per le successive fasi di verifica e presa dati. È il solo modo per ottenere davvero risultati scientificamente solidi.

La data con cui parte l'ottavo capitolo è il 29 ottobre 2012. Tonelli fa visita quel giorno a una comunità per la cura e riabilitazione di persone con disturbi mentali a Verdello, vicino Bergamo. Gli ospiti della comunità avevano visitato il CERN qualche mese prima e avevano invitato Tonelli a visitare la loro comunità. Dall'esperienza umana, che sottolinea la popolarità che i risultati delle ricerche hanno via via acquisito, l'autore passa a domandarsi "Cosa abbiamo davvero trovato?". Per capire se la nuova particella abbia tutte le proprietà di quella cercata sono necessarie ancora verifiche. Sciolte le potenziali anomalie nel corso

dei mesi successivi al primo annuncio del 4 luglio 2012, si arriva a concludere che la particella trovata è proprio quella cercata e al conferimento del Nobel per la fisica del 2013 a Englert e Higgs. La seconda parte del capitolo si concentra quindi sulle conseguenze della scoperta, e in particolare su questioni relative all'origine dell'universo. Insomma forse "la corsa verso la fisica del futuro è già cominciata", conclude l'autore.

Il capitolo 9 prende spunto da una visita al CMS il 18 gennaio 2011 di Tronchetti Provera, amministratore delegato della Pirelli, per trattare il tema dei costi della ricerca nella fisica delle alte energie, e per passare in rassegna i progetti di futuri acceleratori, che coinvolgono in particolare Europa, Cina e Giappone.

L'ultimo capitolo racconta l'incontro, avvenuto al CERN il 3 giugno del 2009, tra Tonelli e John Ellis,

membro autorevole della divisione teorica del CERN, e una delegazione vaticana. È qui che appare la critica dell'autore al nome "la particella di Dio". L'incontro offre l'estro all'autore di affrontare da scienziato una serie di questioni che i nuovi scenari cosmologici, dove l'ultra-piccolo incontra l'ultra-grande, pongono alla riflessione teologica.

Per concludere, un bel libro che si legge come un romanzo avvincente. Uno stimolo ai giovani, come si legge nella chiusa dell'Epilogo, a occuparsi di fisica, e in generale di scienza della natura, a essere autonomi e coraggiosi nelle loro scelte, ad accettare con entusiasmo la fatica della ricerca, a saper vincere le difficoltà e le delusioni, anche perché dietro l'angolo può nascondersi quel piccolo o grande risultato che apre nuovi scenari alla conoscenza.

a cura di **Giulio Peruzzi**

È professore associato di Storia della Fisica del Dipartimento di Fisica di Padova.

È la medicina, bellezza!

Silvia Bencivelli e Daniela Ovadia
Carocci Editore, 2016

«Ho letto su Facebook che la carota, condita con l'aceto, cura il raffreddore». «Io invece non farò vaccinare i miei figli perché non voglio arricchire Big Pharma, e mi nutro di costose compresse seguendo i consigli del "medico alternativo" e del suo vicino di ombrellone». Di salute, ormai, parlano un po' tutti, dicendo un po' di tutto. Ma la salute è un affare complicato e comunicarla correttamente significa soprattutto maneggiare la complessità. Cioè significa avere a che fare con una scienza in rapida evoluzione, definizioni non sempre granitiche, dibattiti tra scuole di pensiero, statistiche da interpretare. E una marea di interessi, economici e non soltanto. Rinunciare a questa complessità porta a riassumere il tutto in due parole: "fa bene" o "fa male". Magari aggiungendo che "nessuno lo dice". In realtà, qualcuno che lo dice, o che cerca di farlo, c'è: sono i giornalisti medico-



scientifici. Che a quelle due parole, non sempre oneste e di certo mai esaustive, contrappongono un lavoro di ricerca e studio basato su strumenti

niente affatto misteriosi. Questo libro, attraverso il racconto di storie di giornalismo e di medicina, e di bufale, ve ne propone alcuni.

Recensione

Metti un citologo di fama mondiale, come Peter Duesberg, e un premio Nobel (per la Chimica), come Kary Mullis, che negano l'esistenza di causa ed effetto tra il virus HIV e la sindrome da immunodeficienza acquisita (AIDS). Metti un epidemiologo, come John Morgan, che nega l'esistenza di un "cluster di cancro" nella zona di Hinkley, in California, inquinata da cromo esavalente perché amplia la zona di indagine da una a 140 miglia quadrate. Metti l'annuncio da parte di un professore di Nutrizione alla Cornell University e di suo figlio che vendono milioni di libri affermando che la dieta vegana previene il cancro dei cinesi. Metti autorevoli giornali che titolano in prima pagina "la carne rossa è cancerogena come il fumo". Metti medici, case farmaceutiche e assicurazioni che inventano nuove malattie (come la calvizie), nuovi agenti patogeni, nuovi test e nuove cure senza prove convincenti. Metti anche un grande ospedale italiano che ammette alla cura malati gravi, molti i bambini, con una terapia che non ha alcun fondamento. Metti tutto questo e altro ancora e capirai «perché è difficile parlare di salute», come recita il sottotitolo del libro *È la medicina, bellezza!* che due medici donne e divulgatrici d'eccezione, Silvia Bencivelli e Daniela Ovadia, hanno pubblicato per l'editore Carocci.

Un libro da non perdere.

Per molti motivi. In primo luogo perché è scritto bene, con il taglio – ma dovremmo dire, con il piglio – di due giornaliste che sanno di medicina. E sanno di sapere di medicina. O, se volete, di due medici che sanno come si comunica al grande pubblico dei non esperti. No, non è davvero un caso che sia entrato nella "cinquina" del Premio Galileo.

In secondo luogo perché *È la medicina, bellezza!* è scritto in modo rigoroso. Sia sul piano strettamente scientifico, sia sul piano storico. Bencivelli e Ovadia ci offrono una casistica ampia – che spazia dalle malattie infettive alla prevenzione, dal rapporto tra salute e ambiente, alla medicina del futuro, dalla chirurgia alla farmacologia – della medicina e dei suoi problemi con quella leggerezza, rigore (appunto) e rapidità che Calvino non si è stancato di consigliare a chi scrive in epoca moderna. Consigli che valgono soprattutto per chi oggi scrive di scienza.

Già, perché la medicina – questo ci dicono ancora, in maniera implicita ma forte, Silvia e Daniela – è vera scienza. Una scienza complessa. Che oggi può essere finalmente approcciata come tale, senza perdere in umanità. Senza perdere di vista l'uomo.

Ciò non toglie – *È la medicina, bellezza!* – che la dimensione della salute sia attraversata da enormi contraddizioni. Che scaturiscono, ovviamente, dal suo essere umana: nel senso di essere attività di persone che sbagliano. In buona fede o per interesse. Accademico o economico. E sì che entrambi gli interessi – quello accademico e, soprattutto, quello economico – sono enormi. Sarebbe possibile dimostrare, anche utilizzando i numeri e le statistiche largamente e acutamente dispensate dalle due autrici, che l'economia della salute in senso stretto (medici, ospedali, farmaci, ricerca scientifica) impegnano oltre il 10% della ricchezza prodotta ogni anno al mondo. Con punte che, come negli Stati Uniti, sfiorano il 20%. Salute, cosa non si fa per te!

Eppure parlare di medicina è difficile anche per un alto motivo, forse il più profondo. La salute, infatti, non è la semplice assenza di malattie – e Dio solo sa quanto sia complessa la sola dimensione delle

patologie fisiche e mentali – ma è, per dirla con l'Organizzazione Mondiale di Sanità, la (il diritto a una) condizione di benessere fisico, mentale, ambientale e sociale dell'uomo. E mettere tutti, per quanto possibile, in questa condizione – garantire a tutti il diritto a tentare di trovarsi in questa condizione – è impresa oltremodo difficile in un mondo in cui le conoscenze sono ancora limitate, le disuguaglianze in aumento e i tagli ai bilanci dei servizi sanitari pubblici sempre più incisivi.

E non è finita qui. La salute ha una dimensione sociale e culturale. Anzi è la dimensione sociale e culturale che per prima ha visto emergere una inedita e chiara domanda di diritti di cittadinanza scientifica. Che, detta in altri termini, significa domanda da parte dei cittadini non esperti di partecipare alle scelte che riguardano la

propria salute. Una domanda che ha spazzato via il vecchio rapporto paternalistico tra chi sa (il medico) e chi non sa (il cittadino, paziente o non paziente) e ne ha imposto uno nuovo, ancora da consolidare e che pertanto oscilla tra un'acerba negoziazione e una matura cooperazione.

È questa congerie senza precedenti che rende – oggi più che mai – difficile parlare di salute. Difficile – ci dicono, ci dimostrano Silvia Bencivelli e Daniela Ovadia – ma non impossibile. Al contrario è qui, cari giornalisti, che si fa la nostra nobilitate. Basta essere rigorosi come un medico (preparato nella sua disciplina ma anche in tutte le scienze, naturali e sociali). Ma evitando di diventare gli araldi dei medici (e/o degli altri attori in campo, compresi i malati). Ma soprattutto, come scrivono Bencivelli e Ovadia, tenendo sempre aperta la porta al dubbio.

a cura di **Pietro Greco**
giornalista scientifico e scrittore di opere scientifiche divulgative

5 maggio 2017 - Premiazione

La cerimonia di premiazione del vincitore si terrà in forma pubblica il **5 maggio 2017 a Padova**, presso il **Palazzo della Ragione**, a partire dalle ore 16.00. Nella stessa giornata della premiazione, il Comune di Padova conferirà la cittadinanza onoraria al fisico **Antonino Zichichi**.

Ecco tutte le schede dei cinque volumi scelti:

- **Andrea Grignolio** con "Chi ha paura dei vaccini?", Codice Edizioni, 2016;
- **Alessandro Amato** con "Sotto i nostri piedi. Storie di terremoti, scienziati e ciarlatani", Codice Edizioni, 2016;
- **Guido Tonelli** con "La nascita imperfetta delle cose", Rizzoli Editore, 2016;
- **Silvia Bencivelli e Daniela Ovadia** con "È la medicina, bellezza!", Carocci Editore, 2016;
- **Guido Barbujani** con "Gli africani siamo noi. Alle origini dell'uomo", Editori Laterza, 2016.

Pieghevole informativo - Pagina facebook - Padovacultura.padova.net

SUPPORTO TECNICO ON-DEMAND

Semplice, Efficace, Efficiente e sempre disponibile.

Il supporto tecnico per Medie Imprese sfrutta la metodologia CompetenceCloud™ per ridurre i tempi di reazione e di risoluzione di tutte le problematiche aziendali, consentendo al Responsabile Finanziario di pianificare e contenere i costi.

GESTIONE INTEGRATA DELL'AZIENDA IN CLOUD

Aiutiamo le Imprese italiane a guadagnare competitività e aumentare i propri margini.



Gestire Fatture e Incassi in modo semplice e on-line, ovunque e in qualsiasi momento



CRM e coordinamento Vendite: convertire ogni contatto in un potenziale cliente



Il mondo è veloce: gestisci TUTTA l'azienda ovunque, anche da Smartphone e Tablet



La tua Azienda è unica, noi la vestiamo con moduli personalizzati



La tua Azienda e i tuoi Prodotti sul Web, e-commerce incluso!



Le Persone fanno la differenza: usa gli strumenti adeguati per gestirle



Snellire la gestione del tuo Magazzino è possibile, anzi è Facile!



Aumentare il margine ottimizzando il ciclo passivo



2, 3 e 4 GIUGNO 2017

PARCO REGIONALE DELL' APPIA ANTICA - CANTIERA LATINA, VIA APPIA ANTICA 42, ROMA

SAVE THE DATE

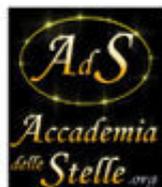
"Torna "Il Cielo di Roma" Il edizione 2017



IL CIELO DI ROMA

ASTRONOMIA, CITIZEN SCIENCE E NATURA NEL PARCO REGIONALE DELL' APPIA ANTICA

in collaborazione con



Osservatorio Astronomico di Roma - INAF



Partner tecnico



Informazioni e Programma www.parchilazio.it



REGIONE LAZIO