



# Meridiana

astroticino.ch

## Campo solare

Analizzare il magnetismo del Sole  
attraverso la luce emanata  
dalle protuberanze superficiali

da pagina 18

# Editoriale

*Estate, ovvero il periodo dell'anno dove fare astronomia amatoriale risulta un po' più facile. O meglio: un po' più comodo. Già, perché anche se bisogna rimanere alzati fino a tardi per avere un cielo bello scuro, si può comunque contare su una temperatura tutto sommato mite durante le osservazioni. (Anche se poi, alla fine, la giacca serve sempre).*

*Godersi il cielo durante i mesi estivi è forse il modo migliore per iniziare a guardare verso l'alto. Nei ricordi di molti bambini, e non è un caso, l'incontro con il cielo stellato è spesso coinciso con le prime settimane d'agosto, quando i genitori suggerivano di scrutare il firmamento alla ricerca delle stelle cadenti di San Lorenzo.*

*E allora buona estate a tutti. Anche se nel frattempo siete passati all'osservazione con binocoli e telescopi e il caldo dà un po' fastidio perché le immagini "ballano" e i dettagli svaniscono. Ma anche in quel caso, dite la verità: vi divertite sempre un sacco, come quando eravate bambini.*

## In copertina

*Nebulosa IC1396 detta della proboscide d'elefante ripresa nel marzo 2021 con una ASI6200 mono accoppiata a un RASA C11 F/D 2.2 di 620mm di focale con i filtri HighSpeed H-alfa, SII, OIII (metodo SHO di Hubble). Totale di 5 ore e 30 min di posa. Foto di Nicola Beltraminelli.*

## Attività pratiche

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

### Stelle variabili

**A. Manna**

andreamanna@bluewin.ch

### Pianeti e Sole

**S. Cortesi**

scortesi1932@gmail.com

### Meteor, Corpi minori, LIM

**S. Sposetti**

stefanosposetti@ticino.com

### Astrofotografia

**Carlo Gualdoni**

gualdoni.carlo@gmail.com

### Inquinamento luminoso

**S. Klett**

stefano.klett@gmail.com

### Osservatorio 'Calina', Carona

**F. Delucchi**

fausto.delucchi@bluewin.ch

### Osservatorio Monte Lema

**G. Luvini**

079 621 20 53

### Astroticino.ch

**Anna Cairati**

acairati@gmail.com

## Mailing-List

Condividi esperienze e mantieni aggiornato con la mailing list "AstroTi". Info e iscrizioni: [www.astroticino.ch](http://www.astroticino.ch).

## Diventare socio

L'iscrizione per un anno alla SAT richiede il versamento di una quota individuale pari ad almeno Fr. 40.- sul conto cor-

rente postale n. 65-157588-9 intestato alla Società Astronomica Ticinese. L'iscrizione comprende l'abbonamento a "Meridiana" e garantisce i diritti dei soci: prestito del telescopio e ccd, accesso alla biblioteca.

## Telescopio e CCD

Il telescopio sociale è un Makstov da 150 mm di apertura,

f=180 cm su una montatura equatoriale HEQ/5 Pro motorizzata. La CCD è una Moravian G2 1600 F5. Dettagli: [www.astroticino.ch/telescopio-sociale](http://www.astroticino.ch/telescopio-sociale).

## Biblioteca

Si trova alla Specola Solare Ticinese. Per maggiori informazioni scrivere a: [cagnotti@specola.ch](mailto:cagnotti@specola.ch).

# Sommario

Numero 272 - Luglio - Agosto 2021



In copertina

## Mappando il campo magnetico solare

Analizzare il magnetismo solare attraverso la luce polarizzata emanata dalle protuberanze superficiali. Ecco un estratto del lavoro di maturità che ha ottenuto il primo premio ex aequo al concorso Fioravanzo del 2019.

Aggiornamenti

### 4 Astronotiziario

Le novità dal mondo astronomico.

Altri mondi

### 16 Le stelle polari degli altri pianeti

L'asse di rotazione terrestre punta verso la Stella Polare. Ma non per tutti i pianeti è così.

In Svizzera

### 26 Troppo spazio ai rottami

L'orbita terrestre si sta riempiendo di detriti e questo è un grosso problema. All'Università di Berna hanno trovato un modo per dare una mano.

Dalla SAT

### 20 Piora, torna lo Star Party estivo

Due notti sotto le stelle sulle rive del lago Cadagno. È quanto promette lo Star Party estivo della Società astronomica.

Osservare

### 33 La Cartina ed effemeridi

Il cielo sopra le nostre teste nel corso dei prossimi mesi.

Osservare

### 33 Gli appuntamenti

Eventi e serate dedicate all'astronomia in Ticino durante l'estate e restrizioni contro il Covid-19 permettendo.



Impressum

Specola Solare Ticinese  
6605 Locarno Monti

Redazione

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

Hanno collaborato

Helen Oertli, Daniel Panero, Sandro Baroni, Athena Demenga

Editore

Società Astronomica Ticinese

Stampa

Tipografia Poncioni SA,  
Losone

Abbonamenti

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

Pubblicato con il sostegno della  
Divisione della cultura e degli  
studi universitari, Canton Ticino.

La responsabilità del contenuto degli articoli è degli autori

# Astronotiziario

a cura di Coelum ([www.coelum.com/news](http://www.coelum.com/news))

## Mars Express svela i segreti di una nube marziana

di Maura Sandri

**M**entre tutti gli occhi sono puntati su Perseverance, che ha iniziato a scorrazzare sul terreno marziano, una nonnina, che sa il fatto suo, continua imperterrita a fare le riprese in alta quota. Si chiama Mars Express ed è una sonda dell'Agenzia spaziale europea lanciata nello spazio nel giugno 2003 per studiare Marte. Inizialmente composta da due moduli – l'orbiter Mars Express e il lander Beagle 2 – la missione sta continuando ora con il solo orbiter, del lander infatti si era persa ogni traccia fino al 16 gennaio 2015, poi l'EsA lo ha "ritrovato" ma inattivo.

È proprio grazie a Mars Express se oggi possiamo studiare nel dettaglio un'imponente nube che si forma periodicamente vicino al vulcano Arsia Mons – alto circa 20 chilometri – a sud dell'equatore. Arsia Mons è l'unico luogo a bassa latitudine, su Marte, in cui in questo periodo dell'anno si vedono nubi, nonché l'unico di numerosi vulcani simili nella regione a possedere un tale velo di nubi. Mars Express ha visto questa copertura nuvolosa crescere e svanire quotidianamente durante le stagioni primaverili ed estive, restituendo immagini sorprendenti. Tuttavia, la nube è difficile da osservare nella sua interezza a causa della rapidità con cui cambia l'atmosfera marziana e dei vincoli orbitali delle sonde che stanno osservando il pianeta. "Per eliminare questi ostacoli, abbiamo utilizzato uno degli strumenti "segreti" di Mars Express: la Visual Monitoring Camera, o Vmc", afferma Jorge Hernández Bernal dell'Università dei Paesi Baschi a Bilbao, in Spagna.

Soprannominata anche Mars Webcam, la Vmc ha una risoluzione simile a quella di una webcam per computer con standard del 2003. Venne installata per avere la conferma visiva che il lander Beagle 2 si fosse separato con successo da Mars Express, dopodiché venne spenta. Diversi anni dopo, è stata riattivata e utilizzata per raccogliere immagini di Marte con finalità divulgative e mediatiche, senza essere mai utilizzata per la ricerca scientifica. "Tuttavia, di recente, la Vmc è stata riclassificata come fotocamera scientifica", aggiunge Jorge. "Sebbene abbia una bassa risoluzione spaziale, ha un ampio campo visivo – essenziale per osservare il quadro generale della situazione in diverse ore del giorno – ed è perfetta per monitorare l'evoluzione di certe caratteristiche, sia per un lungo periodo di tempo che in piccoli intervalli. Di conseguenza, abbiamo potuto studiare l'intera nube attraverso numerosi suoi cicli di vita".

Il gruppo di ricercatori ha combinato le osservazioni della Vmc con quelle di altri due strumenti di Mars Express – Omega e Hrsc – e di diversi altri veicoli spaziali: Mars Atmosphere and Volatile Evolution (Maven) della Nasa, Mars Reconnaissance Orbiter (Mro), Viking 2



### Una nuvola particolare

La nube è ben distinguibile in questa immagine scattata il 10 ottobre 2018 dalla Visual Monitoring Camera (Vmc) a bordo di Mars Express. A titolo di paragone, il vulcano conico Arsia Mons vicino a cui è posizionata ha un diametro di circa 250 chilometri. (Esa/Gcp/Upv/Ehu Bilbao)

e Mars Orbiter Mission (MOM) dell'Indian Space Research Organisation. “Eravamo particolarmente entusiasti quando abbiamo approfondito le osservazioni di Viking 2 degli anni '70”, afferma Jorge. “Abbiamo scoperto che questa enorme e affascinante nuvola era già stata parzialmente fotografata a quell'epoca e ora la stiamo esplorando nel dettaglio”.

I risultati hanno rivelato che, nella sua massima estensione, la nube misura circa 1.800 chilometri di lunghezza e 150 di diametro. È la più grande nube orografica mai vista su Marte, che si genera quando una massa d'aria incontra una catena montuosa e viene forzata a risalirla. In questo caso, Arsia Mons perturba l'atmosfera marziana per innescare la formazione della nuvola; l'aria umida viene quindi spinta sui fianchi del vulcano in correnti ascensionali, condensandosi successivamente ad altitudini più elevate e molto più fresche.

La nuvola presenta un rapido ciclo giornaliero, che si è ripetuto ogni mattina per diversi mesi. Inizia a crescere prima dell'alba sul versante occidentale di Arsia Mons prima di espandersi verso ovest per due ore e mezza, crescendo molto rapidamente – a oltre 600 chilometri orari – fino a un'altitudine di 45 chilometri. Quindi smette di espandersi, si sposta dalla sua posizione iniziale e viene spinta più a ovest dai venti di alta quota, prima

di evaporare in tarda mattinata con l'aumento della temperatura dell'aria con il sorgere del Sole. "Molti orbiter di Marte non possono iniziare a osservare questa parte della superficie fino al pomeriggio a causa delle proprietà delle loro orbite, quindi questa è stata davvero la prima esplorazione dettagliata di questa interessante caratteristica"...ed è resa possibile non solo dalla variegata dotazione di strumenti di Mars Express, ma anche dalla sua orbita", spiega Agustin Sánchez-Lavega, dell'Università dei Paesi Baschi.

Il sistema climatico marziano è il più simile a quello terrestre, ma nonostante questo i due pianeti mostrano differenze ben distinte e intriganti. "Sebbene le nuvole orografiche si osservino comunemente sulla Terra, non raggiungono estensioni così enormi né mostrano dinamiche così vivide", afferma Agustin. "La comprensione di questa nube ci offre l'entusiasmante opportunità di provare a replicare la formazione della nuvola con modelli, che miglioreranno la nostra conoscenza dei sistemi climatici, sia su Marte che sulla Terra".

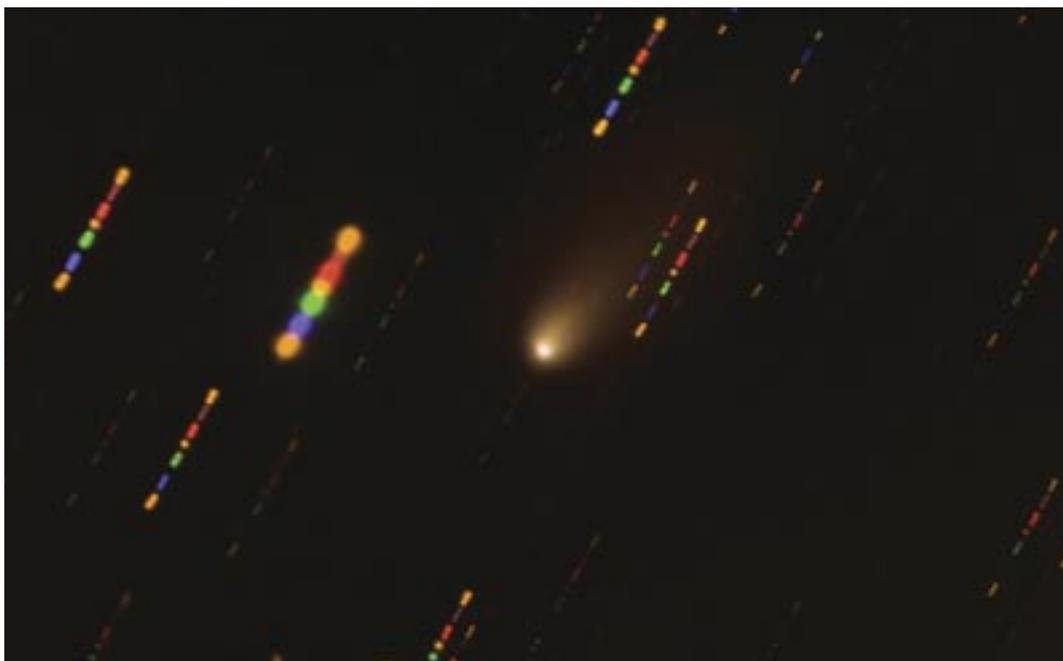
Le fotocamere ad alta risoluzione come Hrsc di Mars Express hanno campi visivi ristretti e le osservazioni vengono sempre pianificate in anticipo. Di conseguenza, i fenomeni meteorologici, generalmente imprevedibili, vengono solitamente colti per caso. Tuttavia, una volta che i ricercatori hanno iniziato a comprendere il ciclo di vita e gli schemi annuali di questa nube estesa, sono stati in grado di indirizzare il team di Hrsc nel posto giusto e nel momento giusto, per catturarla mentre si stava formando. "Il riutilizzo della Vmc ci ha permesso di studiare questa nube temporanea in un modo che altrimenti non sarebbe stato possibile. La fotocamera consente agli scienziati di seguire le nubi, monitorare le tempeste di polvere, sondare le strutture di nuvole e polvere nell'atmosfera marziana, esplorare i cambiamenti nelle calotte polari del pianeta e altro ancora. La sua rimessa in servizio non solo supporta gli altri strumenti di Mars Express per l'esplorazione di Marte, ma rappresenta un valore aggiunto alla missione di lunga data che dal 2003 sta rivelando nuove informazioni sul Pianeta rosso".

## La prima cometa interstellare potrebbe essere la più incontaminata

Ufficio stampa Eso

**L**a cometa 2I/Borisov è stata scoperta dall'astronomo dilettante Gennady Borisov nell'agosto 2019. È stato confermato poche settimane dopo che l'oggetto proveniva dall'esterno del Sistema solare. "2I/Borisov potrebbe rappresentare la prima cometa veramente incontaminata mai osservata", afferma Stefano Bagnulo dell'Osservatorio e Planetario di Armagh, Irlanda del Nord, Regno Unito, che ha guidato il nuovo studio pubblicato su Nature Communications. L'equipe ritiene che la cometa non sia mai passata vicino a nessuna stella prima di passare vicino al Sole, nel 2019.

Bagnulo e colleghi hanno utilizzato lo strumento FORS2 installato sul VLT dell'Eso, situato nel nord del Cile, per studiare la cometa in dettaglio utilizzando una tecnica chiamata polarimetria, tecnica che serve per misurare la polarizzazione della luce. La luce diventa polarizzata, per esempio, quando passa attraverso determinati filtri, come le lenti degli



### Sfrecciata tra un arcobaleno di colori

Un'immagine di 2I/Borisov scattata con lo strumento FORS2 installato sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO alla fine del 2019, quando la cometa è passata vicino al Sole. Poiché la cometa viaggiava a una velocità vertiginosa, circa 175 mila chilometri all'ora, le stelle sullo sfondo appaiono come strisce di luce dovute al moto del telescopio che seguiva la traiettoria della cometa. I colori in queste strisce conferiscono all'immagine un tocco psichedelico e sono il risultato della combinazione di osservazioni in diverse bande di lunghezza d'onda, evidenziate dai diversi colori mostrati in questa immagine composita. (ESO/O. Hainaut)

occhiali da sole polarizzati, ma anche il materiale di cui sono composte le comete. Studiando le proprietà della luce solare polarizzata dalla polvere di una cometa, i ricercatori possono ottenere informazioni sulla fisica e la chimica delle comete.

Poiché questa tecnica viene regolarmente utilizzata per studiare le comete e altri piccoli corpi del nostro Sistema solare, questo ha permesso all'equipe di confrontare il visitatore interstellare con le nostre comete "locali". L'equipe ha scoperto che 2I/Borisov ha proprietà polarimetriche distinte da quelle delle comete del Sistema solare, con l'eccezione della cometa Hale-Bopp. Quest'ultima ha destato molto interesse nel pubblico alla fine degli anni '90 poiché era facilmente visibile a occhio nudo e anche perché era una delle comete più incontaminate che gli astronomi avessero mai visto. Prima del suo passaggio più recente, si pensa che Hale-Bopp sia passata vicino al Sole solo una volta e quindi sia stata a malapena influenzata dal vento e dalle radiazioni solari. Ciò significa che è rimasta incontaminata, con una composizione molto simile a quella della nuvola di gas e polvere che l'aveva formata – insieme con il resto del Sistema solare – circa 4,5 miliardi di anni fa. Analizzando la polarizzazione insieme al colore della cometa per raccogliere indizi sulla sua composizione, l'equipe ha concluso che 2I/Borisov è in realtà ancora più incontaminata di Hale-Bopp. Ciò significa che trasporta le tracce intonse della nuvola di gas e polvere da cui si è

formata. “Il fatto che le due comete siano notevolmente simili suggerisce che l’ambiente in cui ha avuto origine 2I/Borisov non è così diverso per composizione dall’ambiente originario del Sistema solare», dice Alberto Cellino, coautore dello studio, dell’Inaf-Osservatorio Astrofisico di Torino, Italia.

Olivier Hainaut, un astronomo dell’Eso in Germania che studia le comete e altri oggetti vicini alla Terra, ma non è coinvolto in questo nuovo studio, concorda: “Il risultato principale – che 2I/Borisov è diversa da qualsiasi altra cometa eccetto Hale-Bopp – è molto interessante”, dice, aggiungendo che “è molto plausibile che si siano formate in condizioni molto simili”.

“L’arrivo di 2I/Borisov dallo spazio interstellare ha rappresentato la prima opportunità per studiare la composizione di una cometa di un altro sistema planetario e verificare se il materiale che proviene da questa cometa è in qualche modo diverso dalla nostra varietà nativa”, spiega Ludmilla Kolokolova, dell’Università del Maryland negli Stati Uniti, che è stata coinvolta nella ricerca pubblicata da Nature Communications. Bagnulo spera che gli astronomi abbiano un’altra opportunità, ancora migliore, per studiare in dettaglio una cometa errante prima della fine del decennio. “L’Esa ha in programma di lanciare Comet Interceptor nel 2029, che avrà la capacità di raggiungere un altro oggetto interstellare in visita, se ne viene scoperto uno su una traiettoria adeguata”, dice, riferendosi a una imminente missione dell’Agenzia spaziale europea.

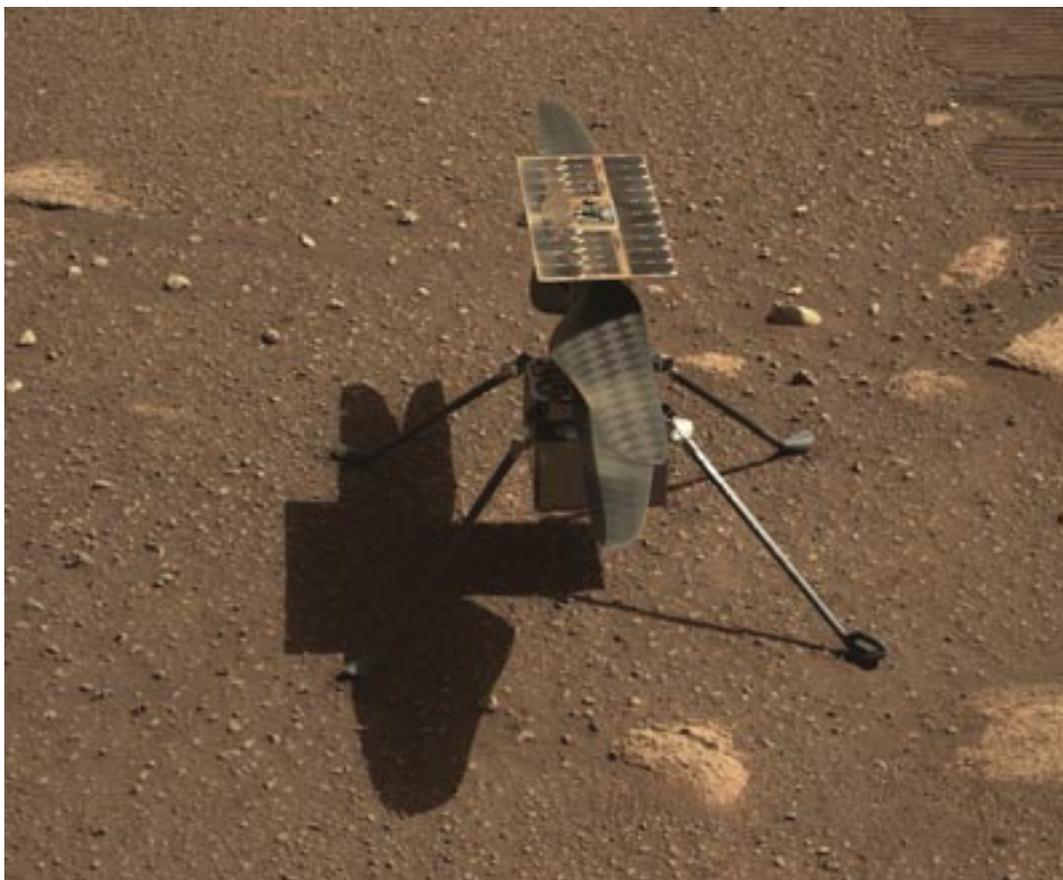
Anche senza una missione spaziale, gli astronomi possono utilizzare i numerosi telescopi della Terra per ottenere informazioni sulle diverse proprietà delle comete erranti come 2I/Borisov. “Immagina quanto siamo stati fortunati: una cometa proveniente da un sistema distante anni luce ha semplicemente fatto un viaggio trovandosi alla nostra porta per caso”, dice Bin Yang, astronomo dell’Eso in Cile, che ha anche approfittato del passaggio di 2I/Borisov attraverso il nostro sistema per studiare questa misteriosa cometa. I risultati del suo gruppo sono pubblicati su Nature Astronomy.

Yang e il suo team hanno utilizzato i dati di ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), di cui l’ESO è un partner, nonché del VLT dell’Eso, per studiare i granelli di polvere di 2I/Borisov per raccogliere indizi sulla nascita e le condizioni della cometa nel suo sistema originario. Hanno scoperto che la chioma della cometa – un involucro di polvere che circonda il suo corpo principale – contiene ciottoli compatti, granelli di circa un millimetro o più grandi. Inoltre, hanno scoperto che la quantità relativa di monossido di carbonio e acqua nella cometa cambiava drasticamente man mano che si avvicinava al Sole. L’equipe, che comprende anche Olivier Hainaut, afferma che questo indica che la cometa è composta da materiali che si sono formati in punti diversi del suo sistema planetario. Le osservazioni di Yang e del suo gruppo suggeriscono che la materia nella casa planetaria di 2I/Borisov è stata mescolata da zone vicine alla sua stella a zone più lontane, forse a causa dell’esistenza di pianeti giganti, la cui forte gravità agita il materiale nel sistema. Gli astronomi ritengono che si tratti di un processo simile a quello che si è verificato all’inizio della vita del nostro Sistema solare. Anche se 2I/Borisov è stata la prima cometa solitaria a passare vicino al Sole, non è però stato il primo visitatore interstellare. Il primo oggetto interstellare che è stato osservato passare dal nostro Sistema solare è ‘Oumuamua, un altro oggetto studiato con il VLT dell’Eso nel 2017. Originariamente classificato come una cometa, ‘Oumuamua è stato successivamente riclassificato come asteroide in quanto mancava di chioma.

# Il sogno di “Ingenuity” è realtà: un elicottero vola su Mart(

di Astronautinews.it

**I**l 19 aprile 2021 verrà ricordato perché per la prima volta un mezzo progettato dall'uomo è decollato e atterrato su un pianeta che non sia la Terra. Si tratta senza alcun dubbio di una nuova pietra miliare nella storia dell'esplorazione dello spazio. Il drone-elicottero Ingenuity della NASA è diventato così il primo veicolo a compiere un volo controllato e motorizzato su un altro pianeta. Dopo aver ricevuto i primi dati dall'elicottero tramite il rover Perseverance Mars della NASA, il team di specialisti del Jet Propulsion Laboratory ha confermato che il volo è stato un successo. "L'X-15 è stato un precursore dello Space Shuttle, Mars Pathfinder e il suo rover Sojourner hanno fatto lo stesso per tre generazioni di rover su Marte: non sappiamo esattamente dove ci porterà Ingenuity, ma i risultati di oggi indicano che il cielo, almeno su



## **Ingenuity**

Il primo velivolo umano a librarsi nell'atmosfera di un'altro pianeta. (NASA)

Marte, potrebbe non essere il limite". Questa la dichiarazione di Steve Jurczyk, amministratore (facente funzioni) della NASA.

L'elicottero, alimentato da energia solare, è decollato alle 9.34 ora italiana, le 12.33 local mean solar time (ora di Marte), nel momento in cui il team di Ingenuity ha stabilito che avrebbe avuto energia sufficiente e trovato condizioni di volo ottimali. I dati dell'altimetro hanno indicato che Ingenuity è salito a un'altitudine di 10 piedi (3 metri) e ha mantenuto un volo stazionario stabile per 30 secondi per poi discendere, toccando nuovamente la superficie di Marte e concludendo un volo durato 39,1 secondi. Prossimamente i tecnici della NASA analizzeranno i dati per approfondire altri dettagli del volo. Poiché l'invio e la ricezione di qualsiasi comunicazione da e per Marte impiega circa 3 ore per l'andata e altrettante per il ritorno a Terra, Ingenuity non può essere pilotato da remoto con un joystick e per questo stesso motivo il suo volo non è stato osservabile in tempo reale dalla Terra. L'elicottero ha volato in totale autonomia, governato dai sistemi di guida, navigazione e controllo di bordo che eseguivano algoritmi sviluppati dal team del JPL.

Thomas Zurbuchen, amministratore associato della NASA per la scienza, ha annunciato il nome dell'aeroporto marziano su cui è avvenuto il volo. "Ora, 117 anni dopo che i fratelli Wright sono riusciti a fare il primo volo sul nostro pianeta, l'elicottero Ingenuity della NASA è riuscito a compiere questa straordinaria impresa su un altro mondo. Sebbene questi due momenti iconici nella storia dell'aviazione possano essere separati dal tempo e da centinaia di milioni di chilometri, ora saranno collegati per sempre. In omaggio ai due innovativi produttori di biciclette di Dayton, questo primo di molti aeroporti su altri mondi sarà ora conosciuto come Wright Brothers Field, in riconoscimento dell'ingegnosità e dell'innovazione che continuano a spingere l'esplorazione". Il capo pilota di Ingenuity, Håvard Grip, ha annunciato che l'International Civil Aviation Organization (ICAO), l'agenzia internazionale per l'aviazione civile, ha presentato alla Nasa e alla Federal Aviation Administration la designazione "IGY" quale nominativo di chiamata ICAO di Ingenuity, proprio come se si trattasse di un volo civile terrestre. Questi dettagli saranno inclusi ufficialmente nella prossima edizione della pubblicazione ICAO, la Designators for Aircraft Operating Agencies, Aeronautical Authorities and Services che includerà anche la designazione "JZRO" per il cratere Jezero, quale luogo di atterraggio. Occorre ricordare che Ingenuity è un dimostratore tecnologico, poiché il suo scopo è quello di verificare se la futura esplorazione del Pianeta rosso possa includere anche una prospettiva aerea. Infatti l'elicottero-drone, lungo 49 centimetri e pesante 1,8 chilogrammi, non contiene strumenti scientifici all'interno della sua fusoliera. Questo primo volo era pieno di incognite. Il Pianeta rosso ha una gravità significativamente inferiore a quella della Terra, circa un terzo, e un'atmosfera estremamente rarefatta con una pressione al suolo che è circa l'1 per cento di quella del nostro pianeta. Ciò significa che ci sono relativamente poche molecole d'aria con cui le pale del rotore di Ingenuity – lunghe 1,2 metri – possono interagire per raggiungere un assetto di volo. L'elicottero contiene componenti unici, oltre a parti commerciali standard, molte provenienti dall'industria degli smartphone, che sono state collaudate nello spazio profondo per la prima volta con questa missione.

Il progetto Mars Helicopter è passato in poco più di sei anni dallo studio di fattibilità a un concetto ingegneristico e, infine, alla realizzazione del veicolo. Parcheggiato a circa 65 metri di distanza, da Van Zyl Overlook, il rover Perseverance non solo ha agito da ponte radio per le comunicazioni tra l'elicottero e la Terra, ma ha anche documentato le operazioni di volo con le proprie telecamere. Le immagini delle Mastcam-Z e Navcam

del rover forniranno dettagli aggiuntivi sul volo dell'elicottero.

Perseverance è atterrato con Ingenuity attaccato al ventre lo scorso 18 febbraio. Il 3 aprile l'elicottero è stato rilasciato sulla superficie del cratere Jezero. Ingenuity ha effettuato il suo volo al 16° sol (giorno marziano) della finestra di 30 sol precedentemente stabilita. Nel corso dei prossimi tre sol, gli specialisti a Terra riceveranno e analizzeranno tutti i dati e le immagini del volo e formuleranno un piano per il secondo volo di collaudo, previsto non prima del 22 aprile. Se l'elicottero sopravvivrà al secondo volo, il team a Terra valuterà il modo migliore per espandere il profilo di volo di Ingenuity.

# Supernovae. Inarrestabile Itagaki

di Fabio Briganti e Riccardo Mancini

**L'**astrofilo giapponese Koichi Itagaki stupisce ancora e realizza la sua terza scoperta del 2021. Nella notte del 2 aprile, Itagaki si accorge di una debole stellina di mag. +17,7 nella galassia a spirale NGC 3147 posta nella costellazione del Drago a circa 130 milioni di anni luce di distanza e situata a soli 7° dal Polo Nord celeste.

La notte seguente la scoperta, dall'Osservatorio di Asiago con il telescopio Copernico da 1,82 metri, viene ripreso lo spettro di conferma. La classificazione della SN2021hpr, questa la sigla definitiva assegnata, non è però facile. Per gli astronomi di Asiago siamo di fronte a una supernova di tipo I, con i gas eiettati dall'esplosione che viaggiano all'impressionante velocità di circa 21 mila chilometri al secondo, ma in queste prime fasi dell'esplosione rimane un'incertezza sulla possibilità di essere davanti a una supernova di tipo Ic oppure a una di tipo Ia. Sempre dall'Osservatorio di Asiago, nella notte fra il 6 e il 7 aprile, viene ripreso un ulteriore spettro e questa volta non ci sono più dubbi: la SN2021hpr è una supernova di tipo Ia scoperta due settimane prima del massimo di luminosità, che infatti si è verificato intorno al 16 aprile, con una magnitudine apparente che ha sfiorato la mag. +14.

Con questa scoperta Itagaki eguaglia il record, da lui stesso detenuto, di tre supernovae scoperte nella stessa galassia. L'incredibile giapponese aveva realizzato la precedente tripletta nella galassia a spirale M 61. Da notare che in NGC 3147 non si è ancora spenta l'esplosione della SN2021do scoperta il 2 gennaio dal programma professionale Zwicky Transient Facility (ZTF) e attualmente ancora visibile anche se molto debole, oltre la mag. +19. Con questa sesta supernova nota, NGC 3147 diventa una delle galassie più prolifiche in fatto di eventi di supernova. Le cinque precedenti sono state come detto la SN2021do (di tipo Ic), le altre due scoperte di Itagaki, la SN2008fv di tipo Ia e la SN2006gi di tipo Ib, e andando più indietro nel tempo la SN1997bq scoperta dall'astronomo britannico Stephen Laurie e da quello americano Ronald Zissel (di tipo Ia), infine la SN1972H scoperta dall'astronomo russo Vitaly Goranskij di della quale non fu possibile ottenere la classificazione. Un elogio al giapponese va fatto anche per la rapidità con cui ha comunicato la scoperta nel TNS, battendo nell'ordine il programma professionale americano ATLAS, che aveva un'immagine ripresa sempre il 2 aprile un minuto e 21 secondi prima di Itagaki, quello americano dello ZTF, che aveva un'immagine del 1. aprile e i russi del Caucasian Mountain Observatory, che avevano un'immagine del 31 marzo con la supernova molto debole a mag. +19,30. Nessuno però l'aveva annunciato prima dell'astrofilo.

# Addio a Michael Collins, l'uomo che non camminò sulla Lun(

di Redazione Coelum Astronomia

**S**compare all'età di 90 anni Michael Collins, il terzo uomo della missione Apollo, colui che attese nel modulo di comando, in orbita lunare, Armstrong e Aldrin, che facevano la storia come primi uomini a mettere piede sul nostro satellite e che si occupò di riportarli a terra sani e salvi.

La sua famiglia ne ha dato comunicazione nel pomeriggio (italiano) del 28 aprile, con un bel messaggio su twitter:

"Ci spiace comunicare che il nostro amato padre e nonno ci ha lasciati oggi, dopo una coraggiosa battaglia contro il cancro. Ha passato i suoi ultimi giorni in pace, con la sua



## **Il terzo uomo**

Michael Collins durante una sessione nel simulatore del modulo di comando (NASA)

famiglia al fianco. Mike ha sempre affrontato le sfide della vita con eleganza e umiltà e ha affrontato questa sua sfida finale allo stesso modo. Ci mancherà terribilmente. Ma sappiamo anche quanto fortunato Mike si sentiva per aver vissuto la vita che ha avuto. Onoreremo il suo desiderio per noi di celebrare, e non piangere, quella vita. Unitevi a noi nel ricordare con gioia e affetto il suo acume, la sua sobria determinazione e la sua saggia prospettiva, guadagnati grazie all'aver potuto osservare la Terra dallo spazio e attraverso le calme acque dal ponte della sua barca da pesca".

Quello che forse non tutti sanno è che Collins è nato a Roma, figlio di un generale dell'esercito americano, che il 31 ottobre del 1930, giorno della nascita di Collins, era in servizio in Italia.

## Marte. Prime foto da Zhurong

di Marco Di Lorenzo

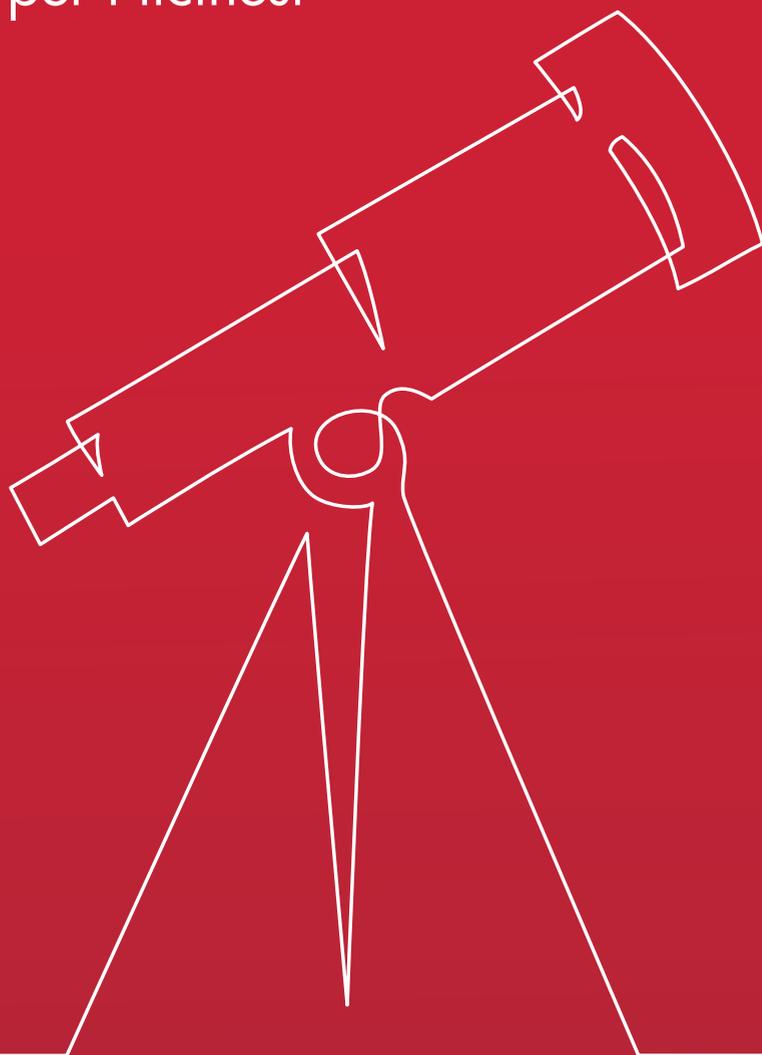
**D**opo il fatidico atterraggio annunciato il 16 maggio scorso, c'è stata una crescente delusione mista a una punta di scetticismo di fronte alla totale assenza di immagini a conferma del risultato. Un'attesa così prolungata è insolita, la Nasa ci ha abituati a vedere le prime riprese da parte di un rover praticamente in tempo reale, appena arrivano al centro di controllo, tipicamente entro un'ora dall'atterraggio. In questo caso, però, il ritardo era in buona parte giustificato dal fatto che, nei primi giorni, non è stato possibile stabilire un collegamento diretto e a "banda larga" tra il rover e l'orbiter che lo ha rilasciato e che funge anche da "ponte radio" per inviare tali dati a Terra.

In effetti, poco dopo il rilascio del complesso formato dal modulo di ingresso atmosferico, il lander e il rover, la sonda madre Tianwen-1 è stata impegnata in una serie di manovre per aggiustare la sua orbita e accorciarne il periodo. L'orbiter ha effettuato ben 4 accensioni in prossimità del peri-astro (il punto più vicino alla superficie marziana) e, nel giro di un paio di giorni, il periodo orbitale si è ridotto a 8,5 ore (circa un quarto della durata di un sol); questo ha consentito di utilizzare l'orbiter come un ricevitore/ripetitore efficace dei dati provenienti dal rover. Così si è passati da una velocità di soli 2 bit al secondo dei dati di telemetria ricevuti a Terra, direttamente tramite il debole segnale del rover, a un collegamento UHF e banda X tramite l'orbiter con svariati kbit/s, per un volume totale che ora è stimato tra i 2,5 e i 6 Mbit al giorno. Le prime immagini dovrebbero essere giunte alle stazioni a Terra nelle prime ore del 26 maggio e, a metà mattinata, hanno cominciato a circolare in rete. Sono apparse le prime due foto riprese al suolo e anche un paio di filmati sullo sganciamento del complesso dalla sonda madre, prima della discesa atmosferica.

Le prime foto sono reperibili online. Tra le prime, una è stata ripresa dalla "mastcam" del rover, prima disposta orizzontalmente e ora innalzata sopra il "deck". Si tratta, per la precisione, della telecamera di navigazione che verrà usata per identificare il percorso del rover sulla superficie. Le indagini scientifiche vere e proprie sono iniziate il 28 maggio (sol 14) e dureranno fino al sol 90, durata nominale della missione del rover. Quindi dopo ferragosto il rover dovrebbe interrompere le sue operazioni e l'orbiter tornerà nell'orbita di mappatura, per poter esaminare la superficie dell'intero pianeta. Sulla base però delle esperienze precedenti dei due rover Yutu lunari, Zhurong potrebbe

# Pacchetti BancaStato

I nostri pacchetti per i ticinesi



Pacchetto  
**GIOVANE**

**CHF 0**

AL MESE

Pacchetto  
**INDIVIDUALE**

**CHF 12**

AL MESE

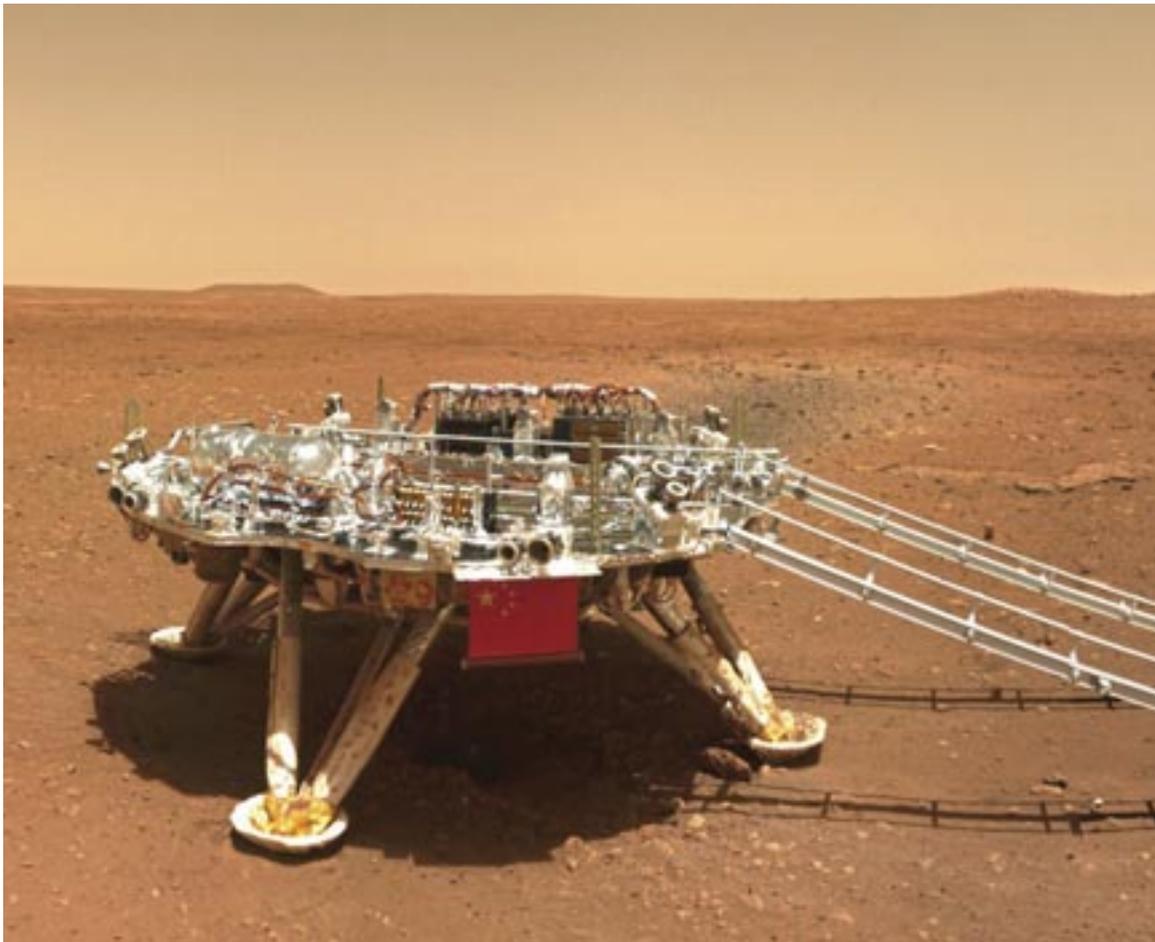
Pacchetto  
**FAMIGLIA**

**CHF 20**

AL MESE

agevolmente sopravvivere oltre la sua durata nominale, magari comunicando meno spesso con la Terra e procedendo a velocità ridotta. Questo è prevedibile, tanto più che i suoi pannelli solari sono in grado di orientarsi e quindi scuotere almeno in parte la polvere che si dovesse depositare su di essi, una possibilità che invece non è stata prevista sui veicoli americani (i due rover Spirit / Opportunity e i lander Phoenix / Insight) decretandone la “fine missione”, comunque giunta molto oltre la durata nominale prevista.

Le nuove coordinate del luogo di atterraggio di Zhurong sono 25,1° N, 109,9°. È circa 50 chilometri più a nord della posizione inizialmente prevista. In pratica il rover si trova a circa 1'700 chilometri dal luogo in cui si è posato il lander Viking-2 nel 1976, sempre in Utopia Planitia ma decisamente più a nord. Inoltre, il rover cinese si trova a oltre 2.300 chilometri da Curiosity e a oltre 1.800 da Perseverance, gli altri due robot funzionanti su Marte; di conseguenza, non c'è alcuna speranza (o timore) che si possano mai incontrare!



### **Un robot cinese**

Dopo qualche giorno di attesa, sono giunte le prime immagini del robot Zhurong. Qui la piattaforma a bordo della quale è atterrato (CNSA)

# Le stelle polari degli altri pianeti

L'asse terrestre punta verso la stella polare. Ma è un caso e non è sempre stato così. Dove puntano gli assi di Marte o Venere?

di Sandro Baroni

Inclinazione dell'asse di rotazione



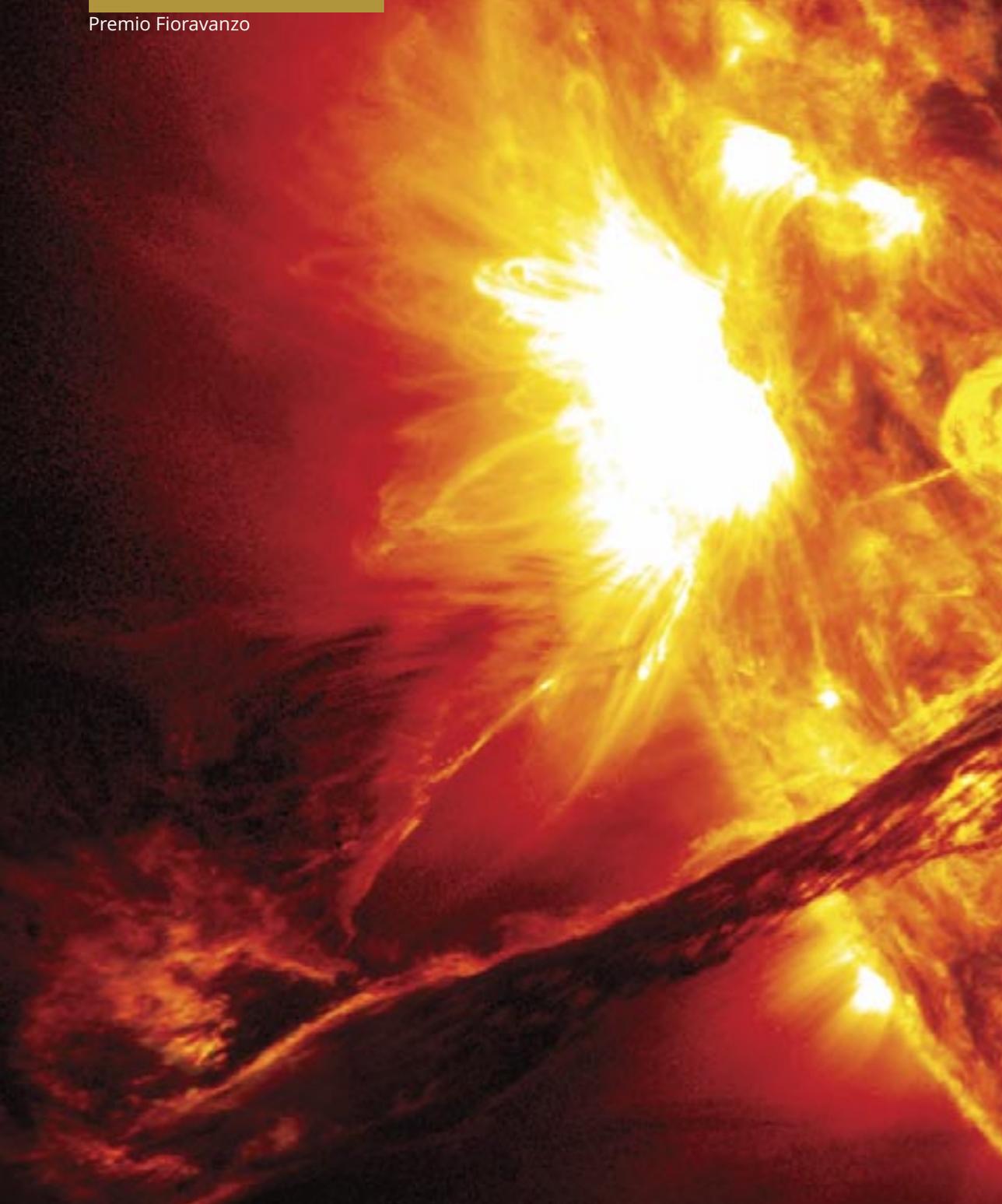
**I**l Drago (Draco-Draconis) è il preferito dai pianeti. È noto che i pianeti ruotano attorno a un proprio asse in tempi molto vari. Ricordiamo che gli assi sono sempre paralleli a sé stessi ovunque si trovi il pianeta lungo la propria orbita attorno all'astro da cui dipende, secondo le leggi della gravitazione universale. Il nostro pianeta, la Terra, ha l'asse di rotazione diretto verso la costellazione dell'Orsa Minore o Carro Minore (UMi), il punto è posto nei pressi della Stella Polare (Alpha UMi), questo punto è usato per trovare il nord. Ma se fossimo marziani o uraniani quale sarebbe la zona del cielo verso la quale punterebbe l'asse?

Per Mercurio la Stella Polare si trova nel Drago e più precisamente all'ascensione retta (AR) in gradi, 281 e declinazione (D) 61, nei pressi della stella Omicron Draconis. La Stella Polare o meglio il punto che indica il nord sul pianeta Venere si trova a AR 273° e D 67° nei pressi di Omega Draconis (Omega Dra) ma sempre nella costellazione del Drago (Dra). Le cose cambiano parecchio per Marte, il Polo Nord si trova nella costellazione del Cigno (Cyg) a 318° di AR e 53° di D, verso la costellazione del Cefeo (Cep).

Veniamo ora al gigante Giove: ha anch'esso l'asse di rotazione rivolto verso il Drago nei pressi di Omega Draconis (Omega Dra) nel punto individuato dalle coordinate 268° di AR e 64° di D. Da tutt'altra parte punta l'asse di rotazione di Saturno, posto a 40° di AR e a 83° di D, in un punto anonimo del Cefeo, (Cepheus-Cephei). Quindi per i saturniani diventa complesso trovare il nord.

Fin qui abbiamo preso in considerazione i pianeti noti nell'antichità, non ci resta che citare gli storici pianeti telescopici. Proprio una stranezza l'asse di Urano che rotola come una palla sul tavolo di un biliardo: questo asse punta Ofiuco (Ophiuchus-Ophiuchi) nei pressi della stella Eta Ophiuchi (Eta Oph) e più precisamente all'AR 257° e alla D negativa di -15°. Nettuno, il pianeta scoperto sulla punta di una penna, ha l'asse di rotazione nei pressi di Delta Cygni (Delta Cyg) a 295° di AR e 41° di Declinazione. Infine Plutone con l'asse di rotazione che punta il Delfino (Delphinus-Delphini) alle coordinate di AR 311° e D 4°.

Ricapitolando, gli assi polari nel nostro Sistema solare interessano per tre casi il Drago (Mercurio, Venere e Giove), in due casi il Cigno (Marte e Nettuno) e una per ciascuna le costellazioni del Cefeo, Ofiuco e Delfino, quindi con una preferenza per il Drago. Gli assi polari però, saranno modificati dai grandi tempi astronomici di precessione.



**Eruzioni mastodontiche**

Il 31 agosto 2012 un'eruzione di massa coronale spinge un flusso di particelle cariche a quasi 1'500 chilometri all'ora sopra la superficie solare. (NASA/Goddard Space Flight Center)

# Alla ricerca del campo magnetico

Un compendio di uno dei due lavori di maturità  
liceale che ha ottenuto il primo premio ex-aequo  
al Concorso Fioravanzo 2019

di Daniel Panero

**Nota della redazione:** per necessità di pubblicazione su questa rivista, abbiamo dovuto tralasciare diverse sezioni e capitoli del lavoro di Daniel Panero. In particolare abbiamo ommesso buona parte dell'imponente parte teorica e matematica, di livello para-universitario, così come alcune considerazioni sui risultati. Inoltre l'introduzione è stata anticipata per facilitare l'entrata in materia ai lettori.

**T**utti noi, da piccoli, abbiamo immaginato il Sole come un semplice cerchio di fuoco in mezzo al cielo; finché a scuola, abbiamo scoperto la vera complessità del Sistema solare. Il Sole non era più un semplice cerchio giallo con un sorriso sfacciato, ma una sfera di plasma incandescente, qualcosa di fisico, reale ma allo stesso tempo distante, lontano. Per molti questo era abbastanza: nella vita di tutti i giorni questi fenomeni non ci sfiorano minimamente. Dopo tutto il Sole si trova a una distanza di centinaia di milioni di chi-

lometri, è sempre lì, ogni giorno, sin da quando ne abbiamo ricordo. Il Sole infonde sicurezza e calore. Ogni volta che tramonta siamo sicuri che al mattino ritornerà, come sempre. Ne siamo talmente sicuri che per migliaia di anni abbiamo orientato e basato le nostre vite attorno al Sole. Addirittura per alcune civiltà il Sole rappresentava il dio della vita, della prosperità e dell'abbondanza. Per quanto primitive, queste società non sbagliavano: il Sole rappresenta la fonte energetica più importante della vita. Senza, probabilmente, non si sarebbe mai sviluppata la vita. Il Sole è una stella come le altre ma è anche la stella a noi più vicina. Studiando al meglio il Sole, possiamo conoscere meglio le altre stelle, le altre galassie e col tempo il nostro stesso universo. Ora, sicuramente questo non è lo scopo di questo lavoro di maturità (LAM). Infatti questo progetto presenta solo un aspetto del Sole: l'effetto del campo magnetico solare sulla luce prodotta nelle protuberanze solari.

Nei primi capitoli viene descritto il Sole e le parti che a noi interessano. Dopodiché vengono create le basi teoriche per i capitoli successivi, cioè la nozione di luce polarizzata, un concetto su cui si fonda tutto questo progetto. In seguito, nei tre capitoli seguenti, vengono spiegati i due fenomeni (Zeeman e Hanle) più importanti che caratterizzano le misure prese in presenza di un campo magnetico. Dopo una presentazione del programma Hazel e dell'osservatorio dell'IRSOL, si passa alla parte sperimentale ovvero il tentativo di ricavare, a partire dai dati spettrali, la geometria del campo magnetico solare e la situazione termodinamica della protuberanza osservata. Infine nell'ultimo capitolo traiamo le conclusioni finali sull'esperienza lavorativa e di scrittura di questo LAM.

### Riassunto

Questo lavoro di maturità (LAM) presenta una ricerca nel campo della fisica solare e dei fenomeni magnetici che inducono una polarizzazione dello spettro dell'emissione del He I D3 delle protuberanze solari. Nonostante questo LAM sia strettamente legato alle misure spettropolarimetriche eseguite all'Istituto Ricerche Solari di Locarno (IRSOL), una particolare attenzione è stata rivolta all'aspetto teorico e alla creazione di un modello semplificato dello spettro di una protuberanza. Infine, a partire dai dati sperimentali (sia di archivio e sia completamente nuovi) tramite il programma di inversione Hazel, è stata dedotta e analizzata la situazione termodinamica e la geometria del campo magnetico.

### Ringraziamenti

Vorrei ringraziare il professor Renzo Ramelli, che ci ha affiancato durante questo lungo e faticoso viaggio alla scoperta della spettropolarimetria solare. Un particolare riconoscimento anche all'Istituto Ricerche Solari Locarno (IRSOL) che ci ha permesso di usufruire della sua strumentazione in modo gratuito e infine porgere un caloroso ringraziamento alla mia famiglia e ai miei amici/che che anche nei momenti di sconforto mi hanno sostenuto.

### Teoria

Il Sole è una sfera quasi perfetta di plasma: una mi-

sceola di gas talmente caldi che alcuni dei loro elettroni sono liberi dagli orbitali (ionizzati). È formato principalmente da idrogeno (74,9 %) ed elio (23,8 %) anche se troviamo piccole tracce degli altri elementi della tavola periodica.

### Fotosfera e cromosfera

La fotosfera rappresenta la "superficie" visibile del Sole, dalla quale viene emessa la maggior parte della luce, non la totalità, perché anche gli strati più esterni come la cromosfera e la corona emettono luce. Si tratta però di una pseudo-superficie / strato infatti il Sole non può avere una superficie dal momento che è formato da plasma. Perciò viene considerata la superficie lo strato in cui la maggior parte dei fotoni prodotti possono fuoriuscire. Difatti al di sotto della fotosfera il Sole diventa opaco alla luce visibile. Quindi la fotosfera è lo strato più profondo che possiamo osservare direttamente. Questo è dovuto all'aumento della densità del plasma e al conseguente aumento degli ioni H- negli strati più profondi del Sole che interagiscono e assorbono facilmente i fotoni prodotti. La fotosfera è spessa circa 100 chilometri, molto sottile considerando il raggio del Sole pari a circa 700 mila chilometri. La sua temperatura fluttua tra i 4'500 e i 6'000 gradi Kelvin.

La cromosfera è uno dei quattro strati dell'atmosfera solare, situata direttamente sopra la fotosfera e sotto la zona di transizione. Si estende per circa 3'000 – 5'000 chilometri. Inizialmente la temperatura cala da 6'000 gradi Kelvin a circa 3'800, dopodiché aumenta di nuovo (negli strati più esterni del Sole, come la corona, la temperatura può raggiungere un milione di gradi Kelvin). Gli scienziati non sono molto sicuri su quale sia la ragione dell'aumento della temperatura con l'aumentare dell'altezza, ma molto probabilmente una delle cause risiede nel campo magnetico. Il prefisso cromo in greco significa colorato, infatti la cromosfera possiede un caratteristico colore rossastro, determinato prevalentemente dalla linea spettrale H $\alpha$  (656,3 nm).

### Protuberanze

Uno dei fenomeni solari più spettacolari e affascinanti sono le protuberanze solari, dense nuvole di plasma incandescente che si sollevano dalla foto-

sfera e fuoriescono dalla cromosfera, intrecciandosi e contorcendosi (seguendo il campo magnetico generato dal Sole) fino a formare una struttura ad anello. Gli astronomi non sono ancora sicuri sul perché e sul come si formano le protuberanze solari, anche se la motivazione giace nel campo magnetico solare. Dal momento che le protuberanze hanno una composizione simile a quella della cromosfera, sono visibili attraverso la corona poiché, come già visto, la corona è meno densa della cromosfera ed è otticamente sottile. Infine alcune protuberanze diventano instabili e il plasma di cui sono formate viene espulso fuori dalla corona solare.

### **Polarizzazione**

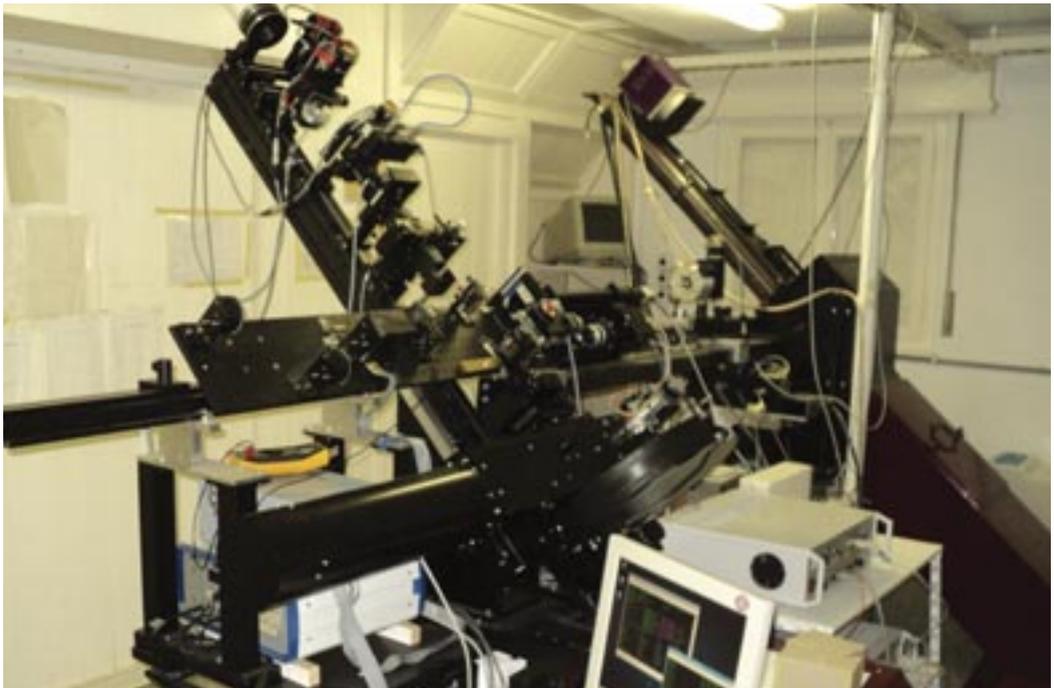
Siccome non possiamo direttamente misurare il campo magnetico di una protuberanza dobbiamo avvalerci di altri strumenti. Per questo misuriamo una delle proprietà di quello che invece possiamo quasi direttamente osservare: luce prodotta / emessa dalla protuberanza. La

polarizzazione è una proprietà che specifica l'orientamento del campo elettrico oscillante della luce: orizzontale, verticale, diagonale, circolare... Invece un fascio di luce non polarizzata può essere ricollegato a un vettore elettrico che punta in direzioni casuali in ogni momento, un fascio non completamente polarizzato può essere polarizzato tramite il riflesso o filtri speciali. La polarizzazione della luce serve quindi a distinguere diversi tipi di effetti causati da alcuni fenomeni (che si manifestano in presenza di un campo magnetico).

### **Procedimento**

L'osservatorio dell'IRSOL (Istituto Ricerche Solari Locarno) venne costruito nel 1960 per opera dell'Università di Göttingen ed è attualmente un istituto di ricerca associato all'Università della Svizzera Italiana. L'istituto si occupa, in particolare, di ricerche incentrate sulle misure polarimetriche dell'atmosfera solare.

L'osservatorio è provvisto di un telescopio Gregory-



### **All'IRSOL**

Il banco ottico del locale osservativo locarnese

Coudé. La luce entrante viene focalizzata dallo specchio principale (con un diametro di circa 45 centimetri) su un limitatore di campo (uno specchio bucato) posto a 240 centimetri (ovvero la distanza focale dello specchio principale), in questo modo il campo visivo del telescopio viene ridotto. La luce che viene invece deflessa dal limitatore di campo viene usata dal sistema di guida automatica (che purtroppo durante le nostre visite all'osservatorio non era utilizzabile poiché erano presenti delle nuvole). Per quanto riguarda la luce che è passata attraverso il buco viene rifocalizzata da uno specchio secondario ellittico su altri due specchi secondari che portano il fascio parallelo al banco ottico (figura) dove è possibile installare varie componenti ottiche: ottica di calibrazione, analizzatore della polarizzazione, derotatore, filtri, lamine ritardatrici, ecc. Gli ultimi due specchi orientati a 45°, introducono della cosiddetta polarizzazione strumentale che però scompare quando il telescopio punta all'equatore terrestre (ovvero durante gli equinozi), altrimenti la correzione rimane costante durante la giornata ed è quindi una semplice riduzione dei dati. Una spiegazione più che esaustiva è stata già data in un articolo di Michele Bianda e Renzo Ramelli nel 2014 (vedi anche schema della strumentazione a pag. 17 di Meridiana 234).

Dopo esser passata attraverso il banco ottico, la luce viene incentrata sulla fenditura dello spettrografo, la cui apertura può essere modificata a piacimento. La luce che invece non passa attraverso la fenditura, viene recuperata, ricreando l'immagine solare su una camera digitale. Per questo le immagini presentano sempre una linea nera in mezzo. Quella sezione dell'immagine infatti viene analizzata dallo spettrografo. Prima di entrare, la luce passa una serie di filtri che selezionano la banda spettrale corretta. Dopodiché lo spettrografo separa il fascio di luce in uno spettro in base alla sua lunghezza d'onda in modo che possa essere analizzata. Perciò invece di avere un fascio con una sola dimensione ovvero l'altezza data dalla fenditura, la luce che esce dallo spettrografo avrà due dimensioni: l'altezza e la dimensione spettrale. Visto che non è possibile direttamente determinare la polarizzazione di un fascio di fotoni (possiamo solo contare il numero di fotoni), l'istituto utilizza una soluzione sorprendente: un modulatore pizoelastico (PEM) e un filtro polarizzante li-

neare orizzontale che ci permettono di imprimere delle informazioni inerenti alla polarizzazione sul parametro di I di Stokes.

Per misurare le 4 intensità necessarie abbiamo usato la camera CCD ZIMPOL 3 progettata dal Politecnico Federale di Zurigo e dal Dipartimento Tecnologie Innovative della SUPSI. Costruita apposta per questo scopo, una volta sincronizzata con il modulatore nel primo intervallo di tempo, 3 righe di pixel su 4 vengono mascherate e solo una è esposta alla luce. Dopo un tempo pari a  $T/4$  le cariche accumulate vengono spostate e i sensori vengono irradiati nuovamente, dopo  $T/4$  le cariche vengono nuovamente spostate e così via per altre 2 volte, per un totale di ben 42 mila cicli (da 4 misure) al secondo! La camera sfrutta l'effetto fotoelettrico, ovvero l'emissione di un elettrone quando la luce colpisce un semiconduttore di silicio. Dopo essere stato eccitato l'elettrone viene confinato in un livello energetico superiore, una volta che il periodo di esposizione è finito per ogni sensore / pixel la carica viene convertita in un segnale elettrico e infine in forma digitale, permettendoci così di leggere il segnale. ZIMPOL 3 dispone di  $1252 \times 576$  sensori / pixel, dei 576, come detto prima, i tre quarti sono mascherati / coperti. Quindi in totale ognuna delle 4 immagini sarà composta da  $1240 \times 140$  pixel, 1240 lungo la dimensione spettrale (la lunghezza data dallo spettrografo) e 140 lungo quella spaziale (la lunghezza della fenditura).

### Misurazioni

Le misure sono state effettuate sabato 10 agosto 2019 nel tardo pomeriggio, poiché al mattino pioveva. La protuberanza scelta (figura) si trovava sul bordo ovest del sole a un'altezza di 10". Abbiamo esposto la CCD alla luce emessa dalla protuberanza per circa 14 minuti: 7 minuti per i parametri IQV e altri 7 per i parametri IUV. Infine per i parametri I e V è stata eseguita la media, in modo da non avere dei dati separati. Dopodiché è stata eseguita un'altra misura ma con la fenditura dello spettrografo fuori dalla protuberanza per lo stesso tempo di esposizione. Dal momento che le condizioni non erano ottimali, abbiamo deciso di confrontare i risultati ottenuti con altri dati da archivio. Le seconde misure sono state raccolte il 16 marzo 2010 a un'altezza di 29.5" sul lato nord-ovest del Sole.



### La protuberanza

Immagine ritratta il 10 agosto 2019 e su cui si basa una delle due analisi di questo lavoro di maturità. La protuberanza si trova sul bordo ovest del sole all'altezza di  $10''$ . Esposizione totale: 14 minuti.

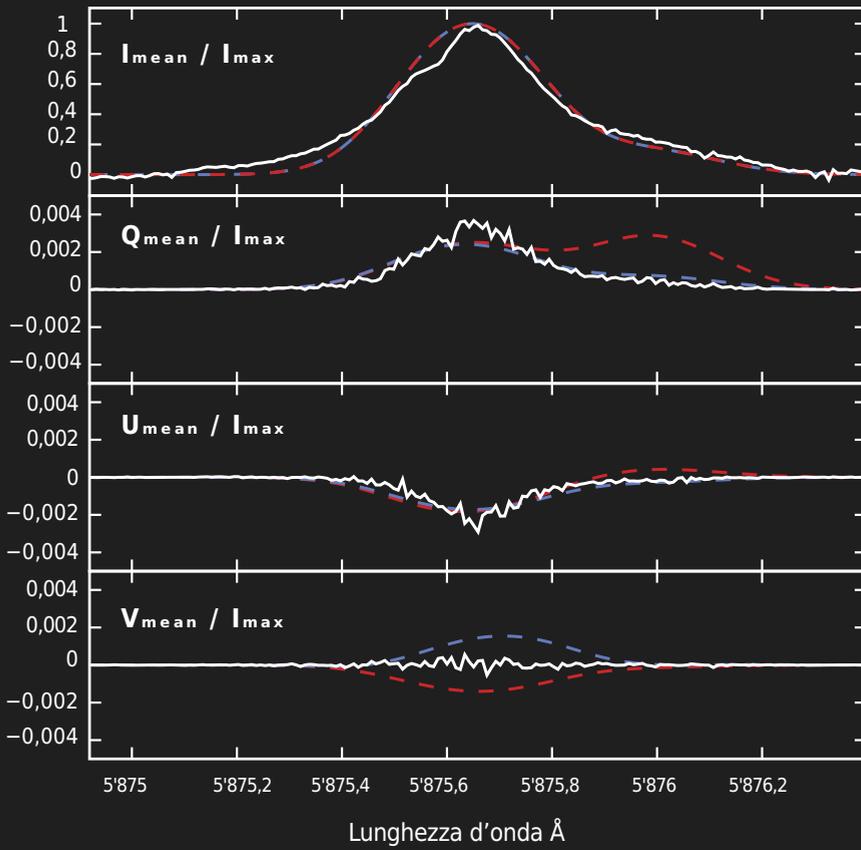
### Risultati sui dati 201

Dopo vari tentativi siamo finalmente riusciti a invertire i profili sperimentali con dei risultati promettenti. Come possiamo notare la linea sintetizzata rossa si avvicina di molto a quella sperimentale per quanto riguarda il parametro I e U, un po' meno per i parametri Q e V. Infatti il segnale del parametro V è praticamente piatto, rendendo più difficile determinare il valore e la direzione del campo magnetico. Perciò abbiamo fatto un altro tentativo questa volta però assegnando un peso al parametro V pari a 0,2 (linea blu). Stranamente, nonostante questo cambiamento, il profilo simulato di V, a parte aver cambiato segno, è rimasto praticamente identico. Invece il fit dei parametri QU sorprendentemente è migliorato come possiamo notare dalla figura (linea blu). Giustamente i due profili sintetizzati del parametro I non sono cambiati dal momento che il primo ciclo delle due

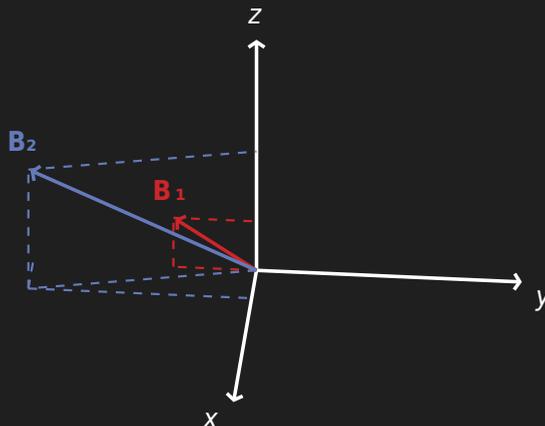
inversioni era identico. Infatti i parametri termodinamici ( $v_{mac}$ ,  $v_{th}$ ,  $\tau$ ) trovati da Hazel sono rimasti uguali.

Nonostante un valore di 1.190 metri al secondo della velocità macroscopica (la velocità media del fluido) può sembrare esorbitante, dobbiamo ricordarci ad esempio che lo Space Shuttle può raggiungere velocità pari a 1.400 metri al secondo e l'oggetto più veloce costruito dall'uomo (la sonda Helios) raggiunge i 72 mila metri al secondo. Anche lo stesso vento solare (formato sempre da plasma) raggiunge delle velocità di 50 mila - 750 mila metri al secondo. A partire dalla velocità termica  $V_{th}$  troviamo una temperatura  $T = 13.200$  Kelvin, maggiore di quella della cromosfera. Infatti le protuberanze, nonostante siano formate da plasma simile a quello della cromosfera, si trovano nella corona che può arrivare a temperature pari a un milione di gradi Kelvin. Più singolare invece il

## Inversione dei dati del 2019



## Campi magnetici



valore della profondità ottica che ci aspettavamo fosse vicino a 0, dal momento che l'elio è otticamente sottile. Infatti se consideriamo un mezzo uniforme, una profondità ottica dello 0,4 significherebbe che circa il 40 per cento dell'intensità iniziale  $I_0$  è andata persa. Ma osservando l'errore assoluto, possiamo constatare che il valore di  $\tau$  trovato da Hazel sia inconcludente. Come possiamo notare (figura) in entrambe le simulazioni il vettore del campo magnetico si trova a un angolo di circa 30 gradi dal piano parallelo alla superficie del Sole (piano  $x-z$ ). Infine per il campo magnetico ci immaginavamo un valore molto più grande, infatti 50 G corrisponde più o meno al campo magnetico creato da una calamita da frigo.

### Risultato sui dati del 2010

La seconda inversione, oltre a essere stata più semplice dal punto di vista prettamente tecnico (avevamo capito finalmente come far funzionare il programma), è risultata molto più promettente che l'inversione dell'osservazione del 2019. Infatti si può notare nella figura 39 come la linea rossa sintetizzata si avvicini a quella sperimentale. Un'altra cosa che possiamo notare direttamente dai dati sperimentali I e Q, è il picco secondario (più piccolo in confronto a quello principale) a circa  $5.876 \text{ \AA}$ . Questo corrisponde alla transizione dal livello 33D1 al livello 23P0 e siccome la linea è più debole, spesso viene persa (come nell'inversione I). Come possiamo notare il parametro Q presenta un chiara depolarizzazione, infatti se sintetizziamo una situazione senza campo magnetico possiamo notare come la percentuale di luce linearmente polarizzata sia maggiore. A differenza di quanto descritto nella teoria la percentuale di luce polarizzata linearmente è pari solo a circa il 4 per cento. Questo è dovuto al fatto che nel modello del capitolo 3.7.1 gli atomi sono illuminati in modo unidirezionale, invece nella realtà sono illuminati in modo anisotropo. Se gli atomi fossero eccitati egualmente da tutte le direzioni la polarizzazione sarebbe nulla. Invece dal momento che l'illuminazione maggiore è quella rispetto alla direzione radiale, la percentuale di luce linearmente polarizzata (con l'asse positivo lungo la distanza radiale) sarà solo minore.

### Conclusioni

Ricapitolando, in questo lavoro di maturità siamo riusciti a fornire un modello semplificato dello spettro dell'emissione del He1 D3 che abbiamo applicato a delle misure spettro-polarimetriche, ricavate all'Istituto Ricerche Solari di Locarno (IRSOL), deducendo così tramite il programma Hazel la geometria e l'intensità del campo magnetico e la situazione termodinamica di una protuberanza solare. Abbiamo dimostrato poi che sia effettivamente presente un campo magnetico nelle protuberanze e che influenzi, oltre la struttura della protuberanza stessa, anche la luce prodotta. Infatti, nonostante le difficoltà iniziali causate dalle lacune conoscitive e le peripezie incontrate durante (e non solo) la redazione di questo lavoro di maturità, i risultati sono promettenti. Purtroppo non ho potuto trattare tutti gli argomenti inerenti a questo tema poiché durante l'anno sono sorte tante tematiche/idee interessanti che per motivi di tempo non sono state approfondite come ad esempio una spiegazione classica più esaustiva dell'effetto Hanle o addirittura una completamente quantistica, una migliore risoluzione del trasporto radiativo e dell'equazione di equilibrio statico. Sarebbe stato inoltre interessante sviluppare un'illustrazione migliore del funzionamento e della sintesi del programma Hazel. Sicuramente se avessi potuto continuare a sviluppare questo lavoro, oltre a continuare la parte teorica, avrei fatto più misurazioni, in questo modo avrei avuto più situazioni differenti da confrontare. Ad esempio avrei analizzato in modo più approfondito l'influsso di  $\tau$  sul modello dal punto di vista sia teorico sia sperimentale. Inoltre avrei determinato l'orientamento del campo magnetico solare di più protuberanze, in questo modo avrei capito se c'è una direzione preferenziale del campo magnetico stesso. Sarebbe stato interessante anche invertire più profili lungo la fenditura, studiando l'evoluzione e il cambiamento del campo magnetico lungo l'asse spaziale. Ritengo che l'esperienza lavorativa e di preparazione di questo lavoro di maturità sia stata interessante ed educativa, infatti le visite all'osservatorio dell'IRSOL giocheranno una parte fondamentale nella scelta dei miei prossimi studi.

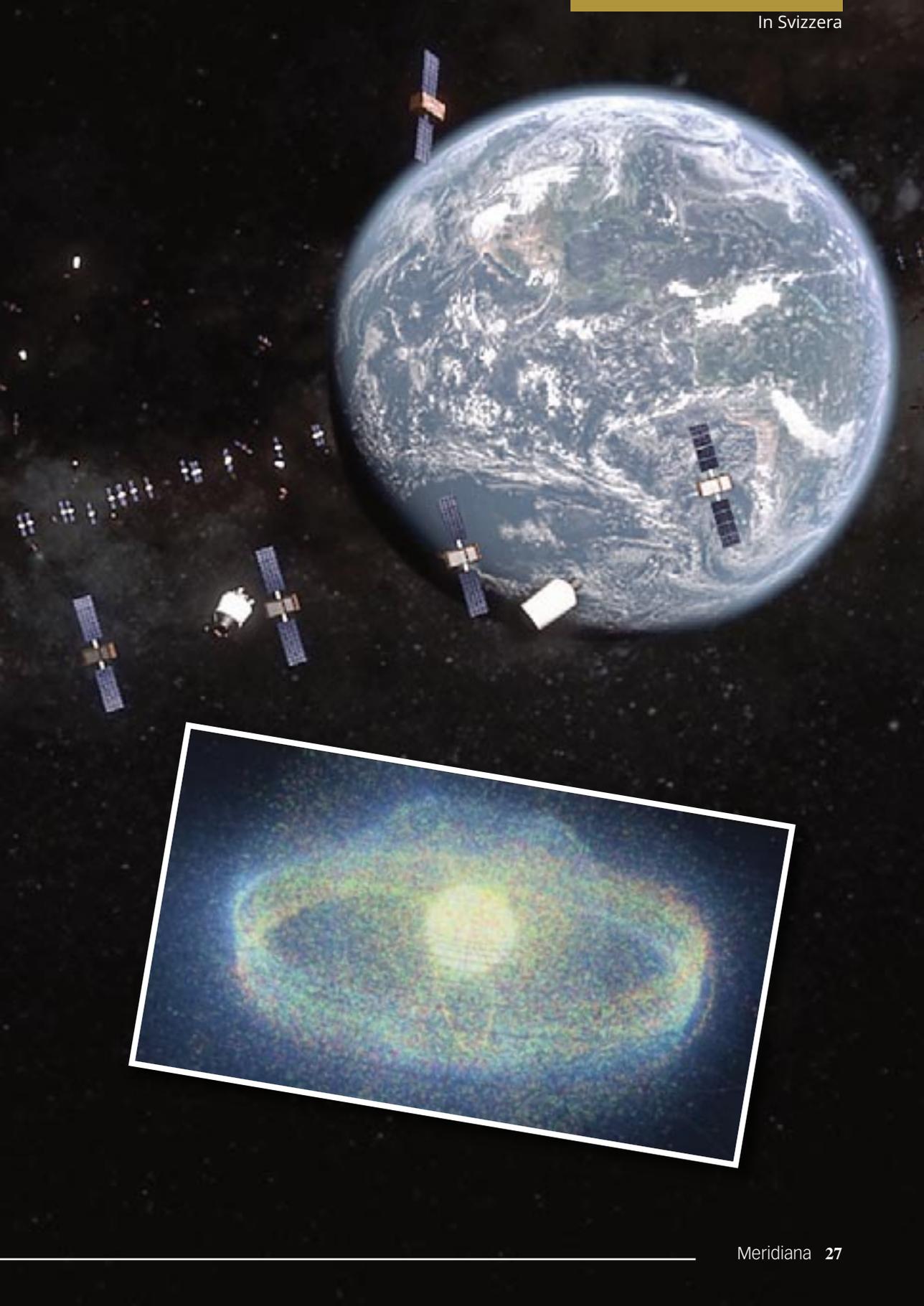
# Troppo spazio ai rottami

L'orbita terrestre si sta riempiendo di detriti e questo è un grosso problema. All'Università di Berna hanno trovato un modo per dare una mano

di Helen Oertli

## Il cimitero dei satelliti

Stando agli ultimi rilevamenti dell'ESA, vi sono almeno 129 milioni di oggetti in orbita fino a 1 mm di grandezza (vedi riquadro) e ogni anno, nell'arco degli ultimi 20, in media sono avvenuti 12,5 eventi che hanno creato nuovi detriti. (SA/ID&Sense/ONiRiXEL , CC BY-SA 3.0 IGO)



**D**a quando l'umanità, negli anni '50, ha iniziato a lanciare razzi in orbita, la quantità di rottami metallici che girano intorno alla Terra è aumentata costantemente. Gli esperti sono ora d'accordo sull'urgenza di intervenire. Un aiuto potrebbe arrivare dalle ultime tecnologie e dall'introduzione di regole vincolanti. Ma anche dalla prima osservazione diurna di successo dei detriti spaziali all'Osservatorio di Zimmerwald, nell'Oberland bernese.

I ricercatori dell'Università di Berna sono riusciti infatti per la prima volta al mondo a determinare la distanza di un detrito spaziale utilizzando un laser geodetico. Il fatto di esserci riusciti durante il giorno permetterà di moltiplicare il numero di misurazioni. Lo scopo è quello di rilevare gli oggetti in rotta di collisione con i satelliti in orbita in modo da poter intraprendere le necessarie manovre evasive per tempo. Già, perché l'ipotesi che vi possano essere delle collisioni è tutt'altro che peregrina. Secondo le ultime stime dell'Esa, l'Agenzia spaziale europea negli ultimi due decenni vi è stata una media di dodici "frammentazioni" involontarie ogni anno e questa tendenza è in costante aumento. Si tratta di collisioni, esplosioni, problemi elettrici o oggetti che si staccano a causa delle dure condizioni nello spazio e che creano nuovi detriti.

### **La spazzatura genera spazzatura**

Le collisioni tra detriti spaziali diventeranno la fonte principale di nuovi detriti, seguita dalle collisioni tra detriti e satelliti attivi. Mentre si fanno sempre più sforzi per recuperare i razzi in modo sostenibile, ci si riesce solo in una piccola parte di casi. Bisogna quindi sforzarsi di più, attraverso nuove tecnologie osservative e di tracciamento, regolamenti chiari e metodi per smaltire i componenti di una mis-

sione una volta terminata. L'ottava conferenza dell'Esa sui detriti spaziali si è tenuta ad aprile.

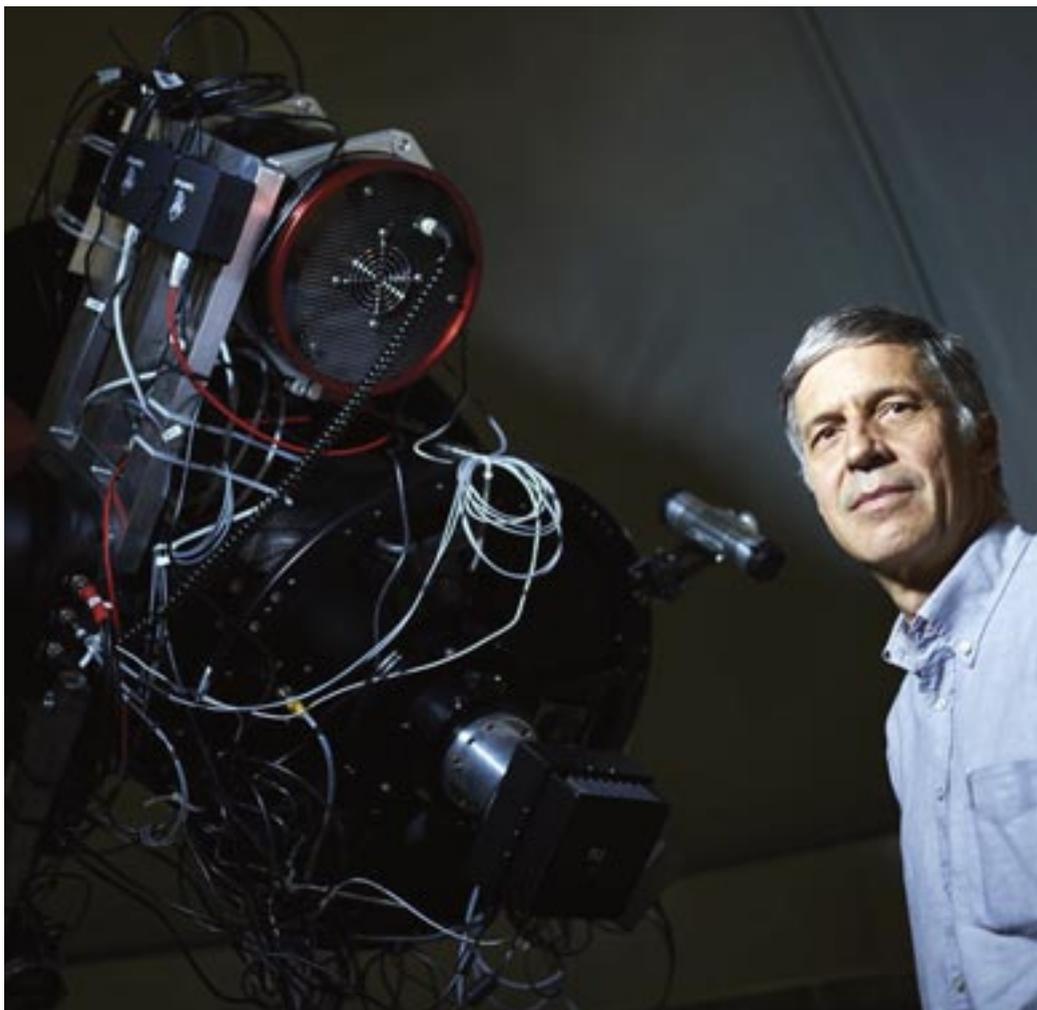
Il professor Thomas Schildknecht, direttore dell'osservatorio di Zimmerwald e vicedirettore dell'Istituto Astronomico dell'Università di Berna, ha concesso un'intervista a Orion, la rivista della Società astronomica svizzera, parlando del successo dell'osservazione di detriti durante il giorno come della responsabilità che la Svizzera ha nell'uso sostenibile dello spazio.

### **Che impatto hanno le osservazioni diurne dei detriti spaziali all'Osservatorio di Zimmerwald per le istituzioni coinvolte, ma anche per la Svizzera come sede tecnologica nel settore spaziale?**

Il successo delle osservazioni diurne permette di monitorare i detriti spaziali su un arco di tempo molto più ampio rispetto alla sola notte. Con il suo osservatorio, l'Università di Berna occupa una posizione di primo piano a livello mondiale nella scoperta e nella misurazione dei detriti spaziali per mezzo di telescopi. Il successo delle osservazioni diurne rafforzerà ulteriormente la sua posizione in questo campo. Attraverso la cooperazione e il trasferimento di tecnologia tra l'università e il settore privato, come sta accadendo nel caso di ClearSpace-1, per esempio, il ruolo della Svizzera come sede di competenze nella tecnologia spaziale può essere ampliato.

### **Come e dove sarà impiegato il nuovo metodo "Satellite Laser Ranging"?**

La misurazione delle distanze dei detriti spaziali con il metodo "Satellite Laser Ranging" permette di determinare meglio le orbite di questi oggetti. Conoscere le orbite dà la possibilità ai satelliti attivi di evitare i detriti.



### Thomas Schildknecht

Il professor Thomas Schildknecht direttore dell'osservatorio Zimmerwald. (Università di Berna)

#### **Ci spieghi in maniera semplice che cos'è un laser geodetico?**

Si tratta di un laser del tipo usato per misurare i satelliti per applicazioni geodetiche. In particolare, sono laser con impulsi molto brevi (lunghezze d'impulso nell'ordine di un centesimo di miliardesimo di secondo, o 10ps).

#### **Ci sono numerose tecnologie in fase di sviluppo per osservare o recuperare i detriti spaziali. Quelli della startup svizzera ClearSpace, il sistema radar GESTRA, un**

#### **robot di cattura dell'Esa Alder 1, il mini-satellite austriaco. E questo solo per citarne alcuni. Come valuta questi diversi sistemi?**

Gli esempi citati trattano diversi aspetti della questione dei detriti spaziali. GESTRA, per esempio, è un sistema radar per il rilevamento di oggetti in orbite basse. Il "Satellite Laser Ranging" è un metodo complementare che permette misurazioni molto più accurate, ma attualmente ha limitazioni significative in termini di numero e dimensioni degli oggetti. Quando si tratta di rimuovere attivamente og-

getti più grandi dallo spazio, la missione ClearSpace, co-finanziata dall'Esa, è sicuramente la più avanzata.

**Cosa devono e possono fare i politici? E quale responsabilità ha la Svizzera in questo senso?**

Sul "cosa" ci sono pochi dubbi. I problemi iniziano con il "come". I politici devono utilizzare i regolamenti nazionali, gli accordi internazionali e le linee guida a livello dell'Onu per garantire un uso "sostenibile" dello spazio. In concreto, per esempio, bisogna imporre che tutte le missioni spaziali siano obbligate a non lasciare spazzatura in orbita, ovvero che tutti gli oggetti che hanno permesso una missione debbano essere rimossi dallo spazio dopo aver assolto al loro compito. I satelliti attivi, poi, dovrebbero essere comunque in grado di eseguire manovre evasive per evitare una colli-

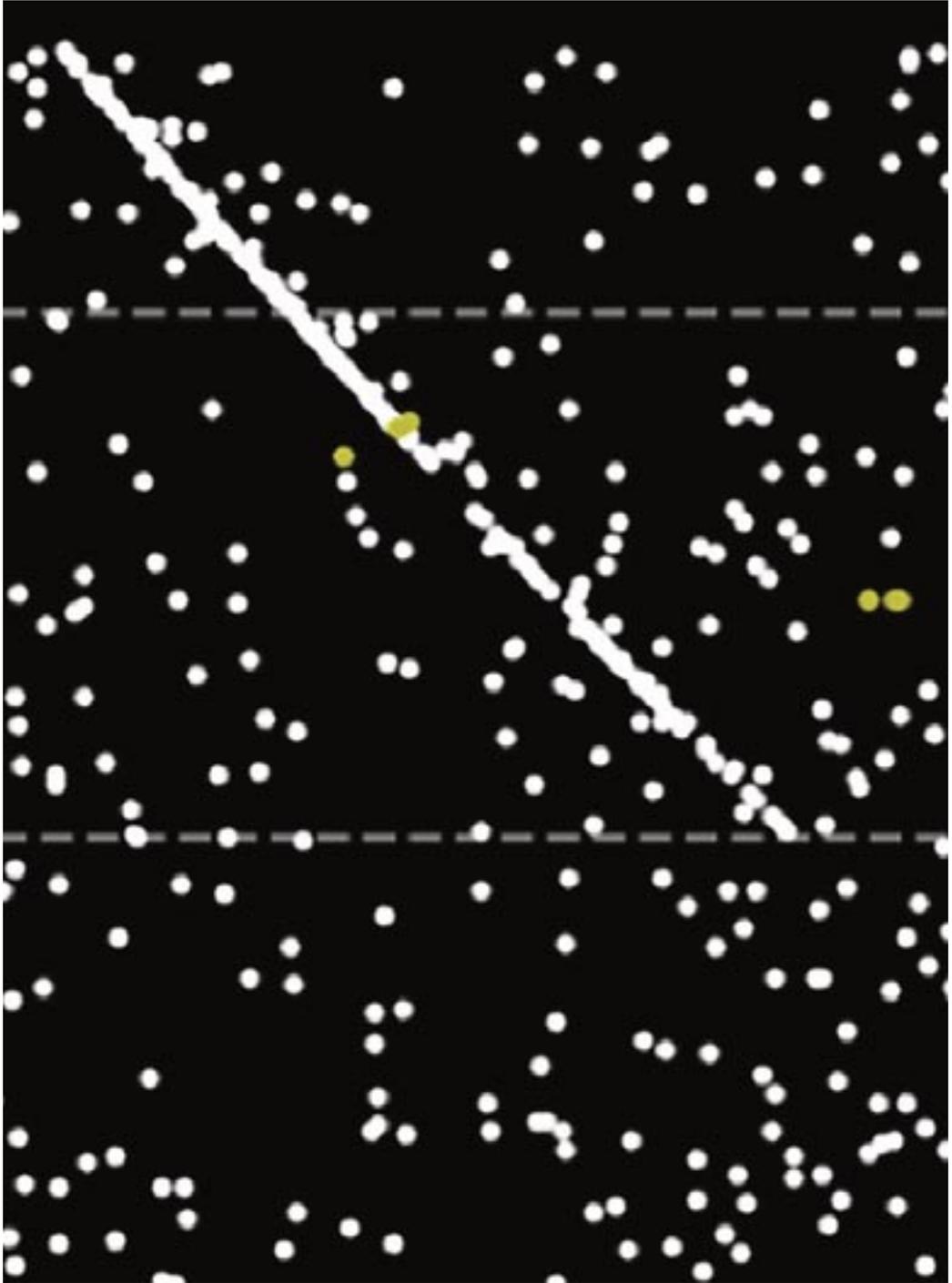
sione. Bisogna poi trovare il modo di liberare gli stadi superiori dei razzi e i satelliti da tutte le fonti di energia interna, in modo che non possano esplodere. Infine i dati sui detriti spaziali dovrebbero essere sempre noti e precisi. La Svizzera ha una responsabilità, dato che i satelliti sono già gestiti da istituzioni svizzere e società private, e molte altre si aggiungeranno nel prossimo futuro. Va notato che il nostro paese è fortemente coinvolto nel lavoro dell'UNCOPUOS (Comitato delle Nazioni Unite per l'uso pacifico dello spazio esterno) per stabilire le linee guida internazionali. Thomas Schildknecht è membro della delegazione svizzera.

*Nota: Questo articolo è stato pubblicato per la prima volta su Orion, la rivista della Società Astronomica Svizzera.*



**Gli strumenti**

La determinazione della distanza avvenuta il 24 giugno 2020 è stata effettuata presso la Swiss Optical Ground Station e l'Osservatorio di geodinamica dello Zimmerwald. (Università di Berna)

**La striscia rivelatrice**

Esempio di una stringa di fotoni riflessi da un pezzo di detrito spaziale. Si distingue molto bene dai fotoni di sfondo provenienti dal cielo diurno. (Università di Berna)

# Piora, torna lo Star Party

**L'appuntamento estivo si svolgerà dal 6 all'8 agosto 2021. I posti sono limitati e sarà necessario prenotare. Attenzione anche alle disposizioni contro il Covid-19**

**A**nche quest'anno la Società Astronomica Ticinese sarà ospite del Centro di Biologia Alpina di Piora. Lo Star Party Estivo si svolgerà dal 6 all'8 agosto 2021.

È necessaria la prenotazione del pernottamento, anche solo per una notte. Il costo del pernottamento (senza la prima colazione) di una persona per una notte è di 25 franchi per i non soci della SAT e di 20 franchi per i soci. Poiché il Centro non è una capanna ma un ostello, è disponibile una piccola cucina per chi vorrà cucinare i propri pasti. In alternativa, si potrà mangiare in compagnia presso la Capanna Cadagno, raggiungibile in pochi minuti a piedi.

Importante: il Centro di Biologia Alpina può essere raggiunto dai veicoli solo fra le 17 e le 9. Durante il giorno, fra le 9 e le 17, sulla strada tra la diga e il Centro non è permesso il transito. Durante la permanenza i veicoli dovranno essere lasciati al parcheggio a pagamento presso l'ex Canvetto.

L'iscrizione può essere effettuata tramite Internet, compilando il formulario on-line, (info su: [www.astroticino.ch](http://www.astroticino.ch)).

È importante effettuare il prima possibile

l'iscrizione, perché per ogni notte i posti saranno necessariamente limitati e verrà rispettato l'ordine cronologico di iscrizione. L'iscrizione potrà essere effettuata dal 10 al 31 luglio. Tutte le prenotazioni dovranno essere inoltrate alla SAT e non direttamente al Centro di Biologia Alpina. Non sarà necessario effettuare alcun versamento preliminare: le quote saranno rimosse al momento dell'arrivo a Piora.

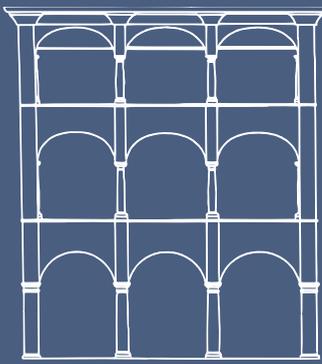
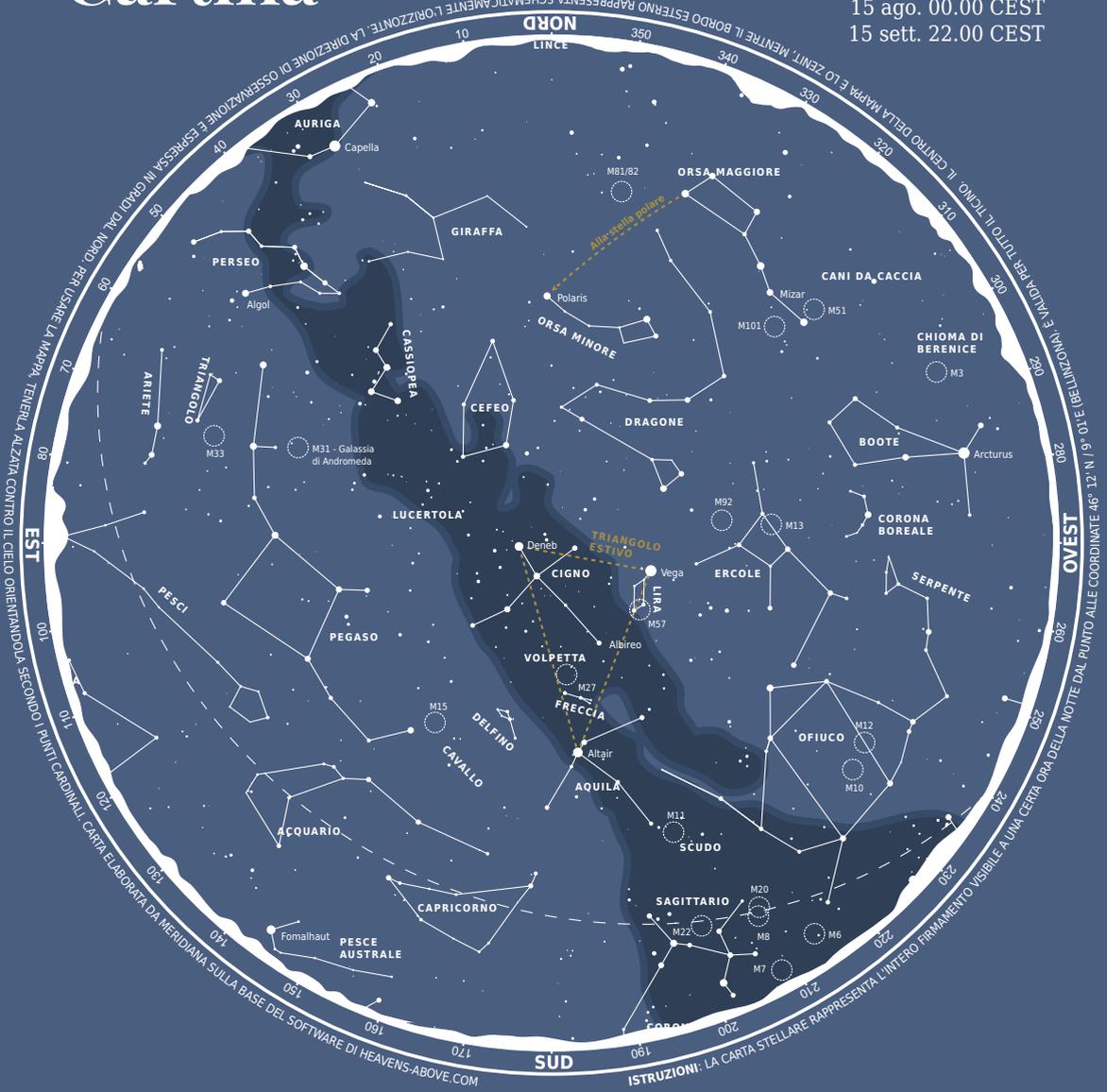
Ricordiamo che lo Star Party è aperto a tutti gli interessati. Sul posto saranno presenti degli astrofili con relativo telescopio pronti a mostrare le meraviglie del firmamento e a fornire tutte le spiegazioni necessari.

**Disposizioni COVID-19:** potrà partecipare allo Star Party solo chi, al momento dello svolgimento, sarà in buona salute e sarà in possesso del certificato Covid cartaceo o elettronico. Saranno applicate tutte le disposizioni sanitarie vigenti.

Sarà necessario portare con sé: lenzuolo fix, sacco a pelo, federa del cuscino, asciugamano, disinfettante e mascherine.

# Cartina

Valida per  
 15 lug. 02.00 CEST  
 15 ago. 00.00 CEST  
 15 sett. 22.00 CEST



## LIBRERIA CARTOLERIA LOCARNESE

PIAZZA GRANDE 32  
 6600 LOCARNO  
 Tel. 091 751 93 57

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

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

# Dove osservare in Ticino

Sab  
17  
lug

## Osservazione del cielo da Carona - Luna al primo quarto

dalle 21.00

Serata per osservare la Luna in prossimità del primo quarto e le diverse curiosità stagionali. L'osservatorio è comodamente raggiungibile in auto e dispone di alcuni parcheggi.

Massimo 15 persone con prenotazione gratuita obbligatoria. Le serate verranno organizzate adeguandosi di volta in volta alle disposizioni sanitarie in vigore. Per informazioni: Fausto Delucchi +41 (0) 79 389 19 11.

Ven  
6  
ago

## Osservazione del cielo da Carona

dalle 21.00

Come di consueto, il primo venerdì del mese si terrà una serata di osservazione pubblica presso l'osservatorio Calina. Illuogo è raggiungibile comodamente in auto e dispone di alcuni parcheggi.

Massimo 15 persone. La prenotazione è gratuita, ma obbligatoria. La si può inoltrare su [www.astrocalina.ch](http://www.astrocalina.ch). Le serate verranno organizzate adeguandosi di volta in volta alle disposizioni sanitarie in vigore. Per informazioni: Fausto Delucchi +41 (0) 79 389 19 11.

Ven  
6  
ago

## Star Party estivo in Piora

dalle 17

Tradizionale Star Party estivo al Centro di Biologia alpina presso il lago Cadagno, in Alta Valle Leventina. L'appuntamento si tiene sull'arco di due serate, ma è possibile partecipare anche solo ad una. È necessaria la prenotazione del pernottamento, anche solo per una notte. Il costo del pernottamento (senza la prima colazione) di una persona per una notte è di 25 franchi per i non soci della SAT e di 20 franchi per i soci. Per maggiori informazioni, vedi anche pagina 32.

Sab  
7  
ago

## Serata osservativa alla Capanna Gorda

dalle 21.00

Organizzata dall'Associazione AstroCalina e da Pro Natura. Condurrà l'attività Francesco Fumagalli. Iscrizione 10 franchi, da effettuare al numero +41 79 504 38 46 (Nadia).

Gio  
12  
ago

## Serata osservativa alla Capanna Gorda

dalle 21.00

Organizzata dall'Associazione AstroCalina e da Pro Natura. Condurrà l'attività Francesco Fumagalli. Iscrizione 10 franchi, da effettuare al numero +41 79 504 38 46 (Nadia).

Sab  
4  
sett

## Serata osservativa alla Capanna Gorda

dalle 21.00

Organizzata dall'Associazione AstroCalina e da Pro Natura. Condurrà l'attività Francesco Fumagalli. Iscrizione 10 franchi, da effettuare al numero +41 79 504 38 46 (Nadia).

## Specola Solare

L'osservatorio si trova a Locarno-Monti, presso MeteoSvizzera. È raggiungibile in auto.

In genere si accettano i primi 14 iscritti. Iscrizioni aperte 6 giorni prima della data dell'evento possibili su [www.irsol.ch/cal](http://www.irsol.ch/cal)

## Monte Lema

Maggiori informazioni sono sempre reperibili all'indirizzo: [www.lepleiadi.ch](http://www.lepleiadi.ch).

## Calina di Carona

L'osservatorio si trova in via Nav 17. Responsabile: Fausto Delucchi (tel. 079 389 19 11, email: [fausto.delucchi@bluewin.ch](mailto:fausto.delucchi@bluewin.ch))

# Effemeridi

Da luglio a settembre 2021

## Visibilità dei pianeti



**Mercurio** - è **visibile** per le prime tre settimane di luglio, al mattino poco prima del sorgere del Sole, verso l'orizzonte orientale (mag. 0,1). Nonostante la sua massima elongazione orientale del 14 settembre è praticamente **invisibile** in seguito.



**Venere** - è **visibile** per tutti i tre mesi di sera, brillante (mag. -4), verso l'orizzonte occidentale. Venere e Marte sono molto vicini a metà del mese di luglio nel cielo serale.



**Marte** - si trova nella costellazione del Leone e rimane ancora **visibile** nella prima parte della notte, nel cielo occidentale fino alla fine di agosto (mag. 1,8).

**Invisibile** in seguito.



**Giove** - riprende la sua **visibilità** nella seconda parte della notte e, in seguito, per tutta la notte. In opposizione il 20 agosto nella costellazione dell'Acquario (mag. -2,9).



**Saturno** - precede Giove di circa un'ora, **visibile** per tutta la notte nella costellazione del Capricorno (mag. 0,2). In opposizione il 2 di agosto.



**Urano** - **visibile** nella seconda parte della notte nella costellazione dell'Ariete (mag. 5,7).



**Nettuno** - **visibile** nella seconda parte della notte in luglio nella costellazione dell'Acquario (mag. 7,8).



## Fasi lunari

Ultimo Quarto	1 e 31 luglio,	30 agosto,	29 settembre
Luna Nuova	10 luglio,	8 agosto,	7 settembre
Primo Quarto	17 luglio,	15 agosto,	13 settembre
Luna Piena	24 luglio	22 agosto,	21 settembre

## Altri eventi



**Stelle filanti** Lo sciame delle **Perseidi**, il più famoso dell'anno, è attivo dal 17 luglio al 24 agosto, col massimo il 12 agosto. Cometa di origine: 109P/Swift-Tuttle.

**Autunno** La Terra si trova all'equinozio il 22 settembre alle 21.21. È l'inizio dell'autunno per il nostro emisfero.

**G.A.B. 6616 Losone**

Corrispondenza:

Specola Solare - 6605 Locarno 5

**shop online**



**www.bronz.ch**