



# Meridiana

**Bimestrale di astronomia**

Anno XXXVI

Gennaio-Febbraio 2010

**205**

Organo della Società Astronomica Ticinese e dell'Associazione Specola Solare Ticinese

# SOCIETÀ ASTRONOMICA TICINESE

www.astroticino.ch

## RESPONSABILI DELLE ATTIVITÀ PRATICHE

### **Stelle variabili:**

A. Manna, La Motta, 6516 Cugnasco  
(091.859.06.61; andreamanna@freesurf.ch)

### **Pianeti e Sole:**

S. Cortesi, Specola Solare, 6605 Locarno  
(091.756.23.76; scortesi@specola.ch)

### **Meteorite:**

B. Rigoni, via Boscioredo, 6516 Cugnasco  
(079-301.79.90)

### **Astrometria:**

S. Sposetti, 6525 Gnosca (091.829.12.48;  
stefanosposetti@ticino.com)

### **Astrofotografia:**

Dott. A. Ossola, via Ciusaretta 11a, 6933 Muzzano  
(091.966.63.51; alosso@bluewin.ch)

### **Strumenti:**

J. Dieguez, via Baragge 1c, 6512 Giubiasco  
(079-418.14.40)

### **Inquinamento luminoso:**

S. Klett, ala Trempla 13, 6528 Camorino  
(091.857.65.60; stefano@astromania.net)

### **Osservatorio «Calina» a Carona:**

F. Delucchi, La Betulla, 6921 Vico Morcote  
(079-389.19.11; fausto.delucchi@bluewin.ch)

### **Osservatorio del Monte Generoso:**

F. Fumagalli, via alle Fornaci 12a, 6828 Balerna  
(fumagalli\_francesco@hotmail.com)

### **Osservatorio del Monte Lema:**

G. Luvini, 6992 Vernate (079-621.20.53)

### **Sito Web della SAT (<http://www.astroticino.ch>):**

M. Cagnotti, Via Tratto di Mezzo 16a, 6596 Gordola  
(079-467.99.21; marco.cagnotti@ticino.com)

*Tutte queste persone sono a disposizione dei soci e dei lettori di Meridiana per rispondere a domande sull'attività e sui programmi di osservazione.*

## MAILING-LIST

**AstroTi** è la *mailing-list* degli astrofili ticinesi, nella quale tutti gli interessati all'astronomia possono discutere della propria passione per la scienza del cielo, condividere esperienze e mantenersi aggiornati sulle attività di divulgazione astronomica nel Canton Ticino. Iscrivere è facile: basta inserire il proprio indirizzo di posta elettronica nell'apposito *form* presente nella homepage della SAT (<http://www.astroticino.ch>). L'iscrizione è gratuita e l'email degli iscritti non è di pubblico dominio.

## CORSI DI ASTRONOMIA

La partecipazione ai corsi dedicati all'astronomia nell'ambito dei Corsi per Adulti del DECS dà diritto ai soci della Società Astronomica Ticinese a un ulteriore anno di associazione gratuita.

## TELESCOPIO SOCIALE

Il telescopio sociale è un Maksutov da 150 mm di apertura,  $f=180$  cm, di costruzione russa, su una montatura equatoriale tedesca HEQ/5 Pro munita di un pratico cannocchiale polare a reticolo illuminato e supportata da un solido treppiede in tubolare di acciaio. I movimenti di Ascensione Retta e declinazione sono gestiti da un sistema computerizzato (SynScan), così da dirigere automaticamente il telescopio sugli oggetti scelti dall'astrofilo e semplificare molto la ricerca e l'osservazione di oggetti invisibili a occhio nudo. È possibile gestire gli spostamenti anche con un computer esterno, secondo un determinato protocollo e attraverso un apposito cavo di collegamento. Al tubo ottico è stato aggiunto un puntatore *red dot*. In dotazione al telescopio sociale vengono forniti tre ottimi oculari: da 32 mm (50x) a grande campo, da 25 mm (72x) e da 10 mm (180x), con barileto da 31,8 millimetri. Una volta smontato il tubo ottico (due viti a manopola) e il contrappeso, lo strumento composto dalla testa e dal treppiede è facilmente trasportabile a spalla da una persona. Per l'impiego nelle vicinanze di una presa di corrente da 220 V è in dotazione un alimentatore da 12 V stabilizzato. È poi possibile l'uso diretto della batteria da 12 V di un'automobile attraverso la presa per l'accendisigari.

Il telescopio sociale è concesso in prestito ai soci che ne facciano richiesta, per un minimo di due settimane prorogabili fino a quattro. Lo strumento è adatto a coloro che hanno già avuto occasione di utilizzare strumenti più piccoli e che possano garantire serietà d'intenti e una corretta manipolazione. Il regolamento è stato pubblicato sul n. 193 di «Meridiana».

## BIBLIOTECA

Molti libri sono a disposizione dei soci della SAT e dell'ASST presso la biblioteca della Specola Solare Ticinese (il catalogo può essere scaricato in formato PDF). I titoli spaziano dalle conoscenze più elementari per il principiante che si avvicina alle scienze del cielo fino ai testi più complessi dedicati alla raccolta e all'elaborazione di immagini con strumenti evoluti. Per informazioni sul prestito, telefonare alla Specola Solare Ticinese (091.756.23.76).

## QUOTA DI ISCRIZIONE

L'iscrizione per un anno alla Società Astronomica Ticinese richiede il versamento di una quota individuale pari ad **almeno Fr. 30.- sul conto corrente postale n. 65-157588-9** intestato alla Società Astronomica Ticinese. L'iscrizione comprende l'abbonamento al bimestrale «Meridiana» e garantisce i diritti dei soci: sconti sui corsi di astronomia, prestito del telescopio sociale, accesso alla biblioteca.

# Sommario

<b>Astronotiziario</b>	<b>4</b>
<b>Telescopi fra passato e futuro</b>	<b>16</b>
<b>Siamo andati sulla Luna?</b>	<b>24</b>
<b>Giovani occhi sul Sole</b>	<b>30</b>
<b>«Cosmica»: il cielo in una stanza</b>	<b>38</b>
<b>Con l'occhio all'oculare...</b>	<b>41</b>
<b>Effemeridi da gennaio a marzo 2010</b>	<b>42</b>
<b>Cartina stellare</b>	<b>43</b>

La responsabilità del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori.

## Editoriale

*Sempre interessanti le notizie riportate nella rubrica Astronotiziario che occupano le prime 12 pagine di questo numero. Tra le altre possiamo segnalarne cinque. In apertura la descrizione di un impatto e di due passaggi di piccoli asteroidi a distanza ravvicinata dal nostro pianeta, quindi una ricerca su eventuali forme di vita aliena sul satellite di Saturno Titano. Seguono due notizie sui pianeti extrasolari e il resoconto di un esperimento della NASA circa l'origine di materiale «organico» negli spazi interstellari. Dopo l'Astronotiziario c'è un contributo di una nuova collaboratrice della Specola, che lavorerà da noi fino a marzo di quest'anno, e in seguito la seconda parte del lavoro di Paolo Attivissimo che contesta efficacemente il presunto «complotto lunare».*

*Si stanno concludendo le manifestazioni dell'Anno Internazionale dell'Astronomia, con una coda nel 2010: la mostra «Cosmica» di Lugano, segnalata a pagina 38. Pochi purtroppo gli appuntamenti indicati per questo trimestre invernale nella rubrica «Con l'occhio all'oculare...», sulle serate pubbliche nei vari osservatori del nostro Cantone. «Meridiana» si chiude con le abituali effemeridi e la cartina stellare ripresa, come sempre, dalla pubblicazione «Pégase» della Société Fribourgeoise d'Astronomie, che teniamo ancora a ringraziare. Ai lettori della nostra rivista vanno i migliori auguri della redazione per un positivo Anno Nuovo.*

## Copertina

Nella notte fra l'11 e il 12 novembre 2009 Marco Iten ha ripreso le Pleiadi, con l'intenzione di evidenziare la nebulosità che circonda questo gruppo di giovani stelle. Con risultati senza dubbio positivi, nonostante (per stessa ammissione dell'autore) alcune turbolenze in altitudine abbiano sfocato i dettagli.

I dati: Olympus E330 con obiettivo Zeiss sonnar 200mm f/2.8, montatura EQ6 e comando Dynostar con autoguida, 9 immagini ISO 250-500 f/4 per un totale di 66 minuti.

## Redazione:

Specola Solare Ticinese  
6605 Locarno Monti  
Sergio Cortesi (direttore), Michele Bianda, Marco Cagnotti, Philippe Jetzer, Andrea Manna

## Collaboratori:

A. Cairati, A. Conti, V. Schemmari, M. Soldi

## Editore:

Società Astronomica Ticinese

## Stampa:

Tipografia Poncioni SA, Losone

## Abbonamenti:

Importo minimo annuale:  
Svizzera Fr. 20.-, Estero Fr. 25.-  
C.c.postale 65-7028-6  
(Società Astronomica Ticinese)

*La rivista è aperta alla collaborazione dei soci e dei lettori. I lavori inviati saranno vagliati dalla redazione e pubblicati secondo lo spazio a disposizione. Riproduzioni parziali o totali degli articoli sono permesse, con citazione della fonte.*

Il presente numero di «Meridiana» è stato stampato in 1.000 esemplari.

## L'Indonesia bombardata dal cielo

La Terra sembra presa di mira in questi ultimi tempi. Non stiamo parlando di civiltà aliene che minacciano l'incolumità del genere umano, ma di un fatto molto più scientifico e che riguarda tutti molto da vicino. Negli ultimi due mesi sono stati registrati il passaggio di un meteorite nei cieli dell'Indonesia e alcune osservazioni di piccoli asteroidi che hanno sfiorato per qualche decina di migliaia di chilometri il nostro pianeta. C'è da preoccuparsi? Assolutamente no, ma è sempre meglio tenerli d'occhio.

Tutto è iniziato l'8 ottobre sulle coste dell'Indonesia, quando è stato udito un assordante boato che ha sconvolto l'intera popolazione, recentemente martoriata da una serie di catastrofi naturali. Purtroppo, visti i terremoti che hanno colpito questa regione negli ultimi tempi, subito si è pensato a un fenomeno proveniente dal sottosuolo. Invece no: alzando gli occhi al cielo si è potuta osservare una nuvola, del tutto simile a quella rilasciata da un razzo in partenza, che aleggiava nell'aria. Quello osservato non era certo il risultato di un test militare, bensì la scia rilasciata dall'esplosione di un piccolo asteroide di 10 metri di diametro esploso nell'alta atmosfera sopra l'Indonesia.

Il risultato è stato devastante. Al momento dell'esplosione è stata rilasciata un'energia di 50 chilotoni (equivalenti a 50 mila tonnellate di tritolo). L'eco del fenomeno è stata udita a più di 10 mila chilometri di distanza. Sarebbe potuto essere davvero un disastro, ma fortunatamente l'esplosione è avvenuta tra 10 e 15 chilometri di altezza, generando solo un grosso spavento per la popolazione, ma nessun danno.

Meno di un mese dopo, un minuscolo asteroide (2009 VA) di 7 metri di diametro ha sfiorato la Terra passando a meno di 14 mila chilometri dal suolo: meno della metà della distanza alla quale orbitano i satelliti geostazionari per le telecomunicazioni. Questo corpo era stato scoperto 15 ore prima dal Catalina Sky Survey, che aveva immediatamente inviato un comunicato al Minor Planet Center (MPC), che, calcolando l'orbita, ha escluso un possibile impatto sulla Terra. E così è stato.

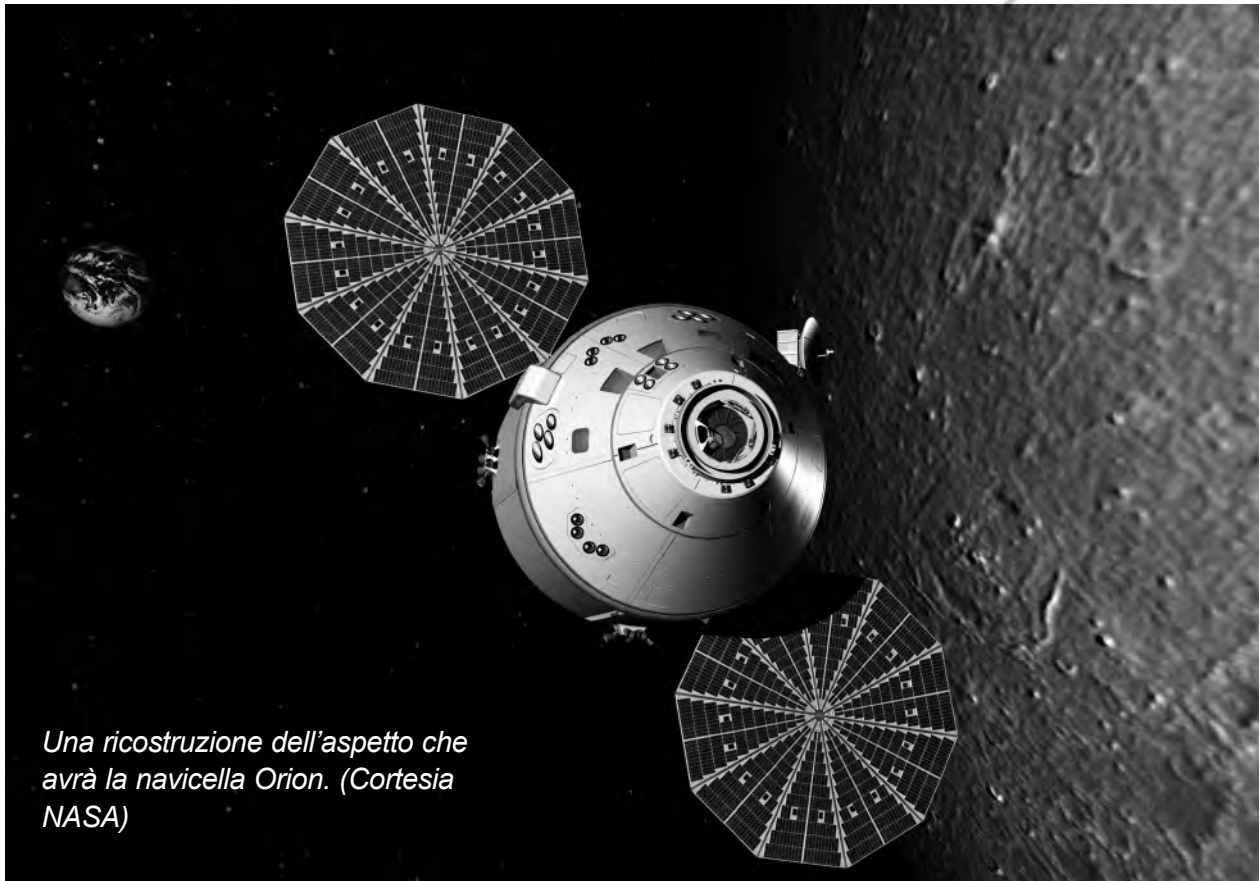
Secondo l'MPC l'asteroide 2009 VA non è il più pericoloso. Infatti si colloca solo al terzo posto: altri due piccoli corpi hanno un'orbita potenzialmente più pericolosa per la Terra e nel loro ultimo passaggio ci hanno sfiorato passando a soli 6.000 chilometri.

Fortunatamente per ora non è prevista la collisione di nessun corpo con il nostro pianeta. Anche se purtroppo, come queste esperienze insegnano, asteroidi di piccole dimensioni non sono facilmente individuabili. Infatti l'identificazione di corpi con un diametro inferiore a un centinaio di metri è possibile solo utilizzando strumenti molto più sensibili rispetto a quelli attualmente in uso. In realtà la tecnologia per questo tipo di studio è in via di sviluppo, ma, essendo estremamente costosa, necessita di fondi che attualmente non sono stanziati. Quindi speriamo che gli avvenimenti degli ultimi mesi possano sensibilizzare coloro che potrebbero finanziare l'impresa. (M.S.)

## Visitare un asteroide

Mentre il programma lanciato dall'amministrazione Bush per rimandare l'uomo sulla Luna sembra attraversare una fase di scetticismo e di mancanza di motivazione, e mentre nessuno vuole seriamente affrontare la difficile





*Una ricostruzione dell'aspetto che avrà la navicella Orion. (Cortesia NASA)*

e costosa idea di una spedizione umana su Marte, un'azienda privata ha cominciato a proporre una seria alternativa. E l'azienda in questione non è il solito piccolo gruppo di entusiasti dell'esplorazione spaziale, come molte volte è successo in passato (con proposte mai realizzate), ma la Lockheed Martin, che dalla NASA ha ricevuto il compito di progettare e realizzare la navicella abitabile Orion. In futuro rimpiazzerà gli ormai vetusti Space Shuttle, destinati ad andare in pensione, salvo ripensamenti, entro pochi mesi.

A pensarci bene, una missione umana di visita a un asteroide sarebbe una buona via di mezzo tra il ritorno sulla Luna, dando per scontato che si sia in grado di farlo, e la spedizione

su Marte. Inoltre non sarebbe neppure necessario andare troppo lontano, perché molti asteroidi si avvicinano al nostro pianeta. Tanto da far temere che una volta o l'altra uno di questi ci colpisca. La Lockheed Martin fa leva su quest'argomento, sostenendo che, oltre all'aspetto scientifico, si imparerebbero un po' di cose utili per poter eventualmente deviare un asteroide in rotta di collisione. Non si può poi dimenticare l'ormai vecchia ma sempre attuale idea che gli asteroidi possano diventare le nostre miniere del futuro. Infine, anche visitando un asteroide vicino, bisognerebbe affrontare e risolvere molti dei problemi di una missione di lunga durata e a grande distanza, come sarebbe quella verso Marte.

La Lockheed Martin non sembra aver partorito l'idea di recente. Infatti è già da due anni che la prende in considerazione, con il nome di Plymouth Rock. Solo ora, però, la proposta è stata portata all'attenzione delle alte sfere della NASA, che la stanno valutando. Ovviamente questo è soltanto il primo passo, visto che poi tutto dovrà comunque passare per la Casa Bianca. Da questo punto di vista, una simile missione potrebbe contare sull'effetto novità. Tutto sommato, è più probabile che un politico offra supporto per realizzare qualcosa di nuovo piuttosto che per ripetere ciò che l'Apollo ha fatto ormai oltre 40 anni fa.

La missione potrebbe essere realizzata utilizzando il razzo vettore Ares e la navicella abitata Orion che la NASA ha già in via di sviluppo come sostituti per gli Space Shuttle, ormai pensionandi. Il compito di sviluppare e realizzare la navicella Orion è stato affidato proprio alla Lockheed Martin, che quindi la conosce bene. Il progetto si avvia ormai verso le fasi definitive. Il primo lancio senza equipaggio è infatti previsto per il 2012, la prima missione abitata per il 2014.

La missione Plymouth Rock utilizzerebbe due navicelle Orion, da lanciare separatamente, una con a bordo due astronauti e l'altra piena di provviste e carburante. Le due sonde, una volta in orbita, verrebbero poi agganciate fra loro e al razzo necessario ad abbandonare il nostro pianeta (e ritornarvi poi alla fine della missione), formando un unico complesso. Con questo mezzo, gli astronauti raggiungerebbero un asteroide non troppo lontano dalla Terra e si metterebbero in un'orbita di parcheggio al suo fianco, studiandolo per qualche giorno. La visita all'asteroide, secondo gli esperti della Lockheed Martin, non dovrebbe durare più di due settimane, pena un aumento notevole

della complessità della missione. Gli astronauti potrebbero anche visitare l'asteroide usando degli zaini a razzo, per raccogliere preziosi campioni da riportare a terra. Tra i tanti problemi ancora da risolvere per svolgere una simile missione, c'è la gestione dei rifiuti ma, più importante, la sicurezza degli astronauti in un ambiente costantemente bombardato dai raggi cosmici. La navicella Orion incorpora però varie soluzioni per risolvere tutti i problemi e potrebbe già essere equipaggiata in questo senso.

Al momento è stata identificata una dozzina di asteroidi che potrebbero rappresentare un buon bersaglio per la missione, ma la NASA ha già chiesto di stilare un elenco più completo nel quale eventualmente scegliere. Una richiesta che dimostra un certo interesse.

(A.C.)

### **Cibandosi di acetilene**

Con le sue basse temperature, Titano non sembra un luogo dove sia probabile trovare la vita. In realtà, forse anche per le sue tante stranezze, da molto tempo gli esobiologi si sono interessati a questo gelido satellite di Saturno. E forse non si sono sbagliati.

Nuove misure e nuovi calcoli hanno recentemente mostrato che i laghi superficiali di idrocarburi del satellite potrebbero essere ricchi di acetilene. Abituati come siamo alla vita sulla Terra, che non usa questa sostanza, questo risultato potrebbe lasciarci giustamente indifferenti. Ma su Titano non c'è ossigeno libero, e già nel 2005 alcuni ricercatori suggerirono che eventuali forme di vita su Titano potrebbero cibarsi di acetilene, da cui trarrebbero energia facendolo reagire con l'idrogeno. Tutto questo a 180 gradi sotto lo zero.

La sonda Cassini, che da tempo esplora il sistema di Saturno, ha già osservato dozzine di piccoli laghi su Titano, laghi ovviamente non di acqua ma di etano e metano liquidi. Secondo una stima del 1989, però, il contenuto di acetilene dei laghi sarebbe dovuto essere minuscolo, appena poche parti per migliaia. Ora Daniel Cordier, della Ecole Nationale Supérieure de Chimie di Rennes, in Francia, ha usato tutti i dati della Cassini e della piccola sonda Huygens, che scese sulla superficie di Titano nel 2005, per ricalcolare il possibile contenuto di acetilene dei laghi. Il risultato ottenuto è molto diverso da quello precedente e mostra che i laghi potrebbero contenere addirittura l'1 per cento di acetilene: cibo in abbondanza per eventuali alieni affamati.

Quest'acetilene sarebbe il risultato di un ciclo abbastanza complesso. Il metano, evaporando dai laghi, reagirebbe con l'idrogeno dell'atmosfera per produrre appunto l'acetilene, che cadrebbe sulla superficie in forma liquida, una vera e propria pioggia, per poi fluire nei laghi. In realtà, la presenza di vita spiegherebbe anche molto bene perché c'è del metano su Titano, poiché questa sostanza viene distrutta nell'atmosfera.

La situazione è comunque molto complessa e le probabilità che esistano forme di vita resta remota. Intanto bisogna immaginare appunto una vita basata su una chimica molto diversa da quella a cui siamo abituati: una vita che prospera in assenza di acqua liquida e a temperature per noi incredibilmente fredde. E nutrendosi di acetilene. Anche ammettendo che tutto questo sia possibile, non è comunque detto che i laghi di Titano siano poi così ospitali. Recenti calcoli hanno mostrato che è necessario pure che ci sia qualche meccanismo in grado di mescolare la zuppa di idrocarburi,

altrimenti l'acetilene e l'idrogeno rimarrebbero in due strati distinti e non sarebbero contemporaneamente disponibili per la vita. Ovviamente non è impossibile immaginare una creatura che prenda una boccata di acetilene e poi cambi quota per procurarsi l'idrogeno, ma forse lo sforzo di fantasia richiesto comincia a diventare inaccettabile.

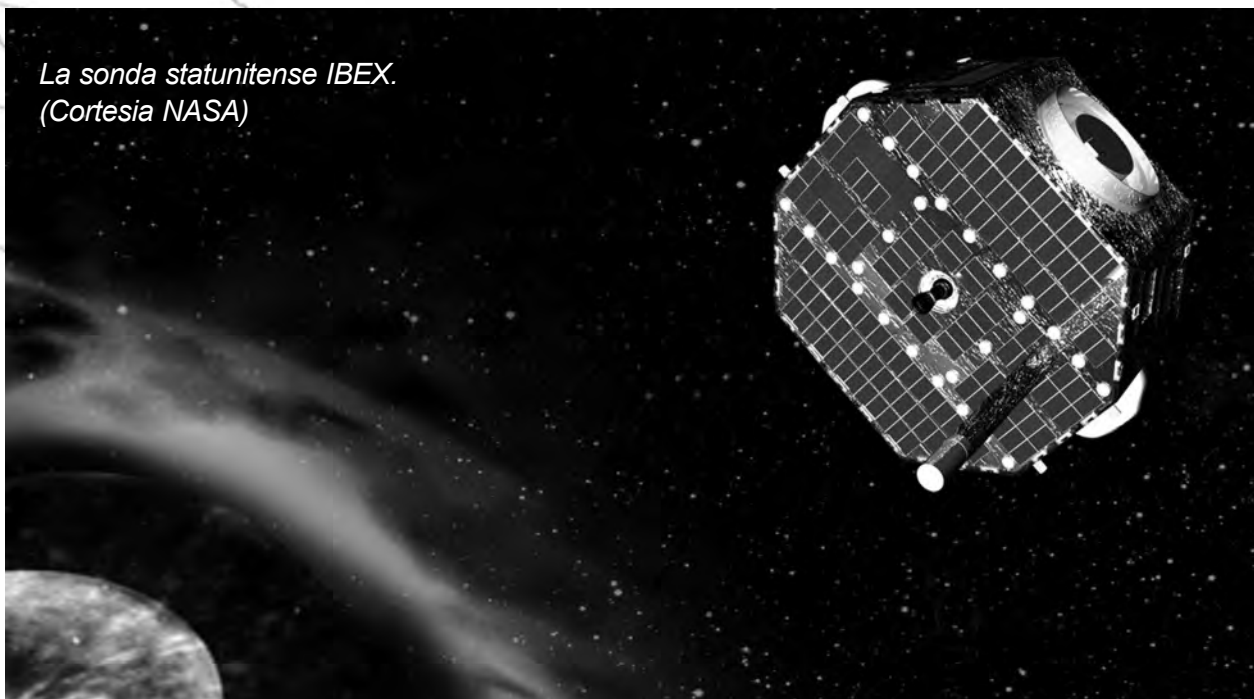
È comunque vero che Titano resta uno dei corpi a cui bisognerebbe dare la priorità nella nostra ricerca della vita nel sistema solare. A onor del vero, sembrano forse più promettenti gli oceani sotto il ghiaccio di Europa, il satellite di Giove. Ma sono sicuramente più difficili da esplorare, dovendo scavare attraverso chilometri di ghiaccio per raggiungerli. (A.C.)

### **Novità dai confini del Sistema Solare**

IBEX (Interstellar Boundary EXplorer) è una sonda della NASA che ha il compito di mappare i confini del Sistema Solare. A circa un anno dal lancio ha iniziato a inviare le prime mappe dell'eliosfera, una zona nelle profondità del Sistema Solare il cui confine si trova a 12-15 miliardi di chilometri dal Sole, dove il vento solare (il flusso di particelle cariche emesse dalla nostra stella) diminuisce drasticamente la propria velocità interagendo con il mezzo interstellare.

Lanciata nell'ottobre del 2008, la sonda ha impiegato alcuni mesi per il corretto posizionamento in orbita attorno alla Terra e ha subito iniziato la mappatura dell'intera eliosfera. Lo scopo della sonda è quello di misurare le particelle risultanti dall'interazione tra il vento solare e la materia presente in quello che è definito «mezzo interstellare», composto da particelle che riempiono lo spazio che separa le stelle. La collisione è molto violenta e causa una per-

*La sonda statunitense IBEX.  
(Cortesia NASA)*



dita di energia delle particelle che può essere misurata dalla strumentazione presente su IBEX, tra cui due sensori, IBEX-Hi e IBEX-Lo, in grado di analizzare rispettivamente le particelle ad alta e a bassa energia. L'interazione tra queste particelle non è mai stata studiata così nel dettaglio, anche se le prime osservazioni furono effettuate dalle due sonde Voyager, che però non furono in grado di studiare con precisione questa zona di confine. Però le Voyager fornirono dati talmente interessanti da spingere l'approfondimento di questi temi finora mai studiati nel dettaglio.

I dati non hanno tardato ad arrivare e con essi le prime differenze con i modelli teorici, differenze che hanno subito spinto i ricercatori a cercare una spiegazione. Le prime mappe inviate da IBEX dimostrano che questa regione di confine non è uniforme come ci si aspettava, ma è presente uno stretto nastro luminoso ad alta emissione non compatibile con gli

attuali modelli. Ancora non è spiegabile la presenza di questa zona, ma le prime ipotesi iniziano a essere proposte. Secondo i ricercatori che si occupano di analizzare le immagini effettuate da IBEX, questo strano nastro sarebbe riconducibile a una zona dell'eliosfera che interagisce maggiormente con la radiazione cosmica interstellare, subendo un urto maggiore rispetto al resto dell'eliosfera. (M.S.)

### **Una messe di nuovi pianeti extrasolari**

In un colpo solo, un solo strumento montato su un solo telescopio ha permesso di scoprire ben 32 nuovi pianeti extrasolari. Tutti i pianeti sono stati individuati grazie all'High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher (HARPS), uno spettroscopio costruito appositamente per questo tipo di ricerche e per essere montato sul telescopio da 3,6 metri dell'European Southern Observatory (ESO).



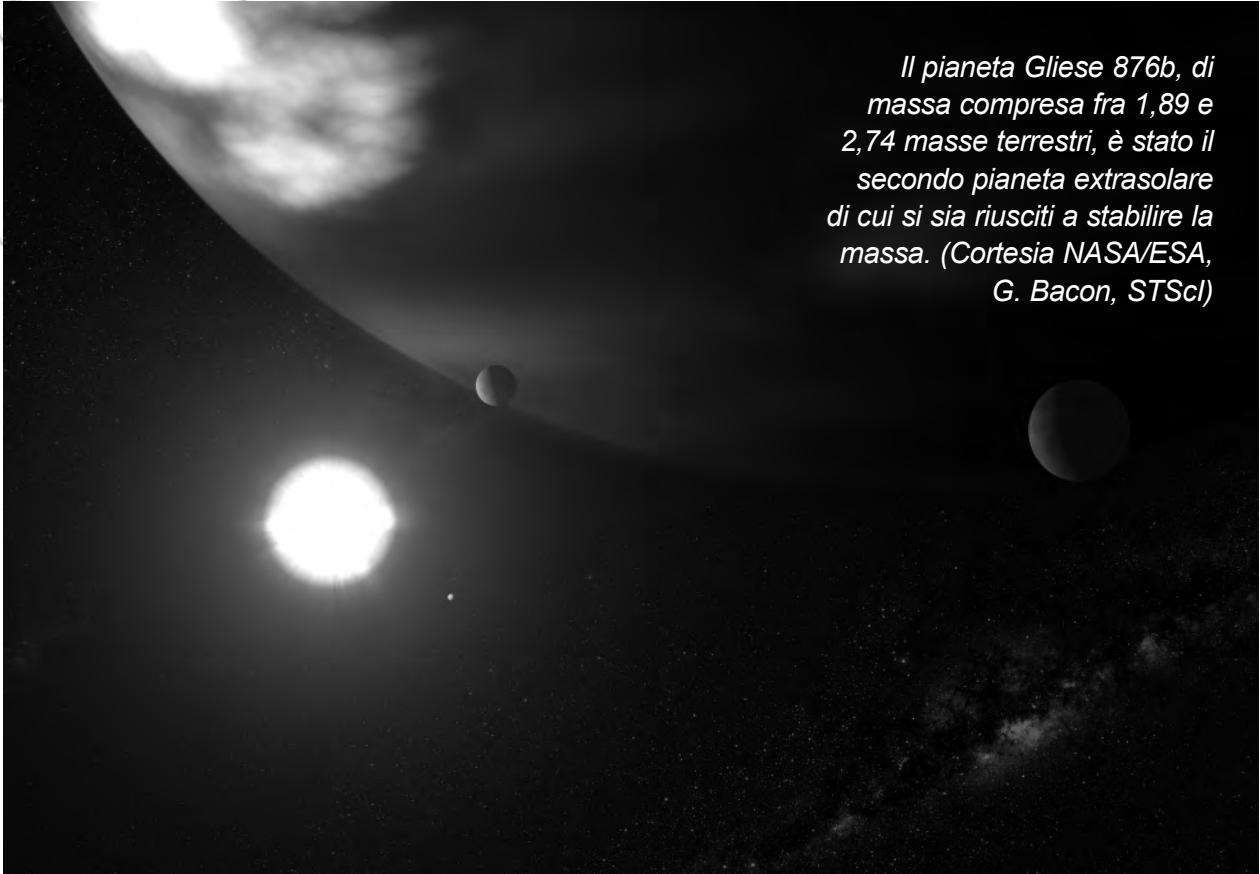
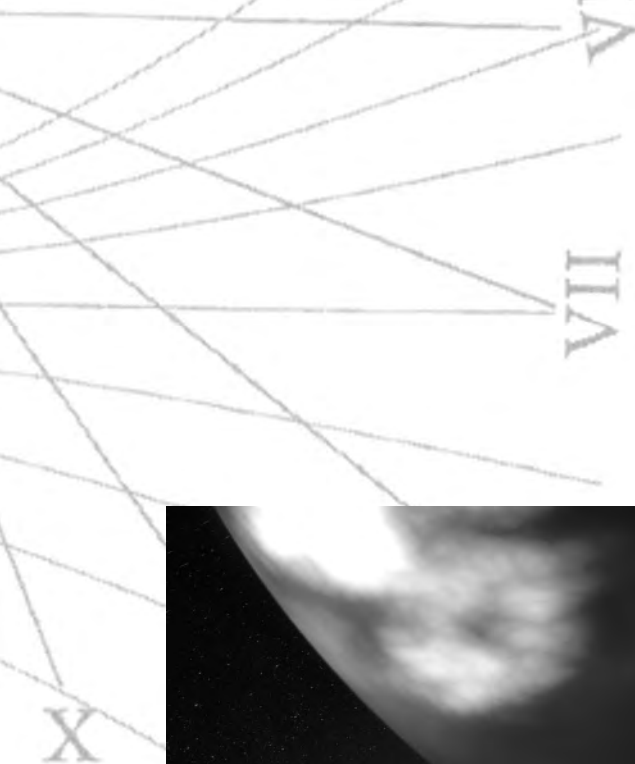
La scoperta sembra ancora più impressionante se si considera che al momento sono noti poco più di 400 pianeti extrasolari confermati. Non solo: negli ultimi cinque anni HARPS ha scoperto ben 75 pianeti, in 30 sistemi planetari diversi, molti dei quali con una massa relativamente piccola. Il contributo più importante riguarda probabilmente le stelle di piccola massa, quelle più simili al nostro Sole, su cui si sono concentrati i lavori.

Ciò in cui HARPS eccelle, grazie alla sua precisione, è proprio la scoperta dei pianeti di piccola massa, pari a poche volte quella della Terra. HARPS è tanto preciso che è in grado di misurare la velocità radiale delle stelle con una precisione di 3,5 chilometri orari: la velocità di una passeggiata tranquilla. 24 dei 28 pianeti noti con massa pari a meno di 20 volte quella della Terra, denominati super-Terre, sono stati scoperti proprio con questo strumento.

I numeri sono sufficienti per cominciare a tirare qualche conclusione sulla diffusione dei pianeti nella nostra galassia. Per esempio, la maggior parte dei pianeti di piccola massa si trova in sistemi planetari multipli, con almeno cinque pianeti: una forte somiglianza con il nostro Sistema Solare. Molto interessante è anche la scoperta di un pianeta nel sistema di Gliese 667, che comprende tre stelle, tutte e tre più piccole del Sole. HARPS ha individuato un pianeta di 6 masse terrestri che ruota attorno alla stella principale del sistema, a una distanza pari a un ventesimo di quella tra la Terra e il Sole. Ciò che rende interessante questa scoperta è il fatto che fino a non molto tempo fa si credeva che neppure i sistemi binari potessero ospitare pianeti, per via delle perturbazioni gravitazionali che ne avrebbero impedito la formazione. Poiché nella nostra galassia i sistemi binari sono più comuni delle



*Un pianeta di 6 masse terrestri in orbita intorno a una stella di piccola massa, a propria volta legata gravitazionalmente a una coppia di stelle, visibili sullo sfondo.*



*Il pianeta Gliese 876b, di massa compresa fra 1,89 e 2,74 masse terrestri, è stato il secondo pianeta extrasolare di cui si sia riusciti a stabilire la massa. (Cortesia NASA/ESA, G. Bacon, STScI)*

stelle singole, questo significa che anche i pianeti devono essere più numerosi del previsto.

Poco dopo la sua installazione, nel 2003, HARPS ha dato immediatamente grandi soddisfazioni, scoprendo nel 2004 quello che, allora, era il pianeta più piccolo noto, con una massa pari a 14 masse terrestri, in orbita attorno a  $\mu$  Arae. Nel 2006 è stata la volta di un sistema triplo di pianeti di dimensioni paragonabili a quelle di Nettuno. Più recentemente, nel 2007, è stata osservata la prima super-Terra in orbita nella cosiddetta zona abitabile di una piccola stella, Gliese 581e. Nel febbraio del 2009, invece, HARPS ha permesso di verificare che un pianeta scoperto dal satellite CoRoT ha non solo una massa pari a sole 5 volte quelle della

Terra, ma anche una densità molto simile, per cui quasi sicuramente è un corpo roccioso.

(A.C.)

### **Poco litio nella stella? Allora ci sono pianeti**

La ridotta quantità di litio in stelle simili al Sole potrebbe essere associata alla presenza di pianeti orbitanti attorno a esse: questo è quanto emerge da un recente studio pubblicato su «Nature». Infatti, secondo osservazioni svolte negli ultimi decenni, il Sole conterrebbe una minore quantità di litio rispetto a stelle simili osservate nella nostra galassia: circa 140 volte meno di quanto presente nelle primissi-

me fasi di formazione, circa 5 miliardi di anni fa. Dove è finito questo elemento? È possibile che sia stato completamente consumato da reazioni termonucleari? O forse un contributo a questa mancanza è stato dato da una caratteristica che tanto differenzia il Sole da altre stelle ad esso simili, ovvero la presenza di un sistema planetario?

Ancora oggi non si hanno risposte a queste domande. Ma grazie a un recente studio pubblicato su «Nature» da un gruppo di ricercatori, tra cui Garik Israelian, dell'Istituto di Astrofisica delle Isole Canarie a Tenerife, è stato dimostrato che altre stelle di tipo solare con un sistema planetario hanno la stessa carenza di questo elemento.

Questo studio nasce dall'osservazione di stelle con età, massa e metallicità del tutto simili al Sole, che presentano una percentuale di litio superiore di una decina di volte quella della nostra stella, il che non era compatibile con i modelli più recenti. Quindi è stata eseguita un'analisi spettroscopica rilevando la percentuale di litio presente a livello superficiale su un campione di stelle di tipo solare con e senza pianeti extrasolari orbitanti. Il risultato è molto interessante: le stelle che possiedono un sistema planetario risultano avere una percentuale di litio dell'1 per cento rispetto alla concentrazione stimata iniziale, mentre le stelle che non possiedono un sistema planetario presentano una percentuale 10 volte superiore. Questo fatto sembra indicare una correlazione diretta tra la presenza di pianeti e la scomparsa più rapida del litio dalla stella.

Ad oggi ancora non si conosce il motivo di questo fenomeno. Sono state proposte alcune ipotesi, come l'interazione del pianeta con le correnti convettive (moti che permettono il trasporto di energia dal nucleo stellare fino alla

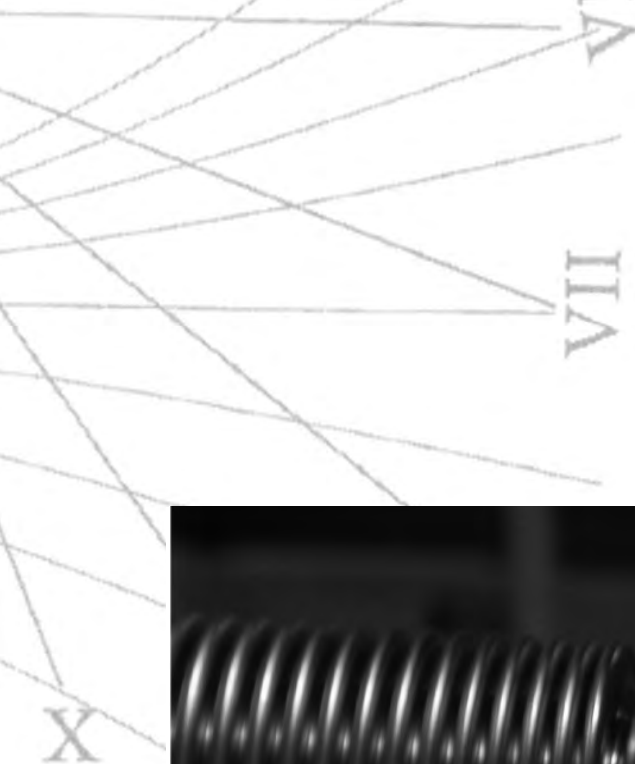
fotosfera) all'interno della stella, che potrebbe impedire il trasporto di litio verso la superficie e quindi il suo rilevamento con le tecniche spettroscopiche, oppure un incremento delle reazioni che porterebbero al consumo più rapido del litio.

Sono tutte idee valide, ma un dato molto importante che emerge da questo studio è soprattutto la possibilità che l'analisi spettroscopica della percentuale di litio possa discriminare le stelle che presentano un sistema planetario da altre che invece non lo posseggono, in maniera rapida e su campioni molto numerosi. Quello che si spera è proprio che l'analisi della percentuale di litio delle stelle e altre tecniche oggi utilizzate possano accelerare i tempi di ricerca di pianeti extrasolari. (M.S.)

### **Mattoni della vita in laboratorio**

Un esperimento della NASA ha mostrato che l'esposizione ai raggi ultravioletti in un ambiente simile a quello dello spazio di campioni di ghiaccio contenenti pirimidina porta alla formazione di uracile, un componente essenziale dell'acido ribonucleico (RNA). Questi esperimenti sono importantissimi per riuscire a capire quali molecole fossero già disponibili sul nostro pianeta al tempo della sua formazione. Questo non solo per cercare di capire come ebbe origine la vita sulla Terra, ma anche per stimare quali probabilità ci siano che il fenomeno si ripeta su altri pianeti. Le sostanze organiche presenti nello spazio hanno infatti ottime probabilità di finire su qualsiasi pianeta della galassia.

Michel Nuevo, dell'Ames Research Center, ha mostrato che è possibile produrre uracile in condizioni simili a quelle dello spazio e in modo non biologico. Nuevo svolge da



*I fotoni ultravioletti, bombardando un campione di ghiaccio a -263 gradi, inducono la rottura dei legami chimici e la formazione di composti complessi, come l'uracile.*

tempo esperimenti in cui vengono simulate le condizioni dell'ambiente interstellare, e negli ultimi anni si è concentrato in particolare su una serie di composti noti come idrocarburi policiclici aromatici.

Questi composti hanno una struttura di base con anelli di sei atomi di carbonio e sono particolarmente interessanti perché sono stati osservati in vari meteoriti. La pirimidina è un loro parente prossimo e ha una struttura molto simile, ma nell'anello centrale due atomi di carbonio sono rimpiazzati da altrettanti di azoto. In teoria, questa piccola differenza dovrebbe rendere la molecola più suscettibile alla distruzione da parte delle radiazioni ultraviolette, abbondanti nello spazio. Anche la pirimidina è stata comunque osservata in qualche meteori-

te, ma la sua origine non è chiarissima. Probabilmente viene prodotta nelle fasi evolutive finali delle stelle giganti rosse, quando vengono espulsi nello spazio gli strati più esterni. La vulnerabilità della pirimidina alle radiazioni dovrebbe essere importante soltanto poco dopo la sua formazione. Quando la molecola raggiunge una nube intergalattica, dovrebbe congelare sui granelli di polvere, generalmente abbondanti in questi oggetti, diventando più resistente. Del resto, la presenza di pirimidina in alcuni meteoriti suggerisce che non venga interamente distrutta.

Lo scopo dell'esperimento di Nuevo era proprio verificare la resistenza della pirimidina nella sua forma ghiacciata e verificare se potesse facilmente essere trasformata in altre



sostanze più complesse. Nuevo ha quindi esposto campioni di ghiaccio contenenti pirimidina a temperature dell'ordine di -257 gradi, in vuoto ultraspinto e in presenza di grandi quantità di raggi ultravioletti. Come previsto, in questa forma non solo la pirimidina è meno suscettibile all'azione distruttiva della radiazione, ma molte molecole hanno cambiato forma, diventando appunto uracile.

Come detto, l'uracile è una delle basi che costituiscono l'RNA. Come base si accoppia all'adenina e sostituisce la timina durante la trascrizione dal DNA. Pur essendo una molecola relativamente semplice, ha però un ruolo fondamentale nel funzionamento delle cellule, partecipando direttamente alla sintesi delle proteine.

Questo lavoro aggiunge quindi un'altra molecola al già ricco campionario di sostanze già pronte su cui la vita ha potuto contare al tempo della sua origine sul nostro pianeta. È poi sicuro che lo stesso campionario sia disponibile su tutti i pianeti, anche se al momento non è possibile dire quanto probabile o improbabile sia la nascita della vita stessa.

(A.C.)

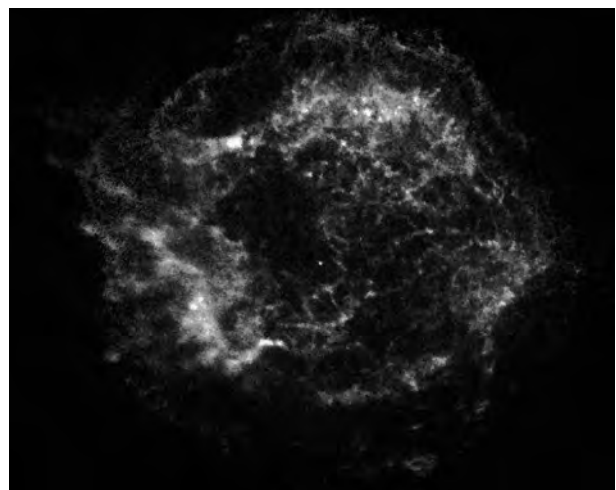
### Pulsar con il velo

Dati raccolti dall'Osservatorio orbitante Chandra, della NASA, hanno permesso di risolvere un mistero vecchio ormai un decennio, che riguarda il più giovane resto di supernova noto, Cassiopeia A. La pulsar al centro di quest'oggetto ha infatti mostrato fin da subito caratteristiche piuttosto strane, che ne hanno impedito la comprensione. Ora sembra però che tutto possa essere spiegato senza problemi dalla presenza di una sottile atmosfera di carbonio, che circonda l'oggetto. Il sottile stra-

to è stato scoperto da Wynn Ho, dell'Università di Southampton, usando una combinazione di osservazioni spettroscopiche e di modelli teorici delle pulsar.

Cassiopeia A è ben nota agli astrofisici per essere la sorgente radio più energetica del cielo. L'oggetto si trova a circa 11 mila anni-luce da noi e la luce della supernova generatrice deve aver raggiunto il nostro pianeta circa 300 anni fa. Stranamente non ci sono registrazioni storiche sicure di questo evento, in un periodo in cui gli astronomi europei e cinesi osservavano continuamente il cielo. L'unica possibile osservazione è quella di John Flamsteed, che potrebbe aver registrato la supernova come una stella di sesta magnitudine. È probabile che l'esplosione sia stata interamente mascherata da una spessa cortina di polvere interstellare. Un'altra possibile spiegazione è che la stella fosse estremamente mas-

*La prima immagine mai ripresa nei raggi X dall'Osservatorio orbitante Chandra, che permise di scoprire la pulsar al centro di Cassiopeia A, uno dei più famosi resti di supernova noti. (Cortesia NASA)*



siccia e abbia emesso enormi quantità di materiale nello spazio prima dell'esplosione finale. Proprio questo guscio di materiale avrebbe poi riassorbito tutta la luce.

Chandra ha da tempo un buon rapporto con Cassiopeia A. Nel 1999 l'Osservatorio fu puntato verso questo oggetto per la sua prima immagine e mostrò subito qualcosa mai vista prima: un oggetto puntiforme brillante al centro della nebulosa. Immediatamente si pensò che l'oggetto dovesse essere una pulsar, il risultato più classico dell'evoluzione finale di una supernova. Ma c'era qualche problema.

Intanto, basandosi sulla luminosità nei raggi X e sulla distanza dalla Terra, i calcoli dicevano che la pulsar doveva essere piccola, troppo piccola, con un diametro di 10 chilometri, sotto il limite minimo teorico per questi oggetti. Una possibile spiegazione, subito suggerita, era che in realtà l'emissione provenisse solo da una piccola zona della superficie. In questo caso, però, per via della rotazione della stella l'emissione avrebbe dovuto pulsare. E qui si arriva infatti al secondo problema: l'oggetto al centro di Cassiopeia A fallisce miseramente anche questo piccolo test sulla sua natura, perché non pulsa.

Per spiegare le osservazioni, alcuni astronomi suggerirono che si trattava di un oggetto estremamente esotico, tanto che si dubita possa esistere: una stella di quark. In un simile oggetto, il campo gravitazionale è talmente intenso da far perdere ai neutroni la loro identità, trasformando il tutto in una massa indistinta di quark. Più di recente, si era tentato di spiegare le osservazioni assumendo che l'oggetto fosse una normale stella di neutroni, ma ricoperta da uno strato, un'atmosfera, di idrogeno. Anche in questo caso, però, per spiegare l'assenza di pulsazioni era necessa-

rio assumere che la stella fosse più piccola del limite minimo teorico.

La teoria proposta ora da Ho è molto simile a quest'ultima, solo che l'atmosfera sarebbe di carbonio e non di idrogeno. In questo caso i calcoli mostrano che la stella di neutroni centrale dovrebbe avere un diametro compreso tra 24 e 30 chilometri, perfettamente normale per questo tipo di oggetti.

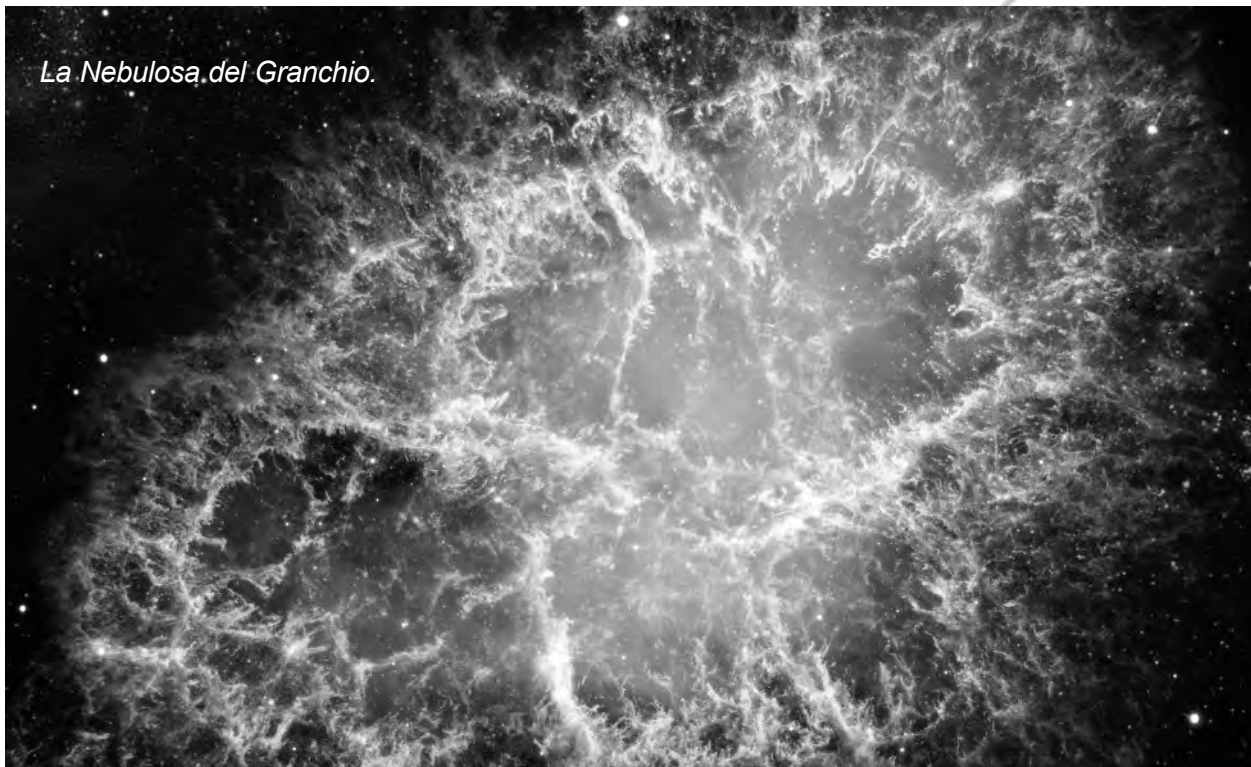
Il concetto di atmosfera merita però un chiarimento. Per via del campo gravitazionale, circa 100 miliardi di volte più intenso di quello terrestre, ciò che è stato chiamato atmosfera è in realtà un guscio di carbonio ipercompresso spesso circa 10 centimetri. Il carbonio è il risultato di reazioni nucleari che, direttamente sulla superficie molto calda della stella, hanno convertito in carbonio l'idrogeno e l'elio, che probabilmente sono ricaduti sulla pulsar dopo l'esplosione. (A.C.)

### Un nuovo tipo di supernova

Le supernove sono esplosioni stellari che portano alla distruzione della stella che le ha generate. O, meglio, da recenti studi risulta che la loro origine può essere associata anche a una coppia di nane bianche che interagiscono gravitazionalmente tra loro.

In realtà questa teoria non è nuova. Già nel 2007 Lars Bildsten, dell'Università della California a Santa Barbara (UCSB), teorizzò l'esistenza di questa classe di supernove, mai però confermata da osservazioni sperimentali. Oggi, grazie ai dati provenienti da osservazioni svolte nel 2002 dal Katzman Automatic Imaging Telescope (KAIT) presso il Lick Observatory a San José e rielaborati negli ultimi mesi da Dovi Poznanski, è stato possibile identificare questa nuova classe di supernove.

*La Nebulosa del Granchio.*



Generalmente le fasi finali della vita di una stella, soprattutto se di massa paragonabile a quella solare, portano al rilascio degli strati più esterni della stella e al collasso di quelli più interni, per produrre infine stelle con un diametro di poco superiore a quello terrestre, le nane bianche. Queste stelle rilasciano calore, ma non si trovano più nelle condizioni di temperatura e pressione tali da sviluppare reazioni di fusione nucleare. In alcuni casi, però, due nane bianche associate in un sistema binario, quindi orbitanti una attorno all'altra con periodi molto brevi, addirittura pochi secondi per un'intera orbita, possono interagire gravitazionalmente tra loro. Se questa interazione gravitazionale è tale da strappare atomi di elio dalla stella con massa inferiore e depositarli su quella più massiccia, allora possono ripresentarsi le condizioni per l'innesco di reazioni termonu-

cleari che, non essendo contenute, causano l'esplosione della stella, che origina quindi una supernova classificata come Ia. L'energia rilasciata dall'esplosione è molto elevata, tale da far sì che la stella brilli con intensità paragonabile alla luce emessa da una galassia per più di un mese: un fenomeno, fra l'altro, molto utile per gli studi cosmologici. Proprio questo è il fenomeno avvenuto nella galassia NGC 1821, visibile nella costellazione della Lepre e immortalata nelle immagini del KAIT, ma la sua comprensione è stata possibile solo interfacciando gli studi teorici con quelli sperimentali.

La scoperta di questa nuova classe di supernove è stata considerata dal gruppo di ricerca dell'UCSB, che ne teorizzò l'esistenza nel 2007, come un incentivo per approfondire in futuro aspetti mai indagati per mancanza di dati sperimentali. (M.S.)

# Telescopi fra passato e futuro

Anna Cairati

Negli ultimi decenni la tecnologia ci ha abituati a continui e sempre più lunghi, arditi e strabilianti balzi in avanti, verso e in nome di quel progresso che sembra non essere mai sufficiente. Non ci meravigliamo nemmeno quando vengono realizzate opere che solo 20 o 30 anni fa avrebbero fatto tremare le vene ai polsi. Sappiamo che, se una cosa è anche lontanamente immaginabile, prima o poi qualcuno troverà il sistema di realizzarla. I tempi di attesa sono sempre più brevi perché l'innovazione tecnologica sembra nutrire sé stessa e ogni avanzamento provoca una cascata di nuove idee da realizzare, nuove applicazioni da esplorare, nuove frontiere da raggiungere. Questa tendenza è comune a tutti gli ambiti della vita, dai forni a microonde, ai motori delle auto. Fino ai grandi telescopi.

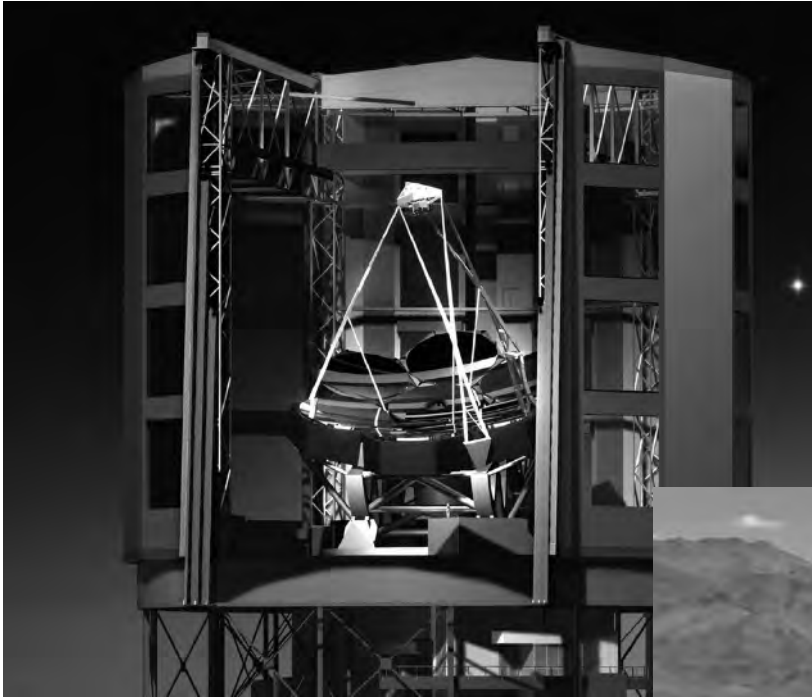
Negli Anni Ottanta l'idea di costruire un telescopio di 10 metri di diametro poteva far brillare gli occhi e far girare la testa ai progettisti. L'opinione comune era che strumenti di questo genere non sarebbero mai stati costruiti, forse non per le difficoltà tecniche ma sicuramente a causa del loro costo spropositato. Si parlava pur sempre di dimensioni doppie di quelle dell'Hale Telescope di Monte Palomar, che per tre decenni è stato ai vertici della classifica dei più grandi occhi puntati sul firmamento. I finanziamenti poi sono stati trovati e si sono profilate due soluzioni possibili: lo specchio monolitico e lo specchio segmentato. Come dire: la tradizione e l'innovazione.

I maggiori portabandiera sono Roger Angel e Jerry Nelson, due fisici operanti negli Stati Uniti e che in passato si sono formati al California Institute of Technology (Caltech). Difficilmente due individui potrebbero essere più diversi, sia per personalità sia per il modo di avvicinarsi ai problemi che sono chiamati a risolvere.

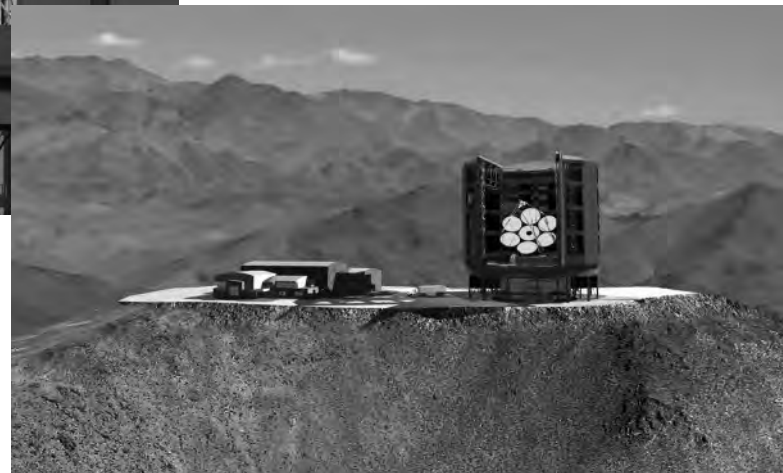
Angel è un compassato britannico cresciuto nei sobborghi di Manchester. Snello e riservato, sembra incarnare il prototipo del ricercatore con la testa fra le nuvole che deve chiedere agli studenti come accendere la macchina per il caffè e capace di lasciare tutto e tornare a casa a mezzogiorno per assistere il gatto sofferente. Nelson invece è un californiano gioviale e sorridente, indossa volentieri camicie hawaiane, gira con il computer infilato in uno zainetto da studente e termina le sue email con «Aloha». Angel lavora fin dai primi Anni Ottanta, inizialmente in una fornace di fortuna installata dietro casa, per fondere grandi quantità di Pyrex in dischi sempre più grandi e costruire specchi monolitici perfetti, termostabili e leggeri. Infatti il peso e la temperatura possono provocare disastrose deformazioni e distorsioni. Contemporaneamente Nelson è andato via via sempre più convincendosi che si devono cambiare i presupposti: il futuro dell'osservazione dell'universo e la soluzione dei problemi passano per tanti piccoli segmenti di specchio giustapposti gli uni agli altri. Entrambe le visioni hanno prodotto risultati: nei primi anni 2000 il team di Angel ha costruito i due monoliti di 6,5 metri di diametro dei telescopi Magellano a Las Campanas in Cile e il gruppo di Nelson ha dato forma a due specchi di 10 metri di diametro per i telescopi gemelli Keck 1 e Keck 2 installati sulla cima del vulcano Mauna Kea, nelle Hawaii.

Questi giganti sono solo una parte della generazione di strumenti colossali che fa bella mostra di sé in giro per il mondo, fornendo immagini spettacolari. Le informazioni che possiamo acquisire grazie a questi telescopi ci permettono di trovare continue risposte alle nostre domande sull'universo che ci circonda, ma allo stesso tempo ci mettono nelle condizioni di porre nuove domande, sempre più complicate e ambiziose. Sui maggiori telescopi oggi esistenti si è indub-





*La struttura del Giant Magellan Telescope (a sinistra) e una ricostruzione della sua collocazione (in basso).*



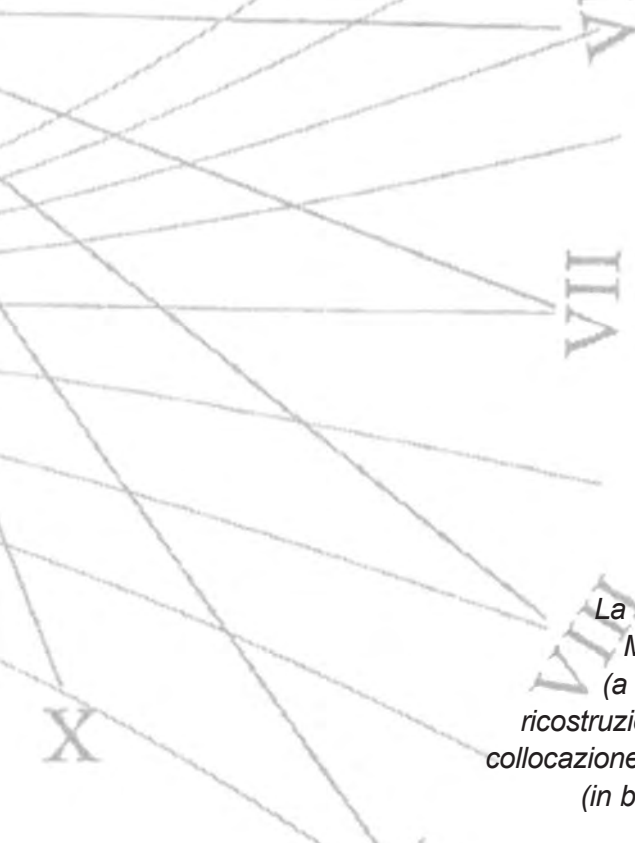
biamente scritto e commentato molto. E siamo ora pronti a fare un salto di qualità. Anzi, di quantità.

La nuova sfida è quella di costruire specchi con il diametro di oltre 20 metri che permetteranno di acquisire immagini 10 volte più precise e accurate rispetto ai telescopi terrestri esistenti. Sembra inconcepibile? Non certo per Angel e Nelson.

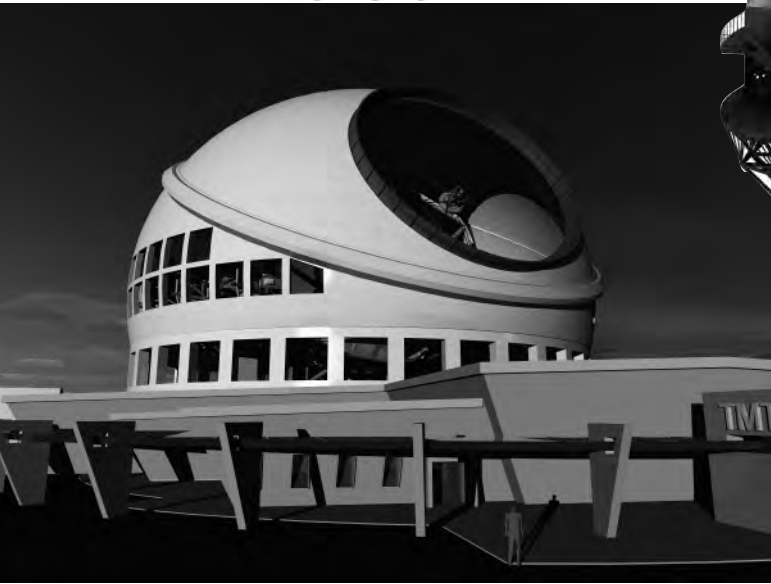
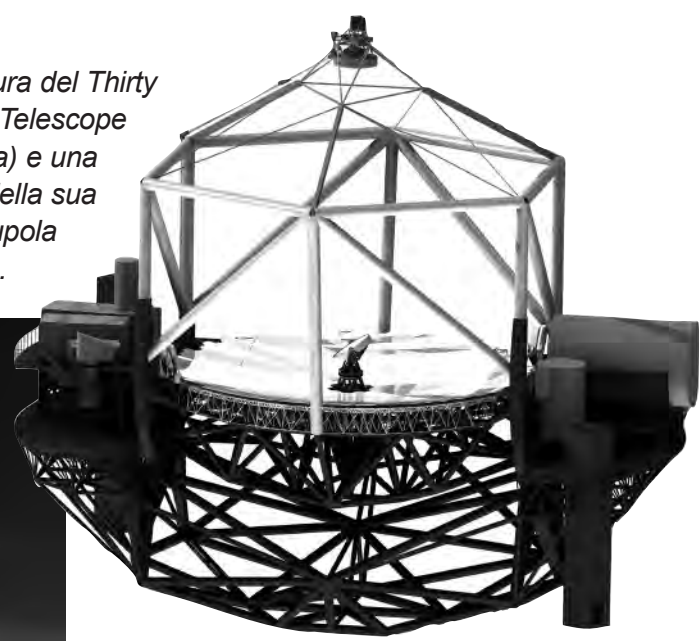
Il britannico negli ultimi cinque anni ha preparato i piani per il Giant Magellan Telescope (GMT) di Las Campanas, i sette specchi di 8,4 metri del quale, disposti a forma di fiore, funzionano come uno specchio primario di 24,5 metri. Invece il californiano ha lavorato alla progettazione del Thirty Meter Telescope (TMT) sul Mauna Kea, formato da un mosaico di 492 esagoni con il diametro complessivo, appunto, di 30 metri. Il cartellino del prezzo porta la cifra di 700 milioni di dollari per il GMT e addirittura un miliardo di dollari per il TMT: cifre che né i Carnegie

Observatories e l'Università dell'Arizona per il primo né l'Università della California e il Caltech per il secondo possono assicurare. Quindi, forse, la sfida maggiore è proprio quella di trovare i fondi, tanto che alcuni astronomi si sono domandati se non fosse meglio unire le forze per costruire un solo telescopio capace però di rivaleggiare con il progetto europeo, l'European Extremely Large Telescope (E-ELT), con un diametro previsto di 42 metri.

A questa proposta, con una battuta, ha risposto Jerry Nelson: le differenze di approccio e di personalità e le rivalità istituzionali hanno fatto sì che i due progetti siano assolutamente



*La struttura del Thirty Meter Telescope (a destra) e una ricostruzione della sua collocazione in cupola (in basso).*



incompatibili, «come l'acqua e l'olio». Nemmeno Angel sembra impaziente di collaborare con il rivale, e suggerisce: «Lasciamo che entrambi i fiori sboccino». Ognuno, quindi, continua con il proprio lavoro. E molte delle difficoltà che incontrano sono state parzialmente risolte o comunque indagate durante la progettazione e la realizzazione delle opere precedenti.

Il gruppo californiano deve risolvere due grossi problemi. Il primo consiste nel dare la forma corretta ai singoli frammenti di specchio, che infatti devono avere una curvatura ben precisa e non devono essere semplicemente un settore di sfera. Nelson e i suoi hanno risolto la questione stirando preventivamente gli esagoni

e levigandoli in forma sferica. Quando i segmenti vengono rilasciati, elasticamente, prendono la curvatura necessaria perché i singoli fuochi convergano. Il secondo problema è facilmente intuibile: tutti gli esagoni devono avere un posizionamento corretto e solidale. La soluzione è altrettanto intuitiva: un computer sofisticato in grado di controllare continuamente le centinaia di attuatori che, come pistoni, sono in grado di orientare perfettamente i segmenti e di conseguenza tutto lo specchio primario, creando una superficie talmente uniforme che neanche la luce è in grado di discernere tra segmento e segmento. In questo modo, oltre a ottenere un'immagine sempre perfetta, è possibile ovviare ai difetti e alle deformazioni indotte dalla gravità, dal vento e dalle variazioni di temperatura.

La precisione della curvatura è, ovviamente, un imperativo anche per Angel. Lo studio e tutti gli esperimenti svolti negli ultimi tre decenni lo hanno portato a formulare una specifica amal-

gama di vetro borosilicato che, avendo il peso di solo un quinto rispetto al vetro tradizionale ed essendo meno sensibile alle fluttuazioni della temperatura, gli permette di creare grandi superfici che in più hanno il vantaggio di subire meno deformazioni. Per ottenere la giusta curvatura, anche Angel ha escogitato un sistema ingegnoso. Ha costruito uno stampo che al suo interno alloggia delle colonne esagonali di schiuma termoresistente della misura dei futuri specchi. Il vetro viene fatto gocciolare all'interno delle colonne mentre tutto lo stampo gira su sé stesso: in questo modo la forza centrifuga fa sì che la colata si distribuisca e si solidifichi in una superficie opportunamente concava. Una volta raffreddato il materiale, basta togliere la schiuma ed ecco gli specchi, che poi verranno levigati, con una precisione dell'ordine dei nanometri, da un tornio controllato da un computer.

Naturalmente su entrambi i telescopi verranno montati sistemi di ottica adattiva che ottimizzeranno le immagini ottenute. Questi sistemi si basano sul concetto che le distorsioni indotte dall'atmosfera possono essere corrette da uno specchio deformabile che assuma di volta in volta una deformazione uguale e contraria a quella del fronte d'onda proveniente dalla sorgente luminosa. Anche qui l'informatica la fa da padrona: la correzione viene fatta migliaia di volte al secondo, quindi più velocemente di qualsiasi possibile variazione atmosferica.

Questo è quanto ci riserva il futuro: dando uno sguardo al passato, non si può non pensare al primo grande telescopio del Secondo Dopoguerra: quello dedicato a George Ellery Hale e montato nell'Osservatorio di Monte Palomar. Anche questa è una lunga storia, ma ha i tratti più dell'epopea che dell'esaltazione tecnologica.

Il progetto di Monte Palomar si dimostrò

necessario quando la crescita di Los Angeles rese poco utilizzabile il sito di Monte Wilson. In questo storico Osservatorio Harlow Shapley aveva misurato la dimensione della Via Lattea e determinato la posizione in essa del nostro sistema solare, e Edwin Hubble aveva studiato la distanza e la velocità di allontanamento delle altre galassie, scoprendone il redshift. Nel 1934 venne individuato il luogo ideale per un nuovo e più grande Osservatorio: il Monte Palomar, a 1.800 metri s/m e posto 150 chilometri a sud di Pasadena, in California. Il nuovo telescopio aveva un diametro di 5,08 metri e le spese furono sostenute dalla Fondazione Rockefeller, che stanziò sei milioni di dollari. Nei due anni seguenti venne costruito lo specchio, con un tipo di vetro allora rivoluzionario, il Pyrex, che ha la caratteristica di subire meno le variazioni di volume provocate dalla fluttuazione della temperatura. Al secondo tentativo, lo specchio, pesante 20 tonnellate, fu giudicato idoneo per purezza. Contemporaneamente veniva progettato il supporto: pesava centinaia di tonnellate e doveva essere sufficientemente robusto per non deformarsi e allo stesso tempo in grado di permettere un movimento dolce e accurato. Nel 1936 la cupola e tutti gli edifici annessi furono completati. I pilastri del futuro telescopio vennero ancorati allo strato di roccia alla profondità di quasi 8 metri. A quel punto lo specchio grezzo doveva essere trasportato da una parte all'altra del Paese, da New York a Pasadena: per l'impresa furono necessari 16 giorni di viaggio in treno, durante i quali la gente lo accolse curiosa nelle stazioni e la polizia lo protesse durante le soste. Nei laboratori del Caltech era atteso per la scavatura e la levigatura con polveri abrasive sempre più fini. Fu un processo lungo e laborioso, rallentato ulteriormente dalla chiamata alle armi degli addetti, per la Seconda Guerra Mondiale.



*La grande cupola dell'Osservatorio di Monte Palomar.*

11 anni più tardi, dopo innumerevoli test di confronto con una superficie teorica perfettamente paraboloidale, lo specchio era pronto. Durante la lavorazione furono asportate 5,5 tonnellate di materiale, passando dalle 20 iniziali alle attuali 14,5. A metà novembre del 1947 ebbe luogo il trasferimento da Pasadena a Monte Palomar, che richiese lo sforzo di tre motrici diesel durante due giorni. Le prime immagini dopo il montaggio non erano ottime, e servirono ancora due anni per un'ulteriore levigatura, l'allineamento e la rettifica. L'inaugurazione e la dedica a Hale ebbero luogo il 3 giugno 1948, malgrado lo strumento non fosse pienamente operativo. L'intera opera richiese 14 anni di lavoro, ma il risultato era veramente imponente.

Fin qui, gli albori della costruzione dei grandi specchi monolitici: non si è fatto altro che

aumentare costantemente le dimensioni. Ma ben presto ci si è resi conto che il processo non avrebbe potuto continuare all'infinito. Abbiamo visto che la difficoltà nel costruire specchi di grandi dimensioni consiste nel fatto che lo spessore deve essere proporzionato al diametro. Presto lo spessore necessario per mantenere la curvatura ideale di un disco sempre più grande avrebbe determinato pesi esorbitanti. Ci voleva un'intuizione. Lontano dalle glorie e dai grandi numeri statunitensi, vediamo allora chi veramente ha avuto l'idea di uno specchio segmentato. Anzi, «a tasselli».

Negli Anni Trenta del secolo scorso, l'ingegnoso e poco conosciuto al grande pubblico direttore dell'Osservatorio Astronomico Universitario di Bologna, Guido Horn d'Arturo, ideò e costruì uno specchio formato da numerosi piccoli segmenti. Lo specchio era fisso, posato su un piano orizzontale: costituiva l'obiettivo di un telescopio zenitale. Horn D'Arturo, infatti, prevedeva che il futuro dell'osservazione andasse proprio in questa direzione: tanti telescopi costantemente rivolti verso lo zenith e uniformemente distribuiti a terra in latitudine e longitudine. La prima versione, del 1935, prevedeva l'utilizzo di dieci tasselli di forma trapezoidale con l'area di una decina di centimetri quadrati ciascuno. I buoni risultati ottenuti persuasero l'astronomo che era possibile far convergere tutti i fasci in un unico vertice.

A causa della sua origine ebraica, nel 1938 Horn D'Arturo venne sottoposto ai rigori imposti dalle leggi razziali. Ma prima del suo allontanamento, con 20 segmenti, aveva composto uno specchio di 1,05 metri di diametro.

Il lavoro poté riprendere solo nella primavera del 1945, dopo la fine della guerra e dell'internamento (dunque parliamo di difficoltà ben diverse da quelle imposte dai limiti della tecnolo-



gia). Dopo la guerra lo scienziato acquisì altri tasselli, che però, a causa della scarsa qualità, non diedero i risultati sperati: bisognava ricominciare tutto da capo. Approfittando della nuova possibilità, Horn D'Arturo introdusse delle modifiche sostanziali: la forma dei componenti non doveva più essere trapezoidale, ma esagonale, e l'area di 4 decimetri quadrati. Il numero salì a 61, permettendo un diametro finale di 180 centimetri, con uno spessore di 3 centimetri. La lavorazione accurata permise di avere segmenti molto meglio adattabili gli uni agli altri, riducendo lo spazio tra i blocchi contigui da 10 a 2 millimetri. La curvatura di ogni singolo tassello ricalcava quella di una sfera con il raggio di 20,82 metri, quindi con una distanza focale di 10,41 metri. La tecnologia odierna avrebbe garantito questi valori. Invece all'epoca non si poté evitare un errore della lunghezza focale compreso tra -1,9 e +2,1 centimetri.

Quindi la levigatura, secondo i nostri parametri, non era affatto perfetta. Ma Horn D'Arturo si considerò soddisfatto, dal momento che dopo il montaggio l'immagine ottenuta era paragonabile a quella di uno specchio tradizionale. In effetti questa è una difficoltà che con gli specchi monolitici non si era mai presentata: se, data una distanza focale prefissata, al termine della lavorazione si aveva, per assurdo diremmo oggi, una differenza, non era un grosso problema, perché bastava che la lavorazione fosse accurata. D'altra parte la frammentazione permetteva di correggere il coma, dando a ogni girone successivo un'inclinazione leggermente diversa. Cosa semplice a dirsi, un po' più complicata a farsi.

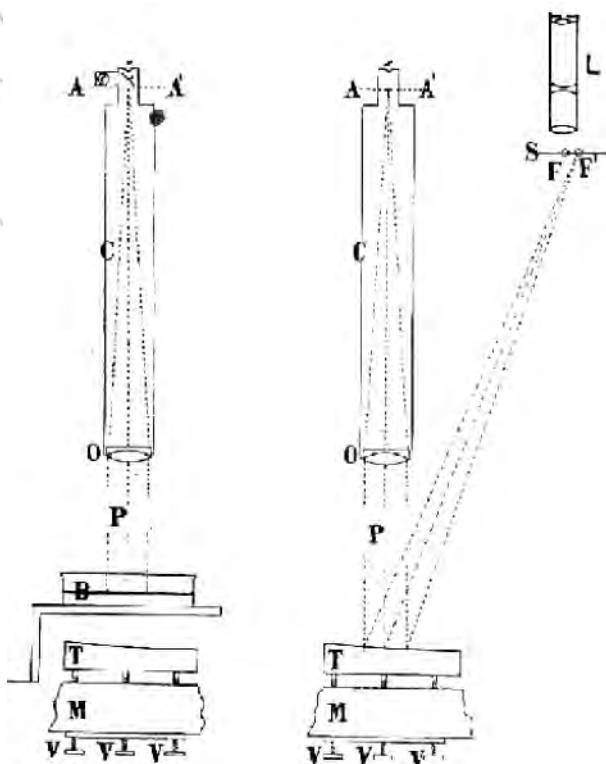
I tasselli erano adagiati su una lastra di marmo forata per permettere il passaggio di tre viti, fissate sul retro di ognuno. Queste viti servivano a un operatore posto in un locale sottostan-

te per manovrare i segmenti: la differenza di inclinazione tra girone e girone veniva ottenuta grazie a un braccio metallico tenuto orizzontale grazie a una livella, che girava attorno all'asse principale dello specchio stesso, agendo sulle viti sporgenti e dando la posizione approssimativa. Poi i tasselli dovevano essere aggiustati, uno a uno, anche per poter ovviare alla differenza tra le lunghezze focali singole vista prima.

Il corretto orientamento veniva ottenuto con un procedimento che a noi sembrerebbe assurdamente macchinoso. Il puntamento iniziava con l'allineamento grossolano dei tasselli, eseguito con un disco convesso di 23 centimetri di diametro, dotato della stessa curvatura dei tasselli ma di segno opposto, appoggiandolo su due tasselli contigui e procedendo di coppia in coppia su uno stesso girone. Seguiva poi il puntamento fine. Per quest'ultimo occorreavano due operatori, il più possibile esperti e affiatati: uno all'oculare e uno nel locale sottostante lo specchio.

Per prima cosa, non disponendo di una stella fissa posta allo zenith, si doveva creare una sorgente artificiale con una lampadina fissata all'interno di un cannocchiale collimatore. Visto che il fascio doveva essere composto da raggi paralleli, la luce veniva riflessa da uno specchietto semitrasparen-





*La struttura del telescopio di Guido Horn D'Arturo. C è il collimatore, T il tassello, M la tavola di marmo con le viti V. P è il fascio di raggi paralleli e verticali; AA' il piano focale del collimatore. A sinistra si vede l'orizzonte artificiale B, che viene tolto quando sia raggiunta la verticalità del fascio P.*

*A destra si vede il piano focale del telescopio S, con il centro F sul quale, durante l'aggiustamento, convergono le immagini della croce di fili provenienti dai singoli tasselli.*

te. La luce doveva anche essere perfettamente verticale: per soddisfare questa condizione, nel piano focale del cannocchiale era stata fissata una croce di fili, la cui immagine doveva apparire il più possibile sovrapposta alla sua ombra proiettata dalla lampadina su un orizzonte artifi-

ciale che di volta in volta veniva posto al di sopra del tassello. Tolto l'orizzonte artificiale, la persona addetta allo specchio doveva applicare successivamente alla testa di ogni vite una chiave comandata elettricamente dalla persona all'oculare. In questo modo l'operatore muoveva il tassello fino a far convergere il singolo fuoco con quello di tutto lo specchio. Tutto questa procedura doveva essere ripetuta per ogni tassello. Il telescopio era pronto solo dopo più di due ore, ma almeno il suo assetto restava valido per una settimana. C'è di più: il processo di aggiustamento risentiva delle vibrazioni indotte dal traffico cittadino, quindi non veniva effettuato di giorno ma solo nella seconda parte della notte. Visto che lo specchio era adagiato su una lastra di marmo, l'inseguimento veniva effettuato grazie a una lastra mobile montata nel piano focale e mossa da un motore elettrico alimentato da una batteria da 12 V. In questo modo si potevano avere immagini puntiformi lungo tutti i 6 minuti e 15 secondi necessari per effettuare l'esposizione fotografica.

In conclusione: i grandi telescopi sono una vera meraviglia, affascinanti sia per gli esperti sia per i completi neofiti, quel genere di opera che non può non attirare la curiosità e l'ammirazione di chiunque. La loro progettazione e costruzione pongono sicuramente problemi di vario tipo e richiedono investimenti economici di tutto rispetto. Pensiamo però alle difficoltà non solo pratiche affrontate da Guido Horn D'Arturo sia in fase di realizzazione e ideazione del suo specchio a tasselli sia nell'uso quotidiano dello strumento. Ci rendiamo subito conto che i problemi che si possono riscontrare oggi e che possono essere risolti con l'ausilio di soluzioni tecnologiche e informatiche sono una cosa ben diversa. Pensiamoci, la prossima volta che rimarremo a bocca aperta davanti a un grande telescopio.

Pubblicazioni  
didattiche  
selezionate

**New**



## Celestron SkyScout

Identifica gli oggetti stellari  
dovunque nel mondo  
di semplice utilizzo,  
database con 6'000 oggetti  
200 schede audio  
sistema di posizionamento  
satellitare GPS, porta USB  
**Prezzo su richiesta**



## Konusmotor 130

**New**

Nuovo riflettore  
Newtoniano  
con motore elettronico  
grande stabilità

Ottica multitrattata  $\varnothing$  130  
focale 1000mm f/8;  
2 oculari  $\varnothing$  31,8mm Plössl 10 e 17mm  
montatura equatoriale motorizzata  
nuovo cercatore a punto rosso  
messa a fuoco motorizzata  
treppiede in alluminio, borse per il trasporto  
preparato pronto all'uso  
**CHF 699.-**

## Celestron NexStar 114

Schmidt-Cassegrain  
 $\varnothing$  114mm F 1000 mm  
2 oculari Plössl 9 e 25mm  
nuovo cercatore a punto  
rosso, database con  
4'000 oggetti  
completo di treppiede  
in acciaio  
**Prezzo su richiesta**



## Celestron NexStar 6

Schmidt-Cassegrain  
 $\varnothing$  150mm F 1500 mm  
con funzione di puntamento  
e inseguimento automatico  
database con 40'000 oggetti  
2 oculari Plössl 10 e 25mm  
puntatore stellare  
completo di treppiede  
in acciaio  
GPS compatibile  
**Prezzo su richiesta**



con riserva di eventuali modifiche tecniche o di listino

Consulenza e  
vasto assortimento  
di accessori  
a pronta disponibilità

**CELESTRON**

**Bushnell**

**Vixen**

**MEADE**

**Tele Vue**

**KONUS**

**ZEISS**



# OTTICO MICHEL

occhiali • lenti a contatto • strumenti ottici

Lugano (Sede)  
via Nassa 9  
tel. 091 923 36 51

Lugano  
via Pretorio 14  
tel. 091 922 03 72

Chiasso  
c.so S. Gottardo 32  
tel. 091 682 50 66

Mer. 08.03



# Siamo andati

2. parte

## sulla Luna?

Paolo Attivissimo

Sarà capitato anche a voi: non appena si sparge la voce che siete un astrofilo, salta fuori qualcuno che vi chiede se siamo davvero andati sulla Luna. E voi, da buoni samaritani, non sapete resistere alla tentazione di cercare di spiegare all'incredulo che vi assilla con le sue mille tesi fantasiose pescate acriticamente da Internet. La prossima volta dite che siete un proctologo.

Se invece decidete di rispondere alle provocazioni «lunacomplottiste», è meglio che siate preparati con dati, cifre e spiegazioni efficaci e semplici. Questo è un piccolo vademecum per replicare alle tesi basate sulle presunte prove osservate nella documentazione video delle missioni Apollo.

### La bandiera che sventola

In alcuni video delle escursioni degli astronauti sulla Luna si vede che la bandiera oscilla, come se fosse mossa dal vento. Ma sulla Luna il vento non c'è: si tratta forse di un errore che rivela la messinscena?

Naturalmente no. In realtà la bandiera si muove soltanto quando viene mossa dagli astronauti che ne impugnano l'asta per conficcarla nel terreno. Poi non si muove più, come si vede confrontando immagini scattate in momenti differenti. Le Figure 1 e 2 mostrano la bandiera dell'Apollo 11: fra i due scatti c'è mezz'ora di differenza, ma il drappo ha esattamente le stesse pieghe.

C'è però un'eccezione che è meglio conoscere per non essere presi in castagna: in un punto delle riprese video della missione Apollo 15 la bandiera oscilla senza essere stata toccata. Si tratta di un effetto elettrostatico, dovuto al passaggio di un astronauta nelle vicinanze: un fenomeno che sulla Terra, in atmosfera, non sarebbe osservabile e che in realtà dimostra che la ripresa fu effettuata nel vuoto. Il movimento della bandiera, sia in questo caso sia dopo che è stata mossa per conficcarla, è in effetti una delle migliori prove che le riprese avvennero in assenza d'aria: è innaturale, rigido e privo del rapido effetto frenante che si ha in atmosfera.

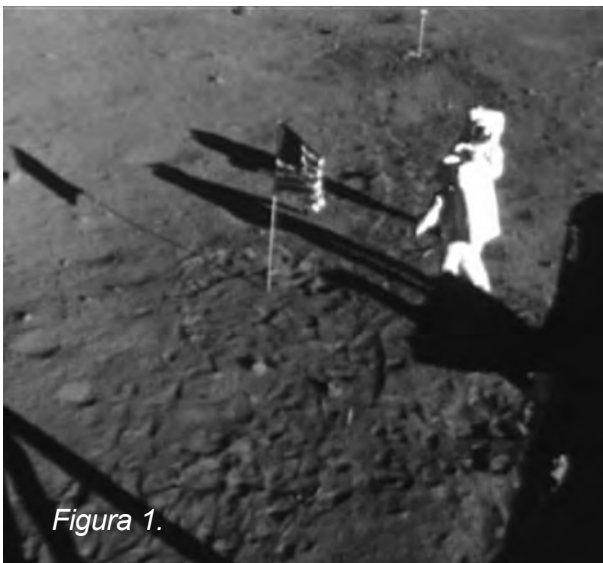


Figura 1.

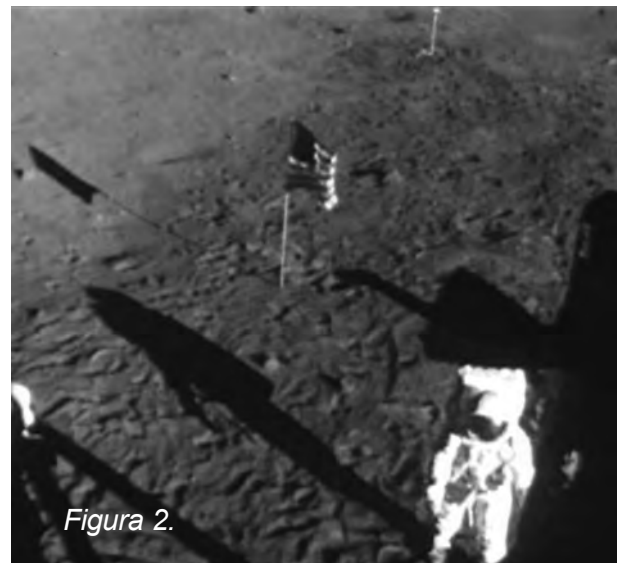


Figura 2.



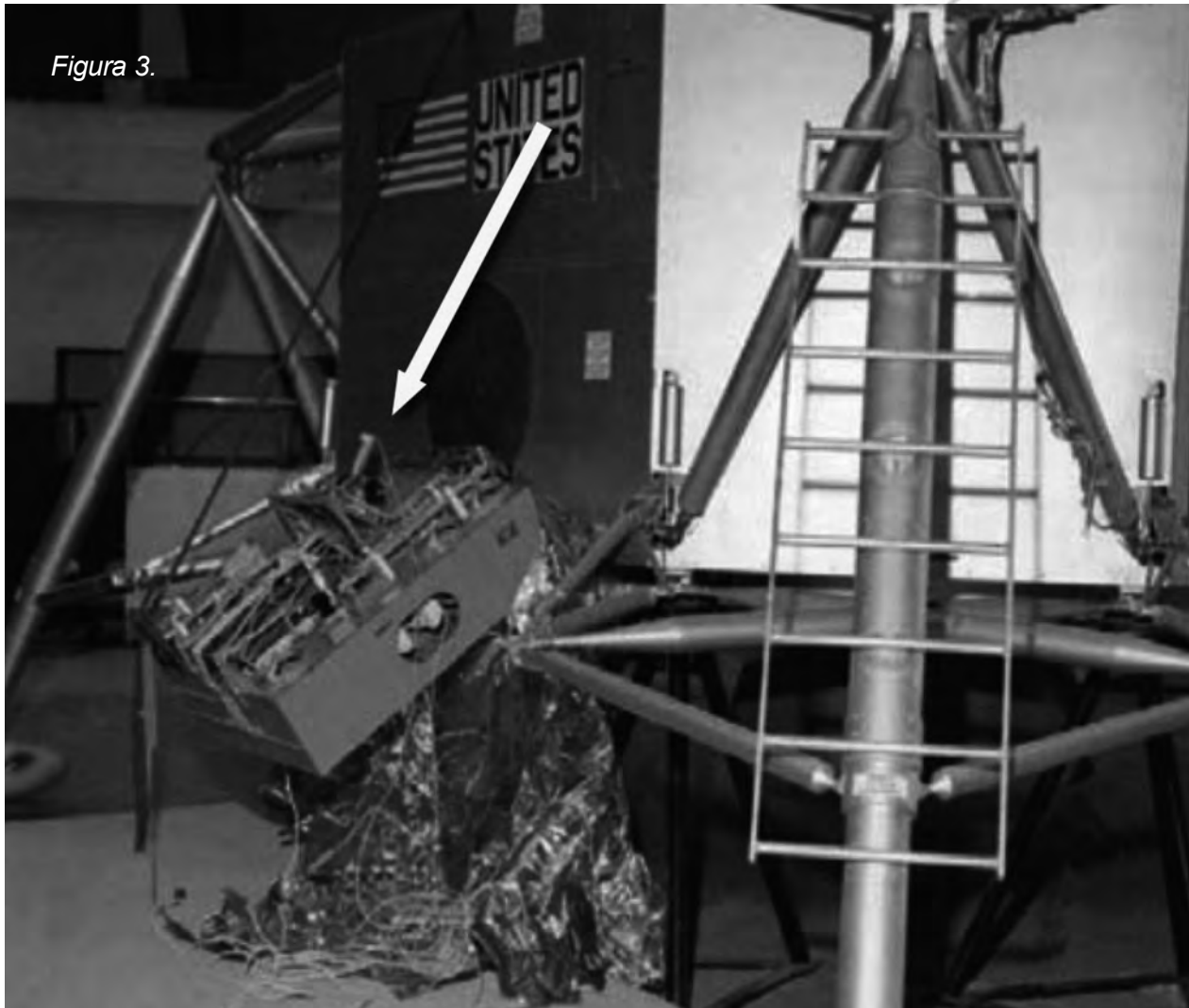


Figura 3.

### Chi riprese la discesa del primo astronauta?

Questa è una perplessità ricorrente anche fra chi non ha dubbi sulle missioni lunari. Come fu possibile vedere in diretta televisiva il primo passo di Neil Armstrong sulla Luna dall'esterno, se non c'era nessuno già fuori?

La soluzione è piuttosto semplice: Armstrong, mentre era in cima alla scaletta

(a destra nella Figura 3), azionò un cavo che apriva un contenitore ribaltabile di strumenti, chiamato MESA, situato su uno dei lati della base del modulo lunare, che alloggiava una telecamera dotata di obiettivo grandangolare. Nella Figura 3 il MESA è lo scatolone inclinato a sinistra e la freccia indica la telecamera che stava al suo interno. L'inquadratura era stata calcolata in anticipo e il sistema non richiedeva che fuori ci fossero operatori.

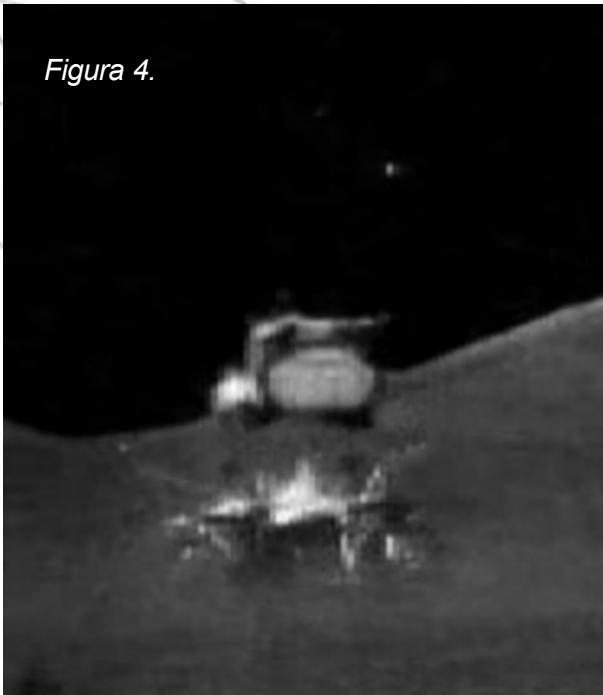


Figura 4.

### Chi riprese il decollo dalla Luna?

Le spettacolari riprese video della partenza dello stadio superiore del modulo lunare, mostrate nella Figura 4, non provengono dalla prima missione, come pensano in molti, ma dalle ultime due, Apollo 16 e 17. In queste missioni la telecamera era montata sul Rover (la jeep elettrica usata dagli astronauti) e comandata dalla Terra. Il momento del decollo e la traiettoria erano noti con grande precisione, per cui l'operatore a terra riuscì ad anticipare i comandi per il movimento della telecamera in modo da tenere conto del ritardo radio di 1,3 secondi dovuto alla distanza Terra-Luna.

### Astronauti sorretti da imbragature?

C'è chi sospetta che il modo in cui gli astronauti si rialzano con una semplice spin-

ta delle mani, con una rotazione innaturale, dopo una caduta nelle riprese lunari dimostri che erano sostenuti da cavi per simulare la gravità ridotta.

In realtà l'aspetto innaturale del gesto deriva dal fatto che la tuta e lo zaino pesavano quanto l'astronauta, per cui il suo baricentro era fortemente spostato indietro e in alto rispetto alla norma: è per questo che gli astronauti camminano inclinati in avanti. Al tempo stesso la gravità lunare, pari a un sesto di quella terrestre, riduceva il peso complessivo dell'astronauta, della tuta e dello zaino a una trentina di chili, per cui lo sforzo necessario per rialzarsi era piuttosto modesto. L'aspetto innaturale dei movimenti è dovuto al fatto che avvengono in un ambiente non naturale come quello lunare.

Del resto ipotizzare l'uso di cavi non è plausibile, perché nelle riprese televisive delle missioni, trasmesse in diretta, ci sono sequenze ininterrotte di decine di minuti, durante le quali gli astronauti cambiano direzione e posizione ripetutamente: sarebbe stato impossibile non ingarbugliare i cavi.

### Il bagliore filiforme

Questa è una delle obiezioni più difficili da affrontare per chi cerca di rispondere alle tesi di falsificazione in studio delle riprese video lunari ma non conosce a fondo la tecnologia dell'epoca. In molti video si vede infatti uno strano bagliore momentaneo scaturire dalla sommità dello zaino degli astronauti. L'impressione è quella tipica del riflesso della luce su un cavo, come mostra la Figura 5.

Come si spiega? Occorre sapere che in cima allo zaino degli astronauti c'era un'an-

Figura 5.



tenna radio un po' particolare: non la solita astina telescopica, ma una lamina metallica flessibile, simile a quella di un metro a nastro o flessometro. Essendo piatta e sottile, vista di taglio era pressoché invisibile, mentre vista di piatto offriva un'ampia superficie riflettente. Il bagliore è dovuto al riflesso momentaneo del Sole sull'antenna mentre l'astronauta si sposta.

In alcune riprese, però, entra in gioco un altro fenomeno: la conversione ripetuta dei video da un formato a un altro, per esempio per pubblicarli su Internet, produce i cosiddetti «artefatti di compressione»: errori di elaborazione che generano dettagli in realtà inesistenti nelle riprese originali, alle quali bisogna sempre fare riferimento per qualunque discussione.

### **Le papere di Neil Armstrong**

Su Internet circola un video che mostra uno dei «ciak» sbagliati: Neil Armstrong

scende la scaletta ma, al momento di pronunciare la famosa frase «Questo è un piccolo passo per un uomo...», un traliccio che sostiene i riflettori del set cinematografico cade alle sue spalle e il regista grida di fermare le riprese. Il video è in realtà uno spot pubblicitario prodotto nel 2002 dall'agenzia britannica «The Viral Factory», ma le copie circolanti hanno perso il nesso con la fonte originale.

### **La confessione di Kissinger, Rumsfeld e Kubrick**

Un altro video molto spesso citato dai sostenitori della messinscena lunare mostra Henry Kissinger, Donald Rumsfeld, la moglie del regista Stanley Kubrick e altri volti noti ammettere che Kubrick girò le scene delle passeggiate lunari per conto della NASA, dalla quale voleva avere un particolare obiettivo top secret che gli serviva per girare il suo film *Barry Lyndon*. Non si tratta di sosia o di trucchi di doppiaggio: sono proprio loro a parlare.

Si tratta di spezzoni provenienti dal documentario-parodia francese *Opération Lune* (noto anche come *Dark Side of the Moon* o *Operazione Luna*), di William Karel, trasmesso dalla rete televisiva Arte nel 2002. Le persone intervistate recitano le battute del copione, tanto che sui titoli di coda vengono presentate le loro papere. Purtroppo anche qui spesso si è persa traccia dell'origine di questi spezzoni e quindi la parodia viene scambiata per realtà, nonostante contenga indizi evidenti: per esempio, uno degli intervistati si chiama David Bowman, proprio come l'astronauta protagonista di *2001: Odissea nello spazio*.

## La registrazione rubata: alieni sulla Luna

E' stato recentemente riproposto anche da alcune trasmissioni televisive un brano audio che viene presentato come una registrazione clandestina, effettuata da radioamatori, dei dialoghi che sarebbero stati censurati dalla NASA. In questo brano si sentono le voci di Armstrong e Aldrin che esclamano di aver trovato strutture di esseri extraterrestri sulla Luna.

In realtà si tratta di un falso, oltretutto molto approssimativo. Il confronto con altre registrazioni permette di notare molto facilmente che le voci non somigliano neanche lontanamente a quelle vere dei due astronauti. Ma soprattutto una ricerca attenta rivela la vera fonte dello spezzone: un documentario parodistico britannico del 1977, intitolato *Alternative 3*.

## Apollo 20, missione segreta

Un'altra tesi ripresentata di recente dai media è che ci sarebbe stata una missione militare segreta, battezzata Apollo 20, per recuperare un veicolo alieno caduto sulla Luna. La prova sarebbe un filmato che mostra il veicolo e anche uno dei suoi occupanti.

Si tratta in realtà di una burla congegnata dall'artista francese Thierry Speth. Il passaparola distorto di Internet ha fatto perdere traccia delle origini delle immagini a molti di coloro che le propongono, ma è sufficiente osservare con attenzione le riprese per notare errori che tradiscono la burla, come per esempio una ben poco futuristica molla visibile a bordo della presunta astronave aliena.

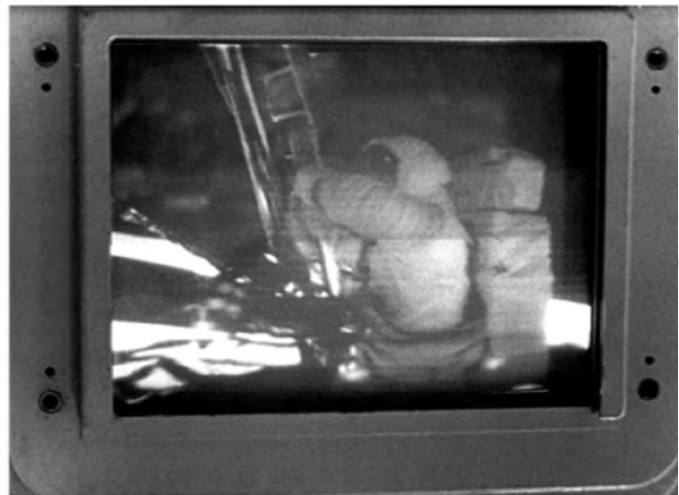
## I nastri lunari perduti

La NASA ha cancellato i nastri originali della diretta del primo sbarco sulla Luna: era necessario far sparire qualche immagine compromettente. Così, almeno, sostengono i «lunacomplottisti».

La cosa interessante è che la prima parte dell'accusa è vera: sì, i nastri sui quali furono registrate le fioche immagini che arrivarono dalla Luna nella notte fra il 20 e il 21 luglio 1969 sono stati cancellati e riutilizzati, ed è giusto chiedersi come e perché sia stato possibile buttar via un documento storico del genere. Per capire quello che a prima vista sembra un errore scandaloso o una prova di segreti da nascondere occorre conoscere le modalità tecniche di quella straordinaria diretta di 40 anni fa.

Per trasmettere dalla Luna, a 393 mila chilometri di distanza, gli astronauti ebbero a disposizione un trasmettitore televisivo alimentato a batterie, un'antenna parabolica da un metro di diametro e una larghezza di banda di 500 kHz contro i 4,5 MHz delle trasmissioni televisive normali. Non era mai stato tentato nulla del genere. Il segnale che arrivò sulla Terra fu debolissimo e gli ingegneri dovettero fare i salti mortali per riuscire nell'impresa di trasmettere e ricevere le immagini storiche. Per farcela con la tecnologia analogica dell'epoca ricorsero a una serie di compromessi qualitativi: bianco e nero anziché colore, immagini a 320 linee di risoluzione anziché le 525 dello standard televisivo NTSC statunitense, 10 fotogrammi al secondo invece dei normali 30. Questo però produsse un segnale televisivo fuori standard (*slow-scan*), che fu necessario convertire al formato televisivo normale. Poiché mancava





la tecnologia elettronica che oggi consideriamo banale, la conversione venne fatta presso le stazioni riceventi terrestri (i grandi radiotelescopi di Parkes e Honeysuckle Creek in Australia e di Goldstone in California) usando un metodo piuttosto artigianale: puntando una telecamera speciale verso un monitor che mostrava le immagini fuori standard ricevute dalla Luna. Il segnale così convertito fu distribuito via satellite in tutto il mondo.

Tutto questo meccanismo e la catena di ritrasmissioni comportarono un'ovvia perdita di qualità, come in ogni processo analogico, per cui le immagini effettivamente ricevute dalla Luna furono molto più nitide di quelle che arrivarono alla fine sugli schermi dei telespettatori, come mostra la Figura 6. La NASA registrò il segnale convertito su bobine video normali e registrò anche il segnale diretto dalla Luna (quello fuori standard e migliore) su una traccia delle bobine dei nastri di telemetria. In questo modo i nastri contenenti queste immagini di massima qualità furono però etichettati come normale telemetria e archiviati insieme a tutti gli altri. Alcuni anni

dopo la fine del progetto Apollo, la telemetria archiviata fu dichiarata non più utile e le sue costose bobine di nastro furono cancellate per essere riutilizzate. Sono questi i nastri lunari perduti: non contenevano immagini differenti o aggiuntive rispetto a quelle disponibili nelle videoregistrazioni che tutti conosciamo, ma ci avrebbero offerto immagini decisamente migliori, in termini di dettaglio e nitidezza, di quel momento irripetibile.

Va detto che all'epoca era impensabile poter estrarre da quei nastri una versione migliore di quella già convertita e oggi disponibile (l'elaborazione digitale delle immagini era ancora agli albori), ed è per questo che non fu data loro molta importanza. Inoltre alcuni spezzoni delle immagini originali sono disponibili grazie alle riprese amatoriali su pellicola effettuate all'epoca da uno dei tecnici, Ed von Renouard, ed è possibile che riemergano copie non ufficiali di quelle storiche trasmissioni. In ogni caso, per fare ammenda la NASA ha finanziato il restauro digitale delle migliori copie disponibili della diretta lunare dell'Apollo 11. Ma rimane il rammarico per l'occasione perduta.

# Giovani occhi sul Sole

**Mario Gatti**

Dal mese di ottobre del 2008 l'Istituto Statale di Istruzione Superiore (ISIS) «Valceresio» di Bisuschio (Va), il cui preside è il professor Maurizio Tallone, è sede di un Osservatorio solare permanente nel quale ogni giorno (tempo atmosferico permettendo) vengono compiute osservazioni regolari della fotosfera e della cromosfera (nella riga H-Alpha dell'idrogeno) della nostra stella. Questa attività è inquadrata nell'ambito di un progetto molto ampio e ambizioso e di vera cooperazione internazionale, visto che partner ufficiali sono la Specola Solare Ticinese di Locarno Monti in Svizzera, uno degli Istituti di riferimento mondiale per l'osservazione del Sole, e l'IRSOL (Istituto di Ricerche Solari), sempre di Locarno Monti, sede di uno dei centri di studio del Sole più importanti del mondo. Il progetto, articolato inizialmente su tre anni di attività, è ora nel suo secondo anno di vita. A classi intere di nostri studenti che iniziano

quest'anno la propria attività di *training* si affiancano altri gruppi che, selezionati dopo l'esperienza dello scorso anno, effettuano periodiche attività di osservazione del Sole utilizzando gli strumenti a disposizione dell'Istituto.

Per ogni giornata di osservazione vengono prodotti due disegni: uno della fotosfera con la presenza o meno di macchie solari e uno della cromosfera con la presenza o meno (ma è più difficile) di protuberanze nella riga H-Alpha dell'idrogeno a 656.3 nm. Vengono calcolati due indici di attività solare: il numero di Wolf (*sunspot number*) per quanto riguarda le macchie e il numero di Pettis (*prominence number*) per l'attività in H-Alpha. I valori non sono corretti per il seeing o per lo strumento utilizzato. Inoltre il Sole è seguito in tempo reale attraverso opportuni collegamenti in Rete e viene costantemente monitorata la presenza e l'evoluzione di regioni attive, di flare (nella banda X tra 0.5 e 4 Å e tra 1



*Primo piano del riflettore Maksutov 150/1800 puntato verso il Sole (strumento non stazionato).*

*Il rifrattore da 90/1000. Al suo fuoco diretto è collegata una fotocamera digitale, mentre lo schermo montato sul cavalletto viene utilizzato per la proiezione del disco solare e per la centatura del disco nello strumento, sempre in proiezione.*



e 8 Å), di emissioni coronali. Viene pure seguita l'intensità del vento solare (velocità e densità di particelle). Periodicamente si ricevono avvisi in tempo reale e bollettini informativi (sia previsionali sia di consuntivo dell'attività solare) pubblicati dal Solar Influences Data Analysis Center (SIDC) di Bruxelles. Tutti i risultati vengono archiviati su supporti sia cartacei sia elettronici e sono custoditi presso il laboratorio di fisica.

Scopo finale del progetto è quello di riuscire ad annoverare, entro la fine del 2011, l'Istituto come sito di osservazione accreditato presso il SIDC di Bruxelles, ente preposto alla raccolta e all'elaborazione dei dati sull'osservazione del Sole provenienti da tutto il mondo.

Dal 13 ottobre 2008 al 24 settembre 2009 l'attività di osservazione e di studio è stata svolta dal responsabile tecnico del progetto, mentre in seguito sono stati e saranno gli studenti ad affiancarlo in questo lavoro, fino a quando diventeranno completamente autonomi a propria volta, sebbene sempre seguiti da personale

esperto e qualificato. I risultati sono presentati secondo modalità che hanno seguito un'evoluzione nel tempo, dai primi modelli molto rudimentali fino a quello attuale, con lo scopo di adattarli di volta in volta soprattutto alle esigenze didattiche di apprendimento dei nostri ragazzi.

Le osservazioni sono compiute di norma con un rifrattore da 90/1000 in proiezione diretta con un oculare Zeiss da 40 mm (gentilmente concessoci in prestito indeterminato dalla Specola Solare Ticinese) in modo da ottenere un disco di 13,9 mm di diametro (in questa scala 1 mm sul disco proiettato equivale a 10 mila chilometri sul Sole). Poi l'osservazione viene affinata con un riflettore Maksutov-Cassegrain da 150/1800 in osservazione diretta con filtro in Mylar a tutta apertura che garantisce condizioni di assoluta sicurezza anche per osservazioni prolungate, vista la sua bassissima trasmittanza nel visibile, nell'infrarosso e nell'ultravioletto. Una buona gamma di oculari di tipo Plössl permette di raggiungere ingrandimenti anche fino a 300x,



però al limite dello strumento e solo in condizioni di cielo e seeing ottimali e per risolvere dettagli di grosse macchie in zone di penombra. Con oculari da 17mm e 10 mm (ingrandimenti rispettivi di 106x e 180x) si riescono ad apprezzare anche macchie molto piccole, associate a regioni attive di dimensioni uguali o superiori ai 10 mesv (milionesimi di emisfero solare visibile, 1 mesv equivale a 3,047 x 10<sup>6</sup> chilometri quadrati), che possiamo considerare il limite di visibilità dei nostri strumenti. Macchie e gruppi di dimensioni maggiori possono facilmente essere osservati anche con il rifrattore 90/1000 in osservazione diretta (sempre con adatto filtro in Mylar a tutta apertura) utilizzando un oculare da 10 mm che fornisce un ingrandimento di 100x. Per quanto riguarda le protuberanze, vengono osservate con un PST Coronado da 40/400 utilizzando un oculare da 10 mm e uno da 6 mm per osservazioni dei dettagli. Lo strumento non

necessita di filtri, essendo lui stesso di fatto un filtro H-Alpha non smontabile, quindi assolutamente sicuro. L'osservazione della cromosfera (molto delicata e sensibile a seconda dell'osservatore) viene effettuata, ma non registrata in condizioni di osservazione poco favorevoli (stato del cielo uguale o superiore a 2-3, seeing uguale o superiore a 3-4, classificazione di Wedel uguale o superiore a 2-3), che porterebbero a risultati poco attendibili. Questo spiega l'eventuale mancanza di disegni della cromosfera nella stessa giornata in cui vengono prodotti quelli della fotosfera.

Le pagine dei disegni sono aggiornate quando viene effettuata un'osservazione, fatta a rotazione (sia nel continuo sia in H-Alpha) da uno degli studenti oppure dal responsabile tecnico quando non è possibile farla eseguire dai ragazzi (giorni festivi o di sospensione delle attività didattiche).



*La «vista» della fotocamera come appare a un osservatore che sta per scattare una foto del Sole con il rifrattore 90/1000 al fuoco diretto del telescopio. La stella è nascosta dalla fotocamera.*



## Il progetto Astro.Net

Astro.Net è un progetto integrato di osservazioni astronomiche e collaborazione in Rete: da ciò il suo nome. Le osservazioni astronomiche sono incentrate principalmente sull'attività fotosferica del Sole (anche se è prevista un'attività di astronomia ottica di base al suolo, esplicitamente rivolta alle classi quinte del Liceo Scientifico) e la collaborazione in Rete prevede interazioni con enti esterni di ricerca operanti nell'ambito della fisica solare.

Durante l'anno scolastico 2009/10 partecipano all'attività di formazione iniziale le classi 2G e 2F dell'indirizzo Liceo Scientifico e gruppi di studenti (che volontariamente hanno fatto questa scelta) delle classi 1A e 1B dell'indirizzo ITC e delle classi 1D e 1E dell'indirizzo ITPA. Ogni classe (o gruppo classe) è affidato a un docente con funzioni di coordinatore didattico. Sono coinvolti in questo ruolo le professoresse Giuseppina Bernasconi, Antonietta Mondo, Enrica Ferrario, Roberta Pitoni e Delia Garegnani. Fanno parte dei gruppi di lavoro di osservazione studenti (selezionati tra le classi che lo scorso anno hanno eseguito attività di formazione e *training*) delle classi 3G, 3F, 4G dell'indirizzo Liceo Scientifico, 2D e 2E dell'indirizzo ITPA. Ogni gruppo di lavoro è seguito da un docente con funzioni di tutor a distanza. Questo ruolo è svolto dai professori Alvaro Puglisi, Maurizio Mozzanica e dalle professoresse Lara Cafiero, Isabella Resta ed Enrica Ferrario.

L'obiettivo finale del progetto rimane quello di annoverare l'Istituto, entro il terzo anno di attività progettuale, tra le stazioni di

osservazione dell'attività solare ufficialmente accreditate presso il SIDC (Solar Influences Data Analysis Center) di Bruxelles, che raccoglie ed elabora i dati inviati da Osservatori di tutto il mondo. Il rilevamento dell'attività solare in luce visibile (di cui le macchie sono il fenomeno più facilmente osservabile) è veramente semplice e può essere compiuto anche con strumenti di modeste dimensioni e costi contenuti. Dall'osservazione diretta della fotosfera si ricava un indice dell'attività del Sole, detto numero di Wolf, che si ottiene con il conteggio delle singole macchie e dei gruppi nei quali sono organizzate. Il numero di Wolf è calcolato giornalmente e inviato, grazie a un'interfaccia Web opportunamente costruita, al SIDC, che giornalmente, mensilmente e trimestralmente elabora i dati di tutto il pianeta e pubblica i cosiddetti ISN (International Sunspot Numbers, numeri internazionali di macchie solari), dalla cui analisi statistica è stato possibile formulare l'ipotesi che il numero di macchie presenti un massimo ogni 11 anni circa (22 tenendo conto della seconda Legge di Hale).

Le nuove classi seguiranno lo stesso percorso di formazione e di addestramento compiuto lo scorso anno, utilizzando materiali messi a disposizione dalla Specola Solare Ticinese di Locarno Monti, partner ufficiale dell'Istituto nel progetto, che consiste essenzialmente in alcuni incontri di presentazione sul Sole e l'attività solare, più la riproduzione di disegni della fotosfera eseguiti in periodi di attività solare crescente. I gruppi di studenti destinati alle osservazioni

dirette saranno invece impegnati nelle seguenti attività:

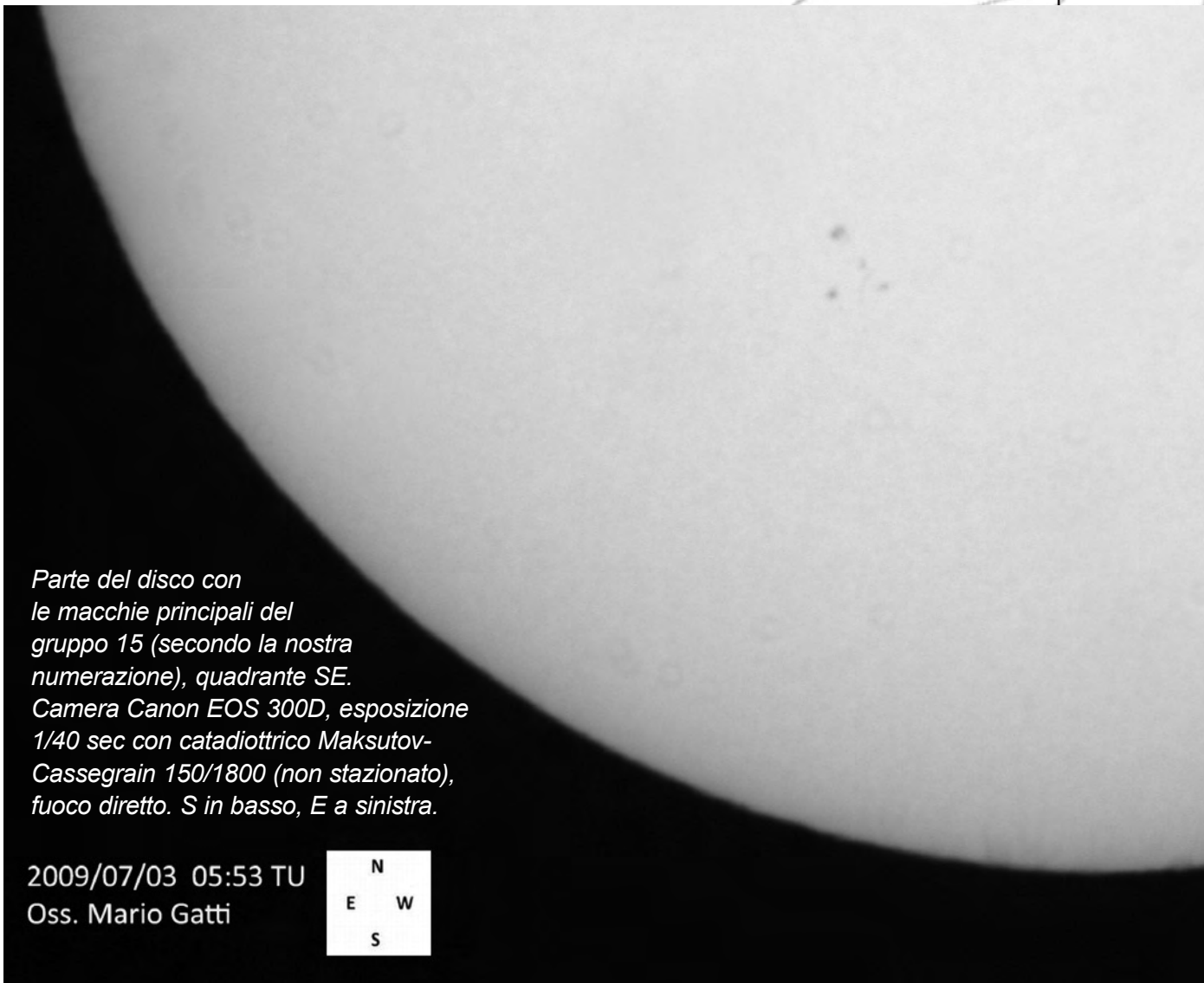
- monitoraggio dell'attività solare, in particolare delle RA in fotosfera e in H-Alpha (protuberanze e plage) con Bollettini giornalieri NOAA/USAF, Bollettini settimanali e mensili del SIDC, raccolta e archiviazione dei dati (cartacea ed elettronica),
- monitoraggio e *forecasting* dell'andamento del ciclo solare in corso (24) con l'utilizzo di dati reperibili in Rete emessi dai centri internazionali accreditati (IPS, SIDC, NOAA),
- osservazioni della fotosfera con il metodo della proiezione diretta dell'oculare e con osservazioni dirette,
- osservazione della cromosfera nella frequenza della riga a 656,3 nm dello spettro dell'idrogeno (H-Alpha),
- realizzazione di fotografie della fotosfera (luce visibile) e della cromosfera (riga H-Alpha).

Per la realizzazione di questi obiettivi gli studenti opereranno su:

- conoscenza di parti ottiche e meccaniche degli strumenti,
- utilizzo consapevole dei filtri solari,
- calcolo degli ingrandimenti e dei rapporti focali,
- puntamento indiretto del Sole,
- osservazione visuale con filtri in Mylar,
- osservazione in proiezione diretta dell'oculare con il rifrattore 90/1000 e il binocolo 20x80,
- osservazione della cromosfera in H-Alpha con un PST 40/400,
- posizionamento dei gruppi (coordinate eliografiche) con dischi di Stonyhurst,
- classificazione dei gruppi, sia con il meto-

do di Zurigo sia con il metodo McIntosh,

- polarità delle regioni attive con il metodo di Hale,
- estensione delle regioni attive in Mesv,
- fotografie del disco intero con rifrattore 90/1000, al fuoco diretto e in proiezione dell'oculare (fotosfera),
- fotografie di parti di disco e regioni attive con il riflettore 150/1800, al fuoco diretto e in proiezione dell'oculare (fotosfera),
- fotografie del disco intero con il PST 40/400 in H-Alpha,
- elaborazione digitale delle immagini (correzioni del fondo cielo e delle impurezze sul disco),
- realizzazione di disegni della fotosfera (anche in assenza di macchie), su appositi modelli predisposti,
- realizzazione di disegni delle osservazioni della cromosfera, su appositi modelli predisposti,
- studio sistematico in Rete di fotosfera, cromosfera e corona solare con immagini satellitari e di grandi osservatori terrestri (INAF, ORB, Specola Solare Ticinese, GONG, SOHO, TRACE, Solar Monitor, NSO, IPS, NOAA),
- utilizzo di software per il calcolo delle effemeridi del centro disco (coordinate eliografiche), produzione di grafici dell'orientazione del disco (angolo di tilt), osservazioni EUV (analizzatore di immagini EIT con griglie di coordinate), archiviazione dei dati raccolti, pubblicazione dei disegni, delle fotografie e delle raccolte dati di monitoraggio sui siti Intranet e Internet dell'Istituto, e infine archiviazione cartacea ed elettronica dei disegni e archiviazione elettronica delle fotografie.



*Parte del disco con  
le macchie principali del  
gruppo 15 (secondo la nostra  
numerazione), quadrante SE.  
Camera Canon EOS 300D, esposizione  
1/40 sec con catadiottrico Maksutov-  
Cassegrain 150/1800 (non stazionato),  
fuoco diretto. S in basso, E a sinistra.*

2009/07/03 05:53 TU  
Oss. Mario Gatti



Inoltre, principalmente per le classi quarte dell'indirizzo Liceo, per le quali le conoscenze astronomiche sono parte integrante del curriculum disciplinare della classe quinta oltre che oggetto di prove agli Esami di Stato, è previsto l'avviamento alla presentazione personale, scientifica e sistematica, del proprio lavoro attraverso la ste-

sura di piccoli articoli e/o documenti anche multimediali.

Le classi che seguiranno l'attività di base saranno seguite da un docente coordinatore, mentre i gruppi di osservazione opereranno in modo autonomo seguiti in prima persona dal direttore tecnico del progetto. Per i gruppi di ogni classe verrà comunque

individuato un docente tutor che seguirà, anche a distanza, l'andamento del lavoro e i progressi degli studenti.

Come detto, il partner ufficiale dell'Istituto nel progetto è la Specola Solare Ticinese di Locarno, che metterà a disposizione, come già avvenuto nell'anno scolastico 2008/09 tutto il materiale per la formazione di base. La Specola di Locarno collaborerà inoltre con il responsabile e il direttore tecnico (anche attraverso incontri periodici) per seguire l'andamento delle attività previste per l'osservazione solare. Sarà valutata anche la possibilità di compiere visite guidate alla Specola per i gruppi di studenti coinvolti nell'attività di osservazione. L'assistente scientifico della Specola Solare verrà contattato e invitato a tenere uno o più seminari e conferenze di carattere astronomico rivolti in particolare all'attività di osservazione del Sole. Il personale della Specola è inoltre disponibile per valutare il lavoro svolto dagli studenti e attribuire loro i punteggi necessari al credito scolastico.

Durante alcuni incontri tenutisi nel mese di agosto alla Specola Solare Ticinese da parte del direttore tecnico del Progetto, è emersa la disponibilità da parte dell'ente di ospitare alcuni studenti dell'Istituto per eseguire eventuali stage o attività di alternanza scuola-lavoro. Gli studenti potrebbero operare all'interno della Specola nell'osservazione della fotosfera, nella redazione dei disegni e nel calcolo del numero di Wolf, oltre che essere coinvolti in attività di formazione teorica. Poiché il lavoro di ricerca scientifica in Specola viene compiuto esclusivamente nelle ore del mattino (l'invio dei dati al SIDC di Bruxelles deve avvenire

entro le 14h), durante il resto della giornata lavorativa gli studenti potrebbero svolgere la propria attività presso l'IRSOL, situato nelle vicinanze della Specola Solare, dove principalmente vengono svolte ricerche e osservazioni nel campo della spettropolarimetria solare, tecnica che consente di studiare le proprietà e l'andamento del campo magnetico solare, responsabile della maggior parte dei fenomeni osservati sulla stella. Inoltre l'IRSOL, disponendo delle necessarie strutture, può offrire agli studenti anche la possibilità di alloggio e vitto, che sarebbero essenziali in quanto per gli studenti sarebbe molto complicato, per non dire impossibile, recarsi giornalmente a Locarno e tornare alla propria abitazione. Visto il tipo di osservazioni svolte, per esigenze di carattere didattico, sarebbe preferibile indirizzare verso questa attività studenti delle classi quarte. I ragazzi verranno seguiti da esperti della Specola e dell'IRSOL, che li affiancheranno durante tutto il periodo della loro eventuale permanenza.

La direzione del progetto è affidata al professor Maurizio Mozzanica, mentre il coordinamento tecnico, la gestione delle esercitazioni e la cura della strumentazione ottica sono affidate al professor Mario Gatti. I risultati delle osservazioni (disegni della fotosfera e della cromosfera, numeri di Wolf e di Pettis), compiute dal direttore tecnico del progetto in collaborazione con gli studenti dei gruppi di osservazione e che gradualmente verranno affidate esclusivamente a questi ultimi, sono pubblicati giornalmente sul sito Intranet dell'Istituto e su una sezione dedicata del sito Internet (<http://www.isisbibuschio.it>).





# Officina Ottico-Meccanica Insubrica



## Osservatori astronomici chiavi in mano

Sistemi integrati e automatizzati  
Telescopi su montature equatoriali  
a forcella e alla tedesca

Gestione remota dei movimenti  
e dell'acquisizione delle immagini CCD

O.O.M.I. Via alle Fornaci 12a - CH-6828 Balerna  
Tel.: 091.683.15.23 - Fax. 091.683.15.24  
email: oomi2007@hotmail.com

# «Cosmica»: il cielo in una stanza

Michela Carli

«L'Ideatorio» di Lugano riapre con un nuovo percorso espositivo, il quinto dalla sua nascita. La proposta del 2010 rivolge lo sguardo verso il cielo, avvicinando i visitatori alle stelle.

Il percorso, creato da Science et Cité dell'Università della Svizzera Italiana, si avvale della collaborazione di diversi enti. Postazioni interattive del Museo Tridentino di Scienze Naturali conducono il visitatore alla scoperta del sistema solare. Fotografie astronomiche dell'Anno Internazionale dell'Astronomia avvicinano i suoi occhi ai confini dell'universo e alle meraviglie degli oggetti celesti. Video immersivi, concessi espressamente da uno degli Osservatori astronomici più importanti del pianeta, il Mauna Kea delle Hawaii, lo avvolgono con le bellezze e i colori inaspettati del cosmo. E gli animatori lo accompagnano in un percorso rivolto anche alla comprensione delle missioni spaziali. Non da ultimo, viene proposta al visitatore una tappa al planetario astronomico

digitale (che ha 5 metri di diametro per 20 posti), unico esemplare in tutto il Ticino, per immergersi in un vero e proprio viaggio alla scoperta del nostro cielo.

Durante le aperture al pubblico sarà inoltre possibile osservare la nostra stella del giorno grazie alla presenza di un telescopio con speciali filtri solari. Sarà quindi possibile tenere sotto controllo giornalmente l'attività solare, finalmente in ripresa dopo la sua ciclica fase di minimo sulla via della conclusione. Come per ogni esposizione, il percorso scientifico sarà arricchito da eventi teatrali: durante i pomeriggi di mercoledì e sabato e secondo un calendario preciso sarà possibile assistere allo spettacolo di Giancarlo Sonzogni, «La Luna».

Si è tanto parlato del 2009 come Anno Internazionale dell'Astronomia. In tutto il mondo si è celebrato con mostre, conferenze, manifestazioni un gesto che 400 anni fa rivoluzionò la storia della scienza e in particolare dell'astronomia: nel 1609 Galileo Galilei puntò





per primo un cannocchiale verso il cielo, svelando oggetti astronomici all'epoca sconosciuti e sfatando credenze sulle quali l'intera scienza dell'astronomia si era fino ad allora basata. Ma il cammino verso la nascita dell'astronomia telescopica, l'astronomia dei nostri giorni, si compì anche e soprattutto l'anno seguente, quando la notte del 7 gennaio 1610 Galilei con un cannocchiale da 15 ingrandimenti vide delle stelline a sinistra e a destra di Giove e durante le osservazioni delle notti successive si accorse che queste stelline si erano spostate. In onore di Cosimo II de' Medici, granduca di Toscana, che lo scienziato sperava di ingraziarsi in vista di un trasferimento da Padova a Firenze, Galileo, decise di battezzare «Cosmica» queste nuove stelline intorno a Giove, sfruttando il gioco di parole «Cosimo/Cosmica», o anche «stelle medicce». Nel tempo questa denominazione delle quattro principali lune di Giove non venne però adottata e fu sostituita con gli attuali nomi di origine mitologica: Io, Europa, Ganimede e Callisto.

«Cosmica», l'esposizione interattiva

### «Cosmica»

**Date:** dal 25 gennaio al 18 giugno 2010

**Luogo:** «L'Ideatorio», ex-asilo di Castagnola, via S. Giorgio, Lugano

**Orari:** apertura al pubblico mercoledì e sabato pomeriggio dalle 14h00 alle 18h00

**Biglietti:** adulti CHF 5.-, bambini (3-12 anni) 3.-, famiglia 15.-, supplemento planetario 1.-

**Informazioni:** <http://www.ticinoscienza.com/esposizioni>, [info@ticinoscienza.com](mailto:info@ticinoscienza.com)

organizzata da «L'Ideatorio», rende quindi onore al genio di Galilei e cercherà di condurre i visitatori ad avvicinarsi alle scoperte e allo sguardo meravigliato ed entusiasta di quello scienziato che, posando gli occhi su cose mai viste prima, trasformò per sempre l'uomo da cittadino terrestre in cittadino cosmico.

Dopo 400 anni dal *Sidereus Nuncius*, pubblicato da Galileo nel 1610, «L'Ideatorio» inaugura un'esposizione interamente dedicata all'astronomia con un intento più umile ma ugualmente prezioso: appassionare adulti e bambini alle meraviglie del nostro universo, partendo dalle osservazioni fatte da Galileo fino ad arrivare alle scoperte rese possibili dai potenti strumenti offerti dalla tecnologia contemporanea.

Il planetario e il percorso fotografico hanno già avuto un'anteprima di grande successo presso il Centro Culturale Elisarion di Minusio dal 6 al 18 ottobre 2009. Dopo l'esposizione a Lugano, il planetario e molti contenuti scientifici di questa esposizione resteranno in Ticino a disposizione delle scuole e degli enti che lo richiederanno.

X

shop online



www.bronz.ch



# Con l'occhio all'oculare...

## Specola Solare

È ubicata a Locarno-Monti nei pressi di MeteoSvizzera ed è raggiungibile in automobile (posteggi presso l'Osservatorio). Uno solo l'appuntamento pubblico di questo trimestre a cura del Centro Astronomico del Locarnese (CAL) con il telescopio Maksutov  $\varnothing$  300 mm di proprietà della SAT:

**sabato 23 gennaio** (dalle 20h:  
Luna, Marte, costellazioni invernali)

L'evento si terrà con qualsiasi tempo. Dato il numero ridotto di persone ospitabili, si accettano solo i primi 12 iscritti in ordine cronologico. Le prenotazioni vengono aperte una settimana prima dell'appuntamento. Si possono effettuare prenotazioni telefoniche (091.756.23.79) dalle 10h15 alle 11h45 dei giorni feriali oppure in qualsiasi momento attraverso Internet (<http://www.irsol.ch/cal>).

## Calina di Carona

L'unica serata pubblica di osservazione si tiene in caso di tempo favorevole:

**venerdì 5 marzo** (dalle 20h)

L'Osservatorio è raggiungibile in automobile. Non è necessario prenotarsi.  
Responsabile: Fausto Delucchi  
(079-389.19.11).

## Monte Generoso

Chiuso per tutto il trimestre.

## Monte Lema

Chiuso per tutto il trimestre.

# Effemeridi da gennaio a marzo 2010

## Visibilità dei pianeti

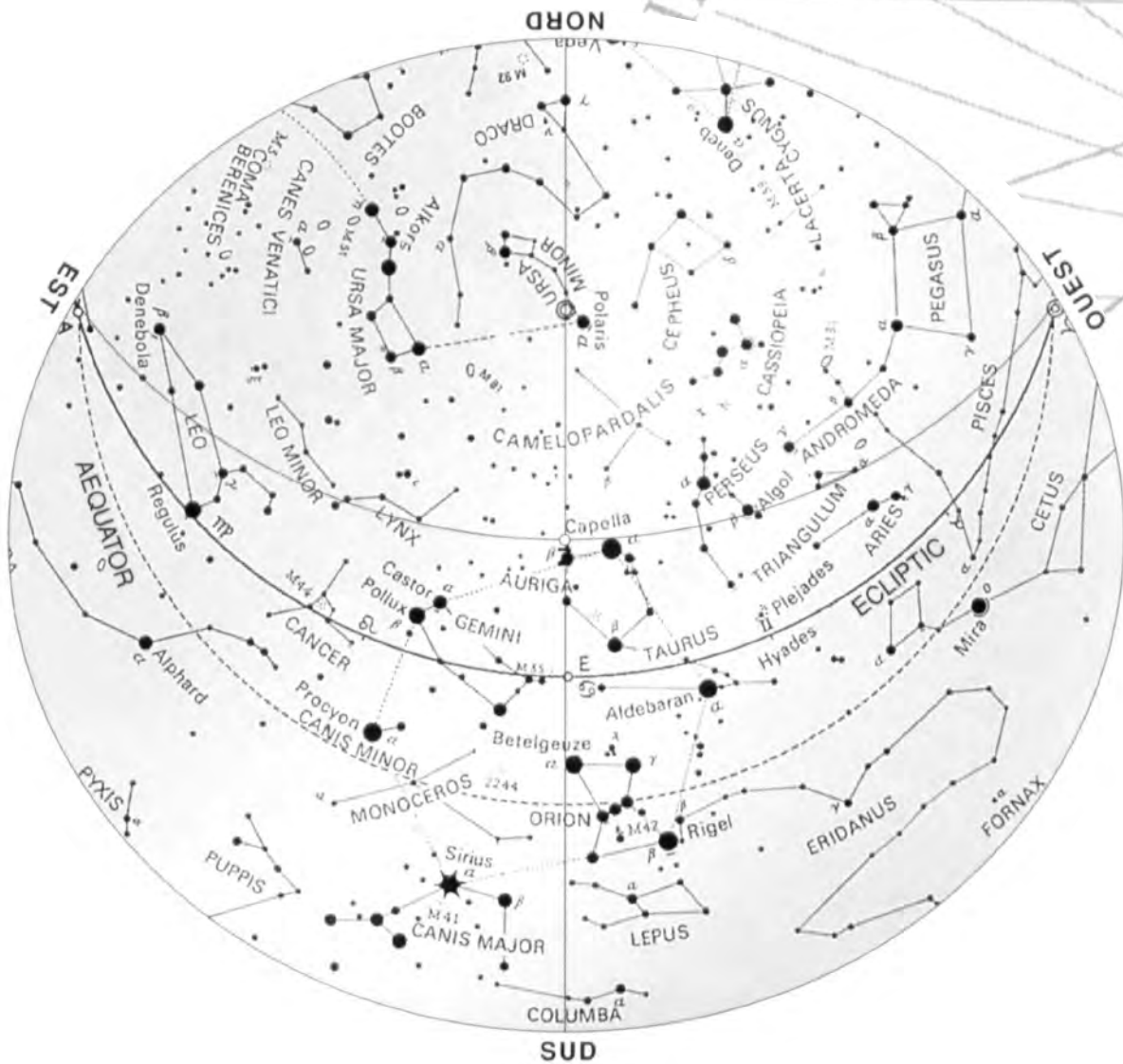
<b>MERCURIO</b>	Dapprima <b>invisibile</b> , il 27 gennaio si trova già alla massima elongazione occidentale dal Sole e diventa <b>visibile</b> al mattino. Di nuovo invisibile nella seconda metà di febbraio e in marzo
<b>VENERE</b>	<b>Invisibile</b> in gennaio, dato che il giorno 11 è in congiunzione con il Sole. Ricompare alla sera a fine febbraio, ma rimane sempre basso sull'orizzonte occidentale anche in marzo.
<b>MARTE</b>	Il 29 gennaio è in opposizione al Sole e quindi <b>visibile</b> per tutta la notte, così pure in febbraio e marzo, nella costellazione dei Gemelli.
<b>GIOVE</b>	Molto vicino al Sole, alla fine di gennaio è ancora visibile per poco alla sera. Si trova in congiunzione con il Sole il 28 febbraio e quindi è <b>invisibile</b> fino a fine marzo.
<b>SATURNO</b>	Si trova sempre tra le stelle della costellazione della Vergine ed è <b>visibile</b> nella seconda parte della notte in gennaio e per tutta la notte in seguito. In opposizione al Sole il 22 marzo.
<b>URANO</b>	Ancora <b>visibile</b> alla sera in gennaio, in seguito si immerge nelle luci del tramonto ed è in seguito <b>invisibile</b> , in congiunzione eliaca il 17 marzo.
<b>NETTUNO</b>	Praticamente <b>invisibile</b> per congiunzione con il Sole il 15 febbraio.

## FASI LUNARI



Ultimo Quarto	7 gennaio,	6 febbraio	e 7 marzo
Luna Nuova	15 gennaio,	14 febbraio	e 15 marzo
Primo Quarto	23 gennaio,	22 febbraio	e 23 marzo
Luna Piena	30 gennaio,	28 febbraio	e 30 marzo

<b>Stelle filanti</b>	Le <b>Quadrantidi</b> sono attive dal 1. al 5 gennaio, con un massimo il 3 e circa 120 apparizioni all'ora.
<b>Inizio primavera</b>	Il <b>20 marzo</b> alle 18h32 TMEC la Terra si trova all'equinozio di primavera per l'emisfero nord e d'autunno per quello australe.
<b>Eclisse</b>	Anulare di Sole il 15 gennaio visibile in Africa e Asia, <b>invisibile</b> da noi.

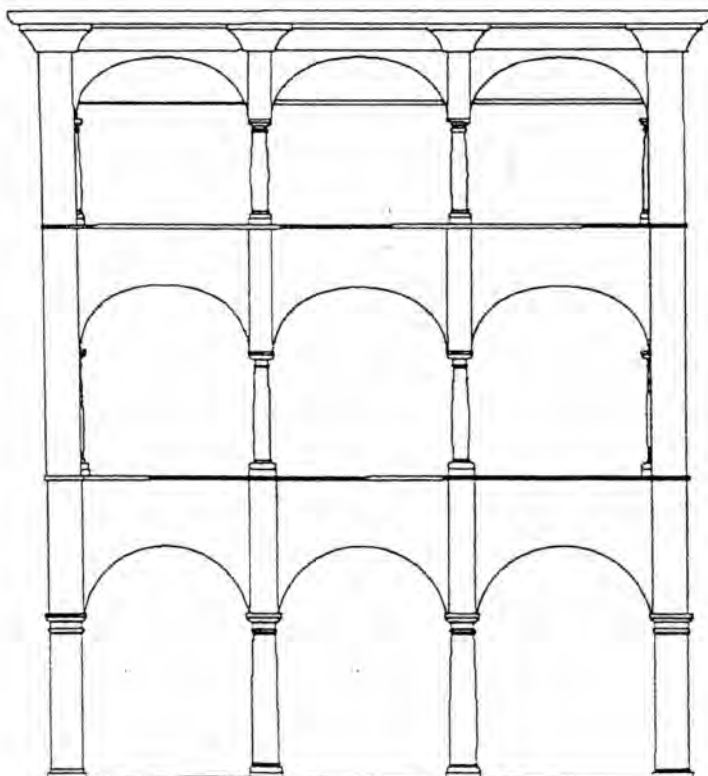


12 gennaio 23h00 TMEC

12 febbraio 21h00 TMEC

12 marzo 19h00 TMEC

Questa cartina è stata tratta dalla rivista *Pégase*, con il permesso della Société Fribourgeoise d'Astronomie.



## 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)

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

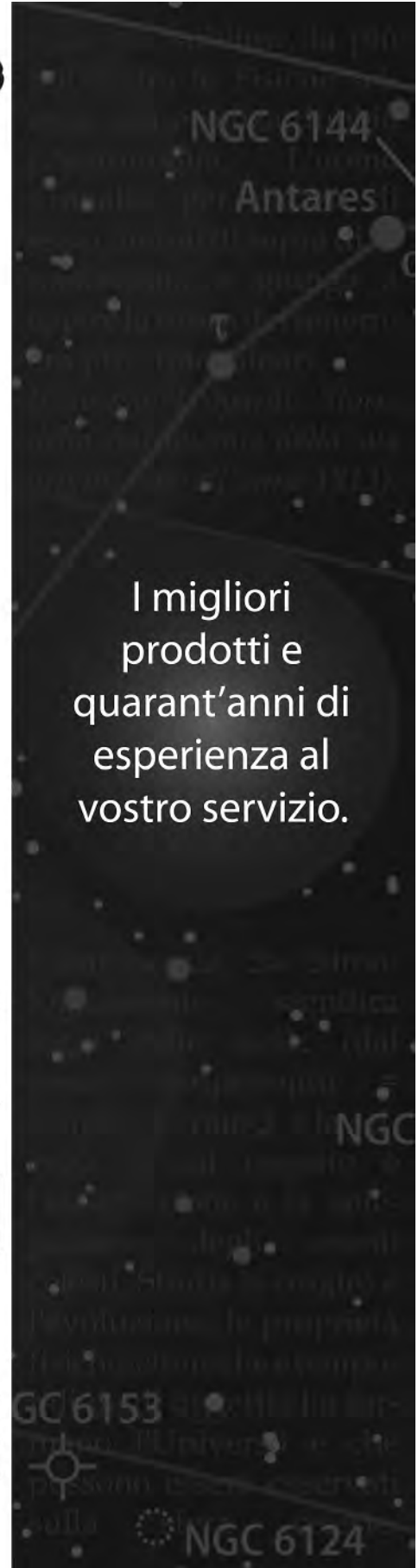
Corrispondenza:  
Specola Solare - 6605 Locarno 5



**Ottico Dozio** via Motta 12 - 6900 Lugano - +41 91 923 59 48



Disponibili  
diversi prodotti  
e modelli dietro  
ordinazione per  
le marche  
esposte



I migliori  
prodotti e  
quarant'anni di  
esperienza al  
vostro servizio.