

# Meridiana

**Bimestrale di astronomia**

Anno XXXVI

Luglio-Agosto 2010

**208**

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; julio@ticino.com)

### **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>Il Ciclo Solare 24: anomalie prevedibili?</b>	<b>19</b>
<b>Siamo andati sulla Luna?</b>	<b>28</b>
<b>Geomorfologia marziana</b>	<b>36</b>
<b>Gli anelli di Saturno</b>	<b>42</b>
<b>Plutone</b>	<b>45</b>
<b>Le Pleiadi a Delémont</b>	<b>47</b>
<b>La foto</b>	<b>48</b>
<b>Giornata di studio</b>	<b>49</b>
<b>Bando di concorso</b>	<b>51</b>
<b>Con l'occhio all'oculare...</b>	<b>52</b>
<b>Effemeridi da luglio a settembre 2010</b>	<b>54</b>
<b>Cartina stellare</b>	<b>55</b>

La responsabilità del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori.

## Editoriale

*Un numero bello corposo, questo estivo: ben 56 pagine. Solo un'altra volta in passato siamo usciti con un'edizione così ricca di «Meridiana»: nel settembre dell'anno scorso. Il merito, è superfluo dirlo, va agli appassionati di astronomia della Svizzera Italiana e delle regioni limitrofe, che generosamente ci spediscono articoli di grande qualità scientifica e divulgativa. Alla redazione rimane solo l'incombenza di «cucinare» e impaginare questo bendiddio. Anche per questo (e ce ne scusiamo) usciamo con qualche giorno di ritardo.*

## Copertina

Il buco della Bedeglia

Dall'Alpe Cala (1470 ms/m) sopra Chironico, in Leventina, il dottor Adriano Sassi ha osservato diverse volte la luce del Sole «attraversare» una montagna verso sud-ovest: il Pizzo Bedeglia. Su richiesta di Sassi, Sergio Cortesi ha calcolato i due momenti dell'anno in cui il Sole passa per quel punto. Ecco quanto scritto da Sassi il 10 novembre 2009:

Egregio Sig. Cortesi,  
oggi alle 14h50 (come da lei previsto) il Sole è transitato dietro il buco sulla cresta del Pizzo Bedeglia. Le invio la foto da me scattata da Cala (sopra Chironico, 1470 ms/m) in quel momento. Il fenomeno è durato circa 30 secondi. La ringrazio vivamente per i calcoli precisissimi che mi hanno permesso di scattare questa foto.

A. Sassi

## Redazione:

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

## Collaboratori:

A. Cairati, V. Schemmari

## 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 1.100 esemplari.

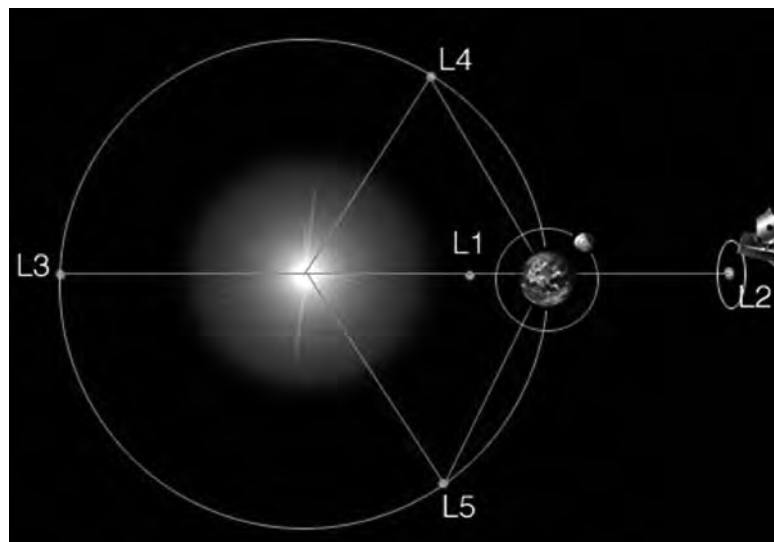
# Astronotiziario

Marco Cagnotti

## Anche il James Webb Space Telescope trova casa

Come ben sa ogni astrofilo, non è facile trovare un posto conveniente per collocare il proprio telescopio: qui c'è troppa luce, lì il cielo fa schifo, laggiù è difficile arrivare... A maggior ragione ciò è vero per i professionisti, i cui strumenti possono costare molte centinaia di milioni di euro e quindi impongono scelte avvedute e accorte. Alla fine di aprile riferivamo come l'European Extremely Large Telescope (E-ELT) abbia trovato casa in Cile, sul Cerro Armazones. Ma anche nello spazio si pone lo stesso problema: dove piazzare l'Osservatorio orbitante? Ecco ora la risposta per il James Webb Space Telescope (JWST), successore dell'Hubble Space Telescope (HST): in L2.

Se ti spiegano che l'Osservatorio è spaziale e pertanto «in orbita», te l'immagini subito come l'HST: intorno alla Terra. Ma chi l'ha detto? In effetti molti Osservatori spaziali ruotano invece intorno al Sole. Anche lì però bisogna trovare una posizione consona alle esigenze dello strumento. La risposta sta nei calcoli di un famoso matematico, Joseph Louis Lagrange, italiano di origine (tant'è che si chiamava Giuseppe Lodovico Lagrangia) e francese di adozione (e mica per niente si era francesizzato il nome), vissuto a cavallo fra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento. Era l'epoca



in cui si approfondiva l'applicazione delle scoperte matematiche (in origine newtoniane) alle scoperte fisiche (newtoniane pure loro). Spopolava la meccanica analitica: il rigoroso studio matematico a tavolino dei sistemi fisici descritti dalla meccanica classica. Tutta roba confluita nell'esame universitario di Meccanica Razionale, gioia e delizia degli studenti con propensioni teoriche e incubo di quelli più versati per la sperimentazione. Lagrange è uno dei numi tutelari della meccanica analitica. Fra l'altro, approfondì il cosiddetto «problema dei tre corpi»: date le condizioni iniziali di massa, posizione e velocità, come si comportano tre corpi liberi di muoversi e sottoposti solo alle leggi del moto di Newton e alla reciproca influenza gravitazionale? Che messa così sembra una roba semplice, ma in realtà è una bella sfida. Ebbene, Lagrange scoprì che, per esempio nel caso della Terra e del Sole, esistono ben cinque altri punti (poi battezzati da L1 a L5) nei quali il terzo corpo può essere messo per farlo rimanere in una collocazione fissa relativamente agli altri due. In particolare c'è L2, a 1,5 milioni di chilometri dalla Terra in

**Tutte le news dell'Astronotiziario di «Meridiana» in anteprima su**

**Stukhtra**

**[www.stukhtra.it](http://www.stukhtra.it)**

posizione opposta al Sole. Messo lì, su un'orbita più esterna a quella terrestre, il terzo corpo, se fosse sottoposto soltanto all'attrazione gravitazionale del Sole, dovrebbe essere più lento del nostro pianeta e dunque rimanere indietro. Invece non è così, perché c'è anche la Terra, la cui influenza gravitazionale stabilizza in L2 il terzo corpo. Che così rimane allineato con gli altri due. E dunque in L2 noi piazzere-  
mo il James Webb Space Telescope.

Ma perché proprio lì? Ci sono non poche controindicazioni. La principale è l'irraggiungibilità. Infatti, se si rompe l'Hubble Space Telescope in orbita terrestre, basta (si fa per dire) inviare una spedizione umana con uno Shuttle per effettuare riparazioni e sostituzioni. Ma a un milione e mezzo di chilometri è impossibile: a quattro volte la distanza della Luna, è troppo lontano. Perché, allora? Le ragioni sono principalmente tre.

Anzitutto il freddo. Il James Webb Space Telescope osserverà il cielo soprattutto nell'infrarosso. Sicché dovrà essere ben schermato dalle fonti di calore. Se lo mettessimo vicino alla Terra, il pianeta sarebbe un enorme disturbo. Invece in L2, con un poderoso scudo protettivo costantemente in direzione del Sole e della Terra, il JWST potrà restarsene comodamente a 225 gradi sotto zero.

Poi c'è il campo di osservazione. L'Hubble Space Telescope ruota intorno alla Terra, quindi fa costantemente dentro e fuori dall'ombra del pianeta. E per una parte della propria orbita è disturbato dalla luminosità del pianeta e della stella: un grande spreco di prezioso tempo potenzialmente utile per le osservazioni. Il James Webb Space Telescope, rivolto sempre in direzione opposta alla Terra e al Sole, non soffrirà di questo handicap.

Infine le comunicazioni. Prendiamo il

caso dello Spitzer Space Telescope, anche lui in orbita circumsolare ma a 100 milioni di chilometri dalla Terra. Al freddo, senza dubbio. Però messo così finisce per trovarsi in alcuni periodi al di là del Sole. Pertanto è impossibilitato a comunicare con noi. Il JWST, invece, sarà sempre nella stessa posizione relativa. Basterà allora puntare un'antenna (più o meno) fissa per mandargli e riceverne segnali.

Insomma, L2 è noto da tempo per essere una specie di «Cile dello spazio» per quanto riguarda gli Osservatori astronomici. Infatti proprio lì si trovano già altri strumenti: WMAP, Herschel e Planck. Ma... un momento: un punto è... puntiforme, quindi come si fa a farci stare tutta quella roba? In effetti non è precisamente lì che vengono piazzati gli strumenti, bensì in un'orbita intorno al vero punto L2. Lagrange ne sarebbe estasiato.

### **Gli asteroidi che ghiacciarono l'Antartide**

Neanche il tempo di metter fuori la testa, e già rischiamo di sparire: 35 milioni di anni fa, sul finire dell'Eocene, agli albori della comparsa dei primi mammiferi moderni, la Terra fu sconquassata dall'impatto di un asteroide paragonabile a quello che, 30 milioni di anni prima, aveva sterminato i dinosauri. E non fu il solo. Lo sostiene Andrew Glikson, della Research School of Earth Sciences dell'Australian National University a Canberra. Effetto collaterale: l'Antartide si ghiacciò.

Glikson ha studiato il Mount Ashmore: una formazione sottomarina ampia 50 chilometri e alta alcune migliaia di metri nel Mare di Timor, 300 chilometri a nord ovest dell'Australia. Di solito queste strutture, i *dome*, possono essere prodotte da movimenti tettonici oppure vulcani di fango. Tuttavia, dopo aver

effettuato analisi al microscopio elettronico e rilevazioni sismologiche, in un articolo sull'«Australian Journal of Earth Sciences» Glikson e i suoi collaboratori respingono entrambe le ipotesi. Da un lato le fratture non sono compatibili con quelle osservate in analoghe strutture di origine tettonica. Dall'altro i vulcani di fango non sono mai così grossi: al massimo arrivano a 10 chilometri di diametro. E allora?

Allora nelle dichiarazioni alla stampa Glikson conclude: il Mount Ashmore è stato prodotto dall'impatto di un asteroide da 5 o perfino 10 chilometri. Obiezione: gli impatti di solito lasciano un cratere, non una montagna. Già, ammette Glikson. Quelli piccoli, però. Quelli grossi invece talvolta producono un rimbalzo e quindi un rigonfiamento. Nel caso specifico il Mount Ashmore, appunto.

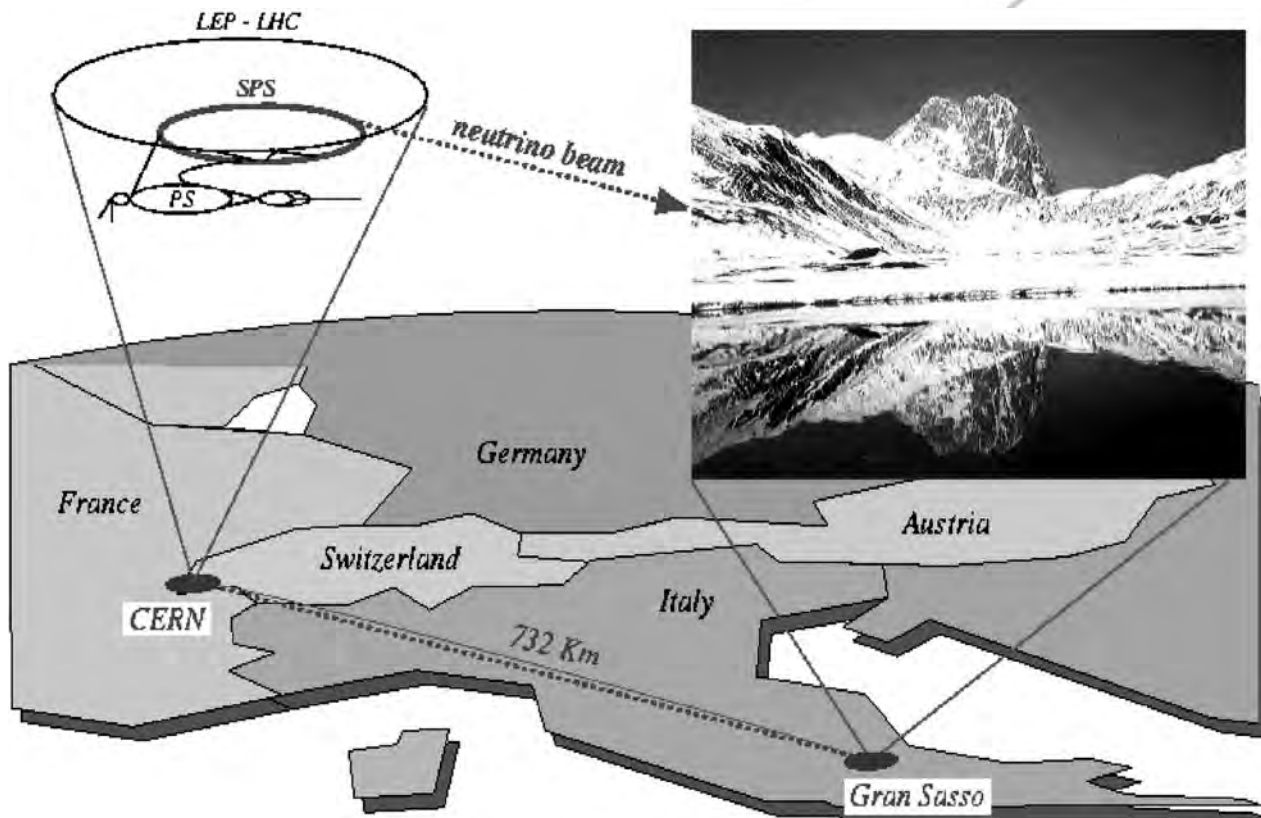
L'asteroide non doveva essere solo, fra l'altro. Altre cicatrici contemporanee, come un cratere da 120 chilometri a ovest della costa australiana e un altro da 100 in Siberia, documentano un massiccio bombardamento nello stesso periodo. Sicché, considerando la sorte precedente dei dinosauri, i nostri remoti antenati mammiferi primitivi devono essersela vista brutta.

Mentre gli asteroidi bombardavano la Terra, si scriveva anche il destino ghiacciato dell'Antartide. Infatti fra le conseguenze tettoniche degli impatti ci fu anche, molte migliaia di chilometri più in là, la scomparsa della lingua di Terra che univa il Sudamerica all'Antartide. Si aprì, insomma, quello che oggi chiamiamo Passaggio di Drake. L'Antartide divenne così un continente isolato, circondato dagli oceani. La conseguenza per il suo clima fu un veloce raffreddamento e quindi la comparsa della calotta ghiacciata. Che è tuttora lì.

### **Tutto cambia. Anche il neutrino**

Lo hanno battezzato «neutrino mutante». Non gli scienziati, ma i giornalisti. Un'immagine che evoca mostri nella mente dell'uomo della strada. In realtà il neutrino non muta, ma oscilla fra tre diversi tipi possibili: neutrino elettronico, muonico e tau, ciascuno associato a un leptone. Sicché un neutrino elettronico si mette in viaggio attraverso la materia quasi come se non ci fosse e tranquillo tranquillo si trasforma in neutrino muonico, poi in tau, poi ritorna elettronico e così via. Questa, almeno, è la conclusione alla quale sono giunti i ricercatori dell'esperimento OPERA (Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus: i fisici sono capaci di inventarsi qualsiasi cosa pur di ottenere un acronimo di senso compiuto) dopo aver sparato fasci di neutrini per 732 chilometri nel sottosuolo, dalla Svizzera all'Abruzzo, dal CERN ai laboratori del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Se ne deduce che il neutrino ha una massa. E che quindi non può viaggiare esattamente alla velocità della luce, come s'era creduto finora.

Solo che non è poi una grandissima novità. Il sospetto, praticamente quasi la certezza, c'era già da alcuni anni. E anzi proprio questa era la soluzione privilegiata al problema della mancanza dei neutrini solari. Il Sole emette infatti solo un terzo dei neutrini previsti dal Modello Solare Standard. Tutti gli altri dove sono? Prima possibilità: non ci sono. Il Sole non li emette. Se è così, il Modello Solare Standard è sbagliato e va corretto, modificando per esempio la temperatura nel nucleo, dove avvengono le reazioni di fusione term nucleare. Seconda possibilità: i neutrini ci sono tutti ma si sono trasformati e, siccome i rivela-



tori sono sensibili solo ai neutrini elettronici, si perdono i neutrini muonici e tau. Che (guarda un po') dovrebbero essere proprio i due terzi a causa dell'oscillazione. Insomma, s'ha da ritoccare o l'astrofisica solare o la fisica delle particelle.

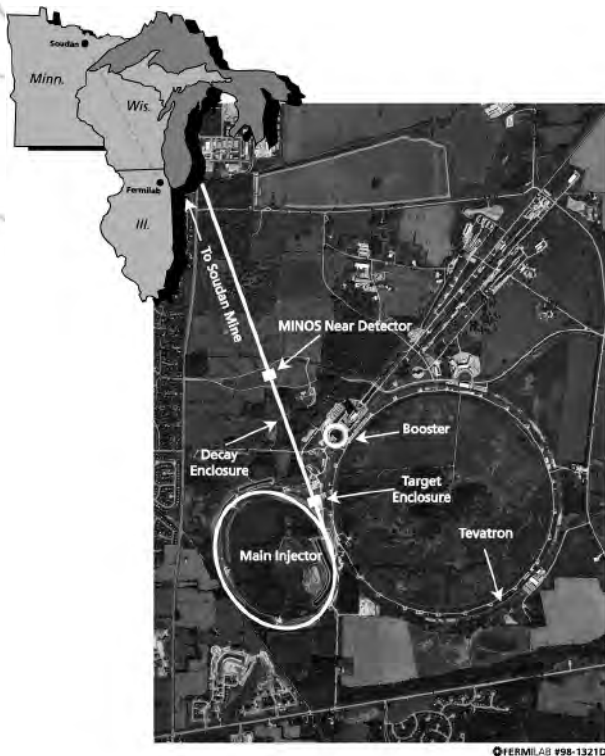
Ora, modificare il Modello Solare Standard avrebbe conseguenze devastanti per tutta l'astrofisica stellare, che su quel modello si fonda perché il Sole è la stella a noi più vicina e quindi meglio conosciuta. Si può fare, certo: nella scienza non c'è nulla di scritto in eterno sulle Sacre Tavole. Però magari conviene prima vedere che cosa succede nella fisica delle particelle. E che cosa succede? Succede l'effetto MSW (acronimo del meno comodo da pronunciare Mikheyev-Smirnov-Wolfenstein):

l'oscillazione del neutrino quando attraversa la materia. Oscillazione esplicativa della carenza osservata di neutrini solari e che pure implica la massa del neutrino.

E così già da tempo l'oscillazione neutrinica era entrata nella fisica delle particelle. Dove sta ora cotanta novità, meritevole perfino dell'attenzione del TG2?

### Bizzarria neutrinica

Materia e antimateria, è chiaro, non sono la stessa cosa. Ma almeno sono simmetriche nelle principali grandezze fisiche, no? Si invertono la carica elettrica (se c'è) e lo spin delle particelle, ma il valore assoluto resta uguale. Se però venissero confermati i risultati del



Main Injector Neutrino Oscillation Search (MINOS), il neutrino potrebbe essere una misteriosa eccezione. Alla faccia della simmetria, il grande amore dei fisici teorici.

MINOS ha non pochi punti di similitudine con l'esperimento effettuato di recente fra il CERN e i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, di cui abbiamo già parlato. Un fascio di neutrini è prodotto qui e spedito laggiù, dove viene rivelato per studiarne le oscillazioni fra un tipo e l'altro: neutrino elettronico, muonico e tau. Per MINOS qui e laggiù sono rispettivamente il Fermilab e il Soudan Underground Laboratory, a 800 metri di profondità nel Minnesota, su una distanza complessiva di 735 chilometri. Naturalmente non c'è alcuna galleria: i neutrini attraversano la materia fregandosene bellamente, come se non ci fosse. E sono estrema-

mente difficili da rivelare, tant'è che nei fasci, pur intensi e ricchi di particelle, al loro arrivo si è riusciti a rivelare solo un migliaio di neutrini all'anno.

Oltre a studiare le oscillazioni fra un tipo e l'altro, MINOS misura pure i parametri che governano le oscillazioni dell'antineutrino. Già, perché anche l'antineutrino esiste in tre tipi (tutto è simmetrico, no?) che si trasformano uno nell'altro. Ed ecco la sorpresa, comunicata pochi giorni fa durante il congresso internazionale Neutrino 2010, ad Atene: uno di questi parametri, la differenza di massa al quadrato, è più piccola del 40 per cento per il neutrino rispetto all'antineutrino.

Per la verità c'è un 5 per cento di probabilità che il risultato sia frutto solo di un'anomalia statistica. Quindi c'è ancora da lavorarci su per confermarlo. Ma, se così fosse, sarebbe un bell'enigma. Infatti questa differenza non è spiegabile nel contesto del Modello Standard della fisica delle particelle: se una differenza ci fosse, non dovrebbe essere rivelabile da MINOS. E invece...

Un'altra stranezza dalla fisica fondamentale, quindi. In questo periodo ogni tre per due ne salta fuori qualcuna nuova. Molto stimolante, davvero.

### Phoenix è morto

Il silenzio è rotto solo dai bisbigli dei visitatori, l'oscurità dai faretto sui reperti archeologici nelle grandi teche. Ma il museo non raccoglie manufatti mediorientali. Per la verità non si trova neppure sulla Terra. E' su Marte, invece. E gli oggetti esposti sono le sonde terrestri scese sul Pianeta Rosso centinaia di anni prima. Possiamo immaginare così un futuro museo archeologico costruito dai coloni mar-

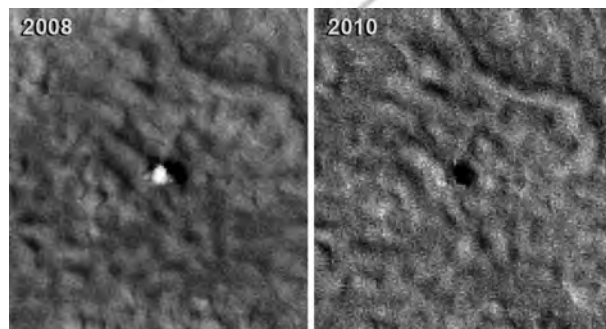


ziani, quando Marte sarà stato terraformato. Fra i reperti più preziosi ci sarà il lander Phoenix, ammarziato esattamente due anni fa e proprio in questi giorni consegnato definitivamente alla Storia.

Che fosse una missione delicata nessuno se lo nascondeva. La destinazione di Phoenix era infatti nei pressi del Polo Nord: una regione in precedenza inesplorata. Difficile immaginare una sopravvivenza della sonda all'inverno oscuro, freddo e lungo (l'anno marziano dura quasi il doppio del nostro). Sicché la NASA aveva previsto circa tre mesi di attività. In realtà, Phoenix ha continuato a comunicare per cinque mesi. Poi, con il sopraggiungere del buio e il calo della temperatura, è sceso il silenzio. Alla NASA immaginavano il lander sepolto sotto tonnellate di anidride carbonica congelata. Ma non smettevano di sperare che, all'arrivo della primavera, Phoenix si sarebbe svegliato dal letargo e avrebbe risposto ai richiami delle sonde orbitanti intorno al Pianeta Rosso. Ma non rinascerà, come l'uccello mitologico di cui porta il nome.

Già l'anno scorso, con il ritorno del tepore (si fa per dire...) primaverile, sono cominciati i tentativi di riattivazione della sonda. Ben 211. Gli ultimi 61 effettuati dalla Mars Odyssey durante ogni sorvolo. Tutto invano. Fino alle ultime immagini raccolte dall'High Resolution Imaging Science Experiment (HiRISE) a bordo del Mars Reconnaissance Orbiter, rilasciate ieri dalla NASA. Impietose, mostrano un rottame: entrambi i pannelli solari sono scuri e inattivi e uno è probabilmente rotto. Perciò addio, Phoenix.

Rimane però l'eredità scientifica del lander. «Sebbene il suo lavoro sia concluso, l'analisi delle informazioni raccolte proseguirà ancora in futuro», ha dichiarato Fuk Li, del Mars



*Prima (a sinistra) e dopo (a destra) l'inverno: il lander Phoenix ripreso dalla HiRISE. «Le immagini prima e dopo sono molto differenti», spiega Michael Mellon, dell'Università del Colorado a Boulder, membro dei team di ricerca sia di Phoenix sia di HiRISE. «Il lander appare più piccolo, e solo una parte della differenza può essere spiegata con l'accumulo di polvere, che rende le sue superfici meno distinguibili dal terreno circostante». (Cortesia: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)*

Exploration Program del Jet Propulsion Laboratory della NASA. D'altronde molto già si conosce su Marte proprio grazie ai dati inviati da Phoenix. Fra le scoperte più importanti, la conferma della presenza di ghiaccio d'acqua nel suolo marziano. Non solo: c'è anche il carbonato di calcio, indizio della presenza, almeno occasionalmente in qualche momento della storia del pianeta, di acqua allo stato liquido. E pure i perclorati, potenzialmente preziosi per eventuali forme di vita. «Il suolo sopra il ghiaccio può agire come una spugna, con i perclorati che accumulano l'acqua presente nell'atmosfera», spiega Peter Smith, dell'Università dell'Arizona a Tucson. «Questo può produrre un ambiente potenzialmente adatto alla vita».

Questo dunque ha scoperto Phoenix. Ed è già tanto. Ma non è la vita: né un marsupiale, né un fiore, né un fungo, né un verme e

nemmeno un microrganismo marziano sono ancora saltati fuori. Se mai ciò accadesse, i lontani coloni nostri discendenti su Marte terraformato dovranno farci i conti. Ma per pensarci c'è tempo.

### **E' tutta colpa del vento**

C'è una miniera di informazioni climatiche, nella calotta polare boreale marziana. L'origine delle sue bizzarre strutture viene rivelata su «Nature». E rende giustizia a un'ipotesi proposta quasi 30 anni fa.

Visto dallo spazio, il Polo Nord marziano appare subito peculiare. Anzitutto è penetrato da un lungo canyon, il Chasma Boreale. Con i suoi 560 chilometri è un po' più lungo del Grand Canyon terrestre, ma è più profondo e più largo. Inoltre numerosi canali di minori dimensioni, scoperti nel 1972, incidono il bordo della calotta polare boreale con un bizzarro avvolgimento a spirale, come una girandola. L'origine di queste strutture è rimasta inspiegata fino a oggi. Mentre sulla Terra la forma delle calotte polari è determinata soprattutto dal flusso del ghiaccio, su Marte devono giocare un ruolo fondamentale anche altre forze. Ma quali?

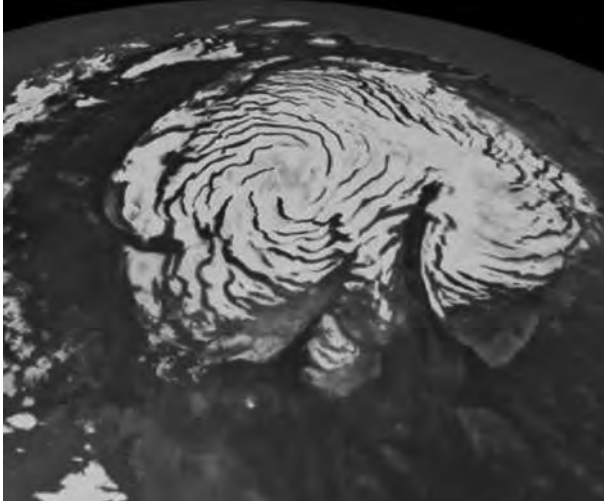
Certo, c'erano delle ipotesi. Il Chasma Boreale, per esempio, secondo alcuni planetologi sarebbe stato prodotto da un riscaldamento locale di origine vulcanica, sufficiente per fondere la base della calotta in quel punto e provocare uno sprofondamento degli strati superiori. Altri suggerivano invece l'azione degli intensi venti polari catabatici. Per i canali, invece, era stata proposta la rotazione del pianeta: il ghiaccio periferico, più veloce di quello centrale, avrebbe finito per fratturarsi. E secondo un elaborato modello matematico i

canaloni sarebbero stati generati dal riscaldamento solare accresciuto in alcune aree e dalla dispersione laterale del calore.

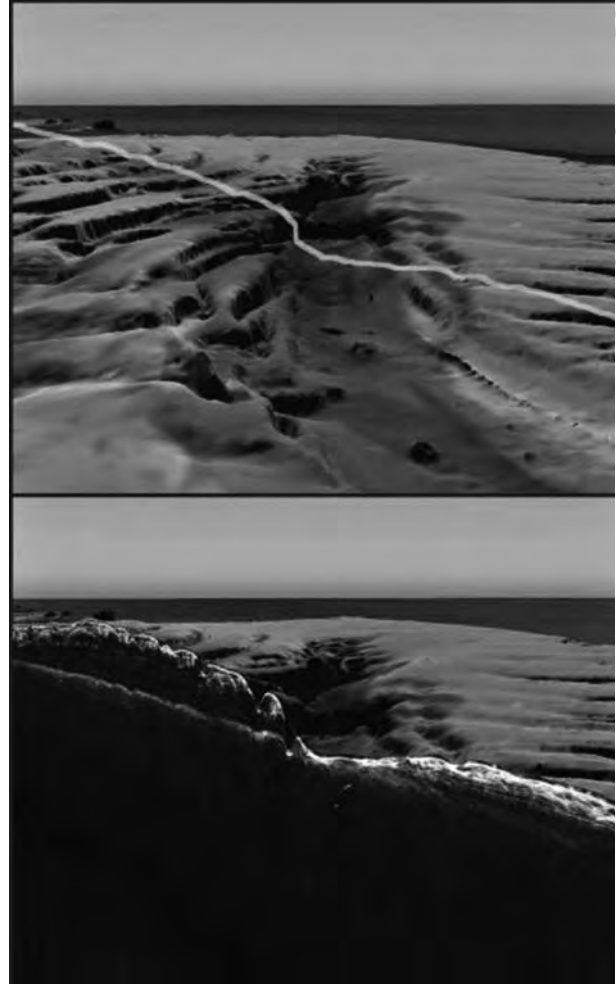
Ecco ora la conclusione finale: la causa di tutto sta nei venti catabatici. Lo confermano due articoli pubblicati da «Nature» sul numero del 27 maggio: uno su Chasma Boreale e l'altro sui canali. Gli autori sono tutti statunitensi e hanno usato le misure raccolte dallo SHallow RADar (SHARAD) a bordo del Mars Reconnaissance Orbiter della NASA. Strumenti analoghi erano già stati impiegati sulla Terra per studiare dagli aerei la Groenlandia e l'Antartide, ma si dubitava che potessero essere utili anche dall'orbita. Invece SHARAD ce l'ha fatta e, come spiegano Jack Holt e Isaac Smith, dell'Università del Texas a Austin, ha sbucciato la cipolla. Perché proprio stratificato come una cipolla si presenta il Polo Nord marziano: una successione di strati di ghiaccio e di polveri, profonda circa 3 chilometri e un po' più vasta della Francia.

Dunque la causa sono i venti catabatici, come abbiamo detto. Freddi e densi, spirano dal Polo Nord verso le latitudini inferiori. Ma non hanno formato il Chasma Boreale e i canali a spirale con un'erosione recente e a breve termine, bensì con un'azione sviluppata nei milioni di anni necessari alla calotta ghiacciata per formarsi. Le strutture osservate sono una conseguenza della topografia sottostante, che determina dove e come si formano i canali, e della Forza di Coriolis prodotta dalla rotazione del pianeta: la stessa che sulla Terra impone alle perturbazioni boreali di giungere da nord ovest e a quelle australi da sud ovest. Risultato: i venti scendono spiraleggiando e modellano la forma dei canali.

L'idea non è nuova: l'aveva proposta quasi 30 anni fa Alan Howard, un ricercatore



*Qui sopra, il Polo Nord marziano ripreso dall'orbita. Ha un diametro di circa 1.000 chilometri. Sono evidenti il Chasma Boreale che lo penetra in profondità e i peculiari canali spiraleggianti lungo il bordo. A destra in alto, una ricostruzione di Chasma Boreale. La linea gialla è il percorso seguito da SHARAD nella raccolta delle proprie misure dall'orbita. A destra in basso, una sezione della stessa regione che mostra gli strati di ghiaccio e polveri. (Cortesia: NASA/Caltech/JPL/E. DeJong/J. Craig/M. Stetson)*



dell'Università della Virginia, basandosi solo sulle immagini a bassa risoluzione raccolte dalle Viking. Ma era stato criticato e la sua ipotesi era caduta nell'oblio. Ora torna in auge grazie al Mars Reconnaissance Orbiter. «Queste strutture sono rimaste inspiegate per 40 anni perché non riuscivamo a vedere sotto la superficie», spiega Roberto Seu, alla guida del gruppo di ricercatori che si occupa di SHARAD. «E' gratificante vedere che questo nuovo strumento riesce finalmente a fare chiarezza».

Grazie a SHARAD e alle sue misure, il Polo Nord marziano si rivela una miniera di

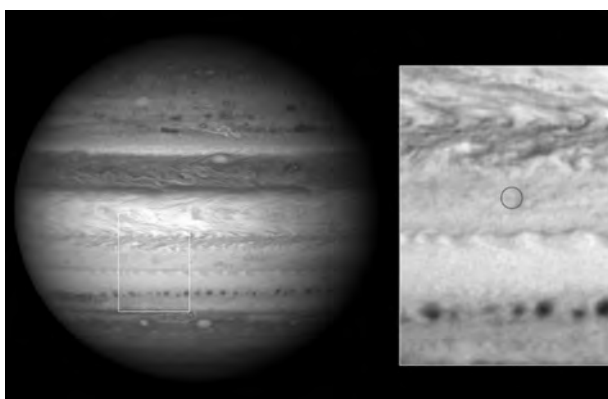
informazioni sulla storia climatica del pianeta, memorizzate nelle variazioni dello spessore e della composizione degli strati di ghiaccio e di polveri e nella forma delle complesse strutture come i canali, che qua e là cambiano direzione e spariscono perfino. «Nessuno pensava che negli strati ci fossero strutture così complesse», conclude Jack Holt. «Gli strati registrano la storia dell'accumulazione del ghiaccio, dell'erosione e dei venti. Da tutto questo, possiamo ricostruire una storia del clima molto più dettagliata di quanto ci si potesse aspettare».

### Giove: fu solo un meteoroido

Il 3 giugno due astrofili hanno comunicato la scoperta di un lampo nell'atmosfera di Giove, interpretato come l'impatto di un piccolo asteroide: un evento analogo a quelli del 1994 e del 2009. Com'è ovvio, dagli astrofili il testimone delle indagini è subito passato agli astronomi professionisti. Ora le immagini raccolte dall'Hubble Space Telescope (HST) rivelano che nell'atmosfera di Giove, dove avrebbe dovuto rimanere una traccia dell'impatto... non c'è niente. Fu dunque solo un'allucinazione? Certo che no: c'era tanto di riprese filmate a documentare l'evento. E allora?

Allora Giove è stato colpito soltanto da un meteoroido. Grande a sufficienza per provocare quel lampo luminoso, ma piccolo abbastanza per consumarsi completamente nell'atmosfera del pianeta, senza lasciare detriti.

Come risultato collaterale, l'HST ha anche rivelato un fenomeno in grado di chiarire



*In quest'immagine raccolta il 7 giugno dall'Hubble Space Telescope con la Wide Field Planetary Camera 3 non si vedono tracce dell'impatto. (Cortesia: NASA/ESA/M.H. Wong/H.B. Hammel/A. A. Simon-Miller/Jupiter Impact Science Team)*

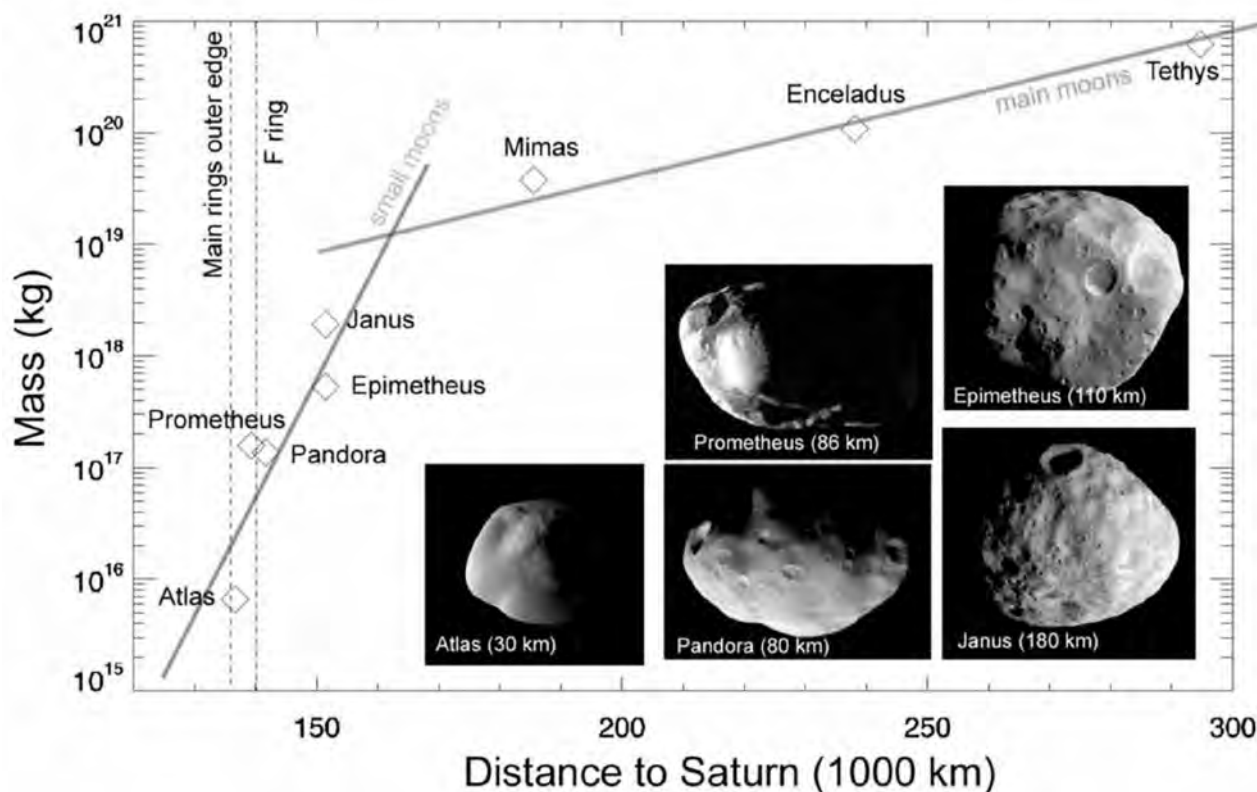
re la recente sparizione della Banda Equatoriale Meridionale: la comparsa di uno strato di alte nubi di cristalli di ammoniaca. Secondo i planetologi, fra qualche mese le nubi si dissolveranno e tutto tornerà come prima.

### Roba nuova nel Sistema Solare

Quel che c'è c'è. E quel che non c'è... amen: il Sistema Solare finisce lì. Oltre al Sole, ci sono i pianeti con le loro lune, moltissimi corpi minori fra asteroidi e comete, un po' di polveri... e basta. Tutta roba che s'è formata oltre 4 miliardi di anni fa e da allora gira per i fatti suoi. Niente di nuovo, insomma. O no? No. Perché compare un sacco di roba nuova, che prima non c'era.

Tanto per cominciare, a quanto sembra di satelliti planetari se ne formano ancora. Intorno a Saturno, per esempio, ce ne sono ben sette piuttosto bizzarri. Orbitano appena fuori o appena all'interno degli anelli e hanno forme irregolari, come arachidi. Che ti vien voglia di dire: «To', saranno asteroidi catturati dal pianetone». Poi però vai a misurarne la densità con gli strumenti a bordo della sonda Cassini e scopri che è inferiore a quella dell'acqua, cioè un grammo per centimetro cubo. Conseguenza: non si sono formati a partire dal materiale primordiale. E allora?

E allora boh. Almeno fino a poche settimane fa. Perché nessuno era ancora riuscito a sviluppare una simulazione numerica capace di replicare la formazione di questi strambi satelliti di Saturno. Su «Nature», però, un articolo di un gruppo di studiosi francesi e inglesi guidati da Sébastien Charnoz, dell'Université Paris Diderot di Parigi, rende conto proprio di questo successo: adesso la simulazione c'è. Si



Le masse e le distanze di alcuni satelliti di Saturno. Le linee tratteggiate verticali rappresentano gli anelli. I satelliti più piccoli e vicini mostrano una distribuzione chiaramente diversa da quella dei corpi più grandi e distanti. (Cortesia: CEA/SAP)

tratta della combinazione e dell'adattamento di versioni già esistenti sviluppate per il Sistema Solare nel suo complesso. E mostra come le lune in apparenza intruse si siano aggregate a partire dal materiale degli anelli. C'è infatti intorno a Saturno (ma mica solo a lui) una distanza ben precisa (che per il Signore degli Anelli vale 147 mila chilometri dal centro) chiamata «limite di Roche»: è la distanza superata la quale, arrivando dall'esterno, un corpo viene polverizzato dall'influenza gravitazionale del pianeta. Naturalmente vale anche il contrario: il materiale frammentato degli anelli, ossia polveri e ghiaccio, quando supera il limite di

Roche allontanandosi... si aggrega. Questi aggregati attraggono altra materia che esce dagli anelli, e così via, finché a un certo punto ti ritrovi con un oggetto abbastanza grosso da poter essere considerato un satellite. Nuovo di zecca. I franco-inglesi pensano che le cose siano andate proprio così. E nemmeno tanto tempo fa: le sette lune saturniane avrebbero, secondo i calcoli, solo 10 milioni di anni.

Intanto, mentre nel Sistema Solare si formano nuovi satelliti, altre cose arrivano dall'esterno: comete, nello specifico. Rubate dal Sole ad altre stelle. Ne sono convinti Harold Levison, del Southwest Research Institute

americano, e i suoi collaboratori, autori di un'altra simulazione, ma stavolta sulla formazione stellare.

Il mistero da chiarire sta ben lontano dal Sole: fra 5.000 e 100.000 Unità Astronomiche. Si tratta della Nube di Oort: un guscio sferico nel quale orbitano lentissime palle di ghiaccio sporco. Ogni tanto l'orbita di qualcuna viene perturbata e l'oggetto parte per il proprio viaggio verso il Sistema Solare interno. Giunto in prossimità del Sole, il ghiaccio sublima e libera vapore e polveri. Nel contempo sulla Terra qualcuno vede in cielo un oggetto chiamato con la coda e lo chiama «cometa». Se è stupido o ignorante o entrambe le cose, penserà che la cometa, in quadratura con Giove e in trigono con Venere, induca la fidanzata a fargli le corna. Se invece è una persona curiosa e razionale, si metterà a indagare sulla natura e l'origine delle comete. Così facendo scoprirà che dai migliori modelli della formazione del nostro sistema planetario si ricava che nella Nube di Oort ci sono 6 miliardi di nuclei cometari. Scoprirà anche un'incongruenza: la frequenza delle comete in arrivo nel Sistema Solare interno induce a pensare che invece, di fatto, nella Nube ce ne siano 400 miliardi. Tsk tsk: non va per niente bene. Da dove arrivano tutti gli altri?

La risposta di Levison e dei suoi colleghi è semplice: da fuori. Non è che sia poi originalissima: era già stata proposta in un articolo del 1990. Però 20 anni fa la potenza di calcolo non era sufficiente per effettuare una simulazione. Ora invece si può. Ed proprio quanto hanno fatto Levison e gli altri, pubblicando i risultati in un articolo uscito nell'edizione on line di «Science». La simulazione riguarda la formazione di stelle in un gruppo. Ciascuna di loro è circondata da un ampio guscio analogo alla

Nube di Oort. Ma attenzione: se alcune delle stelle sono abbastanza massicce, finiscono per sgraffignare i nuclei cometari altrui quando si verificano incontri stellari ravvicinati. Ebbene, proprio questo è il caso del Sole, una stella che, in quanto a massa, è ben dotata rispetto alla media nella galassia.

Tutto chiarito, allora? Quei 396 miliardi di comete in apparenza di troppo trovano una spiegazione? Calma: non è così semplice. Nel modello ci sono infatti alcune assunzioni implicite, non tutte ben confermate. La più fragile riguarda il momento in cui appare la Nube di Oort: non tutti i planetologi sono d'accordo su una sua formazione così precoce. Poi c'è il numero dei pianeti: nella simulazione si ipotizza, per semplicità, che tutte le stelle del gruppo possiedano una distribuzione di pianeti massicci (e quindi capaci di influenzare le orbite dei nuclei cometari) analoga a quella del Sole. Infine si suppone che tutte le stelle siano fornite dello stesso numero iniziale di comete. Insomma, c'è ancora da discuterne parecchio.

In conclusione, il Sistema Solare sembra essere un posto assai più dinamico di quanto si pensasse: cose nuove appaiono, altre arrivano da fuori. Il quadro precedente, più statico, con tutti i giochi fatti da 4 miliardi di anni, sembra, se non proprio sbagliato, almeno incompleto. E' vero: sono solo modelli che girano in un computer. Ma che altro si può fare? Certo non aspettare milioni di anni per vedere che cosa capita davvero.

### **Dove cercare fra le misure di Kepler?**

Ammettiamolo: degli esopianeti in quanto tali ci frega poco. Sì, sono stati una scoperta importante della metà degli Anni Novanta. Ma importante perché ha dimostrato che i

sistemi planetari sono tutt'altro che una rarità. Prima del successo di Michel Mayor e Didier Queloz non si era certi neppure di questo. Invece ora, in questo preciso momento, conosciamo ben 461 pianeti orbitanti intorno ad altre stelle. E il loro numero cresce con regolarità. Sono però pianetoni, perché i metodi usati fin qui consentono di rivelare l'esistenza solo di corpi di massa sufficiente a influenzare il moto della propria stella. Così abbiamo scoperto sistemi piuttosto strani, se confrontati con il nostro Sistema Solare. Per esempio molti giganti gassosi su orbite strette. Interessante, ma... beh, ben altro ci preme davvero: i pianeti di tipo terrestre. Anzi, nemmeno tutti: solo quelli in una fascia cosiddetta «abitabile» intorno alle stelle. E magari (hai visto mai?) proprio quelli abitati. Per scoprirli, la NASA l'anno scorso ha lanciato Kepler: un Osservatorio spaziale in orbita solare. Risultato di 43 giorni di lavoro: misure su 156 mila stelle, fra le quali sono stati selezionati 750 candidati alla presenza di pianeti.

Com'è ovvio, mica tutti avranno davvero dei pianeti di tipo terrestre. Infatti Kepler, che esplora solo una regione limitata nel Cigno e nella Lira, va a caccia di transiti planetari davanti alla stella, quindi in sostanza cerca delle debolissime variazioni luminose. Con questo sistema becca di tutto: stelle doppie, variazioni intrinseche, macchie... William Borucki, dell'Ames Research Center, ha dichiarato in un video prodotto dalla NASA che circa la metà dei 750 candidati dovrebbe essere composta da falsi positivi. Perciò un promettente sottoinsieme di 400 oggetti verrà indaga-



to anche usando l'Hubble Space Telescope, lo Spitzer Space Telescope e numerosi strumenti al suolo. Nel febbraio del 2011 i dati raccolti saranno resi disponibili alla comunità scientifica. La speranza è anzitutto quella di scovare dei pianeti di tipo terrestre, alcuni dei quali si trovino a una distanza tale dalla propria stella da consentire la permanenza di acqua allo stato liquido. Poi di selezionare fra loro quelli sui quali la vita, almeno a livello elementare, è apparsa davvero. Ma ha senso?

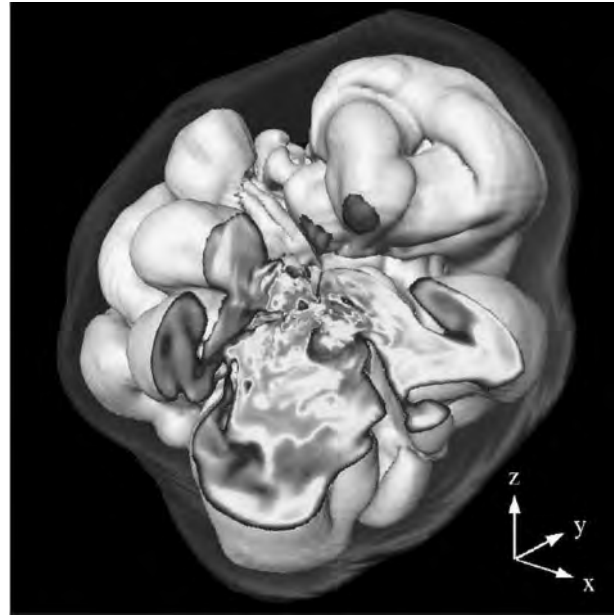
In un articolo pubblicato dal blog di «Scientific American», Caleb Scharf, direttore dell'Astrobiology Center della Columbia University, suggerisce un approccio diverso. Anzitutto constata come le caratteristiche importanti di una stella siano poche, tutto sommato: massa, età, abbondanze chimiche. Ben diverso è il caso di un pianeta: tipo di stella, altri corpi nel sistema planetario, orbita, inclinazione dell'asse di rotazione, satelliti, campo magnetico, struttura interna, intensità del bombardamento meteorico, attività sismica e vulcanica, presenza di acqua liquida, composizione atmosferica... In condizioni così diverse, la vita potrebbe essersi adattata in tanti modi differenti, molti dei quali difficili da rivelare. Scharf suggerisce allora un approccio statistico: siccome le risorse a disposizione sono limitate, invece di concentrarci sui singoli casi dovremmo occuparci del quadro generale. Scoprire su un ben preciso pianeta la «pistola fumante», cioè la prova provata dell'esistenza di vita a livello elementare, con tutti gli indizi al posto giusto, potrebbe essere maledettamente difficile. Ma, se la vita

è un fenomeno diffuso nel cosmo, sarà più semplice dimostrarne l'esistenza attraverso molti e diversi indizi «spalmati» su un vasto campione statistico. Alla fine non avremo l'indirizzo di E.T., ma almeno sapremo che c'è. E sarebbe già tanto.

### Supernova in 3D

Quello che ti frega è la simmetria. E la simmetria non va bene. Non è verosimile, la simmetria. Perché non rispecchia la realtà. Soprattutto, non spiega come mai gli elementi pesanti prodotti da una supernova se ne vadano prima di quelli leggeri, ossia l'idrogeno e l'elio. E che sia proprio così lo confermano le osservazioni per esempio della SN 1987A, esplosa nel 1987 nella Grande Nube di Magellano. Bisogna quindi rompere questa simmetria. Ma per farlo servono tre dimensioni e ci sono di mezzo i neutrini.

Proprio le simulazioni delle supernovae in 3D sono l'oggetto dell'articolo apparso il 10 maggio su «The Astrophysical Journal», firmato da Hans-Thomas Janka e i suoi colleghi del Max Planck Institute for Astrophysics di Garching, in Germania. Stiamo parlando delle supernovae di Tipo II: esplosioni di stelle di grande massa giunte al termine della propria esistenza quando le reazioni di fusione term nucleare nel nucleo stellare non sono più sufficienti a opporsi alla pressione della massa soprastante. Quando ciò accade, l'astro assume una struttura «a cipolla»: negli strati più esterni l'idrogeno e a seguire l'elio, e poi via via scendendo gli elementi più pesanti... fino al ferro. Giunti al ferro, non c'è più storia: la fusione del ferro assorbe energia invece di liberarne e quindi non può più reggere l'immane pressione. E tutto crolla verso il centro, dove la



*Nel modello tridimensionale la simmetria si perde nel giro di mezzo secondo. (Cortesia: H-Th. Janka/Max Planck Institute for Astrophysics)*

materia collassa, viene compressa e si trasforma, per degenerazione quantistica, in una palla di neutroni compatti: nasce così la futura stella di neutroni grande qualche chilometro che sopravvivrà all'esplosione finale. Se la massa è sufficiente, potrebbe anche apparire un buco nero, ma questa è un'altra faccenda che meriterebbe un altro articolo. Non divaghiamo, perché ci interessa quanto accade sopra, non sotto. E accade che il collasso provoca un rimbalzo sotto forma di onda d'urto. Gli strati esterni vengono espulsi, la stella (anzi, la ex-stella) diventa luminosa come un'intera galassia, alla fine rimane una nebulosa planetaria e buonanotte suonatori. Se c'era qualcuno in giro... beh, dopo non c'è più. Dov'è il problema?

Il problema è che, anzitutto, dai calcoli



sembra che l'onda d'urto non possieda energia sufficiente per produrre l'esplosione. Non solo: come abbiamo detto, le osservazioni mostrano l'espulsione prima degli elementi pesanti, che in teoria dovrebbero stare sotto, e poi di quelli leggeri. Com'è 'sta cosa? Bisogna provare.

Già, ma mica te la puoi fare in laboratorio, una supernova. A meno che... non sia un laboratorio virtuale. E questo è il campo degli astrofisici computazionali: gente non da telescopio ma da computer. Gente che si fabbrica supernovae virtuali. Serve una potenza di calcolo bestiale, perché la densità e la temperatura e la velocità della materia assumono valori estremi ed evolvono molto rapidamente. Non è cosa da personal computer, per intenderci. Sicché fino a non molto tempo fa ci si limitava a simulazioni in una dimensione, al massimo in due. Ed ecco la fregatura: c'era sempre quella scomoda, inverosimile simmetria e l'espulsione della materia non era realistica, perché anche nell'esplosione veniva invariabilmente mantenuta la struttura a cipolla.

Ora però Janka e i suoi colleghi si sono spinti nella terza dimensione. Certo, ci sono voluti mesi di tempo macchina. Però sono emersi risultati verosimili, come colonne di nichel a forma di fungo che a 4.000 chilometri al secondo perforano gli strati soprastanti di idrogeno e di elio. Tuttavia nemmeno la simulazione porta sempre a una vera e propria supernova. Un articolo del 2008, pubblicato su «The Astrophysical Journal» da Jeremiah W. Murphy, del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Washington, e Adam Burrows, del Dipartimento di Scienze Astrofisiche dell'Università di Princeton, ha mostrato i vantaggi del passaggio da una a due e poi da due a tre dimensioni: le simulazioni producono assai più spesso un'esplosione.

Di fatto, in tre dimensioni si inserisce anche l'effetto dei neutrini. Già, perché proprio i neutrini possono spiegare il successo dell'onda d'urto nel provocare la deflagrazione. E' ben vero che la stragrande maggioranza di queste particelle attraversa la materia come se non ci fosse. Ma non tutte tutte. Siccome nel collasso finale di neutrini ne viene prodotto un casino esagerato... ecco che il flusso neutrínico fa deflagrare la stella.

Ora, proprio queste simulazioni con l'interazione fra i neutrini e la materia sono la prossima sfida computazionale per Janka e i suoi colleghi. Serve un computer da un petaflop, cioè un milione di miliardi di operazioni al secondo. E' tanto? E' poco? E' abbastanza, diciamo. La barriera del petaflop è stata sfondata solo nel 2008 dal computer militare statunitense Roadrunner, di IBM, ora aggiornato a 1,7 petaflop e il terzo più veloce del mondo. Insomma, non è un sogno impossibile ma... beh, piuttosto ambizioso, questo sì. Ma chissene frega: se c'è una certezza, è che la potenza di calcolo cresce inesorabile. Basterà solo aspettare un po'.

### **Giove trae in inganno la cosmologia?**

Che cosa c'è nell'universo? Sembra facile: ti guardi in giro e misuri la quantità di materia e di energia... pianeti, stelle, galassie e quant'altro... e poi fai la somma. Dov'è il problema? Beh, anzitutto (pare) un sacco di materia c'è ma non si vede, però fa sentire il proprio influsso gravitazionale: è la materia oscura. Poi (sempre pare) l'universo accelera la propria espansione, sicché sei costretto a ipotizzare l'esistenza anche di una non meglio definita energia oscura. E, se già la materia oscura è un grattacapo per i fisici teorici, l'energia

oscura è un vero incubo, perché i tentativi di spiegazione teorica e le evidenze sperimentali differiscono di 120 ordini di grandezza. Eppure entrambe, materia ed energia oscure, ci sono, sono lì, esistono. Lo conferma WMAP. Ma forse si sbaglia, dicono due ricercatori dell'Università di Durham.

Accendi la televisione e seleziona una frequenza in cui non c'è alcun segnale. Ciò che vedi è la «neve», come talvolta viene chiamata: il rumore di fondo elettromagnetico. Ebbene, di quel disturbo l'1 per cento proviene dalle profondità del cosmo ed è la radiazione cosmica di fondo (CMB, che sta per Cosmic microwave Background Radiation): è stata definita «il primo vagito dell'universo» e ha un picco nelle microonde. Scoperta per pura botta di fortuna nel 1965 da Arno Penzias e Robert Wilson, ai quali ha procurato il Nobel, da allora la CMB è considerata una delle migliori prove del modello cosmologico del Big Bang. E permette di misurare la temperatura dell'universo: 2,725 gradi Kelvin. Della CMB sono importanti soprattutto le irregolarità, dalla cui distribuzione si può ricavare non solo l'età ma anche la composizione del cosmo: quanta materia visibile, quanta materia oscura, quanta energia oscura. Uno degli strumenti più sofisticati per studiare la CMB è il Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) della NASA, lanciato nel 2001. Le sue misure hanno permesso di concludere che l'universo ha 13,75 miliardi di

anni e la materia visibile rappresenta il 4 per cento, la materia oscura il 23 e l'energia oscura il 73 (pressappoco, con qualche incertezza, ma non stiamo a sottillizzare).

WMAP ha però bisogno, come tutti gli strumenti, di essere calibrato. I cosmologi hanno deciso di usare una sorgente stabile di microonde: il pianeta Giove. E su questa base fondano tutte le conclusioni successive. Ora però Tom Shanks e Utane Sawangwit, rispettivamente professore e dottorando dell'Università di Durham, in Inghilterra, propongono un'alternativa in un articolo in corso di pubblicazione su «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters»: le radiogalassie, che pure emettono microonde. E concludono che, calibrando diversamente le misure di WMAP, si presentano nuove possibilità teoriche. Niente più energia oscura, per esempio. In compenso si apre uno spiraglio per teorie alternative della gravità.

C'è però un limite nel ragionamento di Shanks e Sawangwit: non riescono a spiegare la discrepanza. Insomma, non si capisce per quale motivo per calibrare WMAP bisognerebbe privilegiare le radiogalassie rispetto a Giove o viceversa. I due ricercatori lo ammettono e concludono che «è importante identificare le ragioni delle differenze». Grazie, lo sapevamo già. Perciò ora non resta che attendere l'analisi dei risultati forniti da Planck, l'Osservatorio dell'ESA che ha raccolto il testimone di WMAP.

# Il Ciclo Solare 24: anomalie prevedibili?

Mario Gatti

## Abstract

*L'attuale Ciclo Solare presenta una fase di minimo prolungato in avvio che non è stata riscontrata da tempo in quelli precedenti. I modelli previsionali, peraltro contrastanti, che parlavano prima di un ciclo particolarmente intenso e poi di uno di debole intensità, sono stati al momento praticamente tutti disattesi. Per questo possiamo affermare di essere di fronte a un ciclo anomalo. Eppure quest'anomalia, analizzando attentamente alcune caratteristiche dei cicli solari avvenuti nel passato e accuratamente studiati, potrebbe non apparire poi così inattesa. Questo lavoro, senza alcuna pretesa di costituire a sua volta un possibile modello previsionale, passa in rassegna alcuni dati fondamentali alla luce dei quali è possibile rendere forse conto dell'andamento del ciclo attuale.*

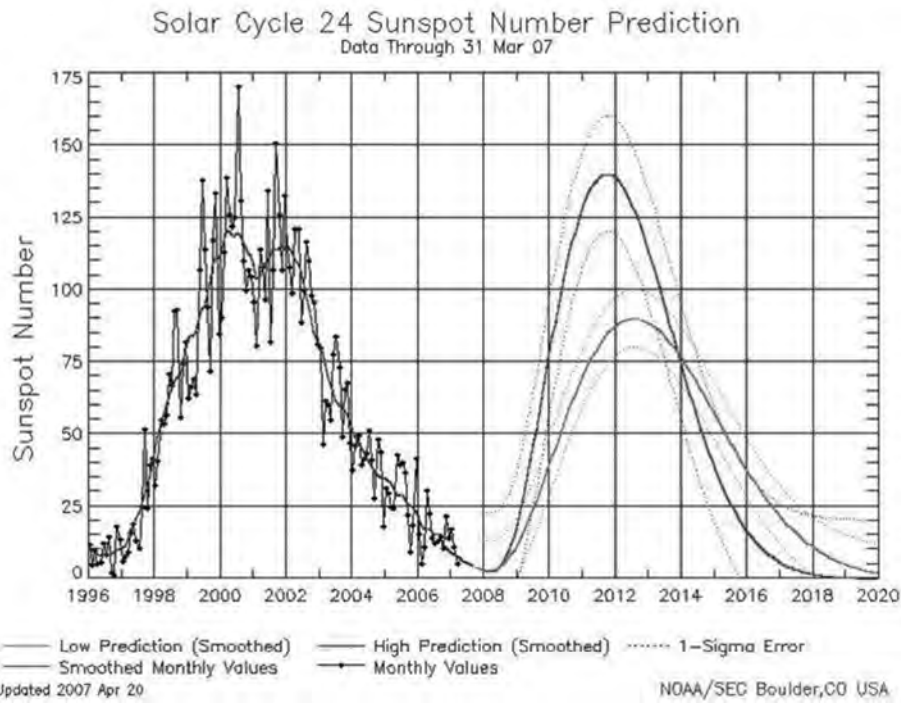
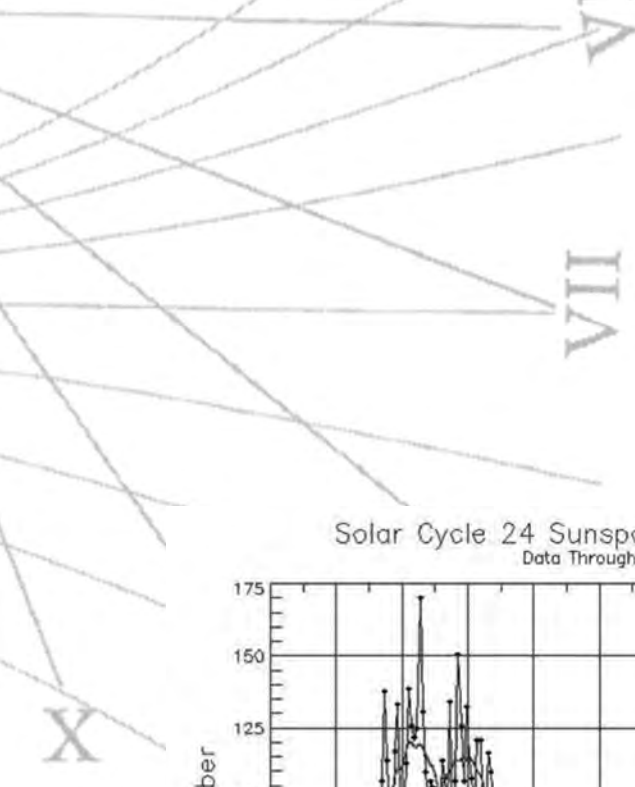
## La nascita del Ciclo 24

La prima Regione Magnetica Bipolare (BMR, Bipolar Magnetic Region, tanto per usare i consueti acronimi anglosassoni), compatibile con un ciclo di indice pari secondo le leggi di Hale (polarità precedente negativa nell'emisfero Nord del Sole), è stata osservata il 13 dicembre del 2007 a poco meno di 30° di latitudine Nord. Non ha prodotto macchie, quindi non è stata mai numerata dal NOAA (la National Oceanic and Atmospheric Administration, che dal 1972 effettua il conteggio progressivo delle Regioni Attive), per cui la «nascita ufficiale» del ciclo è stata posticipata di qualche settimana, quando, intorno al 4 gennaio del 2008, è stata rilevata la Regione Attiva NOAA 10981, la prima a presentare della macchie e ad avere le caratteristiche magnetiche corrette per poter essere assegnata a un nuovo ciclo di attività solare. Da allora è stato tutto un susseguirsi di voci che si rincorrevano circa la possibilità che il nuovo ciclo avrebbe potuto presentare delle caratteristiche eccezionali, sia in un senso che nell'altro, cioè che avrebbe potuto essere un ciclo di forza notevole, forse mai registrata nel passato, oppure, al contrario, che non sarebbe certo passato alla storia per essere stato uno dei cicli più intensi ma sarebbe stato inghiottito dal-

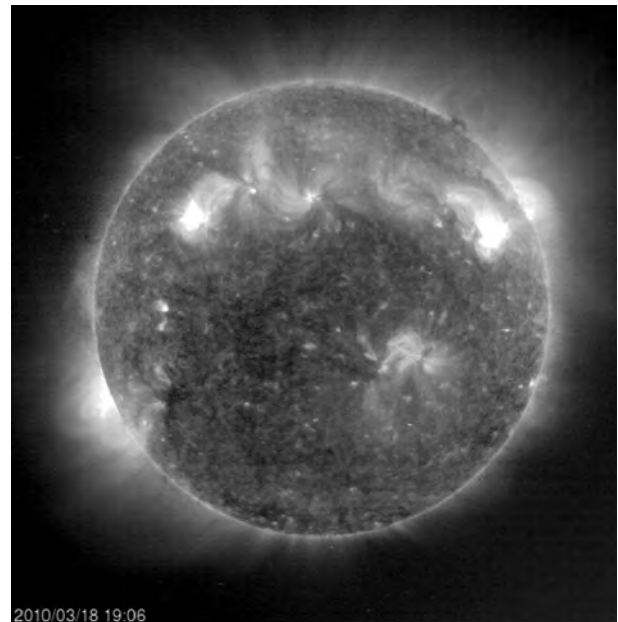
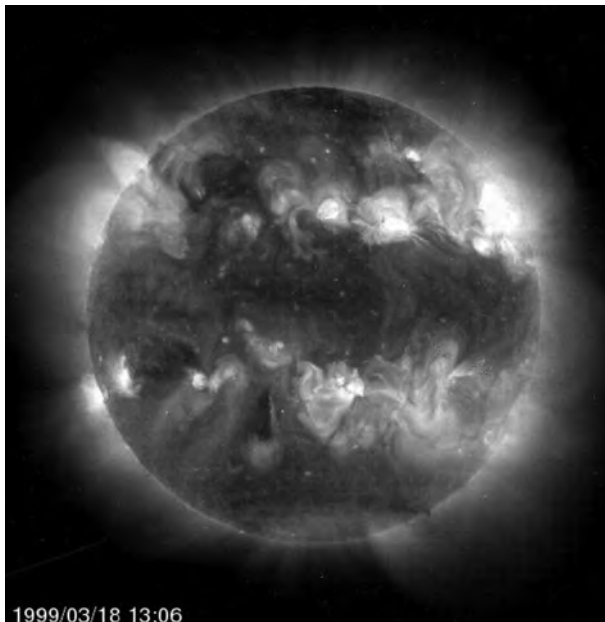
l'anonimato più assoluto. Arrivati a oggi il tempo, che com'è noto è galantuomo, ha fatto poi giustizia, per una volta tanto senza dar ragione a qualcuno in particolare, piuttosto dando torto un po' a tutti. Infatti nessuno dei modelli previsionali sviluppati negli ultimi tre anni riesce a dar conto di una situazione nella quale gli osservatori del Sole si trovano a operare e che ha caratteristiche molto spiccate di un ciclo che tarda ad avviare la sua attività, mantenendosi piuttosto in una fase molto simile a quella di minimo prolungato di quello precedente, pur con le caratteristiche magnetiche di un nuovo ciclo. Un avvio rallentato, insomma, che spesso viene etichettato, giustamente, con la locuzione di «minimo prolungato». Ormai la cosa dura da circa tre anni, per cui la faccenda comincia a farsi interessante. Ma vediamo di andare con ordine.

## La situazione attuale

I modelli previsionali per il Ciclo 24, come si è detto, sono sempre stati discordanti. Il problema è che nessuno dei modelli proposti riesce a inquadrare la situazione attuale, che (Figura 1) potrebbe essere visualizzata con un punto posto in corrispondenza dell'anno 2010 e ad altezza decisamente inferiore a 25, quindi ben al di fuori delle



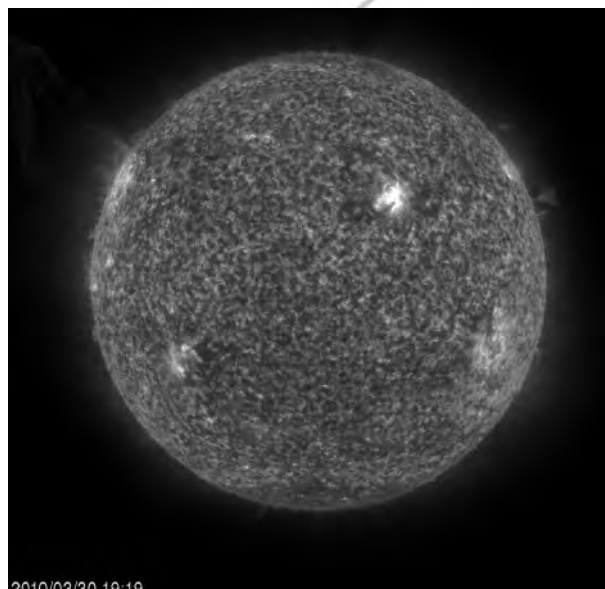
*Figura 1 - Andamento dei Numeri di Wolf normalizzati a partire dal 1996. La due linee continue rappresentano due differenti modelli, che prevedevano rispettivamente un massimo piuttosto intenso poco prima del 2012 e un massimo molto meno intenso intorno alla metà del 2013. Le linee tratteggiate rappresentano i relativi margini di errore. Nessuno dei due modelli indicati si è rivelato esatto finora.*



*Figura 2 - Immagini del Sole in corona nell'ultravioletto a 28.4 nm circa due anni prima del massimo del ciclo 23 (a sinistra) e nel marzo di quest'anno (a destra). La presenza di più regioni attive e buchi coronali rende evidente che si trattava di un Sole più attivo. (Cortesia: SOHO/EIT/NASA/ESA)*

linee di previsione, sia quelle con tendenza per così dire più ottimistica che quelle di tendenza contraria. Anche le immagini confermano l'andamento attuale: un confronto tra una foto di questi tempi (18 marzo 2010, a destra in Figura 2) e una scattata nella stessa data durante la «salita» verso il massimo del precedente ciclo 23 (18 marzo 1999, a sinistra), in corrispondenza di quella che dovrebbe essere la situazione attuale a parità di distanza temporale dal previsto massimo (due anni) parla da solo.

A dire la verità qualche timido segno di risveglio in effetti la nostra stella sembra mostrarlo. Facciamo parlare anche in questo caso i numeri. Nel nostro Osservatorio dell'ISIS «Valceresio» di Bisuschio (Va), in tutto il 2009 (287 giorni di osservazione) sono stati conteggiati 29 gruppi per un totale di 528 macchie. Per un periodo molto lungo (tra il 10 luglio e il 1. settembre) nessuna macchia è apparsa sul Sole. In tutto l'anno sono stati rilevati, nella banda tra 1 e 8 Angstrom (dati NSO-NOAA) solo 26 flare di classe C (2,16 al mese) e nessun flare di classe M o di classe X. Sono state conteggiate (dati NOAA-USA-SWPC) 30 Regioni Attive (2,5 al mese) e il flare più intenso è stato di classe C7,6, registrato il 18 dicembre. Il Numero di Wolf medio (non normalizzato) per tutto l'anno è stato un misero 4,82. Dal 10 dicembre del 2009 in poi la musica è in effetti cambiata: nei primi tre mesi di quest'anno (quindi dal 1. gennaio al 31 marzo 2010) sempre nel nostro Osservatorio (67 giorni di osservazione) abbiamo avuto 84 giorni con macchie (contando anche quelli nei quali per noi è stato impossibile osservare ma erano presenti) e solo 6 senza macchie. Sempre con le stesse fonti di dati sono state conteggiate 21 Regioni Attive in 90 giorni (quindi con una media di 7 al mese), 76 flare di classe C (25,3 al mese), 14 flare di classe M (4,66 al mese) per un totale di 90 flare (in media



*Figura 3 - Una spettacolare protuberanza eruttiva visibile nel quadrante NE del Sole, fotografata dal telescopio EIT a 30,4 nm. Le sue dimensioni possono essere facilmente stimate tenendo conto che il raggio del Sole è di circa 700 mila chilometri e che la cromosfera (a cui si riferisce l'immagine) ha uno spessore di soli 2.500 chilometri circa. (Cortesia: SOHO/EIT/NASA/ESA)*

quindi 1 al giorno e 30 al mese). Il più intenso dei flare è stato un M8,3 il 12 febbraio. Il 16 febbraio si sono avuti 16 flare di classe C nello stesso giorno (più della metà di quelli conteggiati nell'intero 2009). Il 4 e l'8 febbraio sono stati rilevati 4 flare di classe M nello stesso giorno. Infine sono stati osservati 23 gruppi per un totale di 768 macchie, con un Numero di Wolf medio (non normalizzato) di 25,56. Anche se siamo ben lontani da quelli che dovrebbero essere i numeri del Sole all'approssimarsi di un massimo di attività, non resta che prendere atto che qualcosa forse si muove, come testimonia anche l'enorme protuberanza eruttiva (oltre 400 mila chilometri di estensione) fotografata il 30 marzo di quest'anno (Figura 3).

Attenzione però a non farsi prendere dall'entusiasmo di facili previsioni: così come una rondine non fa primavera, una protuberanza così estesa non vuol dire per forza un massimo in arrivo e, soprattutto, non dice niente su come potrebbe essere il massimo, se mai ci sarà. Pertanto ci si può sentire autorizzati ad affermare che comunque restiamo in presenza di un'attività abbastanza scarsa, appunto, come si dice, da minimo prolungato. Alcuni dati, che emergono dallo studio del Sole compiuto nel corso di decine di anni nel passato e che tuttora proseguono, mostrano però come una situazione come quella attuale potrebbe non essere poi così strana e, soprattutto, potrebbe trovare un inquadramento quanto meno statistico. Ed è quello che andiamo a studiare.

### La «forma» di un ciclo

I cicli solari presentano un'asimmetria rispetto alla posizione dei loro massimi (Waldmeier, 1935). Il tempo che trascorre da un minimo verso il relativo massimo è normalmente più breve di quello che intercorre nella fase calante del ciclo, verso il successivo minimo. Una sorta di «ciclo medio» può essere ricostruito (Figura 4) utilizzando dati relativi all'ampiezza media del ciclo (espressa in SSN, Sun Spot Number, ossia Numero di Wolf normalizzato) e alla sua lunghezza media espressa in mesi.

Come si può vedere facilmente, in media un ciclo impiega circa 48 mesi (4 anni) per passare dal minimo iniziale al suo massimo e circa 84

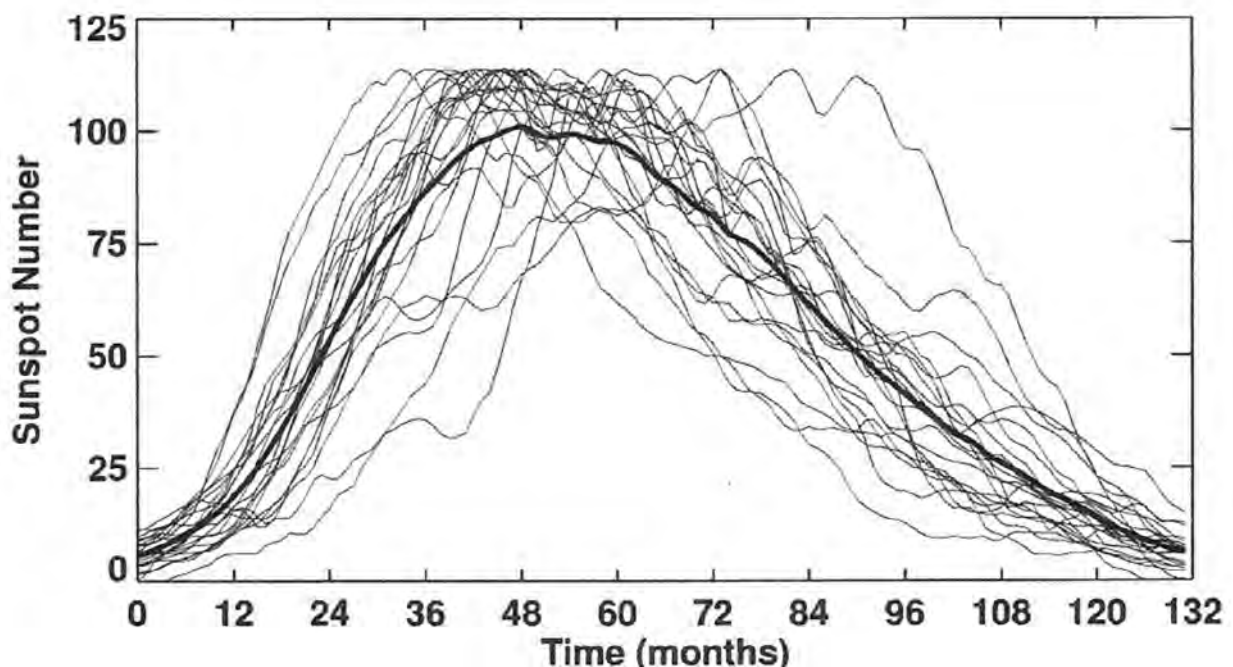


Figura 4 - L'andamento medio dei cicli dall'1 al 22 (linea più spessa) in funzione dell'ampiezza (Sun Spot Number, numero di macchie normalizzato) e della durata dei cicli (espressa in mesi). (Fonte: *The Solar Cycle*, di D.H. Hathaway, «Living Rev. Solar Phys.», 7, 2010, 1)

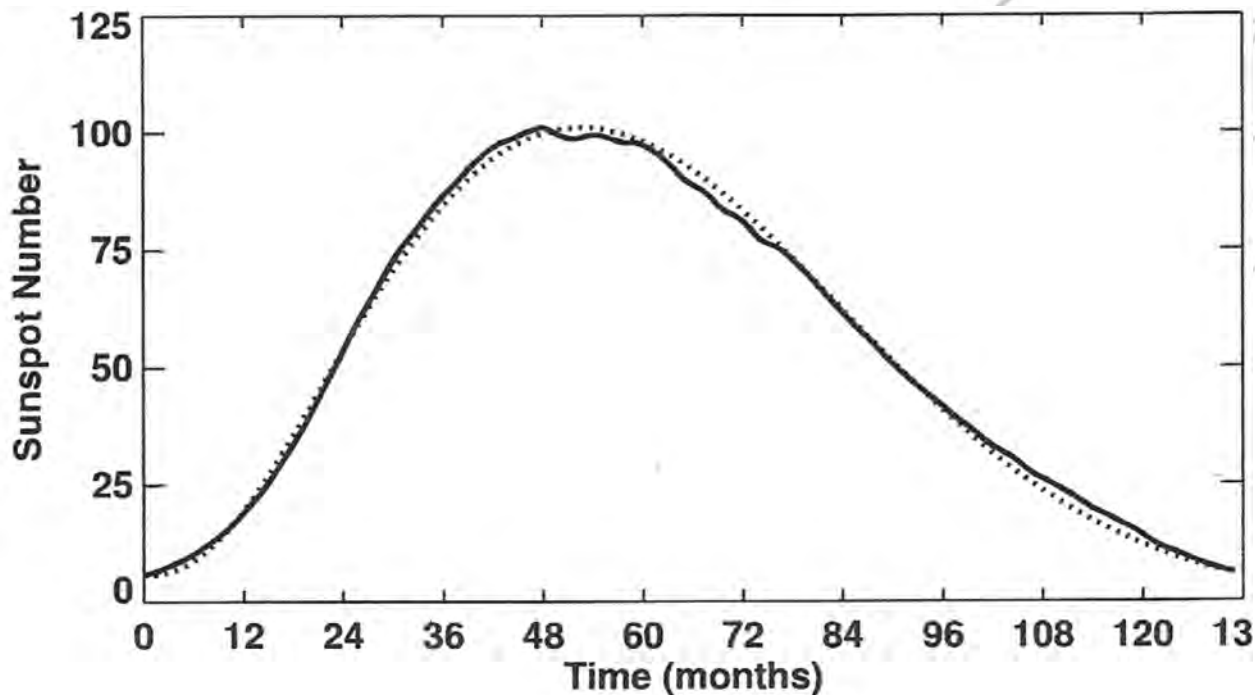


Figura 5 - Il «ciclo medio» (linea continua, ricavata dalla precedente figura 4) e la corrispondenza con la formula proposta da Hathaway e collaboratori (linea punteggiata). La partenza del ciclo è stata posta 4 mesi prima del minimo, il tempo di salita verso il massimo è stato posto a 54 mesi e la durata del ciclo è sovrapposta (overlapping) per 18 mesi a quella del ciclo successivo. (Fonte: *The Solar Cycle*, di D.H. Hathaway, «*Living Rev. Solar Phys.*», 7, 2010, 1)

mesi (7 anni) per tornare al minimo successivo. Il periodo medio di 11 anni di durata del ciclo (132 mesi) è quindi decisamente rispettato. Sono stati proposti numerosi modelli matematici per interpretare quest'andamento. Il più accreditato attualmente è quello proposto da Hathaway e collaboratori (1994), che riprende un lavoro precedente di Stewart e Panofsky (1938). Secondo questo modello l'andamento dell'intensità di un ciclo in funzione della sua durata può essere espresso da una funzione semi-empirica del tempo:

$$F(t) = A \left( \frac{t-t_0}{b} \right)^3 \left( \exp \left( \frac{t-t_0}{b} \right)^2 - c \right)^{-1}$$

Nella formula, A rappresenta l'ampiezza del ciclo,  $t_0$  è il tempo di inizio del ciclo, b è il tempo di «salita» verso il massimo (*rising time*) e infine c è un parametro che tiene conto dell'asimmetria del ciclo. La miglior corrispondenza con i dati medi ricavabili (Figura 4) si ottiene ponendo nell'equazione precedente  $A = 193$ ,  $b = 54$ ,  $c = 0,8$  e  $t_0 = 4$  mesi prima del minimo. Il risultato può essere riportato in un grafico (Figura 5), nel quale come prima in ordinata è riportata l'ampiezza del ciclo espressa in SSN e in ascissa la sua durata in mesi.

E ora vediamo (che è la cosa che più ci interessa) che cosa possiamo ricavare dall'analisi di queste considerazioni più o meno complicate. Se

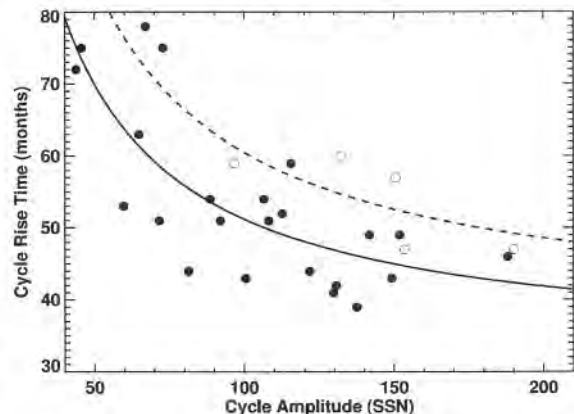
partiamo dal presupposto peraltro abbastanza ottimistico che il ciclo attuale sia in ritardo di circa 24 mesi (gennaio 2008 - gennaio 2010) su quello che dovrebbe essere il suo andamento, se rispettasse quello dei suoi predecessori e ammettendo (cosa non scontata) che ormai si sia «avviato» (ipotesi confortata dall'andamento dei primi tre mesi di quest'anno), nel grafico dobbiamo porre un valore di 78 mesi ( $54 + 24$ ), che porta per interpolazione immediata a un SSN di circa 75. Questo potrebbe essere, alla luce del modello indicato, il massimo numero di Wolf normalizzato che potrebbe essere raggiunto nel Ciclo 24. Piuttosto piccolo, se confrontato con quello dei precedenti, ma perfettamente in linea con l'attuale tendenza «al ribasso» del ciclo in corso. E questo potrebbe essere un primo indizio che quello che sta accadendo non è poi nulla di così strano o imprevedibile. Ma non finisce qui: ci sono anche diverse altre situazioni da analizzare.

### L'effetto Waldmeier

Diverse corrispondenze sono state ricavate tra i vari aspetti dell'andamento dei cicli solari. Tra queste, quella forse più significativa è il cosiddetto Effetto Waldmeier (Waldmeier, 1935, 1939), secondo il quale il tempo di salita di un ciclo dal minimo verso il massimo è praticamente inversamente proporzionale alla sua ampiezza. Possiamo costruire un grafico (Figura 6) utilizzando i dati relativi ai SSN e alle onde radio emesse dalla stella a 10,7 cm.

Bachmann e White (1994) hanno proposto una formula semiempirica che rende conto piuttosto bene, perlomeno per quanto riguarda i dati relativi ai Numeri di Wolf normalizzati, dell'andamento espresso nella figura precedente:

$$T \text{ (rising time in mesi)} \sim \frac{35 + 1800}{\text{Ampiezza del ciclo (in SSN)}}$$



*Figura 6 - Effetto Waldmeier. Il tempo di salita di un ciclo (rising time) dal minimo al massimo è riportato in funzione dell'ampiezza del ciclo, espressa in SSN per i cicli dall'1 al 23 (linea continua e cerchi pieni) e in funzione del radioflusso a 10,7 cm per i cicli dal 19 al 23 (linea tratteggiata e cerchi vuoti). È evidente in entrambi i casi una relazione di proporzionalità inversa. Normalmente i massimi di attività nel radioflusso a 10,7 cm seguono in modo sistematico di alcuni mesi (circa 6) quelli delle macchie solari, ma i due set di dati sono strettamente interconnessi. (Fonte: The Solar Cycle, di D.H. Hathaway, «Living Rev. Solar Phys.», 7, 2010, 1)*

Anche da queste considerazioni emergono interessanti conclusioni. Sempre ponendo 78 mesi come tempo di salita del ciclo verso il massimo, dal grafico (Figura 6) si ottiene che considerando i dati relativi agli SSN si ricava un Numero di Wolf normalizzato massimo di poco superiore a 52, mentre interpolando i dati relativi al radioflusso a 10,7 cm si otterrebbe un Numero di Wolf normalizzato massimo intorno a 68. Mediando questi due dati con il precedente 75, arriviamo a circa 65. E ancora eccoci in presenza di un Numero di Wolf normalizzato massimo bassino, perfettamente in linea con la tendenza attuale del Ciclo 24.



### Durata di un ciclo e ampiezza

Altre relazioni molto significative sono state ricavate tra il periodo di un ciclo (la sua durata in mesi, intesa da un minimo all'altro) e la sua ampiezza (come sempre misurata in SSN). La più accreditata è quella proposta indipendentemente da Hathaway e collaboratori (1994) e da Solanski e collaboratori (2002), che mette in relazione la durata di un ciclo con l'ampiezza probabile di quello successivo. Le conclusioni possono essere illustrate con un grafico (Figura 7).

Ancora una volta ipotizziamo che il ciclo 23 precedente ( $n$ ) stia continuando il suo minimo per almeno 24 mesi (il che equivale ad affermare che la partenza di quello attuale sia in ritardo dello stesso intervallo temporale). Prendiamo perciò un valore di 156 mesi ( $132+24$ ) sull'asse orizzontale della figura precedente. Questo porta per interpolazione a un sorprendente valore di circa 65 per l'ampiezza del ciclo successivo ( $n+1$ ), cioè dell'at-

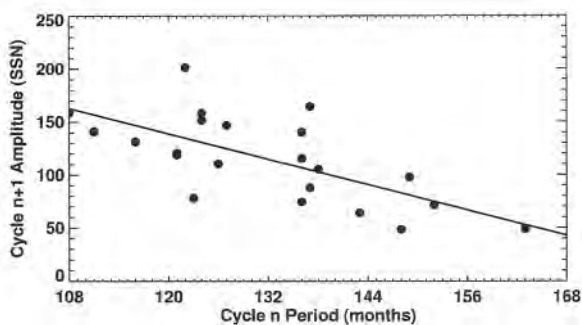


Figura 7 - La durata (periodo) di un ciclo generico  $n$  (espressa in mesi) è messa in relazione con l'ampiezza (in SSN) del generico ciclo successivo  $n+1$ . Si nota che, se è maggiore la durata di un ciclo, tendenzialmente il ciclo successivo tende a essere più debole del precedente. (Fonte: *The Solar Cycle*, di D.H. Hathaway, «*Living Rev. Solar Phys.*», 7, 2010, 1)

tuale 24, in quasi perfetto accordo con i dati ricavati in precedenza. Gli indizi si accumulano, ma non sono finiti.

### Il ciclo di Gleissberg

Quello ipotetico degli 11 anni per il transito da un minimo all'altro non è l'unico evidenziato nell'attività del Sole. Ne sono stati proposti molti altri, alcuni su scala di secoli, altri addirittura di millenni e altri ancora, al contrario, dell'ordine di pochi mesi. Tra tutti ce n'è uno, detto Ciclo di Gleissberg, che sembra evidenziare la presenza di un massimo più intenso degli altri ogni 7-8 cicli circa di 11 anni, cioè ogni 77 - 88 anni circa.

E' evidente (Figura 8) che la tendenza attuale di questo super-ciclo è in discesa. Il Ciclo 24 si troverebbe quindi in una fase di minimo di quello di Gleissberg e questo potrebbe rendere conto della sua «debolezza». È da notare anche qui il valore di circa 70 (sempre per interpolazio-

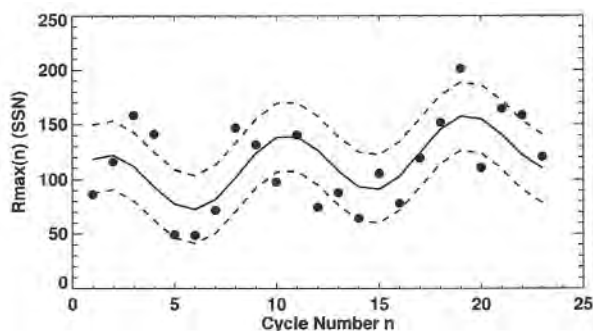


Figura 8 - Il Ciclo di Gleissberg per i primi 23 cicli. La linea continua rappresenta la miglior corrispondenza fra due ipotetici cicli sinusoidali con periodi leggermente diversi. In ascissa gli SSN massimi. (Fonte: *The Solar Cycle*, di D.H. Hathaway, «*Living Rev. Solar Phys.*», 7, 2010, 1)

ne) per il Numero di Wolf normalizzato massimo prevedibile per il ciclo in corso.

### **Un altro dato significativo**

Circa un anno fa Sergio Cortesi, direttore della Specola Solare Ticinese di Locarno Monti, sulla «Meridiana» (S. Cortesi, *Un minimo solare prolungato*, Meridiana n. 199, gennaio-febbraio 2009, pagg. 18-19) aveva espresso la propria opinione circa un valore massimo del Numero di Wolf normalizzato intorno a 70 prevedibile per il 2013 circa, basandosi su un'accurata analisi dei Numeri di Wolf dal 1700 a oggi e in particolare sull'anomalia presentata nel Ciclo 24 dall'assenza di macchie solari del nuovo ciclo a latitudini eliografiche superiori a  $\pm 20^\circ$  sovrapposte alle macchie del vecchio ciclo più vicine all'equatore. Cortesi è giunto alla propria conclusione comparando questi dati con quelli di diversi cicli precedenti. Si tratta senza dubbio di un parere molto autorevole, proposto da un ricercatore che da oltre 50 anni si occupa di osservazione sistematica della fotosfera. Un parere che si accorda quasi alla perfezione con quanto esposto finora.

### **Conclusioni**

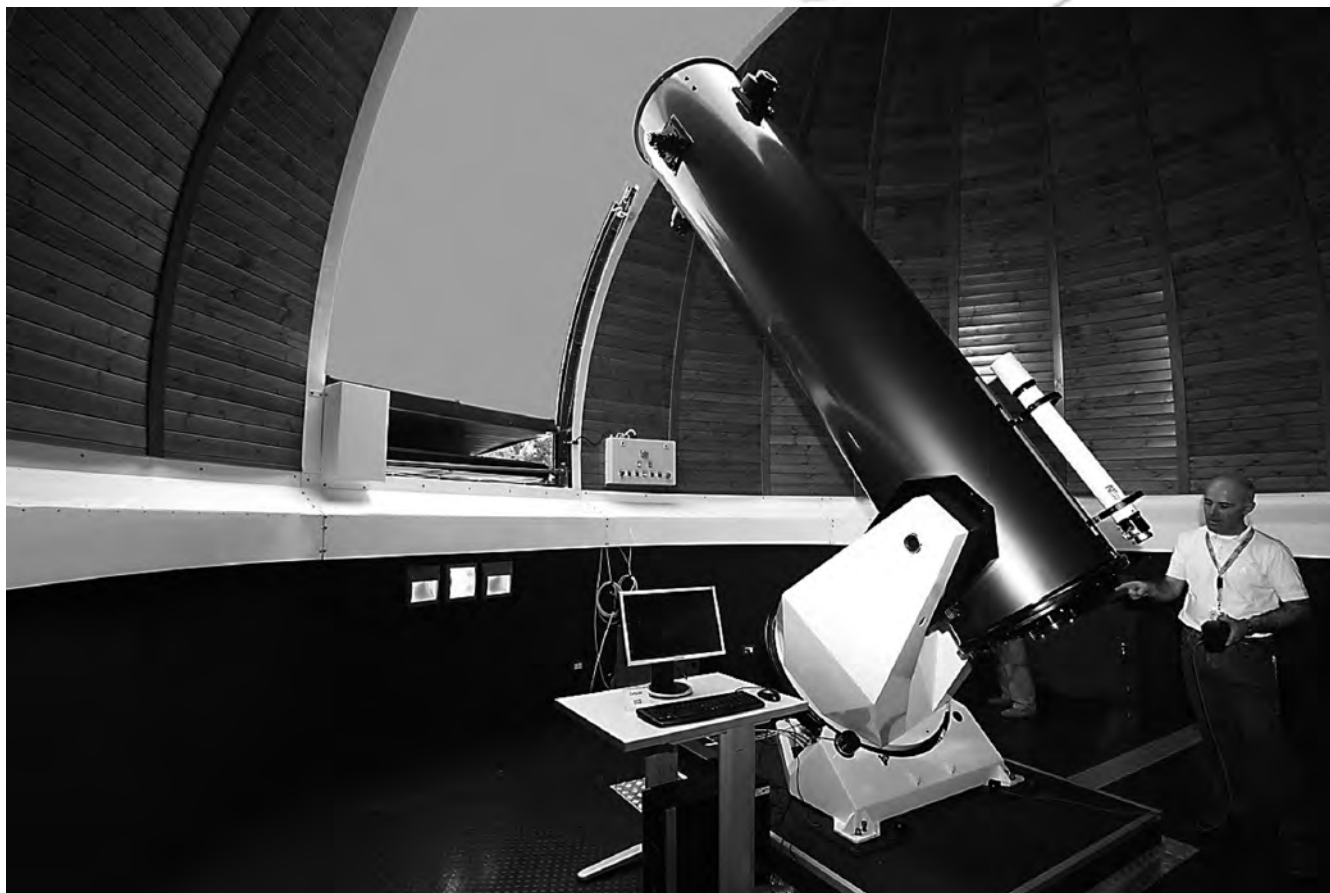
Non sono poche le corrispondenze tra le più recenti teorie relative all'andamento dei cicli solari e il comportamento considerato anomalo

(perlomeno relativamente a quelli precedenti) di quello in corso, al punto che ci si potrebbe sentire autorizzati ad aver individuato una possibile chiave di lettura per spiegare quanto sta avvenendo di questi tempi sul Sole. Non si deve però dimenticare che si tratta di risultati legati a una ricerca in continua evoluzione e come tali passibili di conferme o smentite possibili anche in tempi molto brevi. Come fa notare Sergio Cortesi nel citato articolo su «Meridiana», fare previsioni oggi sulla possibile evoluzione del Ciclo 24 è quanto meno prematuro e sarà meglio riparlare tra qualche anno. Ci sono forse degli indizi, che abbiamo voluto presentare, ma in quanto tali non sono prove.

Nel frattempo c'è chi approfitta di questa fase di minimo prolungato per studiare le proprietà del campo magnetico in condizioni di «Sole quieto», cioè alla larga dalle Regioni Attive. Vista la reticenza con la quale si mostrano di questi tempi, saranno certo contenti questi ricercatori (che operano soprattutto nel campo della spettropolarimetria solare). A tutti gli altri la consolazione di poter forse raccontare un giorno ai propri discendenti di aver vissuto e seguito da vicino un momento forse «storico» della vita della nostra stella: uno di quei minimi prolungati che in passato si sono già presentati e sono durati anche parecchio (ad esempio il famoso minimo di Maunder, tra il 1645 e il 1710). Forse non sarà questo il caso. O forse sì, ma nessuno può dirlo finora.



# 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

Le migliori prove degli sbarchi

# Siamo andati

5. parte

# sulla Luna?

Paolo Attivissimo

Sapreste dimostrare a un dubbioso che siamo davvero andati sulla Luna fra il 1969 e il 1972? Ecco una miniguia per rispondere a questa perplessità che fa capolino spesso negli incontri pubblici degli astrofili.

## La documentazione

Il programma lunare statunitense generò una quantità smisurata di manuali tecnici, schemi di progetto, articoli scientifici, checklist, procedure, misurazioni, bilanci, contratti, ordini d'acquisto, rapporti d'ispezione, cartelle esplicative per la stampa, telemetrie, resoconti di missione, referti medici, analisi di campioni, registrazioni e trascrizioni integrali delle comunicazioni radio, e molto altro ancora.

Le sei missioni lunari Apollo realizzarono oltre 6.500 fotografie e decine di ore di riprese TV e filmati a colori sul suolo lunare. Le foto integrali sono disponibili in altissima risoluzione nei siti The Project Apollo Archive e The Gateway to Astronaut Photography of Earth. La cronologia completa delle escursioni, con le trascrizioni commentate di ogni singola frase pronunciata, foto scattata e azione effettuata sulla Luna è consultabile nell'Apollo Lunar Surface Journal.

Tutto questo materiale è pubblicamente disponibile da sempre a chiunque su semplice richiesta e da alcuni anni è anche liberamente scaricabile da Internet o acquistabile su supporto digitale o in volumi cartacei. Viene studiato da 40 anni dai migliori specialisti di tutto il mondo e oggi viene analizzato con tecniche che non esistevano all'epoca e contro le quali non era quindi possibile premunirsi fabbrican-



Figura 1.

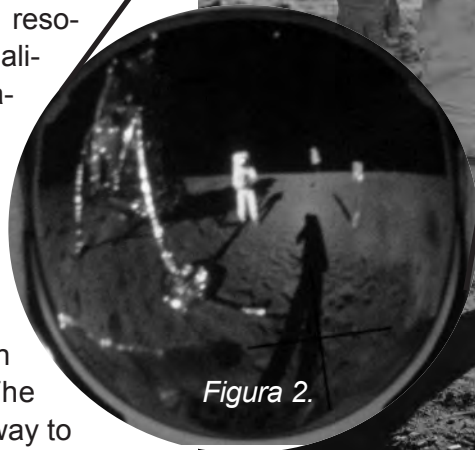


Figura 2.

do un falso su misura. Risulta coerente e senza contraddizioni, salvo gli inevitabili refusi ed errori minori di qualunque grande progetto. Se questa massa di dati fosse fasulla, gli esperti mondiali se ne sarebbero accorti.

Le fotografie sono un ottimo esempio della difficoltà di un'ipotetica falsificazione. Nell'immagine della Figura 1, proveniente dalla missione Apollo 11, la visiera riflette il paesag-

gio circostante. Ingrandendo, rovesciando per togliere l'effetto speculare e rimuovendo digitalmente la dominante dorata si ottiene la Figura 2, dove emerge un puntino azzurro nel cielo nero: è la Terra. I calcoli astronomici confermano che sta proprio nella posizione del cielo lunare, visto dal luogo dello sbarco e rivolgendosi nella direzione dell'astronauta fotografato, in cui si trovava fra il 20 e il 21 luglio 1969. Quanto sarebbe stato difficile creare una messinscena tenendo traccia di dettagli simili?

#### **La verifica incrociata: il ritardo radio**

Le registrazioni delle comunicazioni radio delle missioni lunari includono l'eco della voce del Controllo Missione sulla Terra, che arrivava nelle cuffie degli astronauti e veniva captata dai loro microfoni e quindi ritrasmessa a Terra. Per la missione Apollo 11 (quella del primo sbarco) questo ritardo è di circa 2,6 secondi e implica quindi una distanza Terra-Luna di circa 393 mila chilometri. Ma questa distanza varia mensilmente da 363.100 a 405.700 chilometri, variando di conseguenza il ritardo radio. Quanto distava la Luna il 21 luglio 1969? Ce lo dicono i calcoli degli astronomi: 393.300 chilometri. Il ritardo radio presente da 40 anni nella documentazione sonora della NASA, insomma, è proprio quello giusto.

Per l'Apollo 17, che rimase sulla Luna per più giorni, il ritardo registrato varia in modo esattamente corrispondente al variare della distanza Terra-Luna in quel periodo (*Echoes from the Moon*, di Luca Girlanda, in «American Journal of Physics», settembre 2009). Se si trattasse di un falso, sarebbe incredibilmente ben fatto.

#### **L'omertà perfetta**

Nei quattro decenni ormai trascorsi, non uno dei circa 400 mila tecnici delle varie aziende aerospaziali coinvolte ha mai spifferato qualcosa, neanche per sbaglio, durante un momento di ubriachezza molesta o in punto di morte. Nessuno ha mai fatto trapelare un dossier o una foto che rivelasse la messinscena. Va ricordato che questi omertosisimi tecnici non erano persone anonime e non erano militari, ma civili, poco avvezzi a mantenere i segreti. I loro nomi e cognomi sono pubblici. Molti sono ancora vivi e ben disposti a parlare delle proprie esperienze con inesauribile dovizia di dettagli tecnici. Ma nessuno di loro vuota il sacco.

#### **Il silenzio dei Sovietici**

Con il progetto N1-L3 i Sovietici tentarono segretamente di sbarcare sulla Luna prima degli Americani, ma l'impresa fallì e fu messa a tacere: un'umiliazione cocente e costosissima. Quindi, se l'Unione Sovietica avesse scoperto che l'impresa americana era un falso (e aveva la tecnologia e le spie per farlo), avrebbe avuto ottime ragioni per rivelarlo al mondo e sbugiardare pubblicamente il proprio rivale. Invece non lo fece. Anzi, con un gesto senza precedenti, la televisione di Stato sovietica annunciò lo sbarco americano pressoché immediatamente e trasmise brani della diretta lunare dell'Apollo 11.

#### **Due mezze prove: rocce e specchi**

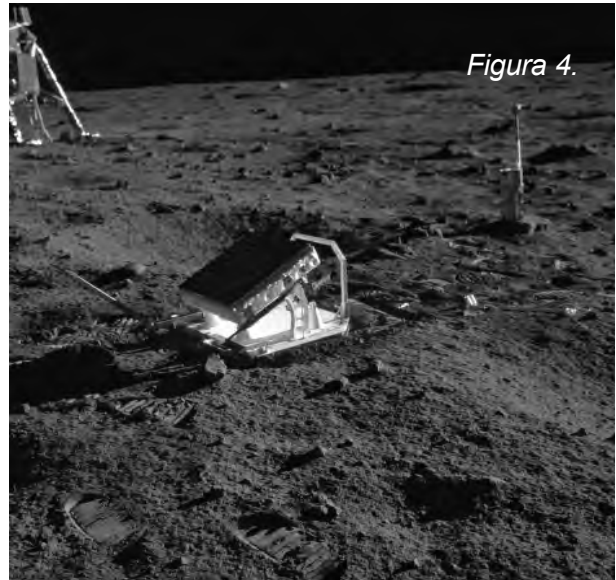
Le missioni Apollo riportarono sulla Terra oltre 2.000 campioni di roccia lunare. Gli esami effettuati dai geologi di tutto il mondo nel corso



*Figura 3.*

di 40 anni confermano che si tratta di reperti non terrestri e non meteorici.

Ma anche le missioni sovietiche automatiche Luna 16, 20 e 24 (1970-1976), mostrate nella Figura 3, riportarono sulla Terra campioni di Luna, per cui si potrebbe obiettare che le rocce dimostrano che gli Stati Uniti mandarono dei veicoli sulla Luna ma non sono una prova inoppugnabile dello sbarco di astronauti. Tuttavia i campioni lunari russi ammontano in tutto a meno di 500 grammi, contro i quasi 400 chili di quelli statunitensi. Quindi la NASA era capace di far arrivare sulla Luna e di riportare a casa un carico considerevole: anche 110 chili di rocce in una sola volta, come nel caso dell'Apollo 17. Se la NASA era in grado di riportare dalla Luna oltre un quintale di reperti, è plausibile che fosse anche in grado di farlo con almeno un astronauta. E, mentre le «rocce» sovietiche sono in realtà granelli di qualche millimetro, poco differenziati e provenienti dagli strati superficiali, quelle americane pesano fino a 11 chili l'una, provengono anche dal sottosuolo (fino a 3 metri di profondità) e sono molto varie: un segno che furono scelte e raccolte in punti differenti, effettuando anche trivellazioni e carotaggi. Farlo con la rudimentale tecnologia robotica degli Anni Sessanta sarebbe stato



*Figura 4.*

impensabile. La qualità, la massa, la provenienza e la selezione delle rocce lunari statunitensi dimostrano che furono scelte e raccolte dalla mano dell'uomo. Le rocce sono un elemento di prova anche in un altro senso: quelle sovietiche sono geologicamente uguali a quelle americane e quindi le autenticano.

Le missioni Apollo 11, 14 e 15 collocarono sulla Luna dei retroriflettori, mostrati nella Figura 4, che è tuttora possibile colpire da Terra con un raggio laser puntato su coordinate molto precise, ottenendone un riflesso rilevabile. Spesso questi retroriflettori vengono citati come prova delle missioni lunari umane, ma è inesatto. Infatti anche i Sovietici fecero altrettanto con le sonde automatiche Luna 17 e 21 (1970-1973).

#### **Le foto di oggetti e veicoli sulla Luna**

Nel 2009 la sonda Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) ha fotografato più volte i siti degli allunaggi da 50 chilometri di altezza e vi ha trovato i veicoli Apollo, gli stru-

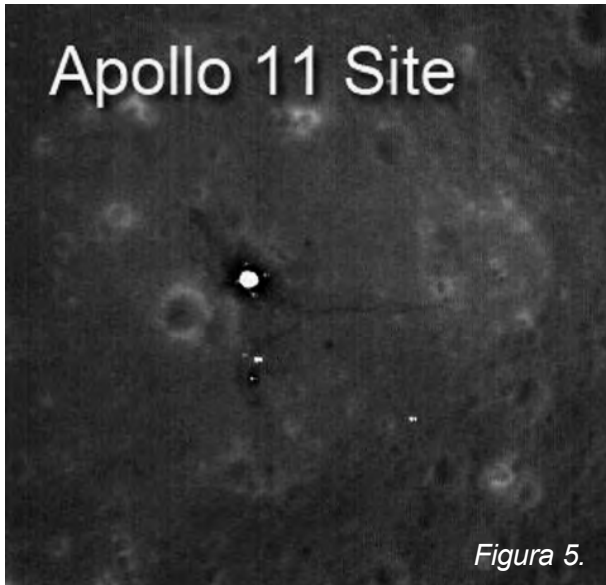


Figura 5.

menti e anche le tracce delle impronte degli astronauti, esattamente nei luoghi indicati 40 anni fa. La Figura 5 mostra la base del modulo lunare dell'Apollo 11: è la macchia bianca più grande, accompagnata dai quattro puntini delle zampe. Gli altri punti chiari sono gli strumenti collocati sulla Luna. Le sottili linee scure irregolari sono le orme degli astronauti: sulla Luna non c'è vento o pioggia che possa cancellarle, per cui sono ancora lì. Immagini analoghe esistono per gli altri cinque sbarchi lunari. Confrontando le foto dell'LRO con la mappa dell'escursione pubblicata nel 1969 dalla NASA, illustrata nella Figura 6, risulta che gli oggetti e i dettagli del terreno osservati oggi sono proprio nelle posizioni dichiarate 40 anni fa.

Si potrebbe obiettare che l'LRO è una sonda statunitense e che quindi non ci si può fidare. Ma significherebbe allargare a dismi-

sura i partecipanti all'omertoso complotto, includendo anche gli specialisti di oggi e falsificando le immagini di nascosto ogni volta che la sonda sorvola i luoghi dei sei allunaggi, tenendo conto in ciascun caso della diversa angolazione del Sole.

E' anche vero che queste immagini mostrano i veicoli, non gli astronauti. Ma chiediamoci quanto sarebbe stato complicato mandare sulla Luna un robotino per tracciare finte impronte di astronauti, seguendo un percorso da duplicare esattamente nei resoconti di missione, nelle foto, nelle dirette TV e nelle riprese cinematografiche... e fare tutto questo sei volte. Il ridicolo è dietro l'angolo.

### Kàguya, altimetria indipendente

Il veicolo spaziale automatico giapponese Kàguya/Selene ha trascorso 20 mesi in orbita intorno alla Luna, fino al 2009, usando un altimetro laser per generare mappe digitali

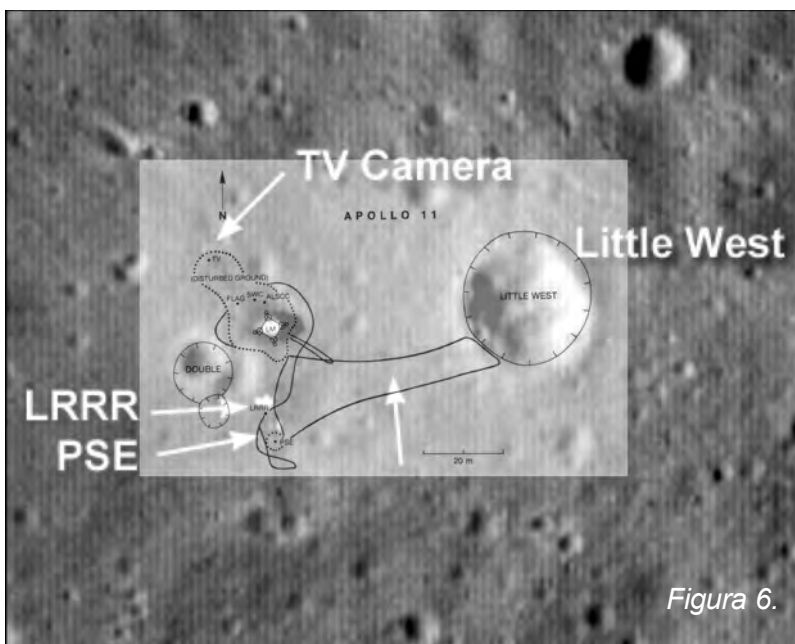
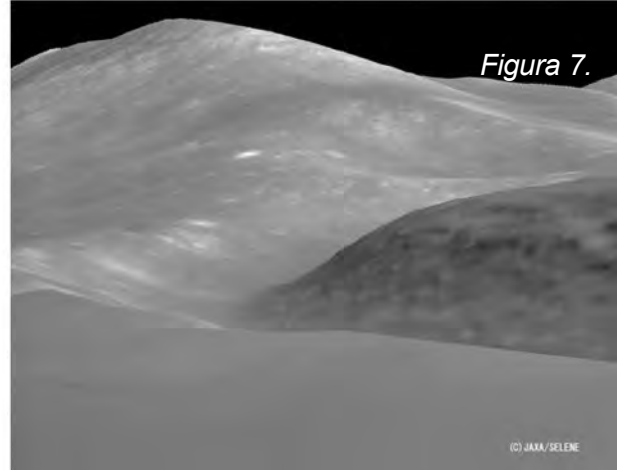


Figura 6.



tridimensionali molto accurate della superficie lunare. Le immagini riprese dalla fotocamera installata sulla sonda, combinate con queste mappe in rilievo, producono viste virtuali della geografia lunare reale da qualunque angolazione.

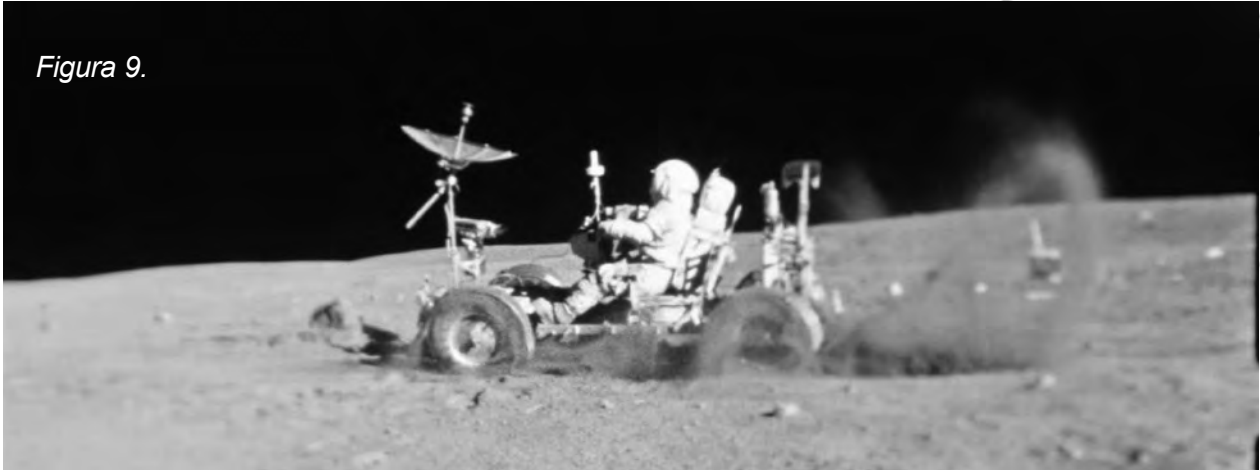
La Figura 7 mostra una di queste viste (a destra), presa dall'esatta angolazione dalla quale gli astronauti dell'Apollo 15 scattarono una serie di fotografie nel luglio del 1971 (a sinistra). L'oggetto a sinistra nella fotografia

Apollo è una parte dell'auto elettrica lunare. Le altre foto della sequenza includono anche l'astronauta David Scott che vi sta lavorando, come mostrato nella Figura 8.

In altre parole, nel 1971 la NASA pubblicò foto che mostravano le montagne lunari viste dal suolo e che corrispondono esattamente a quello che rileva oggi nello stesso punto una sonda giapponese e includono un astronauta.







*Figura 9.*

### **La polvere parabolica**

Sulla Terra la polvere sollevata, per esempio dalle ruote di un'auto, resta sospesa nell'aria formando nubi, volute e scie. Invece nelle riprese dell'auto lunare la polvere ricade bruscamente al suolo, tracciando un arco parabolico, come mostra la Figura 9, perché sulla Luna non c'è aria che ne freni la caduta e la tenga sospesa. Quindi queste riprese devono essere state effettuate nel vuoto.

Il fenomeno si nota anche quando gli astronauti camminano: i loro piedi producono un ventaglio di granelli che ricadono di colpo al suolo e nelle riprese in controluce creano un vistoso riflesso momentaneo. Come sarebbe stato possibile ottenere ripetutamente un comportamento del genere con gli effetti speciali dell'epoca?

Quando il modulo lunare sta per toccare il suolo, si vede che la polvere schizza via orizzontalmente, spinta dal getto del motore, e



*Figura 10.*



Figura 11.

forma una cortina che offusca la visuale. Non appena il motore si spegne, la corsa della polvere cessa di colpo, senza formare volute o sbuffi.

Confrontiamo questi filmati con il massimo degli effetti speciali dell'epoca: il film *2001: Odissea nello spazio* del regista Stanley Kubrick, spesso citato come presunto autore dei falsi filmati lunari. La sequenza di allunaggio nel film è clamorosamente sbagliata. Nella Figura 10 la polvere forma volute e rimane in sospensione: un segno che la ripresa non fu effettuata nel vuoto, ma in presenza d'aria. Se questo era il massimo ottenibile con gli effetti speciali degli Anni Sessanta, come avrebbe fatto la NASA a falsificare le riprese lunari?

### Le dimensioni del presunto set

Molte foto furono scattate in sequenza dallo stesso punto, per cui formano vaste panoramiche come quella della Figura 11, tratta dalla missione Apollo 11. Inoltre ci sono

riprese della cinepresa a bordo dell'auto lunare che durano decine di minuti senza interruzioni e mostrano il paesaggio circostante che scorre tutt'intorno e sotto le ruote del veicolo. Per ottenere questi risultati con gli effetti speciali sarebbe stato necessario un set cinematografico di dimensioni enormi.

Ci sono anche sequenze video come quella della Figura 12, relativa all'Apollo 16, in cui gli astronauti si allontanano dalla telecamera senza mai arrivare in fondo all'ipotetico set cinematografico. E' davvero difficile immaginare un set segreto e sotto vuoto spinto nel quale si potesse fare una camminata così lunga.

### L'andatura lunare

C'è chi ipotizza che l'andatura caratteristica degli astronauti sulla Luna fu realizzata usando dei cavi e il rallentatore. Nel 2008 la popolare trasmissione statunitense *Mythbusters* mise alla prova quest'ipotesi, rivelando differenze grossolane fra le immagini lunari e



Figura 12.

l'effetto ottenuto con cavi e rallentatore. Infatti i cavi riducono l'effetto della gravità sull'astronauta fasullo, ma non sugli oggetti che ha addosso. Questi oggetti, quindi, oscillano sotto l'effetto pieno della gravità normale, rivelando il trucco. Il rallentatore, invece, rallenta tutti i movimenti, mentre le riprese lunari mostrano gesti rapidi degli astronauti durante la loro lenta andatura. Ottenere quest'effetto tramite rallentatore avrebbe richiesto che gli astronauti compissero gesti a velocità impossibili, in modo che una volta rallentati sembrassero realizzati a velocità normale.

C'è un solo modo per ottenere la camminata fluida e l'oscillazione lenta degli oggetti portati dall'astronauta che vediamo nelle immagini delle missioni lunari: volare su un aereo speciale che traccia archi parabolici, durante i quali in cabina si ottiene a tutti gli effetti un sesto di gravità, proprio come sulla Luna. Questo è infatti il metodo usato tuttora dagli astronauti per il proprio addestramento. Mythbusters effettuò voli di questo tipo, mostrati nella Figura 13, ottenendo un'andatura identica a quella delle immagini delle missioni lunari. Non sarebbe stato possibile usare questo metodo per realizzare finte riprese lunari negli Anni Sessanta, perché produce gravità ridotta per pochi secondi e nello spazio ristretto di una cabina, mentre le riprese Apollo sono sequenze di decine di minuti in spazi molto ampi.

Riprendere sott'acqua, calibrando opportunamente la galleggibilità di ogni oggetto trasportato, avrebbe potuto produrre un effetto



credibile. Ma sott'acqua non sarebbe stato possibile ottenere la traiettoria parabolica della polvere che si vede nelle riprese lunari, perché i granelli sarebbero rimasti in sospensione, formando pigre volute e tradendo il trucco.

Il problema della falsificazione delle riprese lunari, infatti, non è ottenere un singolo effetto, ma ottenerli tutti insieme contemporaneamente e per lunghissime sequenze ininterrotte, che oltretutto devono essere perfettamente coerenti fra loro. L'unico modo per ottenere quello che si vede nelle riprese lunari, insomma, è andare davvero sulla Luna. E, se le riprese sono autentiche, è autentico tutto il resto.

Alla luce di questi fatti, non si può che concludere che quello che dicono spesso i «lunacomplottisti» a proposito degli sbarchi sulla Luna in un certo senso è vero: nel 1969 l'impresa era davvero tecnicamente impossibile. L'impresa di falsificarli, beninteso.

(5 - continua)

La disciplina che studia l'aspetto superficiale del Pianeta Rosso. E che ha molto da dire

# Geomorfologia marziana

Cristian Scapozza

## La geomorfologia

Spesso confusa con la geologia, la geomorfologia è la disciplina delle scienze della Terra che si occupa dello studio delle forme del rilievo della superficie terrestre. Un geomorfologo studia la genesi e l'evoluzione delle strutture, delle forme e dei paesaggi che compongono la superficie terrestre, che di norma si sono formati, per quel che concerne la nostra regione, durante gli ultimi milioni di anni della storia della Terra. Si può quindi definire un geomorfologo come un geologo della «superficie» e del «presente».

Nonostante il termine «geomorfologia» presenti il prefisso greco «geo-», che si riferisce alla Terra, il suo campo di studio non si limita solo al nostro pianeta, ma è stato allargato a pressoché tutti i corpi celesti solidi del Sistema Solare. È infatti la regola, al giorno d'oggi, arricchire i manuali di geomorfologia con dei capitoli che trattano di geomorfologia extraterrestre e che si focalizzano principalmente sulla Luna e su Marte<sup>1</sup>.

Data la mia formazione di geomorfologo alpino, ho pensato che potesse essere interessante presentare alcuni esempi di geomorfologia glaciale e periglaciale marziana. Da una parte per mostrare la visione che ha un geomorfologo sulla questione della presenza di ghiaccio sul Pianeta Rosso (sotto forma di ghiacciai e di permafrost), dall'altra per fare anche un po' di pubblicità alla geomorfologia e alle scienze della Terra in generale che, per il fatto di occuparsi del mesoscopico (la struttura e la superficie dei pianeti), sono spesso viste dagli appassionati del cosmo come discipline di minore importanza rispetto alle scienze del microscopico (come la fisica nucleare) o del macroscopico (come l'astrofisica).

## Le forme del rilievo marziano

Lo studio delle forme del rilievo marziano è possibile solamente grazie a osservazioni effettuate dalla Terra, in particolare dalla sua orbita, o da sonde spaziali. Dalle prime 21 immagini inviate dalla sonda Mariner 4 il 14 e 15 agosto 1965, coprenti solo l'1 per cento della superficie del pianeta, fino alla recente missione Phoenix, i geomorfologi si sono concentrati sullo studio della morfologia marziana, in particolare per trovare degli indizi della presenza passata o attuale di acqua sulla superficie del pianeta.

Uno degli elementi morfologici più comuni di un corpo celeste solido sono i crateri di impatto. Ma certi crateri di impatto marziani presentano una morfologia molto particolare che non è stata osservata altrove nel Sistema Solare. Se



*Figura 1 - Il cratere Yuty, di 18 chilometri di diametro, situato a 22° Nord di latitudine e 34° E di longitudine, qui fotografato dal Viking Orbiter. Si noti la forma lobata dei detriti eiettati.  
(Cortesia: NASA).*

prendiamo per esempio il cratere Yuty (Figura 1), possiamo vedere come i materiali eiettati formano dei lobi invece di diminuire progressivamente di spessore, come avrebbe dovuto essere il caso in presenza di rocce frantumate in sospensione in una tenue atmosfera o nel vuoto. La presenza di questi lobi si spiega solamente con una fluidificazione dei detriti rocciosi, che avevano quindi la consistenza di una colata di fango. Ci doveva quindi essere un'importante proporzione di ghiaccio nel sottosuolo (il cosiddetto permafrost<sup>2</sup>), che si è fuso grazie al calore generato dall'impatto. Tenendo conto che quando un meteorite cade al suolo forma un cratere di profondità uguale a 1/5 del diametro e che non tutti i crateri di impatto marziani presentano questi lobi dovuti alla fusione del ghiaccio del permafrost, è stato possibile misurare in più punti del pianeta la profondità del tetto dello strato gelato in permanenza, vale a dire la profondità sotto la quale c'è abbastanza ghiaccio da fluidificare i detriti eiettati dal cratere. Queste osservazioni hanno permesso di stabilire che il ghiaccio del permafrost è quasi affiorante nelle alte latitudini e che esso è presente a partire da una profondità di 300-400 metri nelle zone equatoriali.

Altri indizi morfologici, come dei paleoalvei fluviali, delle tracce di antichi argini o dei depositi sedimentari che sembrerebbero di origine fluviale, permettono di supporre che su Marte ci sia stata un'importante attività idrologica, legata quindi alla presenza di acqua allo stato liquido. Alcuni ricercatori hanno anche ipotizzato la presenza di antichi laghi o addirittura di un oceano che avrebbe ricoperto buona parte dell'emisfero nord del pianeta. Se la presenza di valli flu-

viali lascia pochi dubbi sull'esistenza, nel passato, di acqua allo stato liquido sulla superficie del pianeta, probabilmente dovuta alla fusione di ghiacciai o di suoli gelati (permafrost) a seguito dell'attività vulcanica o dell'impatto di meteoriti, la situazione è assai diversa al giorno d'oggi.

La presenza attuale di acqua allo stato solido sul pianeta è stata provata grazie alle sonde Mars Odyssey e Mars Reconnaissance Orbiter e soprattutto dal robot Phoenix. L'esistenza di acqua allo stato liquido sembra al contrario molto improbabile. In questo contesto, aveva fatto notizia nel 2006 la scoperta della presenza di acqua liquida sulla superficie marziana da parte di alcuni ricercatori della NASA, poi pubblicata sulla rivista «Science»<sup>3</sup>. Analizzando delle immagini fornite dalla sonda Mars Global Surveyor, gli scienziati avevano scoperto la formazione recente di alcuni canali (*gullies*) generatisi grazie a dei flussi detritici (Figura 2). Ma l'analisi morfologica ha permesso di confermare che la presenza di acqua non era necessaria per la formazione di queste forme di

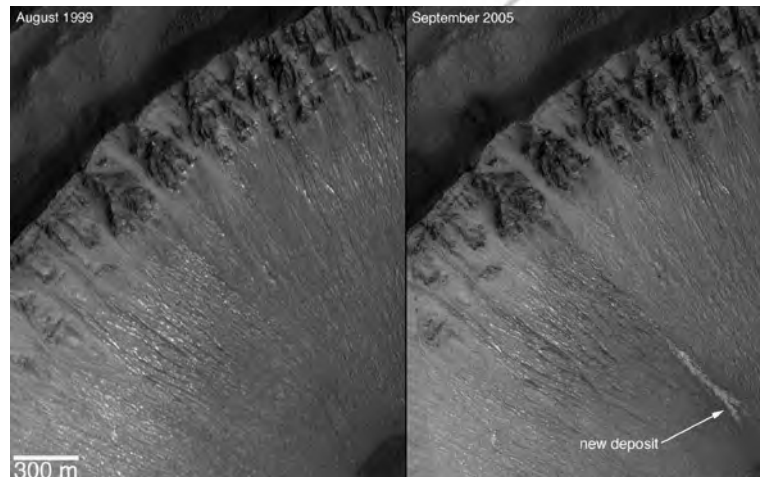
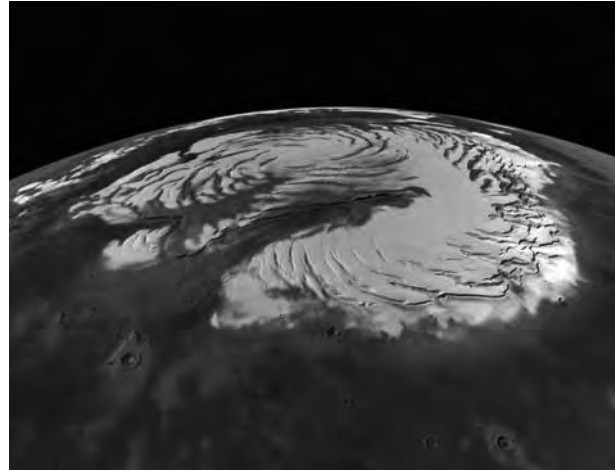


Figura 2 - Una colata di detriti secca nella parte interna di un cratere nella regione dei Monti Centauri, ripresa dal Mars Global Surveyor. (Cortesia: NASA).



*Figura 3 - Colate di detriti (parzialmente) secche su falde di detrito della parte destra della Val Malvaglia. (Cortesia: C. Scapozza)*



*Figura 4 - La calotta polare boreale marziana ripresa dal Mars Global Surveyor. (Cortesia: NASA).*

erosione e dei depositi che si trovano più a valle. È infatti probabile che queste formazioni siano dovute a colate di detriti secche, che sono colate rapide di detriti senza la presenza di un fluido interstiziale liquido. Queste colate secche sono tipiche, sulla Terra, delle regioni aride, artiche e alpine. Nelle Alpi, queste colate secche si trovano il più sovente nelle falde di detrito della zona periglaciale, che si situa generalmente sopra i 2.000 metri di altitudine. I materiali vengono di norma dislocati per l'azione dei cicli di gelo/disgelo e scivolano a valle per gravità in pendii di inclinazione superiore a 30-33° sotto l'effetto del loro stesso peso (Figura 3).

### **Geomorfologia glaciale e periglaciale**

La più spettacolare manifestazione di presenza di acqua allo stato solido sul pianeta Marte è l'esistenza di due calotte polari (Figura 4). Queste calotte di ghiaccio sono state osservate per la prima volta già alla metà del XVII secolo dagli astronomi Gian Domenico Cassini e

Christiaan Huygens. Queste calotte di ghiaccio presentano una parte residuale, che si mantiene tutta l'estate, e una parte stagionale, che ricopre la prima a partire dall'autunno. Tenendo conto dell'inclinazione dell'asse marziano di circa 25°, la dinamica delle due calotte polari non è uguale, in quanto il contrasto stagionale è più marcato nell'emisfero australe, come avviene anche sulla Terra. La calotta polare residuale australe (di 300 chilometri di diametro) è circa tre volte più piccola della calotta polare residuale boreale (di 1.000 chilometri di diametro). Se si tiene conto anche della calotta stagionale, però, la calotta centrata sul Polo Sud del pianeta è più grande. Lo spessore massimo delle calotte residuali può superare i 3 chilometri.

La forma a spirale della superficie delle calotte polari è dovuta alla formazione di valli, chiamate Chasmata. Queste valli, secondo uno studio pubblicato sulla rivista «Geology» nell'aprile del 2004<sup>4</sup>, non sarebbero dovute semplicemente all'erosione eolica (dovuta al vento) e allo scorrimento del ghiaccio, ma si formerebbe-

ro grazie alla fusione del ghiaccio delle calotte polari durante la primavera e l'estate marziana, quando la calotta stagionale si scioglie completamente. La loro forma a spirale è dovuta alla forza di Coriolis, che è causata dalla rotazione del pianeta e che devia i flussi di acqua di fusione. Le valli formano quindi una spirale in senso orario al Polo Sud e in senso antiorario al Polo Nord.

Al di fuori delle calotte polari, la presenza di accumuli di ghiaccio sulla superficie del pianeta è oggi assai rara. Questo non doveva essere il caso nel passato: uno studio pubblicato nel 2008 sul «Journal of Geophysical Research»<sup>5</sup> ha interpretato alcune formazioni lobate scoperte nella parte settentrionale delle Kasei Valles e nella regione dei Tartarus Colles come dei depositi di origine glaciale. Di età minima stimata a 1 miliardo di anni, queste formazioni si ritrovano sotto i 30° di latitudine, quindi praticamente nella regione intertropicale del Pianeta Rosso. Se la loro origine glaciale dovesse essere confermata, la loro presenza indicherebbe che anche Marte ha avuto dei periodi glaciali, probabilmente dovuti alla variazione dell'obliquità dell'asse di rotazione del pianeta.

Questi depositi glaciali sarebbero costituiti da frammenti di roccia e da ghiaccio e sono chiamati «morene a cuore di ghiaccio» (*ice-cored moraines*). Sulla Terra i depositi di questo tipo sono tipici dei cosiddetti «ghiacciai freddi», che hanno una temperatura alla loro base inferiore al punto di fusione del ghiaccio (al contrario dei ghiacciai alpini, che per la maggior parte sono di tipo temperato e presentano quindi una temperatura basale al punto di fusione del ghiaccio sotto pressione). Questi ghiacciai freddi sono tipici delle zone circumpolari, come i margini della Groenlandia e le Isole Svalbard. Per tornare a Marte, l'origine glaciale di questi sedimenti è

provata anche dalle forme di erosione glaciale che si trovano sulle pareti delle valli marziane a monte di questi cordoni morenici. Il limite superiore di queste forme di erosione glaciale, detto *trimline*, permette di stimare lo spessore del paleo-ghiacciaio: in un caso (Figura 5), che presenta dei possibili depositi glaciali nella regione di Arabia Terra, il ghiacciaio doveva avere uno spessore di circa 900 metri.

Per quel che concerne la geomorfologia periglaciale marziana, le forme del rilievo più spettacolari sono sicuramente i suoli poligonali (Figura 6). Queste forme, ben conosciute dagli studiosi delle zone polari, sono legate alla successione di cicli di gelo stagionali che contraddistinguono i suoli caratterizzati da permafrost. Al momento del gelo, lo strato gelato si contrae, favorendo l'apparizione di spaccature. Al momento del disgelo della parte superiore del suolo (lo strato attivo del permafrost), l'acqua si infila nelle spaccature e gela in parte a contatto con il tetto del permafrost. La parte di acqua

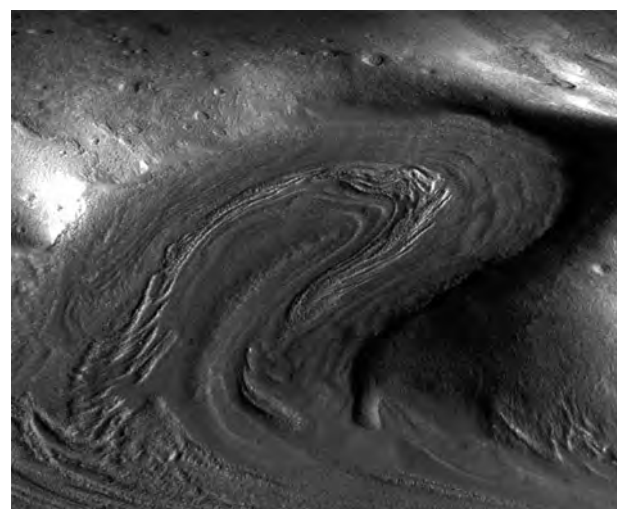
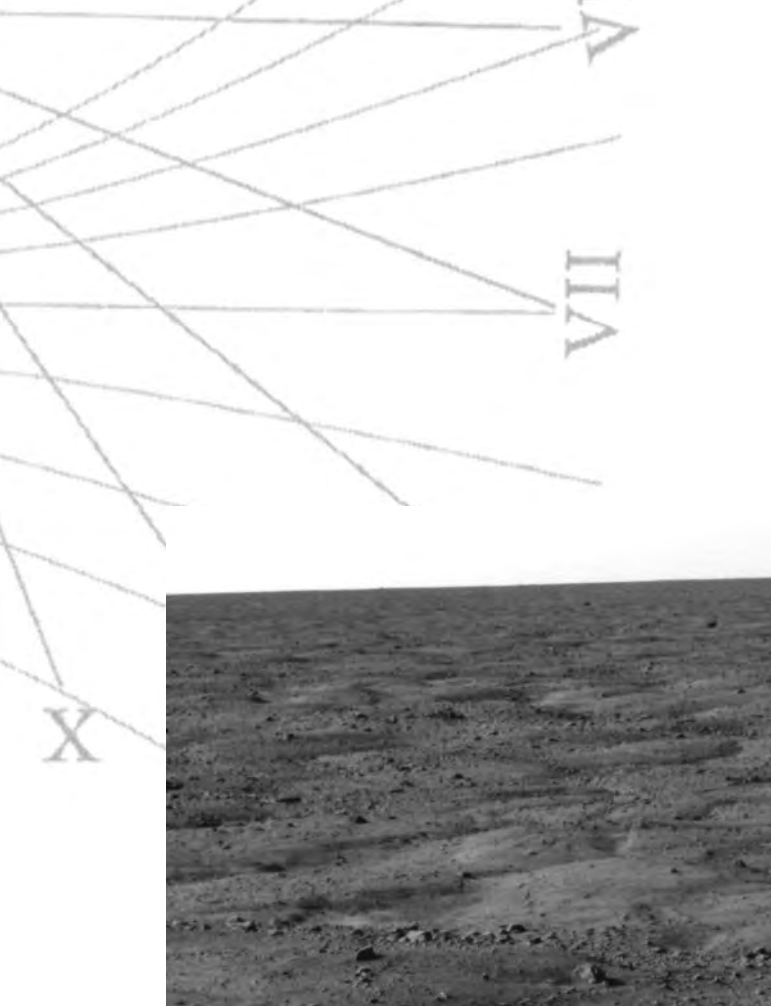


Figura 5 - Possibili depositi glaciali nella regione di Arabia Terra ripresi dal Mars Reconnaissance Orbiter. (Cortesia: NASA).



che rimane allo stato liquido durante l'estate gelerà in autunno-inverno, favorendo l'allargamento della superficie dei poligoni.

Anche in questo caso è stato possibile determinare l'origine di queste forme marziane confrontandole con analoghe manifestazioni terrestri. Questi suoli poligonali sono infatti assai tipici delle zone circumpolari terrestri dell'emisfero boreale, come la regione settentrionale dell'Alaska e del Canada, l'arcipelago delle Svalbard (Figura 7) o il nord della Siberia. Delle forme di questo tipo si possono trovare sporadicamente anche nelle Alpi.

*Sopra a sinistra, figura 6 - Suoli poligonali delle regioni circumpolari dell'emisfero boreale di Marte, ripresi dal Phoenix Mars Lander. (Cortesia: NASA). Sotto, figura 7 - Suoli poligonali nella regione di Longyearbyen (Isole Svalbard). (Cortesia: E. Reynard)*





## Conclusioni

La geomorfologia marziana, detta anche areomorfologia (da «Ares», che in greco significa appunto «Marte»), è quindi una delle scienze che meglio si prestano allo studio del Pianeta Rosso. Per il fatto di essere basata sull'osservazione delle forme di superficie di un pianeta, la geomorfologia permette l'effettuazione di analisi assai dettagliate di un territorio senza necessitare forzatamente di un contatto diretto con la superficie del suolo, cosa che è alquanto rara quando si studia un corpo extraterrestre.

Con questo piccolo contributo mi premeva di presentare anzitutto un'analisi comparativa della geomorfologia marziana sulla base delle forme del rilievo terrestre. In effetti, se si suppone che gli stessi processi geomorfologici che è possibile studiare, quantificare e modellizzare sulla Terra siano presenti anche su Marte, è possibile determinare la genesi delle forme del rilievo marziano per analogia con le forme terrestri. Basandoci su quest'approccio è quindi stato possibile evidenziare la presenza di forme marziane che si possono spiegare solo con l'esistenza permanente di acqua allo stato solido, sia essa sulla superficie del pianeta (calotte polari, ghiacciai) o nel sottosuolo (ghiaccio del permafrost), e con l'esistenza sporadica di acqua allo stato liquido.

## Ringraziamenti

L'autore ringrazia Ivan Fontana per le discussioni e i commenti che hanno sostenuto la redazione di quest'articolo.

## Note

<sup>1</sup> SUMMERFIELD M. (1991). In: *Global Geomorphology*. London, Pearson, 560 p.

<sup>2</sup> BIANCHI R., FLAMINI E. (1977). *Permafrost su Marte*. In: «Memorie della Società Astronomica Italiana», vol. 48, pp. 807-820.

<sup>3</sup> MALIN M.C., EDGETT K.S., POSIOLOVA L.V., MCCOLLEY S.M., NOE DOBREA E.Z. (2006). *Present-day impact cratering rate and contemporary gully activity on Mars*. In: «Science», vol. 314, pp. 1573-1577.

<sup>4</sup> PELLETIER J.D. (2004). *How do spiral troughs form on Mars?* In: «Geology», vol. 32, n. 4, p. 365-367.

<sup>5</sup> HAUBER E., VAN GASSELT S., CHAPMAN M.G., NEUKUM G. (2008). *Geomorphic evidence for former lobate debris aprons at low latitudes on Mars: indicators of the Martian paleoclimate*. In: «Journal of Geophysical Research», vol. 112, articolo E02007.

# Gli anelli di Saturno

Lucia Colognese

Eccoci qui: oggi abbiamo l'occasione di commentare insieme a un astronomo dei nostri giorni l'intervista, da poco ritrovata, a un famoso scienziato del passato che ha realizzato un'impresa molto importante, Gian Domenico Cassini. Iniziamo subito con le presentazioni, allora...

## **Gian Domenico, raccontaci qualcosa su di te e sulla tua scoperta più importante.**

Nel corso della vita ho svolto numerose professioni: sono stato matematico, astronomo, ingegnere, medico e biologo. Fin dall'infanzia ero attratto da tutto quello che mi circondava. Potrei dire dall'universo nella sua totalità. Così ho iniziato a dedicarmi all'astronomia, scienza che mi appassionava sempre di più e che di volta in volta era in grado di stupirmi. Iniziai a dedicarmi allo studio del pianeta Saturno, in particolare ai suoi anelli, e nel 1675 scoprii la divisione più grande, che tuttora è ricordata con il mio nome. Questa è stata senza dubbio una scoperta molto importante, che

sono riuscito a realizzare anche grazie ai famosi astronomi che mi hanno preceduto.

## **Chi sono costoro e che cos'hanno scoperto sul pianeta? E sui suoi anelli?**

Galileo Galilei fu il primo a osservare il pianeta Saturno al telescopio. Nel luglio del 1610, oltre a distinguerne il disco, scorse ai suoi lati due corpi secondari. Il pianeta venne perciò definito «tricorporeo», come possiamo comprendere dalla sua frase «Vidi Saturno esser tricorporeo». Ma la scarsa potenza del suo telescopio non gli permise di distinguerne la forma con chiarezza. Nel 1655 sarà lo scienziato Christian Huygens a notare la loro forma ad anelli.

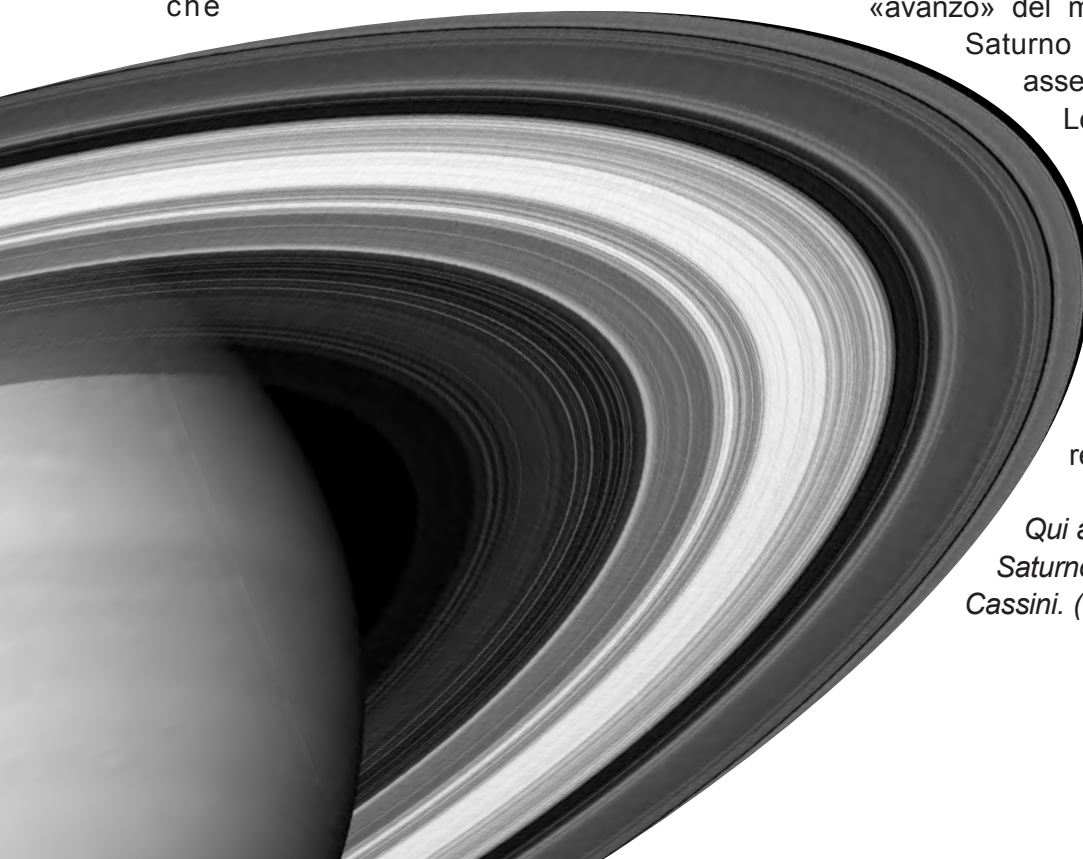
## **Come si sono formati questi anelli?**

L'origine degli anelli è tuttora sconosciuta. Ci sono però due ipotesi principali: che siano il risultato della frantumazione di un satellite di Saturno, che trovandosi troppo vicino al pianeta ha subito una forte attrazione gravitazionale e i suoi detriti non sono quindi più riusciti a ricomporsi, oppure che siano un «avanzo» del materiale da cui si formò

Saturno che non è riuscito ad assemblarsi in un corpo unico.

Le teorie attuali suggeriscono che gli anelli siano instabili e abbiano una vita relativamente breve: in pochi milioni di anni dovrebbero disperdersi o cadere sul pianeta stesso. Questo suggerirebbe un'origine recente degli anelli.

*Qui a sinistra, gli anelli di Saturno. A fronte, Gian Domenico Cassini. (Cortesia: NASA)*



### **Qual è la loro struttura?**

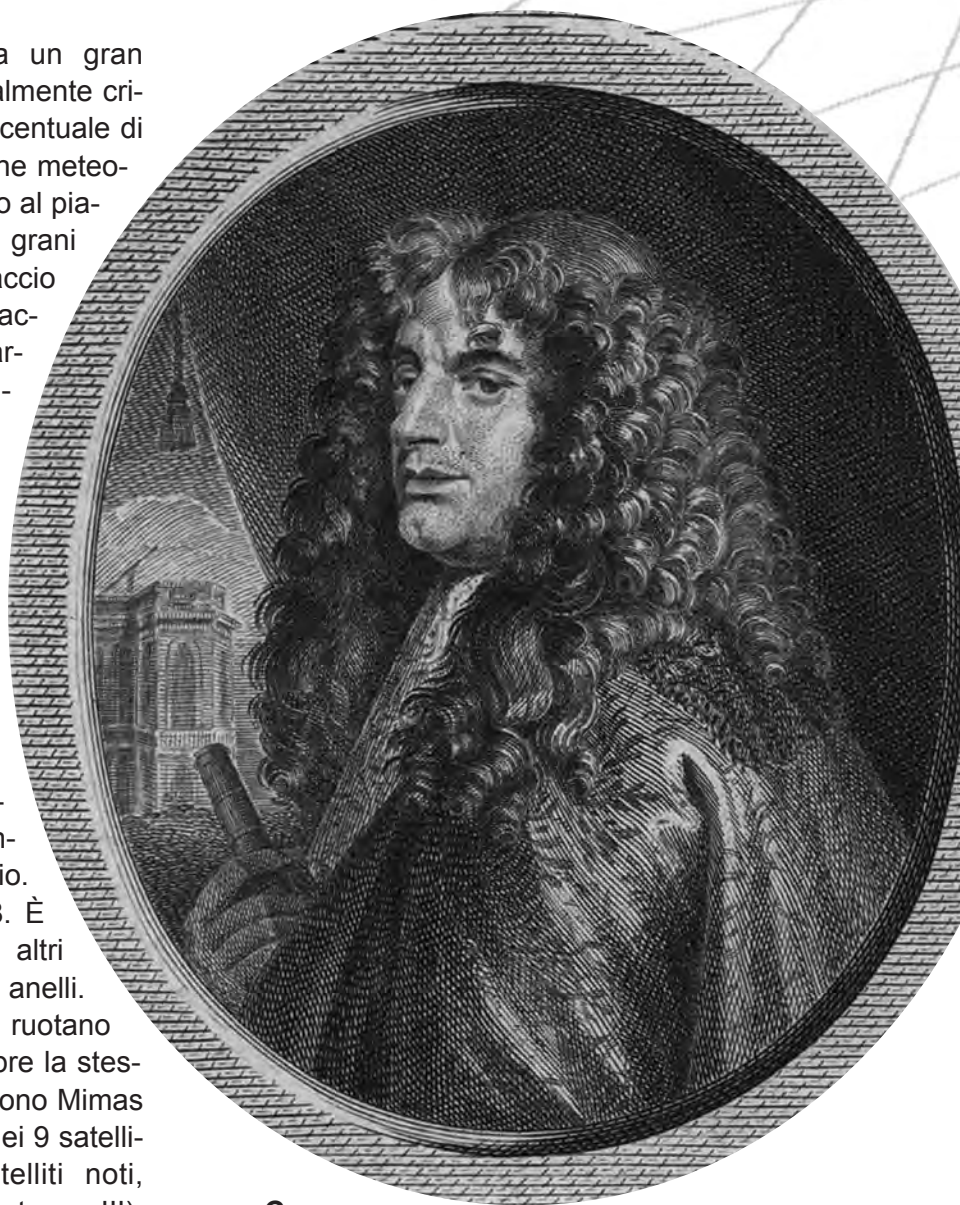
Gli anelli sono costituiti da un gran numero di particelle solide, principalmente cristalli di ghiaccio, con una certa percentuale di silicati e forse grani di ferro di origine meteorica, ciascuno dei quali ruota attorno al pianeta su una propria orbita. Alcuni grani potrebbero essere ricoperti di ghiaccio secco, cioè anidride carbonica ghiacciata. Gli anelli sono composti da particelle di dimensioni variabili da qualche centimetro ad alcuni metri e sono pure probabili corpi grandi alcuni chilometri. Pur essendo larghi in alcuni casi fino a 250 mila chilometri, gli anelli sono straordinariamente sottili: non sono spessi più di 250 metri.

### **Ci sono dei satelliti intorno al pianeta e agli anelli?**

Sì, Saturno è circondato da un gran numero di satelliti che possono essere visti allineati solo quando gli anelli si presentano di taglio. Fino ad oggi se ne conoscono 18. È probabile però che ve ne siano altri nascosti tra le suddivisioni degli anelli. Tutti i satelliti, escluso Phoebe, ruotano intorno a Saturno volgendogli sempre la stessa faccia. I nove satelliti maggiori sono Mimas (Saturno I), il più vicino a Saturno dei 9 satelliti maggiori e il settimo dei satelliti noti, Enceladus (Saturno II), Tethys (Saturno III), Dione (Saturno IV), Rhea (Saturno V), il quattordicesimo satellite noto e il secondo satellite di Saturno come grandezza, Titano (Saturno VI), il più grande, scoperto da Huygens nel 1655, Hyperion (Saturno VII), Iapetus (Saturno VIII) e Phoebe (Saturno IX), il più esterno dei satelliti (ad oggi noti).

### **Come sono suddivisi gli anelli?**

In sette fasce, separate da delle divisioni che sono quasi vuote. L'organizzazione in fasce e divisioni risulta da una complessa dinamica ancora non ben compresa, ma nella quale giocano sicuramente un ruolo i cosiddetti satelliti pastore, lune di Saturno che orbitano





all'interno o subito fuori dell'anello. Si definisce satellite pastore un satellite naturale che con la sua particolare orbita in prossimità di un anello planetario contribuisce a mantenerlo stabile pur modificandone la forma e l'estensione attraverso meccanismi di interazione gravitazionale. Inoltre contribuisce, come si è scoperto dalle osservazioni effettuate dall'orbiter della missione spaziale Cassini-Huygens, alla numerose divisioni possibili all'interno dell'anello. La divisione più grande negli anelli fu scoperta da me nel 1675 ed è chiamata Divisione di Cassini. I diversi anelli sono chiamati anche con le lettere dell'alfabeto. Originariamente la sequenza partiva dal più esterno (A) verso l'interno (B, C eccetera), ma con la scoperta di nuovi anelli sia all'interno sia all'esterno le lettere sono ora piuttosto mescolate.

Cediamo ora la parola all'astronomo che insieme a noi ha seguito il ritrovamento di questa storica intervista, che la commenta alla luce delle conoscenze attuali:

«Il ritrovamento è sicuramente un fatto molto importante per la storia. Mi rimane da aggiungere solo che, in seguito alle scoperte di Galileo e Huygens, altri ricercatori si sono dedicati all'approfondimento della struttura di questo pianeta. È importante ricordare però

che l'esplorazione di Saturno è avvenuta esclusivamente tramite l'ausilio di sonde spaziali prive di equipaggio umano. Infatti, come tutti i giganti gassosi, Saturno non possiede una superficie solida, per cui le sonde che l'hanno visitato non vi sono atterrate, ma hanno effettuato dei sorvoli ravvicinati (*flyby*) del pianeta o sono entrate nella sua orbita, come nel caso della Cassini che è tuttora in orbita intorno al pianeta. La prima sonda a visitare il pianeta è stata la Pioneer 11, nel settembre del 1979: si è occupata anche dello studio degli anelli di Saturno e ha scoperto in particolare la presenza dell'anello F e di materia negli spazi scuri tra gli anelli. L'anello F è uno degli anelli esterni di Saturno: è spesso solo 100 chilometri ed è mantenuto stabile dalla presenza di due satelliti, Prometeo e Pandora, che orbitano in prossimità dell'anello, esternamente e internamente. Le immagini della Cassini indicano che l'anello è formato da molti piccoli anelli attraversati da noduli, che potrebbero essere accumuli di materiale o minutissimi satelliti, con attorno un'altra struttura spiraleggiante».

Bene, grazie di tutto e speriamo in futuro di poter commentare altri ritrovamenti importanti di archeoastronomia.

# Plutone

Silvia Masetti

Quando si parla di universo e corpi celesti le prime immagini che vengono in mente sono quelle di grandi oggetti come galassie lontanissime, enormi buchi neri, stelle gigantesche (basta pensare che il Sole è solo una stella di medie dimensioni). In realtà l'universo è composto anche da piccoli elementi come i frammenti di una cometa o i miniasteroidi. Nel nostro Sistema Solare si trovano miliardi di questi piccoli oggetti, tra cui uno in particolare che ha fatto e fa tuttora parlare parecchio di sé: Plutone, che con un diametro di circa 2 306 chilometri è più piccolo della Luna.

L'ipotesi dell'esistenza di Plutone fu formulata quando gli scienziati si accorsero che l'orbita di Nettuno, scoperto nel 1847, era strana, come se fosse sotto l'effetto gravitazionale di un altro pianeta. Dopo diversi studi, la sua esistenza fu provata dall'astronomo Clyde Tombaugh grazie ad alcune fotografie esaminate con un comparatore a intermittenza per evidenziare eventuali corpi in movimento. Plutone venne chiamato così in onore della divinità romana degli inferi. Inoltre le sue iniziali (PL) sono le stesse di colui che per primo ne ipotizzò l'esistenza: Percival Lowell.

A causa della sua grande distanza dalla Terra, pari in media a circa 5,9 miliardi di chilometri, si conosce ben poco di questo pianeta: le uniche informazioni che si possiedono sono le osservazioni effettuate dall'Hubble Space Telescope, che ha riconosciuto la presenza di zone ricoperte da metano e azoto. Queste sostanze rimangono ghiacciate buona parte dell'anno, per poi evaporare quando il pianeta si avvicina al Sole. La sublimazione dei gas forma una leggera atmosfera composta prevalentemente da

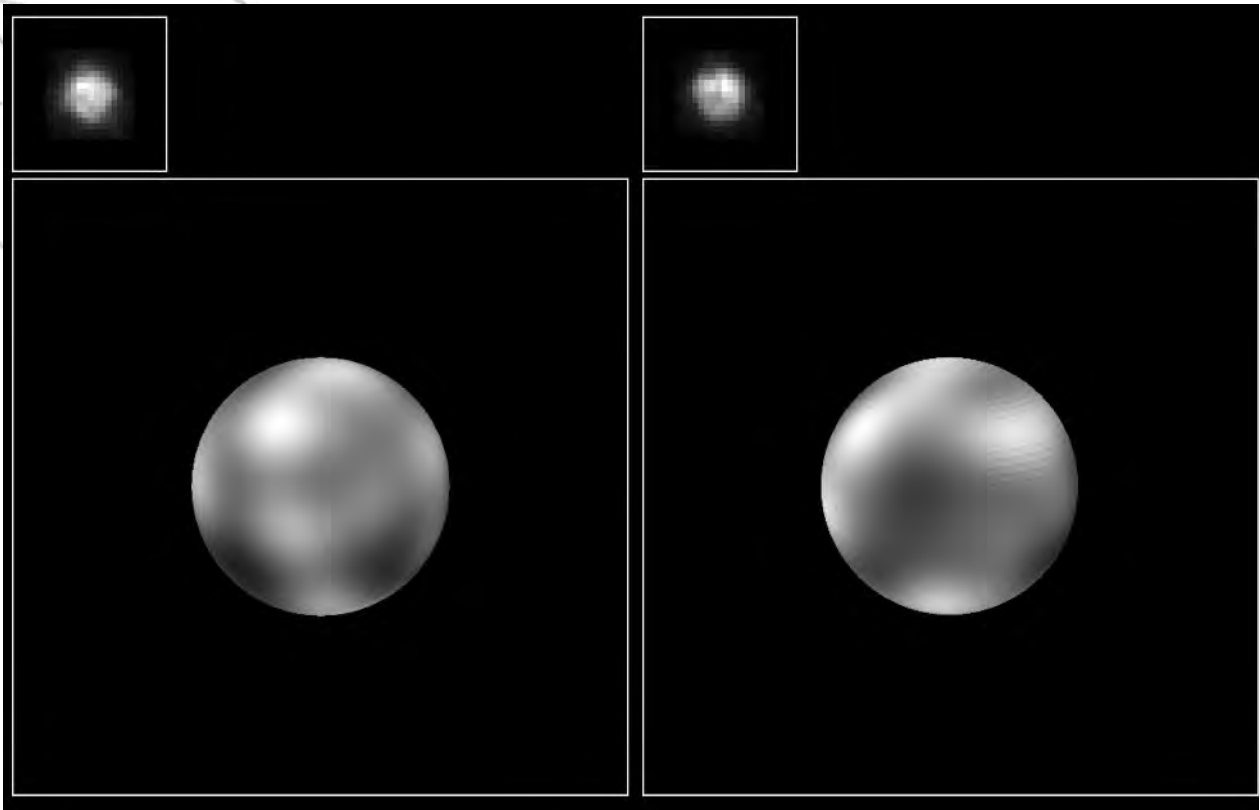
## Non è più un pianeta

La classificazione dei pianeti si è basata per lungo tempo sull'idea che fosse un pianeta tutto ciò che orbitava intorno a una stella e non producesse energia propria. Nel Sistema Solare, tuttavia, ci sono molti piccoli corpi, come asteroidi e comete, che non sono pianeti. Qual è il limite? Per gli scienziati il problema di Plutone sta nella sua classificazione. Fin dalla sua scoperta è sempre stato considerato come un pianeta vero e proprio. Tuttavia nell'agosto del 2006 l'Unione Astronomica Internazionale ha deciso di rivedere le definizioni e Plutone è stato declassato a pianeta nano.

metano gassoso. Si suppone che la parte interna del pianeta sia formata da un nucleo, composto da rocce silicee, e da un mantello di ghiaccio. Purtroppo anche per gli amanti più coraggiosi delle avventure sarebbe impossibile vivere su Plutone, dato che la temperatura media è di circa -235 gradi.

Anche ammesso che sia un pianeta (e non lo è), Plutone non è sempre l'ultimo del nostro Sistema Solare. Infatti, avendo un'orbita fortemente ellittica, quando è in prossimità del perielio si trova a una distanza dal Sole inferiore a quella di Nettuno. Plutone percorre la propria orbita insieme ai suoi tre satelliti naturali: Nix e Idra, scoperti nel 2005, e Caronte, scoperto nel 1978.

Per quanto riguarda l'esplorazione di Plutone, nessuna sonda l'ha mai visitato. Però il 19 gennaio 2006 è stata lanciata dalla NASA la sonda spaziale New Horizons, che



*Plutone e Caronte ripresi dall'Hubble Space Telescope. (Cortesia: NASA)*

raggiungerà il pianeta il 15 febbraio 2015. Essa ha come obiettivi principali quelli di creare una mappa della superficie di Plutone e Caronte e analizzare l'eventuale atmosfera dei due corpi celesti.

Chi da bambino non ha mai desiderato compiere il viaggio Terra-Plutone? Un viaggio nell'universo fino a quel piccolo pianeta di

ghiaccio, quasi dimenticato da tutti, ma che è lì, ai confini del nostro Sistema Solare. Magari ciò sarà possibile in futuro, anche se probabilmente conoscere ogni segreto di questo piccolo pianeta vorrebbe dire fargli perdere quel fascino misterioso che da sempre attrae l'uomo.

# Le Pleiadi a Delémont

Fausto Delucchi

Sabato 15 maggio, ore 8h30, ritrovo al posteggio sopra la rotonda di Bioggio, muniti del necessario contro il freddo e la pioggia. Io arrivo con un bel minibus noleggiato in città, carico i bagagli e le otto persone che mi aspettavano. E via, in direzione del Giura. Prima tappa: Erstfeld, per una colazione. Seconda tappa: Neuenkirch, per il pranzo. Infine arrivo a Delémont. Dopo l'assegnazione delle camere e una piccola rinfrescata, partenza per Porrentruy e Courtedoux dove ci attende una simpatica guida.

Camminare sulle tracce dei dinosauri è lo scopo della nostra gita pomeridiana. Con la guida ci incamminiamo attraverso la pineta soffermandoci davanti ai 18 cartelli esplicativi che costellano il percorso. Alla fine del giro, sotto una grande tenda, ecco i ritrovamenti degli scavi effettuati poco tempo prima. Enormi impronte fossilizzate di dinosauri (fino a 1 metro di diametro) lasciate 150 milioni di anni fa su una spiaggia, pure essa fossilizzata, e che il tempo ha voluto preservare fino ai giorni nostri. Dopo le foto di rito, torniamo al bus per spostarci su un altro sito di ritrovamenti proprio sul tracciato della futura autostrada A16. Sono 4000 metri quadri di scavi in cui sono venuti alla luce migliaia di impronte di passaggi di dinosauri. La visita è veramente interessante grazie alle esaurienti spiegazioni della guida. Al rientro ci aspetta un'ottima cena in compagnia del presidente della Società Giurassiana di Astronomia (SJA), Michel Ory.

Calata la notte, ci rechiamo in quel di Vicques, a una decina di chilometri da Delémont, per la visita del relativo Osservatorio, che era poi lo scopo della nostra trasferta. Il tempo purtroppo non è clemente: il cielo è completamente coperto. Così ci dobbiamo accontentare della visione di tutto quanto si trova sotto la cupola. All'entrata un'accogliente sala riunioni, di

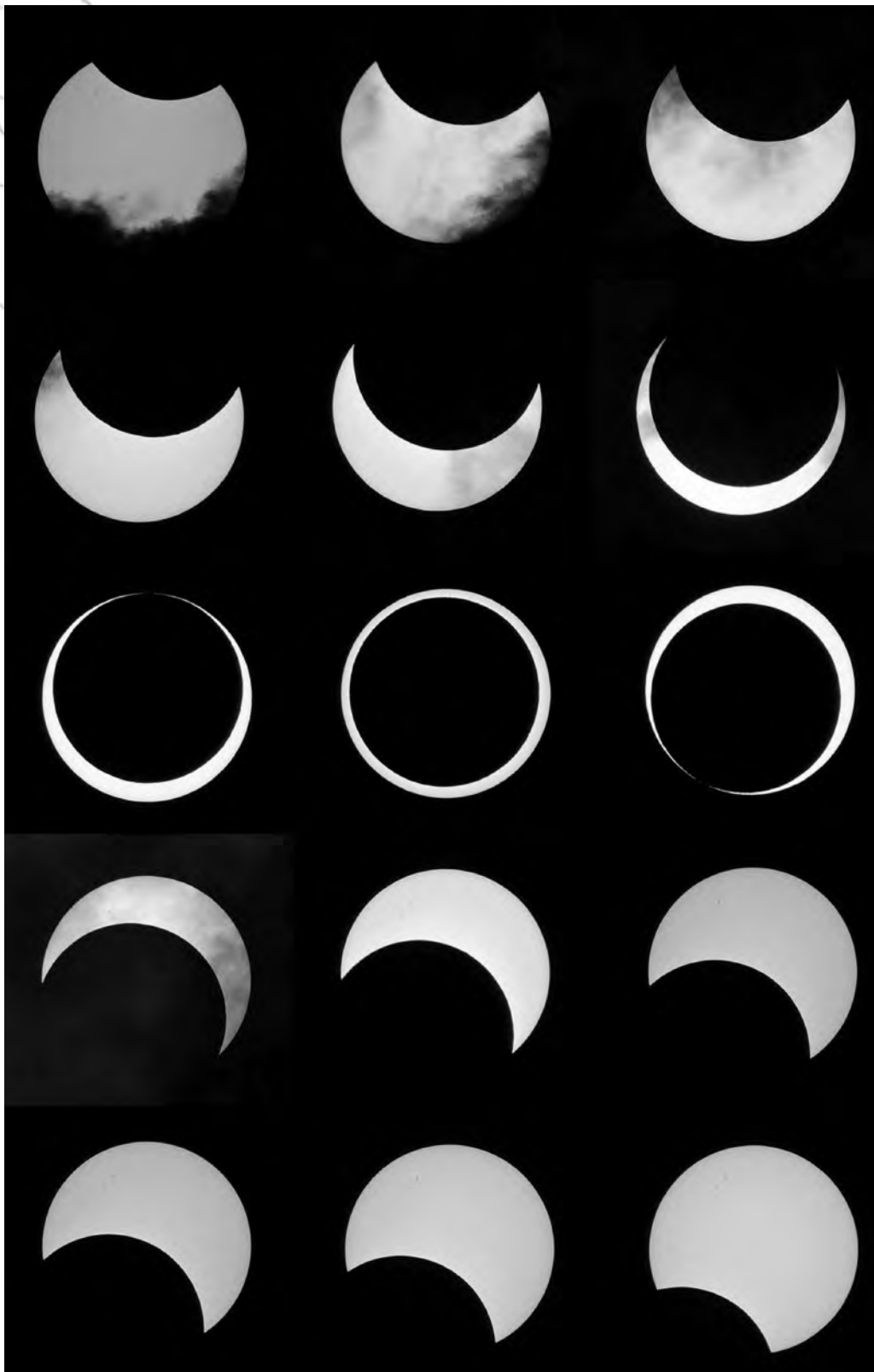


fianco l'ex camera di sviluppo fotografico adibita ora a officina di manutenzione, una piccola sala di comando del telescopio, un semplicissimo ma simpatico planetario per vedere che cosa si può osservare sulla volta celeste e infine, al piano superiore, il telescopio da 61 centimetri configurato praticamente come Newton (dati tecnici all'indirizzo <http://www.jura-observatory.ch>). Michel ci spiega per filo e per segno tutte le fasi di costruzione dell'Osservatorio, l'affannosa ricerca di fondi, le scoperte di diversi asteroidi (oltre 230), dei NEA (Near Earth Asteroid) e di uno di loro in particolare, 2009 KL2, grande circa 1 chilometro, che potrebbe incrociare l'orbita terrestre, e infine le peripezie per avere uno strumento degno di nota.

L'indomani, dopo colazione, una scampagnata verso le Franches Montagnes con una puntatina all'abbazia di Bellelay con i suoi grandi giardini e una sbirciata alla pensione per cavalli di Le Roselet per poi far ritorno in Ticino facendo tappa al caseificio di Airolo per la cena. Un fine settimana all'insegna dell'allegria e (perché no?) della (g)astronomia.

L'eclisse anulare del 10 gennaio ripresa dal Kenya da Patricio Calderari

# La foto



*Se il fenomeno non va all'astrofilo (trad.: non si verifica sopra la sua testa), l'astrofilo va al fenomeno (trad.: parte e va osservare altrove).*

*L'eclisse, poi, è un classico: la giusta occasione per regalarsi un bel viaggio.*

*Così ha fatto Patricio Calderari, che il 10 gennaio 2010 era presso il Lago Nakuru, in Kenya, a fotografare l'eclisse anulare con una Nikon D300 e un obiettivo Nikkor 800 mm f/8. Diaframma f/16 ed esposizioni da 1/50 sec a 1/500 sec, a seconda della «nuvoletta».*



Un'occasione per ascoltare le esperienze degli altri ma anche per raccontare le proprie

# Giornata di studio

Anche nel 2010 la SAT propone la Giornata di studio sull'astronomia, che si svolgerà

**a Savosa il 18 settembre 2010 alle 14h30**

La Giornata è per tutti coloro che sono interessati all'astronomia e desiderano imparare qualcosa di nuovo. Ma non solo: la Giornata è anche l'occasione per tutti di raccontare qualcosa di nuovo. Fabbricazione di strumenti, tecniche fotografiche, esperienze di divulgazione, costruzione di meridiane, Lavori di Maturità (LaM): tutto si presta a una comunicazione durante la Giornata di studio, tutto può essere condiviso con gli appassionati di astronomia.

Questo è dunque un appello ai soci della SAT, agli astrofili, ai simpatizzanti, agli amici dei cugini dei conoscenti degli appassionati: se avete qualcosa di bello, interessante, utile che vi piacerebbe condividere, venite a raccontarlo durante la Giornata di studio, il 18 settembre 2010 a Savosa.

La durata di un intervento sarà di 15-30 minuti al massimo, con un momento successivo per le domande. Saranno disponibili proiettore e computer e ci sarà la possibilità di esporre eventuali strumenti. Vi preghiamo di inviare il titolo del vostro intervento al più tardi entro il 31 luglio all'indirizzo [sat@astroticino.ch](mailto:sat@astroticino.ch).

Grazie in anticipo a tutti coloro che vorranno partecipare.



**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.

# Bando di concorso

Per onorare la memoria di un suo membro, l'ingegner Ezio Fioravanzo di Milano, esperto e appassionato astrofilo, la Società Astronomica Ticinese (SAT), grazie all'iniziativa e con l'appoggio finanziario della figlia del defunto, dottoressa Rita Erica Fioravanzo, istituisce un concorso, arrivato alla sua 16.esima edizione, per l'assegnazione del

## Premio Ezio Fioravanzo 2010

inteso a risvegliare e a favorire nei giovani del nostro Cantone l'interesse per l'astronomia e a incitare gli astrofili a collaborare con la rivista «Meridiana», organo della SAT.

1. Il concorso è riservato ai giovani residenti nel Ticino, di età compresa tra 14 e 21 anni (al momento della scadenza).
2. I lavori in concorso devono consistere in un elaborato di argomento astronomico, eventualmente un Lavoro di Maturità (LaM). In caso di vittoria, dall'elaborato dovrà poi essere estratto un articolo adatto alla pubblicazione su «Meridiana», che non dovrà occupare più di 6 pagine dattiloscritte, in formato A4, e dovrà possibilmente essere illustrato con fotografie, figure o disegni. Possono essere descritte in particolare:
  - osservazioni e rilevazioni astronomiche (a occhio nudo, con binocoli, telescopi o altri strumenti),
  - costruzione di strumenti o apparecchiature come cannocchiali e telescopi, altri dispositivi osservativi, orologi solari (meridiane) eccetera,
  - esperienze di divulgazione,
  - visite a Osservatori, mostre e musei astronomici,
  - ricerche storiche su soggetti della nostra materia.
3. I lavori devono essere inviati entro il 31 dicembre 2010, all'indirizzo:  
**«Astroconcorso», Specola Solare Ticinese, 6605 Locarno-Monti**
4. Essi verranno giudicati inappellabilmente da una giuria composta da membri del Comitato direttivo della SAT e dalla dottoressa Rita Fioravanzo. Più che allo stile letterario verrà data importanza al contenuto del lavoro e si terrà pure conto dell'età del concorrente.
5. Verranno aggiudicati tre premi in buoni acquisto presso negozi di ottica e librerie (Michel e Dozio, Lugano e Libreria-cartoleria Locarnese):
  - il primo del valore di 600.- Fr.
  - il secondo del valore di 400.- Fr.
  - il terzo del valore di 300.- Fr.Possono anche essere assegnati premi *ex-aequo*.

# 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). Un solo appuntamento pubblico in questo trimestre a cura del Centro Astronomico del Locarnese (CAL) con il telescopio Maksutov  $\varnothing$  300 mm di proprietà della SAT:

**martedì 14 settembre** (dalle 19h)

L'evento si terrà con qualsiasi tempo. Dato il numero ridotto di persone ospitabili, si accettano solo i primi 14 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>).

## Monte Lema

Sono previsti i seguenti appuntamenti (a partire dalle 20h30):

**mercoledì 11 agosto**  
(Perseidi)

**sabato 4 settembre**  
(Giove, costellazioni)

**venerdì 10 settembre**  
(Giove, costellazioni)

**venerdì 17 settembre**  
(Luna, Giove, costellazioni)

Le serate si svolgeranno solo con tempo favorevole. Prezzo di salita e discesa, comprensiva dell'osservazione al telescopio con guida esperta: soci del gruppo «Le Pleiadi» franchi 20.-, non soci franchi 30.-. Prenotazione obbligatoria presso l'Ente Turistico del Malcantone il mercoledì e il giovedì dalle 14h00 alle 16h30 (tel. 091.606.29.86).

Per ulteriori informazioni consultare il sito dell'associazione «Le Pleiadi» (<http://www.lepleiadi.ch>).

## Monte Generoso

Sono previsti i seguenti appuntamenti presso l'Osservatorio in vetta:

**sabato 17 luglio**

(Luna, Saturno, Venere, Marte e Mercurio, grande triangolo estivo)

**domenica 18 luglio**

(Sole, Venere)

**sabato 24 luglio**

(Saturno, costellazioni dello Scorpione e del Sagittario, galassie dell'Orsa Maggiore)

**domenica 1 agosto**

(Sole)

**sabato 14 agosto**

(Perseidi eccetera)

**sabato 21 agosto**

(Giove, ammassi e nebulose del Sagittario e dello Scorpione)

**sabato 11 settembre**

(Giove, costellazioni estive)

**domenica 12 settembre**

(Sole)

**sabato 18 settembre**

(Luna, Giove, cielo profondo)

Per le osservazioni notturne la salita con il trenino avviene alle 19h15 e la discesa alle 23h30. Per le osservazioni diurne, salite e discese si svolgono secondo l'orario in vigore al momento dell'osservazione.

Per eventuali prenotazioni è necessario telefonare alla direzione della Ferrovia Monte Generoso (091.630.51.11).

## Calina di Carona

Le serate pubbliche di osservazione si tengono in caso di tempo favorevole sempre a partire dalle 21h:

**venerdì 6 agosto** (Saturno)

**mercoledì 11 agosto** (Perseidi)

**venerdì 13 settembre** (Giove)

**sabato 18 settembre** (Luna, Giove)

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

shop online



www.bronz.ch




# Effemeridi da luglio a settembre 2010

## Visibilità dei pianeti

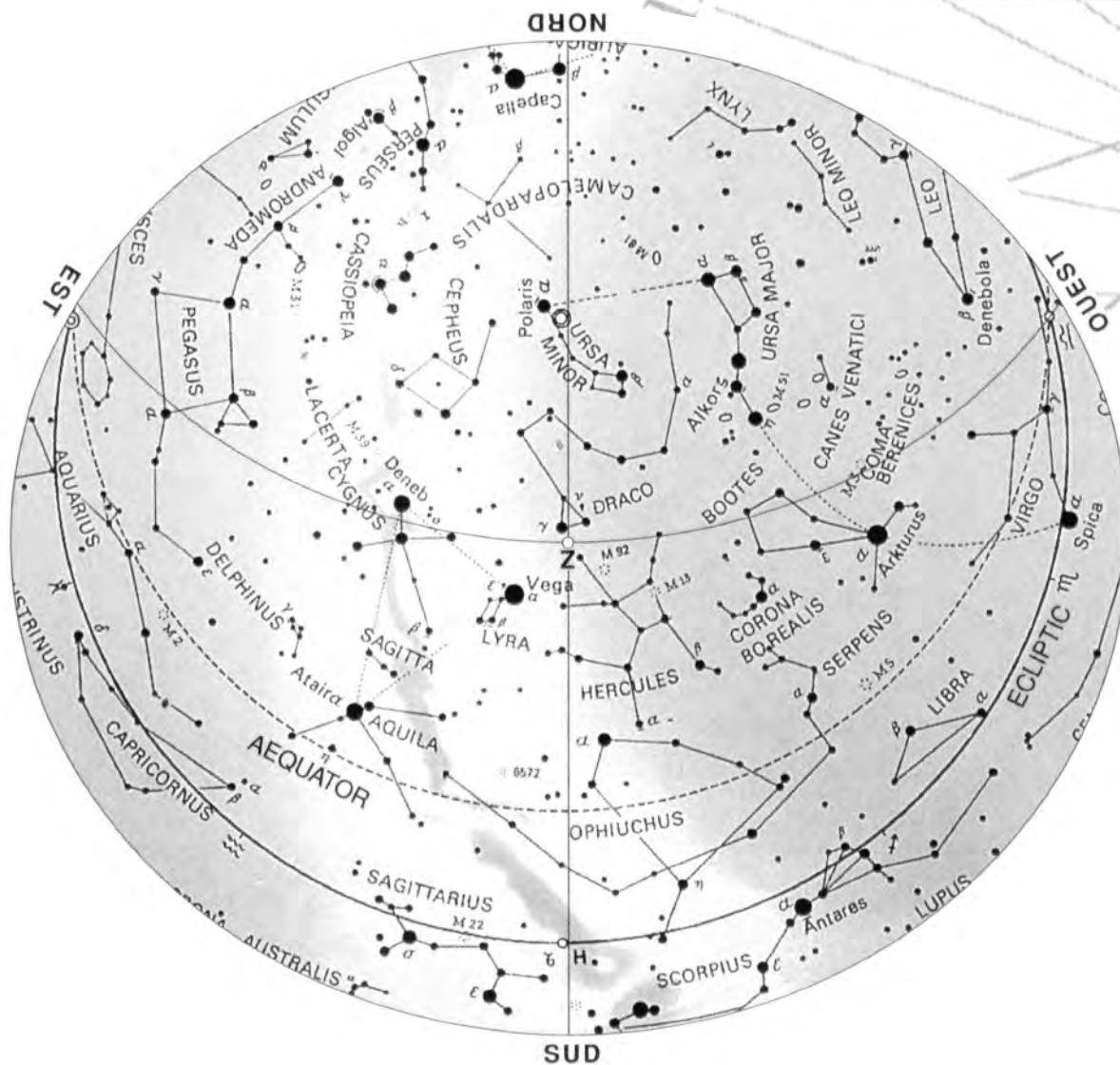
<b>MERCURIO</b>	<b>Visibile</b> di sera a partire da metà luglio fino a metà agosto. Il 7 agosto è alla massima elongazione orientale. In seguito <b>invisibile</b> , riappare al mattino a partire dalla seconda metà di settembre.
<b>VENERE</b>	E' sempre l' <b>astro dominante del nostro cielo occidentale</b> , e il 20 agosto è alla massima elongazione orientale. In congiunzione con Marte il 23 agosto e il 29 settembre e con Saturno il 10 agosto.
<b>MARTE</b>	<b>Visibile</b> in serata verso l'orizzonte ovest, in congiunzione con Saturno il primo agosto e con Venere il 23.
<b>GIOVE</b>	<b>Visibile</b> nella seconda parte della notte in luglio e in seguito per tutta la notte. In opposizione il 21 settembre, nei Pesci.
<b>SATURNO</b>	<b>Visibile</b> in serata verso l'orizzonte occidentale con Marte e Venere.
<b>URANO</b>	<b>Visibile</b> nella seconda parte della notte e in seguito per tutta la notte. Come Giove è in opposizione al Sole il 21 settembre.
<b>NETTUNO</b>	Il 20 agosto è in opposizione ed è quindi <b>visibile</b> per tutta la notte, tra le stelle della costellazione del Capricorno.

---

<b>FASI LUNARI</b>	<b>Ultimo Quarto</b>	<b>4 luglio,</b>	<b>3 agosto</b>	<b>e 1. settembre</b>
	<b>Luna Nuova</b>	<b>11 luglio,</b>	<b>10 agosto</b>	<b>e 8 settembre</b>
	<b>Primo Quarto</b>	<b>18 luglio,</b>	<b>16 agosto</b>	<b>e 15 settembre</b>
	<b>Luna Piena</b>	<b>26 luglio,</b>	<b>24 agosto</b>	<b>e 23 settembre</b>

---

<b>Stelle filanti</b>	Le <b>Perseidi</b> , lo sciame più famoso anche se non il più interessante dell'anno, hanno un massimo dell'attività il 12 agosto, con un centinaio di apparizioni all'ora.
<b>Inizio autunno</b>	L'equinozio ha luogo il <b>23 settembre</b> alle 5h09.
<b>Eclisse</b>	Totale di Sole l'11 luglio, visibile nel Pacifico.
<b>Congiunzioni</b>	Verso la metà di luglio saranno visibili di sera, verso l'orizzonte occidentale, i pianeti Venere, Marte e Saturno, insieme con la falce lunare.

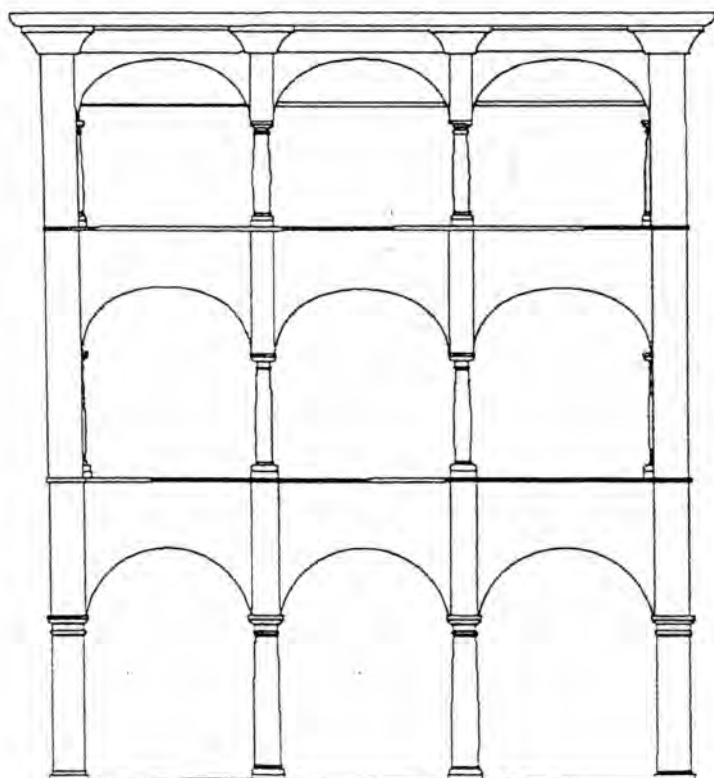


12 luglio 24h00 TL

12 agosto 22h00 TL

12 settembre 20h00 TL

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

Pubblicazioni  
didattiche  
selezionate



## 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  
**CHF 498.-**

New



## Konus Digimax 90

"Go-To" Makautov-Cassagrain

Ottica  $\varnothing$  90 F 1225mm  
2 oculari Plössl 10 e 40mm  
cercatore red dot.  
motorizzato  
con computer SkyScanAZ  
completo di treppiede in acciaio  
accessoriato  
completo pronto all'uso  
**CHF 1195.-**

New

## Celestron Advanced C8-SGT

Schmidt-Cassegrain  
 $\varnothing$  203mm F 2032 mm  
con funzione di puntamento  
e inseguimento automatico  
database con 40'000 oggetti  
oculare Plössl  
cercatore 8x50  
completo di treppiede in acciaio  
da **CHF 2290.-**



## Celestron NexStar 8

Schmidt-Cassegrain  
 $\varnothing$  203mm F 2032 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  
accessoriato  
completo pronto all'uso  
**CHF 3200.-**



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**

dal 1927



# 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