



Meridiana

Bimestrale di astronomia

Anno XLI

Gennaio-Febbraio 2015

234

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
(091.751.64.35; scortesi@specola.ch)

Meteorite, Corpi minori, LIM:

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

Astrofotografia:

Carlo Gualdoni (gualdoni.carlo@gmail.com)

Inquinamento luminoso:

S. Klett, Via Termine 125, 6998 Termine
(091.220.01.70; stefano.klett@gmail.com)

Osservatorio «Calina» a Carona:

F. Delucchi, Sentée da Pro 2, 6921 Vico Morcote
(079-389.19.11; fausto.delucchi@bluewin.ch)

Osservatorio del Monte Generoso:

F. Fumagalli, via Broglio 4 / Bonzaglio, 6997 Sessa
(fumagalli_francesco@hotmail.com)

Osservatorio del Monte Lema:

G. Luvini, 6992 Vernate (079-621.20.53)

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

Anna Cairati (acairati@gmail.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.

QUOTA DI ISCRIZIONE

L'iscrizione per un anno alla Società Astronomica Ticinese richiede il versamento di una quota individuale pari ad almeno Fr. 40.- 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: prestito del telescopio sociale, accesso alla biblioteca.

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 (091.756.23.79).

Sommario

Astronotiziario	4
Macchie solari e polarimetria	14
Lo Star Party 2014 a Piora	21
Due parole sulla storia della SAG/SAS	23
Solo la settimana	24
Con l'occhio all'oculare...	25
Effemeridi da gennaio a marzo 2015	26
Cartina stellare	27

La responsabilità del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori.

Editoriale

Questo inizio dell'anno è caratterizzato dall'avvicinamento di una nuova bella cometa:

la Lovejoy (C/2014 Q2) che in gennaio si è presentata favorevolmente nel nostro cielo settentrionale come un batuffolo verdastrò di 4a.magnitudine. Non hanno mancato l'appuntamento gli astrofili ticinesi e, per esempio, il dott. Alberto Ossola ne ha ripreso un'immagine che riportiamo in copertina: sull'originale si scorgono diverse code che nella riproduzione si riducono di molto.

In questo numero di Meridiana iniziamo, come d'abitudine, con una decina di pagine dell'Astronotiziario comprendenti le principali novità di questi ultimi mesi nel campo dell'astronomia e dell'astronautica e con la collaborazione della rivista italiana Coelum. L'articolo principale è rappresentato dal lavoro di maturità di una studentessa del liceo di Bellinzona che si è aggiudicati il secondo premio ex-aequo del nostro concorso Fioravanzo 2013: uno studio sulla fisica solare che contiene però delle misure originali di polarizzazione ottenute dalla stessa studentessa con l'apparecchiatura sofisticata dell'Istituto Ricerche Solari di Locarno (IRSOL).

Avrebbe meritato un ben più ampio rilievo il 75° anniversario della Società Astronomica Svizzera, ma pensiamo che i prossimi numeri della rivista confederata "Orion" saranno senz'altro più generosi al proposito; purtroppo essa è redatta quasi interamente in tedesco e appena un quinto dei nostri soci ne sono pure abbonati.

Redazione:

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

Collaboratori:

Mario Gatti, Stefano Sposetti

Editore:

Società Astronomica Ticinese

Stampa:

Tipografia Poncioni SA, Losone

Abbonamenti:

Importo minimo annuale:
Svizzera Fr. 30.-, Estero Fr. 35.-
(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.

Copertina

Una foto digitale della cometa Lovejoy ripresa sabato 10 gennaio 2015, da Alberto Ossola da Cari con un teleobiettivo da 200 mm; elaborazione di 69 foto da 30 sec ognuna.

Astronotiziario

a cura di Coelum
(www.coelum.com/news)

Una raffineria sotto Titano (Marco Galliani)

Centinaia di laghi e mari si estendono sulla superficie ghiacciata di Titano, la luna principale di Saturno. È soprattutto grazie alla missione NASA/ESA/ASI Cassini-Huygens se oggi sappiamo che quei bacini sono colmi di idrocarburi e vengono alimentati da piogge di metano, prodotte dalle nubi che attraversano l'atmosfera del gelido mondo. La visione che però abbiamo, seppure ormai assai dettagliata, è solo la parte "esteriore" del ciclo globale degli idrocarburi sul corpo celeste, che coinvolge anche le notevoli riserve di questi composti accumulate al di sotto della crosta ghiacciata di Titano. Il ruolo giocato da questi bacini sotterranei è stato finora l'anello debole dei modelli che descrivono le dinamiche globali riguardanti gli idrocarburi su Titano.

Olivier Mousis, ricercatore presso l'Université de Franche-Comté e il suo team composto da colleghi della Cornell University e del Jet Propulsion Laboratory (NASA) ha ricostruito, in uno studio pubblicato sulla rivista *Icarus*, cosa accade alle piogge di metano quando, raggiunta la superficie di Titano, penetrano negli strati porosi della crosta e vanno a rifornire le riserve sotterranee. I risultati, ottenuti grazie a simulazioni con modelli teorici, indicano che, nel loro percorso verso l'interno della luna, gli idrocarburi verrebbero trasformati, accumulandosi poi in estesi bacini sotterranei fatti di propano ed etano. "Sapevamo che una frazione significativa dei laghi sulla superficie di Titano potesse essere collegata a bacini liquidi presenti sotto la sua crosta, ma non avevamo idea di come questi interagissero" commenta Mousis. "Adesso però abbiamo modellato la struttura interna di Titano in grande dettaglio e questo ci consente di avere una visione migliore delle proprietà di questi bacini sotterranei". Responsabili della lenta ma inesorabile trasforma-



I laghi di idrocarburi di Titano in un'immagine radar acquisita dalla sonda il 22 luglio 2006 che copre un'area di circa 140 km. I dettagli più piccoli hanno una dimensione di 500 metri. Copyright: NASA/JPL/USGS

zione degli idrocarburi sarebbero dei particolari composti chimici presenti nei ghiacci di Titano, i cosiddetti clatrati. "Una delle caratteristiche interessanti dei clatrati è che essi producono un frazionamento degli idrocarburi poiché intrappolano e spezzano le molecole in una miscela di fasi solida e liquida" aggiunge Mousis. Dunque, sotto la superficie di Titano potrebbero essere presenti grandi bacini di propano o etano, a seconda del tipo di clatrato che ha 'raffinato' il metano inizialmente accumulato nel sottosuolo. Così, i laghi superficiali alimentati da queste riserve sotterranee potrebbero mostrare una composizione chi-

mica peculiare, assai diversa da quelli riempiti dalle piogge, dominati invece dal metano. “Questo significa che potremmo essere in grado di osservare la composizione dei laghi sulla superficie di Titano e allo stesso tempo conoscere cosa sta accadendo nelle sue viscere” conclude Mousis.

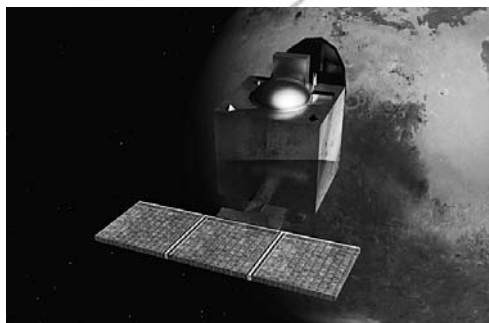
Mars Orbiter Mission: l'India è su Marte (Davide Coero Borga)

La sonda indiana lanciata il 5 novembre 2013 con il vettore Polar Satellite Launch Vehicle (PSLV) dal Satish Dhawan Space Centre della Indian Space Research Organisation (ISRO), a Sriharikotae, ce l'ha fatta. La Mars Orbiter Mission (MOM), il 24 settembre, si è inserita nell'orbita del pianeta rosso.

La navicella, progettata dagli ingegneri dell'agenzia spaziale indiana, studierà l'atmosfera marziana provando a rilevare la presenza di metano e cercando ulteriori prove a favore di forme di vita primitiva sul quarto pianeta del sistema solare.

L'ultima fase del viaggio, la Mars Orbital Insertion, è stata la più critica e rischiosa: il veicolo spaziale ha dovuto svegliarsi dall'ibernazione e bruciare buona parte del carburante liquido che alimenta il motore a propulsione liquida per frenare la sua corsa e infilare l'orbita del pianeta a un'altezza superiore ai 350 chilometri.

Dunque l'India è la quarta nazione al mondo a conquistare l'orbita di Marte, con una tra le più economiche spedizioni spaziali mai tentate: 75 milioni di dollari, il prezzo di un giretto in Soyuz. Con i tre orbiter ESA e NASA (Mars Odyssey, Mars Express e Mars Reconnaissance Orbiter), la coppia di rover ancora attivi (Curiosity e Opportunity), il Mars Atmosphere and Volatile Evolution (MAVEN) che è arrivato il 21 settembre,



Mars Orbiter Mission

sale a 7 il numero di missioni attualmente impegnate su Marte.

L'esplorazione del pianeta rosso è stata una parte fondamentale delle missioni di esplorazione spaziale per Unione Sovietica (e Russia poi), Stati Uniti, Europa e Giappone. Dagli anni Sessanta sono state inviate verso Marte dozzine di sonde automatiche senza equipaggio, con orbiter, lander e rover al seguito, per raccogliere dati e rispondere a importanti quesiti scientifici sul pianeta e il suo passato. Uno sforzo che ha richiesto budget considerevoli con un ammontare di missioni fallite di circa due terzi su un totale di oltre cinquanta lanci. I russi ci hanno provato e riprovato. Le prime due, Mars 1960A, Mars 1960B, sono fallite subito dopo il lancio. Mars 1962A e Mars 1962B, fermate in orbita attorno alla Terra. Di Mars 1 si persero invece le comunicazioni mentre era in rotta per Marte. Fu il Mars 3 Orbiter a raggiungere per primo il pianeta rosso, il 27 novembre 1971. Il suo lander toccò con successo il suolo del pianeta diventando il primo veicolo costruito dall'uomo a giungere integro sulla superficie marziana, anche se il segnale venne perduto dopo meno di 15 secondi di trasmissione dati, per motivi sconosciuti.

Ma furono gli americani a infilare per primi e

con successo l'orbita di Marte. Con il programma Mariner. Nel 1964 il Jet Propulsion Laboratory della NASA effettuò due tentativi con le sonde gemelle Mariner 3 e Mariner 4 che dovevano effettuare i primi flyby del pianeta rosso. Il fallimento del Mariner 3 venne decretato dal blocco in apertura della copertura protettiva. Il 28 novembre venne invece lanciata con successo la sonda Mariner 4, che raggiunse Marte il 14 luglio 1965, fornendo le prime immagini ravvicinate di un altro pianeta: crateri da impatto simili a quelli lunari, che sembravano ricoperti di brina o ghiaccio.

Nozomi, in giapponese 'speranza', la prima sonda realizzata dalla Jaxa per l'esplorazione di Marte, fallì l'inserimento dell'orbita marziana il 14 dicembre 2003, mandando in frantumi il sogno dell'agenzia spaziale nipponica di arrivare per terza su Marte. Toccò invece a Mars Express, la sonda dell'Agenzia Spaziale Europea, conquistare l'orbita del pianeta rosso il 25 dicembre dello stesso anno. Fu il viaggio Terra-Marte più breve: da 60 mila anni i due pianeti non erano così vicini.

Ora è il turno dell'India. Sulla sonda sono diverse le strumentazioni scientifiche all'avanguardia: la Mars Color Camera, il Lyman Alpha Photometer (che servirà per misurare la presenza di idrogeno e deuterio e studiare il processo di perdita di acqua dai pianeti), il Thermal Imaging Spectrometer per mappare la composizione superficiale, lo spettrometro di massa MENCA e il sensore a metano MSM.

Iniziata la missione Futura (Alberto Zampieron)

La Soyuz TMA-15M è decollata alle 22:01 (ora italiana) del 24 novembre. È iniziata FUTURA, la seconda missione di lunga durata dell'Agenzia Spaziale Italiana, che vedrà prota-



Samantha

gonista Samantha Cristoforetti, astronauta dell'Agenzia Spaziale Europea e capitano pilota dell'Aeronautica Militare.

Per l'astronauta italiana è il primo lancio nello spazio. Grazie a un accordo bilaterale tra Agenzia Spaziale Italiana e NASA – in base al quale l'Italia ha fornito all'ente spaziale statunitense di moduli di rifornimento logistico e di un modulo abitativo sull'ISS, in cambio di utilizzo scientifico e opportunità di volo supplementari – Cristoforetti resterà per circa sei mesi come membro effettivo dell'equipaggio della missione ISS 42/43. Contribuirà allo svolgimento di tutti i compiti di ricerca, sperimentazione e manutenzione operativa del laboratorio spaziale. "Con Samantha, l'Italia conferma il ruolo di leadership anche per numero di astronauti inviati nello Spazio", ha dichiarato il presidente dell'Agenzia Spaziale Italiana, Roberto Battiston.

Cristoforetti è la prima astronauta italiana, attualmente anche l'unica donna del corpo astronauti europeo, e la 60° donna a partire per lo spazio. FUTURA è la seconda missione di lunga durata per l'Agenzia Spaziale Italiana - ASI- (dopo la missione VOLARE di Luca Parmitano): la permanenza sulla Stazione si concluderà con il rientro sulla Terra, al momento pianificato per maggio 2015. Durante la missione, Samantha sarà impegnata in esperimenti scientifici per ESA e ASI, molti dei quali sono basati sul know how italiano:

dovrà svolgere come membro di equipaggio della ISS un'ampia e articolata attività di sperimentazione. L'ASI, unica agenzia spaziale nazionale in Europa ad aver accesso diretto alle risorse di utilizzazione della ISS, ha selezionato e sviluppato per la missione di Samantha Cristoforetti nove progetti di ricerca scientifica e dimostrazione tecnologica italiana. Questi verranno svolti dalla nostra astronauta nei sei mesi di permanenza a bordo della ISS, insieme a un altro progetto già presente sulla stazione che sta raccogliendo dati da oltre tre anni: cinque progetti saranno dedicati allo studio di vari aspetti della fisiologia umana in condizioni di assenza di peso, due effettueranno analisi biologiche su campioni cellulari portati in microgravità. Verrà inoltre portato e sperimentato a bordo della ISS un dimostratore per un processo di produzione automatizzato per la realizzazione di oggetti 3D in assenza di peso (stampa 3D) e una macchina a capsule multifunzione in grado di servire bevande calde, tra le quali anche il tipico "caffè espresso italiano", a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS). I progetti sono stati ideati da Università, centri di ricerca, aziende e PMI italiane, e selezionati dall'ASI con i bandi nazionali di Volo Umano e la Call per progetti di partenariato pubblico-privato per l'uso dell'ISS.

La cometa? Tanto dura da rompere il martello (Marco Malaspina)

Divulgati i primi risultati dai team degli strumenti scientifici a bordo di Philae. La zona in cui si trova il lander è coperta da uno strato di polvere spesso 10-20 centimetri a circa 170 gradi sotto zero. Sono state rilevate molecole organiche, ma ancora non si sa quali. Il risveglio sarà probabilmente in primavera.

Dei cinque e più sensi di cui dispone Philae,

quello che sta rivelando più informazioni in questa primissima fase, è il tatto. Ovvero, lo strumento MUPUS (Multi-Purpose Sensors for Surface and Subsurface Science), che con i suoi sensori ha il compito di misurare la densità e le proprietà termiche e meccaniche del suolo della cometa 67P. E quella che le dita elettroniche hanno toccato è una superficie inattesa. Molto più dura di quanto previsto dagli scienziati. Quanto più dura? Sentite com'è andata. Il martello che avrebbe dovuto saggiarne la consistenza era programmato per tre livelli d'intensità crescente: il modo 1, il modo 2 e il modo 3. Fallita la prima serie di martellate, fallita la seconda e fallita pure la terza. È però saltato fuori che in realtà il team aveva pronto anche un "piano B", un livello di potenza segreto al quale il libretto d'istruzioni non faceva cenno: il misteriosissimo modo 4, conosciuto dagli addetti ai lavori con il nome in codice di "desperate mode".

Ora, non c'è bisogno di sapere l'inglese per intuire che del desperate mode è meglio non abusare. E infatti il progettista del martello, Jerzy Grygorczuk, aveva avvisato il resto della squadra: lasciate perdere, del modo 4 io non vi ho detto nulla, fate finta che non ci sia. Ma le batterie si stavano esaurendo, loro disperati lo erano davvero...così l'hanno attivato. E sono stati puniti: nel giro di sette minuti il martello s'è rotto. Questa la storia trapelata nei giorni scorsi via Twitter (MUPUS è lo strumento più chiacchierino dei dieci). Ora iniziano a venire divulgati anche un po' di dati scientifici. Anzitutto la temperatura del suolo, che s'aggira attorno ai 170 gradi sotto zero. Dalle variazioni dell'inerzia termica all'aumentare della profondità, rilevata con sensori a infrarossi, il team di MUPUS ha dedotto che la porzione di cometa nella quale alloggia il lander potrebbe essere costituita da ghiaccio durissimo ricoperto da 10-20 centimetri di polvere parecchio compatta. Insomma, un risultato niente male, per uno



Philae-Rosetta

strumento che ha potuto funzionare solo a metà – oltre alla rottura del martello, MUPUS ha dovuto fare a meno dei sensori termici e degli accelerometri presenti sugli arpioni, la cui attivazione è andata a vuoto – e solo per il breve tempo concessogli dalla batteria primaria, quella caricata per l'ultima volta sulla Terra oltre 10 anni fa, all'epoca del lancio di Rosetta.

L'udito del lander, affidato principalmente all'orecchio di SESAME (Surface Electrical Seismic and Acoustic Monitoring Experiment), conferma sostanzialmente quanto rilevato da MUPUS. “La resistenza del ghiaccio presente al di sotto dello strato di polvere che ricopriva il primo punto di contatto è sorprendentemente elevata”, osserva Klaus Seidensticker, del DLR, riferendosi al luogo in cui Philae è rimbalzato, aggiungendo che non pare esserci molta attività cometaria nella zona del touchdown, e che sotto al lander è presente acqua ghiacciata in grande quantità. Dai due nasi di Philae, COSAC e Ptolemy, gli organi decisamente più interessanti ai fini della ricerca d'eventuali mattoncini della vita, non è ancora emersa alcuna novità. Ovvero: è certo che SD2, il trapano che doveva fornire ai due laboratori chimici il campione di cometa da annusare, è stato attivato. Ed è confermato che sono stati compiuti tutti

i passaggi previsti per il trasporto del campione all'interno del forno d'analisi. Ma ancora non è stato detto se il campione era davvero presente. E tanto meno si hanno risultati dalla cromatografia. Questo a piano terra, al livello del suolo. Qualche notizia in più, invece, dalle analisi sulla rarefatta atmosfera: COSAC è stato in grado d'annusarla e d'individuare le prime molecole organiche. Non è però stato specificato quali, e lo studio degli spettri è ancora in corso. Ottima la performance dell'imager di bordo, la camera ROLIS (ROsetta Lander Imaging System), lo testimonia le fotografie del suolo a distanza ravvicinata. Ottima al punto che il suo responsabile, l'italiano Stefano Mottola, viene esplicitamente definito, nel comunicato stampa di DLR, uno dei “big winners” dell'atterraggio di Philae.

Risultati scientifici a parte, l'altra grossa novità ha invece a che fare con lo stesso Philae. “Potrebbe tornare in vita ad agosto”, aveva pronosticato in un primo tempo Stephan Ulamec, il lander manager di DLR. Poi è diventato più ottimista. La rotazione di 35 gradi pare essere andata a buon fine, nel senso che il pannello solare più grande si trova ora allineato verso il Sole. Ulamec ritiene dunque probabile che già dalla primavera del 2015 Philae tornerà a farsi vivo. E, con l'estate, l'esposizione al Sole di 67P potrebbe consentire alle batterie di ricaricarsi. Certo è che Rosetta non ha alcuna intenzione di sospendere le ricerche: continuerà a orbitare attorno alla cometa in attesa d'un segnale dal suo eroico compagno d'avventura.

Lanciata Hayabusa 2 (Paolo Baldo)

È iniziato il viaggio della sonda giapponese Hayabusa 2 che fra sei anni riporterà a Terra dei campioni raccolti dall'asteroide 1999 JU3.


Il lancio è avvenuto mercoledì 3 dicembre

2014 dal Launch Pad 1 del Tanegashima Space Center, il centro spaziale che si trova sulla costa meridionale di Kyushu, la più meridionale fra le principali isole giapponesi. In realtà il lancio avrebbe dovuto avvenire tre giorni prima (domenica 30 novembre), cioè all'apertura della finestra di lancio della durata di 10 giorni, entro la quale doveva tassativamente essere lanciata la sonda, ma è stato posticipato a causa di un fronte di cattivo tempo con pioggia e forti venti che ha imperversato sulla zona fino a martedì. Sette ore e mezza prima del lancio tutto il personale è stato definitivamente evacuato nel raggio di 3 chilometri dalla rampa per permettere le operazioni di riempimento dei serbatoi del razzo H-IIA. Nei due stadi sono state imbarcate 117 tonnellate di ossigeno e idrogeno liquidi (alla temperatura pari rispettivamente a -183 e -252 gradi centigradi) con un processo durato tre ore. Dopodiché sono iniziate le verifiche del sistema di comunicazione con il razzo (in banda S e in banda C), del sistema di controllo del volo, del Flight Termination System (il sistema di distruzione in caso di anomalia) e di tutti i sistemi di terra incluso il tracking (il sistema di tracciamento della traiettoria di volo). A 30 minuti dal lancio Hayabusa 2 ha cominciato ad attingere energia dalle batterie di bordo e i tecnici hanno potuto verificare il loro corretto funzionamento. Gli ultimi quattro minuti e mezzo del conto alla rovescia sono gestiti autonomamente dai computer, che a ogni minima anomalia hanno l'obbligo di annullare il lancio. A meno 3 minuti anche il razzo è passato all'alimentazione tramite le sue batterie e quando ormai mancava un solo minuto la piattaforma di lancio è stata inondata con migliaia di litri d'acqua. In questo modo vengono sopresse le onde acustiche generate dall'accensione dei motori che altrimenti danneggerebbero il veicolo e le strutture di terra. Alle 4:22:04 GMT (le 13:22:04 ora locale e le 5:22:04 in Italia) il motore LE-7A del



Hayabusa

primo stadio (che fornisce 86 tonnellate di spinta al suolo e 109 nel vuoto) e i due booster laterali SRB-A a propellente solido (243 tonnellate di spinta ognuno!) si sono accesi sollevando le 285 tonnellate del razzo H-IIA. Alleggerendosi di 1.570 chilogrammi ogni secondo (tanto è il consumo di carburante dei booster e del primo stadio) il razzo ha velocemente acquistato velocità, tanto che 99 secondi dopo il lancio e allo spegnimento degli SRB-A questa aveva raggiunto il valore di 1,6 chilometri al secondo. Nove secondi dopo, all'altezza di 53 chilometri sono stati sganciati i booster laterali e il motore del primo stadio è rimasto da solo a spingere il razzo, consumando 260 chilogrammi al secondo di propellente. Alla quota di 130 chilometri e 4 minuti e 10 secondi dopo il lancio si è sganciata la copertura (pesante 1.400 chilogrammi) che proteggeva Hayabusa 2 dagli stress aerodinamici dovuti al passaggio ad altissima velocità fra gli strati più densi dell'atmosfera. Il lavoro del primo stadio è terminato dopo un'accensione durata 6 minuti e 36 secondi, portando il resto del veicolo a 200 chilometri di altezza e a 5,6 chilometri al secondo di velocità. Otto secondi dopo, è stato sganciato per permettere, dopo altri sei secondi di attesa, l'accensione del secondo



stadio (o stadio superiore), propulso dal motore LE-5B che fornisce 14 tonnellate di spinta. Questa accensione è durata quattro minuti e mezzo, sufficienti per raggiungere un'orbita di parcheggio a 250 chilometri di altezza e 7,8 chilometri al secondo di velocità. Il razzo ha viaggiato quindi per inerzia lungo un'intera orbita, fino alla seconda e ultima accensione avvenuta a Sud del Giappone. Il secondo stadio del H-IIA non era mai stato nella sua storia di volo così tanto tempo in attesa di riaccendersi (per la cronaca un'ora, 28 minuti e 5 secondi) e quindi c'era il pericolo che il freddissimo propellente contenuto nei serbatoi potesse evaporare con il calore del Sole. Per questo motivo il secondo stadio è stato rivestito di bianco per assorbire il minor calore possibile, inoltre per tutta la durata della fase non propulsa il razzo è stato continuamente orientato, tramite il sistema di controllo dell'assetto, in modo da distribuire uniformemente il calore solare lungo la sua superficie.

Tutti questi accorgimenti hanno funzionato a dovere, tanto che il secondo stadio si è riacceso nell'istante previsto e ha avuto sufficiente propellente per portare a termine l'accensione di quattro minuti. Grazie a questa ulteriore spinta è stata acquisita una velocità di 11,8 chilometri al secondo che ha permesso di svincolarsi dalla gravità terrestre e iniziare il viaggio verso lo spazio profondo. L'accensione è terminata a un'ora e 43 minuti dal lancio e quattro minuti dopo Hayabusa 2 è stata finalmente rilasciata per iniziare la sua missione.

Oltre ad Hayabusa 2 realizzata dall'agenzia spaziale giapponese (JAXA), il razzo trasportava altri tre carichi che sono stati sganciati successivamente. Il primo di questi, rilasciato sei minuti dopo Hayabusa 2, è Shin'en 2. Si tratta di un piccolo satellite interplanetario di 3 chilogrammi, realizzato dalla Kagoshima University che effettuerà studi sulla radiazione, i cui segnali dallo spazio

profondo potranno essere captati dai radioamatori di tutto il pianeta grazie a una radio amatoriale presente a bordo. Il secondo a essere rilasciato, un'ora e 58 minuti dopo il lancio, è stato il particolarissimo ArtSat-2/DESPATCH delle Tama Art University e Tokyo University. Questa "navicella" non è altro che una scultura pesante 32 chilogrammi realizzata con la stampa 3D contenente una radio a batterie (con un'autonomia di circa una settimana) che invierà messaggi poetici autogenerati dalla telemetria di bordo. L'ultimo carico a essere rilasciato è stato PROCYON, una mini-sonda realizzata da JAXA e Tokyo University pesante 67 chilogrammi e dotata di motori ionici. La sua missione è quella di effettuare un passaggio ravvicinato, entro i prossimi due anni, di un asteroide e riprenderne delle immagini. La scelta dell'asteroide verrà effettuata dopo che sarà stata calcolata con precisione la traiettoria sulla quale è stata rilasciata la navicella. Lo scopo principe della missione è però quello di dimostrare la fattibilità di missioni nello spazio profondo utilizzando delle sonde molto piccole. L'attenzione di tutti è però naturalmente focalizzata su Hayabusa 2, che con i suoi 590 chilogrammi è il carico di gran lunga principale di questo lancio. Dopo essersi separata dal secondo stadio ha dispiegato i suoi due pannelli solari e i prossimi giorni verranno spesi a verificare che non abbia subito danni o anomalie durante il lancio. Dopodiché il primo obiettivo sarà quello di utilizzare i suoi motori ionici allo scopo di ripassare vicino alla Terra, alla fine del prossimo anno, per ricevere la spinta decisiva che la porterà a incrociare l'orbita del suo bersaglio, l'asteroide 1999 JU3. Si tratta di un asteroide di 920 metri che orbita fra la Terra e Marte e che verrà raggiunto nel giugno 2018. Inizialmente Hayabusa 2 si posizionerà in un'orbita attorno all'asteroide a 20 chilometri di distanza da dove misurerà il bilancio energetico e la composizione

superficiale tramite due spettrometri. Naturalmente verranno anche riprese immagini con le camere di bordo.

Da questa posizione verranno poi scelti i tre siti nei quali effettuare la raccolta dei campioni. Per ognuno di questi, Hayabusa 2, effettuerà un avvicinamento alla superficie fino a far toccare il suo meccanismo di raccolta, che sparerà al suolo un piccolo proiettile con lo scopo di sollevare della polvere. Questa, entrando nel sistema di convergenza, verrà raccolta e conservata fino al ritorno a Terra. Uno dei tre atterraggi avrà luogo all'interno di un cratere creato "artificialmente" dalla sonda stessa. Hayabusa 2 è infatti dotata di un impattatore/penetratore esplosivo di rame che scaverà un cratere di circa 4 metri di diametro con lo scopo di portare alla luce del materiale altrimenti nascosto nel sottosuolo. Questa operazione è la più difficile dell'intera missione in quanto l'impattatore verrà acceso 40 minuti dopo il rilascio da parte della sonda e questo sarà il tempo che Hayabusa 2 avrà per portarsi al sicuro dall'altra parte dell'asteroide.

Se tutto andrà per il meglio, e dopo la raccolta dei preziosissimi campioni, Hayabusa 2 sgancerà verso la superficie quattro piccoli lander. Uno di questi è stato costruito in Europa dallo stesso team che ha realizzato il lander Philae della missione Rosetta. Si tratta di MASCOT (il cui peso di 10 chilogrammi sulla Terra corrisponderà a 0,2 grammi sull'asteroide!) che studierà la composizione e le proprietà della superficie. Gli altri tre si chiamano MINERVA e sono ancora più piccoli (500 grammi sulla Terra). Loro riprenderanno immagini ed effettueranno misurazioni di temperatura. Tutti e quattro potranno effettuare svariati balzi per spostarsi e poter quindi investigare luoghi diversi.

Dopo 18 mesi di permanenza vicino all'asteroide, nel dicembre 2019, Hayabusa 2 ini-

zierà il viaggio di ritorno verso la Terra che verrà raggiunta un anno dopo, nel dicembre 2020. A quel punto verrà sganciata la capsula contenente i campioni raccolti che effettuerà un rientro in atmosfera, protetta dal suo scudo termico per posarsi infine in una zona appositamente scelta in Australia. Quella di Hayabusa 2 sarà la più ambiziosa missione robotica verso un asteroide mai tentata prima e il suo successo dipenderà dalle lezioni apprese dalla sonda che l'ha preceduta, Hayabusa 1. Quest'ultima, lanciata nel 2003 verso l'asteroide Itokawa, andò incontro a una lunga serie di problemi fra perdite di carburante, avarie nel sistema di puntamento e malfunzionamenti del sistema di raccolta dei campioni. Malgrado ciò, nel 2010, riuscì a ritornare a Terra e, con qualche anno di ritardo, consegnare nelle mani degli scienziati giapponesi dei microscopici campioni di Itokawa che sono stati trovati nella capsula rientrata a Terra. Rispetto alla sonda che l'ha preceduta, Hayabusa 2 è dotata di quattro ruote di reazione per il controllo di assetto anziché tre, sono stati migliorati il sistema di raccolta dei campioni e il software che gestisce le operazioni in prossimità della superficie. I motori ionici sono più potenti, e la trasmissione dati alla Terra (in banda Ka) sarà 4 volte maggiore.

Possibili tracce di strutture biologiche fossili fotografate dai Mars Exploration Rover (Umberto Genovese)

Nel 2004 il Mars Exploration Rover Opportunity stava esplorando il Meridiani Planum quando in un costone di roccia chiamato Guadalupe, si imbatté in una delle prime e più evidenti prove che nel lontano passato Marte aveva posseduto acqua liquida.

Non che la cosa fosse del tutto inaspettata. Già la missione orbitale Mars Odyssey aveva

segnalato la presenza di grandi quantità di idrogeno che facevano supporre la presenza di ghiaccio sotto la superficie di Marte, ma non si erano ancora trovate tracce così evidenti della passata presenza di acqua liquida sulla superficie; ma non solo...

Il Dott. Giorgio Bianciardi dell'Università di Siena, biologo e medico, ricercatore dell'Università di Siena, dove insegna Microbiologia e Astrobiologia, il Dott. Vincenzo Rizzo ex ricercatore del CNR presso l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR-IRPI) di Cosenza, geologo, e il Dott. Nicola Cantasano ricercatore CNR all'istituto di Foreste e Agricoltura del Mediterraneo di Cosenza, hanno comparato 30 immagini riprese dalle missioni Mars Exploration Rover (Spirit e Opportunity) e confrontate con altrettante (45) immagini di stromatoliti terrestri per un totale di 40 000 microstrutture esaminate, tenendo conto della forma, dimensioni, complessità e similitudini tra le immagini marziane e i campioni terrestri. Il team italiano evidenzia una similitudine statistica molto elevata tra le microstrutture rilevate dalle immagini riprese su Marte e le strutture microbiologiche (microbitaliti e stromatoliti) terrestri.

Tutte le immagini dei campioni sono state ricomposte sulle stesse proporzioni delle immagini trasmesse dai rover (sui metodi di trattamento e i software usati rimando all'articolo originale su ijass.org) e poi si è proceduto con una analisi di tipo frattale (la stessa che Giorgio Bianciardi usa da anni nelle sue ricerche biomediche) sulle immagini prendendo in considerazione otto diversi indici frattali che indicano altrettanti dati riguardando la complessità e le dimensioni delle strutture esaminate.

I risultati a cui sono giunti mostrano una totale similitudine tra le immagini marziane e i

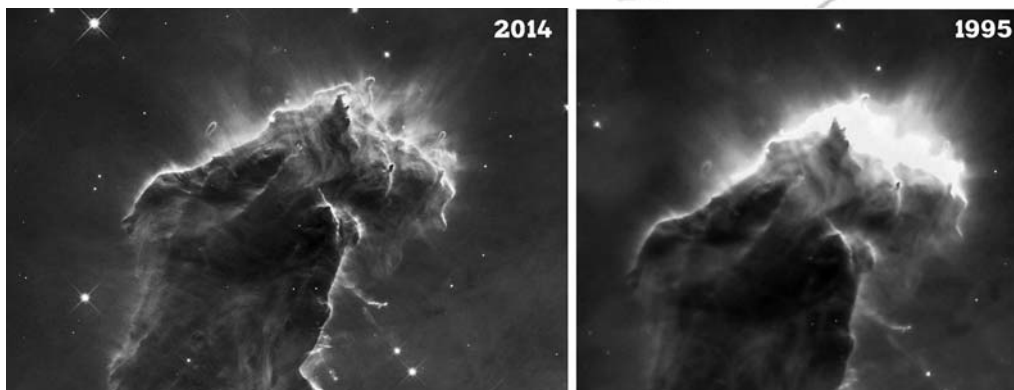
campioni terrestri sostenendo che la probabilità di una casualità simile e pari a 1 su 2^8 ($p < 0,004$). In altre parole i ricercatori italiani sostengono che durante il periodo in cui sussistevano le condizioni per la presenza di acqua liquida su Marte, esistevano ampie colonie di microorganismi unicellulari molto simili a quelli che hanno dato origine alle stesse simili strutture qui sulla Terra.

Happy Birthday, Hubble! (Giovanni Bignami)

Happy Birthday, Hubble! Il telescopio più famoso del mondo, dopo quello di Galileo del 1609, messo in orbita nel 1990, compie tra poco un quarto di secolo di splendido servizio. La NASA lo festeggia in modo elegante: ripropone la immagine più famosa della galleria cosmica di Hubble, ripetuta e migliorata. Si tratta dei famosissimi "Pillars of Creation", i Pilastrini della Creazione che, visti da Hubble nel 1995, fecero subito il giro del mondo, stampati su T-shirts come su tazze da caffè (americano, viste le dimensioni dell'immagine). Adesso la NASA ne pubblica una seconda immagine, appena fatta, più profonda e più bella.

Il nome "pilastrini", dato dagli scopritori, descrive in realtà un gruppo di nuvole fatte di gas e polveri interstellari che, per caso, hanno forme allungate nella stessa direzione. Girate la foto, però, e i pilastrini diventano radici, o stalattiti, o carote cosmiche... qui c'entra la famosa "gestalt", il nostro modo di vedere le forme. "Creazione", invece, è molto più appropriato. Dentro alle fotografiche nubi (invisibili all'occhio umano), la materia diffusa può condensarsi, collassando, cioè cadendo su se stessa a causa della forza che muove tutto l'Universo, la gravità.

Alla fine del collasso, miracolo, nasce una stella. Cioè la materia diventa così densa e calda da far accendere le reazioni nucleari, le stesse che tengono acceso il nostro Sole. E di solito le



Un particolare dell'ultima immagine ad alta risoluzione dei Pilastrini della Creazione, ripresa dal Telescopio Spaziale Hubble nel 2014 a confronto con quella ormai storica ripresa sempre da Hubble nel 1995.

stelle non nascono da sole, ma a grappoli, tutte insieme: dentro e intorno a quei "pilastrini" si intravedono delle pouponnières di stelle appena create. E se ci sono stelle appena create, potrebbero esserci tantissimi pianeti appena nati, come era la nostra Terra quattro o cinque miliardi di anni fa. Chissà come evolveranno.

Le dimensioni dei pilastrini, e anche delle nursery stellari, sono astronomiche, naturalmente. Le nubi di materia che Hubble ha fotografato si trovano a più di seimila anni luce da noi, e quindi il nostro Sole, se fosse lì, sembrerebbe una delle tante stelline deboli dell'immagine. Ma naturalmente non si vedrebbe traccia di un sistema planetario intorno a lui né, tanto meno, di un eventuale terzo pianeta del sistema stesso... Anche per questo è difficile guardare l'immagine senza fermarsi un attimo a pensare.

Alcune delle stelle neonate sono particolarmente calde (tipo ventimila gradi in superficie) ed emettono getti di radiazione ultravioletta ad alta velocità. Anzi, confrontando le due immagini separate da 20 anni si scopre che uno di quei getti

ha un allungamento misurabile: la materia cosmica si muove, sembra viva.

Nate insieme, le stelle poi muoiono una ad una, perché hanno evoluzioni e durate di vita diverse. Alcune, le più grosse, alla fine esplodono, tornando ad essere gas e polvere. In questo modo, le stelle arricchiscono le nubi interstellari degli elementi chimici prodotti durante la loro vita e nell'esplosione finale. E' così che fu creato il calcio delle nostre ossa, il ferro del nostro sangue o l'oro dell'orecchino che abbiamo appena regalato per Natale.

Abbiamo ricevuto l'autorizzazione di pubblicare di volta in volta su "Meridiana" una scelta delle attualità astronomiche contenute nel sito italiano "Coelum/news".

Macchie solari e polarimetria

Lisa Imperatori
Liceo Bellinzona

Anche per la pubblicazione di questo lavoro valgono gli stessi criteri che abbiamo tenuto nei precedenti (vedi Meridiana 231-232-233)

Sommario

1 Il Sole	3	4.2.2 Rotazione degli assi	24
1.1 Introduzione	3	4.3 L'effetto Zeeman	25
1.2 Struttura e composizione	3	4.4 Unione tra polarizzazione ed effetto Zeeman	28
2 Le macchie solari	6	5 Esperienza personale	31
2.1 Introduzione	6	5.1 Obiettivo	31
2.2 Campi magnetici e proprietà fisiche	8	5.2 Ipotesi iniziale	31
2.3 Periodicità e correlazioni ambientali	8	5.3 Osservazioni all'IRSOL	31
2.3.1 Ciclo undecennale e cicli più lunghi	8	5.3.1 Breve storia dell'IRSOL	32
2.3.2 Cicli e polarità	9	5.3.2 La strumentazione	33
2.3.3 Fattori determinanti la ciclicità	10	5.3.3 Raccolta personale dei dati	36
2.3.4 Correlazioni climatiche	11	5.4 Analisi dei dati	37
3 Storia delle macchie solari	15	5.4.1 Spettro	37
3.1 Theophrastus	15	5.4.2 Parametri di Stokes	38
3.2 Popolazioni asiatiche	15	5.5 Risultati ottenuti	50
3.3 Il primo disegno	15	5.5.1 Discussione	50
3.4 Il '600: epoca di primati contesi	17	5.6 Conclusione pratica	51
3.5 Dal 1800 agli studi più moderni	21	6 Conclusione	52
4 Tecniche di polarizzazione e misura dei campi magnetici	22	7 Ringraziamenti	53
4.1 Premessa	22	8 Indice delle figure	54
4.2 Polarimetria	22	9 Bibliografia	56
4.2.1 I parametri di Stokes	23		

1 Il Sole

1.1 Introduzione

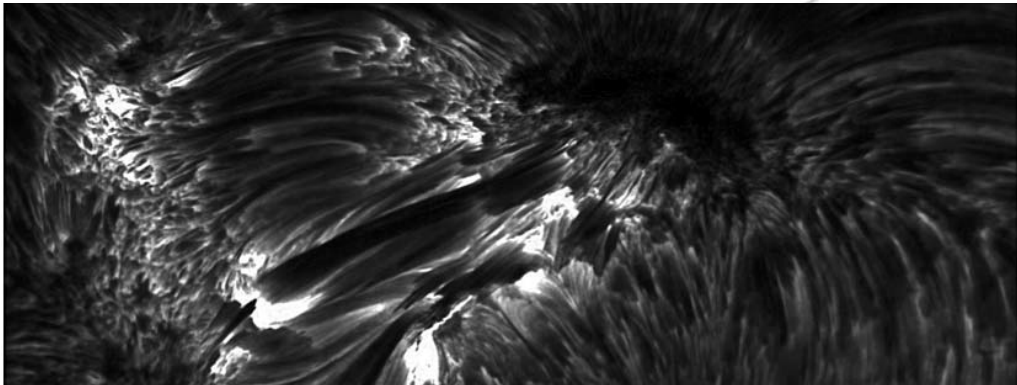
"In mezzo a tutti sta il Sole. Chi infatti, in tale bellissimo tempio, metterebbe codesta lampada in un luogo diverso o migliore di quello, donde possa tutto insieme illuminare? Perciò non a torto alcuni lo chiamano lucerna del mondo, altri mente, altri reggitore. Trismegisto lo chiama Dio visibile, Elettra, nella tragedia di Sofocle, colui che tutto vede. Così, per certo, come assiso su un trono regale, il Sole governa

la famiglia degli astri che gli fa da corona".

(Niccolò Copernico, "De revolutionibus orbium coelestium", 1543)

Le parole di Niccolò Copernico mostrano quanto il Sole sia da sempre al centro delle nostre vite, delle nostre azioni, testimone silenzioso della nostra storia. È la nostra stella.

Essendo il Sole la stella con maggiore influenza sulla Terra e soprattutto l'unica stella che l'uomo può studiare nei minimi dettagli, fin dall'antichità ha subito particolari attenzioni da parte di molti astronomi. Le loro attente osserva-



zioni hanno permesso di stabilire un modello solare standard che è stato in seguito possibile applicare a tutte le altre stelle più lontane, piccole o grandi che fossero.

Risulta ovviamente impossibile osservare l'interno del Sole a causa degli insormontabili problemi pratici che si verrebbero a creare. Dunque per realizzare questo modello della struttura completa del Sole, è stato necessario associare all'osservazione della superficie solare e dell'irradiazione, anche delle teoretiche equazioni della fisica e della chimica di base. Come ad esempio quelle concernenti gli equilibri, l'energia generata e il trasporto di quest'ultima. Chiaramente l'uomo non ha ancora la certezza che questo sia un buon modello per illustrare e descrivere determinate problematiche. Infatti è stato più volte messo in discussione a causa di nuove scoperte che rischiavano di scombussolare l'intera fisica stellare come ad esempio la problematica concernente i neutrini che affliggeva i fisici alcuni anni fa. Fino a oggi si è però sempre riusciti a far coincidere le nuove scoperte con gli studi che stanno alla base di questo modello standard portandoci quindi a ritenere che quest'ultimo sia complessivamente valido.


3 Storia delle macchie solari

3.1 Theophrastus

Già in epoca antecedente la nascita di Cristo l'uomo nutriva un considerevole interesse per il Sole: considerato non a caso una divinità da moltissime popolazioni antiche. Il primo riferimento esplicito a delle macchie solari risale al 364 a.C. ed è da attribuire a Theophrastus (370-290 a.C.), nientemeno che il pupillo di Aristotele.

3.2 Popolazioni asiatiche

Il Sole, scandendo le giornate con un moto facilmente osservabile, era già oggetto di studio prima dell'anno 0 anche presso popolazioni cinesi e coreane, dove l'astronomia, e in particolare lo studio e le previsioni delle eclissi solari, era sostenuta e promossa dalla corte. Si dice che sotto il regno di Hoang-Ti sia stato addirittura istituito un tribunale matematico atto a promuovere le scienze astronomiche che imponeva delle leggi secondo le quali fenomeni celesti non predetti o predetti erroneamente avrebbero comportato la pena di morte per



l'astronomo che aveva o meno eseguito la previsione. I loro studi si basavano in particolare modo sull'osservazione solare che, applicata a calcoli matematici, aveva portato alla previsione di eclissi solari su un arco di tempo di centinaia di anni. L'astronomo cinese Gan De osservò per la prima volta una macchia solare nel 364 a.C., iscrivendo la sua osservazione nella mappa stellare che stava stilando. I cinesi sono anche i primi osservatori regolari delle macchie solari, tra il 28 a.C. e il 1600 d.C., sono presenti più di 100 testimonianze scritte riportanti l'osservazione di macchie solari; mentre testimonianze orali, riportano che astronomi in tutta la Cina e la Corea erano soliti osservare il Sole. Probabilmente grazie alla polvere sollevata dai deserti asiatici che, offuscando il cielo, impediva in parte alla luce solare di raggiungere la terra, riuscirono a scorgere a occhio nudo le macchie solari più grandi, senza riportare danni alla vista e senza l'aiuto di un telescopio che ovviamente a quei tempi non esisteva ancora. Nonostante ci sia la certezza che queste osservazioni siano realmente state fatte, i Cinesi non hanno mai testimoniato la loro scoperta dell'attività solare con dei disegni portando dunque i loro successori ad attribuirsi il merito. Nel periodo medioevale si hanno inoltre altri avvistamenti di macchie solari, attribuite però tutte al transito di un corpo celeste davanti al Sole. Einardo, ad esempio, scrive nel suo "Vita di Carlo Magno", intorno all'anno 807, di alcune macchie solari, a suo parere causate dal transito di Mercurio davanti alla stella. Come Einardo anche il filosofo al-Kindī nell'840 registra la comparsa di macchie solari causate questa volta dal transito di Venere. Negli anni a seguire altri riporteranno nelle loro cronache l'avvistamento di macchie solari, ma passeranno centinaia di

anni prima che si effettuino dei veri e propri studi al riguardo.

3.3 Il primo disegno

Nel '600 una contesa europea coinvolgerà quattro noti astronomi per l'attribuzione della scoperta delle macchie solari e della loro documentazione scientifica, ma solo agli inizi del secondo millennio è stato scoperto che, per realmente trovare la prima osservazione col primo disegno del fenomeno solare, bisognava tornare indietro nel tempo di circa 500 anni. Già nel 1128, infatti, John de Worcester disegnò le macchie solari. John, monaco inglese, vissuto tra la fine dell'XI e l'inizio del XII secolo, divenne relativamente conosciuto grazie alla stesura del "Chronicon ex chronicis", considerato dagli storici un valido documento sulla storia anglosassone dal 446 al 1140. Ed è proprio in queste cronache che troviamo anche, oltre a diverse annotazioni di avvenimenti astronomici particolari come aurore polari, passaggi di comete, eclissi lunari e solari, il primo disegno di macchie solari, accompagnato dal commento dello stesso John da Worcester.

Essendo una scoperta postuma, la comunità astronomica attuale si è particolarmente impegnata a trovare documenti certificanti l'effettiva presenza di due grandi macchie solari l'8 dicembre 1128. La prova della veridicità dell'osservazione di John da Worcester sembrerebbe arrivare ancora una volta dai grandi osservatori celesti asiatici. Un astronomo coreano registrò infatti, nelle cronache di Songdo, cittadina vicina a Seul, nella notte del 13 dicembre 1128, "un vapore rosso che saliva e riempiva il cielo da nord a sud", descrizione facilmente riconducibile al fenomeno dell'aurora boreale. Questo documento coreano è affiancabile a quello

inglese, visto che è stato attestato come un periodo di cinque giorni rappresenti il periodo ideale decorrente tra la comparsa di un grande gruppo di macchie solari vicino al centro del Sole e la visione di relative aurore boreali nei cieli a più basse latitudini. Questi studi sono stati compiuti solo recentemente, quindi John da Worcester morì senza sapere di essere stato il primo disegnatore di una macchia solare.

5 Esperienza personale

5.1 Obiettivo

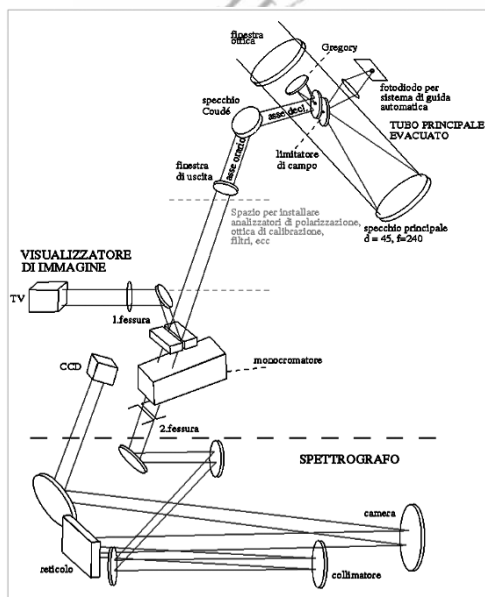
L'obiettivo che mi sono posta all'inizio della parte pratica del mio lavoro è stato quello di riuscire a individuare una macchia solare attraverso l'identificazione della presenza di un campo magnetico particolarmente forte in una determinata zona della superficie solare.

In secondo luogo mi sono riproposta di risalire all'intensità e all'angolo di direzione che caratterizzano il campo magnetico nella macchia solare da me individuata.

Chiaramente si tratta di lavori sperimentali e si può già sottolineare che i risultati che mi sono prefissata di ottenere non saranno certamente da considerarsi perfettamente esatti, anche perché, per ottenere un risultato molto più preciso, avrei dovuto utilizzare delle tecniche, delle apparecchiature e dei calcoli che, con le nozioni di base acquisite durante la mia scolarizzazione e le mie ricerche personali, non sarei stata in grado di capire. Il risultato che ho quindi cercato di ottenere è da ritenersi indicativo, ma mi permette di fare delle considerazioni sui campi magnetici nelle macchie solari e mi ha permesso di imparare a utilizzare un metodo alla mia portata per analizzare fenomeni molto complessi dal punto di vista fisico.

5.2 Ipotesi iniziale

Considerato un punto proprio al centro dell'ombra della macchia ci si aspetterebbe un'intensità del campo magnetico nell'ordine dei kG con un valore compreso tra 2 e 3 kG che quindi generi un effetto Zeeman molto marcato e facilmente visibile. Per quanto riguarda l'angolo θ di direzione del campo magnetico non si può formulare nessuna ipotesi in merito.



Schema dello strumento dell'IRSOL, con il cammino di un fascio di luce.

5.3 Osservazioni all'IRSOL

Il 25 giugno 2013 la parte pratica del mio lavoro di maturità ha cominciato a concretizzarsi. Ho infatti trascorso una piacevole giornata

all'IRSOL in compagnia del professor Renzo Ramelli e di Michele Bianda che, nel limite del possibile, hanno cercato di spiegarmi le prime rudimentali conoscenze di polarizzazione e fisica solare.

5.3.2.1.1 ZIMPOL 3

L'IRSOL ha la fortuna di poter sfruttare il polarizzatore ZIMPOL 3, uno dei migliori polarizzatori al mondo. Esso funziona come il polarizzatore ideale descritto in precedenza. Non presenta però una lamina ritardante ma un doppio modulatore, con lamine ritardanti nel mezzo, che provoca un ritardo variabile, agendo con una frequenza di 1 kHz che risulta essere più rapida di quella provocata dalle turbolenze atmosferiche che agirebbero sul segnale. Viene così catturato un primo segnale di polarizzazione e c'è una successiva modulazione dell'intensità. La camera ZIMPOL effettua poi la demodulazione sfruttando uno speciale accorgimento tecnico, che consiste in un sensore CCD, che per ogni quattro righe che raggiungono la camera, ne scherma tre. In seguito le cariche che compongono il segnale, accumulate sul sensore CCD, vengono spostate in maniera sincrona alla modulazione ottenendo quattro intensità distinte da cui poi si possono ottenere, tramite la matrice ottenute con la calibrazione, i parametri di Stokes.

5.3.3 Raccolta personale dei dati

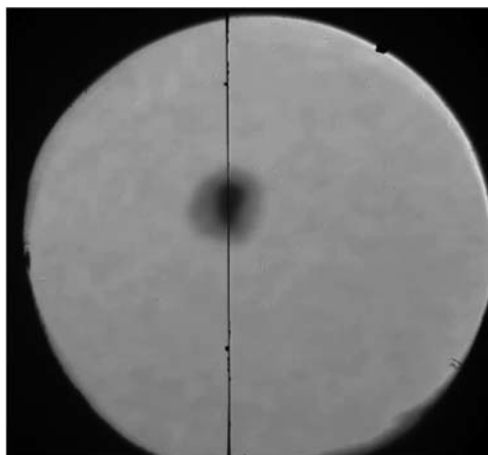
Grazie alle condizioni meteorologiche favorevoli, ho avuto anche la possibilità di raccogliere dei dati.

Concretamente, il primo passaggio eseguito è stato quello della scelta della radiazione da osservare. Scelta piuttosto casuale, caduta

per finire sulla riga del Nichel (Ni) con lunghezza d'onda $6767,784 \text{ \AA}$.

Una volta individuata con il telescopio una macchia solare (si può osservare la posizione e la grandezza della macchia da me scelta anche nel disegno dell'archivio della specola solare ticinese, fatto lo stesso giorno, il 25 giugno 2013) si è dovuto posizionare tutta la strumentazione. Come si vede sotto, la riga nera che rappresenta la fessura è stata posizionata proprio al centro della macchia, in questo modo i dati misurati concernono la zona della fotosfera occupata dalla macchia solare. Seguendo poi il procedimento descritto in precedenza sono stati misurati, con l'ausilio della strumentazione e di un computer, che esegue i passaggi di calcolo intermedi, tutti i valori dei parametri di Stokes ed è stato fatto uno spettro.

Sono state eseguite 1240 misurazioni di ogni parametro su un lasso di tempo molto ristretto.



5.5 Risultati ottenuti

Come mi ero riproposta sono riuscita a raggiungere entrambi i miei obiettivi. Ho individuato una macchia solare osservando lo spettro e sono riuscita a ottenere un risultato finale descrivendo il campo magnetico nella macchia da me osservata: esso ha una direzione di $67,9^\circ$ e un'intensità di $3,7 \text{ kG}$.

Chiaramente i risultati ottenuti sono molto approssimativi. Bisogna, infatti, tener conto dell'errore sperimentale, della tecnica semplificata da me utilizzata e delle limitazioni grafiche. Il risultato ottenuto rimane comunque un valore interessante.

5.5.1 Discussione

Il mio risultato, preso da solo, probabilmente mostra poche applicazioni pratiche, ma se si considerano altri valori, misurati sia all'esterno delle macchie solari che nella penombra di queste ultime, si può notare che effettivamente ci sono molte differenze tra l'intensità dei campi magnetici presenti in queste diverse zone.

Teoricamente l'intensità del campo magnetico nell'ombra di una macchia solare di grandi dimensioni è dell'ordine di 3 kG . Il risultato ottenuto dall'analisi pari a $3,7 \text{ kG}$ è riferito alla zona d'ombra di una macchia relativamente piccola e quindi, probabilmente, l'intensità del campo magnetico ivi presente avrebbe dovuto essere inferiore. Tale risultato però, se considerato approssimativamente, è da ritenersi buono.

6 Conclusione

La prima parte del mio lavoro, indispensabile per volgere uno sguardo generale sul

mondo solare e in particolare su quello delle macchie solari, mi ha permesso di apprendere molte nozioni affascinanti che non hanno fatto che accrescere il mio interesse per l'astronomia sia antica che moderna. Avere inoltre la possibilità di mettere in pratica alcuni aspetti sui quali mi ero soffermata mi ha aiutata molto a rendere più concreto il mio discorso, attribuendo una spendibilità pratica al tutto. In ogni caso entrambe le parti del mio lavoro mi hanno appassionata. Chiaramente il lavoro pratico ha sempre il suo fascino e mi piacerebbe continuare ad approfondire la complessa tecnica della polarizzazione. Non da ultimo ho dovuto anche migliorare le mie capacità informatiche, cosa tutt'altro che evidente! Comunque, nonostante la mia titubanza iniziale nell'affrontare l'argomento posso ritenermi soddisfatta del risultato finale perché ha sicuramente aumentato il mio bagaglio di conoscenze nell'ambito della fisica e non solo.

7 Ringraziamenti

Vorrei ringraziare tutti quelli che hanno reso possibile la stesura di questo lavoro di maturità.

Ringrazio dunque Michele Bianda per la sua preziosa collaborazione e per la sua accoglienza calorosa all'IRSOL, Marco Cagnotti, per avermi dedicato del tempo aiutandomi nella ricerca di libri riguardanti le macchie solari che mi permettessero di approfondire il tema, e per la sua completa disponibilità a rispondere a qualsiasi mia domanda. Ringrazio il professor Stefano Sposetti che ha cercato di indirizzarmi verso la giusta strada, ringrazio anche mio zio Michele Mossi che in poco tempo mi ha saputo fornire degli ottimi spunti per migliorare il mio lavoro e ringrazio i miei genitori che mi hanno

sempre sostenuta e hanno contribuito in diversi modi alla concretizzazione dell'elaborato finale. Più di tutti, ringrazio il professor Renzo Ramelli che in qualsiasi momento si è sempre dimostrato molto gentile, disposto ad aiutarmi e a spiegarmi, anche più volte, il difficile mondo della polarizzazione che, devo ammettere, non sarei mai riuscito a comprendere senza il suo volenteroso aiuto.

9 Bibliografia

- "The Galileo project" (1995). Tratto il giorno 13 settembre 2013 da <http://galileo.rice.edu/abo/copyright.html>

- "Dal ciclo solare al clima terrestre" (2009, agosto 28). Tratto il giorno 27 ottobre 2013 da LeScienze: http://www.lescienze.it/news/2009/08/28/news/dal_ciclo_solare_al_clima_terrestre-573765/

- "Museo Galileo biblioteca digitale" (2011). Tratto il giorno 30 agosto 2013 da <http://193.206.220.110/Teca/Viewer?an=367710>

- Archivio disegni. (s.d.). Tratto il giorno 10 novembre 2013 da Specola: <http://www.specola.ch/>

- Bianda, M. (2003) "Observations of scattering polarization and the Hanle effect in the Sun's atmosphere" Cuvillier, Göttingen

- Bourge, P. (1989) "Il manuale pratico di astronomia" Zanichelli, Bologna.

- Clark, S. (2009) "Il re del Sole" Giulio Einaudi, Torino.

- Degl'Innocenti, E. L. (2008) "Fisica solare" Springer, Milano.

- "Galileo e le guerre dei telescopi". (s.d.). Tratto il giorno 30 agosto 2013 da "Poppinga": <http://keespoppinga.blogspot.ch/2011/01/galileo-e-le-guerre-dei-telescopi.html>

- "John of Worcester spot on with his 1128 sun diagram" (s.d.). Tratto il giorno 30 agosto 2013 da "The Telegraph": <http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1334296/John-of-Worcester-spot-on-with-his-1128-sun-diagram.html>

- "La scoperta delle macchie solari". (s.d.). Tratto il giorno 30 agosto 2013 da "Daily- il mondo che cambia in tempo reale": <http://daily.wired.it/news/scienza/2013/06/13/scoperta-macchie-solari-427892.html>

- Lang, K. R. (1997) "Sun, earth and sky". Berlin, Heidelberg, Springer, New York.

- Loughhead, R. B. (1964) "Sunspots" Dover Publications Inc., New York.

- P.Caldirola, G. F. (1996) "Nuovo corso di fisica" (Vol. 3), Ghisetti e Corvi Editori, Milano.

- "Strumentazione". (s.d.). Tratto il giorno 10 novembre 2013 da IRSOL: <http://www.irsol.ch/i/>

- "Strumentazione". (s.d.). Tratto il giorno 10 ottobre 2013 da IRSOL: <http://www.irsol.ch/i/>

- Tomasino, M. (2011) "Cambiamento climatico: e se fosse il sole?", Tangram edizioni scientifiche, Trento.

Lo Star Party 2014 a Piora

Luca Berti

Audentis Fortuna iuvat, diceva.

Sì, perché per spostarsi fino in Piora nell'estate più nuvolosa da sempre con l'idea di osservare stelle e cielo profondo bisogna essere audaci.

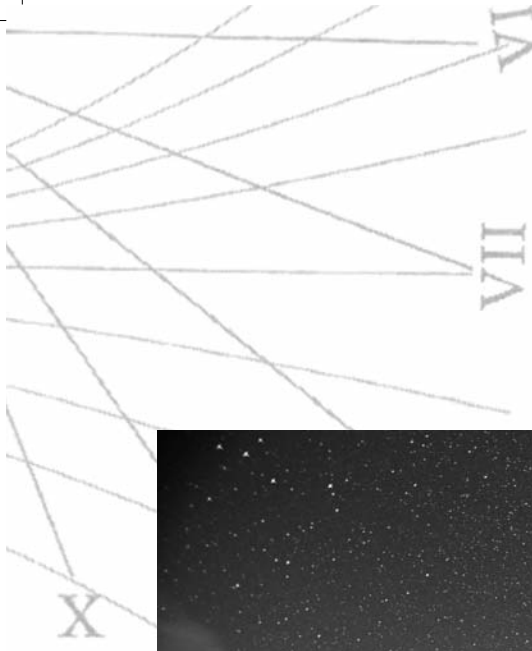
E difatti chi si è inerpicato su per la stretta strada che da Altanca porta alla diga del Ritom sabato 23 agosto 2014, seconda serata dello Star Party, è stato accolto da uno scroscio di grandine e dal pensiero che quella sera non si sarebbe visto nulla. Impressione confermata dalle notizie raccolte sul posto dai 7 partecipanti alla prima notte di osservazioni: ave-

vano dovuto combattere con le nuvole tutta la sera prima e la loro fortuna era stata alterna. Alla fine avevano potuto osservare solo qualche squarcio di cielo tra un cumulo e l'altro.

Sabato le speranze non erano migliori vista la fitta copertura nuvolosa che continuava a persistere, nonostante la grandine avesse finito di cadere. Quasi tutti gli 11 partecipanti si sono recati a cena presso la Capanna Cadagno con il dubbio. Già a metà cena però qualche impavido osservatore, sfidando il freddo che popola le sere in quota, aveva riportato segnali positivi: zenit libero o sprazzi di stelle



Il panorama da sopra Piora: al centro il lago Ritom, in basso a destra, Cadagno, con il Centro di Biologia Alpina



Il cielo stellato e, in primo piano a sinistra in basso, il gruppo degli astrofili.

che stavano emergendo qua e là. Nessuno però si sarebbe aspettato di ritrovare un cielo completamente sgombro al momento di ritornare verso il Centro di Biologia Alpina, dove i telescopi erano parcheggiati sotto le coperture di plastica. L'osservazione è stata proficua: gli



astrofili presenti hanno avuto il tempo di mostrare un po' di cielo ai numerosi avventori della capanna, incuriositi dal frenetico via-vai di persone, e molti di loro hanno proseguito a osservare sino a notte inoltrata.

Una bella soddisfazione per tutti coloro che hanno sfidato l'incertezza della meteo, alcuni già da anni assidui frequentatori degli Star Party, altri nuovi. In totale, comunque, meno rispetto agli scorsi anni, proprio a causa del tempo imprevedibile. Tanto imprevedibile che pochissime persone si sono iscritte alla gita nella regione organizzata per sabato 23. Gita poi cancellata.

Due parole sulla storia della SAG /SAS

Sergio Cortesi

In tutto il mondo, nella seconda metà del secolo XIX, gli astronomi, sia dilettanti che professionisti, hanno sentito il bisogno di riunirsi in associazioni per coordinare i loro lavori e diffondere le conoscenze acquisite dalla loro scienza, forse la più antica che l'uomo abbia praticato.

In Europa le prime associazioni di astrofili si sono costituite in Germania (Astron-mische Gesellschaft, A.G. 1863) in Francia (Société Astronomique de France, SAF 1887) e in Gran Bretagna (British Astronomical Association, BAA, 1890). In generale, a dire il vero, precedentemente si erano riuniti in società anche astrofili residenti in varie città, poi conglobati nelle associazioni nazionali.

Analogamente in Svizzera, nella prima metà del XX secolo, si erano costituite società di astrofili a Ginevra (1923), Berna (1923), Zurigo (1936), Basilea, 1929) e altre che, nel novembre del 1938 si sono aggregate in una sola associazione (denominata Schweizerische Astronomische Gesellschaft, SAG, in francese Société Astronomique del Suisse, SAS). A tutt'oggi sono 34 le sezioni-associazioni che confluiscono nella SAG/SAS, con un totale di circa 2000 aderenti (compresi i soci individuali non iscritti nelle sezioni).

Notiamo qui, tra parentesi, che gli astronomi professionisti svizzeri hanno invece costituito, nel 1968, una società separata (la Società Svizzera di astronomia e astrofisica SSAA).

Tra le altre attività di divulgazione, la SAG/SAS ha cominciato a pubblicare nel 1943 un bollettino periodico, la rivista "Orion" che esiste ancora oggi ed esce ogni due mesi.

Grande astrofilo a quei tempi, fu Hans Rohr, un pasticcere di Sciaffusa che per il suo instancabile lavoro di divulgazione fu insignito del titolo di Dottore Honoris Causa dall'Università di Basilea. Egli fu l'introduttore in Svizzera della tecnica di costruzione manuale degli specchi astronomici negli

anni in cui uno specchio da 200 mm valeva quanto lo stipendio di due mesi di un impiegato.

Ci sembra qui pletorico citare le innumerevoli persone che hanno contribuito, chi più, chi meno, allo sviluppo dell'astrofilia nel nostro paese. Ci basti citare un solo nome, per tutti: Robert A. Naef, il fondatore del primo (e ancora unico) annuario astronomico svizzero, lo "Sternenhimmel", ben conosciuto anche dai ticinesi.

D'altra parte le centinaia di numeri della rivista svizzera "Orion" usciti dalla sua prima apparizione nel 1943, raccontano in dettaglio, per chi è interessato, le tappe dello sviluppo della Società Astronomica Svizzera in questi anni.

Per noi ticinesi ci basti citare l'unico presidente centrale della SAG/SAS che abbiamo avuto nella persona del Prof. Dr. Rinaldo Roggero, coadiuvato dal cassiere Edy Alge di Locarno (dal 1975 al 1989).



Sul prato della Specola di Locarno in occasione del transito di Mercurio nel 1973: da sinistra: Robert.A.Naef e Sergio Cortesi.

Solo la settimana

Anna Cairati

Il primo cosmonauta è stato Jurij Alekseevič Gagarin.

Il primo astronauta è stato Alan Shepard.

Il primo essere umano a poggiare il piede sulla Luna è stato Neil Armstrong.

La prima attività extra-veicolare è stata condotta da Aleksej Archipovič Leonov.

Il primo astronauta svizzero è stato Claude Nicollier.

Il primo italiano, Franco Malerba.

Quasi tutti subiamo il fascino del record: il primo! Il migliore! Il più grande! Il più lontano!

Perché chi stabilisce un primato ha presumibilmente delle capacità superiori alla norma e le sue gesta riecheggeranno negli anni, nei secoli e – chissà - nei millenni a venire. Il protagonista viene ammantato di una gloria che lo rende simile ai grandi eroi dell'antichità, quelli descritti nell'Iliade, nell'Odissea.

Nelle scorse settimane Samantha Cristoforetti ha raggiunto la Stazione Spaziale Internazionale. La notizia ha avuto grande eco, sia sui media generalisti sia su quelli specialistici: la prima astronauta donna italiana!

Secondo molti è un avvenimento che andrebbe aggiunto al mio elenco iniziale. A mio avviso no, per niente.

Samantha Cristoforetti non è la prima astronauta donna italiana, è solo il settimo cittadino italiano a prendere parte a missioni spaziali ESA.

Quello che sembra essere un riconoscimento è in realtà una discriminazione. Come dire: bisogna festeggiare questa donna in particolare perché, si sa, le donne non hanno le stesse capacità degli uomini e dunque quella che riesce a eguagliarli è certamente eccezionale.

Sicuramente Cristoforetti ha grandi qualità e una preparazione impeccabile. Si è laureata a Monaco in ingegneria meccanica con specializza-

zione in propulsione spaziale e strutture leggere, ha frequentato l'École Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace di Tolosa e la Mendeleev University of Chemical Technologies di Mosca, concludendo il master con una tesi sui propellenti solidi per razzi.

Nel 2001 ha cominciato la carriera in Aeronautica Militare frequentando l'Accademia di Pozzuoli e nel 2005, con il grado di tenente, è stata inviata alla scuola di volo Euro-NATO Joint Jet Pilot Training (ENJJPT) alla Shepard Air Force Base di Wichita Falls, Texas. Ottenuto il diploma di pilota militare, è tornata in Italia e assegnata al 51° Stormo di Istrana. Nel 2009 è stata selezionata come astronauta ESA e nel 2010, finito l'addestramento di base, è diventata Reserve Astronaut. Dal 2011 ha continuato con lo studio dei sistemi dell'ISS, delle attività extra-veicolari (EVA) e delle operazioni robotiche, qualificandosi come primo ingegnere di volo sulla Soyuz anche grazie al fatto che oltre all'italiano, al francese, all'inglese e al tedesco, parla il russo. Questo le permette di comprendere e rispondere alle comunicazioni radio provenienti da Bajkonur e leggere gli schermi di bordo.

Indubbiamente un curriculum sfavillante, ma per chiunque. Donna o uomo che sia.

In tutto ciò che fa o ha fatto non c'è nulla che qualsiasi altra donna - o uomo - di pari intelligenza, determinazione e coraggio non avrebbe saputo fare. Sull'ISS sarà chiamata a compiti scientifici che richiedono e presuppongono un addestramento senza ombre, ma nulla che sia impedito dall'appartenenza a un genere piuttosto che a un altro.

Quindi tutta l'ammirazione e l'onore, ma come persona, non come donna.

Con l'occhio all'oculare...

Astrocalina

L'osservatorio (via Nav 17) sarà a vostra disposizione **ogni primo venerdì del mese**, a partire da marzo, per ammirare gli innumerevoli oggetti celesti che transiteranno di volta in volta.

Inoltre, **sabato 28 marzo**, potremo ammirare la Luna verso il primo quarto e le diverse curiosità stagionali.

Per l'osservazione dell'eclisse solare parziale di **venerdì 20 marzo** saremo a disposizione del pubblico dalle 8h30 alle 13h00. Responsabile: Fausto Delucchi (tel. 079 389 19 11) fausto.delucchi@bluewin.ch

Monte Lema

È entrata in funzione la remotizzazione/robotizzazione del telescopio. Per le condizioni di osservazione e le prenotazioni contattare il nuovo sito: <http://www.lepleiadi.ch/sitonuovo/>. Al momento di andare in stampa non siamo in possesso del programma osservativo per questi tre mesi.

Consultare il sito sopra indicato a partire da metà gennaio.

Specola Solare

È ubicata a Locarno-Monti, vicino a MeteoSvizzera ed è raggiungibile in automobile (posteggi presso l'osservatorio). Il CAL (Centro Astronomico Locarnese) comunica i prossimi appuntamenti:

sabato 24 gennaio 2015, 19h00 (osservazione della Luna e dei pianeti Marte, Giove e Urano)

sabato 7 febbraio 2015, 10:00 (osservazioni in programma: Sole, spettro solare, ...)

venerdì 20 marzo 2015, 09:00 :

Osservazione dell'eclisse parziale di Sole in collaborazione con la SAT, solo in caso di bel tempo. Eccezionalmente non è necessaria nessuna prenotazione.

sabato 28 marzo 2015, 20:00 (osservazioni in programma: Luna al Primo Quarto, Venere, Giove, nebulosa di Orione, Pleiadi,...)

Dato il numero ridotto di persone ospitabili, si accettano solo i primi 17 iscritti in ordine cronologico. Le prenotazioni vengono aperte una settimana prima dell'appuntamento. Ci si può prenotare tramite Internet sull'apposita pagina (<http://www.irsol.ch/cal>) oppure telefonando al numero 091 756 23 79 dalle 10h15 alle 11h45 nei giorni feriali.

Monte Generoso

Il Gruppo Insubrico d'Astronomia del Monte Generoso (GIAMG) comunica che, a causa dei lavori di costruzione dell'albergo in vetta e dell'interruzione della ferrovia, per tutto il 2015 sono sospese le attività osservative. **Probabile ripresa entro il 2016.**

Effemeridi da gennaio a marzo 2015

Visibilità dei pianeti

MERCURIO	visibile la prima quindicina di gennaio di sera, poi invisibile per una trentina di giorni, riappare al mattino nella seconda metà di febbraio. Di nuovo invisibile in marzo..
VENERE	visibile , (vicino a Mercurio nella prima quindicina di gennaio) sempre alla sera, quindi progressivamente si allontana da Sole per tutti i tre mesi.
MARTE	ancora visibile alla sera per il trimestre, nelle costellazioni dell'Aquario e dei Pesci, poco distante da Venere in febbraio e fino a metà marzo.
GIOVE	in opposizione il 6 febbraio, è visibile nei tre mesi praticamente per tutta la notte tra le stelle delle costellazioni del Leone e del Cancro.
SATURNO	visibile , al mattino e poi nella seconda parte della notte, durante tutto il trimestre, al confine tra la Bilancia e lo Scorpione.
URANO	visibile nella prima parte della notte fino a metà marzo, con sempre maggior difficoltà, tra le stelle della costellazione dei Pesci.
NETTUNO	ancora un po' visibile con difficoltà alla sera in gennaio nell'Aquario, poi invisibile in seguito per congiunzione eliaca del 26 febbraio.

FASI LUNARI



Luna Piena	5 gennaio,	4 febbraio,	5 marzo
Ultimo Quarto	13 gennaio,	12 febbraio,	13 marzo
Luna Nuova	20 gennaio,	19 febbraio,	20 marzo
Primo Quarto	27 gennaio,	25 febbraio,	27 marzo

Stelle filanti

In gennaio sono visibili le **Quadrantidi**, dall' 1 al 5, con un massimo il 3 e una frequenza massima oraria di 120 meteore. La cometa d'origine è la 96P/Machholz I.

Eclisse di Sole

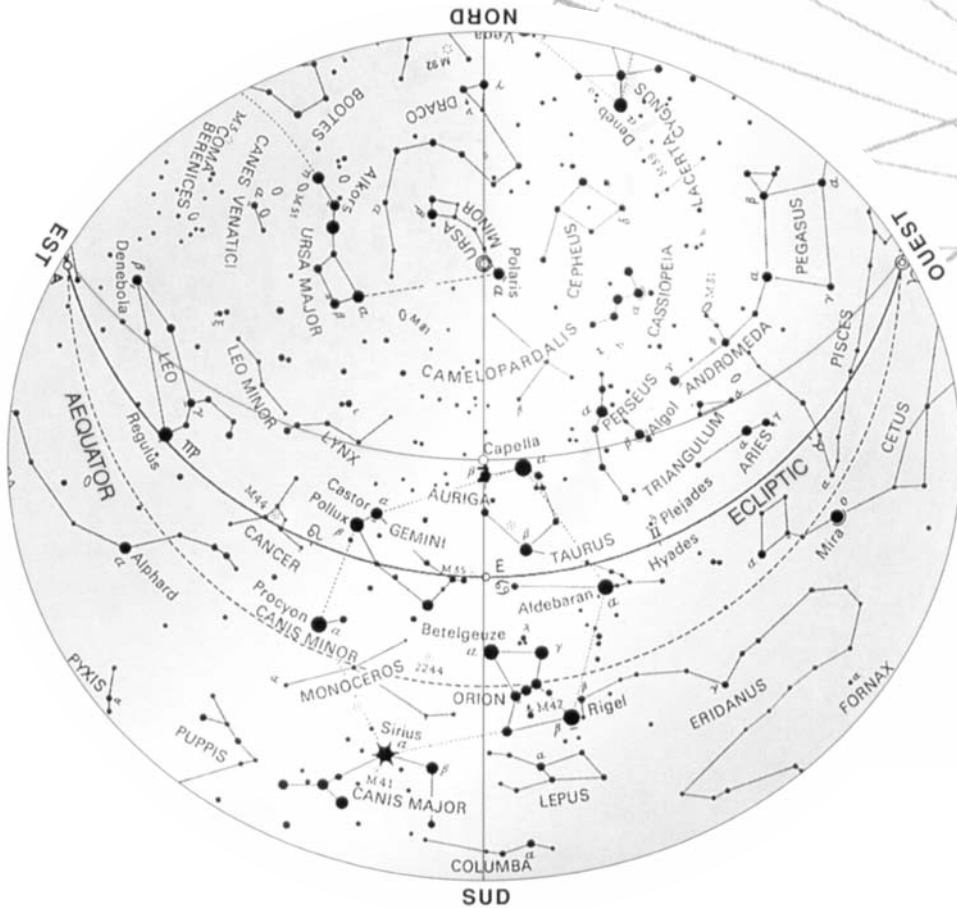
Parziale da noi il **20 marzo**, con inizio alle 9h25 e fine alle 11h45, massimo alle 10h32 con il 72% del Sole coperto. L'eclisse è totale nel nord-Atlantico (isole Färöer-Svalbard).

Primavera

La Terra si trova all'equinozio il 20 marzo alle 23h45, inizio della primavera per il nostro emisfero.

Inizio ora estiva

Il 29 marzo i nostri orologi devono essere avanzati dalle 2h alle 3h.

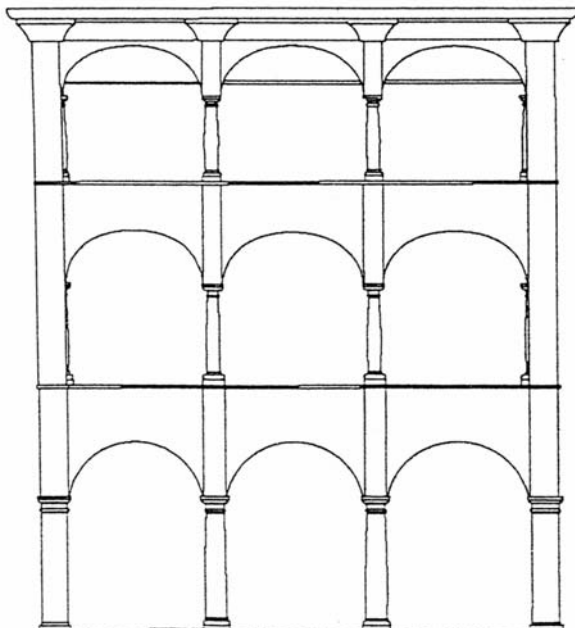


12 gennaio 23h00 TMEC

12 febbraio 21h00 TMEC

12 marzo 19h00 TMEC

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



LIBRERIA CARTOLERIA LOCARNESE

PIAZZA GRANDE 32

6600 LOCARNO

Tel. 091 751 93 57

libreria.locarnese@ticino.com

Libri divulgativi di astronomia

Atlanti stellari

Cartine girevoli "SIRIUS"
(modello grande e piccolo)

G.A.B. 6616 Losone

Corrispondenza:

Specola Solare - 6605 Locarno 5



shop online

www.bronz.ch