

Meridiana

Bimestrale di astronomia

Anno XLI

Settembre-Ottobre 2015

238

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
Il Sole, una stella vivente	13
La cometa del 2015	20
Un'estate impegnativa	23
Con l'occhio all'oculare...	25
Effemeridi da settembre a novembre 2015	26
Cartina stellare	27

La responsabilità del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori.

Editoriale

Una nutrita serie di notizie sulla spedizione esplorativa della sonda Rosetta sulla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko riempiono l'Astronotiziario di questo numero.

Segue l'ultimo lavoro di maturità che è stato premiato al concorso Fioravanzo 2014, anche questo con soggetto l'astro del giorno, come spesso è successo in questi ultimi anni. Quindi abbiamo un importante riassunto sulle osservazioni del 2015 della cometa Lovejoy da parte del nostro attivo astrofilo di Verbania che l'ha seguita con mezzi modesti e alla portata di qualsiasi amatore armato di grande pazienza e passione. Prima delle abituali rubriche, il nostro infaticabile Fausto ci riferisce sulle sue attività astronomiche estive nelle capanne ticinesi a quote rispettabili e sotto cieli invidiabili.

Frutto di soggiorno alla capanna Gorda, in Val di Blenio è invece la bella foto di copertina dovuta a Francesco Fumagalli, trasferta che verrà descritta in un articolo sulla prossima Meridiana, così come lo "Star Party" presso il "Centro di Biologia Alpina" di Piora-Cadagno, organizzato per la nostra Società dalla solerte segretaria Annamaria Cairati (possiamo anticipare che, sfortunatamente, gli unici giorni di cattivo tempo di quest'estate sono proprio coincisi con il Ferragosto, giorni della manifestazione)

Copertina

La famosa nebulosa a spirale di Andromeda realizzata alla Capanna di Gorda da Francesco Fumagalli: somma di 10 immagini da due minuti l'una, eseguite con obiettivo apo Sigma 400 mm F:5,6 chiuso a F:8 su camera Nikon D7100

elaborazione con Deep Sky Sacker fatta da Mauro Luraschi

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.

Astronotiziario

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

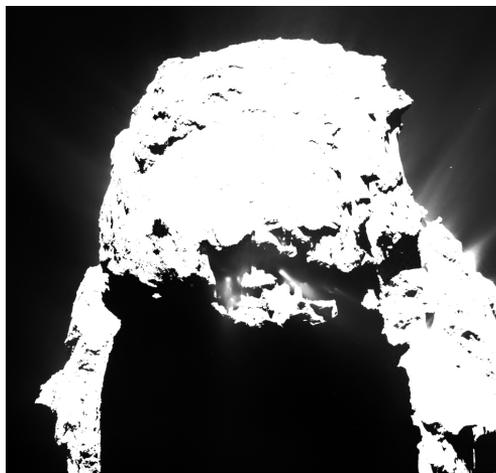
Errata corrige: ci scusiamo coi nostri lettori, ma nella prima notizia pubblicata nell'Astronotiziario del numero precedente di Meridiana a pag.4 (Addio Messenger), ci è scappato un refuso: al secondo capoverso invece di 3.91 metri al secondo bisogna leggere 3.91 chilometri al secondo. Grazie all'attentissimo Fausto Delucchi per la segnalazione.

Getti notturni sulla cometa di Rosetta (Elisa Nichelli)

Grazie alle immagini ad alta risoluzione dello strumento OSIRIS è stato possibile osservare con un dettaglio senza precedenti getti di polvere notturni sulla superficie di 67P, chiaro segno di un aumento di attività sul nucleo della cometa. Quando scende la notte sulla cometa di Rosetta, la 67P/Churyumov-Gerasimenko, il suo corpo dalle forme bizzarre rimane molto attivo. Questo è ciò che si osserva nelle recenti immagini della regione denominata Ma'at, situata sulla "testa" della cometa, catturate dallo strumento OSIRIS, il sistema di imaging a bordo della sonda spaziale Rosetta a cui ha contribuito significativamente l'Università di Padova con il CISAS. Tali immagini sono state raccolte mezz'ora dopo il tramonto del Sole sulla regione e mostrano getti di polvere che si disperdono nello spazio. I ricercatori del team di OSIRIS ritengono che alla base di questo fenomeno ci sia il riscaldamento progressivo della cometa.

«Solo di recente abbiamo iniziato ad osservare i getti di polvere che persistono anche dopo il tramonto», dice il Principal Investigator di OSIRIS Holger Sierks del Max Planck Institute for Solar

System Research (MPS) in Germania. Negli ultimi mesi l'attività della cometa si collocava nelle aree illuminate dal Sole. Subito dopo il tramonto questi getti si abbassavano e non si risvegliavano se non alla successiva alba. Un'eccezione è rappresentata dall'immagine del 12 marzo 2015 che mostra l'inizio di un getto di polvere proveniente da una zona vicina a quella in cui inizia l'alba. Secondo gli scienziati del team OSIRIS, la presenza di getti anche dopo il tramonto è un nuovo segno dell'attività crescente della cometa. «Attualmente 67P si sta avvicinando al perielio, che è previsto per metà agosto», ha dichiarato Sierks. Nel momento in cui l'immagine è stata scattata la cometa e il Sole si



Quest'immagine della cometa di Rosetta è stata raccolta il 25 aprile 2015 da una distanza di circa 93 km e presenta getti di polvere chiaramente distinguibili lungo zone dove il Sole era già tramontato. Crediti: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team

MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

trovavano ad appena 270 milioni di chilometri di distanza. «L'irraggiamento solare sta diventando sempre più intenso, e quindi la superficie illuminata sta aumentando la propria temperatura», ha aggiunto Sierks.

Le prime analisi suggeriscono che la cometa potrebbe immagazzinare questo calore per un po' di tempo nei suoi strati superficiali. «Mentre la polvere che copre la superficie della cometa si raffredda rapidamente dopo il tramonto, gli strati più profondi mantengono il calore per un periodo di tempo più lungo», afferma Xian Shi, scienziato del team OSIRIS presso il MPS, che ha esaminato i getti sulla superficie della cometa. Gli scienziati sospettano che in questi strati vi sia la scorta di gas congelati che alimenta l'attività della cometa. Anche missioni cometary del passato, come Stardust sulla cometa 81P/Wild 2 e Deep Impact sulla cometa 9P/Tempel 1, avevano osservato la presenza di getti lungo la superficie notturna. «Ma solo grazie alle immagini ad alta risoluzione di OSIRIS possiamo studiare questo fenomeno nel dettaglio», ha concluso Sierks.

Philae si è svegliato! E sta comunicando... (Redazione Media Inaf)

Dopo sette mesi il lander s'è risvegliato: alle 22:28 di sabato 13 giugno, il robotino Philae dell'ESA è uscito dal letargo in cui era entrato il 15 novembre scorso dopo circa 60 ore di funzionamento. E, per la prima volta dopo sette mesi di ripetuti quanto inutili tentativi di comunicazione, ha finalmente rotto il silenzio. Lo ha fatto con una "telefonata" di 85 secondi alla sonda madre, Rosetta. Un collegamento durante il quale

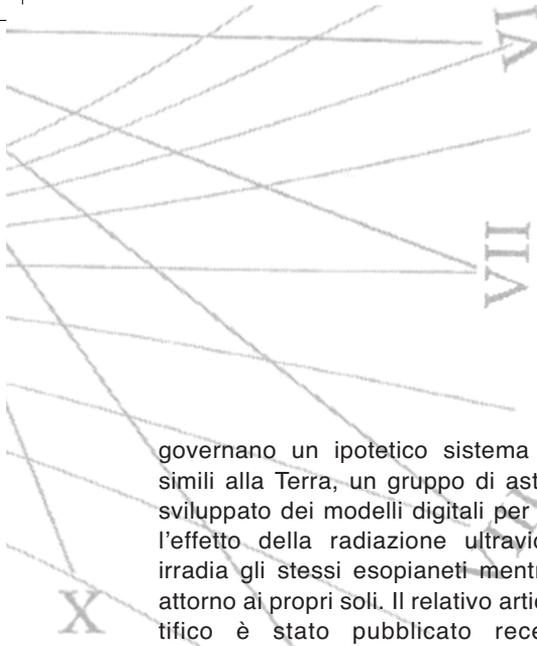
Philae ha inviato a Rosetta, e quindi a Terra, oltre 300 pacchetti di dati, che il team internazionale della missione sta processando e analizzando in queste ore.

«Una grandissima soddisfazione per la scienza, per l'Europa e soprattutto per l'Italia», dice Giovanni Bignami, Presidente dell'INAF, «che in Philae ha messo un grosso investimento di scienziati INAF, Universitari e industrie. Non avevamo dubbi che Philae sarebbe ripartito, soprattutto adesso che la temperatura della superficie della cometa è più calda di - 40 gradi, perché si sta avvicinando rapidamente al Sole».

«Philae si sta comportando molto bene. La sua temperatura di funzionamento è al momento di 35 gradi sottozero e ha a disposizione 24 watt», spiega Stephan Ulamec, project manager del robotino presso la DLR. «Il lander è pronto per le operazioni». Ricostruendo dai pacchetti di house-keeping lo stato del robot, è saltato fuori che, in realtà, è già da qualche tempo che Philae s'è svegliato. Solo che non riusciva a comunicare con la sonda. I dati inviati durante il breve collegamento comprendono infatti informazioni raccolte nell'arco degli ultimi giorni cometari. E nella memoria di bordo del robotino ci sono ancora oltre 8000 pacchetti di dati. Pacchetti che gli scienziati contano di riuscire a scaricare nel corso del prossimo contatto, e che dovrebbero permettere di ricostruire cos'è accaduto di recente sulla cometa 67P.

Sotto quale Sole si sviluppa la vita? (Martina Fantini)

Allo scopo di semplificare la comprensione dei complessi processi biologici che



governano un ipotetico sistema di pianeti simili alla Terra, un gruppo di astronomi ha sviluppato dei modelli digitali per analizzare l'effetto della radiazione ultravioletta che irradia gli stessi esopianeti mentre ruotano attorno ai propri soli. Il relativo articolo scientifico è stato pubblicato recentemente sull'*Astrophysical Journal*. «A seconda dell'intensità, la radiazione ultravioletta può essere utile o dannosa per lo sviluppo della vita», dice Lisa Kaltenegger della Cornell University. «Stiamo tentando di accertare il valore della radiazione ultravioletta che investe altri pianeti simili alla giovane Terra, e se esso possa essere compatibile con la vita».

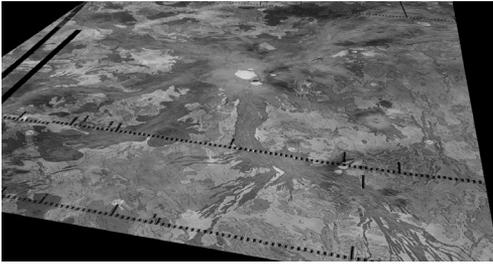
«Osserveremo i pianeti in tutti i loro stadi evolutivi, confrontandoli con quattro epoche campione della storia della Terra», ha detto Sarah Rugheimer, sempre della Cornell University. «Nella prossima generazione di missioni ci aspettiamo di trovare un'ampia varietà di pianeti extrasolari». Esaminando a fondo la storia della Terra, Rugheimer e i co-autori dello studio, hanno modellato la prima epoca, un mondo pre-biotico con un'atmosfera costituita per la maggior parte di anidride carbonica, simile a quella della Terra di 3,9 miliardi di anni fa. La seconda epoca, che risale a circa 2 miliardi di anni fa, avrebbe generato la prima piccola quantità di ossigeno, in quanto era presente una biosfera attiva e la possibilità di realizzare il processo di biosintesi. La percentuale di ossigeno sarebbe poi cresciuta dai primi cianobatteri fino a raggiungere una concentrazione pari all'1% di quella attuale.

«Sia l'intensità che il tipo di radiazione ultravioletta determinano conseguenze biologiche specifiche», ha detto Rugheimer. «Oltre a calcolare il valore totale della radia-

zione, ci occupiamo di valutare quali lunghezze d'onda siano più dannose per il DNA e le altre biomolecole». La vita pluricellulare cominciò circa 800 milioni di anni fa, periodo sul quale il gruppo ha modellato una terza epoca, in cui l'ossigeno raggiunge il 10% della concentrazione attuale. La quarta epoca corrisponde alla Terra moderna, con i livelli correnti di ossigeno in atmosfera e una percentuale di anidride carbonica pari a circa 355 parti per milione. I ricercatori hanno osservato che in tutte le epoche successive alla comparsa dell'ossigeno, sia le stelle più calde che le stelle più fredde presentano una radiazione biologicamente meno efficace. Nel caso delle stelle calde, questo è dovuto all'incremento della concentrazione di ozono che protegge gli ambienti da un'eccessiva attività ultravioletta; nel caso delle stelle fredde, è dovuto a una carenza di flusso UV assoluto. Rugheimer ha spiegato che l'astrobiologia affascina i ricercatori di molte discipline, sottolineando che questo lavoro «fornisce un collegamento tra le condizioni astrofisiche che ci aspettiamo di trovare su altri pianeti e gli esperimenti sull'origine della vita condotti qui sulla Terra».

I punti caldi di Venere. Prove di attività vulcanica in corso. (Federico Scutti e Martina Fantini)

Esaminando i dati raccolti dall'ESA durante la missione Venus Express, un team internazionale di scienziati ha trovato picchi variabili di temperatura in diversi punti della superficie del pianeta. Questi cosiddetti hot-spot, che sono stati visti apparire e scomparire nel giro di pochi giorni, sembrano esse-



Questa carta geologia di Venere sovrapposta a una vista prospettica topografica del pianeta mostra un'estesa altura (Atla Regio e le circostanti vallate vulcaniche). Nuove immagini e misure dalla sonda ESA Venus Express mostrano che parti delle fratture tettoniche sono probabilmente sede di vulcanismo attivo (macchie chiare)

re generati da flussi di lava attivi sulla superficie. La ricerca, pubblicata online su *Geophysical Research Letters*, si aggiunge a precedenti scoperte che, nel loro insieme, indicano che Venere continua a essere vulcanicamente e tettonicamente attivo anche ai giorni nostri. «Siamo riusciti a ottenere prove evidenti del vulcanismo di Venere e del fatto che sia attualmente in attività, e quindi geologicamente attivo» afferma James W. Head, geologo alla Brown University e coautore del nuovo studio. «E' una scoperta importante, che ci aiuterà a capire l'evoluzione di pianeti come il nostro».

Gli hotspot sono apparsi nelle immagini termiche riprese dalla Venus Monitoring Camera a bordo della sonda Venus Express. I dati hanno mostrato picchi di temperatura di svariate centinaia di gradi in zone di dimensioni variabili da 1 a 200 chilometri quadrati. Le macchie erano raggruppate in una grande depressione tettonica chiamata

Ganiki Chasma. Depressioni tettoniche come queste si formano a causa dell'allungamento della crosta provocato da forze interne e dal magma caldo che risale verso la superficie. Head e il suo collega russo Mikhail Ivanov avevano precedentemente mappato la regione come parte di una carta geologica globale di Venere, prodotta dalla missione sovietica Venera degli anni '80 e dalla missione americana Magellan degli anni '90. Il processo di mappatura aveva mostrato che Ganiki Chasma era relativamente giovane, geologicamente parlando, ma, fino a oggi, non era stato possibile definire quanto fosse giovane.

«Sapevamo che Ganiki Chasma era il risultato di un vulcanismo recente, in termini geologici, ma non sapevamo se si fosse formato ieri o un miliardo di anni fa» ha dichiarato Head. «Le anomalie attive rilevate da Venus Express coincidono esattamente con la mappatura di questi depositi relativamente giovani e suggeriscono un'attività ininterrotta». L'ultimo rinvenimento è coerente con gli altri dati ricevuti da Venus Express che suggeriscono un'attività vulcanica molto recente. Nel 2010, immagini ad infrarossi di diversi vulcani sembravano indicare colate di lava vecchie di migliaia o pochi milioni di anni. Qualche anno dopo, gli scienziati hanno riscontrato saltuari picchi di anidride solforosa nell'atmosfera più esterna di Venere, un altro ipotetico segnale di vulcanismo attivo. «Queste scoperte degne di nota sono il risultato della cooperazione tra diversi stati nel corso di svariati anni, e sottolineano l'importanza di collaborazioni internazionali nell'esplorazione del nostro sistema solare e nel capire come si evolve», conclude Head.



**Le “ossa” della
Churyumov–Gerasimenko!
(Pietro Capuzzo)**

Rilasciate le immagini della superficie della cometa riprese da Philae da una distanza di pochi metri, simili a resti fossili abbandonati nel deserto. Qui sopra un dettaglio reso a colori tratto dalla foto rilasciata il 30/7/15 e ripresa da ROLIS durante la discesa sulla cometa quando il lander si trovava a una distanza di soli 9 metri dalla superficie (0,98 cm/px). Nella gif animata qui sotto la si può vedere a formato intero. Crediti immagine originale: ESA/Rosetta/Philae/ROLIS/DLR, elaborazione Coelum Astronomia.

Nuovi risultati da Philae: composti organici, escursioni termiche e un nucleo poroso (Redazione Coelum Astronomia)

Molecole prebiotiche, forti escursioni termiche e una complessa struttura interna: sono solo alcuni dei risultati scientifici con-

seguiti dal robottino europeo Philae, che il 12 novembre dello scorso anno ha completato lo storico atterraggio sul nucleo della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko. Gli strumenti a bordo della sonda hanno raccolto dati per tutta la durata della discesa verso il nucleo – circa sette ore – e poi anche durante i tre rimbalzi imprevisti che hanno portato Philae ad adagiarsi sul suolo con due ore di ritardo in una località sfavorevole dal punto di vista dell'illuminazione. Dopo 64 ore di attività sulla superficie della cometa, il piccolo robottino è entrato in un'ibernazione forzata interrottasi solo con il suo risveglio a metà giugno. I dati raccolti da COSAC subito dopo il primo rimbalzo hanno rivelato la presenza di ben 16 composti organici – quindi a base di carbonio – con forti concentrazioni anche di azoto. Quattro di questi composti – isocianato di metile, acetone, propionaldeide e acetamide – non erano mai stati osservati su un nucleo cometario. Le analisi condotte dallo strumento Ptolemy si sono invece concentrate sui gas presenti nella chioma e in prossimità della superficie. Nei dati raccolti dai sensori si legge la presenza di vapore acqueo, monossido di carbonio e anidride carbonica, con tracce di altri composti organici tra cui la formaldeide. Alcuni dei composti organici riscontrati dai due laboratori sono di particolare interesse biologico, in quanto elementi chiave della sintesi prebiotica degli amminoacidi, degli zuccheri e delle basi nucleiche: in breve, i precursori della vita. La formaldeide, ad esempio, è alla base del ribosio, a sua volta pilastro portante di molecole quali il DNA. Nonostante i rimbalzi di Philae abbiano portato il robottino ad adagiarsi in un sito molto meno favorevole di quello selezionato, un vantaggio c'è stato: gli

scienziati hanno potuto confrontare le fotografie ravvicinate scattate da ROLIS sopra il sito di atterraggio previsto, Agilkia, e quello finale, Abydos. Le immagini riprese in prossimità della prima località rivelano una superficie cosparsa di blocchi dell'ordine di qualche metro di larghezza, adagiati su uno strato di regolite composto da granelli di polvere larghi dai 10 ai 50 centimetri. Il masso più significativo raggiunge circa i cinque metri di altezza e presenta strutture sulla sua superficie probabilmente dovute a processi erosivi. Le immagini scattate da ROLIS a più di un chilometro di distanza dal primo rimbalzo, nel sito Abydos, rivelano i dettagli su scala microscopica. Le foto sono state utilizzate anche per determinare l'assetto di Philae, che risulta appoggiato sulle pendici di una collina alta circa un metro, mentre dalla parte opposta si apre un panorama in cui sono visibili strutture fino a sette metri di distanza.

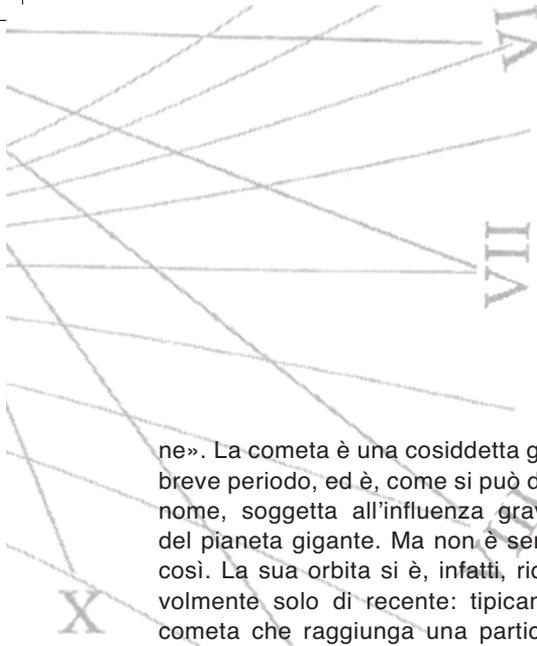
Lo strumento MUPUS ha invece sondato la struttura interna del nucleo della cometa, rivelando uno strato soffice spesso circa 3 centimetri che cela una crosta molto più dura del previsto, tanto che il martello automatico di MUPUS non è riuscito a penetrare fino alla profondità desiderata. Le analisi radio condotte invece dall'apparato CONSERT hanno rivelato che il lobo minore del nucleo binario ha un'elevata porosità (75-85%), il che è indicativo di una struttura composta da materiale poco compatto. I dati mostrano inoltre che il rapporto tra la polvere e il ghiaccio all'interno del nucleo in termini di volume è pari a 0.4-2.6. Studiando le onde radio scambiate tra l'apparato CONSERT montato su Philae e quello a bordo di Rosetta, gli scienziati sono riusciti anche a

confinare la probabile posizione di Philae all'interno di un'ellisse di 21 per 34 metri. Le misurazioni termiche rivelano forti escursioni che vanno dai 180 ai 145 gradi sotto lo zero in corrispondenza del periodo di rotazione della cometa, che è pari a 12.4 ore. Purtroppo Philae non è più riuscito ad inviare dati sulla cometa, nonostante il timido risveglio e gli intermittenti tentativi di contatto successivi. Da allora, il robotino non ha più riposto ai tentativi di comunicazione di Rosetta. Come se non bastasse, la sonda si sta spostando sopra l'emisfero australe del nucleo per studiarlo in prossimità del perielio e non sarà in grado né di ricevere né di inviare segnali a Philae per almeno due settimane.

I "pozzi" di Rosetta (Caterina Boccato)

Un nuovo studio pubblicato su Nature spiega l'origine dei "famosi pozzi" rilevati lo scorso agosto. I risultati sono stati ottenuti analizzando i dati raccolti dalla camera OSIRIS (Optical, Spectroscopic, and Infrared Remote Imaging System), che vede un significativo contributo italiano, con il CISAS (Centro di Ateneo di Studi e Attività Spaziali dell'Università di Padova), con il supporto di ASI e INAF.

«La traduzione di "pits" in "pozzi" forse non rende proprio l'idea esatta di quello che abbiamo realmente osservato» – ci dice Giampiero Naletto del CISAS, responsabile del disegno ottico di uno dei due telescopi di OSIRIS, la Wide Angle Camera – «Un pozzo solitamente è profondo e stretto mentre in questo caso le cavità osservate sono più larghe che profonde. Inoltre alcune di esse sono attive cioè ancora in continua evoluzio-



ne». La cometa è una cosiddetta gioviana, di breve periodo, ed è, come si può dedurre dal nome, soggetta all'influenza gravitazionale del pianeta gigante. Ma non è sempre stato così. La sua orbita si è, infatti, ridotta notevolmente solo di recente: tipicamente una cometa che raggiunga una particolare vicinanza con i giganti gassosi Giove o Saturno è destinata a subire una notevole variazione dell'orbita. Ed è il caso anche della Churyumov-Gerasimenko, il cui perielio (cioè il massimo avvicinamento al Sole), pari a circa 4,0 UA (1 UA=distanza Terra-Sole) fino al 1840, si è ridotto a dapprima a 3,0 e quindi a 1,28 UA a causa di due successivi incontri con Giove, il secondo dei quali avvenuto nel 1959. Attualmente ha un periodo di 6,45 anni e l'incontro ravvicinato col Sole avverrà il prossimo 13 agosto 2015, quando passerà a 183 milioni di chilometri dal Sole (quindi poco più di 1,2 UA), in un'orbita tra la Terra e Marte. Inoltre, a causa della particolare inclinazione della 67P, la porzione della superficie osservata e analizzata è illuminata dal Sole solamente quando la cometa si trova "lontano" da esso, ed è quasi in ombra quando lo cometa è "vicina". Quindi, quella che si è vista è la superficie cometaria meno alterata dal calore solare, e quindi in qualche modo quella più vicina alla superficie originaria. Questo ci permette di osservare, in qualche modo, i primi effetti dell'avvicinamento della 67P alla nostra stella.

Il fattore da tenere in considerazione nella formazione dei pits osservati è la differenza nelle temperature di sublimazione dei diversi elementi da cui è composta la cometa. Trovandosi in condizioni di pressione ultra bassa gli elementi volatili presenti, quali monossido di Carbonio (CO), anidride carbo-

nica (CO₂) e acqua (H₂O), passano direttamente dallo stato solido a quello gassoso. Il processo di sublimazione avviene a temperature diverse per i tre componenti man mano che la cometa si avvicina al Sole. Questa sorta di sublimazione differenziata crea delle porosità, una fragilità del terreno, che causa delle vere e proprie frane "sotterranee" del materiale formando così le cavità. Si tratta quindi di un processo geologico endogeno, e non di crateri da impatto come si era pensato, ma di vere e proprie formazioni indotte all'interno della cometa. Man mano che il processo "di scavo" continua, grazie al calore fornito dal Sole, le cavità crescono lasciando solo una sorta di "crosta" ghiacciata; ad un certo punto anche questo "tappo" crolla, e la cavità è quindi esposta direttamente alla radiazione solare, generando l'emissione di getti di gas e polvere. In fase di attività quindi s'innesca un processo che si auto alimenta: più la cavità è profonda più è grande la superficie delle pareti esposte alla radiazione solare e quindi va aumentando la degassazione differenziata del materiale che continua a franare andando a depositarsi sul fondo, innalzando così il livello del "pozzo". I pozzi rilevati e analizzati con OSIRIS, nel lavoro presentato su Nature, sono 18 e appaiono dispersi in piccolo gruppetti. I ricercatori sono riusciti a evidenziare come alcuni di essi siano attivi e in continua evoluzione, come sopra descritto. Questo potrebbe permettere di misurare il tasso di invecchiamento della cometa arrivando a concludere che le comete "più vecchie", che hanno cioè subito più passaggi vicino al Sole, hanno una superficie più liscia e omogenea mentre le "più giovani", come la 67P, presentano "rughe molto più profonde", i pits attivi appunto.

Ciò che è stato misurato è, in particolare, il rapporto tra profondità e diametro dei pits: il risultato è che quelli più attivi hanno un rapporto più alto mentre quelli attualmente “spenti” risultano essere meno profondi proprio perché hanno raggiunto la fine del processo sopra descritto. Tali misure sono state anche confrontate con quelle effettuate sulle depressioni circolari già note in altre due comete, la 9P/Tempel 1 e la 81P/Wild 2, anch'esse gioviane. I “pozzi” della 67P, anche quelli inattivi, risultano comunque più profondi di quelli delle due comete e questo ci conferma la diversa storia evolutiva di 67P rispetto ad esse. Pits più profondi e attivi significano un numero decisamente minore di passaggi vicino al Sole e quindi un tasso di invecchiamento decisamente minore. Wild 2 e Temple 1 sono andate quindi incontro a un lifting naturale per il quale la Churyumov Gerasimenko dovrà effettuare ancora diverse “sedute”. A questo si aggiunge il fatto che le polveri rilasciate nei successivi passaggi al perielio tornano in parte a depositarsi sul suolo omogeneizzando ancora di più eventuali scabrosità della superficie. «Ci restano ancora diversi aspetti da capire», spiega ancora Giampiero Naletto. «Per esempio abbiamo rilevato che la crosta superficiale della cometa è estremamente isolante tanto che al di sotto di pochi centimetri la temperatura scende tantissimo: è quindi difficile ritenere che sia l'irraggiamento superficiale a innescare la sublimazione che forma le cavità, o almeno che ne sia la sola causa. Dobbiamo allora cercare un meccanismo in grado di produrre energia dall'interno: stiamo pensando a una transizione di fase del ghiaccio, da amorfo a cristallino, tale per cui verrebbe rilasciato un

calore sufficiente ad innescare la sublimazione delle diverse componenti del terreno cometario. Un altro aspetto ancora è che non ci è chiaro se l'interno della cometa sia costituito da macro o da micro porosità. Noi continuiamo ad analizzare i dati che sono moltissimi. Naturalmente se si riuscisse a riprendere i comandi di Philae e a eseguire il carotaggio potremmo compiere dei notevoli passi in avanti». Il team padovano, guidato da Cesare Barbieri dell'Università di Padova, attivo già durante le fasi di progettazione, costruzione e verifica di tutto lo strumento è ora impegnato anche nell'analisi dei dati prodotti da OSIRIS.

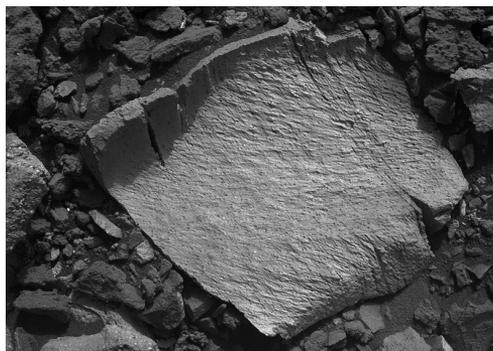
Alla ricerca del quarzo marziano (Stefano Parisini)

Si avvicina il terzo anniversario del suo atterraggio su Marte per il rover Curiosity della NASA, che recentemente ha trovato qualcosa di diverso da tutto ciò che aveva analizzato in precedenza: una roccia contenente livelli inaspettatamente alti di silice. La silice è un componente alquanto comune delle rocce terrestri, dove può essere trovata sotto forma di quarzo. Nelle sue esplorazioni programmate, Curiosity aveva recentemente esaminato una zona target denominata “Elk” (alce) vicino al “Marias Pass”, ai piedi del Monte Sharp. Successivamente, era stato avviato verso un altro obiettivo. Quando i ricercatori a Terra hanno avuto l'opportunità di analizzare i dati di due strumenti utilizzati da Curiosity, la ChemCam (Chemistry & Camera) – dotata di laser per vaporizzare le rocce e ottenere lo spettro della loro composizione – e il DAN (Dynamic Albedo of Neutrons), che mostravano,

rispettivamente, elevate quantità di silicio e idrogeno, hanno deciso di far tornare indietro il grande robot marziano per dare un'occhiata più da vicino.

La marcia indietro è stata giustificata dalla considerazione che, con tali caratteristiche, l'affioramento "Elk" potrebbe contenere delle sorprese: alti livelli di silice nella roccia rappresentano infatti le condizioni ideali per la conservazione di materiale organico, se mai è stato qui presente. «Non si sa mai cosa aspettarsi su Marte, ma il target "Elk" era sufficientemente interessante per decidere di tornare indietro e indagare», conferma Roger Wiens, del Los Alamos National Laboratory in New Mexico, responsabile scientifico dello strumento ChemCam. Il quale ChemCam, per inciso, sta per raggiungere la soglia dei 1.000 obiettivi analizzati, avendo già sparato il suo laser più di 260.000 volte da quando Curiosity è atterrato su Marte il 6 agosto 2012.

Una volta tornato sui suoi passi, il rover è stato in grado di studiare in dettaglio un affioramento simile a "Elk", chiamato "Lamoose", utilizzando due strumenti presenti nella ricca dotazione del braccio robotico estensibile, l'analizzatore di spettro APXS (Alpha Particle X-ray Spectrometer) e la fotocamera MAHLI (Mars Hand Lens Imager). La stessa macchina da ripresa che Curiosity stava utilizzando prima del repentino cambio di programma, mentre era tutto intento a passare al setaccio una zona di contatto geologico vicino a "Marias Pass", dove una roccia sedimentaria argillosa chiara incontra un'arenaria più scura. «Abbiamo trovato un affioramento di nome "Missoula" dove i due tipi di roccia si sono riuniti, ma era piuttosto piccolo e in prossimità del suolo.



Un frammento di roccia ribattezzato "Lamoose", di circa 10 cm, ripreso dalla camera MAHLI del rover Curiosity l'11 luglio 2015. Come la vicina roccia "Elk", possiede un'inaspettatamente alta concentrazione di silice. Crediti: NASA/JPL-Caltech/MSSS

Abbiamo usato il braccio robotico per acquisire una vista ravvicinata con la fotocamera MAHLI: è come averci ficcato il naso dentro», dice Ashwin Vasavada, scienziato del Jet Propulsion Laboratory della NASA a Pasadena, in California.

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

Il Sole, una stella vivente

Francesca Marenzi

(Come d'abitudine, nell'impossibilità di riportare la versione integrale presentata al concorso, ne riassumiamo esclusivamente le parti che pensiamo possano interessare i nostri lettori, scusandoci con l'autrice e col suo professore. Il lavoro originale, in formato pdf, può essere richiesto alla nostra redazione).

Indice

1. Introduzione	4	3.3.3 Il brillamento di Carrington	44
2. Le stelle	4	3.3.4 Il numero di Wolf	50
2.1 Nascita, vita e morte di una stella	8	3.3.5 I magnetar 52	
2.2 Tipi di stelle e classi spettrali	16	3.4 Studi in corso	53
2.2.1 Spettro elettromagnetico	18	3.4.1 Macchie solari	53
2.2.2 Stelle doppie (e triple)	19	3.4.2 Macchie: riconteggio non ponderato	55
2.2.3 Stelle variabili	21	3.4.3 Spettroscopia	73
2.2.4 Lettere di Bayer	22	3.4.4 Il problema dei neutrini	75
3. Il Sole	23	3.4.5 Missioni verso il Sole	77
3.1 Nascita del Sole	23	3.5 Effetti spettacolari del Sole sulla Terra	79
3.2 Composizione	24	3.5.1 Eclissi	79
3.2.1 Fenomeni sul Sole	27	3.5.2 Aurore polari	82
3.2.2 Ciclo solare	33	3.6 Prospettive per il Sole	92
3.2.3 Processi nucleari: catena protone-protone	36	4. Conclusioni	96
3.3 Studi passati e scoperte importanti	38	5. Bibliografia	97
3.3.1 Le macchie solari di Galilei	38		
3.3.2 Righe di Fraunhofer	39		

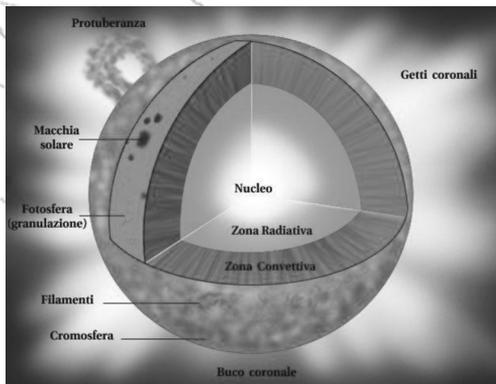
1. Introduzione

Ho scelto di parlare della vita delle stelle, con un approfondimento sul Sole, principalmente perché da molti anni ho una grande passione per l'astronomia. Il Sole è la stella a noi più vicina e quindi più facilmente osservabile e studiabile. Le scoperte fatte in questo modo sono poi facilmente trasportabili su altre stelle, anche in diversi stadi della loro vita.

Ho iniziato il mio lavoro con un'introduzione alla vita delle stelle, nascita, vita e varie possibilità di morte, soffermandomi inoltre sui

vari tipi e sulle diverse classificazioni delle stelle. Quindi ho iniziato i capitoli riguardanti il Sole, come è composto e i processi fisico-chimici che avvengono al suo interno. Ho ripercorso la storia dello studio del Sole, le scoperte più importanti e la biografia di astronomi che hanno contribuito in modo significativo alla ricerca in questo ambito. Arrivando a oggi ho esposto le ricerche ancora in corso: siamo molto lontani dal sapere tutto quello che c'è da sapere sul Sole.

Ogni nuova scoperta odierna va a integrare (o a modificare) il Modello Solare



Standard, ovvero il modello comunemente accettato dalla comunità scientifica.

In questo ambito ho potuto integrare le informazioni trovate con dei disegni fatti da me in un osservatorio solare, la Specola Solare Ticinese di Locarno Monti, dove ho avuto l'opportunità di fare uno stage. Infine ho esposto le ipotesi su una probabile fine del Sole, basate sull'osservazione di stelle simili a esso.

Il Sole è stato da sempre osservato e studiato, a cominciare dagli antichi che lo consideravano una divinità, per arrivare agli scienziati di oggi, che ne riconoscono l'importanza, in quanto fonte di energia quasi esclusiva per le forme di vita del nostro pianeta e fonte principale per le attività umane. Le conoscenze acquisite sul Sole si sono potute applicare, rivelandosi molto preziose, a molti campi della scienza, spaziando dall'astrofisica stellare, alla fisica nucleare e allo studio dell'evoluzione climatica.

Lo studio del Sole continua quindi a essere ancora oggi molto importante. Una prima ragione è che il Sole è un laboratorio naturale molto interessante in quanto presenta al suo interno caratteristiche molto difficili o addirittura impossibili da riprodurre in un labo-

ratorio umano. Osservando il Sole è possibile ottenere informazioni molto importanti, ad esempio sulla fusione nucleare. Il Sole inoltre è la stella più vicina a noi, ed è quindi più facilmente osservabile rispetto alle altre. Osservazioni e scoperte fatte sul Sole possono essere trasportate e applicate anche sulle altre stelle, anche con caratteristiche molto diverse.

Infine, il Sole è il responsabile della vita sulla Terra e ci fornisce quasi tutta l'energia che usiamo per vivere; non solo tramite pannelli fotovoltaici, ma anche i combustibili fossili sono frutto della trasformazione naturale di vegetali e animali vissuti milioni di anni fa, e che sono cresciuti e vissuti grazie alla fotosintesi (le piante) o mangiando gli organismi fotosintetici (gli animali). Lo stesso vale per l'energia idroelettrica, che si basa sul ciclo di evaporazione dell'acqua dovuto al calore del Sole e per l'energia eolica, dovuta agli spostamenti d'aria causati dalle differenze di temperatura.

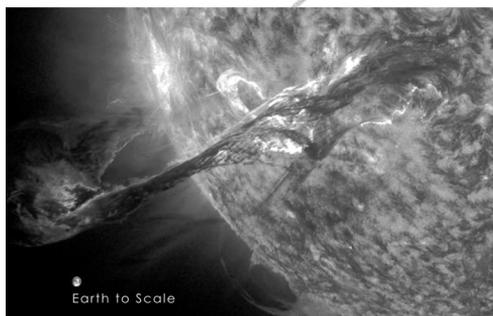
3.3.4 Il numero di Wolf

Il Sole, così regolare nel proprio percorso durante l'anno, era per gli antichi un indicatore preciso del trascorrere del tempo e uno strumento indispensabile per determinare i momenti adatti alla semina e al raccolto. In apparenza immutabile nel tempo, il Sole venne trasformato perfino in divinità da molte civiltà. Eppure nelle antiche cronache cinesi e coreane si trovano indizi che possono essere interpretati come osservazioni a occhio nudo di "macchie" sul Sole. Il primo disegno di una macchia solare conosciuto nella letteratura occidentale si trova in uno scritto del cronista inglese John da Worcester (1118-1140).

Bisogna però giungere all'inizio del

Seicento, con le prime indagini razionali e strumentali che seguono la nascita della scienza moderna, frutto dell'intuizione e del genio di Galileo Galilei, per trovare la prima conferma delle macchie solari. Intorno al 1610 sono numerosi gli osservatori europei, oltre a Galileo in Italia, che ne attestano la presenza: Thomas Harriot in Inghilterra, Christopher Scheiner in Germania, David e Johann Fabricius in Olanda. È difficile per quell'epoca fornire un'interpretazione teorica del fenomeno, che quindi di volta in volta viene collocato nell'atmosfera terrestre oppure sul Sole stesso.

Purtroppo la seconda metà del XVII secolo vede una drastica diminuzione dell'attività solare, fino quasi alla sua scomparsa: è il Minimo di Maunder. Conseguenza: gli astronomi del Settecento perdono interesse per i fenomeni superficiali del Sole e le osservazioni si diradano. Solo nel XIX secolo la nostra stella ridiventa oggetto di indagine scientifica rigorosa, grazie all'opera di Heinrich Schwabe e di Rudolf Wolf. Schwabe (1789-1875) era un farmacista tedesco appassionato di astronomia che si era prefisso il compito di rivelare l'eventuale esistenza di un pianeta interno all'orbita di Mercurio. La posizione così vicina al Sole ne avrebbe resa impossibile l'osservazione diretta, dunque Schwabe seguì un rigoroso programma di osservazione quotidiana delle macchie solari nella speranza di evidenziare uno o più transiti del pianeta. Non trovò ciò che cercava (oggi sappiamo che quel pianeta non esiste), ma scoprì qualcosa che non si sarebbe aspettato: il ciclo solare. Infatti le osservazioni di Schwabe mostrarono come il numero e l'estensione delle macchie solari segue una periodicità che il farmacista tedesco stimò intorno a 10-11 anni.

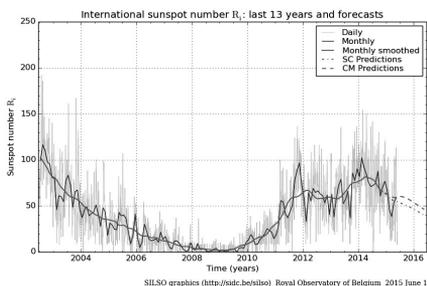


L'ottocento è stato il secolo della rinascita dell'interesse scientifico per il Sole, con decine di osservatori che rivolgevano i propri strumenti verso la stella a noi più vicina. In questo panorama intellettuale, svolsero un ruolo centrale le ricerche effettuate in Inghilterra, in Germania e in Svizzera. Alla fine del secolo l'esistenza del ciclo solare era dimostrata al di fuori di ogni dubbio.

Nel 1847 Rudolph Wolf (1816-1893), direttore dell'Osservatorio di Berna, partì dalle osservazioni di Schwabe per iniziare un rigoroso programma di indagine del ciclo solare. Trasferitosi nel 1855 a Zurigo, dove divenne professore presso il Politecnico Federale, Wolf fondò l'Osservatorio di Zurigo nel 1865 e, fra gli altri, vi installò lo strumento con il quale aveva intrapreso la propria indagine: un cannocchiale Fraunhofer da 80 millimetri di apertura e 1.100 millimetri di lunghezza focale, che raggiungeva un ingrandimento di 64 volte.

Non solo: Wolf intraprese una ricerca storica delle osservazioni precedenti raccolte nelle cronache per ricostruire l'andamento del ciclo solare nel passato.

L'intuizione principale di Rudolph Wolf consistette nel superare le precedenti osservazioni qualitative e nel quantificare in maniera precisa la presenza e l'estensione delle mac-



SILSO graphics (<http://sdc.be/itso>) Royal Observatory of Belgium 2015 June 1

chie. A questo scopo introdusse un indice, che da lui prese il nome: il Numero di Wolf, indicato con la lettera R.

La formula di Wolf, tuttora impiegata, è la seguente:

$$R = k (10 g + f)$$

dove g è il numero di gruppi sulla fotosfera solare, f il numero totale di macchie e k un coefficiente di riduzione relativo all'osservatore che rende la sua misura confrontabile con quella di tutti gli altri osservatori.

Il programma di ricerca di Wolf sopravvisse al proprio creatore, che morì nel 1893. I successivi direttori dell'Osservatorio di Zurigo proseguirono infatti le ricerche sull'attività solare: dapprima Wolfer (dal 1894 al 1926), poi William Brunner (dal 1927 al 1944) e infine Max Waldmeier (dal 1945 al 1979).

Nel 1980 l'Osservatorio di Zurigo venne assorbito dall'Istituto di Astronomia del Politecnico Federale e gli indirizzi di ricerca vennero modificati.

Il nuovo direttore e professore di fisica solare, Jan Stenflo, si orientò verso la polarimetria di alta precisione. Il programma intrapreso da Wolf, con una storia ormai superiore a 125 anni, sembrava destinato all'abbandono. Tuttavia l'URSI e il Committee on Space Research (COSPAR) si attivarono per mantenerlo in vita e cercarono un nuovo istituto che

potesse fungere da centro di coordinamento dell'attività degli osservatori. La scelta cadde sull'Osservatorio Reale del Belgio, che già in precedenza apparteneva alla rete degli osservatori partecipanti al programma e che aveva collaborato attivamente con l'Osservatorio di Zurigo.

Nel 1981 venne quindi creato a Bruxelles il Sunspot Index data center (SIDC), con lo scopo di proseguire la raccolta e l'elaborazione dell'indice visuale della macchie solari, il precedente numero di Wolf, a quel punto ribattezzato International relative Sunspot number (IrSn) e indicato con ri. Fin dall'inizio della propria attività, il SIDC ha implementato una forte informatizzazione dei dati e ampliato il network degli osservatori, con lo scopo di migliorare la stabilità statistica dell'IRSN.

L'attività del SIDC è ora più estesa: oltre a proseguire l'antico programma di Wolf, che ormai ha superato i 150 anni di durata, si occupa anche di prevedere le eruzioni solari e le tempeste geomagnetiche.

Nel network del SIDC, il 34 per cento delle stazioni è costituito da osservatori professionali e il rimanente 66 da collaboratori non professionali. Tutti devono però rispettare una serie di criteri: assiduità (almeno 10 osservazioni al mese), regolarità (nessun mese scoperto) e stabilità del coefficiente k, che determina la possibilità di un confronto con gli altri osservatori.

Nel 1957 Max Waldmeier, direttore dell'Osservatorio Federale di Zurigo, favorevolmente impressionato dalla qualità delle osservazioni dell'ingegner Karl Rapp, un collaboratore che viveva a Locarno, decise di aprire una stazione per l'osservazione solare a sud delle alpi. Nacque così la Specola Solare, la cui attività di monitoraggio dell'attività solare è prose-

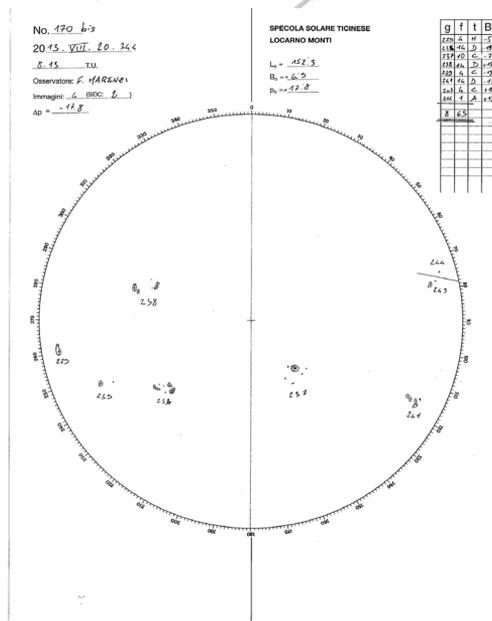
guita ininterrottamente per più di mezzo secolo e ha all'interno del SIDC un ruolo di stazione pilota.

3.4.1 Macchie solari

Il Modello Solare Standard, per quanto sofisticato e in gran parte coerente con le evidenze osservative recenti, non riesce tuttavia a spiegare la fenomenologia solare in tutta la sua completezza. In particolare non è chiaro come si producano le variazioni da un ciclo all'altro, i cicli di più lunga durata e, soprattutto, le epoche durante le quali il ciclo solare scomparve completamente. È il caso per esempio del famoso Minimo di Maunder (che prende il nome da Edward Walter Maunder, l'astronomo inglese che alla fine dell'Ottocento lo scoprì studiando le antiche osservazioni delle macchie solari): si tratta di un periodo di circa 70 anni, fra il 1645 e il 1715, durante il quale l'attività solare visibile scomparve quasi totalmente.

La ricerca, sia teorica sia osservativa, sul ciclo solare è quindi di grande interesse e di grande attualità. Soprattutto nell'ambito delle osservazioni e delle misure, richiede molta pazienza, tenacia e rigore e si sviluppa su tempi lunghi, nell'arco di decenni. In quest'ambito, il Numero di Wolf si è rivelato essere un parametro importante e prezioso, sia per la sua significatività fisica sia perché, così com'è definito oggi, consente di effettuare un confronto coerente fra osservazioni recenti e antiche. Al momento presente, inoltre, il monitoraggio continuo dell'attività solare è importante perché siamo di fronte a un'anomalia significativa (Specola Solare, 2014).

Le macchie solari sono quindi osservate quotidianamente, disegnate e il Numero di



Wolf viene comunicato al SIDC a Bruxelles, dove viene calcolato il Numero di Wolf del giorno mediando le osservazioni provenienti da tutto il mondo. Nel network del SIDC, il 34 per cento delle stazioni è costituito da osservatori professionali e il rimanente 66 da collaboratori non professionali. Tutti devono però rispettare una serie di criteri: assiduità (almeno 10 osservazioni al mese), regolarità (nessun mese scoperto) e stabilità del coefficiente k, che determina la possibilità di un confronto con gli altri osservatori.

È pari a quattro secoli il periodo storico all'interno del quale è possibile ricostruire il valore del numero di Wolf, sia attraverso stime effettuate su osservazioni precedenti al 1848 sia a seguito dell'inizio del programma nel 1848. In sostanza, ben 35 cicli solari possono essere considerati coperti e confrontabili con

altri indicatori dell'attività solare, come le abbondanze isotopiche di berillio 10 nei carotaggi polari e di carbonio 14 negli anelli di accrescimento delle piante, indicatori che in questo modo possono essere tarati e consentono di spingere la conoscenza del ciclo solare ancora più indietro nel passato, in epoche prestrumentali in cui l'osservazione scientifica rigorosa delle macchie solari non era possibile. Nell'ambito della ricerca scientifica sul Sole, il Numero di Wolf è un dato di grande importanza. Nel solo periodo compreso fra il 2000 e il 2006, l'Abstract Distribution System ha catalogato più di 430 pubblicazioni scientifiche che si riferiscono a un generico "sunspot number". Rileviamo in particolare l'aumento dell'interesse per la ricerca associata all'attività superficiale del Sole: queste pubblicazioni costituiscono un quarto del totale catalogato a partire dalla fine del XIX secolo. Lo spettro delle discipline interessate è molto ampio e spazia dalla climatologia alla planetologia, dallo studio delle comete alle tecnologie spaziali. In particolare, per quanto riguarda la fisica solare, l'IRSN viene impiegato per verificare la correttezza dei modelli della dinamo solare utilizzati per prevedere l'intensità dei cicli futuri e per ricostruire l'emissione di energia del Sole nel passato. Inoltre si rivela prezioso per studiare la correlazione fra le variazioni climatiche del nostro pianeta e l'evoluzione secolare dell'emissione elettromagnetica e materiale del Sole. Non solo: l'IRSN è ormai indispensabile anche nell'ambito della previsione dell'impatto dei fenomeni solari sulle attività umane nello spazio (attività extraveicolari, satelliti in orbita bassa, telecomunicazioni, GPS) e al suolo (reti di distribuzione elettrica ad alta tensione, blackout) (Specola Solare, 2014).

3.4.2 Macchie: riconteggio non ponderato

Nell'estate 2014 ho avuto l'occasione di fare uno stage alla Specola Solare di Locarno Monti. L'idea iniziale era uno stage di 2 settimane, a luglio, poi per varie ragioni i tempi si sono allungati e continuo ancora adesso ad andare nei week-end e nelle vacanze scolastiche. Durante lo stage ho avuto l'opportunità di usare il telescopio solare per fare ogni giorno (sempre tempo permettendo) un disegno in parallelo a quello ufficiale (fatto dal direttore della Specola Marco Cagnotti) e poterlo confrontare con il suo. Ho quindi potuto osservare e iniziare a imparare a fare il disegno e a "contare" le macchie per calcolare il Numero di Wolf del giorno.

Inoltre, ho iniziato un lavoro di riconteggio dei vecchi disegni della Specola, dal 1980 a oggi. Il lavoro è dovuto a una discrepanza trovata tra i Numeri di Wolf precedenti a Waldmeier e quelli successivi ed era stato iniziato da un altro studente in stage, Alex.

Oggi, alla Specola Solare, contando le macchie, si usa il metodo della "ponderazione", cioè assegnare un valore diverso alle macchie a seconda della dimensione. Ad esempio, una macchia con la penombra varrà 3, anche se è piccola, e se dovesse essere grande o con più di un'ombra all'interno può valere 4 o 5 in casi rari anche 6 o 7; le macchie senza penombra, invece possono valere 1 se sono piccole o 2 se sono più grandi, oppure due molto piccole possono valere insieme 1. La domanda che è sorta è che il metodo della ponderazione possa essere stato introdotto non da Wolf, ma in qualche passaggio successivo nella catena dei successori, senza che sia stato registrato. Questo potrebbe significare una discontinuità nel Numero di Wolf della

Stazione Pilota. Per capire quanto la ponderazione “pesi” effettivamente sul Numero di Wolf del giorno e quindi sui grafici ho iniziato un lavoro di riconteggio sui vecchi disegni, cioè riconto tutti i disegni fatti in Specola tutti i giorni (sempre tempo permettendo) dal 1980 senza ponderare, contando ogni macchia indipendentemente dalla sua grandezza. Una volta che avrò finito faranno un confronto con il mio conteggio e quello ponderato “ufficiale” e vedranno se la discrepanza trovata è dovuta effettivamente a questo. Lavorando da luglio a oggi in Specola e anche da casa sono arrivata all’inizio del 1998 (sto andando all’indietro negli anni, da dove era arrivato Alex).

Il lavoro è piuttosto ripetitivo, ma mi ha permesso di osservare un intero ciclo solare attraverso i disegni, osservando il picco del 2000 e paragonandolo a quello attuale che invece sto osservando in diretta, oltre che il movimento delle macchie lungo il Sole giorno per giorno e l’evolversi dei vari gruppi.

4. Conclusioni

Mano a mano che continuavo con le mie ricerche scopro nuovi argomenti estremamente interessanti. Ho dovuto fare una selezione su quali riportare in maniera approfondita e a quali invece dedicare una descrizione generica. L’argomento è davvero vasto, troppo per poter essere approfondito in maniera esauriente in questo contesto, anche perché per entrare nei dettagli dei processi sono necessarie conoscenze fisico-matematiche al momento fuori dalla mia portata. Mi sono quindi limitata a un’introduzione generica sulla vita delle stelle per contestualizzare il lavoro e ad approfondire solo determinati aspetti del Sole, lasciandone tuttavia molti altri appena abbozzati.

È stato un lavoro molto interessante e soddisfacente, che mi ha dato informazioni di base sulla fisica stellare oltre a permettermi di approfondire molti argomenti che mi interessavano in modo particolare.

Mi ha molto interessato ripercorrere la storia delle scoperte, vedere come intuizioni portano a scoperte straordinarie e come ogni dettaglio contribuisce ad approfondire il quadro. Tutte le scoperte sono collegate tra loro.

Inoltre ho studiato i meccanismi che portano alla formazione di fenomeni che noi osserviamo comunemente, ma sui quali raramente ci interroghiamo, come la catena protone-protone che ci fornisce l’energia per vivere sotto forma di calore, o che osserviamo meno comunemente, come le eclissi o le aurore polari. È straordinario come sia possibile osservare e riscoprire il mondo da un altro punto di vista, interrogandosi su ogni dettaglio e cercando una spiegazione per tutto.

Ringrazio i miei insegnanti, in particolare Mosè Nodari, e il direttore della Specola Solare di Locarno, Marco Cagnotti.



La cometa del 2015

Valter Schemmari

Il 2015 ha avuto inizio, e ancora continua, con un fenomeno celeste che a mio parere è tra i più affascinanti: una cometa, la Lovejoy C/2014Q2, scoperta dall'astronomo australiano Terry Lovejoy. Lo stesso astronomo che lo scorso anno ci aveva permesso di osservare e fotografare una cometa omonima, la Lovejoy C/2013 R1, da lui precedentemente scoperta.

Il 6 gennaio scorso l'ho cercata con un binocolo, e dopo averla rintracciata, come mia abitudine, l'ho seguita con la mia fotocamera reflex, fissata semplicemente su treppiede fotografico con un obiettivo luminoso, registrando le prime immagini di quel corpo celeste.

Le prime fotografie mostravano un nucleo sferico di color verde-blu intenso, senza la coda che ci si aspetterebbe di vedere in una cometa. Già qualche sera dopo una debole coda è comparsa e l'ha accompagnata anche nelle ultime sere di gennaio. Mi sono poi sbizzarrito a osservarla e fotografarla in numerose sere e da siti diversi, anche se poi ho preferito casa mia per via del freddo intenso dell'inverno. Ho ripreso la Lovejoy durante 12 sere di gennaio, compatibilmente con la situazione meteorologica di Verbania.

Dunque il sito osservativo più utilizzato è stato a Verbania – Possaccio, in un angolo sufficientemente buio del mio giardino, ma successivamente per molte sere mi sono spostato all'Alpe Ompio e al Belvedere di S. Salvatore di Premeno.

Da gennaio a oggi sono riuscito a registrare immagini della cometa per un totale di 35 sere, seguendo il suo percorso attraverso alcune costellazioni e osservando e registrando la sua luminosità, le dimensioni



*7 gennaio 2015 - S. Salvatore di Premeno –
Obiettivo 135/2,8*

apparenti e il colore.

Per contemplare e registrare le immagini di questa cometa ho utilizzato un telescopio newton molto luminoso, un rifrattore a corta focale e diversi obiettivi fotografici.

In alcuni casi ho effettuato riprese a fotocamera "ferma", cioè fissata su treppiede, con scatti di pochi secondi e con alta sensibilità. In altre sere ho preferito fissare la reflex digitale al telescopio o a obiettivi su una montatura motorizzata, che insegue il moto delle stelle, per poter utilizzare pose più lunghe, in modo di "fissare" i punti luminosi delle stelle e registrare più particolari della cometa.

La Lovejoy ha una chioma di un bel colore verde smeraldo ed è una delle comete cosiddette di lungo periodo, perché impiegherà 8.000 anni a farsi nuovamente vedere dalla Terra.

Offro alcuni suggerimenti a chi volesse osservarla e magari fotografarla: 1) la si deve cercare con un binocolo, tipo 7 x 50 - 8 x 30 oppure 10 x 50. 2) in questo periodo la ricerca va fatta osservando a destra, a fianco della costellazione di Cassiopea, che



*20 gennaio 2015 – Verbania-Possaccio -
Fuoco diretto newton f5*

si riconosce per la sua forma simile a una W, formata da 5 stelle luminose e attualmente ruotata di 90 gradi con le due “punte” rivolte a sinistra, finché non si noterà un piccolo “batuffolo” color grigio-celeste, che si distingue dalle stelle, perché non è puntiforme come loro.

Una volta individuata la cometa, se si volesse fotografarla, è necessario utilizzare una fotocamera che abbia la cosiddetta posa B, che permette di effettuare riprese di almeno qualche secondo. Montata la fotocamera su un treppiede fotografico, la si punterà verso la zona di cielo interessata dalla cometa e si scatterà una foto con alta sensibilità, con durata di almeno 4-5 secondi. Se non comparisse il “batuffolo” cometario, si sposterà leggermente la fotocamera e si ripeterà la ripresa, ripetendo l'operazione sino a vedere la chioma della Lovejoy nella fotografia risultante.

In aprile la cometa Lovejoy si sta allontanando sempre più da noi, ma è inte-

ressante seguirla ancora, finché sarà visibile e fotografabile, e non sarà più corteggiabile come fosse una bella dama affascinante. Ed è una gentile dama che nella nostra esistenza non potremo più rivedere, ma della quale serberemo il bellissimo ricordo della sua contemplazione e registrazione fotografica.

Le foto mostrano la cometa Lovejoy passare a fianco delle costellazioni di Orione e Cassiopea, per poi divenire circumpolare, in avvicinamento alla Stella Polare dell'Orsa Minore.

Dopo l'inseguimento quasi febbrile dell'astro chiamato, tra gennaio e aprile, ho proseguito nella sua ricerca per continuare a rintracciarla e per sfidare le mie capacità di astrofilo, utilizzando vecchie ma insuperate tecniche per riconoscerla e fotografarla.

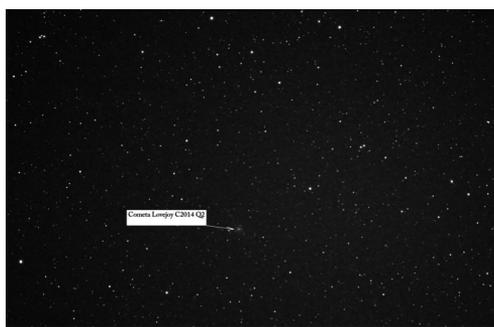
Nei mesi successivi, fino a luglio, sin quando la cometa era nell'Orsa Minore e ancora relativamente vicina alla Stella Polare, ho utilizzato obiettivi da 50, 135 e 300 millimetri solo su treppiede fotografico,



*25 febbraio 2015 – Verbania-Possaccio -
Fuoco diretto newton f5*



6 marzo 2015 – Alpe Ompio – Obiettivo 300/5,5



22 luglio 2015 – Alpe Ompio – Obiettivo 200/4 su EM10 motorizzata.

senza la necessità di montatura motorizzata. Solo quando la Lovejoy ha continuato il suo viaggio celeste uscendo dai confini della costellazione che l'aveva ospitata per alcuni mesi, a metà luglio ho cominciato a usare una montatura motorizzata su entrambi gli assi, messa a livello e puntata alla Stella Polare, per evitare il mosso. Con questa ho usato sempre obiettivi da 50, 135 e 200 millimetri di focale. Mentre termino questa mia narrazione, a fine luglio, la cometa ha raggiunto una distanza stimata di 450 milioni di chilometri, con magnitudine 15, viaggiando alla velocità di 47,7 chilometri al secondo (171.720 chilometri orari). Purtroppo gli ultimi giorni di luglio sono dominati dalla Luna piena, poco adatti a riprendere fotograficamente la cometa, perciò sono in attesa che Selene entri in fase calante, per godere di un cielo buio, con un maggior contrasto tra il fondo cielo e l'ormai debolissimo nucleo della cometa.

So che la Lovejoy C/2014Q2 mi resterà nel cuore, come un bel periodo celeste, ricordando che, nonostante la sua immagine non sia stata spettacolare come quella di

altre comete che l'avevano preceduta, ha affrontato e offerto un viaggio così lungo e comodamente rintracciabile.

Il suo fascino è stato vederla allontanarsi, serpeggiando tra le stelle di diverse costellazioni, lungo 3 stagioni e diminuire molto lentamente la sua luminosità, senza però perdere il suo colore.

Un'estate impegnativa

Fausto Delucchi

Come tutti sanno sono un appassionato della montagna e appena posso mi porto oltre il limite delle piante ossia sopra i 1.800 metri. Quest'anno ho ricevuto alcune richieste di "capannari" per fare delle serate pubbliche in altura, all'insegna di osservazioni astronomiche con cieli esenti e lontani da ogni tipo di inquinamento. Ecco che con largo anticipo è arrivata la proposta di trascorrere un fine settimana alla Capanna Cava, in Val Pontirone, a spiegare e a mostrare ai clienti presenti le bellezze del nostro firmamento al telescopio. Ho chiesto immediatamente a Stefano Falchi, SteF per gli "e-mailiani", se mi voleva dare una mano con eventualmente un altro strumento oltre al mio Dobson da 30 centimetri. Tempestivamente mi ha risposto: "ci sto!" Ed ecco che il 18 di luglio ci siamo avviati su su per la stretta strada della Val Pontirone fino al caseificio in zona Cava. Di lì abbiamo caricato gli strumenti sulla piccola teleferica che porta fino alla capanna: per noi non c'era posto, ma l'abbiamo raggiunta, a piedi, in 10/15 minuti. Dopo aver scaricato gli strumenti, io ho montato il Dobson e SteF ha installato il suo rifrattore sulla montatura equatoriale motorizzata e computerizzata. Alla fine di una splendida giornata purtroppo il cielo stava degenerando e dopo cena le speranze di poter osservare qualche oggetto celeste andavano sempre più scemando. Al sopraggiungere del buio eravamo rimasti solo in sei e attraverso un piccolo squarcio tra le nuvole abbiamo avuto la fortuna di osservare per qualche minuto Saturno, per la gioia dei presenti. L'indomani, dopo una buona colazione, SteF e io abbiamo deciso di salire al Passo del Mauro a 2.428 metri. Malgrado il sentiero fosse segnato con bianco-rosso-bianco, la salita in certi punti era vertiginosa,

ma il panorama da lassù ci ha ripagato dalla fatica. Al ritorno, dopo un bagno rinfrescante nel laghetto vicino e dopo il pranzo, ho montato il filtro solare sul Dobson per mostrare alla ventina di persone presenti le diverse macchie solari che punteggiavano la fotosfera mentre SteF, avendo posizionato lo strumento a regola d'arte, ha potuto trovare senza difficoltà la falce di Venere in pieno giorno.

Mercoledì 22 luglio, su richiesta di un gruppo di una ventina di persone tra monitori e boy-scout accampati a Tengia (sopra Chiggiona), abbiamo avuto una bellissima serata e potuto osservare i tanti oggetti celesti che apparivano e transitavano man mano.

Il fine settimana del 25 Luglio, su anticipata richiesta di Loris e Yvonne (nuovi gerenti della Capanna Bovarina in Val di Blenio) e accompagnato da Beniamino Bongulielmi, mi sono recato in zona Pradasca con tutto il necessario per trascorrere una serata sotto le stelle con l'inseparabile Dobson. Anche qui una piccola teleferica ci ha aiutato a trasportare il materiale e noi in circa 30 minuti a piedi abbiamo raggiunto il rifugio. Ho installato il telescopio e appena il Sole è tramontato dietro la montagna, in tutta sicurezza, mi sono messo a cercare con il binocolo Venere che si trovava quel giorno a meno di 30 gradi a Est del Sole. Accompagnati dallo stupore della quindicina di clienti presenti nel vedere degli oggetti celesti, oltre alla Luna al primo quarto, sebbene fosse giorno, ci siamo goduti anche le cime delle montagne circostanti che verso Est erano ancora illuminate dagli ultimi raggi di Sole. Purtroppo a tarda ora i frequentatori della capanna sono andati tutti a riposo, stanchi delle dure passeggiate. Verso mezzanotte, prima di coricarci, ci siamo ancora goduti



la pennellata chiara della Via Lattea che attraversava tutto il cielo. Il giorno dopo, a colazione fatta, abbiamo affrontato l'ora e mezza di salita per arrivare al Lago Retico a 2.372 metri e un'altra mezz'oretta fino alla Ganna di Garina a 2.595. Il tempo era bello, ma una densa foschia in altura impediva al Sole di mostrarsi e così al ritorno ci siamo divertiti a osservare qualche importante cima come la croce sull'Adula, il Cassinello, la Capanna Adula...

Ecco giungere il 12 di agosto, serata delle Perseidi, le lacrime di San Lorenzo. Il Ristorante Ospizio del San Bernardino-Passo mi ha chiesto la disponibilità a presentare l'evento ai 30 ospiti presenti e anche alla set-

tantina di curiosi giunti al passo per l'occasione. Ho accettato, anch'io ne ero interessato, e dopo aver rimontato per l'ennesima volta il mio Dobson, ho allineato il cercatore con il telescopio e il caso ha voluto che io centrassi proprio un'aquila appollaiata su un picco a circa 2 chilometri di distanza. Verso le 21:30 ho cominciato a invitare i presenti a osservare Saturno con il suo anello, oggetto che sui profani fa sempre un grande effetto. Al calar del buio ho cominciato a spiegare il perché ci sono le stelle cadenti, come si formano, da dove vengono e a ogni meteora i presenti in coro esultavano gridando. Data la serata limpida, l'assenza di luci estranee, ho potuto mostrare anche diversi oggetti del profondo cielo tipo M31 la nostra galassia sorella, il bellissimo ammasso globulare M13, le due lontane galassie M81 e M82, la nebulosa anulare M57 e altre curiosità celesti.

Il 2, il 9, il 23 e il 30 di agosto, quattro domeniche al Calina di Carona imperniate principalmente sull'osservazione delle macchie solari in luce bianca con un prisma di Herschel e delle protuberanze con lo speciale filtro idrogeno alfa (H-alfa), ma anche della falce di Venere durante il suo avvicinarsi e rispettivamente allontanarsi dal disco solare. Ho spiegato che la falce è pure visibile con un normale binocolo, ma ho raccomandato ai presenti di non cimentarsi in una tale osservazione, perché troppo pericolosa per i non "addetti ai lavori".

Sono soddisfatto: quest'anno l'affluenza è stata un po' più rispettosa che negli anni scorsi.

Per finire c'è stato anche il nostro consueto Star Party, ma di questo ci riferisce Anna in un prossimo articolo.

Con l'occhio all'oculare...

Calina di Carona

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 19 settembre, sabato 24 ottobre e sabato 21 novembre** potremo ammirare la Luna verso il primo quarto e le diverse curiosità stagionali (a partire dalle 20h30).

Responsabile: Fausto Delucchi (tel. 079 389 19 11) fausto.delucchi@bluwin.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/>

Programma osservativo pubblico:

sabato 5 (09:00-16:30) e 12 settembre (19:00-23:30) Monte Lema, anniversario Pleiadi (in collaborazione con la Società Svizzera di Scienze Naturali)
giovedì 24 settembre (20:00-23:00), 15 ottobre (20:00-23:00), 26 novembre (20:00-23:00): Gravesano (piazzale dietro la Casa Comunale)

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 12 settembre 2015, 09:00

porte aperte alla Specola e all'IRSOL.

Giornata organizzata nell'ambito dei festeggiamenti per i 200 anni dell'Accademia Svizzera delle Scienze (si svolge con qualsiasi tempo).

Venerdì 18 settembre 2015, 19:50

(osservazioni in programma: Luna, Saturno,...)

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. 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 11h30 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 è sospesa l'attività osservativa. **Probabile ripresa entro il 2016.**

Effemeridi da settembre a novembre 2015

Visibilità dei pianeti

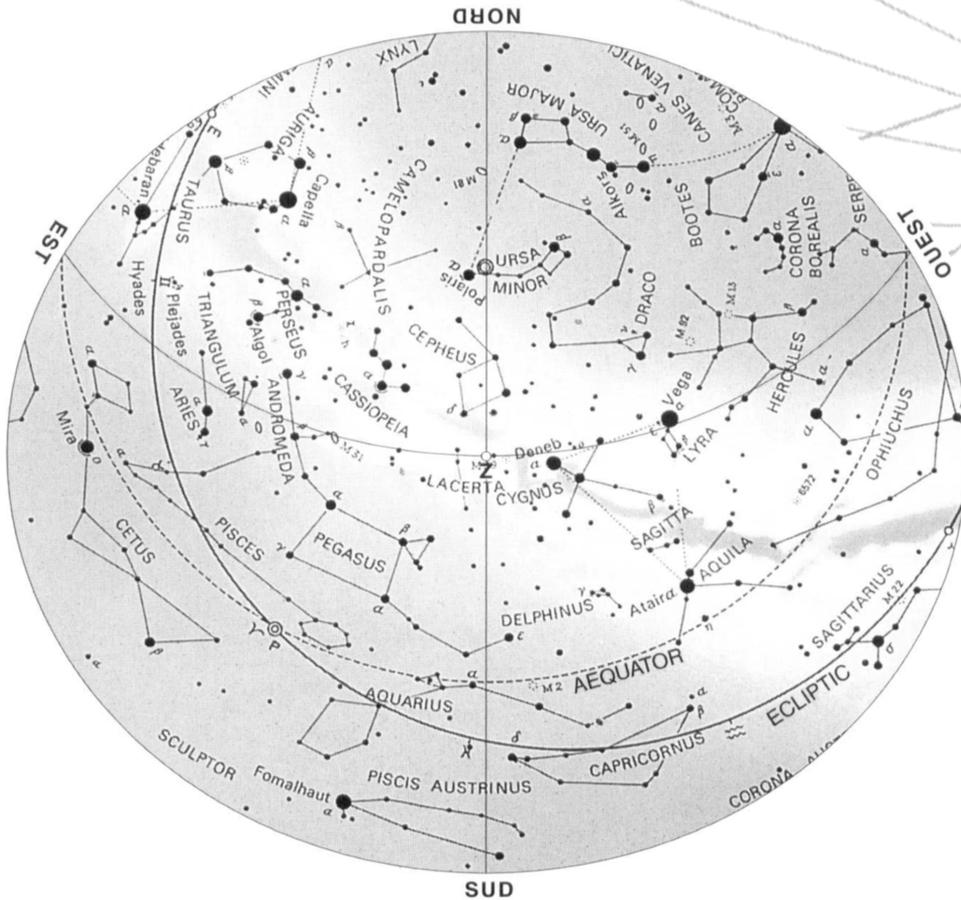
- MERCURIO** rimane **visibile** di sera fino all'ultima settimana di settembre, basso sull'orizzonte occidentale. **Invisibile** all'inizio di ottobre, a metà del mese si trova già alla massima elongazione occidentale ed è perciò **visibile** al mattino un'ora e mezza prima del sorgere del Sole. Praticamente di nuovo **invisibile** in novembre.
- VENERE** dopo la congiunzione elica di agosto, ricompare alla mattina in settembre. Il 21 arriva già alla massima luminosità (magnitudine -4,5), è **visibile** verso oriente, dove domina il cielo mattutino. In congiunzione con Giove il 26 ottobre.
- MARTE** ricompare al mattino, nella costellazione del Cancro. In settembre sorge circa un paio d'ore prima del Sole (magnitudine 1,6). Sempre **visibile** al mattino nei due mesi seguenti, nella stessa regione di cielo di Venere e Giove. In congiunzione con quest'ultimo il 17 ottobre, nel Leone.
- GIOVE** **invisibile** in settembre, ricompare ed è **visibile** nel cielo mattutino, in congiunzione con Marte il 17 ottobre e con Venere il 26 ottobre (magnitudine -1,8) nella costellazione del Leone.
- SATURNO** è ancora **visibile** di sera, basso, tra le costellazioni della Bilancia e dello Scorpione (magnitudine 0,6): alla fine di settembre tramonta circa due ore dopo l'astro del giorno. Il 30 novembre è in congiunzione col Sole e rimane **invisibile** praticamente tutto il mese.
- URANO** nella costellazione dei Pesci, si mostra praticamente tutta la notte in settembre e ottobre, in opposizione il 12 ottobre. **Visibile** nella prima parte della notte in novembre (magnitudine 5,7).
- NETTUNO** si trova nella costellazione dell'Aquario e precede Urano di due ore e mezza (magnitudine 7,9). In opposizione il 1. settembre, rimane **visibile** tutta la notte questo mese, quindi in novembre solo alla sera.

FASI LUNARI



Luna Piena	28 settembre,	27 ottobre,	25 novembre
Ultimo Quarto	5 settembre,	4 ottobre,	3 novembre
Luna Nuova	13 settembre,	13 ottobre,	11 novembre
Primo Quarto	21 settembre,	20 ottobre,	19 novembre

- Eclissi** Parziale di Sole il 13 settembre, **invisibile da noi**, visibile dall'estremo Sud Africa all'Antartico.
Totale di Luna il 28 settembre, **visibile da noi** dalle 4h10 alle 5h23 come totalità.
- Stelle filanti** Lo sciame delle **Draconidi** (dette anche **Giacobinidi**) è attivo dal 6 al 10 ottobre, con un massimo il 9. La cometa di origine di queste stelle filanti è la 21P/Giacobini-Zinner.
Il famoso sciame autunnale delle **Leonidi** è attivo dal 10 al 23 novembre, con un massimo il 18; la cometa di origine è la 55P/Tempel-Tuttle.
- Autunno** La Terra si trova all'equinozio il **23 settembre**, alle 10h21. La durata del giorno è uguale a quella della notte e per il nostro emisfero ha inizio l'autunno.
- Cambio dell'ora** sui nostri orologi il **25 ottobre** termina l'ora estiva e inizia quella invernale.

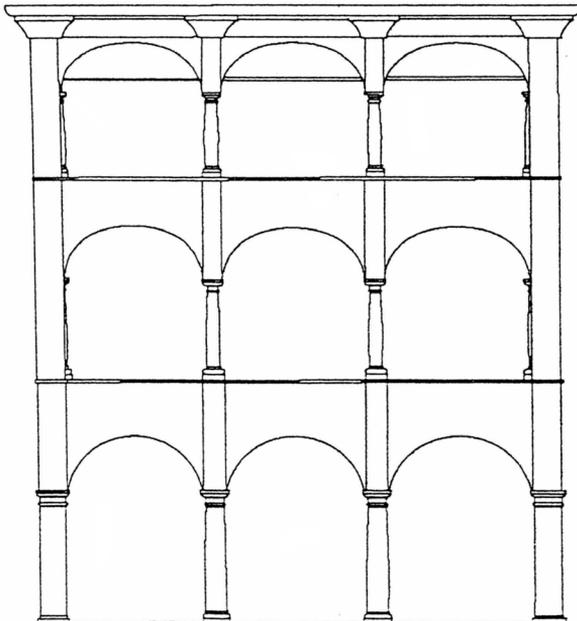


12 settembre 24h00 TL

12 ottobre 22h00 TL

12 novembre 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