

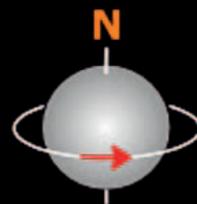
ASTRONOMIA

www.uai.it

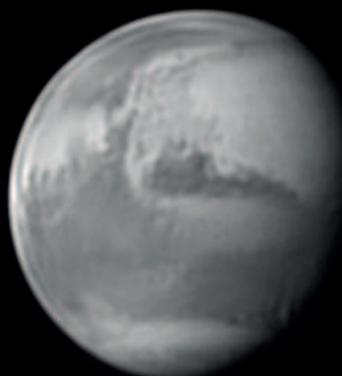


La rivista dell'Unione Astrofili Italiani

n. 4 • luglio-agosto 2018 • Anno XLIII

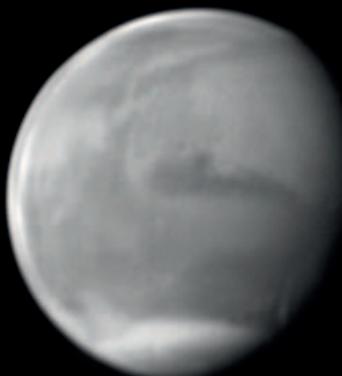


GAD. Atti 2017



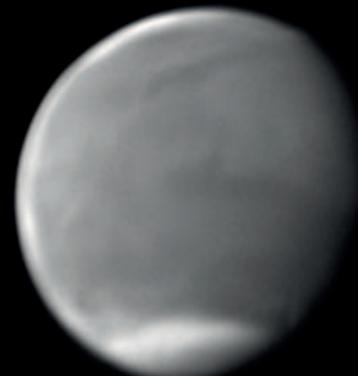
R

2018-05-12 (yyyy-mm-dd),
20:50.8 UT CM 352.3°
h. = 50 deg



G

2018-05-12 (yyyy-mm-dd),
20:53.3 UT CM 352.9°
h. = 51 deg



B

2018-05-12 (yyyy-mm-dd),
20:56.2 UT CM 353.6°
h. = 51 deg

■ Terra-Marte



■ PS-110



■ N Scorpis





AVALON INSTRUMENTS



GoTo Control System



X-GUIDER
TANGENT MOUNT ASSEMBLY

**FAST REVERSE
MOTOR DRIVE SYSTEM**

**PRESTAZIONI AI
MASSIMI LIVELLI!**

**m-uno Dual
EQUATORIAL
Single Fork Mount**

NO MERIDIAN FLIP
NO CONTRAPPESI
PORTATILE

SUPER PORTABLE
EQUATORIAL &
ALTAZIMUTH
MOUNT SET
w/T-POD90

PRECISION
& DESIGN
Made in
ITALY

**L'incredibile
M-ZERO**

**LINEAR
German
Equatorial
Mount**

T-POD 110



Proprietà ed editore
Unione Astrofili Italiani
Direttore responsabile
Franco Foresta Martin
Comitato di redazione
Consiglio Direttivo UAI
Coordinatore Editoriale
Giorgio Bianciardi

Impaginazione e stampa
Tipografia Piave srl (BL)
www.tipografiapiave.it

Servizio arretrati
Una copia Euro 5,00
Almanacco Euro 8,00
Versare l'importo come spiegato nella pagina successiva specificando la causale.
Inviare copia della ricevuta a
amministrazione@uai.it

ISSN 1593-3814
Copyright© 1998 UAI
Tutti i diritti sono riservati a norma di legge. È vietata ogni forma di riproduzione e memorizzazione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta dell'Unione Astrofili Italiani.

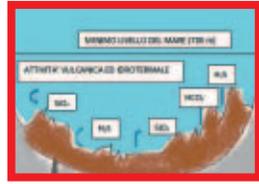
Pubblicazione mensile registrata al Tribunale di Roma al n. 413/97.
Sped. in abb. postale 45%.
Autorizzazione Filiale PT di Belluno.

Manoscritti, disegni e fotografie non richiesti non verranno restituiti. Inviare il materiale seguendo le norme riportate nelle Istruzioni per gli autori sul sito Internet www.uai.it.
Tutti gli articoli scientifici inviati saranno sottoposti al giudizio di referee qualificati. Gli *abstract* degli articoli originali sono pubblicati su *Astronomy and Astrophysics Abstracts*.

UAI - Unione Astrofili Italiani
Segreteria nazionale
c/o Osservatorio Astronomico "F. Fuligni"
Via Lazio, 14 - località Vivaro
00040 Rocca di Papa (RM)
Tel: 06.94436469
(Lun/Ven ore 10-13, Mar/Gio 15-18)
Fax: 1782717479
amministrazione@uai.it
www.uai.it

SOMMARIO

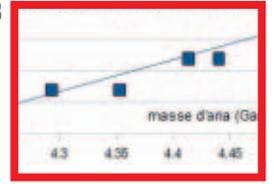
20



27



43



EDITORIALE

- 3 NASA: molecole organiche su Marte (di nuovo?)
Giorgio Bianciardi

RUBRICHE

- 4 Per Marte è tempo di opposizione: la seconda del secolo in corso
Franco Foresta Martin
- 6 LUNA Hi-Res: target 250 m/pixel Il Mare Imbrium (IV)
Maurizio Cecchini
- 10 Sinus Meridiani
Fabio Zampetti
- 16 Storie e osservazioni di piccoli mondi Vedo doppio, e non solo... (XXV parte)
L. Angeloni, P. Baruffetti, M. Bigi, G. Bonatti, A. Bugliani, D. Del Vecchio, M. Dunchi, G. Tonlorenzi

RICERCA

- 20 Terra e Marte: una comune origine biologica?
Nicola Cantasano
- 26 X MEETING PIANETI EXTRASOLARI
XIII MEETING STELLE VARIABILI
- 27 La campagna osservativa internazionale su PDS-110 e il contributo dell'UAI
Claudio Lopresti

- 29 **Astronomia Digitale**
Lorenzo Franco
- 33 **ANS Collaboration: storia, risultati, organizzazione e l'imminente versione 2.0**
Mauro Graziani
- 35 **ArduSiPM un rivelatore di Raggi Cosmici e Radiazioni Nucleari ma anche di fotoni di luce...**
Valerio Bocci
- 36 **Ricerca e Scuola: un incontro possibile e necessario**
Domenico Liguori
- 38 **Software di Automazione "Ricerca"**
Antonino Brosio
- 39 **Luigi Lilio, il padre del moderno calendario**
Mauro Graziani
- 40 **Supernovae: distruzione e creazione, le due facce delle esplosioni cosmiche**
Sandra Savaglio
- 41 **Il Parco Astronomico Lilio**
Maria Antonia Tripodi
- 43 **L'eclissi del sistema di N Scorpii nel giugno 2017**
Costantino Sigismondi

In copertina



Marte sta arrivando alla Grande Opposizione.
I dettagli del pianeta si rivelano come non mai all'osservazione telescopica. Stupenda l'immagine ottenuta da Tiziano Olivetti, Sezione Pianeti UAI.

Come iscriversi all'UAI

Diventa o continua ad essere socio UAI!

E se sei socio di una Delegazione, conviene ancora di più... Potrai così beneficiare delle importanti novità che abbiamo in serbo per Voi, oltre che contribuire alla crescita del movimento degli astrofili italiani e della cultura scientifica in Italia.

Grazie alla Riforma della UAI approvata nel 2017 si può diventare soci UAI come:

- » SOCIO INDIVIDUALE
 - » SOCIO AGGREGATO iscrivendosi ad una delle Delegazioni UAI (lista Delegazioni disponibili sul sito www.uai.it alla Sezione "Associazione - Rete Delegazioni UAI"). I soci già iscritti ad una Delegazione sono automaticamente iscritti alla UAI con Quota base.
 - » SOCIO ENTE valida solo per persone giuridiche (Enti locali, Scuole, Associazioni non già Delegazioni UAI o altri Enti).
- NB: nel caso dei Soci Individuali ed Aggregati alla Quota Base, va aggiunta l'**Opzione Rivista** se si desidera ricevere i numeri della rivista ASTRONOMIA e dell'ALMANACCO UAI in formato cartaceo. La Quota base dà diritto a consultare le riviste (incluso l'Almanacco) solo in formato "solo WEB" (ossia digitale).

L'Opzione Rivista va pagata in ogni caso direttamente alla UAI.

Le quote di iscrizione sono le seguenti:

- » **Socio Individuale** quota base € 30 + opzione rivista € 20
Sconti: minore di 26 anni - quota base ridotta a € 15
Rinnovo entro 28/02/2018 - sconto € 5 su quota base
- » **Socio Aggregato** quota base stabilita dalla Delegazione UAI
+ opzione rivista € 20
Sconti: Eventuali sconti stabiliti dalle Delegazioni UAI

- » **Socio Ente** quota base € 70 opzione rivista inclusa
Sconti: Rinnovo entro 28/02/2018 - sconto € 5 su quota base

Il pagamento della quota di iscrizione può essere effettuato:

- tramite il **conto corrente postale n. 20523189** intestato a "Unione Astrofili Italiani c/o Oss. Astr. Fuligni - Via Lazio 14, 00040 Rocca di Papa (RM)", utilizzando il bollettino.
- tramite **bonifico bancario** sul CCP (anche effettuato on-line) codice IBAN: IT78 L076 0112 1000 0002 0523 189 intestato a "Unione Astrofili Italiani";
- tramite Internet effettuando il pagamento con il **sistema sicuro Paypal** che richiede l'utilizzo di una carta di credito.

N.B. - Ogni modalità di pagamento ha un costo di transazione aggiuntivo alla quota di iscrizione in funzione del servizio utilizzato. Per accelerare le operazioni di recepimento dell'iscrizione o rinnovo effettuate con bonifico o versamento postale, vi consigliamo di inviare una e-mail a amministrazione@uai.it con oggetto "ISCRIZIONE UAI" indicando la data del pagamento ed allegando l'attestazione dello stesso (ricevuta bollettino o bonifico). Nel caso di socio AGGREGATO, specificare il Codice Delegazione UAI.



Unione Astrofili Italiani

Sede Nazionale e indirizzo postale:

Osservatorio Astronomico "F. Fuligni"
Via Lazio, 14 - Località Vivaro
00040 Rocca di Papa (RM)

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: Mario Di Sora
Vicepresidente: Giorgio Bianciardi
Segretario: Luca Orrù
Tesoriere: Massimiliano Lucaroni
Consiglieri: Jacopo Baldi, Pasqua Gandolfi, Giovanna Ranotto, Maria Antonietta Guerrieri, Salvatore Pluchino

Collegio dei revisori dei conti

Michele Alberti, Pasquale Ago e Renato Antonelli

Comitato dei probiviri

Giuseppe De Donà, Gabriele Vanin e Piet Jan Schutzman
probiviri@uai.it

SEZIONI DI RICERCA

Coordinatori: Salvatore Pluchino
ricerca@uai.it

Sole: Luciano Piovan
sole@uai.it

Luna: Antonio Mercatali
luna@uai.it

Occultazioni: Claudio Costa
occultazioni@uai.it

Meteorite: Enrico Stomeo
meteorite@uai.it

Pianeti: Paolo Tanga
pianeti@uai.it

Comete: Giannantonio Milani
comete@uai.it

Stelle Variabili: Claudio Lopresti
stellevariabili@uai.it

Cielo Profondo: Fabio Martinelli
cieloprofondo@uai.it

Quadranti solari: Giuseppe De Donà
quadrantisolari@uai.it

Astrocultura: Pasqua Gandolfi
astrocultura@uai.it

Radioastronomia: Salvatore Pluchino
radioastronomia@uai.it

Spettroscopia: Fulvio Mete
spettroscopia@uai.it

Strumentazione: Carlo Martinelli
strumentazione@uai.it

Pianeti extrasolari: Claudio Lopresti
pianetiextrasolari@uai.it

Sorveglianza Spaziale-Detriti Spaziali
Fabrizio Piergentili
detritispaziali@uai.it

Astronautica: Vincenzo Gallo
astronautica@uai.it

Archeoastronomia: Paolo Colona
archeoastronomia@uai.it

COMMISSIONI E SERVIZI

Commiss. Naz. Rete Osservatori

Astronomici (ROSITA): Gabriele Tedesco
osservatori@uai.it

Didattica: Maria Antonietta Guerrieri
didattica@uai.it

Divulgazione: Paolo Volpini
divulgazione@uai.it

Inquinamento Luminoso: Ugo Tagliaferri
inqlum@uai.it

Astrologia? No, grazie!: Pasqua Gandolfi
astrologianograzie@uai.it

Telescopio Remoto UAI:
Giorgio Bianciardi
telescopioremoto@uai.it

UFFICIO LEGALE:

avv. Mario Di Sora
ufficiolegale@uai.it

NASA: molecole organiche su Marte (di nuovo?)

Ora il ritmo è completamente definito e chiaro. Di molecole organiche ritrovate già ne avevamo notizia dallo stesso Rover, quando più di due anni fa furono rese pubbliche le risultanze delle prime analisi positive per la presenza di molecole organiche sul Pianeta Rosso, addirittura con molecole organiche di peso molecolare non indifferente, da 10 atomi di carbonio. Ancora precedentemente, nei primi mesi di presenza sul pianeta, la presenza degli stessi composti organici clorurati trovati 40 anni prima dalle sonde Viking e che vollero essere interpretate per contaminazione terrestre, nonostante la positività del test biologico Labeled Release a bordo delle stesse sonde. Ora perlomeno, con Curiosity appariva chiaro che questi composti clorurati erano autoctoni del pianeta, ovvero risultati della decomposizione con il calore, provocato dal sistema di analisi, degli originali composti organici, ancora ignoti nella loro completezza e struttura, presenti su Marte. I nuovi risultati ci parlano ora di molecole quali tiofene, 2- e 3- metiltiofene, metantiolo, solfuro di metile, presumibilmente frammenti di molecole organiche ben più complesse, ma frammentate dal tempo trascorso su Marte sotto gli UV solari non protetti da un'ozonosfera e anche prodotti dagli stessi sistemi di analisi utilizzati dal Rover. E nulla ci dicono se queste e il metano siano di origine geologica, meteoritica o biologica.

Bene, le conferme sono sempre utili nel processo scientifico. Ma lasciamo stare le scoperte epocali in quanto, non solo i Viking negli anni '70 dello scorso secolo, ma anche i risultati delle analisi del meteorite marziano ALH84001 pubblicati sempre su Science più di 20 anni fa avevano dimostrato senza ombra di dubbio la presenza di composti organici complessi, almeno nel Marte di 3 miliardi di anni fa, i tempi a cui risaliva la roccia marziana. Nonostante lo scalpore che vediamo correre in rete assistiamo solo a conferme di cose già sapute: esistono molecole

organiche su Marte, la domanda a cui rispondere sarebbe un'altra: di derivazione biologica o no?

Sarebbe bastato ripetere l'esperimento Labeled Release di Levin a bordo dei Viking, in un qualunque altro Rover americano atterrato negli ultimi 15 anni, questa volta con aminoacidi delle due diverse tipologie spaziali, levogira e destrogira, per avere la prova definitiva (se positivo con uno solo dei due "enantiomeri") dell'esistenza di vita sul pianeta (oggi!). Ovvero, da quando più di 10 anni fa il Mars Express trovò la presenza di metano (gas riducente in un pianeta grandemente ossidato, ovvero senz'altro di produzione – o comunque rilascio – recente), perché non portare a bordo delle sonde della NASA un analizzatore degli isotopi del metano? Curiosity avrebbe potuto constatare, ad esempio, la maggiore ricchezza dell'isotopo più leggero, ed in quel caso darci finalmente la prova che il metano di Marte ha origine biologica (ovvero escluderla).

Meno male che gli Europei sono di altro avviso. Quando la sonda Schiaparelli fece il grande tonfo nella superficie marziana, lasciò in orbita il Trace Gas Orbiter. In questi mesi il suo grande "naso" dovrebbe darci in mano dati assai più interessanti del grande scopo (che non è) di questi giorni: la presenza di altri gas riducenti, non solo metano, che, se presenti, ci potrebbero dare finalmente la prova di un'origine biologica del metano stesso. O, ancor di più, il Rover dell'ESA, ExoMars 2020, che, se atterrerà incolume, compirà una vera analisi biologica della superficie (e sottosuolo) marziano e senz'altro analizzerà la composizione isotopica del metano.

E finalmente un passo avanti per la comprensione dell'ambiente marziano, invece delle ennesime conferme (OK servono) di cose già sapute ma che avrebbero dovuto invece già portarci ad un approfondimento del risultato e non la ripetizione di compiti già svolti. Meno male che c'è l'ESA.



Giorgio Bianciardi
Vicepresidente UAI
gbianciardi@yahoo.it

Due articoli sulla prestigiosa rivista scientifica Science e una diretta streaming della NASA per annunciare la sintesi di una serie di studi effettuati da Curiosity sulla superficie di Marte in 3 anni di presenza del Rover sulla superficie di Marte. Dimostrato il ritmo stagionale del metano presente nell'atmosfera del pianeta, con dei massimi a fine estate e minimi in inverno/inizio primavera. Già dati dall'Orbiter del Mars Express Europeo ci portavano verso questi risultati.

In questo numero...

... in questo numero un'occasione per parlare di Marte: il pianeta sta arrivando alla Grande Opposizione. Un'immagine del Pianeta Rosso davvero Hi-Res in copertina, l'editoriale, la Rubrica "Storie di cielo e di terra", un articolo di Ricerca con un paragone tra la nostra Terra e Marte, e, ovviamente, la consueta Rubrica geologica della superficie marziana. Non solo Marte ma anche gli Atti 2017 del consueto meeting annuale del GAD, ovvero il meeting delle Sezioni UAI Stelle Variabili e Pianeti Extrasolari.



Franco Foresta Martin

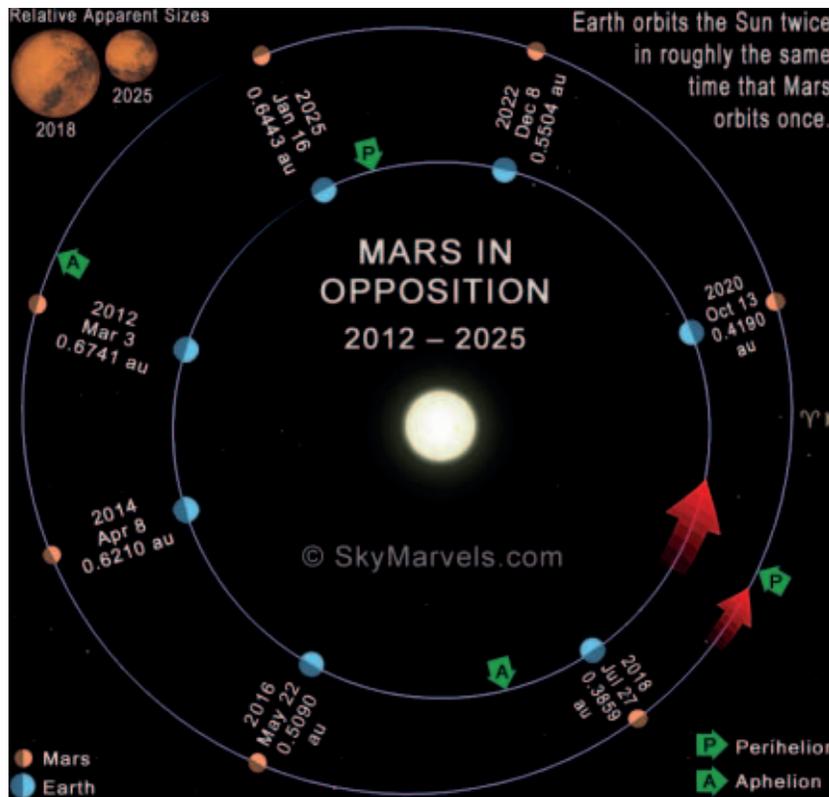
Direttore Responsabile

Astronomia

sidereus@rocketmail.com

L'estate del 2018 è dominata da un fenomeno astronomico a ricorrenza circa quindicennale: un evento atteso per molti astrofili esordienti che possono godere per la prima volta di una vista ravvicinata di Marte.

Figura 1. Le opposizioni di Marte nel periodo 2012-2025 (da SkyMarvels.com)



Per Marte è tempo di opposizione: la seconda del secolo in corso

Parlamo della grande opposizione, la seconda del secolo corrente, che permette di osservare da Terra alcuni dettagli mutevoli della superficie di questo pianeta, come le calotte polari e le grandi macchie scure e chiare di altopiani e depressioni. A condizione di disporre di un telescopio di media apertura. Marte, il più vicino dei pianeti esterni all'orbita terrestre, è uno dei soggetti astronomici più difficili da osservare con un telescopio amatoriale.

I periodi in cui Marte si trova alla minima distanza dalla Terra e può essere meglio studiato coincidono con le sue opposizioni, quando il Sole, Terra e Marte sono allineati nell'ordine appena detto. In queste circostanze Marte si trova sul lato opposto

al Sole rispetto alla Terra: di qui il significato del termine opposizione.

Ma non tutte le opposizioni di Marte sono egualmente favorevoli. Infatti, se esse si verificano con il pianeta al *perielio*, l'avvicinamento di Marte alla Terra sarà il più stretto possibile; all'opposto, col pianeta all'*afelio*, si avrà l'avvicinamento più largo. Per questo motivo si parla anche di *grandi opposizioni* e di *piccole opposizioni*. Ai fini dell'osservazione al telescopio, la differenza è notevole: nel primo caso, infatti, Marte raggiunge un diametro apparente di circa 25" ed è nelle condizioni più favorevoli per mostrare alcuni particolari della sua superficie; nel secondo caso il suo diametro apparente è circa la metà, ossia 13". Se pensiamo che la Luna ha un diametro apparente di mezzo grado, equivalente a 1800", ciò significa che Marte, durante le grandi opposizioni raggiunge le dimensioni di un dischetto una settantina di volte più piccolo del nostro satellite. Le piccole opposizioni sono frequenti e si verificano in media ogni due anni e 50 giorni; le grandi opposizioni sono più sporadiche e si ripetono ogni 15-17 anni. Mentre la distanza media Terra-Marte durante le opposizioni di ogni tipo è di 78 milioni di km, in corrispondenza delle grandi opposizioni essa scende attorno a 56 milioni di km.

Come se non bastasse la scarsa frequenza con cui si presentano gli avvicinamenti più favorevoli, gli osservatori dell'emisfero settentrionale devono fare i conti con un'ulteriore difficoltà. Le grandi opposizioni cadono, infatti, nell'estate boreale, tra agosto e settembre, quando la fascia zodiacale su cui si muove Marte risulta bassa sull'orizzonte, il che rende la sua osservazione ancora più critica a causa del maggiore spessore di atmosfera che la luce del pianeta deve attraversare prima di giungere all'obiettivo del nostro telescopio.

Nondimeno, gli astronomi, professionisti o dilettanti, interessati agli studi di planetologia, hanno atteso sempre con una certa trepidazione le grandi opposizioni del pianeta, nel

tentativo di cogliere al meglio alcuni dettagli delle sue mutevoli configurazioni. Per sperare di distinguere qualche dettaglio della superficie di Marte come la macchia bianca di una calotta polare e quella scura del grande plateau basaltico di Syrtis Major Planitia (una delle strutture geologiche più riconoscibili) bisogna tuttavia possedere uno strumento di almeno 20 cm di diametro con un ingrandimento di 300x.

Nella seconda metà del XX secolo le date delle grandi opposizioni di Marte sono state il 1956, il 1971 e il 1988. La prima grande opposizione del XXI secolo, verificatasi il 28 agosto 2003, è stata la più stretta degli ultimi 59 000 anni e tale resterà per i prossimi 24 000 anni, con una distanza Terra-Marte di 55 756 622 km.

A partire dalla fine del XVII secolo, le grandi opposizioni di Marte hanno visto impegnati illustri astronomi, divenuti autori di significativi studi su questo pianeta: da William Herschel che ne scoprì le calotte polari e i grandi fenomeni stagionali, a Giovanni Virginio Schiaparelli, che viene considerato il fondatore dell'*areografia*, cioè dello studio delle configurazioni superficiali del pianeta (da *Ares*, nome con cui i greci antichi indicavano Marte, il mitico dio della guerra). Ma oltre questi due grandi studiosi di Marte sono da ricordare anche il fantasioso Percival Lowell, che si gettò a capofitto sull'osservazione degli enigmatici canali, attribuendoli all'opera di civiltà evolute; il meticoloso Eugene Michel Antoniadi che sostenne l'inconsistenza fisica dei canali, risolvendoli in una serie di minuti particolari; il meno noto Adrianovich Tichov, che per primo applicò l'indagine fotografica multispettrale allo studio dell'atmosfera di Marte; e Gerard de Vacouleurs, che ha analizzato le variazioni locali di *albedo* (percentuale di luce riflessa) legate ai cicli stagionali.

La ragione per cui molti studiosi si sono dedicati con tanta assiduità e passione all'indagine di Marte si spiega anche con alcune caratteristiche di questo pianeta che fin dagli albori dell'astronomia moderna è stato considerato come un gemello della Terra, potenzialmente in grado di ospitare, se non una civiltà evoluta, come si fantasticava nell'Ottocento, almeno forme di vita elementare.

Sebbene sia più piccolo della Terra di circa la metà, Marte presenta sorprendenti analogie fisiche col nostro pianeta: il suo periodo di rotazione è di 24h 37m 22s e l'inclinazione dell'asse di 23° 59'. Su Marte i cicli stagionali si avvicendano come sulla

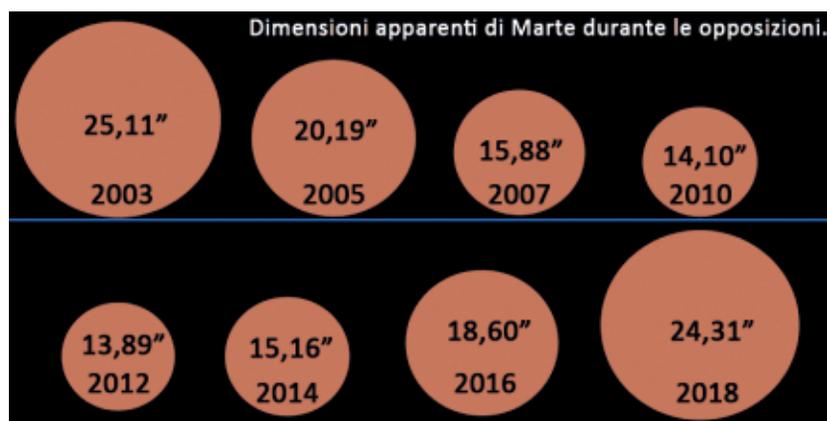


Figura 2. Aspetto di Marte visto al telescopio nei mesi che precedono e seguono la grande opposizione del luglio 2018.

Terra, con la differenza che l'anno marziano dura il doppio di quello terrestre a causa del maggiore periodo di rivoluzione. L'atmosfera rarefatta non ha impedito l'instaurarsi su Marte di una climatologia con molti punti di contatto rispetto alla nostra.

Per tutti questi motivi le osservazioni di Marte compiute nel corso dell'800 e della prima metà del '900 avevano lasciato sperare nell'esistenza di paesaggi ben più familiari di quanto poi non apparvero nelle immagini riprese dalle prime sonde spaziali automatiche che fotografarono il pianeta da vicino, a partire dal 1965 (*Mariner 4*). Il fatto che Marte si sia rivelato come un deserto rosso costellato di crateri lunari, di profondi canions e di grandi vulcani inattivi non ha sminuito il fascino dell'*areografia* terrestre, oggi affidata soprattutto agli astrofili dotati di strumentazione evoluta. Pure nell'era degli orbiter e dei rover, che ormai passano al vaglio con grande attenzione gli ambienti e la geologia di Marte, le osservazioni telescopiche dalla Terra per registrare le mutazioni delle configurazioni superficiali del pianeta e per stabilire correlazioni fra queste, i fenomeni meteorologici locali e i cicli stagionali, continuano con assiduità.

Figura 3. Diametri apparenti di Marte in occasione di piccole e grandi opposizioni dal 2003 al 2018.



**Maurizio Cecchini**

Sezione Luna – UAI

maurizio_cecchini1@virgilio.it

Tenendo come riferimento l'immagine riportata al link http://luna.uai.it/index.php/Luna_HiRes_-_target_250_m/pixel_Mare_Imbrium_Maurizio_Cecchini (di cui a lato il relativo QR code) lasciamo la **Vallis Alpes**, incontrata nella puntata precedente, continuando verso Nord-Ovest, qui le ultime cime della catena alpina si confondono con le pendici del più noto fra i crateri lunari; **Plato**.



LUNA Hi-Res: target 250 m/pixel Il Mare Imbrium (IV)

Come **Archimedes** anche **Plato** si generò da un'imponente collisione avvenuta 3840 milioni di anni fa (Imbriano Superiore), ovvero in epoca di poco successiva al catastrofico impatto che aveva creato il **bacino dell'Imbrium**. Successivamente allo scavo, la fratturazione del pavimento permise la risalita delle lave, le quali riempirono il fondo fagocitando il picco centrale fino alla presunta altezza di 2300 metri e per altrettanta misura buona parte delle pareti. Durante questo "alluvionaggio lavico", il pavimento si sollevò da una profondità di 4.5 chilometri agli attuali 1680 metri! Nascondendo quasi 3000 metri dell'aspetto originario. Il diametro di 109 km ed una superficie di 1100 km² fanno di **Plato** uno dei maggiori crateri della superficie selenica. È circondato da pareti irregolari con costoni a precipizio, zone franose e picchi che proiettano spettacolari ombre la cui forma varia con le condizioni di luce, la sua superficie è tutt'altro che livellata e l'osservazione con incidenze diverse dei raggi solari porta

a evidenziare o nascondere interessanti dettagli dalla minuta consistenza telescopica. **L'immagine 2** lo ritrae con il sole al tramonto, in queste condizioni i picchi della cinta ovest proiettano tre ombre principali relative alle cime identificate con i nomi ufficiosi di ω , ζ , ϕ (omega, zeta, phi) le cui rispettive altezze corrispondono a 2300; 1310 e 1870 metri. Il picco ζ (zeta, nome indicato da *Madler*), è identificato con l'imponente distacco di forma triangolare che ha interessato la parete ovest per una quindicina di chilometri, da esso si prolungano ombre con un'estensione di circa 20 km, mentre la misura dell'ombra relativa al picco ω (omega) (**immagine2**) ha restituito la ragguardevole lunghezza di 44 km! Opposte condizioni di illuminazione, ovvero, il sorgere del Sole sulle cime della parete Est, dipingono altrettante esclusive ombre nella piana di Plato, fra queste si evidenziano quelle dovute a tre "punte" principali identificate come ϵ , δ , γ (epsilon, delta, gamma) le cui relative altezze sono di 1900; 2600 e 3200

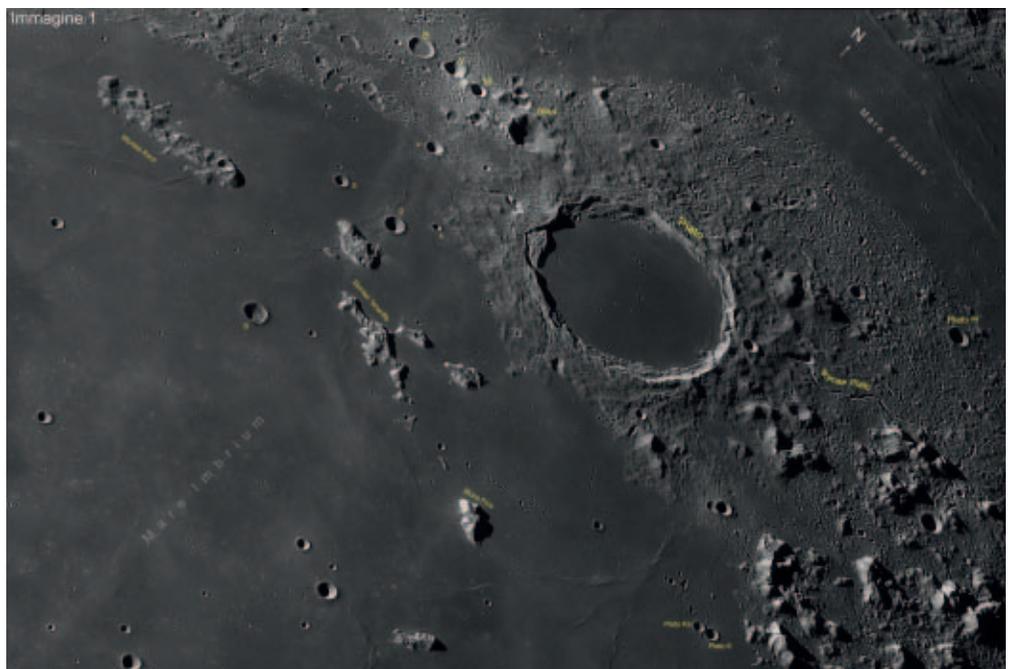
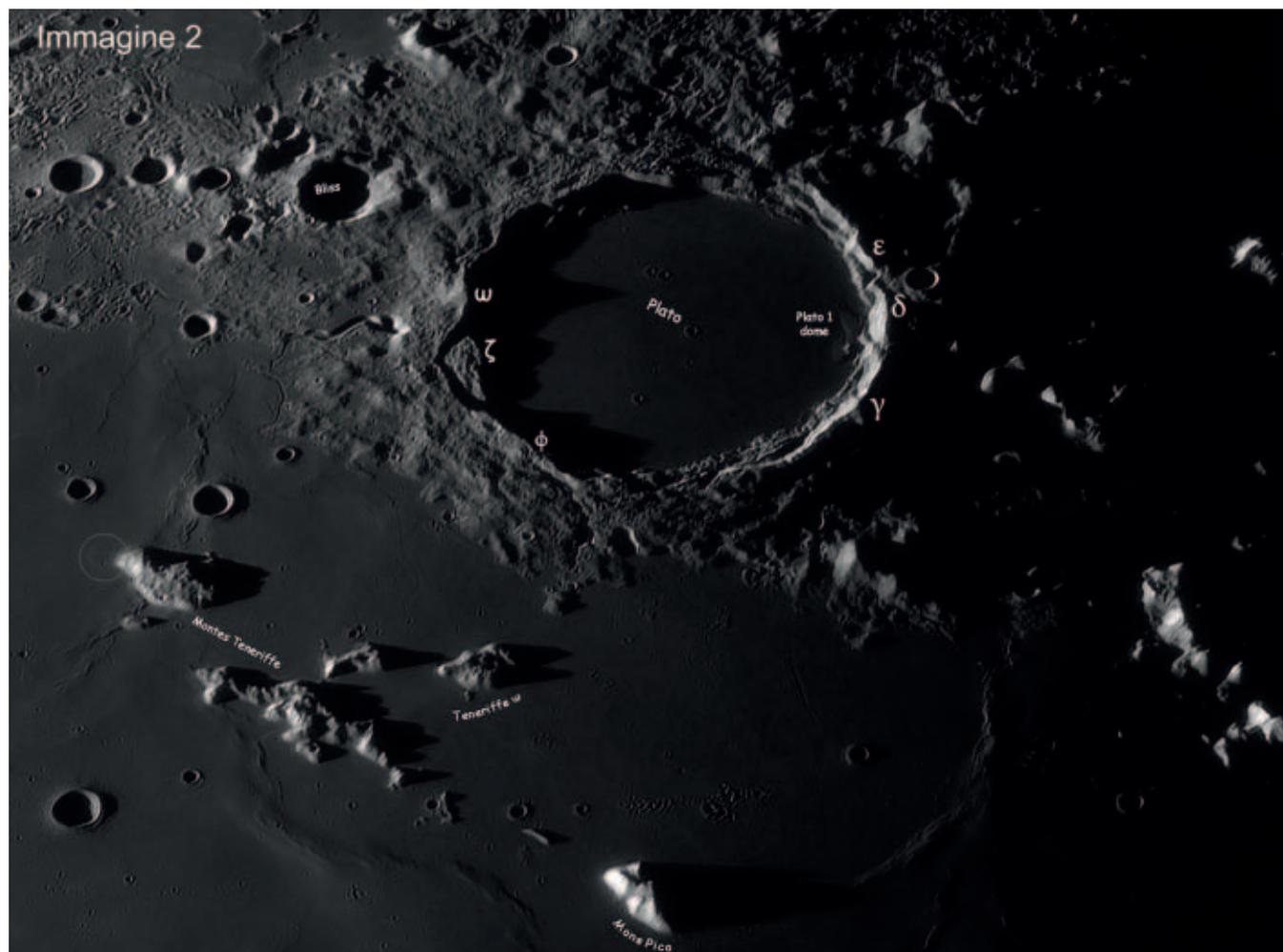


Figura 1. Panoramica della porzione Nord del Mare Imbrium, in evidenza il cratere Plato e le sue Rimae, sotto le catene isolate dei Montes Recti, Montes Teneriffe e il Mons Pico.



metri. La sera del 1 marzo 2012, la SDR Luna UAI, si è resa partecipe di una campagna osservativa promossa al fine di studiare un fenomeno particolare, connesso ad una di queste ombre meglio conosciuta come «l'uncino di Plato»; questa ombra si verifica solo in determinate condizioni di luce e la sua forma uncinata venne annotata per la prima volta da *Wilkins* e *Moore* durante le osservazioni del 3 Aprile 1952. Il sunto della campagna osservativa, redatto dal Responsabile della SDR Luna, *Antonio Mercatali* è stato pubblicato nel N° 1 gennaio-febbraio 2018 (pagine 26-30) di questa rivista, i dettagli della campagna osservativa sono visionabili al seguente link: http://luna.uai.it/index.php/Ombra_nel_cratere_Plato

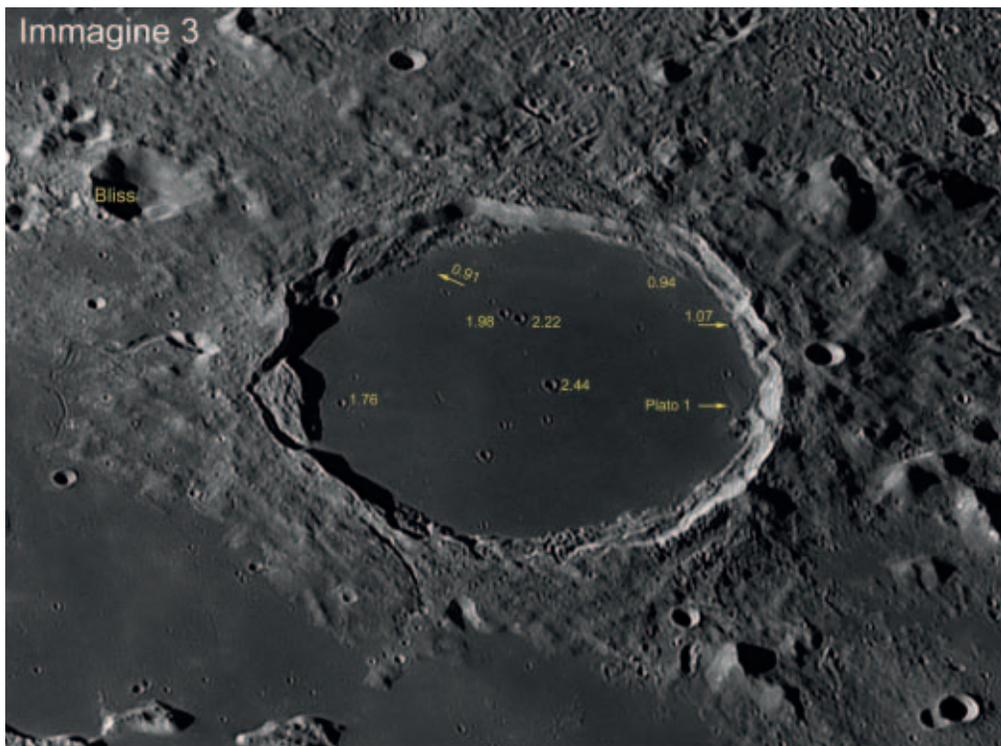
Il pavimento di **Plato** risulta costellato da numerosi crateri di piccole dimensioni fra questi solo sei presentano un diametro prossimo ai 2

chilometri mentre gli altri riportano misure decisamente inferiori costituendo un'eterna sfida per gli appassionati dell'alta risoluzione. **Nell'immagine 3** (porzione e ingrandimento dell'immagine 1) si rendono visibili craterini con diametri inferiori ai 1000 metri, mentre in prossimità della parete Est appare in buona evidenza la colata lavica appartenente allo scudo vulcanico identificato come **Plato1** (immagini 1 e 2)

L'appellativo di **Plato** si deve a *Giovanni Riccioli* (1651) che volle ricordare il celebre filosofo greco *Platone*, ma prima di lui *Michael Van Langren* lo indicava come "**Lacus Panciroli**", mentre successivamente *Hevelius* lo definì con l'appellativo di "**Lacus Niger Major**", nome quest'ultimo, che ben traduce l'aspetto della scura superficie che contrasta con le strutture circostanti. *Neison* (1876) affermava che la superficie di **Plato** subisse un inscurimen-

Figura 2. Le lunghe ombre proiettate dal tramonto del Sole sulle pareti del cratere Plato e sulla catena dei Montes Teneriffe.

Figura 2. Il cratere Plato (porzione ingrandita da immagine 1) visibili piccoli crateri con diametro inferiore ai 1000 metri.



Dati relativi alle immagini 1; 3; 5

Le immagini 3 e 5 sono dettagli ingranditi dell'immagine 1
 Data 15/07/17; UT (medio di ripresa) 03:20;
 Telescopio C14 XLT + Barlow
 Tele-Vue 249 X F.eq = 9706 mm.
 f/27.29;
 campionamento = 0.124
 arcosecondi/pixel = 229 m/pixel;
 Camera ASI 174MM;
 Filtro R Astronomik 630 nm.
 Autori: Maurizio e Francesca Cecchini
 luogo di ripresa Montalcino 584 m
 s.l.m. Lat. 43°03' N; Long. 11°29' Est

Le immagini 2 e 4 sono state riprese in data 15/08/17; UT (medio di ripresa) 02:25; altri dati come sopra.

to al momento del sorgere del Sole, anche *Elger* (1895) e *Goodacre* (1931) confermarono la sua tesi, tuttavia, recenti misure fotometriche hanno dimostrato che il basso albedo del pavimento di **Plato** mantiene proporzionale la quantità di luce riflessa con l'aumentare della luce incidente, è altrettanto vero che dal sorgere del Sole fino ad un'altezza di 20°, si realizza un effetto ottico che per contrasto rende la superficie di **Plato** apparentemente più scura rispetto alle zone adiacenti.

Esternamente, ad Est di **Plato** si possono notare due sistemi di Rimae che nell'immagine 1 sono indicate come **Rima Plato I e II** (mappa LAC 12 USAF); ad Ovest è presente una terza rima priva di nome ma non per questo meno interessante, il suo aspetto ricorda vagamente quello della "testa del cobra" la più famosa rima della **Vallis Schroeteri**, l'innominata rima, discende dalle pendici di **Plato** costeggiandole in un primo tratto per poi allargare il suo percorso verso il **Mare Imbrium** e concludendo la sua corsa in prossimità dei **Montes Teneriffe** ormai ridotta ad un rivolo, largo poche centinaia di metri. A Sud la bellissima presenza delle guglie isolate che costituiscono i **Montes Teneriffe** e il **Mons Pico** forniscono utili indicazioni alla comprensione della crono-storia del bacino

dell'**Imbrium**. Questa frammentata catena montuosa si estende in maniera approssimativamente rettilinea per una lunghezza di 114 km in direzione Nord-Ovest; Sud-Est, presentandosi costituita da quattro blocchi separati e sei cime principali che emergono dalle lave dell'**Imbrium**, con quote che raggiungono i 2400 metri. I **Montes Teneriffe** sono ciò che resta visibile della parete Nord di quel mastodontico cratere poi sepolto dal basalto e conosciuto oggi come **Mare Imbrium**.

Purtroppo i singoli blocchi che costituiscono l'insieme dei **Teneriffe** non sono mai stati catalogati ufficialmente dall'IAU, tuttavia la necessità era stata sentita anche nel lontano 1864 da *W.R. Birt* e *J. Lee*, che coniarono i nomi di *Chajorra*, *Alta Vista* e *Rambleta*, rispettivamente corrispondenti al primo blocco Ovest in prossimità di **Plato D**, alla struttura ramificata centrale ed al complesso prospiciente a **Plato** indicato da alcuni come **Teneriffe ω** (omega) (immagini 2 e 3).

Un interessante approfondimento pubblicato dal *Journal of American Lunar Society* inerente lo studio del profilo dei **Montes Teneriffe** può essere visionato al seguente link: <https://the-moon.wikispaces.com/selenologyspring07a?responseToken=c1645c6cf2176685f247b566fe646f50>

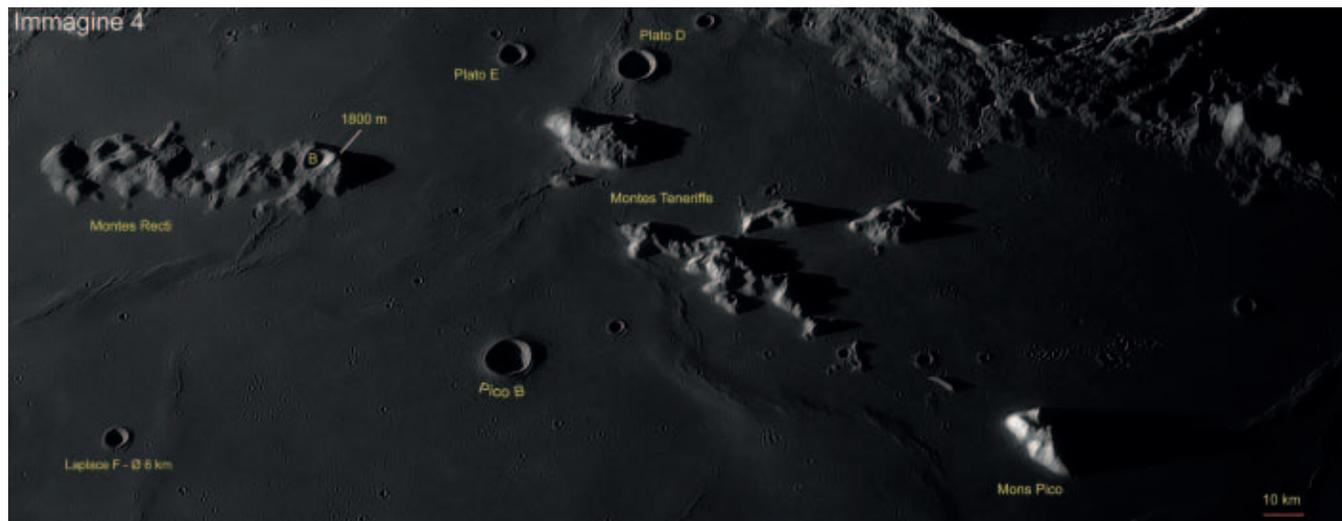


Figura 4. Dai Montes Recti alla vetta di Pico (ingrandimento da immagine 2)

Ad Ovest dei **Teneriffe** un altro faraglione si eleva alla stessa quota di 2400 metri, è il **Mons Pico**, una splendida montagna dall'albedo consistente che si incastona nella piana basaltica, esso costituisce un altro frammento della circonferenza di 4150 km, considerata come "l'anello" interno del **Mare delle Piogge**, di cui parleremo nelle prossime puntate. La montagna isolata di **Pico** si prolunga per 25 km in direzione Sud-Est Nord-Ovest, estendendosi per una larghezza massima di 15 km e nei giorni prossimi al primo ed ultimo quarto regala visioni spettacolari e suggestive la cui osservazione non diverrà mai abitudine. Le **immagini 2 e 4** sono state ottenute quando il Sole tramontava in quei luoghi tanto affascinanti quanto desolati, dove le ombre di **Pico** tingevano di nero le desertiche pianure per un'estensione di 52 chilometri!

Ad Est dei **Montes Teneriffe** un altro frammento dell'anello interno dell'imbrium è apprezzabile nella catena montuosa dei **Montes Recti**, (**immagini 1-4-5**) così chiamata per il suo andamento lineare. Queste montagne si estendono linearmente da Est verso Ovest per 90 km mantenendo un'ampiezza di 20 km. La quota più elevata di 1800 metri viene raggiunta dal *picco* Ovest in prossimità del cratere **Montes Recti B** dal diametro di 7.31 km. Le immagini 4 e 5 mettono a confronto la catena dei Montes Recti ripresa rispettivamente con età della Luna di 22.7 e 21.12 giorni; da notare come un solo giorno di lunazione modifica l'aspetto del paesaggio e la tridimensionalità dello stesso.



Figura 5. Montes Recti; l'Immagine è stata ricampionata dall'immagine 1 per evidenziare il massimo dettaglio contenuto.

Riferimenti:

- Chu A., Paech W., Weigand M., Dunlop S., *The Cambridge Photographic Moon Atlas*, Cambridge Univ. Press, 2012
- AA.VV., *Conoscere e Osservare la Luna, Manuale della Sezione Luna*, Unione Astrofili Italiani, all. a L'Astronomia, n.237, SEE, Gorgonzola, Milano, 2002
- Favero G., Mengoli G., *Luna, un percorso di indagine tra testi e contesti*, le guide di L'Astronomia, Open Game, Gorgonzola, Milano, 2004
- Carbognani A., *I Crateri della Luna*, Nuovo Orione, 2006
- Fronde J.W., *Lunar Mineralogy*, John Wiley & Sons, New York, 1975
- Guest JE & Greeley R., *La geologia della Luna*, Newton Compton, 1979
- Heiken G. e coll., *The Lunar Sourcebook*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1991
- North G., *Observing the Moon*, II ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007
- Wilhelm D.E., *The Geologic History of the Moon*, US Geol Surv Prof Paper No 1348, US Geological Survey, Washington DC, 1987
- <https://www.lpi.usra.edu/resources/mapcatalog/LAC/lac12/150dpi.jpg>
- <https://www.lpi.usra.edu/resources/mapcatalog/LAC/lac25/https://earth-planets-space.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40623-016-0531-0?site=earth-planets-space.springeropen.com>





Fabio Zampetti

Geologo

fabio.zampetti@gmail.com

Trattata già alcune volte in questa rubrica, Sinus Meridiani è sede di atterraggio del rover *Opportunity*, che, grazie ai molteplici rilevamenti, ha contribuito all'acquisizione di molte conoscenze sul pianeta Marte.

Figura 1. L'areografia UAI mostra Sinus Meridiani posta tra Sinus Sabeus e Margaritifer Sinus con la sua morfologia allungata e orientata est-ovest, appena a sud dell'equatore marziano. Si estende per 1622 km circa con il centro convenzionale posto a 7.12° sud e 4° est. La bassa riflessività può essere percepita come una continuazione di Sinus Sabeus da cui se ne differenzia per la conformazione a doppia (a volte tripla) punta (vedi cerchio rosso). I riquadri riportano la stessa area come ripresa da De Mottoni (1957, in alto a destra) e sulla areografia della NASA (1970, in basso a destra) prima della missione del Mariner 9. In quest'ultima il nord è riportato verso l'alto. Image Credit: Sezione Pianeti dell'Unione Astrofili Italiani. Fonte della carta della NASA: http://spaceweather.com/delights/pics/MARS_ALS.JPG

Sinus Meridiani

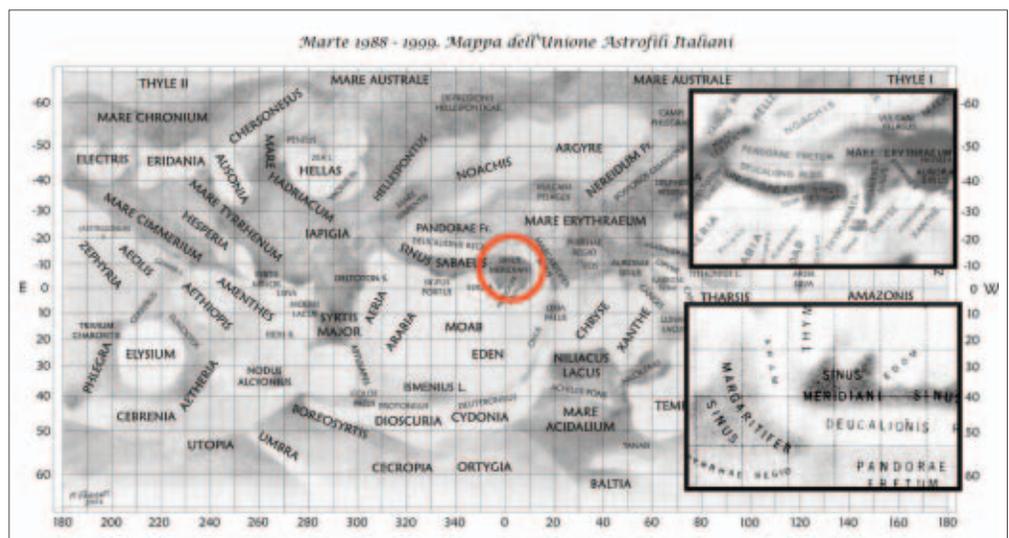
Sebbene rigorose stesure delle areografie furono dettagliatamente compilate da Schiaparelli a iniziare dal 1877, molte riprese del pianeta rosso furono eseguite da altri astronomi precedentemente quella data. Tra questi possiamo ricordare ad esempio i tedeschi Wilhem Beer e Johan Mädler che nel 1840 realizzarono la prima carta della riflessività marziana, sebbene non venisse riportata su di essa nessuna nomenclatura.

I primi termini furono conati da William Dawes spinto dal ricercatore Richard Proctor: uscì così nel 1867 una carta con 45 toponimi tutti inglesi seguita nello stesso anno dalla mappa di Camille Flammarion questa volta con i nomi dei luoghi in francese. L'astronomo realizzò successivamente altre areografie. *Sinus Meridiani* è il nome della caratteristica di albedo che egli conìò per primo in una di queste, alla fine degli anni '70 e che troviamo nelle rappresentazioni del pianeta, realizzate dopo il XIX secolo da diversi scienziati (figura 1).

A questa caratteristica di albedo può essere associato un elemento distintivo che, partendo dalle prime misurazioni effettuate in visuale con i telescopi, continuerà nel tempo cedendo il passo alle missioni spaziali sino ai giorni nostri: la definizione del meridiano fondamentale del pianeta.

Molti astronomi scelsero Sinus Meridiani come riferimento quando tracciarono le rispettive osservazioni: in particolare la squadra tedesca di Wilhelm Beer e Johann Heinrich Mädler (1830) e il medesimo Giovanni Schiaparelli (dal 1877). Inoltre, come spesso viene sottolineato dalla NASA, fu anche Proctor (nel 1867) a definire il riferimento per la longitudine pari a 0° nel tentativo di determinare il periodo di rotazione di Marte. Scelse allo scopo una "macchia" (in realtà il doppio in dimensioni) corrispondente a quella che, dietro suggerimenti, divenne poi Sinus Meridiani (letteralmente "Golfo del Meridiano") per mano dello stesso Flammarion in fase di revisione dei suoi studi (figura 2).

Dal momento che le immagini dei flyby su Marte iniziarono ad essere disponibili soltanto negli anni '60, le caratteristiche di albedo del pianeta videro, da quel momento in poi, cambiamenti nei nomi a riflettere la natura superficiale della topografia piuttosto che le caratteristiche osservate dalla Terra. Sinus Meridiani pertanto ottenne un nuovo appellativo divenendo Terra Meridiani ("La Terra del Meridiano"), sebbene entrambe le denominazioni siano ancora valide. Nel 1972 con le riprese del Mariner 9 alla risoluzione del chilometro, fu scelto un punto preciso dove far coincidere il meridiano fondamentale, ossia



un cratere situato presso i $5^{\circ} 4'$ sud e battezzato Airy-0 (in realtà interno al più grande cratere Airy). Risultava così associata la "macchia" di Proctor a tale concavità di 500 m di diametro.

Dalla carta dell'USGS si nota che le unità componenti i terreni sono quelli di altipiano del Noachiano (figura 3).

Questi risultavano stratificati già dalle immagini telerilevate del MGS (1997); la sequenza assomigliava ai molti depositi presenti altrove sul pianeta come ad esempio la *Medusae Fossae Formation* nei pressi di Tharsis. Ciò ha portato ad una varietà di interpretazioni da parte di molti ricercatori: deposizione di una distesa vulcanica o eolica, vecchi depositi polari oppure subordinatamente depositi sedimentari. Tale molteplicità di ipotesi veniva favorita anche dal fatto che i terreni non si trovano all'interno di un bacino ben definito (Newsome et al., 2003).

Le unità rilevate dagli orbiter sono state dettagliate dalle osservazioni svolte dal MER-B Opportunity che da ben 13 anni esplora la piana, acquisendo importanti informazioni sulle dinamiche climatiche attuali e sui sedimenti incontrati. Dall'Eagle Crater a quello Endeavour, passando per una serie di crateri più piccoli, il rover ha analizzato le rocce permettendoci di ipotizzare processi e agenti morfogenetici passati.

Figura 3. Lo stralcio della carta a scala 1:20 000 000 mostra la zona corrispondente a Meridiani Planum, centrato presso il meridiano fondamentale a $5^{\circ} 4'$ sud. Il quadrato rosso indica il cratere Airy. All'interno ne esiste uno più piccolo di 500 m preso come riferimento (Airy-0). Il nome è riferito a Sir George Airy Biddell, Astronomo Reale che raffinò di molto i calcoli delle orbite planetarie, le misurazioni della densità media della Terra e soprattutto ebbe la felice intuizione di definire Greenwich come sede del meridiano principale terrestre. In prossimità della piana si trova anche il cratere Schiaparelli formato da terreni del primo Periodo marziano. L'ampiezza della rappresentazione è di circa 1.850 km. Le unità che compongono l'area sono di Altipiano del Noachiano (eNh, mNh, INh, HNhu). Le linee nere con un solo triangolo pieno indicano scarpate, quelle con due triangoli pieni indicano fenomeni tettonici da compressione, quelle con i pallini scuri indicano fenomeni di tettonica estensiva mentre le linee blu indicano canali di deflusso. Il nord è verso l'alto. Rappresentazione in proiezione di Robinson con datum Mars 2000. (Da Tanaka et al., 2014, *Geologic map of Mars: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3292*, scale 1:20,000,000, pamphlet 43 p.)

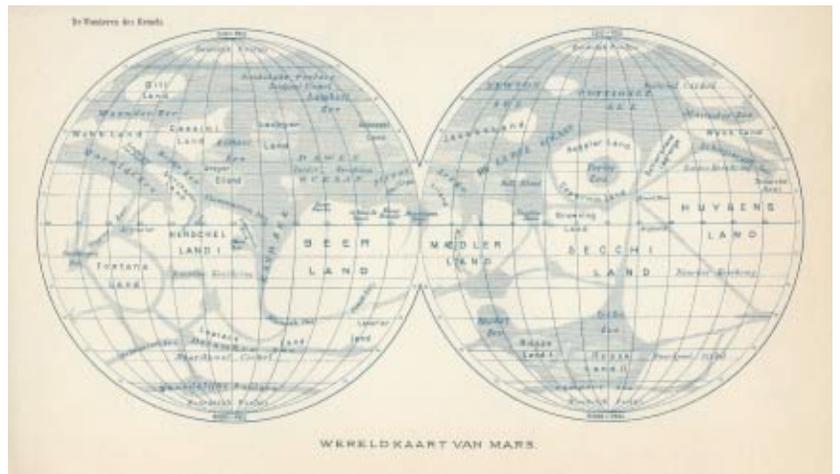


Figura 2. L'astronomo Flammarion si riferì ai lavori dei suoi predecessori per definire il meridiano di riferimento nello studio di Marte compilando una serie di carte e di planisferi come quello del 1898 da lui disegnato e riportato in figura. I nomi dei toponimi (in questa versione sono in lingua tedesca) sono sensibilmente differenti da quelli che poi furono accettati ufficialmente dalla IAU e derivati dalle areografie di Schiaparelli. Image Credit: <https://planetarmapping.wordpress.com/2015/12/24/flammarions-maps-of-mars-1890/>.

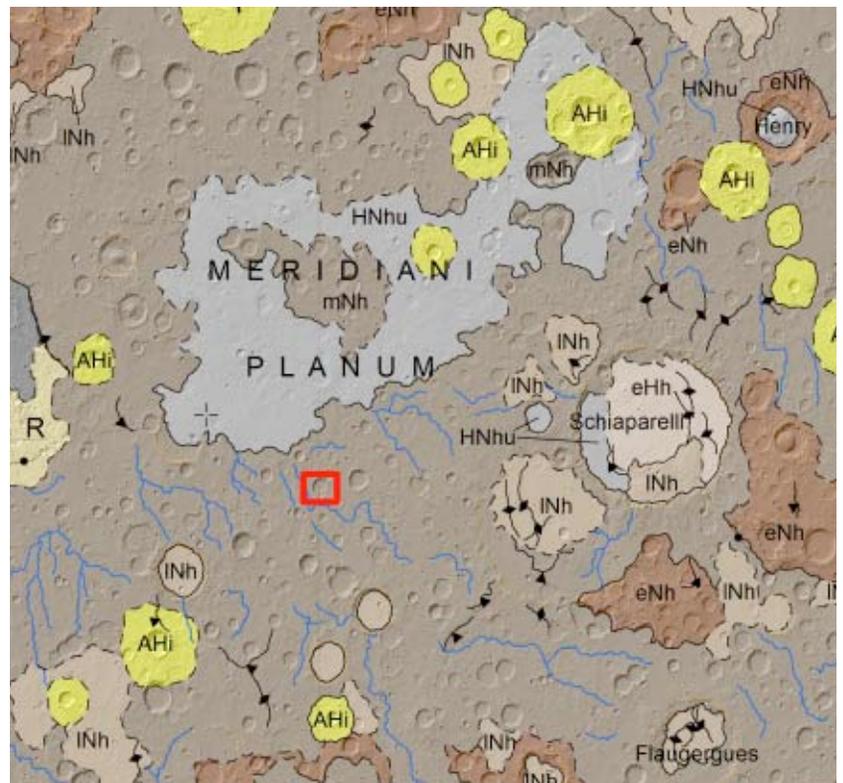
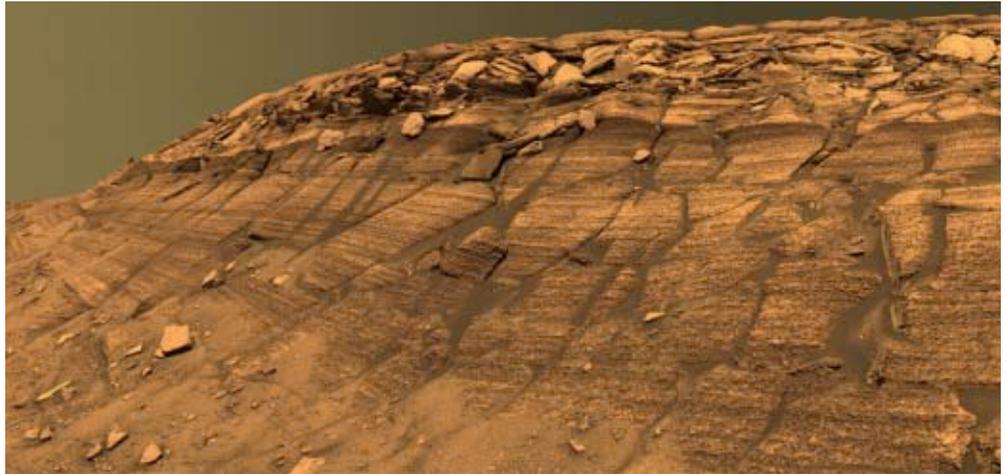


Figura 4. Panoramica della Burns Cliff posta alla base sudorientale della parete interna dell'Endurance Crater. L'immagine è un mosaico di 46 scatti, ognuno acquisito con sette filtri dalla Pancam centrata a 750 nanometri, 530 nanometri e 430 nanometri ed estendendosi oltre i 180°. Sono stati necessari sette giorni terrestri (tra il sol 287 e 294 marziani) per completare tutta la ripresa (dal 13 al 19 novembre 2004). Image Credit: NASA/JPL/Cornell University.



L'atterraggio ha coinciso con la parte superiore di una sequenza stratificata affiorante su tutta l'area di Meridiani Planum, dallo spessore massimo di almeno 600 metri e giacente inconforme su una precedente e più antica superficie craterizzata. Verso meridione al confine con Noachis Terra, il limite tra la sequenza e il terreno fortemente disseccato più vecchio risulta netto, dove gli strati tendono a chiudersi presso i crateri e le valli preesistenti. Altrove invece il contorno è meno nitido. Complessi profili altimetrici composti da creste e colline per la maggior parte delineate da pareti subverticali, complicati occasionalmente dalla presenza di enormi blocchi, danno un aspetto inciso, come se parti della sequenza rocciosa fosse stata rimossa. I bordi possono mostrare forme erosive articolate, dovute ai processi esogeni che hanno agito nel tempo; le colline e le *mesas* composte da strati chiari risultano separate dalle aree a quota minore piatte e perlopiù composte dalla sottostante roccia inconforme scura. Tali prominenze presentano comunemente pendii sagomati a scalini, forse dovuti alla diversa resistenza all'erosione dei livelli che si presentano suborizzontali, tanto che possono essere seguiti per diversi chilometri risultando occasionalmente anche riesumati. Il tutto complica il riconoscimento dell'esatto termine dei sedimenti di piana, sebbene nel complesso risulta chiara una estensione per circa 800 km.

I crateri su tali pendii confermano che la deposizione dei terreni sia avvenuta in un periodo di tempo piuttosto esteso che va dall'alto Noachiano al basso Esperiano (Edgett e Malin, 2002). L'ipotesi viene rafforzata anche da altre prove: oltre il limite è facile trovare residui isolati di sedimenti, particolarmente nelle sequenze basali dei crateri piedistal-

lo, nei resti dei loro bordi esterni e nella sequenza sedimentaria incisa.

Opportunity ha analizzato alcuni campioni di suolo (privi delle famose *blueberries*) tramite lo spettrometro APXS, confermando una grande somiglianza con quello del cratere Gusev indagato dal gemello MER-A. Entrambe le regoliti mostrano una grande omogeneità nella composizione per quasi tutti gli elementi, discostandosi per un contenuto minore di sodio e maggiore di ferro, probabilmente risultato da una miscelazione di polvere di ematite dispersa in Meridiani. La somiglianza complessiva degli elementi chimici nei diversi terreni forniscono sostegno all'idea maturata dai tempi dei Viking di una miscelazione delle componenti del suolo a livello planetario.

I numerosissimi ciottoli di piccole dimensioni (intorno al centimetro) e la bassa presenza di massi più grandi hanno complicato lo studio sulle rocce da parte di Opportunity, principalmente perché il *Rock Abrasion Tool*, utilizzato per favorire l'analisi degli elementi, non ha potuto rimuovere eventuali coltri di alterazione presenti.

Alcuni dei target più piccoli, esaminati tramite l'APXS, il MINI-TER e il *Mossbauer Spectrometer*, hanno portato alla scoperta di blocchi di *ejecta* locali e regionali, per la prima volta al di fuori della Terra anche meteoriti ferrose fortemente alterate (ad esempio la *Fig Tree Barberton*) che mostrano un'alta presenza di nichel e ossido di magnesio (Schroò *et al.*, 2006). La stessa strumentazione ha confermato la natura basaltica di alcune delle rocce più grandi (tra cui la *Bounce Rock* presso Eagle Crater, presa poi come riferimento nelle analisi geochimiche), di cui non si è riusciti a determinarne la genesi e l'età.



Sembra che siano prossime per composizione alle shergottiti (in particolare la EETA79001B). Tutte hanno una coltre alterata ad alta percentuale di zolfo e cloruri e con quantitativi variabili di ossidi, del cromo e del nichel.

La documentazione più approfondita fornita dal rover è quella relativa agli affioramenti della *Burns Cliff* (nome derivato dal geochimico che per primo ipotizzò la presenza di solfati ferrosi tra cui Jarosite sulla superficie marziana), sita presso il cratere Endurance (figura 4).

Dalle analisi chimiche, Clark e colleghi (2005) ipotizzano che la sequenza rocciosa consiste quasi per intero di arenarie composte da miscele di materiale quali silice idrata (30%), detriti di provenienza basaltica (20%), minerali evaporatici (solfati cloruri e fosfati pari a 40%) e ossidi (10%). Nel complesso la composizione sembra costante per tutta la parete, mentre le caratteristiche litologiche e sedimentologiche sembrano variare con l'altezza.

Chi ha studiato a lungo le riprese della Pancam (Grotinger *et al.*, 2005) è arrivato a ipotizzare tre tipologie deposizionali differenti: una basale in un antico ambiente eolico con la formazione di dune migranti per venti orientali, intercalate da dune più grossolane e formatesi per processi di spostamento veloce. Al suo interno sono state riconosciute le concrezioni di ematite e sebbene tutte le caratteristiche indicano il trasporto di sabbia per azione del vento, i grani stessi sembrano provenire da una fonte evaporitica tale da coinvolgere l'acqua nella loro formazione. Il contatto tra l'unità inferiore e quella centrale mostra l'azione cementante da parte di acqua. Qui la roccia è stata interpretata come un accumulo di un antico e sottile deposito sabbioso,

mentre i grani sono composti ancora da sedimenti salini rielaborate e provenienti dalla roccia inferiore. Verso l'alto il deposito sabbioso cambia morfologia registrando eventi fluviali indicativi anche di inondazioni tra dune. Interrompono la costanza degli strati, ricristallizzazioni delle componenti saline durante la formazione per particolari periodi ambientali. Inoltre sono state riconosciute modifiche post-deposizionali con alterazioni secondarie delle rocce (McLennan, 2005).

Il successivo spostamento di Opportunity verso il bordo dell'estremità del Noachiano dell'Endeavour Crater ha puntato alla ricerca di prove per le alterazioni delle antiche arenarie che confermassero i processi avvenuti nella piana. Imponenti breccie della *Shoemaker formation*, sono state trovate in affioramento presso Cape York, lungo il bordo meridionale esterno del cratere. La loro composizione è risultata essere ad alta concentrazione di zinco, forse proveniente dal sale di solfato, mentre analisi sulla roccia *Tisdale* hanno permesso di ipotizzare una loro formazione durante l'attività di sistemi idrotermali, subito dopo l'escavazione del cratere stesso (Squyres *et al.*, 2012).

Alla base delle breccie le riprese del MER-B hanno indicato la presenza di alcune superfici finemente stratificate, denominate *Matijevic Formation* (figura 5).

Assieme agli studi spettrali effettuati col CRI-SM è risultato che tali depositi sono più antichi delle rocce della Burns Formation, tanto da essere stati modificati isochimicamente, con un'estensione maggiore nelle zone fratturate per l'urto, dove fluidi avrebbero depositato argille come Al-smectite (Arvidson *et al.*, 2014; Clark *et al.*, 2016). Risultati

Figura 5. Ripresa effettuata ad agosto 2013 con la Pancam di Opportunity che mostra la Matijevic Formation, una fine stratificazione dell'ordine del centimetro. Le pinne di roccia sulla sinistra si innalzano per 30 centimetri circa dal terreno circostante mentre l'ampiezza è di 9 metri circa. La ripresa combina esposizioni effettuate con filtri centrati su lunghezze d'onda di 753 nanometri (vicino a infrarossi), 535 nanometri (verde) e 432 nanometri (viola). Image Credit: NASA/JPL-Caltech/Cornell University/Arizona State University.

simili sono stati trovati anche presso il segmento di *Cape Tribulation* al bordo della *Marathon Valley* (Fox *et al.*, 2016).

Presso *Murray Ridge*, si è avuta la possibilità di creare dei trench con le ruote mettendo in evidenza la presenza di due piccole rocce, sempre in una zona fratturata, dimostrando come esse hanno un rivestimento altamente arricchito in solfato con concentrazioni relativamente elevate di cloruri e miscelato con ossidi di manganese come testimonia un sottile strato scuro. Ciò perché probabilmente si è avuto un evento di dissoluzione parziale dell'originaria patina di solfati per reazione con forti ossidanti (quali ad esempio l'ossigeno).

Le analisi su regolite e rocce hanno permesso di ipotizzare alcuni processi idrologici che probabilmente agivano nel periodo in cui si andavano a depositare i sedimenti di *Meridiani Planum*, nonostante la difficoltà di inferirli in assenza di un bacino topografico che abbia potuto ospitare una falda acquifera. A tale proposito sono state presentate da parte di diversi ricercatori alcune ipotesi sui meccanismi di formazione, compresi l'alterazione acquosa dei depositi di *ejecta* da impatto, la deposizione di polveri polari formati in diverse condizioni climatiche o la deposizione vulcanica.

Nel contesto dell'idrologia globale del primordiale Marte, simulazioni numeriche dimostrano che *Meridiani* è stata una delle poche regioni dell'antica crosta che ha sperimentato un significativo riscaldamento con una forte evaporazione di acque sotterranee (Jeffrey *et al.*, 2007). La deposizione sedimentaria di *Meridiani* può essere ricondotta a una serie di passaggi come schematizzati da Squyres e Knoll (2005)

Secondo Andrews-Hanna (2007, 2010) un flusso regionale di acque sarebbe stato guidato dalla ricarica indotta da precipitazioni collegata probabilmente alla formazione del sistema vulcanico di *Tharsis* giocando un ruolo importante grazie alla deformazione crostale da esso prodotta. I depositi salini si sarebbero formati tramite ripetuti cicli di abbassamenti delle falde, seguiti da una forte evaporazione. Il meccanismo di guida per la formazione sembrerebbe quindi essere idrostatica per provenienza di acque dagli altipiani meridionali, con la regione *Meridiani* che fungeva da blocco idraulico, permettendo l'affioramento e l'accumulo delle acque. Ciò sarebbe avvenuto dopo che la regione è stata sottoposta a una massiccia erosione fluviale con trasporto sedimentario verso nord-ovest, du-

rante il Periodo Noachiano (Hynek e Phillips, 2001).

Numerose prove di laboratorio effettuate per la verifica del meccanismo hanno confermato la fattibilità del processo. Il sistema idrologico nella piana sarebbe stato del tipo a depocentro. Le acque sotterranee avrebbero reagito con le preesistenti rocce basaltiche durante il loro transito con conseguente trasporto di ioni, compreso il Fe^{2+} particolarmente solubile. Qui giunte in superficie avrebbero incontrato un forte ambiente ossidante trasformandosi in Fe^{3+} e generando così una accentuata acidità. La presenza di zolfo proveniente dalle reazioni per dissoluzione con le rocce sommerse avrebbero poi portato alla produzione di fanghi ricchi in solfati evaporati in superficie in ambienti di tipo *playa* effimeri (Burns, 1987; Hurowitz *et al.*, 2010). In quest'ottica i depositi scoperti da *Opportunity* nel cratere di *Santa Maria* incontrati nel suo tragitto, potrebbero rappresentare siffatti fanghi originali (Edgar *et al.*, 2014). Altri affioramenti costituiti da arenarie ricche di solfato e trovati in diversi crateri sono coerenti con i modelli di deposizione descritti (Grotzinger *et al.*, 2005; Knoll *et al.*, 2008).

La sequenza di rocce studiate da *Opportunity* mostrano una ricca varietà di paleoambienti che hanno plasmato *Meridiani Planum* nell'arco della prima metà di vita del pianeta rosso, registrando sia in superficie che nel sottosuolo una storia geologica particolarmente dinamica.

Bibliografia essenziale

- AA.VV., *U.S. Geological Survey: Geological Map of Mars scale 1:20 000 000, pamphlet*, 43 p., 2014.
- Andrews-Hanna J. C., Phillips R. J., Zuber M. T., *Meridiani Planum and the global hydrology of Mars*, *Nature*, Vol 446/8, Marzo 2007.
- Arvidson, R. E., *Aqueous history of Mars as inferred from landed mission measurements of rocks, soils, and water, ice*, *J. Geophys. Res. Planets*, 121, 1602–1626, 2016.
- Carr M. H., *The Surface of Mars*, Cambridge University Press, New York, pagg. 246-254, 2006.
- Taylor S. R., McLennan S., *Planetary crusts: their composition, origin and evolution*, Cambridge University Press, New York, 2009.

Hera Luce Illuminiamo il futuro della tua città rispettando la volta celeste

Fra i principali operatori nazionali nel settore della pubblica illuminazione, con 300.000 punti luce gestiti e 60 comuni serviti siamo il partner ideale per amministrazioni grandi e piccole. Presenti sul mercato da vent'anni, grazie all'esperienza maturata nell'illuminazione pubblica e artistica, negli impianti semaforici e in quelli per

la sicurezza, abbiamo ottenuto le più autorevoli certificazioni di qualità. Con un approccio capace di coniugare sicurezza e sostenibilità, attenti a ridurre l'impatto ambientale, assicuriamo ai clienti progetti personalizzati nel rispetto delle normative, per valorizzare il territorio e diffondere la cultura della luce.

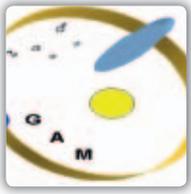
Per informazioni:

Hera Luce S.r.l. via Due Martiri 2 - 47030 San Mauro Pascoli (FC)
tel. +39 0541.908911 fax .+39 0541.931514
www.heraluce.it



ACCORDO UAI - IDA Italian Section - HERA Luce SULLA RIDUZIONE DEI COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE, CONSUMI ENERGETICI E DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO NEI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA ITALIANI





Luca Angeloni, Pietro Baruffetti, Michele Bigi, Giancarlo Bonatti, Alessandro Bugliani, Daniele Del Vecchio, Matteo Dunchi, Gabriele Tonlorenzi

Gruppo Astrofili Massesi
www.astrofilimassesi.it
gam@astrofilimassesi.it

Dopo averli "incrociati" già in alcune occasioni (in particolare nel n° 4/2017 parlando della rotazione degli asteroidi e dell'esistenza di un limite – spin barrier - al loro periodo di rotazione al di sopra del quale un comune asteroide più grande di 200 metri è giocoforza costretto a spezzarsi), vorremmo stavolta prestare un poco di attenzione ad osservazioni di occultazioni da parte di **asteroidi doppi, binari o multipli**.

Storie e osservazioni di piccoli mondi

Vedo doppio, e non solo...

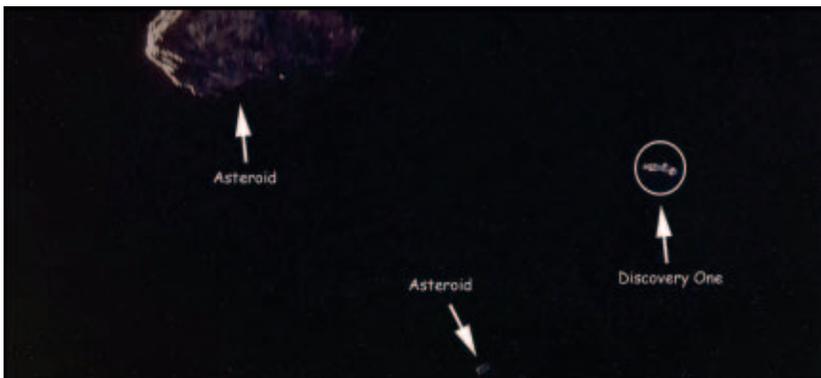
(XXV parte)

Parte di questi oggetti risulta verosimilmente generatasi nel processo di formazione delle famiglie asteroidali, ovvero a seguito della collisione di due asteroidi precedenti, dal cui urto si sono prodotti numerosi frammenti. Alcuni dei quali dispersi e le cui polveri ci cadono addosso come meteore o meteoriti; molti altri allontanatisi pur conservando elementi orbitali simili da poter essere riconosciuti come membri di un'unica famiglia; altri ancora riunitisi (secondo la teoria dei *rubber pile*); e infine alcuni dei quali, avendo la giusta velocità reciproca, si sono messi in rotazione, più o meno distanti fra loro, attorno a un comune centro di massa. Ad esempio, sono già stati ritrovati 20 oggetti doppi appartenenti alla famiglia asteroidale di Hungaria, una famiglia relativamente ricca, caratterizzata da un elevato valore di albedo e che orbita poco oltre l'orbita di Marte, e che, viene stimata annoverare una percentuale fino al 15% di asteroidi doppi fra le alcune migliaia che la compongono, e la cui formazione potrebbe essere anche alla base di un tipo specifico di meteoriti – le Aubriti – che cadono sulla Terra. Una parte (percentualmente significativa sebbene al momento non quantificabile con sicurezza) degli asteroidi binari, dovrebbe essersi prodotta, come dicevamo nell'articolo sopracitato, dalla scissione di oggetti che, nella loro rotazione, han raggiunto il citato limite di periodo di rotazione – pari a circa 2.2 ore - a cui la loro probabile struttura a "pila di ciottoli" (*rubber pile*) e la debolezza della loro gravità ha prodotto spontaneamente una suddivisione in due/più corpi distinti, rallentando così la rotazione del corpo principale, ma lasciandoli però legati da

reciproci vincoli gravitazionali. Sembrano attualmente rarissimi i casi di asteroidi che abbiano potuto catturare degli oggetti più piccoli passanti casualmente nei loro paraggi, costringendoli a orbitare attorno a loro. I dati non sono, comunque, ancora molto precisi: attualmente non sappiamo nemmeno la percentuale di asteroidi doppi o multipli rispetto al numero totale, dato che studi diversi ne danno stime notevolmente differenti (con una media attorno al 2%).

Al momento (aprile 2018) si conoscono 328 asteroidi che possiedono uno o più satelliti, per un totale di 345 satelliti. Si tratta per la quasi totalità di asteroidi binari, ma non mancano 13 asteroidi tripli e 1 addirittura sestuplo (Plutone e le sue cinque lune). Per i pignoli diremo che l'osservazione di satelliti è certa o confermata per 185 di essi, mentre rimangono 143 asteroidi le cui lune sono molto probabili ma non confermate in maniera sicura. La maggioranza (175 casi) delle scoperte è avvenuta grazie all'analisi delle loro curve di luce, che

Figura 1. Quando si dice che la fantasia precorra talvolta la realtà. Nel celebre film di Kubrick "2001 Odissea nello spazio", in un frammento di soli 8 s del film, al momento in cui la navicella spaziale Discovery One si sta dirigendo verso Giove (ove incontrerà, come noto, il terzo monolite, che si rivelerà un tunnel spazio-temporale, in una delle sequenze più celebri della storia del cinema), passando nella zona degli asteroidi troiani di Giove, l'astronave incrocia, in rapida successione, due asteroidi. All'epoca (1968) del film non erano mai stati osservati asteroidi doppi, che, anzi, la maggioranza del mondo astronomico riteneva poco probabili. Dalle relative distanze mostrate nei fotogrammi del film c'è chi si è divertito a calcolare le dimensioni e la distanza fra i due oggetti, compatibili (oggi) con un asteroide binario con componenti di circa 2 km separate da una quarantina di km fra loro. Quando si dice le coincidenze: proprio nel 2001 venne scoperto il primo asteroide troiano doppio, composto da (617) Patroclus e dalla sua luna Menoetius. I due oggetti, molto più grandi, sono anch'essi di dimensioni molto simili fra loro (rispettivamente circa 150 e 143 km circa di diametro maggiore e con una distanza fra loro di circa 700 km) e risultano, in realtà, relativamente al loro diametro, ancora più vicini della coppia che compare nel fotogramma, tratto dal film di Kubrick. (vedi un caso simile in figura 2).



presentano tratti caratteristici di eclissi e occultazioni reciproche (vedi, ad esempio, fig. 2); 104 sono i casi di asteroidi binari scoperti mediante osservazioni ad altissima risoluzione (71 da telescopi in orbita e il resto da telescopi al suolo, quest'ultimi quasi sempre grazie ad ottiche adattive); alcuni sono da osservazioni dirette da sonde (vedi i satelliti minori di Plutone, oppure la piccola luna Dactyl che ruota attorno all'asteroide Ida). Ma non mancano limitati casi di asteroidi binari scoperti o, assai più frequentemente, confermati con sicurezza in occasione di occultazioni asteroidali.

Anzi, a dire il vero, la prima osservazione in assoluto di un satellite di asteroide, risultato in seguito definitivamente confermato, si ebbe proprio nel caso di una occultazione del 1980 prodotta dall'asteroide **(216) Kleopatra** (vedi quanto scrivemmo nel n° 4/2015). Anche se non erano mancati, fin dall'inizio del XX secolo, studi che facevano prevedere l'esistenza di asteroidi multipli, l'osservazione di un satellite d'asteroide era risultata, in quel caso, così inattesa che per 30 anni tale scoperta di un satellite attorno a Kleopatra (in seguito ne verrà trovato un secondo) venne liquidata come "un errore" ed ignorata dalla comunità scientifica. E questo anche dopo che era avvenuta la successiva scoperta, da parte della sonda Galileo, di un nuovo satellite di asteroide (la citata luna Dactyl di (243) Ida nel 1993). La terminologia usata in questo campo non è univoca. Il termine generico è asteroide binario (o triplo ecc.) oppure si parla di un asteroide e della sua/e luna/e e/o satellite/i. Col termine "asteroide doppio" ci si riferisce usualmente ai casi in cui le masse e/o le dimensioni dei due corpi siano molto simili; mentre si parla piuttosto di asteroide binario distinguendo fra primario e satelliti asteroidali (o secondari) quando le differenze fra il corpo principale e il/i satellite/i sono evidenti. La nomenclatura ufficiale IAU designa questo tipo di oggetti sulla falsariga di quanto già avviene per le lune dei pianeti del Sistema Solare. Ad esempio le due lune dell'asteroide (87) Sylvia, di cui diciamo in fig. 5, chiamate Romulus e Remus (vedi dettagli nel n° 5/2015), hanno la designazione ufficiale, rispettivamente, di (87) Sylvia I Romulus e (87) Sylvia II Remus. Appena possibile si ricerca sempre una denominazione dei satelliti asteroidali che abbia una pertinenza col nome del corpo principale: in questo caso i gemelli Romolo e Remo sono, come noto, i mitologici figli della ninfa Rea Sylvia, cui è dedicato l'asteroide.

Le occultazioni asteroidali, come dicevamo all'inizio, possono rivelarsi quindi anche una occasione per confermare, o, eccezionalmente, scoprire asteroidi multipli, specie nei casi in cui altre tecniche osservative (curva di luce, osservazioni radar, o osservazioni ad altissima riso-

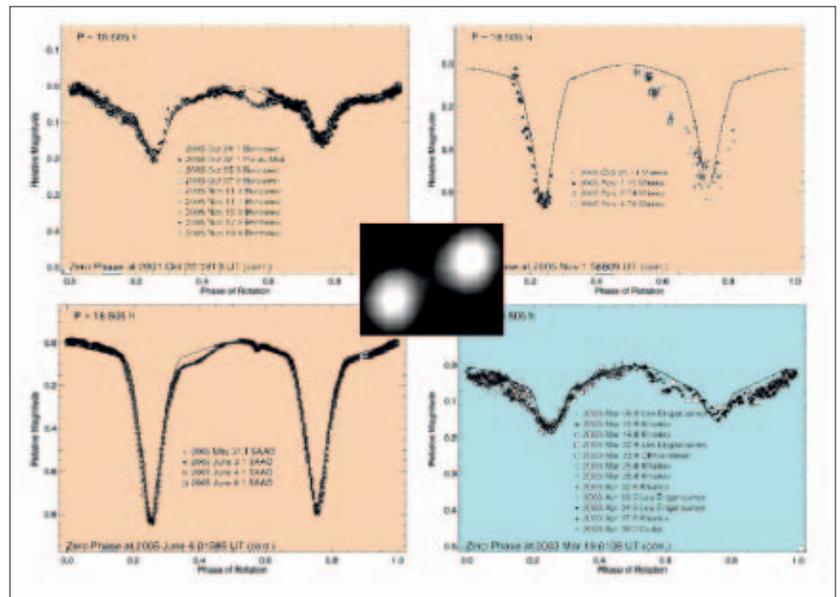
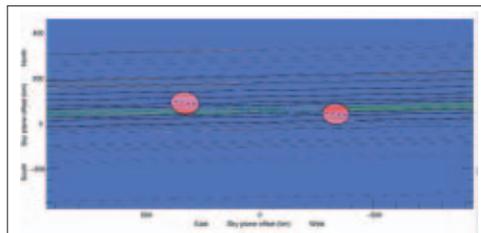


Figura 2. Curve di luce fotoelettriche dell'asteroide (90) Antiope. Curve come queste (tre delle quali, qui riportate con lo stesso colore di fondo, riprese nel 2005 a distanza di pochi mesi) avevano da subito fatto ipotizzare che tale comportamento era compatibile con un asteroide doppio, composto da due oggetti di dimensioni quasi uguali (90 km di diametro medio ciascuno, con centri separati da soli 170 km) e il cui piano orbitale e inclinazione apparente dell'asse cambiassero secondo la diversa visuale che ne avevamo dalla Terra, mentre la Terra stessa e l'asteroide percorrevano le loro orbite attorno al Sole. Le eclissi (o meglio sarebbe dire occultazioni) di uno con l'altro mostrano infatti profondità diverse, dato che in occasione delle stesse si raggiungevano differenti percentuali di copertura del corpo che si trovava a passare dietro (prospettivamente) all'altro. Alcune "gibbosità" lungo la curva testimoniavano che in certi momenti uno dei due oggetti proiettava probabilmente sull'altro la propria ombra, "abbuiandolo" parzialmente anche al di fuori dell'occultazione vera e propria. La duplicità, sospettata dalle prime curve di luce e da una occultazione (sebbene con 1 solo osservatore) del 1988, venne chiaramente rilevata da immagini riprese dal Kech Observatory nel 2000 mediante ottiche adattive (vedi foto centrale) e da un'occultazione ben seguita il 19 luglio 2011 (vedi figura nel n° 2/2014). Quest'ultima permise anche di misurare e vedere distintamente la sagoma dei due componenti (e la cui esistenza era stata solo supposta durante gli studi sulle curve di luce).

luzione) non risultino applicabili, cosa che può avvenire specialmente per oggetti più lontani o particolarmente stretti, o con configurazioni geometriche particolari. Ricordiamo che, nel caso di una occultazione di un asteroide binario, noi otteniamo, come del resto accade per qualunque asteroide, in pratica una precisa "foto istantanea", in 2D, della sagoma e configurazione dei due corpi. Per conoscere poi distanze e periodo di rivoluzione reciproca, reale forma 3D degli oggetti, sono necessarie altre tecniche (in particolare la ricostruzione a partire dalla curva di luce), generalmente però meno precise, sulla scala dei km, dei dati ricavabili da una occultazione ben seguita, che quindi in molti casi è in grado di confermare o meno in maniera decisiva il modello ricavato.

Figura 3. Le 40 corde ottenute dall'osservazione di un'occultazione del 21 ottobre 2013, han permesso di misurare diametro, distanza istantanea, angolazione dei piani equatoriali (linee blu a trattini) della coppia di oggetti formata dall'asteroide (617) Patroclo (a sinistra) e dalla sua luna Menezio (a destra). Le linee verdi indicano la traccia inizialmente prevista per il centro dell'ombra di occultazione dell'oggetto, le linee rosse le osservazioni positive (12, fra cui quelle di tre astrofili europei recatisi negli USA, zona da cui era possibile assistere all'evento). Da *Astronomical Journal* del marzo 2015.



Talvolta una sola occultazione, anche se ben coperta, non risulta decisiva. Il caso forse più emblematico è quello di una occultazione del 2009 prodotta dall'asteroide (234) Barbara, prototipo di una classe di asteroidi noti come "barbariani" (fig. 4). Permane tuttora il dubbio sulla duplicità o meno di tale oggetto o se le curve di luce o l'osservazione dell'occultazione del 2009 siano piuttosto dovuti a una sua forma peculiare (magari frutto di un precedente impatto o una scissione, con successivo riavvicinamento dei due corpi) o di disomogeneità a livello di albedo superficiale. Purtroppo oltre a tale occultazione (che vide 16 corde positive fra USA e Germania) le altre tre finora osservate di Barbara risultano coperte da pochissime corde, per cui non aiutano a decidere in un senso o nell'altro. Non resta che attendere un'altra osservazione ben seguita, sperando che, vista da una diversa prospettiva rispetto alla Terra, l'occultazione possa dirci, in quel caso, qualcosa in più. Un caso del tutto speciale di asteroide doppio è senz'altro quello dell'asteroide NEA (Near Earth Asteroid) (65803) **Dydimos**, che, parlando di asteroidi binari, vogliamo qui ricordare per una sua curiosità, non certo perché sia stato (almeno finora) osservato in occultazione. Si tratta di un asteroide relativamente piccolo (diametro stimato 750 m), anch'esso un *fast rotator* (= ruotatore rapido; con riferimento alla sua rotazione attorno al proprio asse, che avviene in poco più di 2^h15^m). Scoperto nel 1996 (in occasione di un suo avvicinamento alla Terra) all'osservatorio di Kitt Peak, attorno a lui è stata ritrovata (a partire dalle curve di luce, e poi grazie a immagini radar da Arecibo) una piccola luna (di circa 170 m di diametro e distante circa 1 200 m dal centro dell'asteroide primario). Dydimos appartiene al gruppo Amor (ovvero quegli asteroidi che si avvicinano esternamente all'orbita terrestre, ma senza mai intersecarla; dunque potenzialmente, comunque a lungo termine, pericolosi). Per il suo prossimo avvicinamento alla Terra (nel 2022) ESA e NASA avevano pensato, tempo fa, ad una missione congiunta che andasse a colpire la sua luna, producendo una piccola variazione del periodo orbitale della stessa attorno al corpo centrale. Tale variazione sarebbe stata monitorata sia da Terra che da alcune apparecchiature

Figura 4. L'enigmatico asteroide (234) Barbara. Sia le 4 osservazioni in occultazione (qui quella finora con migliore copertura, del 21 novembre 2009, osservata sia dall'Europa che dagli USA) che i diversi modelli 3D ricavati dalle curve di luce, non hanno ancora sciolto il dubbio se si tratti di un oggetto unico dalla forma un po' inconsueta (punti gialli) o di due oggetti molto vicini o in contatto (i due contorni in celeste e rosa) che sarebbero risultati parzialmente sovrapposti al momento di quell'occultazione. Adattamento da *Euraster*.



re della missione, poste "in zona", alcune addirittura appoggiate sui due oggetti. Se la complessa missione, denominata AIDA, verrà effettuata si tratterebbe di un primo test "sul campo" della reale possibilità tecnica di modificare, in futuro, l'orbita di asteroidi che dovessero rischiare la collisione col nostro pianeta. Al momento l'ESA si è però ritirata del progetto e i fondi necessari non sono stati confermati dalla NASA.

Tornando alle osservazioni di occultazioni, per una serie di circostanze, a nessun osservatore del nostro gruppo è ancora capitato di assistere ad una occultazione doppia. In una occasione in cui eravamo sicuramente coinvolti (vedi figura 5 e quanto dicemmo nel citato n° 5/ 2015 della rivista) ciò ci venne impedito da una "fantozziana" coltre nuvolosa sopra Massa e le zone vicine. Più fortuna di noi ha avuto recentemente un amico della svizzera italiana, **Stefano Sposetti**, un astrofilo sessantenne di "prima qualità", scopritore fra l'altro di 164 asteroidi, insegnante di fisica, e con un bottino di ben 63 occultazioni asteroidali positive osservate fra le diverse centinaia seguite fino ad oggi. Il 7 novembre 2016, una sua osservazione effettuata in automatico (mentre lui se ne stava "comodamente" a una riunione fuori casa) ha registrato la curva di luce di una occultazione prodotta dall'asteroide (2494) **Inge** (vedi fig. 7). Una curiosità: la probabilità che la traccia dell'ombra di Inge potesse passare per la postazione di Sposetti, era stimata, quella sera, dello 0.2% (ove si vede che solo "chi cerca trova"...). La fig.7 mostra come l'occultazione principale sia preceduta, di poco più di 4 s, da una occultazione della durata di 0.64s. Già la curva di luce dell'asteroide (2494) Inge (ottenuta, in questo caso, dall'Osservatorio di Ginevra), aveva fatto sospettare qualcosa di anomalo lungo la curva. Motivo per cui il professionista dell'osservatorio di Ginevra, Raoul Behrend, membro della divisione Sistemi Planetari e Astrobiologia dell'Unione Astronomica Internazionale (IAU), venuto a conoscenza dell'occultazione seguita da Sposetti, gli chiese i dati, e analizzandoli autonomamente si convinse anch'egli (anche più dello Sposetti...), dell'estrema probabilità di trovarci di fronte ad un asteroide binario. Il tutto da verificare alla prima occasione possibile. Se confermato si tratterebbe di uno dei primi asteroidi binari scoperto, durante un'occultazione, da un astronomo non professionista (il primo europeo se la memoria non ci inganna), senza che nessuno avesse sentore di tale possibilità. Un'altra medaglia che Stefano potrebbe aggiungere al suo *palmares*!

C'è da dire che ci sono altri casi di satelliti binari rilevati in occultazioni che attendono conferma. Un caso molto simile si era, ad esempio, presentato qualche anno

prima in occasione di un'occultazione del 19 dicembre 2012 prodotta dall'asteroide (911) Agammenon e seguita da astrofili americani. Uno di essi, Steve Conard, ritrovò nella sua registrazione video, 10 secondi circa dopo l'occultazione principale, una caduta di luce, della durata di poco meno di 2 s, compatibile con la presenza di un oggetto di diametro compreso fra i 2 e i 5 km di diametro, posto a almeno 278 km dal centro del corpo principale (a sua volta del diametro medio di 166 km). C'è da dire che in entrambi i casi gli asteroidi e le loro possibili lune risultano in pratica così vicine e di dimensioni così disparate, che ben difficilmente osservazioni anche con ottiche adattive sarebbero in grado, al momento, di separare le due componenti. Non resta che attendere prossime loro occultazioni, sperando risultino molto ben coperte, da una rete di corde "a maglie strette", per non lasciarsi sfuggire dei "pesciolini" quasi certamente delle dimensioni di meno di 10 km.

Stavolta abbiamo incrociato troppi nomi e asteroidi per avere ancora spazio per una adeguata aneddotica per ciascuno di loro. Ma, tanto per non perdere l'abitudine, possiamo dire che il nome dell'asteroide osservato da Stefano Sposetti, (2494) Inge, risulta dedicato a un grande cartografo statunitense, Jay L. Inge (1944-2014) autore, negli anni '60 e '70 del secolo scorso, di bellissime mappe (e globi) di Marte e della Luna, nei quali, con la tecnica dell'aerografo, riusciva a dare una buona resa visiva dei rilievi. Le sue mappe lunari, per la loro completezza e fruibilità, furono utilizzate anche dalle missioni Apollo destinate alla Luna.

Figura 7. L'osservazione di Stefano Sposetti dell'occultazione del 7 novembre 2016, prodotta dall'asteroide (2494) Inge. Prima di tale occultazione il diametro di Inge veniva stimato in 48 km. Ora, tenendo conto della velocità apparente di spostamento in quel momento di Inge, le due corde risultano lunghe rispettivamente 8 e 42 km, con uno spazio vuoto fra le due di circa 26 km. L'ipotetica lunghezza (minima) dell'oggetto, risulterebbe quindi complessivamente 76 km, e assieme al fatto che la prima occultazione abbia grossomodo la stessa profondità, lascia solo due (tre) possibili soluzioni. Il transito di un oggetto terrestre (uccello?) non visibile in alcun modo nel filmato; la possibilità che Inge abbia una forma assai più lunga e "angolata" per cui durante l'osservazione la stella occultata si è resa per poco tempo nuovamente visibile; oppure più probabilmente che l'asteroide sia doppio (o binario). In giallo i valori di magnitudine misurati ogni 0.16s, in rosso l'andamento della luminosità di una stella vicina usata per il confronto; le linee verticali riportano i secondi a partire dalle ore 20:37 di Tempo Universale. Comunicazione privata di Sposetti.

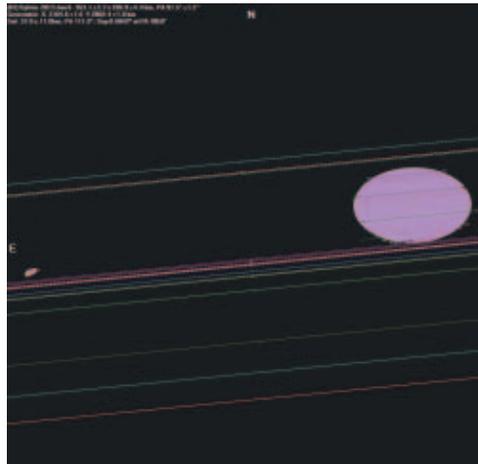
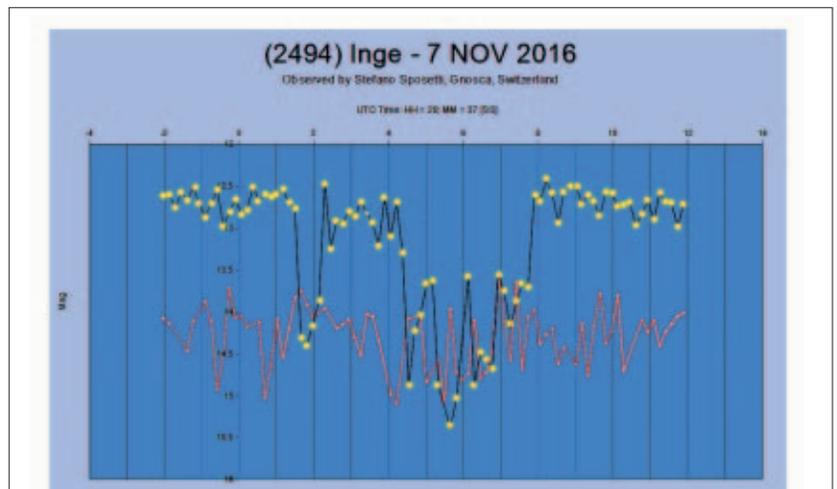


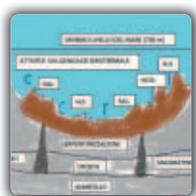
Figura 5. L'asteroide (87) Sylvia (a destra e le cui dimensioni sono risultate, in quella occasione, di 353x227 km) e il suo satellite Romulus (circa 37x17 km), chiaramente evidenziati e misurabili in occasione di una occultazione del 6 gennaio 2013 osservata da 32 osservatori da 5 paesi europei (Italia compresa). Sylvia è un asteroide del gruppo di Cybele. Il sistema vede l'esistenza anche in un altro satellite, Remus (di circa 7 km, non osservato durante questa occultazione e con un raggio orbitale intermedio). I tre oggetti risultano pressoché perfettamente allineati fra loro, e disposti lungo il piano equatoriale del corpo centrale principale, cosa che, assieme alla rapida rotazione di Sylvia su sé stessa, suggerisce una verosimile origine dei due satelliti come oggetti staccatisi dalla zona equatoriale dell'asteroide a causa appunto di tale veloce rotazione. Una curiosità: a causa di questo allineamento, un ipotetico abitante di Romulus (che è il satellite più esterno e più grande) assisterebbe quotidianamente a occultazioni reciproche fra gli altri due compagni, mentre ogni 6 anni e mezzo (ad esempio quest'anno) l'allineamento sarebbe tale che ci sarebbero mesi in cui si potrebbe assistere, sempre con ritmo quotidiano, a ripetute eclissi solari prodotte e "subite" da Sylvia (che apparirebbe, nel suo cielo, grande mediamente 13° e con un cono d'ombra altrettanto imponente) e/o da Remus (grande, sempre visto da Romulus, mediamente 0.4°). Figura tratta da Euraster



Figura 6. L'astrofilo svizzero (del Canton Ticino) Stefano Sposetti, qui ritratto nel suo piccolo osservatorio autocostruito, accanto alla strumentazione con cui segue regolarmente occultazioni asteroidali. Si notano: il telescopio (uno Schmidt-Cassegrain di 28 cm di apertura), il computer cui arriva il segnale analogico della telecamerina (nel suo caso una Watec- 910HX, posta al fuoco diretto dello strumento) che, trasformato in segnale digitale, viene poi elaborato col programma (free) di riduzione Tangra (o programmi analoghi). La strumentazione è predisposta per poter anche effettuare registrazioni in automatico, senza la presenza dell'osservatore. Cortesia S. Sposetti.



Terra e Marte: una comune origine biologica?



Nicola Cantasano

Consiglio Nazionale delle
Ricerche, C.N.R., I.S.A.FO.M.,
S.S. Rende (Cs)
nicola.cantasano@isafom.cnr.it

Questa serie di articoli è stata stimolata da un'immagine, realizzata da Fattinanzi, della Luna gibbosa crescente. Una fase calante di Belgrado e il dettaglio di un plenilunio di Fattinanzi, riprodotto in copertina del n. 1/2018, permettono di fornire un altro esempio esplicativo, dopo avere accennato ad alcuni argomenti di carattere generale.

Tabella 1. Paralleli morfologici e geologici tra la Terra ed il pianeta Marte.

PARAMETRI MORFOLOGICI	TERRA	MARTE
Raggio Equatoriale R_p (Km)	6.371	2.397
Massa M_p ($\times 10^{20}$ Kg)	59.720	6.420
Densità D_p ($g \times cm^3$)	5.52	3.94
PARAMETRI GEOLOGICI	TERRA	MARTE
Nucleo	Ferroso	Ferroso
Mantello	Silicati	Silicati
Crosta	Silicati/Ossidi	Basalti

Earth and Mars: a common biological origin?

Abstract

Earth and Mars could conceal a common biological origin in their ancient past. Really, 4.1 thousand millions of years ago, when the first microbial cells appeared on Earth, a potential biosphere could be arisen, also, on the "red planet". The new characterization, on Martian surface, of volcanic basins, once flooded, and the exciting discovery of hydrothermal deposits on Mars, suggest a possible analogy with Earth where seafloor hydrothermal vents, located close to the Mid-Atlantic ridge and in some hot-spots of Mediterranean floor, highlight a marked likelihood between the two planets. Then, life could be originated in the same time not only on Earth, but also on Mars.

Introduzione

La Terra ed il pianeta Marte presentano masse e composizioni simili (Tab. 1) ma nel corso della loro lunga storia evolutiva, nata 4.1 miliardi di anni fa, seguirono strade diverse.

Infatti, mentre sulla Terra le prime forme viventi, rappresentate dalle cellule procariotiche di batteri autotrofi, producevano e liberavano ossigeno nella primitiva atmosfera terrestre attraverso il processo biochimico della fotosintesi innescando, così, il complesso meccanismo dell'evoluzione biologica, la superficie di Marte, originariamente attraversata dalle acque, divenne inospitale e non

consentì lo sviluppo della vita. Tuttavia, sotto il suolo marziano, nelle viscere del "pianeta rosso", le condizioni chimico-fisiche potrebbero essere tali da consentire una residua circolazione idrica e la sopravvivenza di una potenziale biosfera microbica. Infatti, la risalita di acque profonde dalla crosta potrebbe aver compattato i sedimenti superficiali preservando zone di abitabilità biologica al di sotto della superficie marziana.

I bacini vulcanici di Marte

La ricerca delle origini della vita nell'Universo richiederebbe una complessa esplorazione del Sistema Solare. Questo lungo viaggio potrebbe portare l'Uomo su Marte dove antichi depositi vulcanici ed idrotermali risalenti a 4.1 miliardi di anni fa e, quindi, contemporanei all'origine della vita sulla Terra, potrebbero celare le prime tracce viventi sul "pianeta rosso". Uno dei momenti più importanti nell'esplorazione di Marte è stata la scoperta di fasi idrotermali, individuate nel suolo marziano, provenienti da grandi crateri vulcanici un tempo sommersi quali, ad esempio, il cratere McLoughlin [1] ed il bacino vulcanico di Eridiana

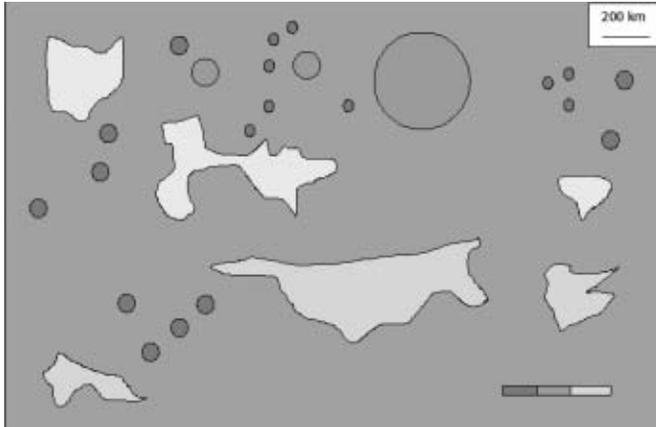


Figura 1. Il bacino vulcanico di Eridiana. La topografia del bacino viene indicata dalle diverse sfumature di grigio per i livelli ipotetici massimo (1.100 m – grigio chiaro) e minimo (700 m – grigio scuro) dei fondali del mare di Eridiana.

[2] capaci di emettere fluidi, che furono in seguito veicolati verso la superficie del pianeta da fenomeni di serpentizzazione e fessurazione della crosta marziana. Tali processi avvennero nel corso della lunga storia geologica del pianeta dal periodo Noachiano (4.1 miliardi di anni fa) fino all'inizio della successiva era Esperiana (3.7 miliardi di anni fa) nello stesso lasso di tempo che vide la comparsa delle prime forme viventi sulla Terra. Il fondale di questo antico oceano marziano potrebbe essere stato l'ambiente più idoneo per la comparsa delle prime forme viventi su Marte, laddove l'atmosfera primordiale del pianeta fortemente riducente non avrebbe consentito la nascita della vita. In tal senso, la recente scoperta del bacino vulcanico di Eridiana fornisce nuove prove ad una suggestiva ipotesi avanzata da alcuni autori [3,4], secondo la quale la vita si sarebbe originata in acque profonde protetta dalle condizioni estreme del suolo marziano. La depressione di Eridiana, un tempo ricoperta di acque, presenta, infatti, un insieme di sotto-bacini circolari nati nel periodo geologico Noachiano sul fondo idrotermale di un antico complesso vulcanico sommerso in un mare relativamente profondo (Fig. 1).

Nel corso della lunga storia evolutiva del pianeta il mare di Eridiana si prosciugò nel tempo e si verificò, così, la graduale transizione da una tipica attività vulcanica subacquea, rappresentata dall'emissione di fluidi idrotermali sommersi, ad una subaerea di coni vulcanici emersi che liberavano ed emettevano lava sul suolo marziano. Questi antichi depositi idrotermali nel bacino di Eridiana formarono, quindi, un ambiente di acque profonde, ricco in nutrienti, che potrebbe aver protetto i primi passi dell'evoluzione biologica dalle condizioni estreme ed insospitale della superficie e dell'atmosfera marziana. Invero, la maggiore percentuale di acqua su Marte potrebbe giacere, ancora oggi, nel sottosuolo come falda acquifera potenzialmente in grado di ospitare una complessa biosfera. In questa particolare idrosfera sotterranea e profonda, potremmo, infatti, ipotizzare l'esistenza di un metabolismo batterico capace di utilizzare idrogeno ed anidride carbonica attraverso processi di serpentizzazione della crosta marziana.

I camini vulcanici terrestri

Le dorsali subacquee medio-oceaniche sono una tra le più importanti zone di attività vulcanica e tettonica del pianeta Terra [5]. Il materiale roccioso della crosta terrestre, proveniente dal sottostante mantello, da una profondità di circa sei chilometri gradualmente si decompone e si raffredda dai 600 °C della crosta fino ai 4-5 °C delle acque dei fondali oceanici. Tali fenomeni provocano la progressiva fessurazione e/o serpentizzazione delle rocce quando i fluidi idrotermali ad alta temperatura, provenienti dal mantello, vengono iniettati nella crosta terrestre attraverso circuiti idrotermali profondi. L'affioramento di queste sorgenti idrotermali a livello di coni vulcanici sommersi ed il rimescolamento tra questi fluidi e le profonde acque oceaniche provocano la precipitazione di grandi quantità di carbonato di calcio lungo i fianchi dei camini.

La scoperta di questi caratteristici ambienti idrotermali sottomarini ha aperto nuovi scenari ed un rinnovato interesse nel dibattito relativo all'origine della vita sulla Terra [6] e più in generale nell'intero Universo [7]. Infatti, 4,4 miliardi di anni fa, nel periodo geologico Hadeano si condensò sulla superficie terrestre un vasto oceano dalle acque acidule ($\text{pH} = 5.1 - 6.0$) [8] e calde ($T = 85\text{ }^{\circ}\text{C} - 110\text{ }^{\circ}\text{C}$) [9] con un volume idrico complessivo doppio rispetto alle condizioni attuali [10,11,12], mentre la primordiale atmosfera terrestre era caratterizzata da un forte effetto serra, dominata da elevate concentrazioni di anidride carbonica ed alte temperature comprese tra i 25° C ed i 100°C [13,14].

Fin dagli anni '50, numerosi ricercatori avanzarono l'ipotesi che la vita si sarebbe potuta originare nelle grandi profondità oceaniche, in corrispondenza di sorgenti idrotermali sottomarine di acque calde ed alcaline [15,16,17,18,19,20,21,22,23], schermata nella sua evoluzione dalle radiazioni solari ultraviolette che bombardavano la superficie terrestre [24]. Secondo tale teoria, la vita si sarebbe originata nei fanghi di questi camini vulcanici idrotermali sommersi dove si affermarono i primi batteri alla base di una primitiva catena alimentare, nella quale l'idrogeno idrotermale fu il carburante principale capace di fornire energia ai primi passi biologici di una lunga storia evolutiva. In questo particolare contesto, il processo di serpentizzazione e fessurazione delle rocce fu di fondamentale importanza. In ambienti del genere, infatti, l'idrogeno molecolare, prodotto dai processi di serpentizzazione, reagì con l'anidride carbonica di origine vulcanica, emessa dalle sorgenti idrotermali, per sintetizzare i primi composti organici necessari ed indispensabili per la successiva comparsa della vita sulla Terra [25,26].

La scoperta della "Città Perduta", avvenuta nell'anno 2000 lungo i fondali oceanici della dorsale rocciosa medio-atlantica, fornì nuovo impulso e rinnovato vigore alla teoria dei camini vulcanici idrotermali come sorgenti primigenie della vita sulla Terra. Questo campo idrotermale è un sistema di camini vulcanici, siti ad una profondità di circa 800 metri, formato da coni vulcanici attivi che si elevano ad una altezza di 60 metri dal fondale oceanico [27,28]. Le fratture del substrato roccioso, dislocate ad oriente e ad occidente della dorsale medio-atlantica, fungono da condotti per un continuo flusso lavico proveniente dal mantello della crosta terrestre. Nei camini vulcanici le rocce sono profondamente alterate

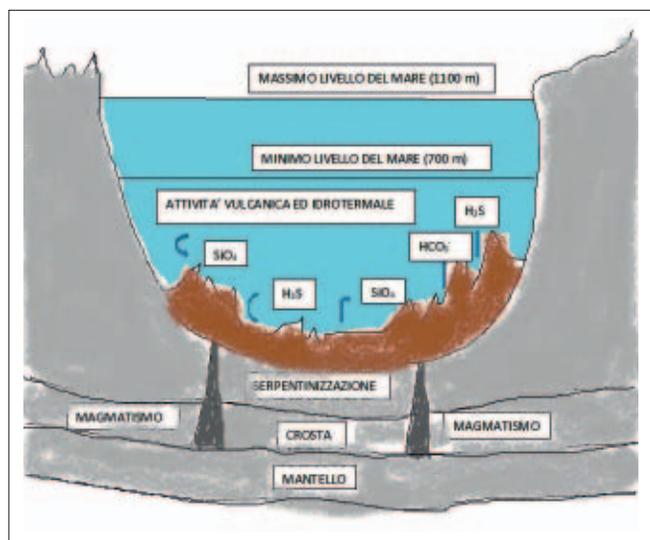


Figura 2. Il modello geologico del bacino di Eridania nell'era Noachiana del pianeta Marte. Sui fondali di questa profonda depressione si depositarono coltri di materiale vulcanico per le attività idrotermali di un antico complesso vulcanico sommerso. La risalita del magma dal mantello marziano potrebbe essere stata facilitata da processi di serpentinizzazione (da Michalski et al., 2017, modificato).

da processi di serpentinizzazione e/o fessurazione in seguito ad un'intensa attività idrotermale interna. A livello delle bocche dei coni vulcanici avvengono complesse reazioni di serpentinizzazione indotte dalla notevole instabilità chimica del magma. Nel corso di questi processi, le sostanze minerali precipitate, composte essenzialmente da aragonite e calcite, vengono idratate attraverso reazioni esotermiche che rilasciano calore nel mezzo acqueo fino a temperature di circa 200°C [29]. Questi depositi sommersi ospitano una comunità microbica composta da batteri con densità elevate fino a $10^7 - 10^8$ cellule per grammo di peso secco [30]. In questi biotopi di acque profonde vive, inoltre, una ricca e diversificata macro-fauna comprendente anfipodi, gasteropodi, lamellibranchi, coralli ed anellidi policheti serpulidi [31].

Di recente, l'esistenza di camini idrotermali sommersi è stata anche documentata nel Mare Mediterraneo lungo i fondali compresi tra l'isola vulcanica di Panarea e l'isolotto di Basiluzzo, nell'arcipelago delle Isole Eolie. Il sito idrotermale, scoperto da un gruppo di ricercatori del CNR, ISPRA ed INGV, sito ad una profondità di circa 80 metri, è costituito da decine di camini vulcanici attivi di forma conica dove vengono emessi fluidi acidi ricchi di anidride carbonica. Questo campo idrotermale, colonizzato da una ricca componente microbica e da un variegato insieme di specie bentoniche animali e vegetali, consta di 39 coni vulcanici, da cui emergono gas provenienti dalle profondità del mantello terrestre, lungo vie preferenziali di fessurazione delle rocce indotte da processi di serpentinizzazione [32]. Questa complessa circolazione idrotermale conferma la teoria secondo la quale la vita sulla Terra si sia originata nei depositi idrotermali di camini vulcanici sommersi.

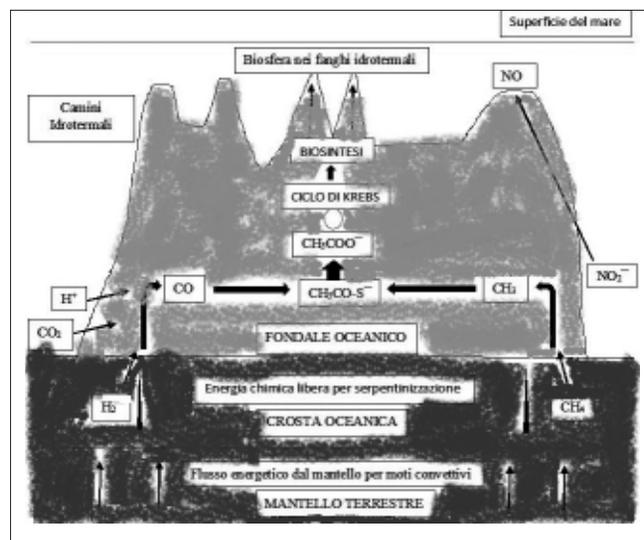


Figura 3. Il modello geologico terrestre di Lost City. Il processo di serpentinizzazione produce idrogeno e metano veicolati nei fluidi idrotermali dei camini vulcanici. L'intero meccanismo dà origine alla via metabolica del ciclo di Krebs e si perfeziona nella formazione di una biosfera complessa nei fanghi idrotermali dei coni vulcanici (da Russell et al., 2013, modificato).

Il parallelo Terra-Marte

Potremmo, dunque, ipotizzare che un'atmosfera ed un oceano simili alla Terra fossero, un tempo, presenti agli albori del pianeta Marte. In particolare, la risalita di acque profonde dalla crosta marziana (Fig. 2) potrebbe aver preservato zone di abitabilità biologica sotto la sua superficie inospitale così come i depositi idrotermali terrestri, presenti sul fondo degli oceani (Fig. 3), ospitano, ancora oggi, una vasta e complessa biosfera composta da una ricca e diversificata popolazione animale e vegetale.

Risorgive di acque profonde potrebbero, dunque, aver innescato la comparsa di un metabolismo batterico ed i primi passi dell'evoluzione biologica anche sul "pianeta rosso" [33,34,35,36]. Tuttavia, nel corso della sua lunga storia geologica, Marte perse la propria atmosfera mentre la superficie si congelava e si raffreddava divenendo inospitale e priva di vita. Ma, nelle viscere di questo giovane pianeta, apparentemente addormentato, tracce di acqua, allo stato liquido, potrebbero ancora resistere sotto la superficie marziana [37,38] suscitando, così, il dubbio che anche sul "pianeta rosso" possano esistere, ancora oggi, sistemi idrotermali attivi simili a quelli presenti sulla Terra, dove le celle di diffusione vulcanica sui fondali oceanici sono la principale fonte di attività idrotermale terrestre. Oceani simili potrebbero, quindi, esistere anche su Marte, dove la presenza dell'acqua sotto la sua superficie potrebbe essere, ancora oggi, abbondante ed ospitare, quindi, tracce di vita primordiali.

Conclusioni

La vita nacque, dunque, nei fanghi sommersi di coni vulcanici idrotermali su fondali oceanici profondi. Queste particolari con-



dizioni favorevoli allo sviluppo delle prime forme viventi furono innescate da complessi meccanismi di fessurazione e serpentinizzazione della crosta terrestre. Simili processi si verificarono probabilmente anche in altri corpi celesti del Sistema Solare, come il pianeta Marte dove i processi di serpentinizzazione assumono grande importanza astrobiologica [39,40]. Infatti, grazie ai circuiti idrotermali profondi, provenienti dalla fessurazione del mantello e della crosta marziana, Marte potrebbe avere, ancor oggi, la potenzialità di supportare sistemi biologici stabili e costanti nel tempo.

In realtà, la missione MER (Mars Exploration Rover) condotta dalla NASA sul suolo marziano fin dal 2004, grazie ai propri rovers "Spirit", "Opportunity" e "Curiosity", ha dimostrato la presenza in passato di acqua sulla superficie marziana. Tali ricerche sono state recentemente avvalorate e corroborate dalla scoperta di bacini vulcanici e suggeriscono una comune origine della vita nel Sistema Solare. Ritorna, così, in tutta la sua potenza visionaria, la teoria della Panspermia [41] basata su osservazioni sperimentali relative all'emissione dello spettro della luce proveniente dalle nubi interstellari, secondo la quale lo spazio celeste viene continuamente attraversato da batteri diffusi ovunque nell'Universo. In tal senso, specifici studi sulle strutture dei sedimenti marziani mostrano sequenze laminari simili alle stromatoliti terrestri [42,43]. Tali evidenti parallelismi sono stati confermati anche da analisi matematiche di tipo frattale che mostrano strutture multi-frattali del tutto coincidenti tra le microbialità terrestri ed i sedimenti laminati di Meridiani Planum presenti sulla superficie del pianeta Marte [44].

In conclusione, il legame biologico Terra-Marte appare sempre più chiaro e comporta enormi implicazioni culturali: è come se la musica dell'Universo parlasse sempre con le stesse prime note.

Bibliografia

- Ehlmann B.L., Mustard J.F., Murchie S.L., Bibring J.P., Meunier A., Fraeman A.A., Laugelvin Y. Subsurface water and clay mineral formation during early history of Mars. *Nature*, **479**, 53-60 (2011).
- Michalski J.R., Noe Dobra E.Z., Niles P.B., Cuadros J. Ancient hydrothermal seafloor deposits in Eridiana basin on Mars. *Nature Communications*, **8**, 15978 (2017).
- Hartmann W.K., Neukum G. Cratering chronology and the evolution of Mars. *Space Science Review*, **96**, 165-194 (2001).
- Irwin R.P., Tanaka K.L., Robbins S.J. Distribution of Early, Middle, and Late Noachian cratered surfaces in the Martian highlands: Implications for resurfacing events and processes. *Journal of Geophysical Research (Planets)*, **118**, 278-291 (2013).
- Ménez B., Pasini V., Brunelli D. Life in the hydrated suboceanic mantle. *Nature Geoscience*, **5**, 133-137 (2012).
- Corliss J.B., Baross J.A., Hoffman S.E. An hypothesis concerning the relationship between submarine hot springs and the origin of life on Earth. Proceedings 26 th International Geological Congress, Geology of Ocean Symposium, Paris, July 7-17. *Oceanologica Acta*, **SP**, 59-69 (1981).
- Crick F.H.C., Orgel L.E. Directed Panspermia. *Icarus*, **19**, 3, 341-346 (1973).
- Grotzinger J.P., Kasting J.F. New constraints on Precambrian ocean composition. *Journal of Geology*, **101**, 235-243 (1993).
- Kasting J.F., Ackerman T.P. Climatic consequences of very high carbon dioxide levels in the earth's early atmosphere. *Science*, **234**, 1383-1385 (1986).
- Bounama C., Franck S., von Blow W. The fate of the Earth's ocean. *Hydrology and Earth System Sciences*, **5**, 569-575 (2001).
- Wilde S.A., Valley J.W., Peck W.H., Graham C.M. Evidence from detrital zircons for the existence of continental crust and oceans on the Earth 4.4 Gyr ago. *Nature*, **409**, 175-178 (2001).
- Korenaga J. Plate tectonics, flood basalts and the evolution of Earth's oceans. *Terra Nova*, **20**, 419-439 (2008).
- Knauth L.P. Temperature and salinity history of the Precambrian ocean: implications for the course of microbial evolution. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **219**, 53-69 (2005).
- Zahnle K., Arndt N., Cockell C., Halliday A., Nisbet E., Selsis F., Sleep N.H. Emergence of a habitable planet. *Space Science Review*, **129**, 35-78 (2007).
- Fox S.W. Biological overtones of the thermal theory of biochemical origins. *Bulletin of the American Institute of Biological Science*, **9**, 20-23 (1959).
- Fox S.W. How did life begin? *Science*, **132**, 200-208 (1960).
- Degens E.T. *Primordial synthesis of organic matter*. In: Bolin B., Degens E.T., Kempe S., Ketner P. (Eds) *The Global Carbon Cycle*. John Wiley, New York, 57-77 (1979).
- Russell M.J., Hall A.J., Cairns-Smith A.G., Braterman P.S. Submarine hot springs and the origin of life. *Nature Correspondence*, **336**: 117 (1988).
- Russell M.J., Daniel R.M., Hall A.J. On the emergence of life via catalytic iron sulphide membranes. *Terra Nova*, **5**, 343-347 (1993).
- Russell M.J., Daniel R.M., Hall A.J., Sherringham J. A hydrothermally precipitated catalytic iron sulphide membrane as a first step toward life. *Journal of Molecular Evolution*, **39**, 231-243 (1994).
- Früh-Green G.L., Connolly J.A.D., Plas A., Kelly D.S., Grobety B. Serpentinization of oceanic peridotites: implications for geochemical cycles and biological activity. In: *The seafloor Biosphere at Mid-Ocean Ridges*. Wilcock S.D., Delong E.F., Kelley D.S., Baross J.A., Cary S.C. (Eds), *Geophysical Monograph*, **144**, 119-136. American Geophysical Union, Washington D.C. (2004).
- Holm N.G., Dumont M., Ivarsson M., Konn C. Alkaline fluid circulation in ultramafic rocks and formation of nucleotide constituents: a hypothesis. *Geochemical Transactions*, **7**, 1-7 (2006).
- Martin W., Russell M.J. On the origin of biochemistry at an alkaline hydrothermal vent. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **362** (1486), 1887-1926 (2007).
- Pringle J.W.S. *The origin of life*. Symposia of the Society for Experimental Biology, Number VII, Evolution. Cambridge University Press, 1-21 (1953).
- Russell M.J., Daia D.E., Hall A.J. The emergence of life from FeS bubbles at alkaline hot springs in an acid ocean in Thermophiles: the keys to molecular evolution and the Origin of life. In: Wiegel J., Adams M.W. (Eds). Taylor and Francis, London, 77-126 (1998).
- Seawald J.S., Zolotov M.Y., McCollom T. Experimental investigation of single carbon compounds under hydrothermal conditions. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **70**, 446-460 (2006).
- Blackman D.K., Karson J.A., Kelley D.S., Cann J.R., Früh-Green G.L., Gee G.S., Hurst S.D., John B.E., Morgan J., Nooner S.L., Ross D.K., Schroeder T.J., Williams E.A. Geology of the Atlantis Massif (Mid-Atlantic Ridge 30°N): Implications for the evolution of an





- ultramafic oceanic core complex. *Marine Geophysical Research*, 23, 443-469 (2002).
- Kelley D.S., Karson J.A., Früh-Green G.L., Yoerger D., Shank T.M., Butterfield D.A., Hayes J.M., Schrenk M.O., Olson E., Proskurowski G., Jakuba M., Btradley A., Larson B., Ludwig K.A., Glikson D., Buckman K., Bradley A.S., Brazelton W.J., Roe K., Elend M., Delacour A.G., Bernasconi S.M., Lilley M.D., Baross J.A., Summons R.E., Sylva S.P. A serpentinite-hosted ecosystem: The Lost City Hydrothermal Field. *Science*, 307 (1), 428-434 (2005).
- Lowell R.P., Rona P.A. Seafloor hydrothermal systems driven by the serpentinization of peridotite. *Geophysical Research Letters*, 29 (11), 21-26 (2002).
- Kelley D.S. From the mantle to microbes. The Lost City Hydrothermal Field. *Oceanography*, 18 (3), 32-45 (2005).
- Schrenk M.O., Kelley D.S., Bolton S., Baross J.D. Low archaeal diversity linked to sub-floor geochemical processes at the Lost City Hydrothermal Field, Mid-Atlantic Ridge. *Environmental Microbiology*, 6 (10), 1086-1095 (2004).
- Esposito V., Andaloro F., Canese S., Bortoluzzi G., Bo M., Di bella M., Italiano F., Sabatino G., Battaglia P., Consoli P., Giordano P., Spagnoli F., La Cono V., Yakimov M.M., Scotti G., Romeo T. Exceptional discovery of a shallow-water hydrothermal site in the SW area of Basiluzzo islet (Aeolian archipelago, South Tyrrhenian Sea): An environment to preserve. *PLoS ONE*, 13 (1): e0190710. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190710> (2018).
- Russell M.J., Nitschke W., Branscomb E. The inevitable journey to being. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 368, 2012-2054 (2013).
- Russell M.J., Hall A.J. On the inevitable emergence of life on Mars. In: The search for life on Mars. Proceedings of the 1st UK Conference, Hiskox J.A. (Ed). British Interplanetary Society, London, 26-36 (1999).
- Michalski J.R., Cuadros J., Niles P.B., Parnell J., Rogers A.D., Wright S.P. Groundwater activity on Mars and implications for a deep biosphere. *Nature Geoscience*, 6, 133-138 (2013).
- Webster C.R., Mahaffy P.R., Flesch G.J., Niles P.B., Jones J.H., Leshin L.A., Atreya S.K., Stern J.C., Christensen L.E., Owen T., Franz H., Pepin R.O., Steele A., MSL Science Team Isotope ratios of H, C and O in CO₂ and H₂O of the martian atmosphere. *Science*, 342, 260-263 (2013).
- Lyons J.R., Manning C., Nimmo F. Formation of methane on Mars by fluid-rock interaction in the crust. *Geophysical Research Letters*, 32, L132011, doi: 10.1029/2004GL022161 (2005).
- Kerr R.A. Planetary science: Cassini catches mysterious hot spot on icy-cold Enceladus. *Science*, 309, 859-860 (2005).
- Russell M.J., Kanik I. Why does life start, what does it do, where will it be, and how might we find it? *The Journal of Cosmology*, 5, 1008-1039 (2010).
- Russell M.J., Barge L.M., Bhartia R., Bocanegra D., Bracher P.J., Branscomb E., Kidd R., McGlynn S., Meier D.H., Nitschke W., Shibuya T., Vance S., White L., Kanik I. The drive to life on wet and icy worlds. *Astrobiology*, 14 (4), 308-343 (2014).
- Wickramasinghe N.C., Wainwright M., Narlikar J.V., Rajaratnam P., Harris M.J., Lloyd D. Progress towards the indication of panspermia. *Astrophysical Space Science*, 283, 403-413 (2003).
- Rizzo V., Cantasano N. Possibile organosedimentary structures on Mars. *International Journal of Astrobiology*, 8 (4), 267-280 (2009).
- Rizzo V., Cantasano N. Structural parallels between terrestrial microbialites and Martian sediments: are all cases of "Pareidolia"? *International Journal of Astrobiology*, 16 (4), 297-316 (2017).
- Bianciardi G., Rizzo V., Cantasano N. Vita in Meridiani Planum, Marte. *Astronomia*, 5, 26-33 (2015).

La Biblioteca UAI

I Soci UAI hanno sconti nell'acquisto dei libri più sotto riportati. Il prezzo è quello normale di copertina, il secondo è quello riservato al Socio UAI. Maggiori dettagli sui singoli libri si possono reperire sul sito Internet UAI (www.uai.it)

Per ordinare ed effettuare i pagamenti servirsi:

- del versamento su conto corrente postale n. 20523189 intestato a Unione Astrofili Italiani Via Lazio, 14 00040 Rocca di Papa (RM) specificando nella causale in stampatello Nome, Cognome, indirizzo completo di CAP e, se Socio UAI, il numero tessera.
- del sistema di pagamento online PayPal, accedendo al sito Internet UAI.

Inviare copia della ricevuta a: amministrazione@uai.it

ALMANACCO 2014

Scaricabile gratuitamente in formato pdf da tutti gli astrofili Possibilità di stampa su amazon.it dalla seguente pagina:

<http://www.amazon.it/Almanacco-2014-effemeridi-astronomiche-dallUnione/dp/1494816180>

PUBBLICAZIONI UAI

F. Ferri (a cura di)
MANUALE DELLA SEZIONE LUNA

A cura dell'UAI
Euro 6,00/4,00

S. Foglia
ASTEROIDI

Il numero 5/2006 di *Astronomia*.
Euro 13,00/10,00

C. Rossi
MANUALE PER LA LOTTA ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

I libri di *Astronomia*
Euro 6,20/ euro 4,13

COLLANA "ASTRONOMIA & DINTORNI" GREMESE EDITORE

P. De La Cotardiè
DIZIONARIO DI ASTRONOMIA
Euro 24,00/20,00

M. Di Sora
L'INQUINAMENTO LUMINOSO
Euro 18,00/15,00

L. Prestinè
LA SCOPERTA DEI PIANETI
Da Galileo alle sonde spaziali
Euro 18,00/15,00

E. Ricci
IL CIELO IMPERFETTO
Guida all'osservazione e allo studio delle stelle variabili
Euro 18,00/15,00

G. Romano
LA COMPLESSITÀ DELL'UNIVERSO
Euro 18,00/15,00

G. G. Sansosti
MANUALE DI METEOROLOGIA
Euro 18,00/15,00

E. Sassone Corsi
IL SOLE NERO
Alla scoperta dell'eclissi di Sole
Euro 13,00/9,00

P. Tempesti
IL CALENDARIO E L'OROLOGIO
Euro 18,00/15,00

ALTRE LETTURE CONSIGLIATE della Biblioteca UAI

L. Ravello
IL CIELO DI PAPÀ MARCEL
Manuale per un giovane astrofilo
Euro 12,00/9,00

L. Ravello
RADIOASTRONOMIA
Euro 10,00/8,00

Luigi Botta (a cura di)
GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPARELLI - L'UOMO, LO SCIENZIATO
Associazione Cristoforo Beggiani Savigliano, 2004
Euro 20,00/17,00

CONSIGLI DI LETTURA (Internet e dintorni...)

G. Bianciardi
MARTE - UN VIAGGIO NEL TEMPO E NELLO SPAZIO
Euro 15,00/12,00

Roberto Casati
DOV'È IL SOLE DI NOTTE
Lezioni atipiche di astronomia
Ed. Raffaello Cortina

Margherita Hack con Marco Morelli
SIAMO FATTI DI STELLE
Dialogo sui minimi sistemi
Ed. G. Einaudi

Andrea Albini
MACHINA MUNDI
L'orologio Astronomico di Giovanni Dondi

Daniele Gasparri
TECNICHE, TRUCCHI E SEGRETI DELL'IMAGING PLANETARIO

Luca Boschini
IL MISTERO DEI COSMONAUTI PERDUTI
Leggende, bugie e segreti della cosmonautica sovietica
Prefazione di Paolo Attivissimo

Telescopio Remoto U.A.I.

Un telescopio professionale a disposizione dei soci **UAI**, sempre pronto all'uso tutte le sere

AVALON
INSTRUMENTS

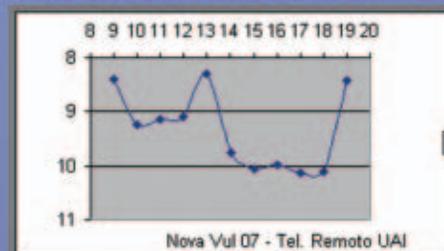


Foto astronomiche



Galassia NGC7331

Ricerca scientifica



Nova Vulpeculae 2007



Città	Castiglione del Lago
Coordinate	Long. 11.95 E; Lat. 43.512 N; Alt. 304 m s.l.m.
Modello	MEADE Schmidt-Cassegrain
Diametro	254 mm
Focale	1575 mm f/6.3
Montatura	Avalon M-uno
CCD	SBIG ST8XME
FOV	20' x 30'
Filtri	bvriC

- Il telescopio e' completo di Camera CCD ST10XME.
- E' possibile effettuare foto a lunga esposizione fino a 900 sec.
- Sono a disposizione Filtri L (Clear) e BVRI (Fotometrici).
- Le immagini sono in diretta e aggiornate ogni 7 secondi.
- La chat annessa al programma di controllo permette di comunicare in tempo reale con gli altri utenti e scegliere assieme gli oggetti da osservare e fotografare.
- E' possibile richiedere tempo riservato del telescopio ad uso personale, per utilizzarlo ad ore.

[HTTP://TELESCOPIOREMOTO.UAI.IT](http://TELESCOPIOREMOTO.UAI.IT)



Con il patrocinio



Società Astronomica Italiana (SAIt)



Ente Parco Nazionale della Sila



MeteoWeb



Comune di Savelli



Istituto Spezzino
Ricerche Astronomiche
(IRAS - La Spezia)



Gruppo Astronomico
Digitale



il Parco Astronomico
Lilio (Crotone)



Unione Astrofili Italiani
(U.A.I.)

X Meeting Pianeti Extrasolari XIII Meeting Stelle Variabili

Abstract book
8-10 settembre 2017, Parco Astronomico Lilio

A cura del Coordinamento delle Sezioni di Ricerca UAI
Sezione Stelle Variabili

SABATO 9 SETTEMBRE 2017

Meeting delle Sezioni UAI "Stelle Variabili" e "Pianeti Extrasolari"

- 10.30 - 10.50 25 anni di GAD, il Gruppo Astronomia Digitale
Claudio Lopresti (IRAS-GAD-spe-ssv UAI)
- 10.50 - 11.30 SPIDER 300A, il primo radiotelescopio professionale
ma compatto: vera radioastronomia per tutti
Salvo Pluchino (UAI - GAD)
- 11.30 - 12.20 Astronomia Digitale: applicazioni in astrometria,
fotometria e spettroscopia
Lorenzo Franco (UAI - GAD)
- 12.20 - 13.00 I fenomeni meteorologici estremi e i mutamenti che
influenzano le osservazioni astronomiche
Dott. **Giuseppe Caridi** (Capo-redattore di MeteoWeb)
- 15.00 - 15.30 Prime esperienze sui transiti di pianeti extrasolari
Salvo Pluchino (UAI - GAD)
- 15.30 - 16.10 Pianeti extrasolari: come ottimizzare la ricerca sui transiti
Claudio Lopresti (IRAS-GAD-spe-ssv UAI)
- 16.10 - 16.50 ANS collaboration: storia, risultati, organizzazione e
l'imminente versione 2.0
Mauro Graziani (ARAR-GAD)
- 17.00 - 17.20 Nuovo sistema per la misura dei nuclei cometari
con immagini CCD
Toni Scarmato (UAI - GAD)
- 17.20 - 18.00 Dispositivo per la ricerca dei Raggi Cosmici
Dott. **Valerio Bocci** (INFN - CERN)
- 18.00 - 18.30 Ricerca e scuola: un incontro possibile e necessario
Prof. **Domenico Liguori**

DOMENICA 10 SETTEMBRE 2017

Parco Astronomico Lilio (Planetario):

- 10.30 - 11.15 Il software di automazione "Ricerca"
Antonino Brosio (Parco Astronomico Lilio)
- 11.15 - 12.00 Luigi Lilio, il padre del moderno calendario
Mauro Graziani (ARAR-GAD)
- 12.00 - 13.15 Supernove: distruzione e creazione,
le due facce delle esplosioni cosmiche
Prof.ssa **Sandra Savaglio** (Università della Calabria)
- 14.00 - 14.30 La campagna osservativa internazionale su PDS-110
e il contributo italiano dell'UAI
Claudio Lopresti (IRAS-GAD-spe-ssv UAI)
- 14.30 - 15.00 Il Parco astronomico Lilio: storia e realizzazione
Dott.ssa **Maria Antonia Tripodi** (Parco Astronomico Lilio)

L'eclissi del sistema di N Scorpii nel giugno 2017 in visuale e con
foto digitali (Stelle australi, scintillazione ed estinzione cromatica
differenziale)
Contributo al GAD di **Costantino Sigismondi** (ICRA/Sapienza, Liceo G.
Ferraris, Roma)



La campagna osservativa internazionale su PDS-110 e il contributo dell'UAI

Claudio Lopresti

Responsabile Sezione Pianeti
Extrasolari
planetiextrasolari@uai.it
<http://planetiextrasolari.uai.it>

PDS 110

PDS 110 è una giovane stella in Orione, a 1100 anni luce dalla Terra, classificata come T-Tauri, che sta entrando nella fase di pre-sequenza principale.

Questa stella ospita un compagno molto grande, che possiede un vastissimo sistema di anelli, simili a quelli di Saturno, ma enormemente più grandi (vedi figura 1). Osservazioni professionali di SuperWASP e KELT hanno rilevato che la luce della stella, a novembre 2008 e gennaio 2011 ha subito grossi cali di luminosità.

Gli astronomi Joey Rodriguez (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics), e Hugh Osborn (Warwick University), e Matthew Kenworthy (Leiden Observatory) hanno chiesto l'aiuto degli astrofili per il monitoraggio fotometrico, allo scopo di poter capire meglio come siano fatti questi anelli, e decifrare tutta la struttura dell'oggetto. Il monitoraggio fotometrico richiesto comprende il periodo in cui avverrà il transito e i due periodi adiacenti, prima e dopo il transito. Lo scopo è il rilevamento delle variazioni luminose dovute alle eclissi provocate dal sistema di anelli che circondano il pianeta, oltre che il transito stesso. Tutto ciò fra agosto e ottobre 2017.

L'evento previsto sarebbe stato un transito lunghissimo, ad iniziare da metà settembre 2017 in poi. Il motivo della previsione è dovuto al fatto che il pianeta è molto distante dalla sua stella, per cui la velocità



Figura 1. Rappresentazione schematica di PDS 110. Gli anelli di Saturno misurano 120.000 km. Gli anelli di PDS 110 b si estendono per 50 milioni di km.

orbitale è molto lenta. Dato che l'intento è riprendere tutto l'estesissimo sistema di anelli, occorre protrarre le osservazioni per un lunghissimo periodo, rispetto ai normali transiti planetari cui la comunità scientifica è abituata: si parla di settimane o mesi. L'andamento previsto è simile a quello visibile in figura 2.

La campagna osservativa internazionale

Quindi, con queste premesse, le sezioni di ricerca UAI "Pianeti Extrasolari" e "Stelle Variabili" hanno aderito a questa campagna internazionale di osservazioni.

La prima osservazione italiana è stata compiuta da Claudio Lopresti il 27 agosto 2017 da Roccella Ionica, con un telescopio Mak-Newton 180 mm F/4 – CCD Sbig ST10xme e un filtro V Johnson (vedere figura 3), seguita da una seconda osservazione il

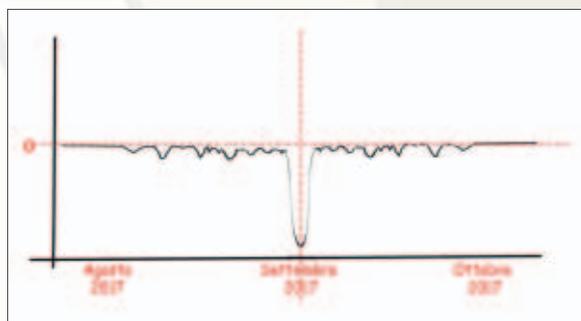


Figura 2. Il monitoraggio fotometrico richiesto comprende il periodo in cui avverrà il transito e i due periodi adiacenti, prima e dopo il transito. Lo scopo è il rilevamento delle variazioni luminose dovute alle eclissi provocate dal sistema di anelli che circondano il pianeta, oltre che il transito stesso. Tutto ciò avviene fra agosto e ottobre 2017.



Figura 3. Prima osservazione italiana (da Roccella Ionica – RC); telescopio Mak-Newton 180 mm F/4 – CCD Sbig ST10xme e un filtro V Johnson (osservazione di Claudio Lopresti). Magnitudine stimata: 10,41.



Figura 4. Le osservazioni in Italia (UAI) mostrano come in banda V la stella sembra aver subito un calo di magnitudine a fine agosto-inizio settembre 2017.

data	mag	osservatore	filtro
27-ago-17	10.40 (V)	Claudio Lopresti	V
31/08/2017	10.42 (V)	Ulisse Quadri	V
31/08/2017	10.42 (V)	Lorenzo Barbieri	V
31/08/2017	10.45 (V)	Luca Rizzuti	V
01/09/2017	10.44 (V)	Claudio Lopresti	V
02/09/2017	10.41 (V)	Claudio Lopresti	V
02/09/2017	10.42 (V)	Ulisse Quadri	V
06/09/2017	10.41 (V)	Luca Rizzuti	V
06/09/2017	10.44 (V)	Alessandro Marchini	IVRB
20/08/2017	10.10 (R)	Riccardo Papini	R

1 settembre 2017, e da successive sessioni, per un totale di 19 notti di osservazione.

Il 27 agosto 2017 la magnitudine misurata è stata 10.41. L'1 settembre 10.44. Il 2 settembre 10.40.

Questo andamento altalenante aveva bisogno di qualche verifica, e, in effetti, tutti gli osservatori, sia in Italia che all'estero, mostravano lo stesso andamento, quindi poteva trattarsi di un fenomeno reale, per certi versi anche atteso, vista la natura ad anelli dei dintorni di PDS-110 b.

Successivamente diversi osservatori hanno compiuto osservazioni, con l'approssimarsi delle date probabili per il transito primario previsto (all'incirca metà settembre).

Figura 5. Osservazioni in banda B di Gordon Myers (US) Il calo è nelle date viste anche dagli osservatori dell'UAI.

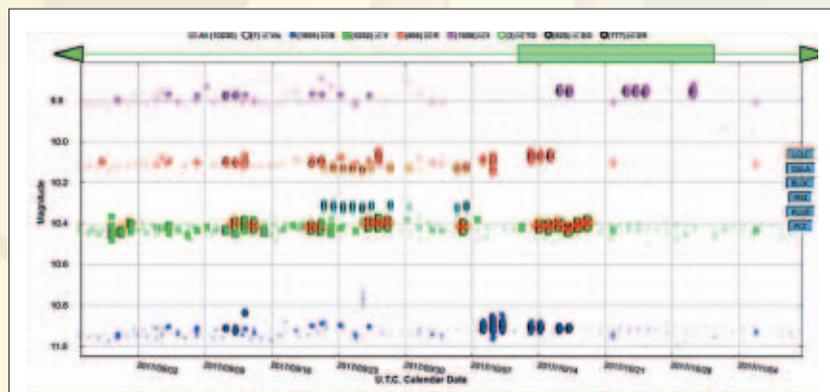


Figura 7. Tutte le osservazioni compiute su PDS 110. Le osservazioni UAI appaiono nel grafico in colore più intenso rispetto alle misure degli altri osservatori internazionali.

Nella tabella di figura 4 vediamo le osservazioni italiane (UAI) che si riferiscono ai giorni fra fine agosto e inizio settembre 2017.

Ma anche gli altri osservatori, all'estero, avevano osservato la stessa cosa. Ad esempio in banda B l'americano Gordon Myers (ma non soltanto lui, anche il belga Franz-Josef Hamsch in B, e il polacco Gabriel Murawski in V,) nelle stesse date vedeva calare la magnitudine da 10.94 a 10.97 (figura 5). Questo andamento era presente inoltre su tutte le bande BVRI.

Queste osservazioni erano compatibili con i cali previsti per la presenza di anelli attorno al pianeta PDS-110 b. La conferma ci sarebbe stata però solo dopo l'eventuale osservazione del transito primario e la verifica delle simmetrie dei cali rispetto al calo primario.

Osservazioni UAI su PDS 110

Su questa stella l'UAI è stata di gran lunga la più prolifica al mondo in tema di sforzo compiuto e numero di osservazioni durante la campagna internazionale. Nella tabella di figura 6 sono indicate le osservazioni italiane. In figura 7 vediamo un grafico in cui apprezziamo il lavoro degli italiani in colore intenso, sovrapposte a quelle degli altri osservatori (in colore attenuato). Le nostre osservazioni, effettuate con i filtri usati nelle varie bande BVRI, hanno prodotto 3830 punti fotometrici sul totale di 10258 in tutto il mondo, vale a dire il 37% di tutte le misure mondiali. In banda V le misure UAI sono state 2341 su un totale mondiale di 4263, che equivale al 54% delle misure totali. Il che significa, in altre parole, che in questa campagna internazionale il nostro contributo è stato molto oltre un terzo in BVRI e molto oltre la metà in V.

A questo proposito, ecco il commento di ringraziamento che l'astronomo Hugh Osborn ha rivolto ai maggiori osservatori (fra cui due di noi) della campagna su PDS-110:

"Ancora una volta, grazie per i vostri contributi. Grazie soprattutto ai più grandi osservatori AAVSO - G. Myers, C. Lopresti, J. Hamsch, U. Quadri e M. Deldem".

osservatore	filtri	numero misure
Claudio Lopresti	V	1923
Ulisse Quadri	B,I,R,V	1593
Lorenzo Barbieri	V	40
Luca Rizzuti	V	88
Riccardo Papini	R	3
Alessandro Marchini	B,I,R,V	183

Figura 6. Osservazioni UAI nella campagna internazionale. 3830 punti fotometrici.

Conclusioni

A metà settembre 2017 si era ancora all'inizio della campagna ed era presto per dire qualcosa di definitivo. Le osservazioni del fenomeno erano appena iniziate e le vere conclusioni si sarebbero fatte alla fine. Il transito primario di PDS 110 era previsto per metà settembre, Prima del transito (e anche dopo) si sarebbe dovuto assistere a diversi cali di luce simili a piccoli transiti (come in figura 2), dovuti alla presenza di anelli attorno a PDS 110. Quindi all'epoca poteva essere affermato soltanto che c'era stato un calo simile a un piccolo transito fra il 30 agosto e il 2 settembre; questo calo era stato rilevato da numerosi osservatori; il calo era avvenuto in tutte le lunghezze d'onda.

Forse gli astrofili stavano registrando per la pri-

ma volta al mondo un sistema di anelli, su una stella a 1100 anni luce dalla Terra, e, forse, già misurato il transito di uno degli anelli più esterni. Ma il transito primario non è stato registrato, quindi non si può confermare che gli eventi delle prime osservazioni professionali da SuperWASP e KELT rappresentassero un fenomeno periodico come si era ipotizzato. Tutto potrebbe essere invece legato alla natura di T Tauri della stella, o semplicemente al fatto che il sistema previsto realmente esiste, ma l'inclinazione dell'orbita non è tale da poter produrre transiti primari fotometricamente rilevabili.

In ogni caso va sottolineato come le sezioni di ricerca UAI si siano fatte trovare preparate e va lodato l'impegno e la grande preparazione dimostrata.

Astronomia Digitale

Lorenzo Franco • lor_franco@libero.it

Le tecniche digitali hanno rivoluzionato il mondo dell'astronomia amatoriale moltiplicando le possibilità di ricerca e di collaborazione con il mondo dell'astronomia professionale. Vedremo in questa relazione i principali campi di applicazione e di ricerca nel campo dell'astrometria, fotometria e spettroscopia.

Astrometria

L'astrometria è il settore dell'astronomia che si occupa della misura della posizione dei corpi celesti e rappresenta il più antico campo di applicazione con l'astronomia di posizione. Oggi grazie alle camere CCD è relativamente facile effettuare delle misure astrometriche di precisione anche con una strumentazione amatoriale non particolarmente costosa.

Per determinare la posizione astrometrica (RA e DEC) di un'oggetto

all'interno di un'immagine CCD è necessario conoscere la posizione precisa di almeno tre stelle di riferimento. Queste ci permetteranno di calcolare le trasformazioni geometriche (plate scale) necessarie a convertire le coordinate geometriche (X, Y) in coordinate celesti. Per il processo di riduzione ci vengono in aiuto appositi software (es: Astrometrica, Astroart, MPO Canopus) ed i cataloghi astrometrici (es: UCAC4, PPMXL, URAT-1).

Astrometria dei corpi minori. Uno dei principali campi di applicazione dell'astrometria riguarda la misura di posizione dei corpi minori del sistema. L'obiettivo è quello di misurare con la massima precisione la posizione di asteroidi e comete i cui dati dovranno essere inviati al Minor Planet Center (MPC) per contribuire a migliorare la conoscenza dei parametri orbitali di questi oggetti. Particolarmente importante è il follow-up dei NEOs (Near Earth Objects) appena scoperti dalle survey

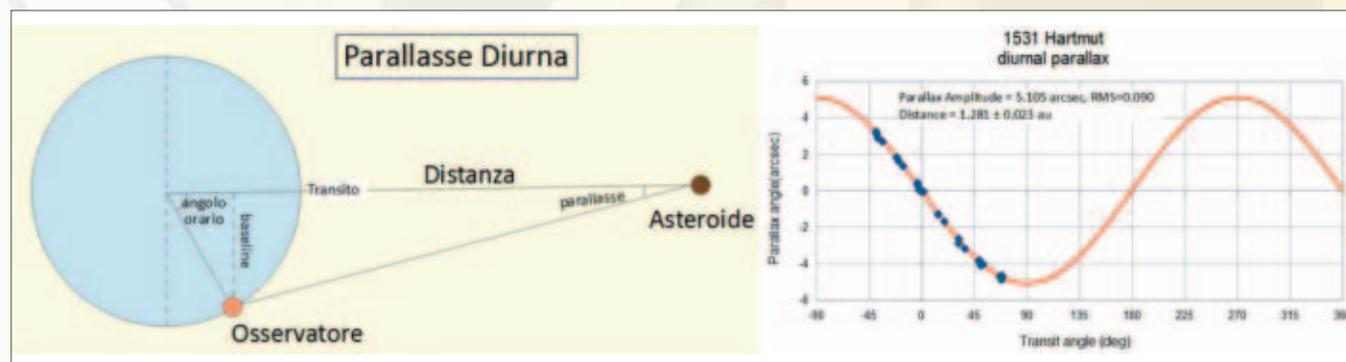


Figura 1. La parallasse diurna ci permette di misurare direttamente la distanza degli asteroidi. A destra la misura della parallasse diurna dell'asteroide Hartmut.



professionali. In questi casi si ha anche la soddisfazione di comparire sulle circolari di scoperta MPECs (Minor Planet Electronic Circulars), spesso al fianco dei più grandi osservatori internazionali.

La parallasse diurna. Un osservatore sulla Terra copre giornalmente una distanza di diverse migliaia di chilometri, grazie alla rotazione terrestre. La posizione dell'asteroide proiettata nel cielo è influenzata dalla posizione dell'osservatore rispetto al meridiano. L'angolo formato varia ciclicamente e diventa nullo al momento del transito. La misura di quest'angolo ci permette di stimare la distanza degli asteroidi (Fig. 1). La parallasse diurna dell'asteroide Hartmut è risultata di 5.105 arcsec (± 0.090), corrispondente ad una distanza di 1.281 AU (± 0.023), molto vicina al valore pubblicato dal MPC di 1.279 AU (± 0.003). Questa rappresenta un'esperienza di carattere formativo, specialmente per i giovani delle scuole.

La parallasse stellare. L'orbita della Terra intorno al Sole ci fornisce una base trigonometrica naturale con cui poter misurare la distanza delle stelle più vicine. L'angolo formato è molto piccolo (frazioni di arco secondo) ma comunque misurabile anche con una strumentazione amatoriale. La sfida personale è stata quella di ripercorrere l'esperienza di Friedrich Bessel nel misurare la distanza della stella 61 Cygni con le tecniche dell'astronomia digitale. Impresa non proprio banale, poiché gli angoli da misurare sono ben inferiori al seeing medio di una postazione osservativa cittadina (3-4 arcsec). L'angolo di parallasse è risultato di 0.28", corrispondente ad una distanza di 11.6 anni luce, valore molto vicino a quello del satellite astrometrico Hipparcos con una parallasse di 0.28718", corrispondente a 11.35 anni luce. Anche questa rappresenta un'esperienza dalla forte connotazione didattica.

Fotometria

La fotometria è il settore dell'astronomia che si occupa della misura del flusso luminoso (luminosità) dei corpi celesti. Il sistema

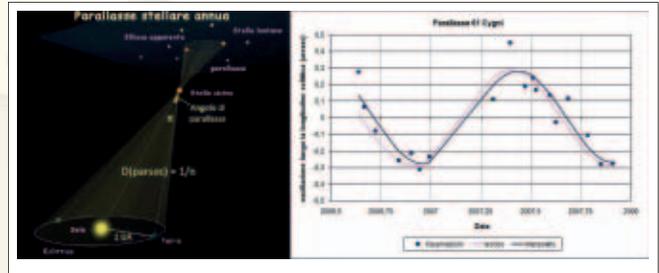


Figura 2. L'orbita della Terra intorno al sole forma la base del triangolo parallattico attraverso cui è possibile misurare direttamente la distanza delle stelle più vicine. A destra la misura della parallasse ottenuta su 61 Cygni.

delle magnitudini venne introdotto nell'antichità da Hipparcos per le stelle visibili ad occhio nudo e formalizzato nella metà del 19° secolo da Pogson. Trova nel 20° secolo la sua massima espressione grazie all'introduzione delle lastre fotografiche ed alle tecniche digitali che permisero di effettuare delle misure di tipo quantitativo. I campi di applicazione sono molteplici, si va dai corpi del sistema solare, agli oggetti stellari ed ai pianeti extrasolari.

La fotometria di asteroidi. Rappresenta una proficua applicazione della fotometria. Le sequenze temporali di immagini ci permettono di registrare per tutta la notte le variazioni di luminosità degli asteroidi ed è questa la chiave che ci permette di determinarne il loro periodo di rotazione. Tali variazioni dipendono principalmente dal loro aspetto (prevalentemente) oblungo e per questo motivo le curve di luce presentano due massimi e due minimi per ciclo. I periodi di rotazione sono molto vari e vanno da pochi minuti a centinaia di giorni. I risultati ottenuti possono essere pubblicati sul Minor Planet Bulletin.

La modellazione 3D degli asteroidi. Disponendo di numerose curve di luce, riprese in diverse opposizioni, è possibile ricostruire

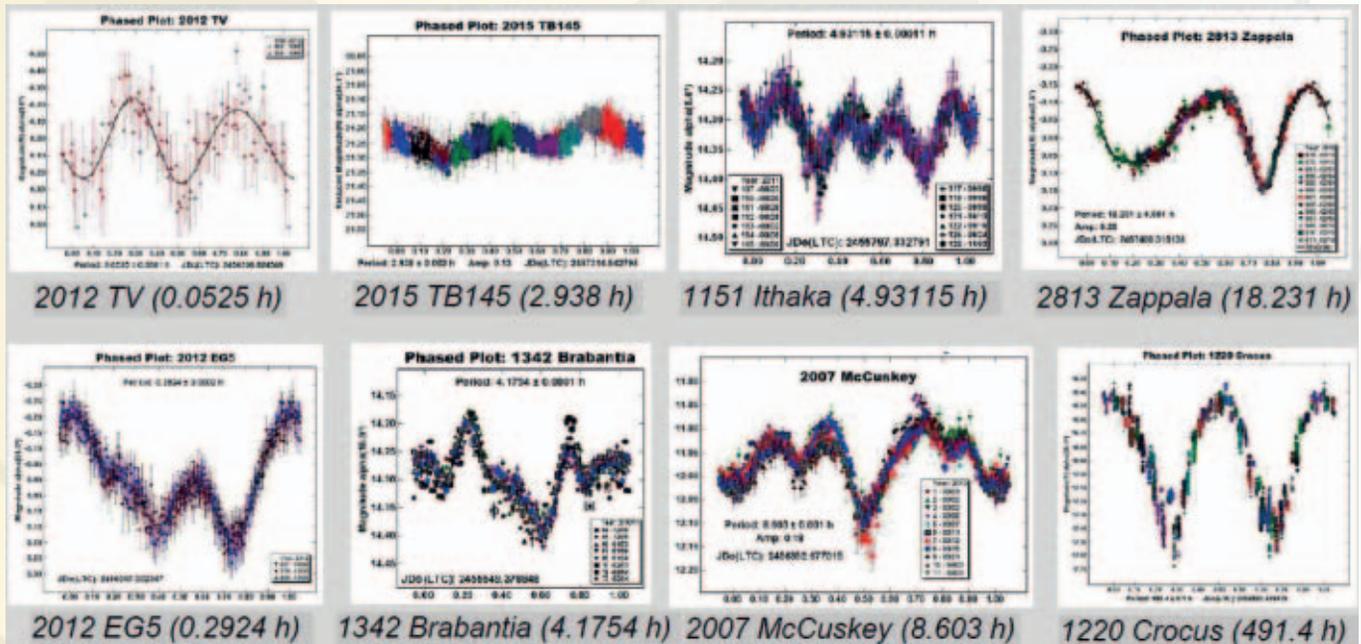


Figura 3. Le curve di luce degli asteroidi presentano una grande varietà di forme e di periodo di rotazione.

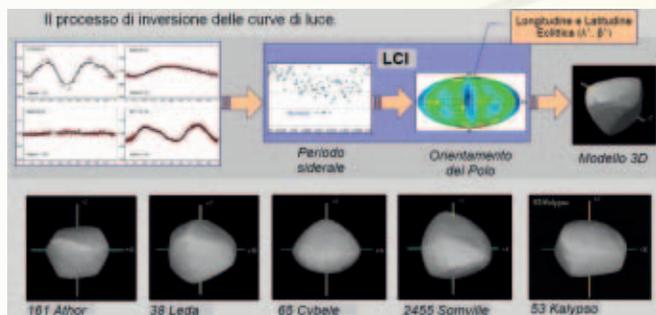


Figura 4. Il processo di inversione parte dalle curve di luce ottenute in diverse opposizioni per poi determinare il periodo siderale e l'orientamento del polo di rotazione ed infine il modello tridimensionale.

l'orientamento del polo di rotazione e l'aspetto 3D degli asteroidi, utilizzando il processo di inversione delle curve di luce implementato in LCIinvert. I risultati contribuiscono ad alimentare il database DAMIT (Database of Asteroid Models from Inversion Techniques) dell'università di Praga.

Fotometria di stelle variabili. Le sequenze fotometriche sugli asteroidi a volte ci regalano anche la scoperta di nuove stelle variabili, attraverso l'analisi delle immagini acquisite. Prima di censire una nuova stella variabile sul sito VSX (Variable Star Index) dell'AAVSO è necessario caratterizzarle, individuando il periodo di variabilità e la tipologia. Le principali tipologie sono le variabili ad eclisse (EA, EB, EV) e le pulsanti (DSCT, RR Lyrae).

Modellazione 3D dei sistemi binari. Partendo dalle curve di luce e da una stima della temperatura superficiale del sistema (dedotta ad esempio dall'indice di colore) è possibile tentare di ricostruire l'aspetto 3D del sistema binario con l'uso di software specifici come: Binary Maker 3, Starlight Pro, PHOEBE. I modelli ottenuti si possono pubblicare ad esempio su JAAVSO (Journal of the AAVSO).

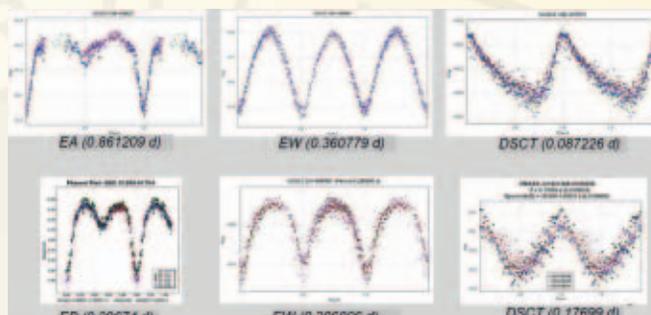


Figura 5. Le stelle variabili mostrano curve di luce caratteristiche in base alla loro tipologia.

Spettroscopia

La spettroscopia è il settore dell'astronomia che si occupa di misurare il flusso luminoso degli astri nelle varie lunghezze d'onda (colori) fornendoci la possibilità di analizzare direttamente le caratteristiche fisiche delle sorgenti (temperatura, velocità, composizione). La fotometria e la spettroscopia sono due tecniche di indagine vicine e complementari. Molteplici sono i campi di applicazione della spettroscopia.

Spettri stellari. Gli spettri caratterizzano molto bene le varie tipologie stellari. Nelle stelle calde il flusso luminoso è distribuito maggiormente nella regione blu dello spettro, mentre nelle stelle più fredde il flusso luminoso prevale nella regione del rosso. Particolarmente esplicito è lo spettro della stella Albireo nel Cigno (Fig. 7) le cui due componenti sono una stella di sequenza principale di colore bianco-blu ed una gigante arancione. La distribuzione del continuo nei vari colori e la profondità delle righe spettrali è strettamente correlata alla temperatura della stella. Significativa anche da un punto di vista didattico è l'esperienza sulla variabile pulsante DX Peg che pulsa con un periodo di solo 1 ora e 45 minuti (Fig. 8). Il continuo scende e sale

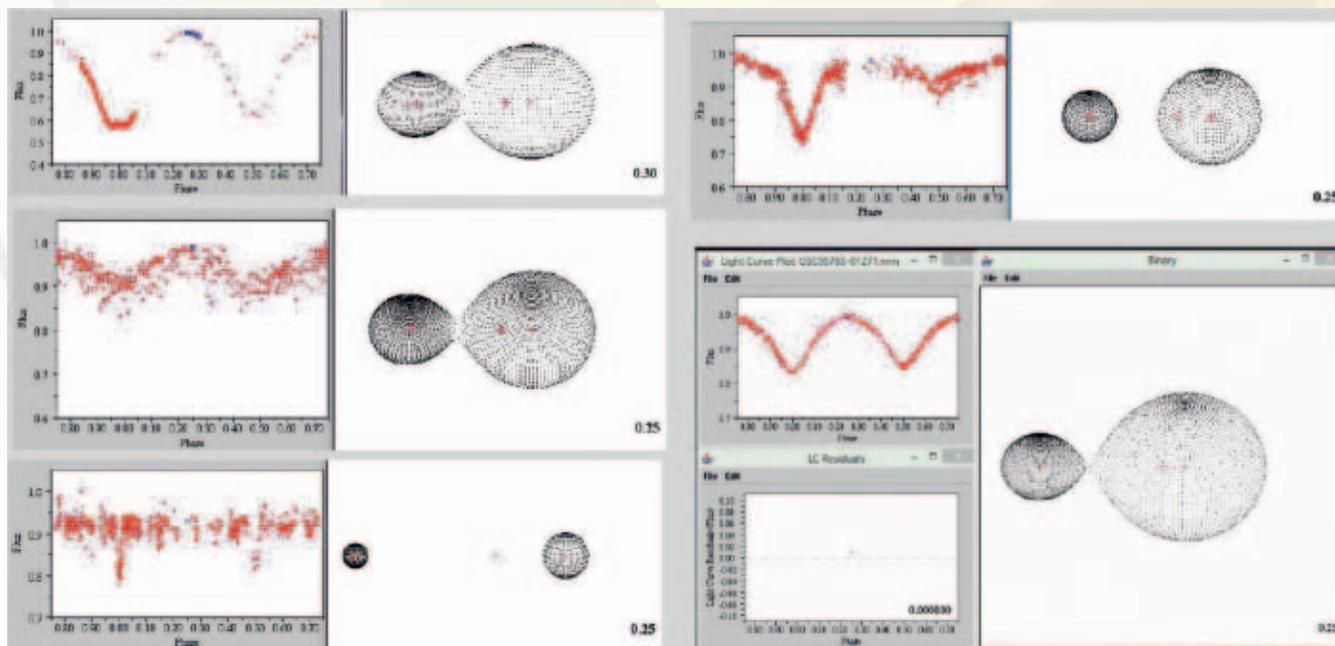


Figura 6. Modelli di alcuni sistemi binari ottenuti con Binary Maker 3.

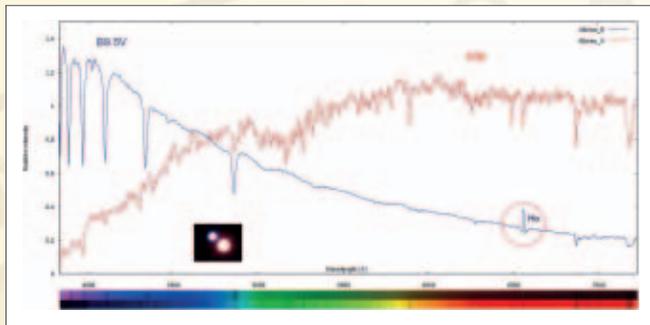


Figura 7. Spettro delle due stelle che formano la stella Albireo nel Cigno.

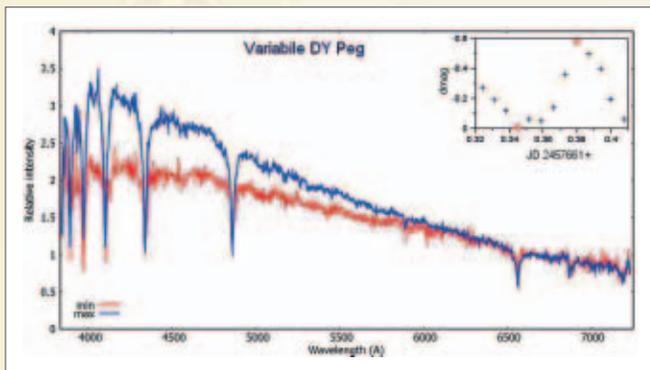


Figura 8. Lo spettro di DY Peg al minimo ed al massimo di luminosità.

nella regione del blu seguendo le pulsazioni della stella.

Stelle simbiotiche. Di particolare interesse sono gli spettri delle variabili simbiotiche. Queste sono dei sistemi binari interagenti costituiti da una gigante rossa ed una nana bianca intorno alla quale si è sviluppato un disco di accrescimento alimentato dal vento stellare emesso dalla gigante rossa. Gli spettri sono caratterizzati da un continuo nel rosso con bande di assorbimento molecolari (TiO), un debole continuo nel blu ed evidenti linee di emissione causate dalla ionizzazione del disco di accrescimento da parte della calda nana bianca. Gli spettri possono mostrare variazioni evidenti anche su breve scala temporale (Fig. 9).

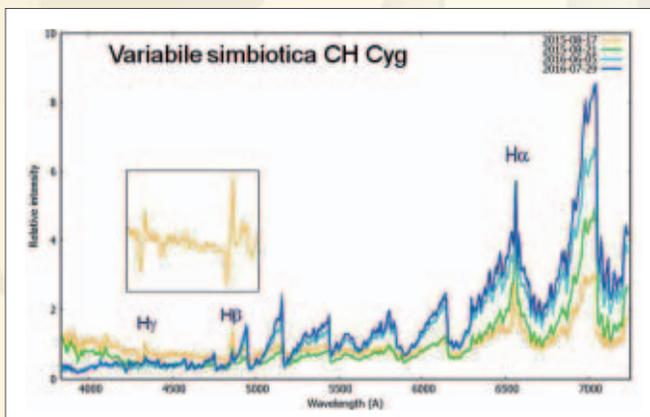


Figura 9. La variabile simbiotica CH Cyg mostra delle evidenti variazioni dello spettro nel corso di un anno di osservazione.

Novae. Le novae sono originate dalle Variabili Cataclismiche e sono dei sistemi binari molto stretti, composti da una nana bianca e da una nana di sequenza principale da cui fuoriesce materia che alimenta la nana bianca. L'idrogeno fuoriuscito si deposita e si accumula sulla nana bianca e, in condizioni di pressione e temperatura adeguate, va soggetto all'innesco di forti esplosioni nucleari che causano un rapido aumento della luminosità del sistema (tipicamente tra 9 e 14 magnitudini). Gli spettri variano notevolmente anche su scala temporale molto breve e forniscono importanti informazioni per lo studio dell'evoluzione di questi sistemi complessi (Fig. 10). Gli spetti delle novae, al pari delle simbiotiche, si possono pubblicare sul database ARAS, utilizzato anche dai professionisti per le loro ricerche.

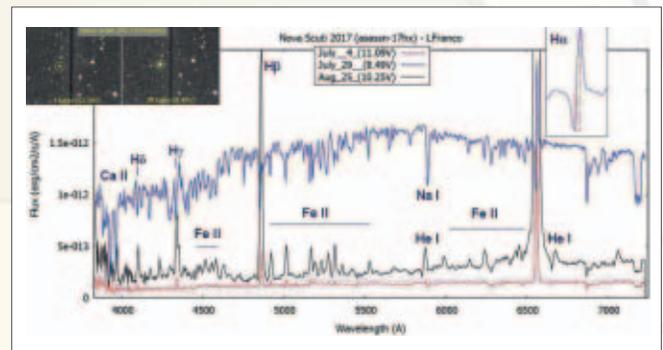


Figura 10. La Nova Scuti 2017 nel corso di due mesi ha mostrato notevoli variazioni di luminosità e del profilo spettrale.

Redshift. Sembra incredibile ma anche con uno spettroscopio a bassa risoluzione è possibile ottenere la conferma sperimentale del redshift delle galassie. Per queste esperienza sono stati acquisiti gli spettri delle galassie M51, M87 e del quasar 3C 373 (Fig. 11). I redshift misurati sono risultati rispettivamente di 400, 1200, 44 000 km/s, tutti valori vicini a quelli pubblicati.

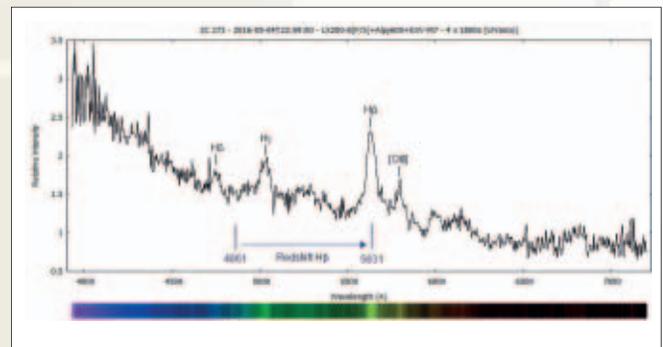


Figura 11. Spettro del quasar 3C 273. La riga di emissione Hβ è spostata verso il rosso di 770 Å.

ANS Collaboration: storia, risultati, organizzazione e l'imminente versione 2.0

Mauro Graziani • magraziani@racine.ra.it

ANS Collaboration (Asiago Novae & Simbyotic stars) è una collaborazione tra astrofili e professionisti in ambito fotometrico e spettroscopico riguardante in modo elettivo, ma non esclusivo, le stelle simbiotiche e le novae. Essa nasce dalla lunga esperienza maturata ad Asiago dal Prof. Ulisse Munari sul coinvolgimento di astrofili in esperienze di ricerca astronomica di profilo professionale.

L'opportunità di rendere più continui e consolidati i contributi osservativi che, negli anni, diversi astrofili già avevano avuto occasione di apportare all'Osservatorio di Asiago arriva nel giugno del 2005 quando, con il supporto della rivista *Le Stelle*, viene indetto ad Asiago un meeting di presentazione agli astrofili italiani di ciò che diverrà poi ANS Collaboration.

A questo primo incontro segue un periodo iniziale di attività volto a provare le tecniche osservative e i programmi di lavoro, successivamente coloro interessati a proseguire vengono convocati nel febbraio 2006 ad Asiago per un kick-off meeting dove si inizia un lungo e proficuo percorso di apprendimento teorico e pratico. Date le diversità di background dei partecipanti al programma le tecniche e i concetti vengono introdotti gradualmente, così come anche lo sviluppo e l'utilizzo dei vari *software* proprietari che attualmente ANS Collaboration utilizza.

L'obiettivo dichiarato è quello di ottenere una fotometria di qualità non inferiore a quella dei

migliori Osservatori professionali.

Nonostante questa ambiziosa finalità implichi per i partecipanti la necessità di accrescere costantemente la propria comprensione di cosa significhi realmente la fotometria astronomica e nonostante gli standard qualitativi sui dati raccolti diventino nel tempo sempre più stringenti, la gran parte del gruppo di lavoro iniziale si è conservata, anzi accrescendosi nel tempo di nuovi arrivi.

Capita purtroppo sovente di vedere come gli sforzi osservativi di molti astrofili che ambiscono a fare ricerca in ambito fotometrico sfocino, a causa di una non ottimale metodologia, sia osservativa che di riduzione, in dati di non sufficiente precisione, spesso difficilmente confrontabili con quelli di altri osservatori, ed è un peccato perdere questo patrimonio di tempo osservativo per produrre dati di bassa qualità quando invece anche con poche osservazioni estremamente precise si potrebbe avere, in termini di informazione scientifica, molto di più rispetto a tante osservazioni poco precise che poi su una curva di luce finiscono inevitabilmente per distribuirsi in una nuvoletta più o meno indistinta.

C'è infatti una profonda differenza tra fare fotometria nei **filtri** UBVRi (i più noti) e fare fotometria nelle **bande** UBVRi ed identica considerazione si può estendere a tutti gli altri sistemi fotometrici, ad es. lo Sloan u'g'r'i'z'. Troppo spesso quella eseguita dall'astrofilo variabilista è una semplice fotometria fatta attraverso i filtri fotometrici senza alcuna trasformazione al sistema

standard; questa trasformazione implica necessariamente la valutazione del colore e quindi l'uso di almeno due filtri fotometrici; spesso invece le osservazioni avvengono con solo il filtro V, oppure ancor peggio osservando senza filtro alcuno. Certamente non è necessario essere dotati di tutti i cinque filtri UBVRi dello standard fotometrico Johnson-Cousin, ma negarsi l'impiego di almeno due filtri pregiudica di molto la qualità scientifica del lavoro fotometrico prodotto, senza considerare che la quantità di informazione che andremmo a fornire utilizzando due o più bande fotometriche sarebbe sensibilmente maggiore perché oltre al dato di magnitudine aggiungerei anche una preziosa informazione sul colore dell'oggetto che stiamo osservando (che può dirci molto in termini di temperatura dell'oggetto, della quantità di arrossamento interstellare ed altro ancora).

Va ricordato come l'errore di una osservazione non sia semplicemente legato ai soli conteggi fotografici raccolti, ma anche, soprattutto, a quanto bene avviene la trasformazione al sistema standard, se questa trasformazione al sistema standard viene fatta correttamente allora osservatori diversi riscontreranno sostanzialmente la stessa magnitudine senza invece disporsi offuscatamente in una nuvoletta di punti attorno ad un valore medio. Come sopra accennato ANS Collaboration per la riduzione dati fotometrica usa *software* proprietari, che potremmo definire molto performanti, tuttavia non è il *software* a determinare la qualità

fotometrica dei dati di ANS, bensì la dedizione degli osservatori alla precisione e la loro profonda comprensione della fotometria come vero esperimento scientifico di misurazione.

In 12 anni di attività, al 31 dicembre 2016, i dati ANS sono stati alla base o hanno comunque contribuito a 168 pubblicazioni professionali (elenco e copia PDF disponibili sul sito web di ANS Collaboration) suddivise in 102 comunicazioni brevi (CBET, IAUC, ATel) e 66 articoli referati comparsi su riviste professionali internazionali (MNRAS Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, A&A Astronomy and Astrophysics, New Astronomy, ApJ Astrophysical Journal, ed altre). Affiancato ed a supporto del programma fotometrico alcuni Osservatori di ANS conducono anche programmi spettroscopici sia in bassa che in alta dispersione (Echelle).

Fin dai suoi esordi ANS è rimasta una realtà sostanzialmente informale, forse anche un tantino chiusa su se stessa sebbene mai un enclave, ora tuttavia, per poter meglio accogliere e formare coloro che volessero approcciarsi ad ANS è giunto il momento di addivenire a qualcosa di più strutturato, dando corpo e ufficialità a ciò che ANS Collaboration da tempo già di fatto è: un'associazione astronomica che produce dati osservativi a filiera controllata e di alta qualità in ambito fotometrico e spettroscopico, particolarmente, ma non solo, su oggetti quali le stelle simbiotiche, novae, binarie ad eclisse, pre-sequenza ed altro.



Questa transizione da ANS 1.0 ad ANS 2.0 di fatto è già cominciata con la sua costituzione in associazione culturale dotata di un proprio statuto, di soci e dal nove aprile scorso anche di un board

scientifico e di un vertice direttivo. I prossimi importanti passi saranno tesi a far conoscere ANS alla comunità astrofila e passeranno attraverso questi due importanti appuntamenti:

Il 4 marzo 2018 presso la sala conferenze del Planetario di Ravenna ove si terrà l'ANS Collaboration 2.0 Foundation meeting, cui seguirà, nel weekend del 12/13 maggio 2018, presso l'Osservatorio

Astronomico 'Campo dei Fiori' di Varese, la Scuola teorica e pratica di ANS Collaboration sulla fotometria stellare. Maggiori informazioni sul sito: <http://www.ans-collaboration.org>.

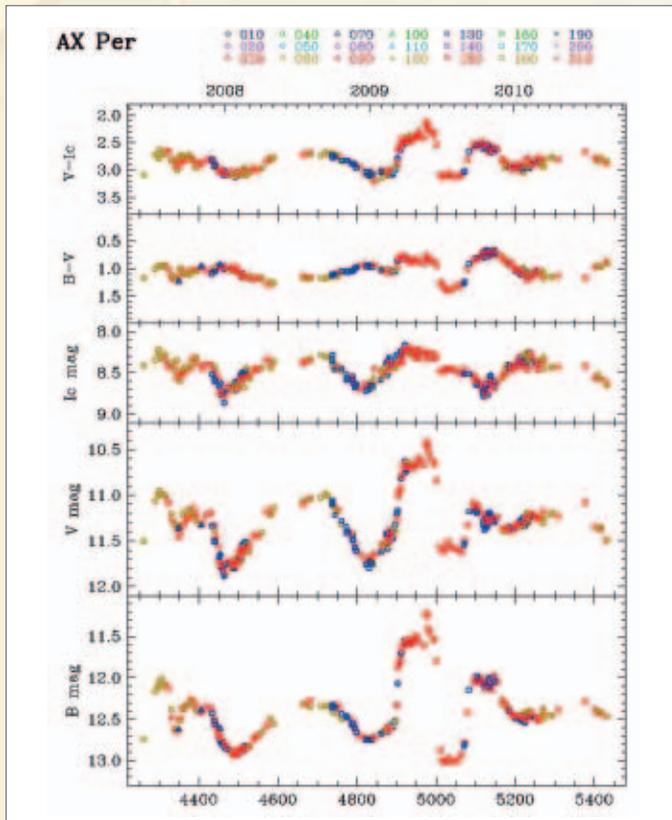


Figura 1. Curva di luce della variabile simbiotica AX Per dal 2007 al 2011 (simboli e colori identificano telescopi ANS diversi). Munari et al. 2015, MNRAS 447, 1661

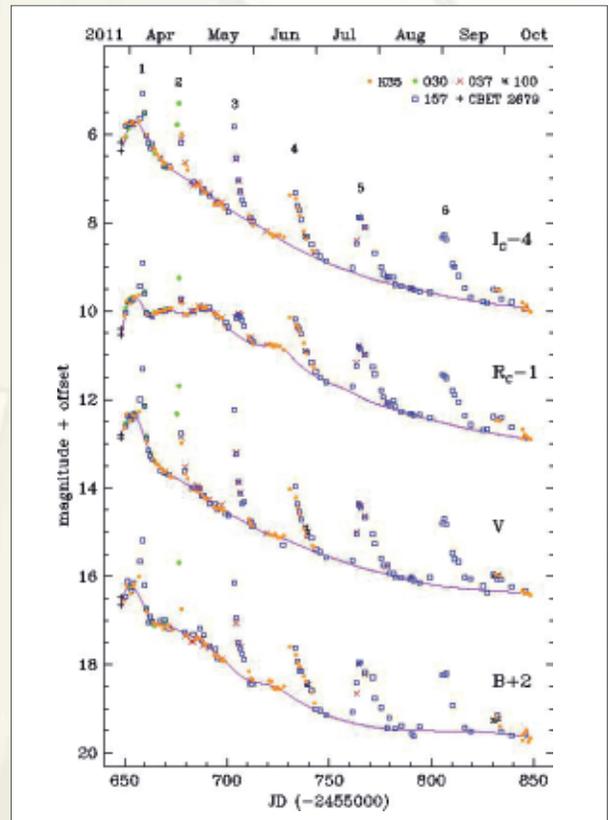


Figura 2. Curva di luce BVRI della nova V5588 Sgr (2011 N.2) con gli evidenti sei minimi secondari presentatisi. Munari et al. 2015, MNRAS 447, 1661

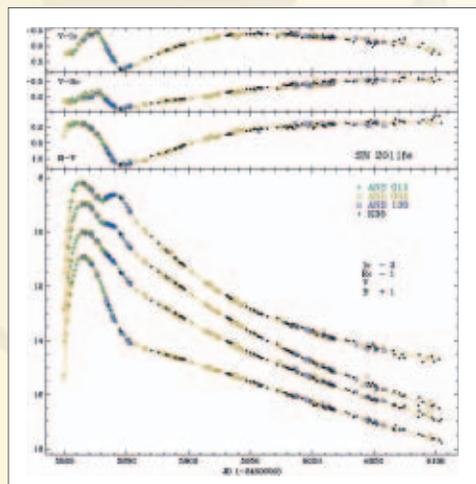


Figura 3. Curva di luce BVRI della SN 2011fe. Munari et al. 2013, NewA 20, 30

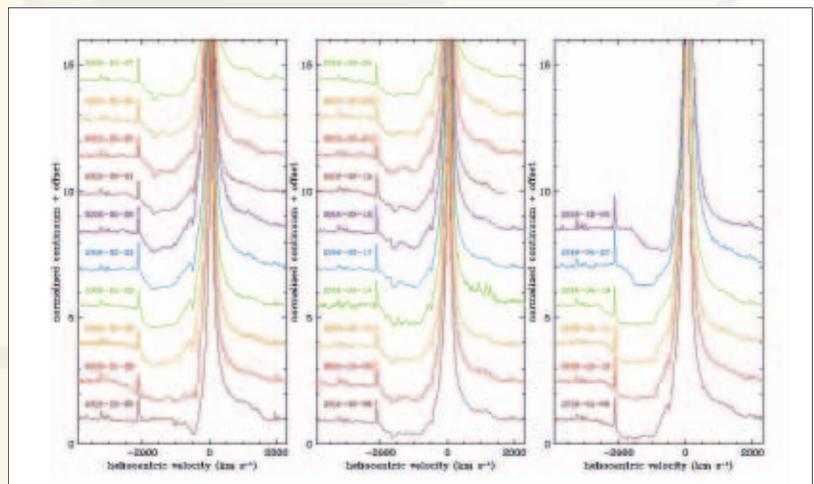


Figura 4. Monitoraggio ANS in alta risoluzione (Echelle) della rapida evoluzione dell'effetto P-Cyg in Hbeta nel 2016 per il micro-quasar MWC 560 (da Lucy et al. 2017, ApJ, in press).

ArduSiPM un rivelatore di Raggi Cosmici e Radiazioni Nucleari ma anche di fotoni di luce...

Valerio Bocci • valerio.bocci@roma1.infn.it • (INFN sezione di Roma)

La scoperta dei raggi cosmici ha compiuto ormai più di cento anni ma la loro esistenza è ancora sconosciuta al vasto pubblico. Tra il 1911-1912 Victor Franz Hess e Domenico Pacini in maniera diversa dimostrarono che le perturbazioni dei loro strumenti di misura (degli elettroscopi) erano dovute a della radiazione ionizzante proveniente dallo spazio e non generata sulla Terra.

Hesse fece i suoi esperimenti portando la sua strumentazione in alta quota tramite palloni aerostatici, l'italiano Domenico Pacini immergendo i suoi strumenti nel mare di Livorno e nel lago di Bracciano. Hesse notò che i suoi strumenti erano maggiormente perturbati al salire del pallone mentre Pacini notò un effetto schermante dell'acqua che ne riduceva l'intensità. Victor Franz Hess per la scoperta ricevette il premio nobel nel 1936 mentre purtroppo Domenico Pacini era già morto (1934).

Oggi sappiamo che i raggi cosmici sono particelle prevalentemente protoni lanciati a velocità prossime a quella della luce da oggetti dello spazio profondo (Supernove, Nuclei galattici attivi, Buchi neri) e impattando con gli strati alti dell'atmosfera generano una pioggia di particelle che raggiungono la terra.

Il campo magnetico offre un ottimo scudo per le particelle che arrivano dal Sole mentre l'atmo-

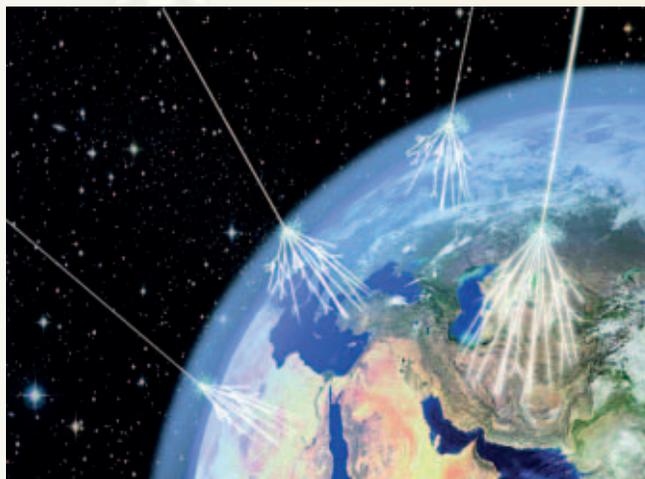


Figura 1. Le particelle ad altissima energia (tipicamente protoni) impattano nell'alta atmosfera generando una pioggia di particelle che arrivano fino a terra.

sfera assorbe le particelle di alta energia.

Lo studio dei raggi cosmici è molto attuale. Dopo la scoperta inaspettata avvenuta nel 1962 di sciami ad altissima energia da parte di John D Linsley and Livio Scarsi in New Mexico (il Volcano Ranch experiment), sono stati costruiti osservatori di raggi cosmici sempre più estesi proprio

per cercare cosmici primari molto energetici. Il più grande rivelatore attualmente in funzione con una superficie di circa 3000 km² è l'esperimento Auger in Argentina dove l'Italia con l'INFN è tra i maggiori partecipanti.

Dal 2013 il mio gruppo ha iniziato a lavorare su dei rivelatori di particelle portatili basati sul principio fisico della scintillazione,

principalmente per applicazioni in fisica medica e come monitor di fascio negli acceleratori. I rivelatori a scintillazione sono molto usati in fisica delle particelle e costituiscono il cuore di molti esperimenti al CERN e non solo. Al passaggio di una particella alcuni materiali si illuminano emettendo una debolissima quantità di luce. In passato l'unico sistema per rivelare questa debole luce (parliamo di pochi fotoni) era attraverso l'uso dei fotomoltiplicatori oggetti ingombranti e fragili con la necessità di essere alimentati da tensioni dell'ordine di migliaia di Volt. Negli ultimi dieci anni hanno fatto la loro comparsa commerciale dei "fotomoltiplicatori al silicio", nati nei laboratori a fine anni novanta chiamati SiPM (Silicon Photo Multiplier) capaci di rivelare singoli fotoni e con risposte temporali sotto al nanosecondo.

L'uso dei SiPM ci ha permesso di realizzare il nostro rivelatore "ArduSiPM" utilizzando un front-end elettronico veloce ma con tutte le funzionalità di controllo e misura dedicate ad un Arduino Due. In particolare il nostro rivelatore è in grado di registrare il tempo di arrivo di una particella al microsecondo (in teoria 50 ns) con una soglia in fotoelettroni dell'ordine di cinque, sono disponibili anche i segnali sia analogici che per digitali in modo da accedere alle caratteristiche intrinseche del SiPM (tempi al nanosecondo, impulsi al singolo fotone).



Figura 2. In foto la scheda ArduSiPM il piccolo rivelatore SiPM e lo scintillatore plastico.



La possibilità di avere un rivelatore molto compatto e con un costo di qualche centinaia di Euro (contro le migliaia dei rivelatori equivalenti) ci ha permesso di divulgarlo nelle scuole come strumento didattico per la rivelazione dei raggi dei raggi cosmici e delle radiazioni nucleari. Oltre ad un utilizzo come rivelatore singolo, utilizzando diversi di questi dispositivi collegati in rete tramite internet, è possibile utilizzare scuole, osservatori, privati, come elementi di una rete di un grande rivelatore di raggi cosmici.

Nel corso del convegno GAD a parco Lilio ho proposto un utilizzo di ArduSiPM in astronomia ottica (applicazione dei SiPM già presente in letteratura) per lo studio di pulsar ottiche (es. Crab Nebula) o eventi veloci. La possibilità di avere una misura in tempo reale dei fotoni in arrivo (al microsecondo) apre un campo nel dominio del tempo non raggiungibile con le CCD (tempi di integrazione dell'ordine delle decine di millisecondi) permettendo di vedere fenomeni rapidi di cambio di luce.

Il rivelatore ArduSiPM è acquistabile da terze parti su internet sotto licenza INFN.

Bibliografia

- Valerio Bocci. "Rivelatori fai da te." *Asimmetrie* rivista Istituto nazionale Fisica Nucleare <https://www.asimmetrie.it/as-illuminazioni-rivelatori-fai-da-te>
- "ArduSiPM Shield KIT, un rivelatore di raggi cosmici e radiazioni nucleari" *Elettronica Open Source* <https://it.emcelettronica.com/ardusipm-shield-kit-un-rivelatore-di-raggi-cosmici-e-radiazioni-nucleari>
- V. Bocci et al. The ArduSiPM a compact transportable Software/Hardware Data Acquisition system for SiPM detector, Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Seattle 2014, IEEE, 2014. <http://arxiv.org/abs/1411.7814>
- V. Bocci et al. A low cost network of spectrometer radiation detectors based on the ArduSiPM. 2015 4th International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA) LISBON 2017 <https://arxiv.org/abs/1506.01915>
- V. Bocci et al. An educational distributed Cosmic Ray detector network based on ArduSiPM. Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP 2017 San Francisco) <https://arxiv.org/abs/1703.09843>
- A. De Angelis "L'enigma dei raggi cosmici, Le più grandi energie dell'universo" Springer
- F. Meddi et al. A New Fast Silicon Photomultiplier

Photometer. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Volume 124, Number 915 <http://iopscience.iop.org/article/10.1086/66592>

Dott. Valerio Bocci, fisico e primo tecnologo presso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, ha lavorato come uno dei principali ideatori e realizzatori dei sistemi elettronici di trigger e di acquisizione dati nei più grandi esperimenti di fisica delle alte energie degli ultimi 25 anni, quali DELPHI, Atlas e LHCb, al CERN di Ginevra, KLOE ai Laboratori Nazionali di Frascati e Auger in Argentina non che nello sviluppo di elettronica e rivelatori per applicazioni in Fisica Medica.

Professore in carica del corso di "Elettronica per Fisica delle alte energie" nell'iter formativo del dottorato di ricerca in Fisica dell'università Sapienza di Roma.

Negli ultimi anni, si è applicato con i suoi collaboratori, alla costruzione di rivelatori di particelle nella filosofia "Maker", rivelatori compatti e maneggevoli, interfacciabili direttamente ai computer o al mondo dell'Internet delle cose (IoT) che utilizzano altissima tecnologia disponibile sul mercato. In particolare il rivelatore ArduSiPM ultimo nell'evoluzione di tali dispositivi riproduce il funzionamento dei rivelatori di particelle utilizzati al CERN e nei laboratori di tutto il mondo. Tali rivelatori sono stati utilizzati in fisica medica, in esperimenti di fisica delle alte energie e recentemente nel campo della divulgazione scientifica dalla scuola primaria all'università.

Ricerca e Scuola: un incontro possibile e necessario

Domenico Liguori • mim_lig@alice.it • Liceo Scientifico di Cariati (Cs)

La cultura scientifica vive una crisi e questa si manifesta soprattutto nel sistema scolastico italiano improntato, ancora, sull'impostazione gentiliana. L'entità del danno sociale appare evidente dai dati dell'OCSE-PISA e dalle statistiche sulle immatricolazioni dei nostri giovani alle facoltà scientifiche e dal numero di coloro i quali riescono a conseguire la laurea. Una serie di concause, tra cui il team docenti, il sistema scolastico ed i pregiudizi sulla matematica e le scienze, allontanano sempre più il mondo della ricerca da quello dell'istruzione nonostante i prodotti della tecnologia riempio-

no sempre più i nostri spazi quotidiani. Di contro, ci sono anche esperienze diverse ed eccezionali che riescono ad andare contro corrente, rendendo necessario e possibile l'incontro del mondo della scuola con quello della ricerca. Tra questi esempi ve ne sono almeno tre, a mio avviso, degni di nota e riguardano tutti e tre la ricerca sui raggi cosmici. Il primo progetto, EEE (*Estreme Energy Events*) [1] ha come mission proprio la volontà di portare la scienza nelle scuole diretto ed ideato dal Prof. Antonino Zichichi. Il Progetto EEE consiste in una speciale attività di ricerca sull'origine dei raggi

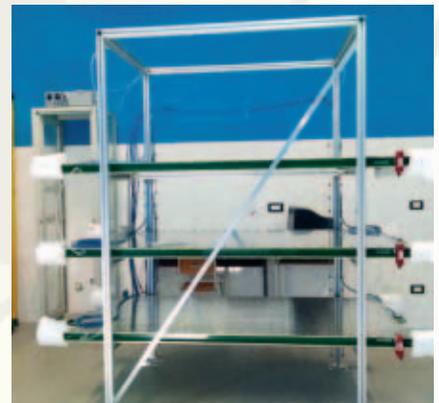


Figura 1. Rivelatore di EEE.

cosmici che viene condotta in collaborazione con il CERN (Centro Europeo per la Ricerca Nucleare) di Ginevra, l'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), il MIUR, il Centro Fermi di Roma e il contributo determinante di studenti e docenti degli Istituti Scolastici Superiori. In ciascuna delle scuole aderenti al progetto viene costruito un rivelatore di raggi cosmici (vedi figura 1) da mettere in rete tramite strumentazione GPS con gli strumenti delle altre scuole allo scopo di creare una rete di rivelatori distribuiti su tutto il territorio nazionale.

Ai ragazzi viene dato, inoltre, l'importantissimo compito della costruzione degli stessi rivelatori a partire da elementi di base, affinché si rendano conto di come si possa passare da materiali poveri a strumenti di altissima precisione. La costruzione dei rivelatori avviene nei laboratori del CERN, nei luoghi più esclusivi della ricerca più avanzata, che vengono resi a tale scopo accessibili ai ragazzi. Il progetto prevede di coinvolgere un centinaio di scuole e al momento le scuole dotate del rivelatore sono circa la metà. Le altre scuole aderenti al progetto, in lista d'attesa per la costruzione del proprio rivelatore, contribuiscono allo studio dei dati acquisiti da tutti gli altri strumenti e messi in rete a disposizione di tutti. Lo studio dei raggi cosmici ha una notevole importanza nei più svariati campi, dai fenomeni astrofisici che accadano nell'Universo, al monitoraggio del Sole, alle relazioni sul clima, etc. Oltre all'interesse puramente scientifico, questo progetto offre alle scuole, agli studenti ed ai docenti che vi aderiscono, una opportunità ineguagliabile: la possibilità di condividere la vera ricerca scientifica con i protagonisti della stessa nella propria scuola e nei luoghi, per eccellenza, ad essa adibiti. L'esperienza di fare uno stage nei più importanti laboratori di fisica del mondo, il CERN di Ginevra, e la possibilità di apprendere il metodo scientifico dai ricercatori coinvolti sono gli obiettivi più straordinari che il progetto EEE offre. L'idea del Prof. Zichichi di portare la scienza nelle scuole attraverso la condivisione di questo progetto di ricerca offre, inoltre, la possibilità di fare esperienza di lavoro di gruppo con studenti provenienti da altre realtà, confrontarsi con docenti e ricercatori, rendicontare periodicamente il proprio

lavoro nei meeting organizzati a tale scopo, imparare e praticare il metodo sperimentale, arricchire le conoscenze nell'ambito della fisica moderna, dell'elettronica e dell'informatica e di tutte quelle competenze necessarie a gestire la strumentazione messa a disposizione degli studenti. L'altro progetto consiste nell'utilizzo del rivelatore ArduSiPM [2] [3] per lo studio dei raggi cosmici (vedi figura 2).

Questo tipo di rivelatore è costituito da una scheda Arduino DUE, un modulo d'acquisizione, un SiPM (*Silicon Photomultiplier*) ed uno scintillatore plastico del tipo BC408 dalle dimensioni di $50 \times 50 \times 5$ mm³. I raggi cosmici, attraversando lo scintillatore ed interagendo con la materia di cui è fatto, producono uno o più fotoni che vengono rilevati dal SiPM. L'elettronica d'acquisizione ed il software dedicato gestiscono questi segnali fornendo il loro conteggio in hertz monitorandone visivamente la presenza attraverso dei led. La parte più importante ed innovativa di questo tipo di rivelatore è costituito dal SiPM. I fotomoltiplicatori al silicio (SiPM) sono prodotti direttamente da un wafer di silicio su cui vengono impiantate matrici costituite da array di microcelle fotosensibili. Ciascuna microcella è un fotodiodo a valanga (*Avalanche Photodiode*, o APD) a singolo fotone. Ogni APD lavora in modalità Geiger ed è accoppiato agli altri tramite una resistenza integrata. Tutte le microcelle sono lette in parallelo il che rende possibile generare segnali in una gamma dinamica che va dal singolo fotone fino a 1000 fotoni per millimetro quadrato. La tensione di alimentazione dipende dalla tecnologia usata per gli APD e varia in un intervallo tipico da 30 V a 80 V. Le dimensioni tipiche di un SiPM variano da 1 mm² a 3 mm². I vantaggi rispetto all'utilizzo dei tradizionali fotomoltiplicatori a tubo (PMT) sono enormi sia dal punto di vista delle tensioni di alimentazioni necessarie al loro funzionamento sia dal punto di vista delle dimensioni e quindi della flessibilità di utilizzo e trasportabilità, tutte qualità che favoriscono l'utilizzo dei SiPM al posto dei PMT soprattutto negli ambienti scolastici anche per gli ovvi motivi di sicurezza che ne derivano. Tutto il rivelatore viene alimentato a 5 V con un cavo USB connesso ad un PC attraverso un convertitore DC/DC. Un con-

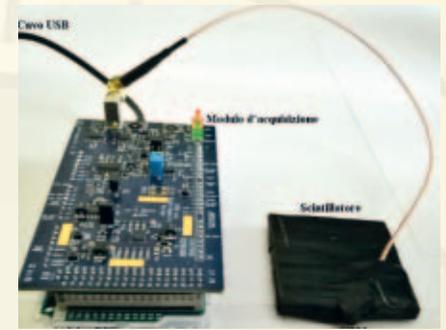


Figura 2. Rivelatore ArduSiPM.

vertitore analogico/digitale (con tempi di qualche ns) permette di avere un segnale TTL in uscita utilizzabile per il monitoraggio, il conteggio degli eventi rivelati o come trigger per altri sistemi di acquisizione esterni. Infine il progetto ADA (*Astroparticle Array Detector*) [4] rivolto anch'esso alle scuole, agli istituti, osservatori e privati che vogliono contribuire a realizzare un osservatorio a matrici per raggi cosmici distribuito su tutto il territorio nazionale. Questo rivelatore utilizza due tubi Geiger in coincidenza e permette di studiare le variazioni di flusso in funzione dei parametri meteo, l'effetto Forbush e l'asimmetria est-ovest [5] [6].

Bibliografia e sitografia

- [1] <http://eee.centrofermi.it/>
- [2] V. Bocci et Al., The ArduSiPM a compact transportable Software/Hardware Data Acquisition system for SiPM detector, arXiv:1411.7814 [physics.ins-det] IEEE NSS-MIC 2014, Seattle.
- [3] V. Bocci et Al., An educational distributed Cosmic Ray detector network based on ArduSiPM, arXiv:1703.09843 [physics.ins-det] <http://scholar.google.it/scholar?hl=it&eq=ardusipm&btnG=&tr>
- [4] <http://www.astroparticelle.it/>
- [5] D. Liguori, P. Barone "Esperienza con i raggi cosmici" La Fisica nella Scuola, Anno XLVIII, pagg. 97-109 n°3, Luglio-Settembre 2015.
- [6] D. Liguori, P. Barone "Uno sguardo sul Sole attraverso i raggi cosmici", *Astronomia*, n° 5 Settembre-Ottobre 2016 Anno XLI, pagg. 18-23.



Software di Automazione "Ricerca"

Antonino Brosio • antonino.brosio@gmail.com

Prima o poi tutti gli astrofili che hanno una strumentazione evoluta devono obbligatoriamente, scontrarsi con la realtà dei software per astronomia che servono a controllare il telescopio, la CCD, l'autoguida, a elaborare le immagini ottenute, a tirare fuori i dati scientifici ecc, insomma tanti software, spesso costosi, perché allora non avere un software che fa tutto quanto e in maniera quasi del tutto automatica? E questo il caso del software "Ricerca" della Omega-Lab progettato e realizzato dal Dott. Salvatore Massaro.

Il software viene già utilizzato da diversi osservatori sia professionali che amatoriali sparsi non solo in Italia ma in tutto il mondo come ad esempio l'Osservatorio Astronomico INAF di Palermo, l'Osservatorio Astrofisico INAF di Catania, l'Osservatorio

Astronomico del Vaticano e tanti altri.

Il Software, sicuramente molto valido, è giunto alla settima versione. Cuore del sistema è sicuramente l'Unità OCS III che permette al software di poter controllare tutti i dispositivi hardware dell'osservatorio permettendo un quasi controllo del tutto robotico di tutte le periferiche.

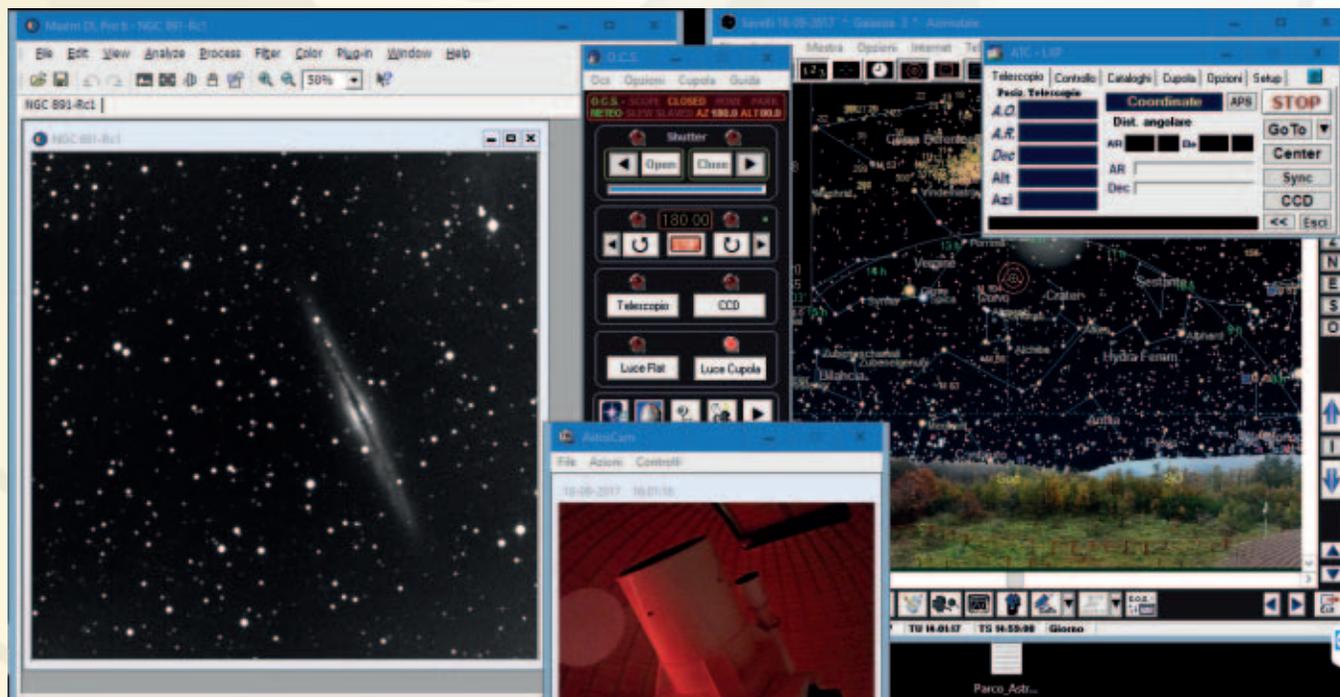
Il punto di forza del software sta nel fatto che è possibile effettuare tutte le operazioni che sono utili all'astrofilo dal puntamento passando per l'acquisizione e finendo per l'elaborazione immagini e l'estrapolazione dei dati scientifici, utilizzando solo un software. A dire il vero presentare così il software Ricerca è molto riduttivo perciò il mio consiglio è sicuramente quello di scaricare una demo dal sito OMEGALAB e di testarlo sul campo visto che

basandosi sui drivers ASCOM molte funzioni si possono eseguire anche senza l'Unità OCSIII.

Grazie a Ricerca è possibile svolgere tutte le operazioni utilizzando solo ed esclusivamente i tools presenti all'interno del pacchetto software e sarà possibile comandare il telescopio, la CCD, il focheggiatore, la ruota portafiltri e il telescopio di guida. Ricerca si occupa della ripresa automatizzata delle pose del cielo ed esegue automatica sia la riduzione delle immagini sia la combinazione ed è possibile inoltre impostare la ripresa automatica dei frame di calibrazione di bias, dark e flat. Per chi si occupa di ricerca scientifica Ricerca ha al suo interno dei tools molto potenti e importanti infatti permette di lavorare sia alla ripresa astrometrica e all'invio dei dati al Minor Planet Center di asteroidi e

comete, sia alla ripresa fotometrica e alla formazione di curve di luce (anche in live mode) di stelle variabili e pianeti extrasolari. Molto importanti sono anche i moduli che permettono la ricerca automatica di nove e supernove extragalattica e l'osservazione dei GRB.

Il software Ricerca è stato concepito per poter automatizzare e ridurre al minimo lo sforzo dell'astrofilo o dell'operatore di osservatorio, portando su un nuovo livello l'osservazione astronomica, rendendo "intelligente" la strumentazione tecnica astronomica. Il software Ricerca viene aggiornato almeno una volta al mese e il Dott. Massaro è molto disponibile per effettuare personalizzazioni del software e per la correzione di eventuali bug interagendo con i propri clienti.



Luigi Lilio, il padre del moderno calendario

Mauro Graziani • magraziani@racine.ra.it

È difficile dare un'idea dell'importanza dell'opera di Luigi Lilio senza dapprima ripercorrere, seppur in modo estremamente sintetico, la storia del calendario. Infatti per noi tutti il calendario è uno strumento così connaturato nel nostro quotidiano che difficilmente facciamo davvero caso alla sua struttura nonchè ad alcune sue stranezze come ad esempio: perché i mesi che vanno da settembre a dicembre hanno nomi che sembrano sottendere i numeri sette, otto, nove e dieci, quando in realtà denotano, rispettivamente, il nono, decimo, undicesimo e dodicesimo mese? E come mai in un anno i mesi sono proprio dodici ed hanno lunghezze diverse, che vanno da un massimo di 31 giorni di alcuni mesi ai 28 giorni del mese di febbraio, quando l'anno non è bisestile? E perchè poi ogni 4 anni viene messo questo gg in più nel mese di febbraio?

Per trovare risposta a queste domande è necessario ripercorrere il lungo e non sempre lineare cammino evolutivo che ha portato alla forma attuale del nostro calendario, la cui denominazione esatta è calendario gregoriano. Questo cammino inizia con il cosiddetto calendario di Romolo, risalente ai tempi della fondazione di Roma (753 a.C.) che constava di soli 10 mesi con inizio dell'anno a marzo.

Nella costruzione di un calendario il concetto di fondo è quello di trovare la migliore approssimazione possibile tra un ciclo di anni civili, che per motivi pratici devono contenere ognuno un numero intero di giorni e la lunghezza dell'anno tropico,



Figura 1. Antonio Lilio, fratello di Luigi, illustra alla pontificia commissione per la riforma del calendario, presieduta da un assito Papa Gregorio XIII, i concetti astronomici alla base dei calcoli sui quali si articolerà poi la riforma gregoriana che porterà il calendario alla sua forma odierna. Tavola della biccherna, n°72. Archivio di Stato Siena. Tempera su tavola, cm 52.4 x 67.8. Autore sconosciuto.

che prosaicamente scandisce le stagionalità ed è formalmente definito come il periodo di tempo che intercorre tra due successivi passaggi del sole nel punto equinoziale di primavera (365.24219 giorni solari medi). Se poi vogliamo avere un calendario che sia armonizzato anche con il ciclo lunare è necessario utilizzare come base di calcolo un minimo comune multiplo tra l'anno tropico, e la durata media del mese sinodico, ovvero di un ciclo di lunazione (29.53059 giorni solari medi).

Questo comune multiplo fu scoperto dall'astronomo ateniese Metone già nel 432 a.C. Un ciclo metonico dura 19 anni solari e tra un ciclo e l'altro le lunazioni si ripresentano quasi esattamente negli stessi giorni. Un ciclo metonico contiene quasi esattamente 235 mesi lunari.

Un calendario concepito basandosi sul ciclo metonico pren-

de il nome di calendario lunisolare ed il nostro attuale calendario deriva da calendari lunisolari, anche se piuttosto approssimati, come il già citato calendario di Romolo ed il successivo calendario di Numa Pompilio, che sostituì l'imperfetto calendario di Romolo. Tuttavia con la riforma giuliana del calendario attuata nel 44 a.C. da Giulio Cesare, fu definitivamente persa ogni sincronia con il periodo lunare, conservandone tuttavia vestigia nella suddivisione in mesi, i quali, rappresentano grossomodo la durata di una lunazione. Per aumentare la coincidenza tra la durata media di un anno giuliano e quella dell'anno tropico si intercala, alla fine di febbraio, un giorno in più ogni 4 anni; proprio il giorno bisestile ben noto a tutti. In questo modo la lunghezza media dell'anno è di 365.25 giorni, con uno scarto di soli 0.0081 giorni rispetto all'anno tropico;

un approssimazione ritenuta, all'epoca di Cesare sufficientemente buona. Tuttavia nel corso del tempo questo scarto (pari a poco più di 11 minuti/anno) è andato pian piano ad accumularsi determinando uno sfasamento sempre maggiore rispetto all'anno tropico e quindi rispetto alle stagioni astronomiche. In questo lasso di tempo, l'impero romano cade, ed è il clero cattolico che assume il controllo e la gestione del calendario giuliano collocandovi le varie ricorrenze religiose della cristianità. La necessità di riallineare il calendario con il ciclo stagionale emerge già in epoca medievale, ma bisogna aspettare la seconda metà del XVI secolo, quando Papa Gregorio XIII, al secolo Ugo Boncompagni da Bologna, istituisce una commissione per la riforma del calendario.

Oltre al necessario riallineamento con l'anno tropico c'è la



necessità di addivenire ad un più esatto ed univoco metodo per il calcolo della data della Pasqua, festa mobile, importantissima per la chiesa cattolica, il cui computo è determinato anche da quel ciclo lunare dal quale l'allora corrente calendario giuliano si era oramai già da secoli sganciato.

Pertanto i punti su cui si articola la riforma sono i seguenti: riallineamento del calendario con l'anno tropico, nel 1582, anno di attuazione della riforma, lo scarto accumulato è di ben dieci giorni; introduzione di un meccanismo che eviti nuovi sfalsamenti nel corso dei secoli ed infine trovare un metodo per calcolare agevolmente la data della Pasqua.

Tra le varie proposte di riforma sottoposte alla commissione spicca, per semplicità e precisione di calcolo, quella portata da Luigi Lillio (nome che, in alcune fonti documentali, viene cambiato in Luigi Giglio oppure latinizzato in Aloisius Lilius). Sulla figura di questo illustre scienziato la storia ci ha tramandato, purtroppo,

davvero poco. Sappiamo che nacque nel 1510 in Calabria a Psicron, attuale Cirò, in provincia di Crotona e dopo aver ricevuto, nella prima gioventù, una solida formazione umanistica si trasferisce a Napoli dove si laurea in medicina, tuttavia i suoi interessi travalicano la professione medica sfociando in altre branche del sapere quali la matematica e l'astronomia, cosa del resto piuttosto comune negli uomini di scienza dell'epoca. Successivamente si trasferisce a Roma ed è probabilmente qui che concepisce il meccanismo matematico attraverso il quale rimediare alle imperfezioni del calendario giuliano. Alcuni documenti sembrano individuarlo attivo, per un certo periodo, come docente di medicina all'Università di Perugia ma al di là di questi pochi aspetti quasi nulla si conosce della sua vita, non ci sono dati certi nemmeno sul luogo e sulla data di morte, probabilmente avvenuta tra il 1574 e il 1576, comunque prima della promulgazione della riforma gregoriana basata sulla

sua opera. Sarà il fratello Antonio, tra l'altro probabile coautore assieme a Luigi, a descrivere alla pontificia commissione la proposta liliana attraverso la quale si procederà poi fattivamente alla riforma.

Il meccanismo, proposto, semplice ed efficace, propone la soppressione di 10 giorni per riallineare il calendario alla stagione astronomica, mentre per evitare il prodursi di nuovi sfasamenti viene proposta la soppressione di 3 giorni bisestili ogni 400 anni abolendo la bisestilità negli anni secolari le cui prime 2 cifre non siano esattamente divisibili per 4. Tale espediente migliora notevolmente la precisione del calendario medio rispetto all'effettiva durata dell'anno tropico, riducendo lo scarto a soli 3 giorni ogni 10 000 anni. Infine, la riforma liliana propone per il calcolo della Pasqua un metodo basato sulle epatte (l'epatta è l'età della luna all'inizio dell'anno) che permette di stabilire facilmente la data della Pasqua di un qualsiasi anno a piacere.

Tali proposte vengono accettate dalla commissione e promulgate attraverso la bolla papale 'Inter Gravissimas' nel febbraio dell'anno 1582, la storica soppressione dei dieci giorni verrà attuata, non senza polemiche, nel mese di ottobre dello stesso anno quando, al giorno 4 di quel mese, seguirà direttamente il giorno 15.

Purtroppo l'opera di Lilio, originariamente raccolta sotto forma di manoscritto, è andata completamente perduta, tutto ciò che rimane sono pochissime copie del *Compendium*, libello stampato nel 1577 che rappresentava una sorta di breviario operativo, destinato alle curie locali, al fine di dettare i criteri di applicazione della riforma. Ciò nonostante il frutto del suo lavoro seppur inconsapevolmente lo apprezziamo ogni volta che gettiamo lo sguardo su quel calendario che egli, alla stregua di un orologio cosmico, ha aggiustato, raccordato i moti celesti che ci sovrastano ai nostri piccoli e quotidiani moti terreni.

Supernovae: distruzione e creazione, le due facce delle esplosioni cosmiche

Sandra Savaglio • sandra.savaglio@unicat.it

Le stelle più grandi dell'universo finiscono la loro vita con una esplosione catastrofica che chiamiamo supernova. Le supernove possono essere più potenti della radiazione emessa da un'intera galassia stessa. Tuttavia, se da una parte possono causare distruzione globale, dall'altra, sono una componente fondamentale per la vita e per l'evoluzione del

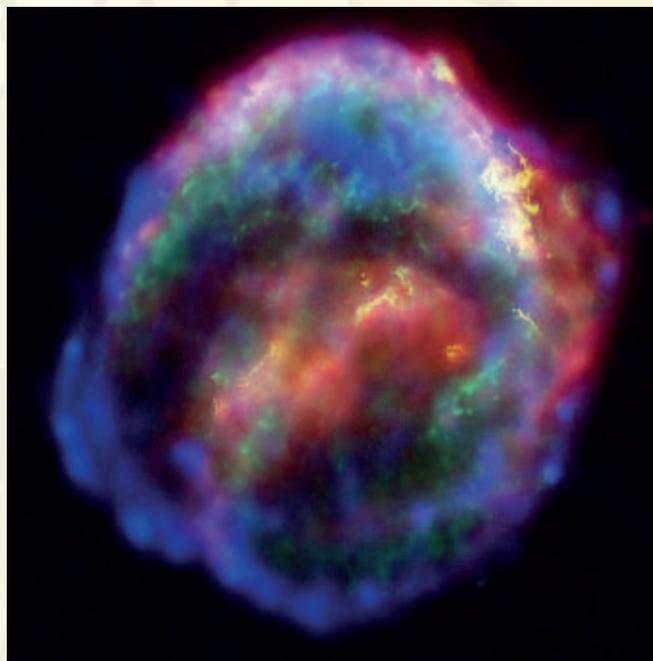
nostro universo. Comunque, e non potrebbe essere diversamente, gli eventi più energetici sono anche i più rari. Nella nostra galassia, l'ultimo evento ben documentato risale a 4 secoli fa. Si tratta della supernova scoperta da Giovanni Keplero, lo scienziato e astrofisico tedesco. In base agli eventi passati e alle nostre conoscenze è possibile prevedere la frequenza di su-

pernove nella nostra Galassia, secondo cui la prossima supernova dovrebbe essere imminente. Sappiamo che succederà presto, ma sfortunatamente non sappiamo esattamente quando, né quale sarà la prossima stella a esplodere. Sappiamo solo che fa parte del ciclo della vita cosmica."

Nella prima figura, la Supernova 1994D (di tipo Ia) osservata

nella galassia NGC 4526 (distanza 55 milioni di anni luce).

Nella seconda figura, è il resto della supernova di Keplero del 1604, così come ci appare oggi, distanza di 20 mila anni luce dalla Terra. La figura in realtà mostra la sovrapposizione di immagini prese a diverse lunghezze d'onda con i telescopi spaziali Hubble (UV/ottico), Spitzer (infrarosso) e Chandra (raggi X).



Il Parco Astronomico Lilio

Maria Antonia Tripodi • trip.anto@gmail.com

Il Parco Astronomico Lilio è una struttura che sorge a 1170 m di quota di confini della Sila Crotonese, nel comune di Savelli.

La storia del Parco inizia nei primi del 2001 quando il Prof. Filippo Frontera, professore dell'Università di Ferrara e originario di Savelli, si impegnò affinché a Savelli venisse realizzato un osservatorio astronomico.

Insieme all'amministrazione comunale e provinciale questa idea si concretizzò nel 2009 quando venne stanziato un primo finanziamento di 450 000 euro che diedero la possibilità di porre la prima pietra e realizzare le due strutture: il planetario e l'osservatorio. Furono anche installati gli strumenti realizzati dalla ditta veneziana Gambato, che vinse l'appalto.

Ma purtroppo il primo finanziamento non bastò per comple-



Figura 1. Parco Astronomico Lilio.

tare l'area e metterla in funzione, nonostante furono fatte varie inaugurazioni.

Rimase chiuso e in disuso per molti anni. Nel 2013 la provincia di Crotona tramite un PISL riuscì a stanziare altri fondi per poter

completare l'opera e metterla in funzione.

Il bando prevedeva sia la parte del completamento dei lavori edili, sia la gestione didattica-divulgativa e sia il completamento della casa di Lilio a Cirò (KR).

Ecco perché il nome Parco Astronomico Lilio. Lilio era un astronomo del '500 vissuto molto probabilmente a Cirò(KR).

Grazie al connubio Lilio-Savelli sono iniziati i lavori di completamento nel 2015 per poi



finalmente nell'agosto 2016 inaugurare e donare vita a questo posto immerso nella natura silana.

Abbiamo lavorato per molti mesi per poter realizzare attività nella struttura in modo da poter coinvolgere sia privati che scuole. Ciò che desideriamo è far innamorare tutti dell'astronomia, far capire cosa è questo mondo affascinante e immenso.

Vogliamo che l'astronomia sia accessibile a tutti.

Il viaggio nel mondo dell'astronomia inizia nel nostro planetario, in cui facciamo conoscere sia ai grandi che ai piccoli il funzionamento del cielo e i fenomeni astronomici nonché facendo dei tour virtuali tra gli oggetti del cosmo.

Una novità che abbiamo introdotto all'interno del nostro Parco sono i laboratori didattici. Un luogo dedicato ai più piccoli dove sporcandosi le mani di tempera imparano il sistema solare, le fasi lunari costruendo modellini in

3D. Laboratori che possono sfruttare sia le scuole che i privati, ogni attività è studiata in base all'età dei partecipanti.

Nella nostra struttura è possibile anche effettuare l'osservazione del Sole attraverso il nostro telescopio Bresser dotato di due filtri solare (luce bianca e H-alpha).

Un altro gioiellino del nostro Parco sono le piazzole osservative. Esse che non servono soltanto per farci stare seduti comodamente ma sono utilissime per gli appassionati. Sono dotate tutte di presa elettrica in modo da essere affittate e sfruttate per posizionare i propri telescopi, osservare in tranquillità immersi nella natura uno dei cieli più bui d'Italia.

Le osservazioni notturne vengono svolte nel nostro osservatorio sotto una cupola di 5 metri, sotto la quale monta un telescopio riflettore Ritchey-Chrétien da 50 cm, dove diamo la possibilità a tutti i nostri visitatori di mettere

l'occhio ed osservare l'universo.

Quando non si è impegnati con le visite il telescopio viene utilizzato per la ricerca scientifica, la nostra ricerca verte su: - Esopianeti, -Comete,-Asteroidi,- Fotometria,-Astrometria.

Nell'ultimo anno abbiamo puntato sul miglioramento della struttura e della strumentazione. Andando a migliorare quelli che erano i deficit iniziali. Abbiamo aggiunto, per la divulgazione, un radiotelescopio, e soprattutto abbiamo puntato sulla remotizzazione dell'osservatorio astronomico e sull'ottimizzazione della strumentazione della ricerca scientifica.

In questo primo anno, conclusosi il 5 agosto 2017, abbiamo più che altro puntato a far conoscere questa struttura nata in sordina e diventata una gran bella realtà.

In quest'ultimo anno abbiamo ricevuto 9000 visitatori, ringraziamo la gente per essere stata da noi.

Il nostro lavoro è stato so-

prattutto con i giovani calabresi delle scuole che ci hanno tenuto compagnia sia in autunno che in primavera. Speriamo quest'anno di ripeterci e di continuare, tuttavia abbiamo ancora un sogno nel cassetto.

Il nostro sogno è quello di far crescere ancora di più questa struttura, infatti stiamo lavorando al fine di poter realizzare una terrazza osservativa con 6 telescopi da 40 cm e un grande telescopio per la ricerca di asteroidi NEA.

Puntiamo anche soprattutto sul migliorare la qualità dei nostri programmi didattici introducendo dei corsi di formazione qualificanti per docenti e appassionati. Tuttavia abbiamo bisogno degli aiuti dei nostri enti calabresi per realizzare tutto ciò, speriamo che possano aiutare questa struttura a crescere e brillare sempre di più in terra calabra.

Ma noi saremo sempre in prima fila per fare ogni giorno sempre meglio.

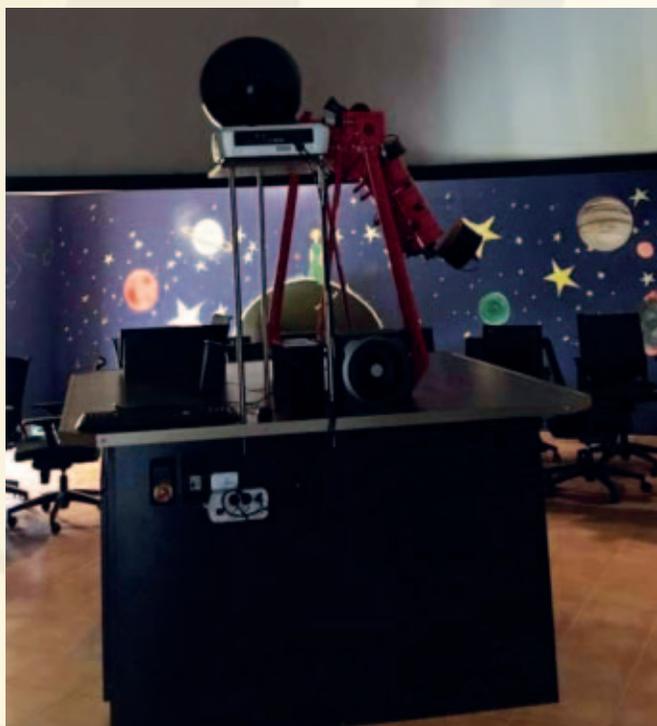


Figura 2. Planetario.



Figura 3. Telescopio Principale Ritchey-Chrétien.

L'eclissi del sistema di N Scorpis nel giugno 2017

The eclipse of N Scorpis in June 2017

Costantino Sigismondi • costantino.sigismondi@uniroma1.it • (ICRA/Sapienza, Liceo G. Ferraris, Roma)

Abstract

The double star N Scorpis has an orbital period of 223 d and time between eclipses of 3.5 days, and from 11 to 15 June 2017 an observational campaign in AAVSO has been conducted. Observations from Rome with the star down to 4.5° above the horizon evidenced the differential chromatic extinction and the scintillation. The integration over a series of 1/2 s photographs permitted to limitate and evaluate the scintillation effect. The beginning phase of the primary eclipse has been detected at 2 sigma level.

Stelle basse sull'orizzonte ed estinzione cromatica

Quando il Sole si avvia al tramonto la sua luce cambia colore fino ad assumere quello del miele, e spesso la vista del suo disco può essere sostenuta ad occhio nudo, quando diventa rosso. Rispetto al meridiano il colore del Sole diventa rosso, segno che le componenti della luce a minor lunghezza d'onda vengono estinte dall'atmosfera, maggiormente che il rosso.

Figura 1. Foto di un pannello bianco a Roma mentre il Sole passa da $h=12^\circ$ in alto a sinistra, a $h=4^\circ$ in basso a destra,¹ il 13/6/17.

1 D. Malin e P. Murdin, Colours of the Stars, Cambridge UP (1984), p. 76

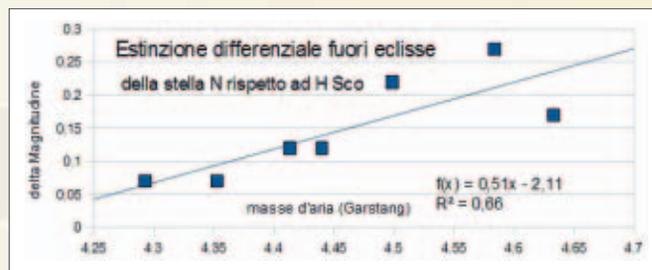


Figura 2. Dati visuali del 12 e 13 giugno relativi al tramonto delle due stelle senza eclissi in corso con estinzione cromatica.

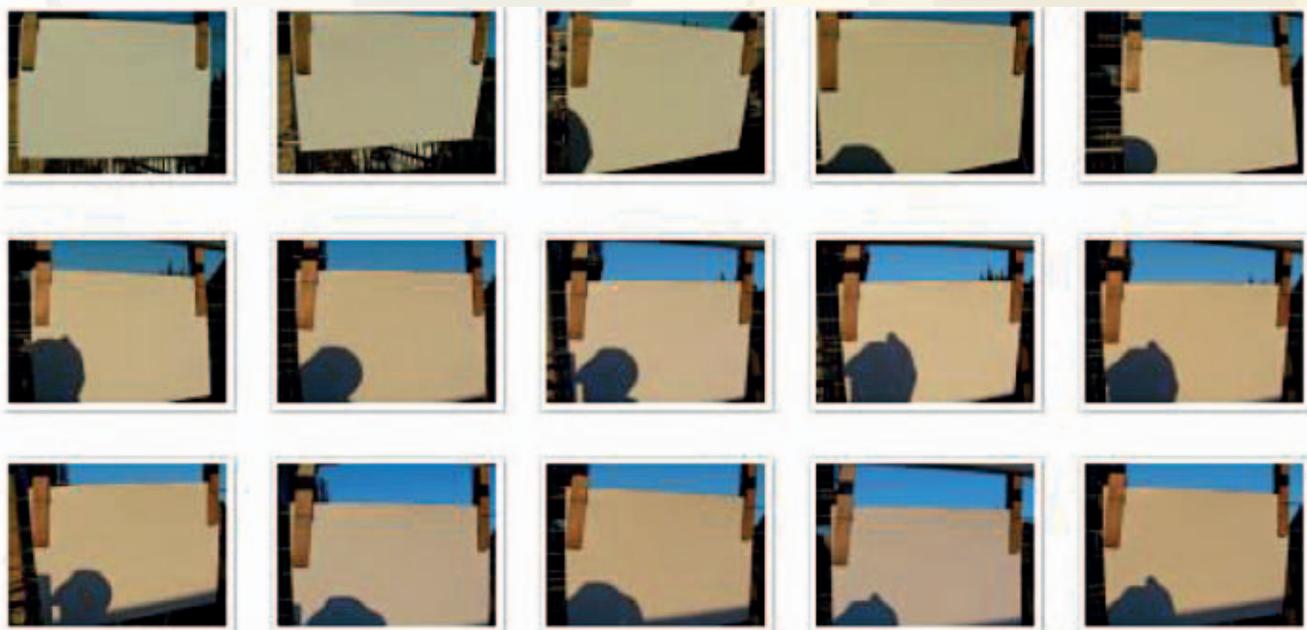
La stessa cosa, in maniera molto meno evidente accade con la Luna e con le stelle. H ed N Scorpis erano le due stelle da osservare per evidenziare differenzialmente l'eclissi di N: H è rossa ed N è bianca. Poiché le declinazioni di queste stelle sono circa $\delta=-35^\circ$ a Roma $lat.=41.9^\circ$ risultano sempre ad $h<13^\circ$.

Nel modello di atmosfera piano-parallelo le masse d'aria corrispondenti a queste altezze sono oltre $X=1/\sin(h^\circ)=4$. Nel

modello di Garstang, più preciso, si passa da $X=3.36$ per $h=13^\circ$ a $X=4.69$ per $h=4^\circ$.

Dalla formula dell'estinzione atmosferica nelle varie bande² si può prevedere un effetto $m(X)=m_0+k*X$ con m_0 la magnitudine fuori dall'atmosfera e $K=0.1$ per la banda R e $K=0.2$ per

2 E. Bernieri., http://webusers.fis.uniroma3.it/bernieri/pdf/Mezzo_1.pdf p.6



11/06/17 (UT)	0h 20	0h 50	1h 05	1h 09	0h22 14/6	0h51
Δ Mag oss	0.17	0.19	0.27	0.37	0.18	0.36
H[°]	9°	6.4°	5.0°	4.6°	7.8°	5.2°
X	3,98	4,38	4,6	4,65	4,16	4,57
Δ Mag N calc	/	0.06	0.03	0.11	0.17	0.14

la V. In questo modello interpretativo preliminare assumiamo per semplicità che la luce di H Sco sia tutta in banda R e che quella di N Sco tutta in banda V. Passando da massa d'aria $X=4$ ad $X=5$ H Scorpii avrà un incremento di magnitudine $\Delta MH=m(R,5)-m(R,4)=0.1$, mentre N Sco $\Delta MN=m(V,5)-m(V,4)=0.2$, di conseguenza la differenza relativa tra H ed N aumenterà di 0.1 a sfavore di N, che sembrerà indebolirsi relativamente ad H man mano che la stella scende verso l'orizzonte.

La retta di fit ha un andamento molto più inclinato dell'equazione con $K=0.1$ o 0.2 , qui $K=0.5$. Per convincersi della bontà delle osservazioni fatte basta considerare che con 5 masse d'aria in totale il Sole risulterebbe indebolirsi solo di una magnitudine passando dallo zenit all'orizzonte, mentre in realtà sono molte di più le magnitudini perdute. Prima di 4.3 masse d'aria l'estinzione non è percepibile, e la differenza in magnitudini tra le due stelle vale 0.07 magnitudini.

Nella notte della prima eclissi ai dati osservati va sottratto l'effetto dovuto al tramonto con estinzione cromatica.

Dall'ultima riga della tabella si ricava che le due eclissi erano già incominciate alle 0:50 UT dell'11/6 e alle 0:22 UT del 14/6.

Con l'equazione lineare di fig. 2 non si può scorporare l'effetto di estinzione per masse d'aria inferiori a 4.1, ma ci sono indizi³ per ipotizzare che l'eclissi il 14/6 sia

iniziata un'ora prima del primo dato qui riportato.⁴

Scintillazione e dati da fotografia digitale

Già nel 2011 con lo studio di delta Scorpii⁵ avevo riscontrato dei problemi usando delle foto digitali da camera SanyoCG9. Avevo attribuito il problema alla non linearità della camera quando la stella è debole e vicina alla magnitudine limite. Ora con SanyoHD1010 H ed N Sco sono di $m=4.2$ e si vedono stelle di $m=7$, la scintillazione all'orizzonte richiede un nuovo studio.

L'obiettivo della camera fotografica HD1010 ha un diametro di 9 mm, mentre era di 4.5 mm per la CG9. L'occhio nudo -che pure percepisce la scintillazione- ha un diametro tra 4 e 7 mm.

La scintillazione è dovuta all'azione di bolle d'aria di dimensione angolare maggiore di quella delle stelle, e per questa ragione i pianeti non scintillano, in particolare l'occhio è illuminato da piccole porzioni del fronte d'onda su cui la curvatura è tutta positiva (convergente, aumento di luce) o tutta negativa (divergente, diminuzione di luce) in rapida alternanza.⁶ Un telescopio intercetta porzioni maggiori del fronte d'onda e l'effetto di scintillazione sparisce. Abbiamo tempi tipici di scintillazione anche di alcuni decimi di secondo, specialmente vicino all'orizzonte.

Le foto prese in sequenza con la massima posa consentita $\frac{1}{2}$ s mostrano all'analisi col software IRIS forti variazioni anche relative di intensità, per questo le somme fino a 10 insieme. Su 10 pose 1600x1200 pixel lungo 2 minuti di tempo il 12/6 con le stelle ad $h=10^\circ$ (3.81 masse d'aria) l'intensità rilevata entro un cerchio di 16 pixel di diametro sommando tutti i pixel illuminati da 0 a 255 (8 bit) vale per H Sco 1881 ± 365 e per N Sco 1917 ± 368 . Si vede che le deviazioni standard sono simili, queste sono legate alla scintillazione. Anche le intensità, se assumiamo $m(V)HSCO=4.15$ verrebbe $\Delta mag=-0.02$, $m(NSCO)=4.13$, invece che $m(V)NSCO=4.23$, ciò è dovuto alla sensibilità spettrale della camera, che non coincide con la banda V di Johnson, ma è più spostata verso la B. Si potrebbe migliorare questo aspetto usando solo il colore verde nella sintesi RGB.⁷ Il confronto con sequenze di 12 immagini in eclissi il 14/6 ad $h=4.5^\circ$ alle 0:54-0:57 UT dà per H Sco 3509 ± 569 e per N Sco 2883 ± 599 , $\Delta mag=+0.21$, senza aver sottratto l'estinzione cromatica. 13 immagini fuori eclissi il 13/6 alla stessa altezza $h=4.5^\circ$ danno per H Sco 3665 ± 739 e per N Sco 2962 ± 340 , con un $\Delta mag=+0.23$, dovuto alla sola estinzione cromatica. Gli errori in questo caso sono molto alti, fino al 20% dei conteggi nel caso di H Sco, ed il calo di magnitudine dovuto all'estinzione cromatica risulta di 0.25 magnitudini passando da 10° a 4.5° cioè da 3.81 a 4.65 masse d'aria, avremmo da questi due dati fotografici un incremento $K=0.3$ magnitudini per massa d'aria.

Tuttavia se vale questa equazione nei pressi dell'orizzonte (le notti della campagna osservativa

di N Sco sono state tutte molto serene e simili per condizioni meteo e trasparenza) la sequenza di foto prese durante l'eclissi secondaria del 14/6 non evidenzia che tale eclissi sia in atto, poiché la perdita di magnitudine è inferiore a quella che avrebbe per effetto cromatico differenziale, a cui la camera deve essere particolarmente sensibile raccogliendo più fotoni in B che in V.

Durante l'eclissi primaria del 11/6 alle 0:33-35 UT ad un'altezza di 7.8° , cioè 4.16 masse d'aria 12 foto integrate danno per H Sco 2391 ± 700 e per N Sco 1451 ± 383 , con un $\Delta mag=+0.54 \pm 0.29$, decisamente superiore ai precedenti.

Tenendo conto delle 0.11 magnitudini perse rispetto a H Sco, per l'estinzione atmosferica da $h=10^\circ$ ad $h=7.8^\circ$, con $K=0.3$ mag/airmass, risulterebbe che N Scorpii fosse in quel momento 0.45 ± 0.29 magnitudini più debole del suo standard.

Questo valore è 0.3 mag più debole di quanto previsto,⁸ ma è anche affetto da un errore notevole, pari al 20% delle intensità misurate.

Ciò può significare o che l'eclissi in questione fosse la secondaria (con la stella più brillante dietro la meno) oppure che la dimensione della componente che eclissava è maggiore di quanto ritenuto.

In ogni modo gli errori pari al 20% dell'intensità sono anche dovuti al passaggio di veli di nubi molto alte che presso l'orizzonte possono giocare un ruolo decisivo anche nello spazio di 2 minuti quanto sono durate le sequenze di foto.

3 Vedi osservazioni in www.aavso.org di N Sco fatte da SGQ

4 E. O. Waagen, <https://www.aavso.org/aavso-alert-notice-581>

5 C. Sigismondi, arXiv:1112.2356; arXiv:1109.5865; arXiv:1107.1107

6 C. Barbieri, Lezioni di Astronomia, Zanichelli BO 1999 p. 162

7 O. Lanciano, G. Fiocco, Applied Optics 46, 5176 (2007)

8 M. Ratajczak, in <https://www.aavso.org/aavso-alert-notice-581> (2017)

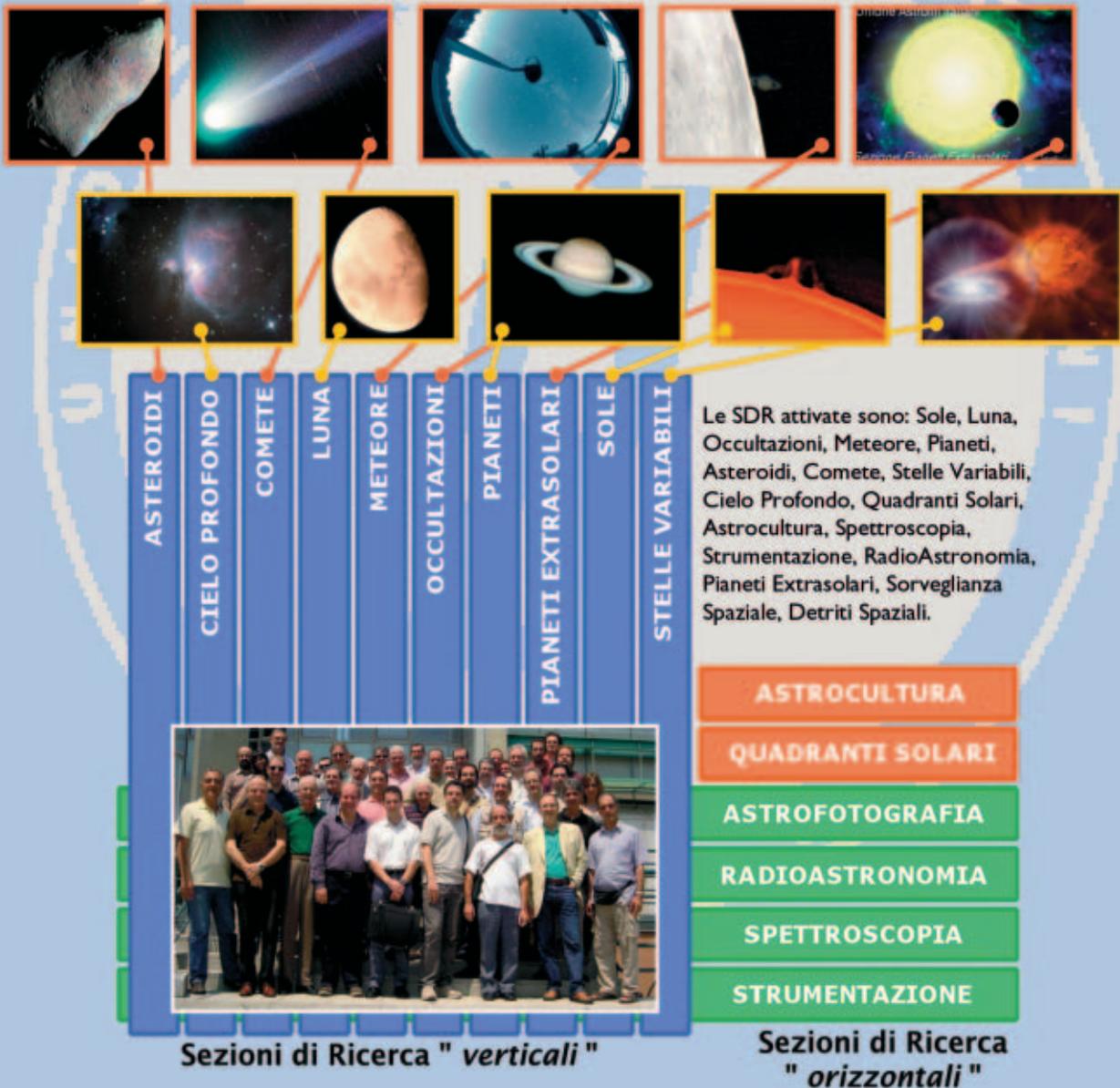


Le Sezioni di Ricerca

Le Sezioni di Ricerca UAI

coordinano a livello nazionale le osservazioni dei corpi celesti e dei fenomeni astronomici più interessanti. I Responsabili di Sezione sono in stretto contatto con gli analoghi organismi di altre importanti associazioni all'estero e con i più qualificati professionisti del settore. Le Sezioni di Ricerca oggi operanti possono essere suddivise in due categorie: *verticali* ed *orizzontali*.

Le prime sono sezioni di ricerca monotematiche, le seconde hanno una valenza multidisciplinare, le cui attività sono anche di supporto alle "sezioni verticali".



Se vuoi intraprendere un viaggio nell'affascinante mondo dell'astronomia diventa socio UAI e partecipa ai numerosi progetti attivati all'interno delle nostre Sezioni di Ricerca!

Visita il sito <http://ricerca.uai.it> oppure scrivi a ricerca@uai.it !

10 MICRON

astro•technology

by COMEC-TECHNOLOGY

NOVITA' 2018

AZ5000 DDS

Direct Drive System
Montatura altazimutale
a forcella professionale

Motori direct drive ad alte prestazioni
Fuoco Nasmyth opzionale
Derotatore a controllo integrato
Adatta per diametri sino a 650mm

Tutte le montature 10Micron
dispongono di un software di
controllo integrato ed
indipendente da PC esterni



AZ2000 HPS

High Precision and Speed
Nuova montatura altazimutale
con encoder assoluti

Disponibile anche in versione
dual optics per montaggio
di due strumenti
Disponibili a breve anche
le versioni AZ3000 e AZ4000



Rivenditori italiani:

NORD: 10Micron
CENTRO SUD: Unitronitalia
www.unitronitalia.com

www.10micron.it

10Micron by Comec snc - Via Archimede, 719 - Caronno Pertusella (VA)
Tel 0296457330 - email: info@10micron.it

