

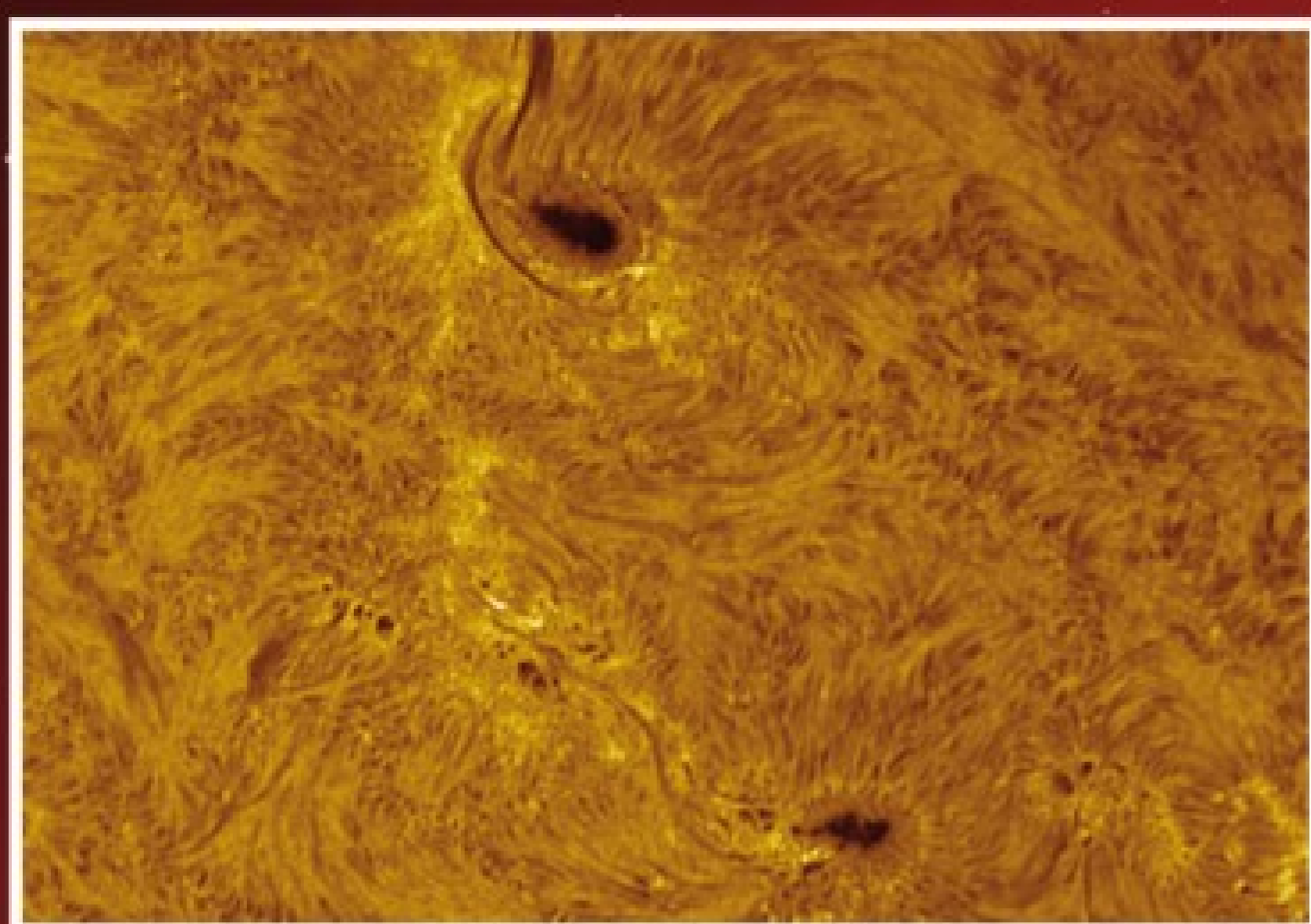
ASTROFILO

rivista mensile di informazione scientifica e tecnica • marzo 2012 • numero 3 • € 3,50

all'interno 2500 euro in buoni sconto per l'acquisto di telescopi e montature!



Sistemi planetari quasi incredibili



Fotografia solare: quale focale?



Beta P, una super montatura

- Galassie estremamente rosse
- Buchi neri supermassicci nel giovane universo
- Il pianeta gigante che non c'è più
- NGC 4449B, la nana più lunga del Gruppo Locale
- Colonne da postazione fissa
- Opportunity: è iniziato il nono anno!



BELLINCIONI
MECCANICA DI PRECISIONE

montature equatoriali di alta qualità, adattabili a qualsiasi motorizzazione, costruite in alluminio da barra, bronzo e acciaio inox
niente materiali ferrosi e plastici, lunga durata, garanzia di 5 anni, ogni esemplare ha il certificato dell'errore periodico controllato in laboratorio

Bellincioni presenta il suo **Modello B230**, il più piccolo della serie di montature ad alta precisione pensate e realizzate per soddisfare appieno anche gli astrofili più esigenti

CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI:

- Ingranaggio A.R. Z=240 D122 mm in bronzo B14 con cerchio graduato D134, divisione 5'
- Ingranaggio Dec. Z=190 D97 mm in bronzo B14 con cerchio graduato D109, divisione 2°
- Viti senza fine in acciaio inox rettificate D16 mm
- Alberi in acciaio inox con cuscinetti a rulli conici di alta precisione foro 32 mm
- Contrappesi acciaio inox
- Barra contrappesi acciaio inox D25 mm piena
- Base per slitta D100
- Portata di lavoro 15 kg
- Regolazione latitudine da 0° a 70°
- Regolazione azimut 20°
- Peso 12 kg senza contrappesi

Officina Meccanica Bellincioni
Via Gramsci 161/B
13876 Sandigliano (BI)
tel. 015691553
e-mail info@bellincioni.com
www.bellincioni.com





Direttore Responsabile
Michele Ferrara

Consulenti Scientifici
Prof. Enrico Maria Corsini
Dr. Marcel Clemens

Editore
Astro Publishing di Pirlo L.
Via Bonomelli, 106 - 25049 Iseo - BS
email admin@astropublishing.com

Stampa
Color Art S.r.l.
Via Industriale, 24-26
25050 Rodengo Saiano - BS

Distributore esclusivo per l'Italia
Parrini S.p.A.
Via di S. Cornelia, 18 - 00060 Formello - RM
Viale Forlanini, 23 - Milano

Internet Service Provider
Aruba S.p.A.
Loc. Palazzetto, 4 - 52011 Bibbiena - AR

Registrazione
Tribunale di Brescia
numero di registro 51 del 19/11/2008

Associazione di categoria
Astro Publishing di Pirlo L. è socio effettivo dell'Associazione Nazionale Editoria Periodica Specializzata
Via Pantano, 2 - 20122 Milano

Copyright
I diritti di proprietà intellettuale di tutti i testi, le immagini e altri materiali contenuti nella rivista sono di proprietà dell'editore o sono inclusi con il permesso del relativo proprietario. Non è consentita la riproduzione di nessuna parte della rivista, sotto nessuna forma, senza l'autorizzazione scritta dell'editore. L'editore si rende disponibile con gli aventi diritto per eventuali fonti iconografiche non identificate.



I principali articoli di questo numero



Sistemi planetari quasi incredibili

Non passa mese senza che vengano annunciate nuove, strabilianti scoperte fatte con il telescopio spaziale Kepler. Ora tocca al più piccolo dei sistemi solari e a due pianeti circumbinarie.

a pagina 4



Buchi neri supermassicci nel giovane universo

L'universo ha un'età di circa 13,5 miliardi di anni e le galassie che lo riempiono devono essersi formate dal collasso gravitazionale di massa non uniformemente distribuita uscita dal Big Bang. In questo scenario di collasso graduale che cosa ce ne facciamo della presenza di...

a pagina 10



Opportunity: è iniziato il nono anno!

C'è un piccolo robot che gironzola su Marte da quasi 3000 giorni, e pensare che doveva farlo per soli 90 giorni. È Opportunity, il rover più longevo della storia dell'astronautica. Vediamo come procede questa straordinaria avventura.

a pagina 18



Il pianeta gigante che non c'è più

Recenti simulazioni al computer indicano che fino a 4 miliardi di anni fa nel nostro sistema solare, oltre a Giove, Saturno, Urano e Nettuno, c'era anche un quinto pianeta gigante. Come si è giunti a questa inattesa conclusione? E dov'è finito quel pianeta?

a pagina 24



Galassie estremamente rosse

La recente scoperta di un gruppo di lontanissime e massicce galassie con picco di emissione a lunghezze d'onda insolitamente lunghe mette in discussione gli attuali modelli che descrivono la nascita delle prime grandi strutture nel giovane universo.

a pagina 36



Fotografia solare: quale focale?

La fotografia solare digitale ad alta risoluzione richiede alcuni importanti accorgimenti per poter sfruttare al meglio le potenzialità della propria combinazione telescopio/rivelatore. Diamo alcune linee guida per la giusta scelta. [Stefano Sello]

a pagina 42

Sistemi planetari quasi incredibili

Non passa mese senza che vengano annunciate nuove, strabilianti scoperte fatte con il telescopio spaziale Kepler. Ora tocca al più piccolo dei sistemi solari e a due pianeti circumbinarie.

Immaginiamo un sistema planetario paragonabile per dimensioni a un sistema satellitare, e immaginiamo pianeti che ruotano attorno a coppie di stelle. Fantascienza? Tutt'altro, sono solo alcune fra le ultime bizzarrie cosmiche scoperte dall'infaticabile telescopio spaziale Kepler. Cominciamo da quello che a seguito di approfondimenti con altri strumenti è risultato essere un sistema solare lillipuziano, ovvero quello della stella KOI 961 (dove



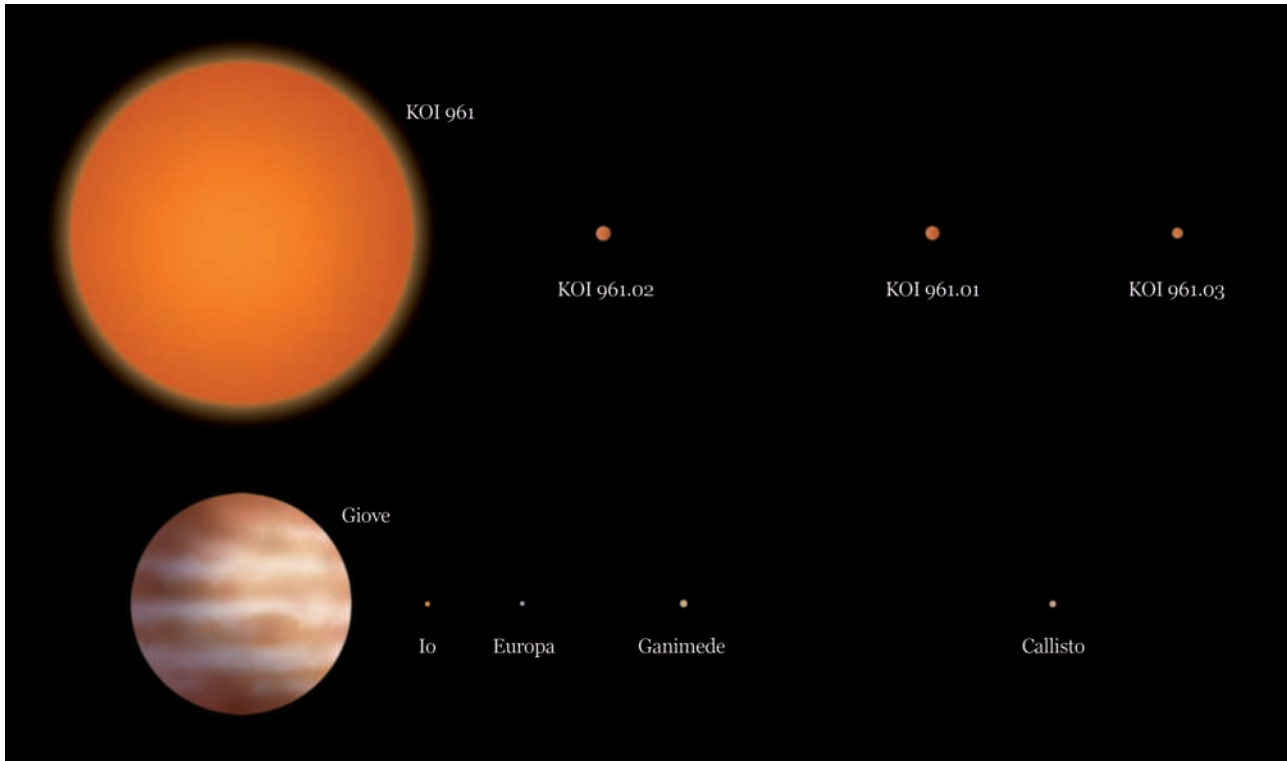
Una rappresentazione artistica del sistema planetario di KOI 961. Si tratta del più piccolo finora scoperto: la stella è una nana rossa con diametro circa doppio di quello di Saturno, mentre i tre pianeti che le orbitano attorno hanno tutti diametri inferiori a quello di Venere. KOI 961.03 ha addirittura dimensioni paragonabili a quelle di Marte! [NASA/JPL-Caltech]

KOI sta per Kepler Object of Interest), una nana rossa di medio tipo spettrale M, con tre pianeti in ciclico transito sul disco (denominati, in ordine di distanza dalla stella, KOI 961.02, KOI 961.01 e KOI 961.03), la cui scoperta da parte di Kepler non aveva inizialmente suscitato particolare interesse, ma solo perché i loro diametri erano stati sopravvalutati ed erano quindi paragonabili a quelli di altre centinaia di pianeti.

I dati che li riguardavano erano dunque finiti fra tutti gli altri nel database pubblico di Kepler, in attesa che qualcuno avesse il tempo di occuparsene, cosa che è toccata ad alcuni astronomi guidati da Philip S. Muirhead, del Caltech (California Institute of Technology, Pasadena), che invece di dedicare subito le proprie attenzioni ai tre pianeti, si sono prima concentrati sulla stella, perché secondo loro era quella la chiave che dava l'accesso alla compren-

sione delle proprietà fisiche dei pianeti. Come noto, Kepler registra i fievolissimi cali di luminosità delle stelle sui cui dischi transitano i pianeti; l'entità di quei cali è direttamente correlata alle dimensioni dei pianeti in transito e alla luminosità della stella, che dipende da una serie di proprietà fisiche la cui conoscenza è fondamentale per risalire ai diametri dei pianeti. La prima cosa da fare era dunque caratterizzare con precisione KOI 961.

Decisi a procedere in quella direzione, Muirhead e il suo team hanno rielaborato i dati raccolti da Kepler e le successive osservazioni di verifica condotte presso il Palomar Observatory (San Diego, California), integrandoli con le informazioni ottenute dall'analisi di una serie di spettri presi con l'High Resolution Echelle Spectrometer al telescopio Keck I del Keck Observatory (Mauna Kea, Hawaii).



I nuovi spettri dovevano servire a confermare il sospetto che KOI 961 potesse essere praticamente identica a una nana rossa molto famosa e assai ben caratterizzata, la Stella di Barnard. Comparando i colori e le righe spettrali nel visibile e nel vicino infrarosso è emersa una forte somiglianza fra le due stelle, a livello di temperatura, metallicità, età, proprietà rotazionali. Una volta calcolata anche la distanza di KOI 961, risultata di $126,2 \pm 20,5$ anni luce, è stato possibile stimare tre grandezze fondamentali di KOI 961: la massa, pari a $0,13 \pm 0,05$ masse solari, il raggio, pari a $0,17 \pm 0,04$ raggi solari, e la luminosità, pari a $2,4 \times 10^{-3,0 \pm 0,3}$ volte la luminosità del Sole.

Giunti a questo punto, conoscendo l'esatta percentuale del disco stellare occultato dai singoli corpi (deducibile dalla profondità delle curve di luce dei transiti) e potendo di quei corpi determinare le distanze astrocetriche (dalla durata dei transiti sul disco), è stato relativamente semplice per il team di Muirhead calcolare con buona approssimazione i diametri dei tre pianeti: 9950 ± 2800

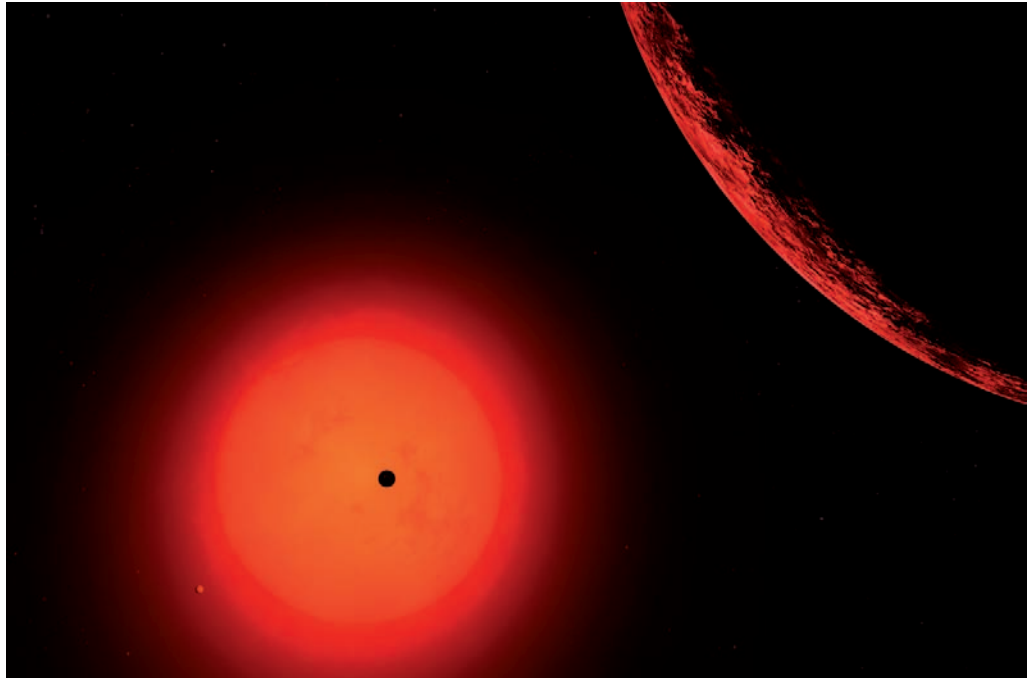
km per KOI 961.01, 9310 ± 2550 km per KOI 961.02 e 7270 ± 2300 km per KOI 961.03.

Siamo pertanto in presenza dei più piccoli pianeti extrasolari finora verificati, l'ennesimo record per Kepler, e considerando che Marte ha un diametro di 6792 km è evidente che KOI 961.03 è anche il primo esopianeta di taglia marziana finora scoperto, un traguardo impensabile fino a pochi mesi fa. La probabilità che il segnale riferito a questo pianeta sia in realtà un falso positivo e che quindi il calo di luminosità ad esso attribuito sia di natura diversa dal transito è inferiore all'1%, il che equivale alla certezza dell'esistenza del piccolo pianeta.

L'aver riconosciuto tre pianeti più piccoli della Terra attorno al tipo di stella più diffuso nella Galassia lascia supporre che di quei mondi possano esistere milioni e forse miliardi, una parte dei quali sicuramente orbitanti all'interno della zona abitabile (dove su una superficie rocciosa può esistere acqua liquida). Non è questo il caso dei pianeti di KOI 961, che distando dalla loro stella 0,9 milioni di km (KOI 961.02),

Comparazione con distanze in scala fra il sistema planetario di KOI 961 e il sistema satellitare di Giove. Anche se le dimensioni di tutti i corpi sono state esagerate per meglio evidenziarli, si tratta chiaramente di due sistemi con estensioni molto simili. Questo confronto fa anche riflettere sul sottile confine che esiste fra pianeti e stelle. [NASA/JPL-Caltech]

Uno dei pianeti di KOI 961 (lo .01) immaginato in transito sul disco stellare da una posizione prossima al pianeta più esterno (lo .03). Si ritiene che i tre pianeti mostrino sempre lo stesso emisfero alla stella e siano pertanto particolarmente inospitabili, non basterebbero le elevate temperature superficiali medie. La notizia della scoperta di questo straordinario sistema planetario è stata data lo scorso gennaio. [Drew Taylor]

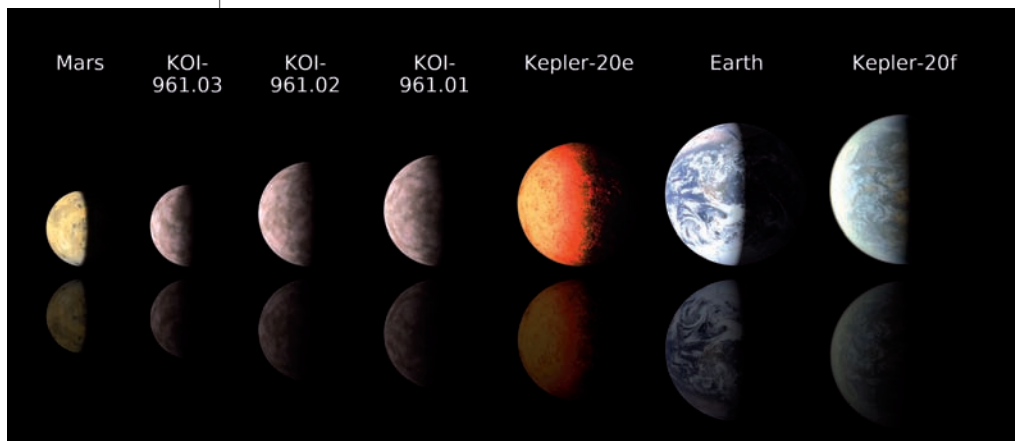


1,7 milioni di km (KOI 961.01) e 2,3 milioni di km (KOI 961.03) hanno temperature superficiali comprese fra i 450°C e i 200°C. Ridotte distanze e alte temperature, abbinate a masse modeste (non ancora determinate con esattezza) lasciano dubbiosi sulla possibilità che questi pianeti possiedano un'atmosfera. Se i pianeti di KOI 961 non sono interessanti dal punto di vista dell'abitabilità, ciò non sminuisce l'importanza della loro scoperta, siamo infatti di fronte al più piccolo sistema solare che si

conosca: una stella con diametro appena doppio di quello di Saturno, alla quale ruotano attorno piccoli pianeti su orbite altrettanto piccole, percorse in periodi compresi fra appena 0,45 e 1,86 giorni.

Un'altra dimostrazione della grandissima varietà di sistemi solari disseminati nel cosmo che ci circonda.

Non meno bizzarri sono altri due sistemi scoperti recentemente da Kepler e confermati con osservazioni dal suolo. Si tratta di Kepler-34 b e Kepler-35 b, due giganti gas-



Questo schema mette a confronto le dimensioni di Marte e della Terra con quelle di Kepler-20 e, di Kepler-20 f (dei quali abbiamo parlato sul numero di febbraio) e con quelle dei tre pianeti del sistema di KOI 961. La soglia di rilevamento raggiunta dal telescopio spaziale Kepler lascia ormai senza parole: possiamo individuare qualunque pianeta in transito entro 6000 anni luce! [NASA/JPL-Caltech]

sofi con dimensioni paragonabili a quelle di Saturno, ciascuno dei quali ruota attorno a una coppia di stelle piuttosto vicine fra loro. Visti dalla Terra (e da Kepler) i pianeti appaiono transitare sui dischi delle stelle, che a loro volta si eclissano, permettendo sulla base dei tempi dei vari eventi di ricostruire con precisione la geometria di quei lontani sistemi e di determinare le dimensioni delle stelle. Kepler-34 b orbita in 289 giorni attorno a due astri quasi identici al Sole, che si eclissano ogni 28 giorni; la rivoluzione di Kepler-35 b dura invece 131 giorni, e le sue due stelle, con masse pari all'80% e all'89% di quella del Sole, si eclissano ogni 21 giorni. Le distanze dei due pianeti dalla Terra sono di 4900 anni luce (Kepler-34) e di 5400 anni luce (Kepler-35), il che li fa rientrare fra i più lontani pianeti finora rilevati. C'è un solo precedente di pianeta scoperto in orbita attorno a due stelle, è quello di Kepler-16 b, di cui si è avuta notizia lo scorso settembre. Prima di allora, scenari di questo tipo erano presenti solo nei film e nei racconti di fantascienza, ma ancora una

volta la scienza ha saputo fare di meglio, descrivendo situazioni reali. Come fatto notare da un nutrito gruppo di ricercatori (guidati da William

Welsh, San Diego State University) che si sono occupati dello studio di quei sistemi, i pianeti con due soli devono essere caratterizzati da condizioni ambientali e stagionali molto insolite per noi, con estati e inverni che si ripetono più volte all'anno e con conseguenti repentine variazioni di temperatura, che produrrebbero una complessa dinamica atmosferica. Se consideriamo che quel tipo di pianeti può essere molto diffuso nel cosmo e che alcuni di essi potrebbero ospitare la vita, c'è da chiedersi in quali forme essa possa evolvere. ■

Il sistema di Kepler-35 come immaginato dall'artista Lynette Cook. Il pianeta Kepler-35 b, in primo piano, ruota in 131 giorni attorno a due stelle simili al Sole, che a loro volta orbitano attorno al comune baricentro, eclissandosi a vicenda ogni 21 giorni. [Lynette Cook / extrasolar.spaceart.org]

NortheK

Instruments - Composites - Optics

NortheK Dall Kirkham

350 mm f/20

ostruzione 23%

ottica in Supremax 33 di Schott

Struttura in carbonio - Cella a 18 punti flottanti
Messa a fuoco motorizzata da 2,5" Feather Touch
Sistema di ventilazione e aspirazione dello strato limite
Peso 34 kg.

Disponibile anche nelle versioni:
Newton f/4.1 con correttore da 3"
Ritchey Chrétien con correttore/riduttore f/9
Cassegrain Classico f/15

per tutte le informazioni su questo
telescopio e sulla nostra intera
produzione di strumenti per
astronomia, visita il nostro
sito www.northeK.it oppure
contattaci: info@northeK.it

 **01599521**

website



Buchi neri supermassicci nel giovane universo

Una rappresentazione di fantasia di ULAS J1120+0641, il più distante quasar conosciuto, visto com'era quando l'universo aveva appena 770 milioni di anni. Con 2 miliardi di masse solari, il buco nero che vi alberga è di gran lunga il più massiccio presente in quella lontana epoca. [ESO/M. Kornmesser]

L'universo ha un'età di circa 13,5 miliardi di anni e le galassie che lo riempiono devono essersi formate dal collasso gravitazionale di massa non uniformemente distribuita uscita dal Big Bang. In questo scenario di collasso graduale che cosa ce ne facciamo della presenza di buchi neri di miliardi di masse solari nell'universo vecchio di appena 800 milioni di anni?

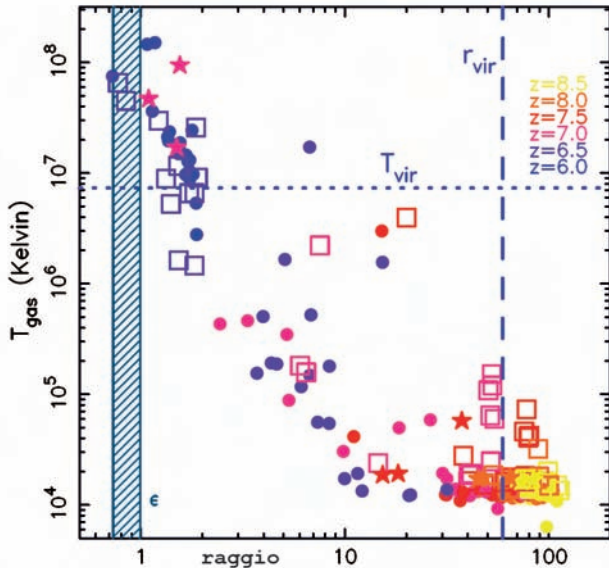
A causa delle loro enormi luminosità, i quasar sono da oltre mezzo secolo i più distanti oggetti che riusciamo a vedere nell'universo. Nel 2010, per la prima volta, un quasar è stato trovato nella United Kingdom Infrared Telescope (UKIRT) Infrared Deep Sky Survey (UKIDSS) a un redshift maggiore di 7. Un'altra manciata di quasar è stata trovata a redshift maggiori di 6 nella Sloan Digital Sky Survey (SDSS).

La spaventosa luminosità intrinseca dei quasar non deriva dalla luce stellare, come nelle normali galassie, ma piuttosto dall'energia rilasciata dalla materia che cade su un buco nero supermassiccio (SMBH, super massive black hole). I quasar sono pertanto i traccianti visivi di quei buchi neri, e con masse stimate attorno al miliardo di masse solari questi primordiali oggetti sono massicci tanto quanto i più grandi buchi neri visibili ovunque (e in qualunque tempo) nell'universo. L'esistenza di tali massicci buchi neri nell'universo pri-

mordiale solleva immediatamente una questione: "Com'è possibile che oggetti tanto massicci e compatti si siano formati così velocemente dopo il Big Bang?"

Sebbene l'esistenza di quei precoci buchi neri sia confermata, è altrettanto chiaro che non sono comuni a redshift molto alti, e infatti gli esempi menzionati più sopra sono stati scoperti perché le survey in cui appaiono coprono regioni di cielo molto ampie. Nondimeno, ogni teoria sulla formazione delle strutture nell'universo primordiale ha ora l'obbligo di spiegare come i SMBH possono essersi formati così rapidamente.

È stato proposto che la formazione dei buchi neri che quasi tutte le galassie ospitano al loro centro sia avvenuta in due fasi: la formazione dei cosiddetti "semi" e l'accrescimento di massa attorno ad essi. I semi dei buchi neri con masse comprese fra 100 e 100.000 masse solari possono essersi formati in tempi ragionevolmente brevi, o come residui delle prime stelle supermassicce (semi a

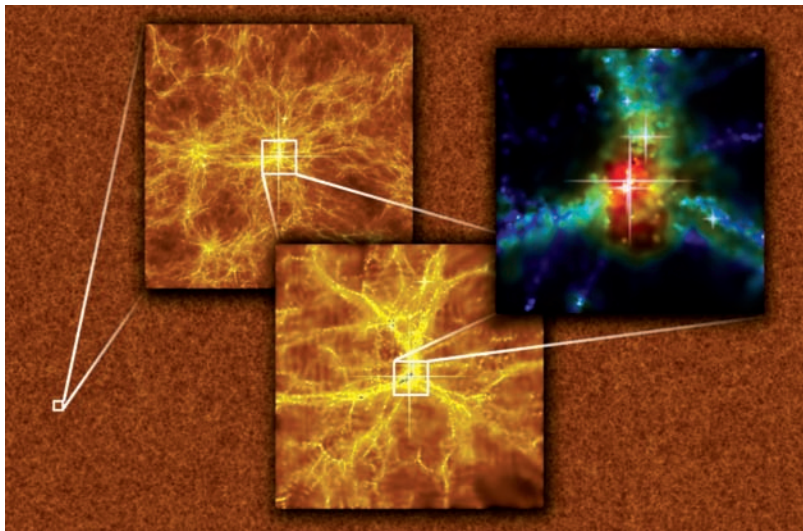


Questo grafico mostra la temperatura del gas che cade in un buco nero in funzione della sua posizione di partenza nel disco protogalattico. Colori diversi indicano redshift diversi. L'accrescimento ad alti redshift è caratterizzato da temperature relativamente basse. [Carnegie Mellon University]

massa piccola) o come risultato del collasso dinamico nelle prime protogalassie (semi a massa grande). Sebbene la produzione di questi semi di buchi neri possa in linea di massima avvenire su tempi scala piuttosto brevi, specialmente per quelli derivanti dalle prime stelle, l'accrescimento di quegli stessi buchi neri verso masse di miliardi di masse solari in meno di un miliardo di anni è molto più difficile. Il problema è che quando la materia cade sul buco nero viene rilasciata dell'energia (la radiazione che rileviamo con i nostri telescopi) e più velocemente la materia cade più energia viene emessa. La radiazione emessa e la materia in caduta interagiscono l'una con l'altra e la radiazione tende a spingere indietro il gas in caduta (un'interazione simile si verifica per il vento solare). Il risultato è che c'è un limite alla velocità con cui la materia può accrescersi sul buco nero, determinato dall'equilibrio

che si sviluppa fra materia in caduta e radiazione emessa: è il cosiddetto "limite teorico di Eddington", ovvero il massimo tasso di accrescimento sostenibile in uno stato stabile da un buco nero. Ci sono poi anche altri ostacoli alla crescita di un buco nero posto al centro di una galassia primordiale. Quando il gas cade nel potenziale gravitazionale da grandi distanze, ci si aspetterebbe che collida con il gas già presente nella galassia e che si scaldi a causa della pressione prodotta. Questo processo di riscaldamento da urto rallenterebbe la caduta del gas verso il buco nero centrale, impedendo che il tasso di accrescimento si avvicini al limite teorico di Eddington.

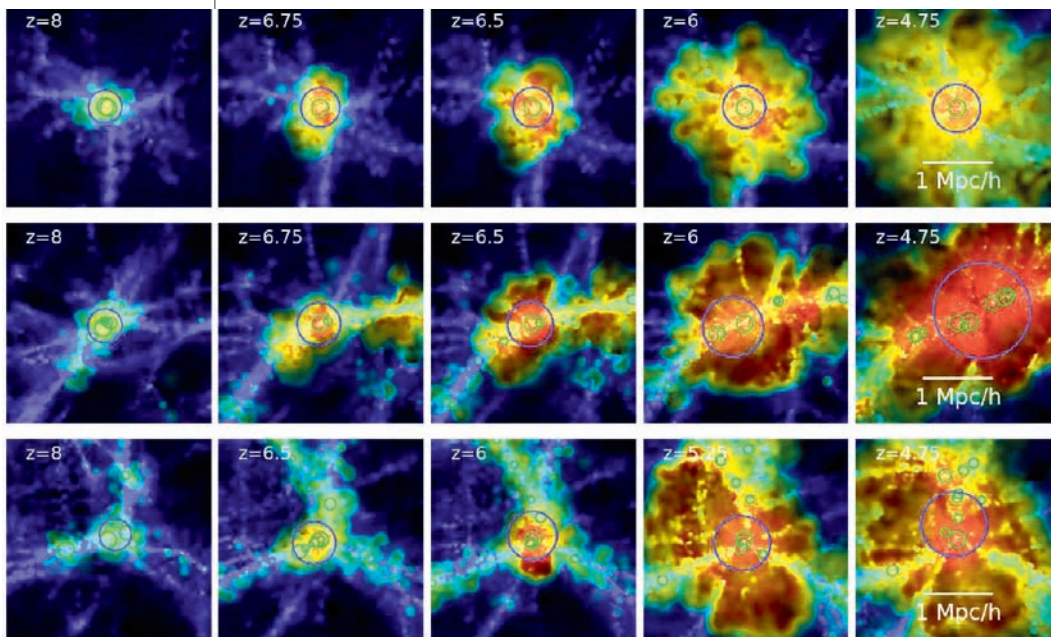
Al fine di vedere che cosa succede quando vengono ricreate le condizioni iniziali dell'universo, alcuni ricercatori guidati da Tiziana Di Matteo, della Carnegie Mellon University (Pennsylvania), hanno avviato una gigantesca simulazione sulla formazione della struttura dell'universo primordiale. Poiché i buchi neri ai quali erano interessati sono oggetti rari,



L'immagine di sfondo mostra la distribuzione di massa nell'intero volume della simulazione proiettato in due dimensioni. I riquadri evidenziano dove nasce il buco nero. [Yu Feng]

per avere buone probabilità di formarne uno in epoche molto remote hanno dovuto simulare un volume di universo molto ampio. La simulazione risultante, denominata "Massive Black", è stata avviata su un supercomputer del National Institute for Computational

sono molto più rapidamente della loro galassia ospite, violando la ben definita relazione fra massa di una galassia e masse del suo SMBH centrale. Questa relazione, scoperta circa un decennio addietro, mostra che i buchi neri più massicci risiedono nelle galas-



Questa sequenza mostra il tempo di evoluzione dei SMBH nei quali precipita gas freddo. Le temperature vanno da 10 mila Kelvin (blu) a 100 milioni di Kelvin (rosso). La posizione dei buchi neri (identificabili come quasar) è indicata dai cerchi verdi. Il flusso di gas freddo continua a raggiungere il buco nero anche se viene riscaldato. [Carnegie Mellon University]

Sciences, presso il Pittsburgh Supercomputing Center, e ha mosso oltre 65 miliardi di particelle in un volume di 0,75 gigaparsec cubici (26 miliardi di anni luce cubici).

Ciò che i ricercatori hanno trovato è stato che il gas era in grado di fluire sui buchi neri primordiali senza essere in questa azione inibito dal riscaldamento da urto, come invece ci si aspettava, e il tasso di accrescimento era in grado di avvicinarsi al limite teorico di Eddington più di quanto ritenuto possibile. Come risultato, la simulazione è stata in grado di produrre buchi neri con masse di miliardi di soli, anche agli elevati redshift ai quali sono stati realmente osservati. Sembra dunque possibile produrre questi mostri all'interno della struttura cosmologica esistente. L'accrescimento attorno ai semi dei buchi neri a un tasso che è vicino al massimo tasso sostenibile è veloce quanto basta per crearli in meno di un miliardo di anni.

Una conseguenza di tale risultato è che nell'universo primordiale i buchi neri precoci cre-

scono più massicce, e ciò significa che la crescita di un buco nero dev'essere strettamente correlata alla crescita della galassia che lo ospita. I risultati derivanti da Massive Black sembrano implicare che ciò non sia vero nell'universo molto giovane, con buchi neri capaci di acquisire massa molto più rapidamente delle galassie ospiti.

C'è anche un'altra conclusione interessante che può essere tratta direttamente dall'osservazione dei SMBH nell'universo primordiale, che sono massicci come quelli dell'universo contemporaneo, senza la necessità di alcuna simulazione. I buchi neri che raggiungono masse attorno al miliardo di masse solari prima che l'universo avesse un miliardo di anni devono aver cessato la loro crescita poco dopo; diversamente oggi vedremmo buchi neri molto più massicci, come risultato di una crescita continuata per altri 12 miliardi di anni. Se Massive Black possa o meno arrestare improvvisamente una crescita che sembra avviarsi così facilmente è una questione che rimane in attesa di risposte. ■

La super montatura Beta P

di Franco Bellincioni
Officina Meccanica Bellincioni

L'importanza che ha la montatura nel proficuo utilizzo di un telescopio viene messa spesso in secondo piano dagli astrofili, la cui attenzione tende a concentrarsi più sulle caratteristiche del tubo ottico che non su ciò che lo muove e sostiene. Ma il ruolo della montatura non è meno importante di quello dell'ottica, tanto è vero che con un'ottima montatura e un modesto tubo ottico si può riuscire anche a fare

dell'attività scientifica, come ad esempio registrare i transiti di esopianeti o le curve di luce delle stelle variabili. E si può fare anche della valida astrofotografia. Al contrario, un'eccellente ottica con una montatura non adeguata può al massimo consentire di curiosare qua e là fra le meraviglie del cielo. Pertanto, chi vuole un telescopio versatile che possa essere impiegato validamente in più ambiti





singolari e innovative. La prima particolarità degna di nota è il

cannotto dell'asse orario, che nella montatura βP (e solo

in questa tra tutte le montature presenti sul mercato) può ruotare di 90° , dote che introduce due conseguenze molto vantaggiose: la prima è quella che può essere impiegata dall'equatore ai poli semplicemente regolando l'apposito sistema di rotazione e senza dover eseguire smontaggi o manovre complicate e talvolta difficoltose;

la seconda è quella di consentire l'impiego della montatura equatoriale anche come montatura altazimutale (in pra-

tica è come avere due montature invece di una, caratteristica che la rende molto più commerciabile). Inoltre, la montatura βP è disponibile sia nell'allestimento tradizionale "alla tedesca", sia nell'allestimento "a forcella", determinando quindi ben 4 configurazioni: equatoriale alla tedesca, altazimutale alla tedesca, equatoriale a forcella, altazimutale a forcella.

Per realizzare il movimento di rotazione di 90° dell'asse orario è stato studiato un sistema di riduzione con vite senza fine e ingranaggi, ed è stata fissata tutta la struttura della montatura su due perni-cerniera aventi diametro di 180 mm e spessore di 30 mm, decisamente sovradimensionati rispetto alla portata dichiarata.

Mediante un sistema a ganasce è possibile rendere labile l'incernieramento per regolare l'asse orario, per poi ripristinare il serraggio, rendendo il tutto come un corpo scatolato che scarica le forze su un'ampia superficie d'appoggio, realizzata con due montanti in alluminio pieno di spessore 30 mm.

Test al banco con accelerometri hanno mostrato che questo sistema ha un ottimo comportamento antipropagazione delle vibrazioni della base, che potrebbero rappresentare un disturbo durante l'osservazione qualora si

estendessero in tutto il corpo della montatura fino al telescopio. L'allestimento "a forcella" è costituito da due bracci con sezione a "C" dello spessore

di 25 mm, di cui uno dotato del sistema di riduzione ruota-vite senza fine per il traino del telescopio e l'altro dotato di un cuscinetto (a doppia corona di sfere) avente un piccolo gioco assiale per la compensazione delle dilatazioni e di una barra con

astronomici deve porre attenzione anche alle caratteristiche della montatura, e se questa viene acquistata separatamente, e quindi il tubo ottico è probabilmente di elevato valore, a maggior ragione è indispensabile scegliere una montatura di eguale qualità. In Italia c'è una discreta offerta di valide montature, vista la presenza di artigiani capaci che sanno interpretare le esigenze degli astrofili più evoluti, mettendo sul mercato montature sempre più raffinate, precise e solide. Ne è un esempio la nuova montatura realizzata dall'Officina Bellincioni e battezzata βP (dove β indica il modello e P indica la serie pesante), che presenta numerose caratteristiche alquanto



contrappeso per equilibrare le differenze di peso tra i due bracci ed evitare così di sottoporre la meccanica a sollecitazioni anomale. Le due slitte della forcella distano tra loro ben 545 mm, e facendo la base della forcella su misura si può montare un'ampia gamma di telescopi.

A proposito di stabilità, un altro aspetto che rende la montatura βP molto robusta è rappresentato dai gruppi di rotazione di ascensione retta e declinazione che si muovono su cuscinetti SKF per impieghi molto spinti. Si consideri che SKF dichiara per un cuscinetto del tipo 33013 (quelli presenti

sulla βP) una durata di milioni di cicli con carichi applicati dell'ordine di una tonnellata. L'impiego di tali cuscinetti su un'applicazione molto meno sollecitata garantisce infinitesime flessioni strutturali dovute al carico

del telescopio. Non meno robusti sono gli altri componenti, quali cannotto e campane, costruiti in alluminio lavorato dal pieno alle macchine utensili, e alberi di rotazione costruiti al tornio partendo da barre molto spesse in acciaio inox delle migliori qualità, che assicurano alte portate e resistenza agli agenti atmosferici.

Infine, ma non per ultimo, è doveroso menzionare il sistema di riduzione con ruota dentata in bronzo e vite senza fine in acciaio inox rettificata, per i movimenti di ascensione retta e declinazione, studiato e costruito con la massima cura dallo scrivente e controllato per contenere quanto più possibile l'errore periodico. A tale scopo, l'Officina Bellincioni possiede un banco di controllo con riga ot-

tica di elevata precisione per testare i movimenti di tutti i modelli costruiti. I materiali utilizzati sono: alluminio 6082 T6, bronzo B14, acciaio inox 304, nessun materiale ferroso e plastico. La colorazione è in ossidazione anodi-

dica dura grigio. La montatura βP viene motorizzata con SkyWalker-1i, un sistema di controllo completo del telescopio che utilizza dei servomotori Pitmann a corrente continua di alta qualità, elettronica altamente sofisticata e ad alta integrazione. SkyWalker-1i è l'apice di un ventennio di sviluppo di sistemi di controllo per telescopio da parte della Astrometric. La montatura viene garantita meccanicamente 5 anni. Le specifiche tecniche delle varianti qui presentate sono reperibili su www.bellincioni.com. ■



Stella Errante

propone

Venere sul Fiordo

viaggio a Capo Nord, Lapponia e
Fiordi Norvegesi per il
Transito di Venere

dal 3 al 8 giugno 2012 con estensione facoltativa fino a
lunedì 11 giugno - termine iscrizioni 20 aprile
richiedete il programma dettagliato

1° giorno, domenica 3/6 ARRIVO A OSLO

Ritrovo dei partecipanti in albergo a Oslo. Cena libera e pernottamento.

2° giorno, lunedì 4/6 OSLO - ALTA

Prima colazione e visita della città. Pranzo libero. Trasferimento in aeroporto con il pullman per la partenza del volo Scandinavian Airlines per Alta alle ore 15:50. Arrivo alle ore 17:45 e trasferimento in albergo. Sistemazione nelle camere riservate, cena e pernottamento.

3° giorno, martedì 5/6 ALTA - HONNINGSVÅG - CAPO NORD

Dopo la prima colazione visita della città. Visita al Museo di Alta. Pranzo libero. Proseguimento per Kafjord, quindi percorrendo il tunnel sottomarino si arriverà ad Honningsvåg. Sistemazione in albergo e cena. Dopo cena escursione all'osservatorio di Capo Nord, un promontorio a picco sul mare per ammirare il suggestivo fenomeno del sole di mezzanotte. Ai partecipanti verrà rilasciato un certificato a testimonianza delle loro visite a Capo Nord, "la vetta del mondo".

OSSERVAZIONE DEL TRANSITO DI VENERE

Località prevista: CAPO NORD LATITUDINE 71° 09' 55" N LONGITUDINE 25° 47' 57" E
PRIMO CONTATTO (VENERE TOCCA IL SOLE) 00:04:43; SECONDO CONTATTO (VENERE DENTRO IL SOLE) 00:22:18; CENTRALITÀ (VENERE A METÀ DEL PERCORSO DENTRO IL SOLE) 03:29:02; TERZO CONTATTO (VENERE PRONTA PER USCIRE DAL SOLE) 06:35:53; QUARTO CONTATTO (VENERE APPENA USCITA DAL SOLE) 06:53:20. ORE LOCALI.
Rientro in albergo e pernottamento.

4° giorno, mercoledì 6/6 HONNINGSVÅG - TROMSØ

Prima colazione e partenza in pullman, scendendo verso sud, per Tromsø, percorrendo nuovamente il tunnel, via Alta, fino a Olderdalen. Da qui si proseguirà in traghetto per Lyngen, e successivamente un'altra traversata in traghetto da Svensby a Breivikeidet. Pranzo libero lungo il percorso. Nel tardo pomeriggio arrivo a Tromsø e sistemazione in albergo. Cena e pernottamento in albergo.

5° giorno, giovedì 7/6 TROMSØ - OSLO

Dopo la prima colazione visita della città. Pranzo libero. Trasferimento in aeroporto per la partenza del volo Scandinavian Airlines per Oslo alle ore 16:10. Arrivo alle ore 18:00 e trasferimento in albergo. Sistemazione nelle camere riservate, cena e pernottamento.

6° giorno, venerdì 8/6 PARTENZA DA OSLO

Prima colazione e giornata dedicata al viaggio di rientro individuale ai luoghi di origine.

- Quota individuale di partecipazione (minimo 35 persone) € 1492,00.
- Supplemento camera singola € 254,00.
- Tassa di iscrizione € 35,00.

- La quota di partecipazione comprende: voli interni di linea della compagnia Scandinavian Airlines da Oslo ad Alta e da Tromsø a Oslo, e il trasporto di kg 20 di bagaglio, più un bagaglio a mano di dimensioni ridotte; sistemazione in camere due letti con servizi privati in alberghi tre e quattro stelle; pasti come da programma; pullman per i trasferimenti da e per gli aeroporti in Norvegia e per l'itinerario previsto in programma; accompagnatore-guida, di lingua italiana, per tutto il tour in Norvegia; passaggi in traghetto, microcrociera, pedaggi tunnel come indicato in programma; ingresso al Museo delle Navi vichinghe ad Oslo; ingresso al Museo di Alta; ingresso all'osservatorio di Capo Nord incluso certificato; accompagnatore Stella Errante ed esperto di astronomia per tutta la durata del viaggio; polizza assicurativa Global Assistance, medico-bagaglio e annullamento viaggio.
- La quota di partecipazione non comprende: il viaggio in aereo dall'Italia a Oslo e ritorno. Su richiesta l'organizzatore potrà provvedere in merito; le tasse aeroportuali per i voli interni in Norvegia da riconfermare all'emissione dei biglietti (circa € 72,00); le bevande durante i pasti; le mance; gli extra di carattere personale; tutto quanto non espressamente menzionato nel programma.

ESTENSIONE FACOLTATIVA

5° giorno, giovedì 7/6 TROMSØ - TRONDHEIM

Dopo la prima colazione breve giro della città. Pranzo libero. Trasferimento in aeroporto per la partenza del volo Scandinavian Airlines per Trondheim alle ore 13:55. Arrivo alle ore 16:00 e trasferimento in albergo. Sistemazione nelle camere riservate, cena e pernottamento.

6° giorno, venerdì 8/6 TRONDHEIM - ÅLESUND

Prima colazione e visita di Trondheim, vivace e storica città universitaria. Nella tarda mattinata partenza per Ålesund, percorrendo spettacolari strade panoramiche. Pranzo libero lungo il percorso. Traghetto da Molde a Vestnes. Nel tardo pomeriggio si raggiungerà la graziosa città costiera di Ålesund. Cena e pernottamento in albergo.

7° giorno, sabato 9/6 ÅLESUND - SOGNDAL

Dopo la prima colazione partenza per esplorare la zona dei fiordi. Viaggio in traghetto da Aunes a Magerholm. Seguirà da Hellesylt una microcrociera nel fiordo contorto di Geiranger. Sbarco e proseguimento in pullman. Pranzo libero lungo il percorso. Continuazione per Skei e Fjærland, lungo il percorso si potranno ammirare splendidi panorami di verdi boschi, lunghe vallate e montagne che si gettano a picco nelle acque dei fiordi. Arrivo a Sogndal nel tardo pomeriggio. Cena e pernottamento in albergo.

8° giorno, domenica 10/6 SOGNDAL - GUDVANGEN - OSLO

Prima colazione e partenza per Kaupanger. Imbarco per una microcrociera nel Sognefjord. Arrivo a Gudvangen e proseguimento con il pullman per Oslo. Pranzo libero lungo il tragitto. Arrivo a Oslo, cena e pernottamento in albergo.

9° giorno, lunedì 11/6 OSLO - VIAGGIO DI RITORNO

Dopo la prima colazione giornata dedicata al viaggio di rientro individuale verso i luoghi di partenza.

- Quota individuale per l'estensione (minimo 30 persone) € 643,00.
- Supplemento camera singola € 142,00.

Il programma è stato realizzato in collaborazione con l'Associazione Astrofili Segusini di Susa e con il Civico Planetario "F. Martini" di Modena.

Per ulteriori informazioni sul viaggio base, sull'estensione e sulle iscrizioni contattare
CIVATURS ROMA Via Nizza, 152 - 00198 ROMA - Tel 06 8840504 - Fax 06 64220524
roma@civatur.com - www.stellaerrante.it

Opportunity: è iniziato il nono anno!

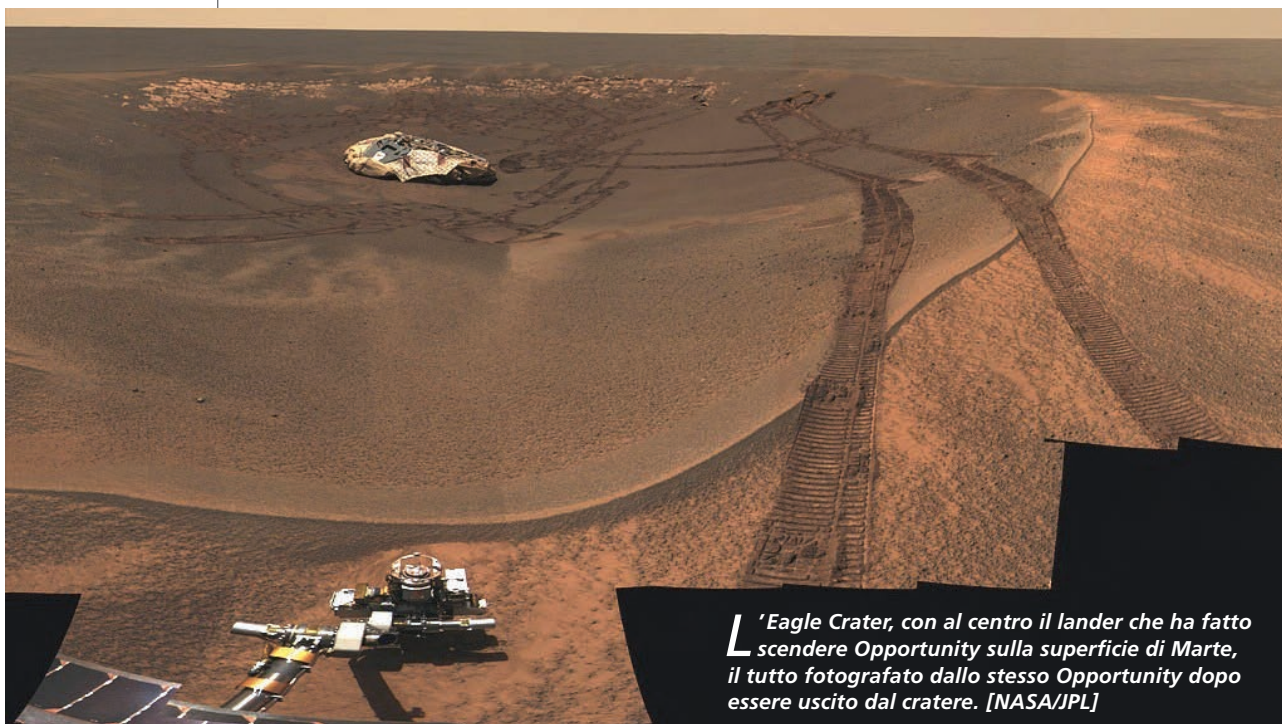


A sinistra, il Mars Exploration Rover Opportunity, rappresentato al lavoro sulla superficie di Marte. [NASA/JPL Cornell University/Maas Digital]

C'è un piccolo robot che gironzola su Marte da quasi 3000 giorni, e pensare che doveva farlo per soli 90 giorni. È Opportunity, il rover più longevo della storia dell'astronautica. Vediamo come procede questa straordinaria avventura.

L'inossidabile rover marziano Opportunity continua a stupire per la sua sempre più esagerata longevità: progettato per una missione di 3 mesi è invece ormai entrato nel suo nono anno di attività, come dire che ha superato di oltre 30 volte il limite operativo minimo fissato dai tecnici della NASA. Opportunity era giunto su Marte il 25 gennaio 2004, atterrando all'interno di un cratere da impatto non particolarmente vasto, l'Eagle Crater, di soli 22 metri di diametro. L'at-

terraggio aveva seguito di tre settimane quello del gemello Spirit, sceso quasi agli antipodi e rimasto in attività fino al marzo 2010. Durante la sua missione nominale, Opportunity aveva già raggiunto tutti gli obiettivi prefissati, trovando sul suolo marziano evidenze di un ambiente che nel lontano passato era stato umido, in altre parole segni della remota presenza di acqua, che andavano a rafforzare numerose altre osservazioni in tal senso effettuate da vari orbiter.

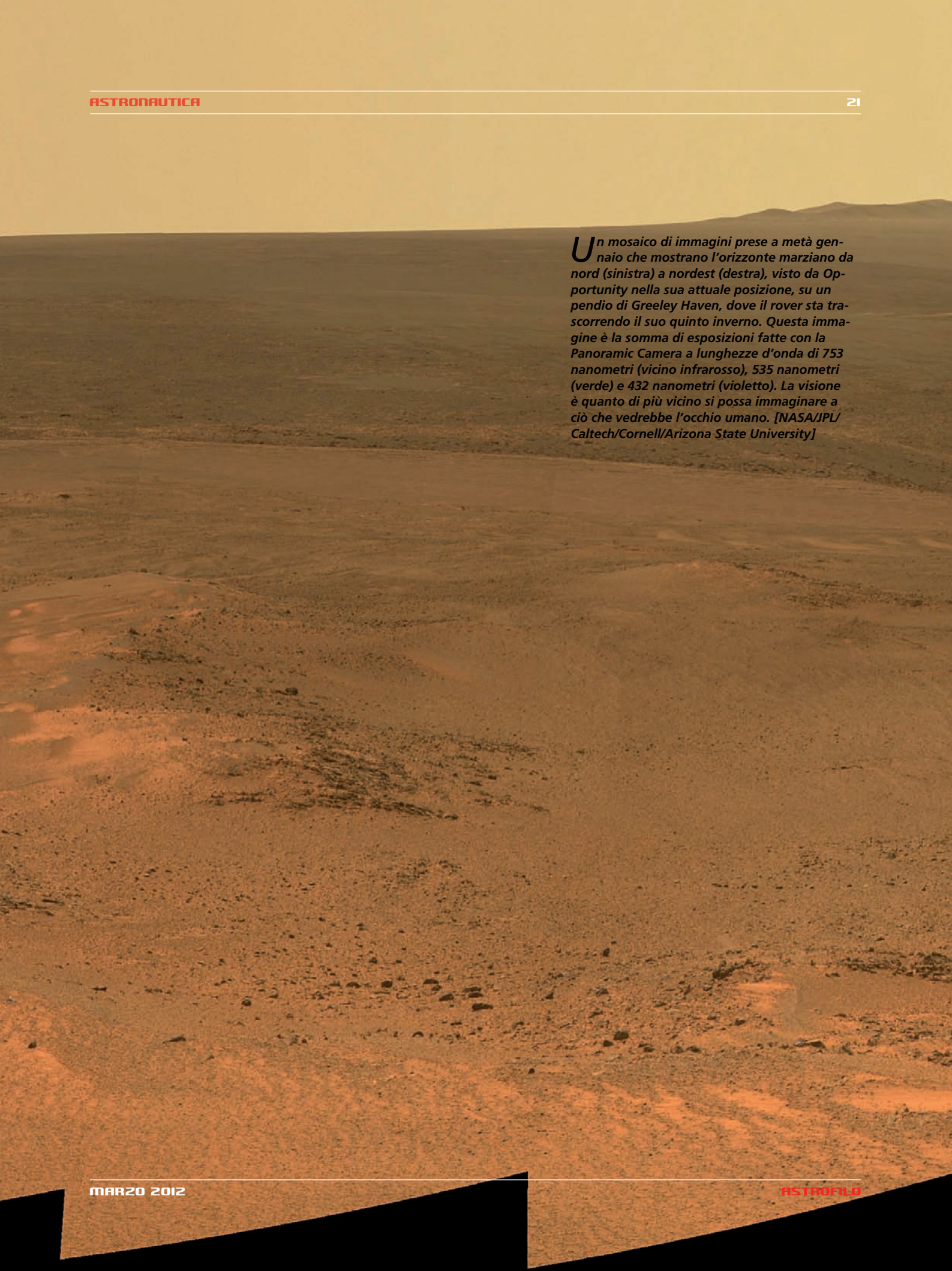


L'Eagle Crater, con al centro il lander che ha fatto scendere Opportunity sulla superficie di Marte, il tutto fotografato dallo stesso Opportunity dopo essere uscito dal cratere. [NASA/JPL]

Nei successivi quattro anni terrestri, superando due rigidi inverni marziani, Opportunity è andato ad esplorare crateri via via più grandi e profondi, come il Victoria Crater, di 800 metri di diametro, dove ha raccolto altre prove dell'alternarsi di periodi umidi e secchi sulla superficie del pianeta rosso.

A metà 2008, i "piloti" del rover avevano deciso di approfittare della sua inattesa resistenza per dirigerlo verso un grande cratere, Endeavour, di 22 km di diametro. Ci sono voluti la bellezza di tre anni per raggiungere la nuova meta, durante i quali Opportunity si è soffermato su qualunque conformazione superficiale apparisse meritevole di un'analisi chimico-fisica approfondita.

L'ottavo anno di marcia, quello che ha definitivamente condotto il rover sul bordo dell'Endavour Crater, è stato il più rapido di tutti, con 7,7 km percorsi, su un totale di 34,4 km accumulati nel corso dell'intera missione. Dopo aver raggiunto il cratere, nell'agosto 2011, Opportunity ha iniziato a perlustrare un ampio segmento del suo bordo, noto come Cape York, ponendo particolare attenzione a formazioni rocciose semiemerse dalla sabbia superficiale, ritenute geologicamente interessanti in quanto più antiche di quelle esaminate in precedenza. Anche in questa occasione sono stati riconosciuti composti chimici che si formano tipicamente in presenza di acqua. Fra tutti i ritrovamenti, il più interessante è risultato un'insolita venatura apparentemente rocciosa, chiaramente emersa dal suolo marziano, larga appena da 1 a 2 cm e lunga circa mezzo metro. Analizzata con il Microscopic Imager and Alpha Particle X-ray Spectrometer, quella venatura (denominata Homestake) è risultata composta di solfato di calcio idrato, ossia gesso, e la sua origine non può che essere dovuta all'azione dell'acqua. Mentre sulla Terra il gesso è molto diffuso, su Marte lo si era in precedenza individuato in una sola area, certamente trasportato dal vento, il che non ha reso individuabile la regione di provenienza. Nel caso invece della venatura scoperta da Opportunity, è praticamente certo che si sia formata dov'è tuttora e che la sua origine sia da attribuire al depositarsi di calcio disciolto in acqua e mischiato a zolfo prove-



Un mosaico di immagini prese a metà gennaio che mostrano l'orizzonte marziano da nord (sinistra) a nordest (destra), visto da Opportunity nella sua attuale posizione, su un pendio di Greeley Haven, dove il rover sta trascorrendo il suo quinto inverno. Questa immagine è la somma di esposizioni fatte con la Panoramic Camera a lunghezze d'onda di 753 nanometri (vicino infrarosso), 535 nanometri (verde) e 432 nanometri (violetto). La visione è quanto di più vicino si possa immaginare a ciò che vedrebbe l'occhio umano. [NASA/JPL/Caltech/Cornell/Arizona State University]

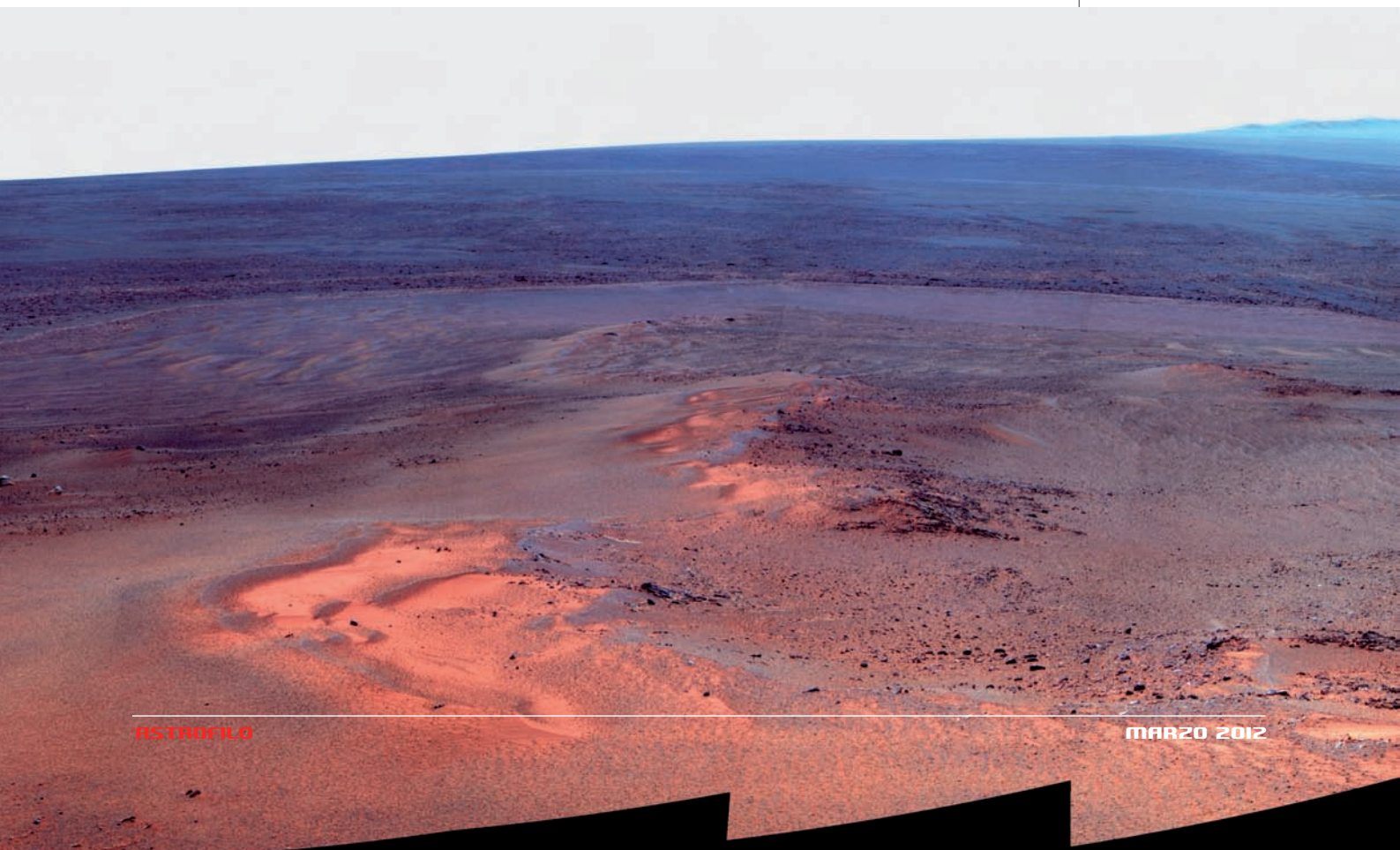
niente o dal dilavamento di rocce vulcaniche, oppure da solfuri gassosi rilasciati durante un'eruzione. La fanghiglia risultante deve aver finito col riempire una crepa sotterranea solidificandosi e trasformandosi nel gesso che oggi possiamo osservare e analizzare. Già in passato Opportunity aveva evidenziato composti chimici associabili all'azione dell'acqua, ma sempre in ambienti acidi, mentre nel caso di Homestake le condizioni ambientali che hanno portato alla sua formazione erano più neutre e quindi più adatte ad eventuali forme di vita batterica. Secondo Steve Squyres, della Cornell University (Ithaca, N.Y.), principal investigator della missione di Opportunity, "Homestake è la più chiara evidenza di acqua liquida su Marte che abbiamo trovato nei nostri otto anni sul pianeta".

La missione di Opportunity nel segmento Cape York è recentemente proseguita con lo studio di un affioramento roccioso denominato "Greeley Haven", sul quale il rover sta affrontando il suo quinto inverno marziano (che dura il doppio di un inverno terrestre), sfruttando una pendenza del rilievo che gli

permette di esporre favorevolmente al Sole i suoi pannelli solari e quindi di accumulare energia sufficiente a continuare la propria attività, seppur senza gironzolare, fino alla fine dell'inverno in corso.

Nei quattro inverni precedenti non era stato necessario adottare quella strategia, perché il minore deposito di polvere sui pannelli e le basse latitudini alle quali opera il rover avevano consentito di accumulare l'energia necessaria a far muovere, anche nella stagione più fredda, le sei ruote di cui è dotato. Opportunity resterà "aggrappato" a Greeley Haven almeno fino alla metà del 2012 e sfrutterà la sua posizione stazionaria per effettuare alcune importanti ricerche, non solo geologiche. Una di queste riguarderà il tracciamento dei segnali radio provenienti dal rover, al fine di misurare eventuali oscillazioni nella rotazione di Marte. Non è infatti ancora chiaro se il pianeta sia dotato di un nucleo allo stato fluido e se si quale sia il suo livello di viscosità; due incognite che potranno trovare una risposta dall'analisi dei tempi di arrivo dei segnali di Opportunity.

In basso vediamo lo stesso panorama delle pagine precedenti, ma elaborato in falsi colori per evidenziare la presenza di diversi materiali presenti in superficie. [NASA/JPL/Caltech/Cornell/Arizona State University]





Questa vena-tura di gesso, denominata *Homestake*, è la traccia più evidente finora scoperta di una remota presenza di acqua sul pianeta rosso. [NASA/JPL-Caltech/Cornell/ASU]

Un secondo esperimento che viene portato avanti dalla postazione di Greeley Haven è l'analisi spettrometrica degli elementi che costituiscono quell'affioramento roccioso. Per fare ciò Opportunity sottopone la roccia a un flusso di radiazioni provenienti da una riserva di cobalto-57 alloggiato nel suo laboratorio, e identifica i minerali contenenti ferro dalla risposta che le molecole della roccia danno a seguito della sollecitazione radioattiva. Purtroppo, il cobalto-57 ha un tempo di dimezzamento di circa 9 mesi e il flusso di raggi X è quindi calato notevolmente rispetto all'inizio della missione. Ciò implica che per ottenere una misurazione oggi Opportunity deve tener puntato lo spettrometro sullo stesso target per settimane, quando nei primi tre mesi di missione una sola ora era più che sufficiente. Fine ultimo di questo tipo di misurazioni è quello di valutare come l'azione del vento marziano possa variare attraverso il

deposito di sabbia l'abbondanza di diversi minerali presso Greeley Haven.


Un'altra campagna di osservazioni legata ai venti marziani riguarda il monitoraggio della forma e della posizione delle dune di sabbia: essendo attualmente l'azione del vento il processo più rilevante alla superficie di Marte, è prevalentemente quello che può cambiare il paesaggio, ma è difficile accorgersi dei cambiamenti da esso apportati se vengono riprese immagini da una postazione che si muove ogni giorno. Ora che invece Opportunity è fermo in attesa della primavera marziana, anche questo tipo di ricerca potrà dare risultati interessanti.

Quando su Greeley Haven l'inverno terminerà, i tecnici della NASA guideranno il rover verso alcuni minerali ricchi di argilla che un orbiter ha individuato proprio sul bordo dell'Endeavour Crater. L'epica missione di Opportunity continua... ■

Il pianeta gigante che non c'è più

Recenti simulazioni al computer indicano che fino a 4 miliardi di anni fa nel nostro sistema solare, oltre a Giove, Saturno, Urano e Nettuno, c'era anche un quinto pianeta gigante. Come si è giunti a questa inattesa conclusione? E dov'è finito quel pianeta?

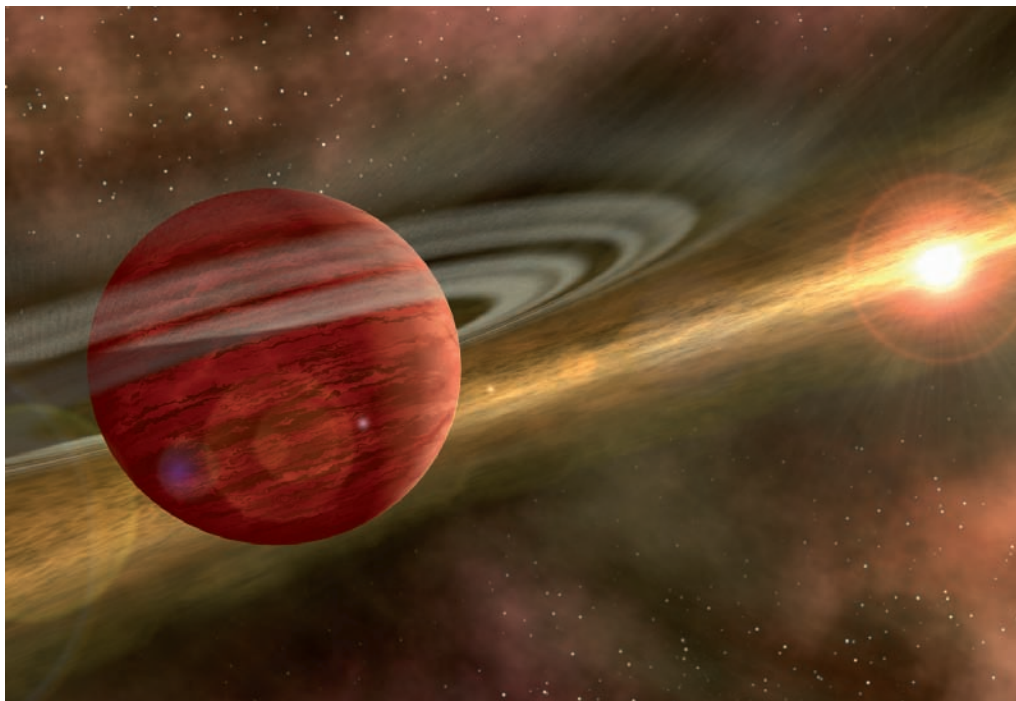
In queste due pagine vediamo come poteva apparire il nostro sistema solare in una fase avanzata di formazione dei pianeti, quando il disco protoplanetario residuo iniziava a dissolversi sotto la spinta della radiazione del neonato Sole. A quel tempo i pianeti si trovavano tutti raccolti entro un'area poco più grande dell'attuale orbita di Saturno. [ESO/L. Calçada]



I pianeti del nostro sistema solare ci appaiono oggi come una tranquilla famiglia di globi che ruotano armoniosamente attorno al Sole, seguendo orbite quasi circolari e complanari, dando l'impressione che tutto sia sempre stato così. Vi sono persino leggi empiriche, ormai cadute nell'oblio, come quella di Titius-Bode, che poggiano sulla geometrica e quasi magica progressione delle distanze dei pianeti dal Sole, quasi a voler dimostrare che quella disposizione sia l'unica possibile.

In realtà le cose non sono sempre state come le vediamo, tanto che l'attuale collocazione dei pianeti all'interno del sistema solare è il risultato di una caotica evoluzione, iniziata circa 600 milioni di anni dopo la sua formazione e durata alcune decine di milioni di anni. I quattro giganti gassosi (Giove, Saturno, Urano e Nettuno), in particolare, oggi non sono affatto dove sono nati, e sempre più teorie li vogliono trasferiti in epoche remote verso l'interno o verso l'esterno (su questo punto non c'è univocità) di parecchie unità astronomiche. Di certo la posizione di Urano e Nettuno è incompatibile con la densità stimata di gas e polveri presenti a quelle distanze (20 e 30 UA) nel disco protoplanetario all'epoca della loro formazione: non c'era abbastanza materiale per dar vita a due pianeti di quella stazza in quelle regioni, e qualora ci fosse stato i tempi scala della sua concentrazione nei due pianeti sarebbero incompatibili con l'attuale età del sistema solare. Secondo alcuni modelli evolutivi, anche per Giove e Saturno ci sono forti indizi di un trasferimento verso l'esterno dopo la dispersione del disco protoplanetario.

Ecco, dunque, che quella che sembrava una situazione consolidata e culturalmente acquisita sin dai tempi delle sfere armillari, è invece una matassa ancora ingarbugliata della quale si sta tuttora cercando il bandolo. Se possibile, le più recenti simulazioni al computer della formazione del nostro sistema planetario sollevano nuovi dubbi, perché la situazione che osserviamo e che ci appare tanto armoniosa, ovvero quattro piccoli pianeti interni e quattro giganti esterni, risulta, alla



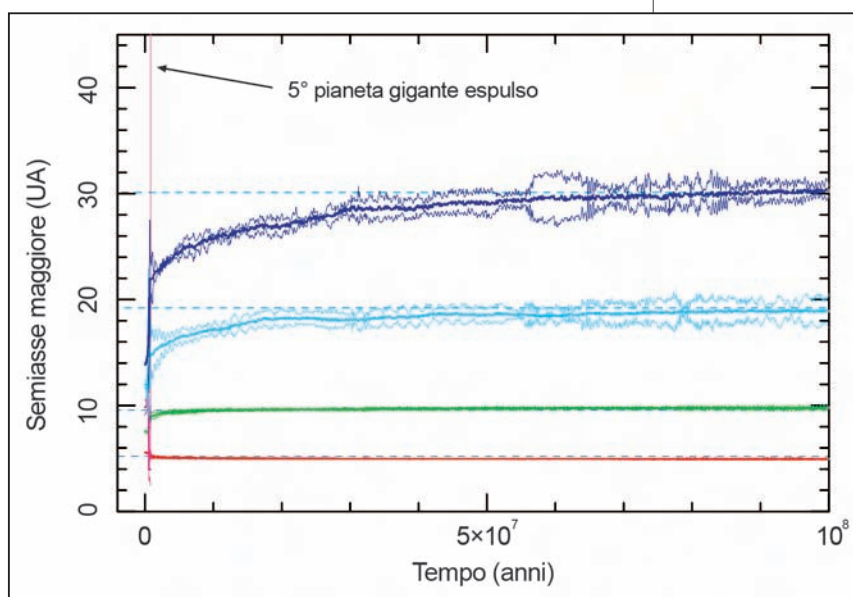
Dopo la formazione dei pianeti, quando il disco protoplanetario era ormai ridotto al minimo, la migrazione di Giove causò l'espulsione dal sistema solare di un pianeta grande come Urano, qui idealmente raffigurato con una serie di anelli. [NASA/JPL-Caltech, R. Hurt (SSC)]

luce delle elaborazioni numeriche, altamente improbabile se non impossibile. Uno scenario generalmente accettato e che può sorprendere è quello che vede tutti i pianeti del nostro sistema nascere entro 15 UA dal Sole e mantenere per un certo tempo (almeno mezzo miliardo di anni) un sufficiente equilibrio dinamico grazie a rapporti di risonanza fra le orbite. Fondamentale a questo proposito la risonanza 3:2 fra Giove e Saturno, corrispondente a un rapporto fra i periodi di rivoluzione pari a 1,5, contro gli attuali 2,49. Le risonanze orbitali sono però delicate e a causa delle varie interazioni gravitazionali le orbite diventarono dinami-

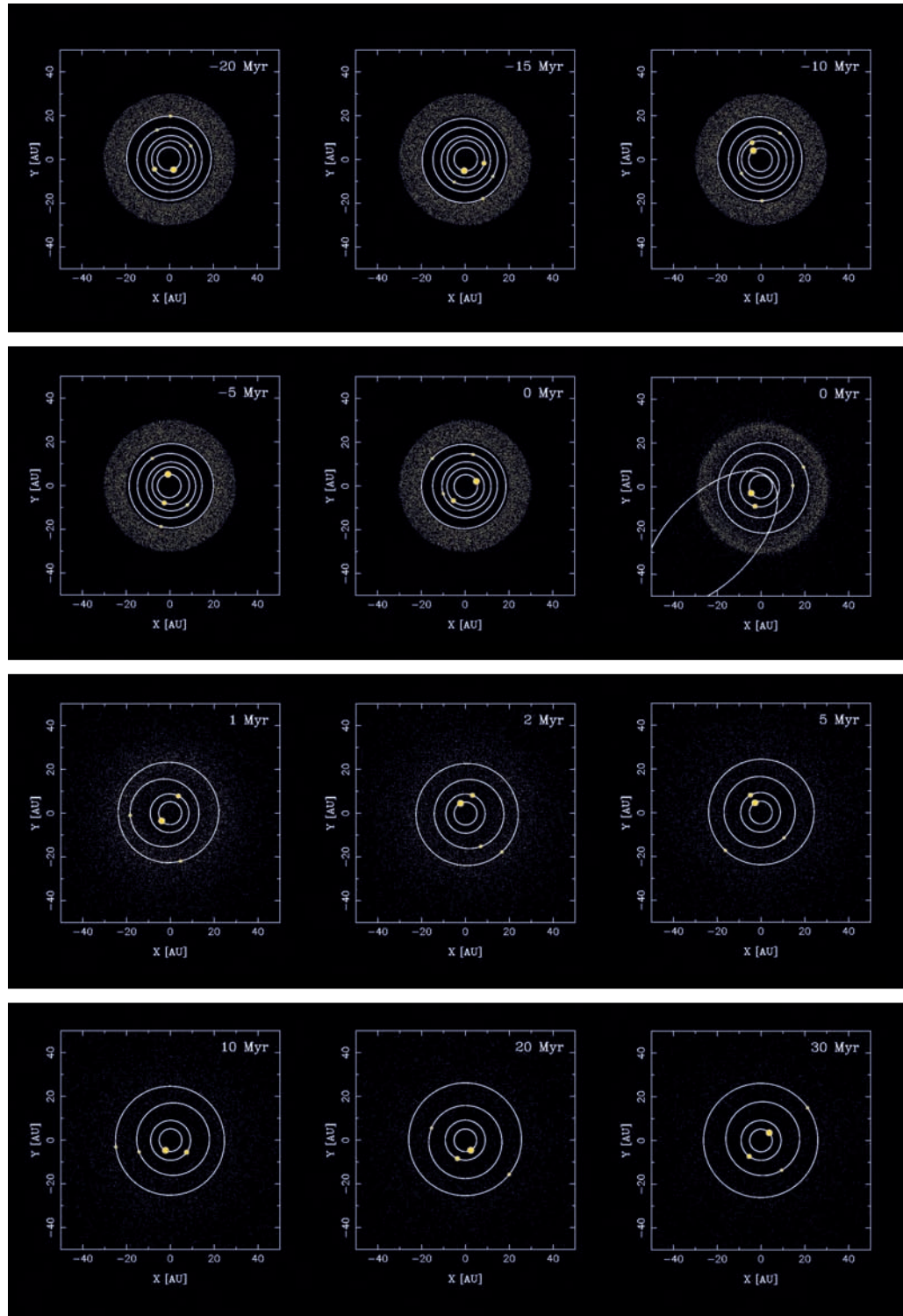
camente instabili, il che portò a una dispersione sia dei pianeti giganti sia dei corpi minori verso orbite anche molto più ampie di quelle originali.

Questo scenario spiega in modo soddisfacente la presenza di Urano e Nettuno nelle

Questo grafico illustra l'evoluzione delle orbite dei nostri pianeti giganti (a salire Giove, Saturno, Urano e Nettuno) a partire dall'epoca in cui fu espulso il quinto gigante. Le simulazioni indicano che quell'evento si realizzò in circa 820 000 anni, al termine di una serie di pesanti interazioni gravitazionali con Giove. [David Nesvorný, Southwest Research]



In questa pagina sono riassunte le fasi salienti di una fra le più interessanti simulazioni avviate da David Nesvorný. Tutto si svolge nell'arco di 50 milioni di anni, partendo da una situazione che vede 5 pianeti giganti orbitare a distanze relativamente brevi uno dall'altro. In posizione periferica è posto ciò che resta del disco di accrescimento, ossia una fascia di planetesimi la cui massa totale si aggira qui attorno alle 50 masse terrestri. Le varie interazioni gravitazionali fra pianeti e disco, e in particolare una serie di passaggi ravvicinati fra Giove e un quinto pianeta gigante, creano al tempo zero l'espulsione di quest'ultimo e la dispersione dei planetesimi. La grafica della simulazione non tiene conto dei 4 pianeti interni, le cui orbite in questo scenario non vengono perturbate in modo significativo, il che permette loro di continuare a permanere nel sistema solare. [David Nesvorný, Southwest Research]



attuali posizioni, ma ha un punto debole: l'evoluzione dell'orbita di Giove si dimostra relativamente lenta e le simulazioni indicano che ciò avrebbe finito col trasferire un eccesso di momento angolare ai quattro pianeti interni, che sarebbero potuti facilmente fuggire dal sistema solare, se sopravvissuti a probabili reciproci scontri. Per portarsi sulla sua attuale orbita, Giove deve quindi aver ceduto rapidamente e in un'unica soluzione una parte rilevante del suo momento angolare. Ma solo un

grande pianeta poteva essere il destinatario di tanta energia e non senza pesanti conseguenze.

Per capire come possono realmente essere andate le cose, David Nesvorný, del Southwest Research Institute (Department of Space Studies, Boulder, Colorado), ha effettuato con un supercomputer una lunga serie di simulazioni



Sullo sfondo una rappresentazione di fantasia del quinto pianeta gigante del nostro sistema solare. [Southwest Research Institute]

(oltre 6000) nell'intento di ricostruire l'evoluzione del sistema solare, tenendo fra l'altro in considerazione l'attuale distribuzione degli oggetti transnettuniani appartenenti alla Kuiper Belt, considerati non solo traccianti ideali per risalire alla vera disposizione iniziale dei pianeti e al loro numero, ma anche dotati di un ruolo attivo a livello di scambio di energia gravitazionale con i pianeti giganti.

A questo proposito Nesvorný introduce nelle sue simulazioni un numero di planetesimi del disco (gli antenati della Kuiper Belt), collocati esternamente ai pianeti, che supera le mille unità e che per semplicità vengono dotati tutti di eguale massa. Arbitrariamente il ricercatore attribuisce al disco masse di 10, 20, 35, 50, 75 e 100 volte superiori a quella del nostro pianeta, e include ogni valore di massa in 30 diverse simulazioni, che generano differenti storie evolutive a seconda della distribuzione iniziale dei pianeti giganti. Ogni scenario viene seguito per 100 milioni di anni, un tempo ritenuto sufficiente a diradare il disco di planetesimi e a renderlo assimilabile all'attuale Kuiper Belt, della quale è il precursore.

Gli scenari adottati da Nesvorný come base di partenza per le simulazioni sono due: il primo prevede 4 pianeti giganti inizialmente bloccati sulle risonanze 3:2, 3:2 e 4:3, con i pianeti più esterni (Urano e Nettuno) a 9,6 e 11,6 UA dal Sole e col disco di planetesimi a 15 e oltre UA; il secondo scenario prevede invece 5 pianeti giganti, con l'aggiunta di una quarta risonanza, 5:4, e con il quinto pianeta di massa circa uguale a quella di Urano; il disco di planetesimi è nella stessa posizione vista prima.

Per essere considerati validi, i risultati delle simulazioni dovevano rispettare una serie di criteri, fra i quali produrre un sistema planetario con quattro pianeti giganti aventi orbite paragonabili a quelle odierne di Giove, Saturno, Urano e Nettuno, con uno scarto inferiore al 20% nel semiasse maggiore, a 0,11 nell'eccentricità e a 2° nell'inclinazione. Nello scenario con quattro giganti di partenza, i migliori risultati si sono avuti con masse del disco di 35 e 50 masse terrestri, che nel 10% e 13%

dei casi hanno prodotto sì sistemi che hanno mantenuto i quattro pianeti giganti, ma che solo in 3 casi su un totale di 120 integrazioni soddisfano i requisiti richiesti per semiasse, eccentricità e inclinazione. Ciò significa che è molto improbabile che il nostro sistema planetario abbia avuto all'inizio solo quattro giganti. Improbabile anche che la massa del disco di planetesimi fosse sensibilmente inferiore alle 35 sopra indicate, infatti da 20 in giù le simulazioni indicano che oggi dovremmo avere solo tre giganti, senza considerare un'eventuale ricaduta negativa di tutto ciò sui quattro pianeti di tipo terrestre.

In uno scenario che invece include all'inizio 5 pianeti giganti e un disco di 50 masse terrestri, ben il 37% delle simulazioni dà come risultato finale un sistema con quattro giganti (il quinto viene evidentemente espulso da un'interazione gravitazionale con Giove), che nel 23% dei casi soddisfa anche tutti i vincoli orbitali visti in precedenza.

Secondo Nesvorný, le probabilità che fino a 4 miliardi di anni fa il nostro sistema solare avesse 5 pianeti giganti sono 10 volte più elevate di quelle dello scenario con 4 pianeti giganti. Inoltre, sembra che solo l'iniziale presenza del quinto gigante possa aver preservato la stabilità delle orbite di Mercurio, Venere, Terra e Marte, rendendo possibile la comparsa della vita sul nostro pianeta.

Ma che fine ha fatto il quinto gigante dopo essere stato espulso dal sistema solare e dove può essere ora? Forse sta ancora vagando nello spazio interstellare ed è uno dei tantissimi pianeti definiti "free floating" che si muovono su orbite galattiche liberi da vincoli con qualunque stella. Negli ultimi anni ne sono stati scoperti diversi, in modo più o meno fortunoso, e alcuni ricercatori stimano che possano essere ben più numerosi delle stesse stelle. Dove si trovi quel pianeta è impossibile dirlo, perché se avesse abbandonato il nostro sistema nei tempi previsti e a una ragionevole velocità di circa 10 km/s, oggi potrebbe essere distante oltre 130mila anni luce, come dire dall'altra parte della Galassia! ■

Colonne da postazione fissa

di Giovanni De Caro
Realizzazioni per l'Astronomia
Gran Sasso

L'esigenza di fuggire il più lontano possibile dall'inquinamento luminoso ha portato le ditte costruttrici di strumentazione astronomica a focalizzare la propria offerta su strumenti che offrono una buona portabilità anche per diametri generosi. Le montature dei telescopi commerciali di fascia medio-alta vengono perciò costantemente realizzate con struttura in alluminio e offerte con treppiedi in metallo o in fibra di carbonio, soluzioni non ottimali per chi desiderasse installare il proprio strumento in postazione fissa; in questo caso è d'obbligo infatti l'utilizzo di un pilastro in calcestruzzo o di una colonna metallica. Nel caso di una colonna in metallo essa consente, con costi contenuti, di ridurre gli ingombri, di appesantire lo strumento rendendolo meno suscettibile alle vibrazioni inevitabilmente trasmesse dal pavimento, e di realizzare il tutto senza la necessità di richiedere autorizzazioni di alcun tipo. La colonna metallica inoltre, a differenza del pilastro di cemento, può essere facilmente ri-



Colonna da postazione fissa realizzata per un telescopio Dall-Kirkham da 12" su montatura equatoriale a sbalzo controllata da remoto, installato sotto un tetto scorrevole. Il fissaggio al pavimento (soletta in c.a.) è stato realizzato tramite barre filettate e ancorante chimico; in questo caso è possibile anche rialzare tutto il complesso colonna + telescopio sfruttando i segmenti di barra filettata lasciati a vista. [D. Rossi, Follonica - GR]



za di perni per il livellamento ecc. Chi volesse acquistare una di queste colonne da postazione fissa o volesse cimentarsi con la realizzazione in proprio di una colonna metallica deve tenere bene a mente alcuni concetti:

1) Peso. Una colonna da postazione fissa deve essere solida e

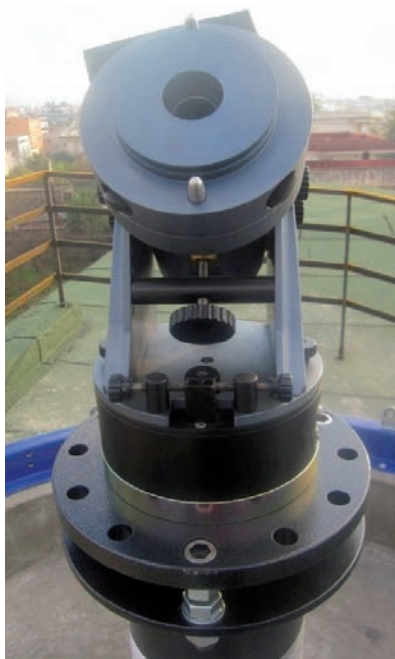
pesante, in quanto solo in questo modo farà assumere a tutto il telescopio il grado di inerzia indispensabile ad evitare la trasmissione all'oculare o al sensore CCD di tutte le vibrazioni trasmesse dal pavimento. Questo concetto, ben esposto da P. Andrenelli nel suo classico testo *L'astronomo dilettante* (pag. 132 - ediz. 1977), richiede l'utilizzo di ferro, ghisa e acciaio, piuttosto che di alluminio; si tenga conto anche della possibilità di riempire il corpo della colonna con sabbia in modo da aumentarne ulteriormente il peso, ovviamente previa verifica della staticità e della resistenza del pavimento sul quale la colonna andrà posizionata. Riteniamo che il peso minimo a vuoto per una colonna di questo tipo non debba essere inferiore ai 40 kg per uno strumento medio-piccolo, diciamo entro i 200 mm di diametro, mentre strumenti più grandi beneficeranno di basamenti più pesanti. Naturalmente prima di pensare all'acquisto o alla costruzione della colonna occorrerà far realizzare una soletta in cemento armato o un plinto di dimensioni adeguate, oppure, nel caso di installazione su terrazzi o balconi, fare effettuare un sopralluogo da un tecnico per accertarsi che il peso complessivo dello strumento possa essere sostenuto dal pavimento sottostante senza problemi. **2) Forma e dimensioni.** Per colonne alte fino a

1500 mm e con diametro fino a 300 mm, il corpo potrà essere a sezione circolare o (soluzione esteticamente meno valida) quadrata, purché le pareti abbiano spessore adeguato (mai inferiore a 4 mm), mentre per altezze e/o diametri superiori è meglio utilizzare scatolati pentagonali, esagonali od ottagonali, del tipo utilizzato per le torri-faro o per le gru a bandiera, rastremati verso l'estremità superiore. La piastra base potrà essere indifferentemente circolare,

In questa pagina e in quella seguente, colonna da postazione fissa realizzata per un telescopio Schmidt-Cassegrain 14" su montatura equatoriale a sbalzo controllata da remoto, installato in cupola. Si noti la solidità della realizzazione, con colonna sovradimensionata e riempita con 50 kg di inerti per contrastare le microvibrazioni trasmesse alla struttura del fabbricato dalla strada sottostante. Il livellamento di precisione è ottenuto tramite tre perni M22 in acciaio cementato disposti a 120°. La montatura è fissata a una flangia di acciaio massiccio opportunamente lavorata. Peso complessivo della colonna 130 kg. [G. Forino, Cicciano - NA]



quadrata o poligonale, purché di adeguato spessore; la flangia superiore, sulla quale dovrà essere installata la montatura, è bene che sia circolare, in modo da non ostacolare i movimenti dell'asse di declinazione (nel caso di montatura alla tedesca) e da rendere più facile la sua lavorazione al tornio o la sua modifica, qualora ciò si rendesse necessario in un secondo tempo. È bene che la colonna possa essere riempita dopo l'ancoraggio al suolo con inerti, allo scopo di appesantirla ed aumentare lo smorzamento delle vibrazioni recepite dal pavimento. L'altezza della colonna dovrà consentire una osservazione abbastanza comoda sia per astri posti allo zenit sia per oggetti



più bassi sull'orizzonte; l'altezza di un metro è considerata adeguata per la maggior parte dei telescopi a focale posteriore con tubo ottico fino ad un metro di lunghezza. Nel caso di strumenti Newton la colonna sarà ovviamente più bassa, mentre nel caso di rifrattori a lunga focale dovrà essere di altezza maggiore. E

non ci si dimentichi di tener conto delle dimensioni della cupola nel dimensionamento della colonna.

3) Livellamento. Nel caso di montature altazimutali il livellamento esatto della colonna è assolutamente indispensabile, pena l'impossibilità di realizzare un preciso puntamento e inseguimento degli astri. Nel caso invece di una montatura equatoriale, un difetto di livellamento può rendere difficoltoso l'allineamento dell'asse di ascensione retta, qualora non dotato di cannocchiale polare, e inoltre genera un'asimmetria di carico sulla base della montatura. Il livellamento grossolano di una colonna può essere effettuato inserendo sui perni di fissaggio al suolo delle rondelle metalliche fra base e pavimento, mentre la messa in bolla definitiva dovrà essere eseguita agendo su 3 o 4 perni collocati alla estremità superiore della colonna. La soluzione talora adottata di livellare la colonna alla base utilizzando piastra e contropiastra con 4 o 6 perni filettati non è l'ideale, in quanto, specialmente se la colonna è molto pesante e la sezione dei perni non è adeguata, ciò può ingenerare un effetto "pendolo rovesciato" o mandare in risonanza l'intera struttura se sottoposta a vibrazioni di una data frequenza. **4) Ancoraggio al suolo.** Una colonna da postazione fissa, è ovvio, dovrà essere ancorata solidamente al suolo. Le metodiche adottabili sono sostanzialmente due: l'utilizzo di tasselli ad espansione in ferro zincato oppure l'impianto di barre filettate cementate con ancorante chimico. La prima soluzione è da preferirsi per praticità nel caso di pavimento o soletta in cemento; la seconda soluzione è invece indicata nel caso lo strumento insista su di un plinto di dimensioni poco superiori alla base della colonna, in quanto in questo caso l'utilizzo di tasselli ad espansione potrebbe causare spaccature nel plinto stesso.



Colonna da postazione fissa per telescopio apocromatico 6" su montatura equatoriale a sbalzo. Installazione su terrazzo ove non era possibile utilizzare barre filettate di forte diametro. La base, di diametro maggiorato, è stata siliconata al pavimento e fissata con tasselli ad espansione M10. Lo strumento viene protetto con una struttura amovibile su ruote.

5) Verniciatura. Se la colonna non è esposta direttamente alle intemperie, consiglio la verniciatura a polvere epossidica, realizzabile negli appositi impianti, sempre preceduta da sabbatura. Se viceversa la colonna deve essere lasciata all'esterno senza protezione, è consigliabile fare eseguire la zincatura a caldo prima della verniciatura. In definitiva, sia nel caso ci si voglia orientare verso prodotti commerciali, sia che si decida di procedere in proprio con la costruzione, una colonna da postazione fissa deve essere scelta (o realizzata) e installata seguendo criteri di razionalità costruttiva, solidità e durata nel tempo, evitando soluzioni inadeguate che finirebbero per fare del nostro telescopio il classico gigante con i piedi d'argilla. ■

CAELUM



STRUMENTI PER L'ASTRONOMIA

CONS.OM. Sas - C.so Rosselli 107 - 10129 TORINO

Tel/Fax 011 500213 - Mob. 328 2120508

VISITE SU APPUNTAMENTO



We take you closer to the stars!

DOPPIETTI E TRIPLETTI CON VETRI ED A BASSA DISPERSIONE FPL-53 OHARA GIAPPONESI

WWW.ASTRO-PROFESSIONAL.IT



Achromat 152 F6



**Doublet 80 F7
C.F.**



**Doublet 66 F 6
C.F.**



Triplet 115 F7



**Doublet
102 F7**

**Triplet
130 F7**

TUTTI I TELESCOPI SONO OFFERTI SOLO TUBO O IN VERSIONE DELUXE: ANELLI, BARRA E VALIGIA.
L'INTERA GAMMA E' DISPONIBILE IN VISIONE E PRONTA CONSEGNA.



Triplet 80 apo



**PROMO
€ 738**



**NEW
Apo 102 carbon
triplet**

**PROMO
€ 1755**

DISPONIBILI SPIANATORI
DEDICATI DA 2" / 3" E
ALTRI ACCESSORI VISUALI



Disponibili presso:

Ottica Deneb - Collecchio (PR) - tel 0521 806921
Eagle Optics - L'Aquila - tel 392 6209814



**PRONTA
CONSEGNA**

I nuovi sistemi completi di osservazione del Sole
in H-Alfa, realizzati da chi ha 20 anni d'esperienza
nel settore con elevatissimi standard di qualità
e a prezzi contenuti.

Filtri da 50 a 160 mm

Prezzi da 1280 euro!

Telescopi solari completi da

35 a 152 mm da 550 euro!

Senza ostruzione centrale!

**NUOVI MODELLI CON
TRATTAMENTI OTTIMIZZATI**

IMPORTATORE ESCLUSIVO

della più vasta gamma
di rifrattori apocromatici
al mondo: **APM-LZOS**

da 80 mm
a 356 mm



Obiettivi in cella

**Test
Interferometrico
per tutti gli obiettivi**

ioptron MONTATURE COMPUTERIZZATE



IEQ45:

**FINALMENTE IL PASSAGGIO
SUCCESSIVO ALLA EQ6.**

**PIU' PRECISIONE,
PIU' CARICO,
PIU' LEGGEREZZA,
PIU' TRASPORTABILITA'.**

**IN OFFERTA A
1990,00 EURO!**

- Doppio attacco Vixen e Losmandy;
- porta autoguida;
- cann. polare integrato con illuminatore;
- corone dentate: A/R da 130 Dec da 115 mm;
- carico max 20 kg, peso testa 11,9 kg!



**Cube Pro:
carico max
6 Kg.**

**IN OFFERTA
A 440 EURO!**



**Minitower Pro:
carico max
15 kg.**

**IN OFFERTA
A 1390 EURO!**

**Tutte le montature altazimutali sono dotate di
meccanica ed elettronica avanzate con cuscinetti
su rulli conici, SmartStar GoTo e auto-tracking!*

**Pulsantiera di controllo SmartStar con 130.000 oggetti.
GPS a 32 canali integrato.**


Astronomik; Berlebach; Orion Optics GB; Losmandy; Televue; Starlight Xpress; Celestron; Vixen; SkyWatcher

VENDITA PER CORRISPONDENZA - RATEIZZAZIONI - VASTISSIMA GAMMA DI TELESCOPI - TRATTIAMO SOLO ASTRONOMIA
RITIRO USATO - AMPIO ASSORTIMENTO DI MATERIALE D'OCCASIONE - GESTITO DA ASTROFILI CON 30 ANNI DI ESPERIENZA

WWW.CAELUM.IT

NGC 4449B, la nana più lunga del Gruppo Locale

Un'adeguata elaborazione digitale delle immagini astronomiche è alla base di numerose scoperte. Ne è un esempio la galassia nana NGC 4449B, rimasta fino ad ora nascosta, benché si trovi, su scala cosmologica, a due passi da casa nostra.



L'oggetto brillante che domina queste due pagine è la galassia irregolare NGC 4449, visibile nella costellazione dei Cani da Caccia. Dista da noi circa 12,5 milioni di anni luce, quindi relativamente poco, e infatti appartiene all'ammasso che chiamiamo "Gruppo Locale" e che ospita una sessantina di galassie, inclusa la nostra Via Lattea e la vicina M31 in Andromeda.

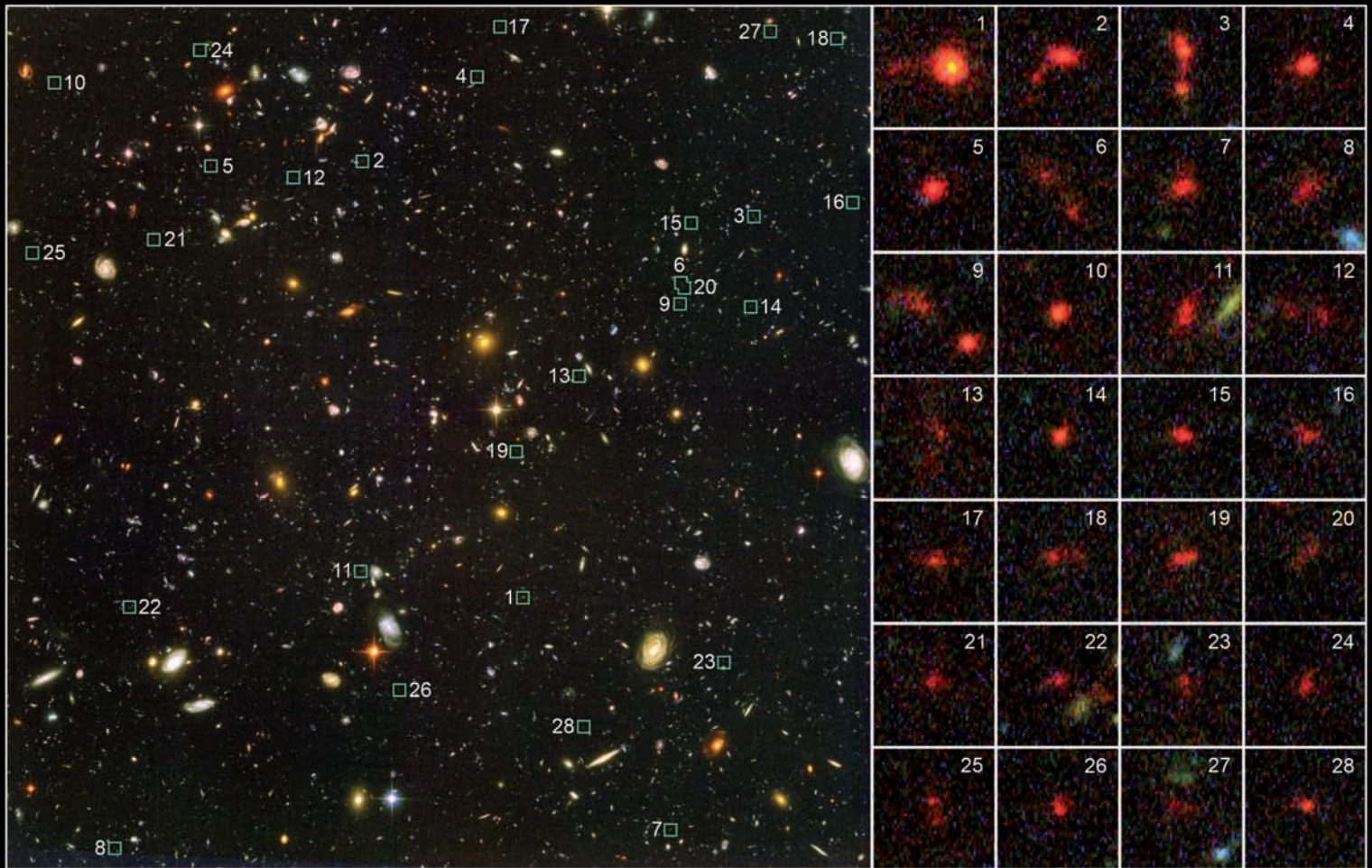
NGC 4449 è caratterizzata da un elevatissimo tasso di formazione stellare, tipico più di galassie primordiali che non di galassie appartenenti alla nostra epoca. La struttura complessivamente caotica si deve molto probabilmente all'azione di un buco nero supermassiccio presente nel suo nucleo e alle forze mareali scatenate dall'inglobamento di alcune galassie minori. Di queste ultime rimangono in NGC 4449 solo deboli tracce, in corrispondenza di ampi ammassi stellari e nell'insolito alone che la circonda, ampio circa 300.000 anni luce, nel quale sono riconoscibili differenti popolazioni stellari.

Ma qui l'oggetto più interessante non è la vistosa NGC 4449, quanto piuttosto quella debole e allungata nebulosità che sta più in basso sulla sinistra. Si tratta di una galassia nana scoperta recentemente da Michael Rich e Francis Longstaff (UCLA) con un telescopio di "appena" 70 cm di diametro. Nonostante quella regione fosse stata già inquadrata da strumenti fotografici ben più potenti, come l'HST, nessuno l'aveva vista prima.

La galassia, 10 volte meno brillante del cielo notturno sotto il quale è stata ripresa, si è rivelata solo dopo una sofisticata elaborazione digitale delle immagini, dalle quali sono stati sottratti il fondo cielo e le regioni più esterne di NGC 4449.

Denominata NGC 4449B la "nuova" galassia appare estremamente stirata dall'influenza gravitazionale di NGC 4449, nei pressi della quale deve essere transitata milioni di anni fa. Lo stretching gravitazionale è stato (ed è ancora) così rilevante da farla diventare la galassia nana più lunga del Gruppo Locale. Scoperta indipendentemente dal team di ricercatori di David Martinez-Delgado (Max Planck Institute), dai quali è stata risolta in singole stelle con il Subaru Telescope (8,2 metri di diametro), la NGC 4449B è destinata a dissolversi lentamente. ■

[Francis Longstaff - UCLA]



Galassie estremamente rosse

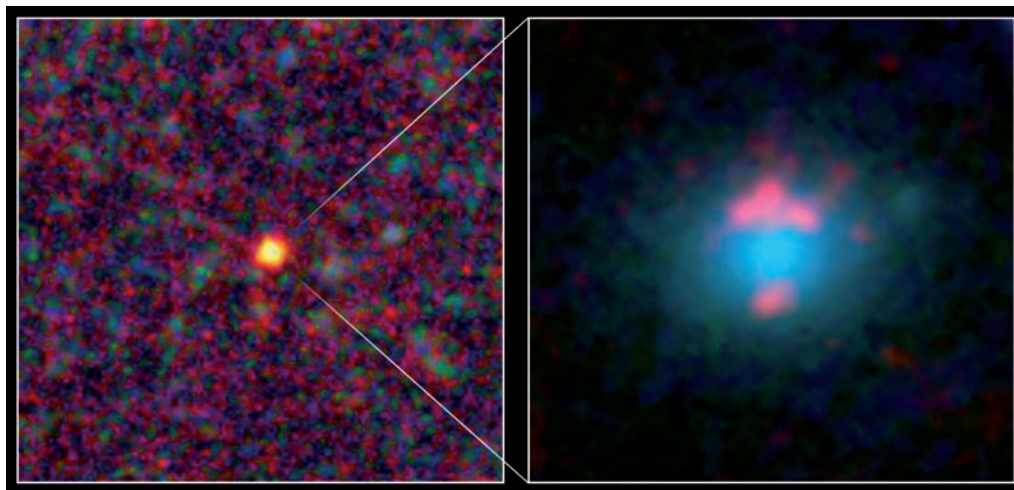
La recente scoperta di un gruppo di lontanissime e massicce galassie con picco di emissione a lunghezze d'onda insolitamente lunghe mette in discussione gli attuali modelli che descrivono la nascita delle prime grandi strutture nel giovane universo.

A sinistra sono evidenziate 28 galassie particolarmente rosse appartenenti all'universo con età inferiore al miliardo di anni. [NASA, ESA, R. Bouwens and G. Illingworth (University of California, Santa Cruz, USA)]

La forte componente rossa nella luce di galassie lontane può essere messa in evidenza anche attraverso il fenomeno delle lenti gravitazionali. Nel riquadro di sinistra, una galassia ripresa con il telescopio spaziale Herschel (IR); in quello di destra, la stessa galassia ripresa in maggior dettaglio in luce visibile e blu, con sovrapposizione di luce submillimetrica e rossa. [ESA/NASA, JPL-Caltech, Keck/SMA]

Di recente, astronomi dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) hanno utilizzato lo strumento IRAC a bordo dell'osservatorio spaziale infrarosso Spitzer per scoprire quattro galassie che appaiono insolitamente rosse. Sono talmente rosse che riprodurre i loro colori con i modelli richiede valori di età, massa ed estinzione della polvere così estremi da far pensare che i correnti modelli sull'evoluzione delle galassie possano essere sbagliati. Ma cominciamo col chiarire che cosa intendiamo quando in astronomia definiamo un oggetto "rosso". I sensori attraverso i quali vengono riprese le immagini di galassie lontane sono monocromatici, quindi diversi da quelli delle più familiari camere digitali che catturano i colori automaticamente. Qualunque astrofotografo abbastanza serio sa che devono essere usati dei filtri per registrare i colori quando si usano sensori specifici per astronomia. Se un oggetto è rosso, l'immagine monocromatica apparirà più brillante attraverso un filtro rosso che non attraverso

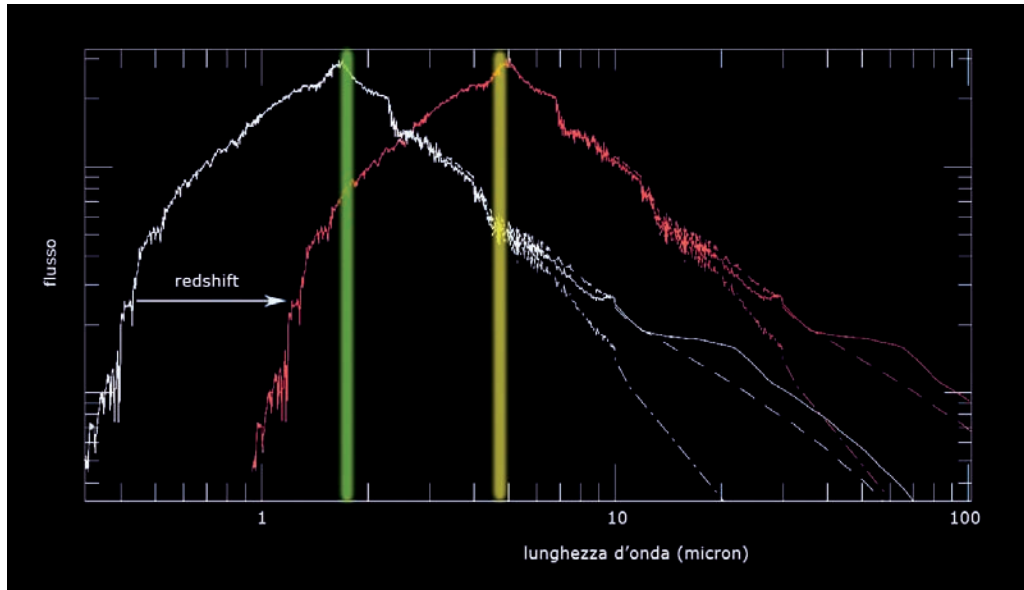
getto che appare più brillante alla lunghezza d'onda di 2 micron che non a quella di 1 micron è definito "rosso". Il tutto è abbastanza intuibile e il descrivere gli oggetti come "rossi" o "blu" facendo riferimento a una specifica coppia di lunghezze d'onda o di filtri è un modo semplice per comparare quegli stessi oggetti; un'utile sintesi in un campo già stracolmo di termini ottusi. Nel caso delle quattro galassie estremamente rosse scoperte da Spitzer stiamo considerando lunghezze d'onda collocate nel range del vicino e medio infrarosso, esattamente a 1.65 e 4.5 micron (entrambe oltre la visione umana). A queste lunghezze d'onda il Sole, ad esempio, che ha il suo picco di emissione nel visibile, ha una luminosità che cade vertiginosamente passando da 1.65 a 4.5 micron, rendendolo "blu" in questi filtri. La luce proveniente da una galassia normale altro non è che la somma di miliardi di stelle con diverse temperature, e anch'esse tendono a essere più deboli a 4.5 micron che non a 1.65 micron.



un filtro blu, cosicché i colori potranno essere assegnati successivamente, quando i vari canali saranno combinati via software. Le immagini a colori sono tipicamente la somma di immagini ottenute tramite filtri rossi, verdi e blu, il che equivale a riprodurre i principali colori visibili all'occhio umano. Gli astronomi estendono il concetto di colore oltre le lunghezze d'onda alle quali possiamo realmente vedere i colori, pertanto, un og-

Allora perché c'è così tanto clamore per la scoperta di alcune galassie estremamente rosse? I vari effetti che possono agire per rendere le galassie "rosse" in quelle lunghezze d'onda sono al cuore del perché oggetti molto rossi attirano l'interesse dei ricercatori. Il primo effetto è semplicemente il redshift della sorgente. La velocità di recessione per una sorgente molto distante sposterà l'emissione di una galassia verso il rosso. È interes-

L'effetto del redshift sul colore di una galassia. La linea bianca mostra la distribuzione dell'energia spettrale di una normale galassia (in questo caso ellittica). La linea rossa mostra la stessa distribuzione quando spostata verso il rosso. Le posizioni di filtri a 1.65 e 4.5 micron sono indicate dalle linee verticali colorate. Da notare che il flusso a 4.5 micron aumenta relativamente a quello a 1.65 micron, rendendo l'oggetto più rosso in questi filtri. [A&A, 332, 135]

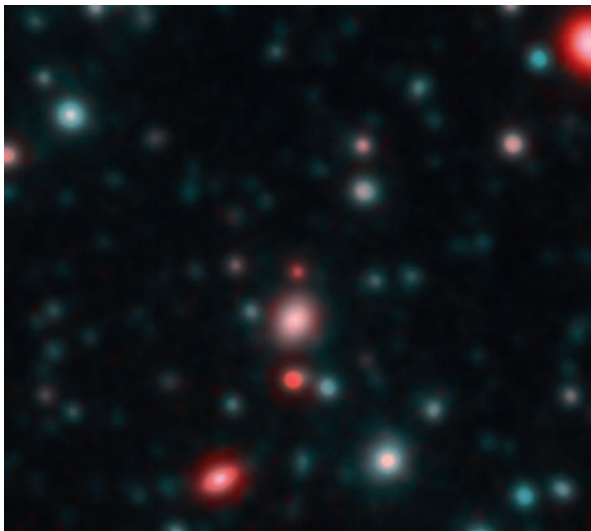


sante notare che questo effetto non rende necessariamente una galassia più rossa in qualunque coppia di filtri, tuttavia, come si può capire dal grafico qui sopra, per filtri di 1.65 e 4.5 micron, lo spostamento dello spettro verso il rosso fa realmente aumentare il flusso a 4.5 micron rispetto a quello a 1.65 micron, facendo apparire la galassia più rossa.

Il secondo effetto è l'assorbimento della luce stellare operato dalla polvere, che risulta molto più efficace nel blu che non nel rosso, indipendentemente dai filtri che vengono

impiegati nell'osservazione. Come si può intuire dal grafico della pagina seguente, più abbondante è la polvere e più una galassia risulta "arrossata".

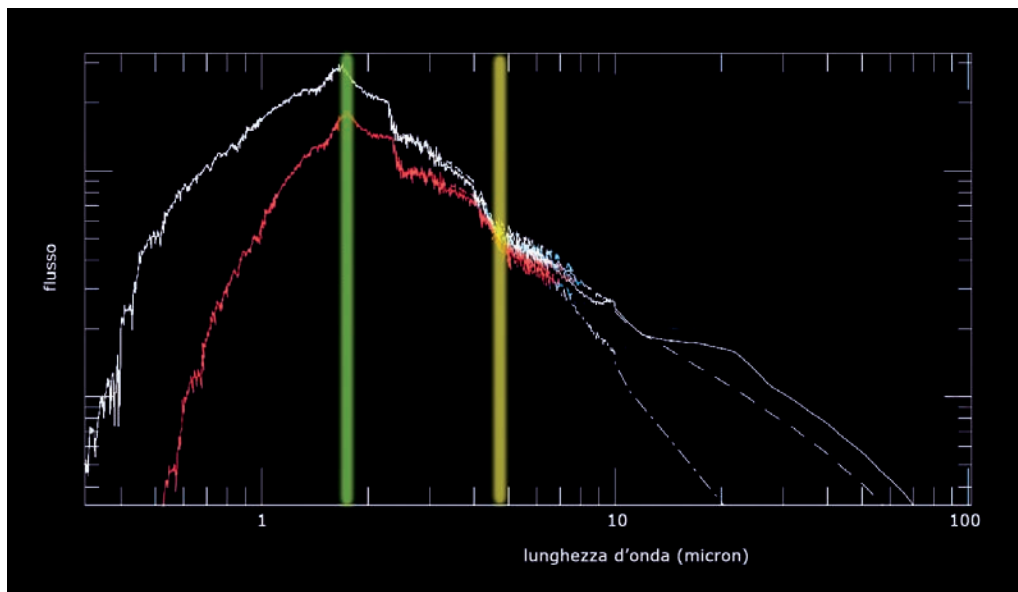
Un terzo effetto è dato dai colori intrinseci delle popolazioni stellari all'interno di una galassia, i quali a loro volta hanno effetto sul colore complessivo. Se le stelle sono in media vecchie o ricche di elementi pesanti, allora la galassia sarà più rossa (non illustriamo qui questo terzo caso con un grafico poiché l'effetto non è molto diverso da quello dell'ar-



Il puntino al centro di questa immagine è una delle più rosse e massicce galassie che si conoscano in un'epoca in cui l'universo aveva circa 800 milioni di anni. [NASA, ESA, B. Mobasher (Space Telescope Science Institute and the European Space Agency)]

rossamento dovuto alla polvere). Ma come possono conciliarsi queste tre possibilità con le ultime galassie molto rosse scoperte dai ricercatori dell'Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics? Usando vari modelli della distribuzione dell'energia spettrale in galassie di varia età, Jia-Sheng Huang e il suo team hanno scoperto che al fine di ottenere galassie simulate tanto rosse quanto quelle real-

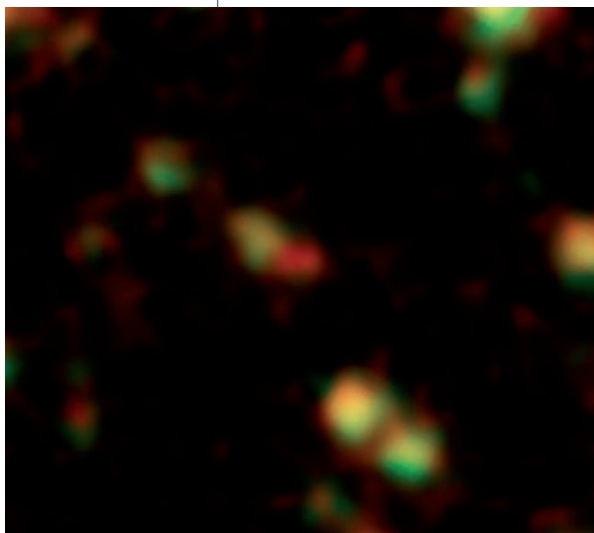
L'effetto dell'estinzione della polvere sul colore di una galassia. La linea bianca corrisponde all'emissione di una galassia con minima estinzione da polvere, mentre la linea rossa mostra come questa cambia in presenza di polvere. Il flusso a 1.65 micron è diminuito di più che non a 4.5 micron, rendendo la galassia più rossa. [A&A, 332, 135]



mente osservate è necessario ricorrere sia al redshift sia all'estinzione dovuta alla polvere; nessuno dei due effetti è sufficiente da solo. I ricercatori hanno trovato che la migliore spiegazione per i colori molto arrossati da loro riscontrati prevede galassie molto polverose a redshift di circa 2, o galassie meno polverose a redshift di 5.7. Sulla base di altre evidenze, la soluzione ad alto redshift è nella realtà quella più probabile. Ma fermiamoci per un attimo di riflessione. A un redshift tanto elevato come 5.7 l'uni-

verso di rosso di una galassia al fatto che sia vecchia: è passato solo un miliardo di anni dal Big Bang e la galassia si sta ancora accrescendo. Quindi l'unica altra via attraverso la quale una galassia può essere ulteriormente arrossata è quella della produzione di polvere, possibilità giustamente inserita dai ricercatori nei loro modelli. Questo però solleva un altro problema: da dove arriva quella polvere? Viene prodotta unicamente nelle stelle evolute e pertanto deve essere esistita una precedente generazione di stelle per produrre la polvere che causa l'arrossamento aggiuntivo. Quelle stelle devono pertanto essersi formate in un'epoca ancora precedente, ma il processo spinge un po' ai limiti i modelli correnti che descrivono la nascita delle prime stelle, perché i tempi iniziano a diventare stretti.

In realtà è ancora peggio di così: la luminosità assoluta di queste galassie suggerisce che sono anche molto massicce e che quindi non sono i "piccoli mattoni" che hanno costruito le attuali galassie. Pertanto, non solo i modelli devono riprodurre oggetti polverosi a redshift di 5.7, ma devono anche rappresentare galassie di taglia tutt'altro che modesta. Le evidenze che derivano da questo studio indicano che le galassie potrebbero essere in grado di formarsi molto più rapidamente di quanto finora creduto. ■



Un'altra galassia particolarmente rossa e massiccia (centro immagine), presente nell'universo vecchio di appena 750 milioni di anni. [NASA]

verso ha una età di appena 1 miliardo di anni. Quindi non è possibile attribuire l'ec-

BUONO SCONTO DI EURO 350

per l'acquisto di una PRO HEQ5 o EQ6
in abbinamento all'acquisto di un
APO LZOS di almeno 115 mm

CAELUM

valido fino al 30.04.2012
non cumulabile
con altre offerte

info: ☎ 011500213 - www.caelum.it

BUONO SCONTO DI EURO 250

per l'acquisto di un riflettore
modello Dall-Kirkham 230
versione alluminio

NortheK

Instruments - Composites - Optics

valido fino al
30.04.2012
non cumulabile
con altre offerte

info: ☎ 01599521 - www.northeK.it

BUONO SCONTO DI EURO 250

per l'acquisto di una montatura
equatoriale modello B230

bellincioni
MECCANICA DI PRECISIONE

info: ☎ 015691553 - www.bellincioni.com

valido fino al 30.04.2012
non cumulabile con altre offerte

BUONO SCONTO DI EURO 100

per l'acquisto di un APO triplet
Astro Professional 102 carbonio
o di un APO triplet 115 o 130

CAELUM

valido fino al 30.04.2012
non cumulabile
con altre offerte

info: ☎ 011500213 - www.caelum.it

BUONO SCONTO DI EURO 350

per l'acquisto di un riflettore a
scelta della serie 250 carbonio

NortheK

Instruments - Composites - Optics

valido fino al
30.04.2012
non cumulabile
con altre offerte

info: ☎ 01599521 - www.northeK.it

BUONO SCONTO DI EURO 450

per l'acquisto di una montatura
equatoriale modello Alpha 2

bellincioni
MECCANICA DI PRECISIONE

info: ☎ 015691553 - www.bellincioni.com

valido fino al 30.04.2012
non cumulabile con altre offerte

BUONO SCONTO DI EURO 150

per l'acquisto di una PRO HEQ5 o EQ6
in abbinamento all'acquisto
di un APO 102c o APO 115/130

CAELUM

valido fino al 30.04.2012
non cumulabile
con altre offerte

info: ☎ 011500213 - www.caelum.it

BUONO SCONTO DI EURO 100

per l'acquisto di un Celestron HD
Schmidt-Cassegrain 9" o 11"

TecnoSky

valido fino al 30.04.2012
cumulabile con altre offerte
in corso sugli stessi strumenti

info: ☎ 0131772241 - www.tecnosky.it

BUONO SCONTO DI EURO 350

per l'acquisto di una montatura
equatoriale modello Omega 2

bellincioni
MECCANICA DI PRECISIONE

info: ☎ 015691553 - www.bellincioni.com

valido fino al 30.04.2012
non cumulabile con altre offerte

BUONO SCONTO DI EURO 150

per l'acquisto di un rifrattore
acromatico modello DP 100

NortheK

Instruments - Composites - Optics

valido fino al
30.04.2012
non cumulabile
con altre offerte

info: ☎ 01599521 - www.northeK.it



CAMERE CCD QSI 500

Scientific Medium Format Digital Cameras

- Scientific grade imaging performance
- Comprehensive range of CCD sensors up to 8.3mp
- Compact, refined design
- Excellent power efficiency
- Air and liquid cooling
- Available internal color filter wheel
- Available Integrated Guider Port
- Available MaxIm LE software
- Available CCDSoft and MaxIm DL Drivers
- ASCOM-compatible Windows API
- Linux drivers and API

PER MAGGIORI INFORMAZIONI CONTATTATECI!



Immagine di sfondo: IC 1805 - Heart Nebula, con QSI 583ws su Takahashi FSQ 106-ED a f/3.65. Autore: Sam Saeed

Fotografia solare: quale focale?

di Stefano Sello



La fotografia solare digitale ad alta risoluzione richiede alcuni importanti accorgimenti per poter sfruttare al meglio le potenzialità della propria combinazione telescopio/rivelatore. Diamo alcune linee guida per la giusta scelta.

L' 'appassionato osservatore del Sole, dopo aver fatto una buona esperienza e averne preso confidenza in visuale, osservando le numerose caratteristiche e dinamiche presenti sulla nostra stella sia in luce bianca (fotosfera) che in luce monocromatica (bassa e alta cromosfera), utilizzando telescopi solari più o meno dedicati, sente la necessità di cimentarsi anche nella ripresa fotografica (ora quasi esclusivamente digitale), per riprendere in modo permanente e studiare al meglio tutta la complessa e affascinante fenomenologia che accompagna, in modo sempre nuovo e unico, l'evoluzione di un ciclo solare.

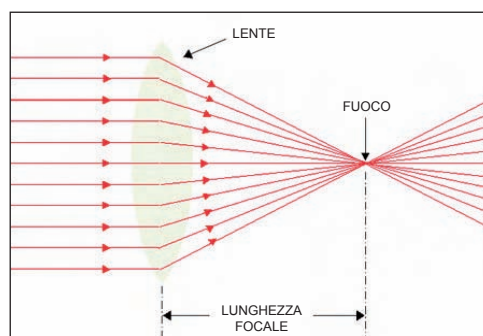
Uno dei principali quesiti che l'astrofilo si pone subito dopo aver preso la decisione è quale combinazione telescopio/rivelatore risulta ottimale per sfruttare appieno le potenzialità della strumentazione disponibile o per guidare la scelta di un nuovo acquisto. Dopo aver deciso che cosa si vuole principalmente fotografare sul Sole, fotosfera e/o cromosfera e/o protuberanze, e aver deciso quale filtro utilizzare, in luce bianca e/o monocromatico nella banda H α e/o monocromatico nella banda CaK, si pone le seguenti domande: qual è la focale ottimale da utilizzare per riprendere in modo adeguato le varie strutture multiscala presenti, sfruttando tutta la risoluzione della combinazione telescopio/rivelatore disponibile?

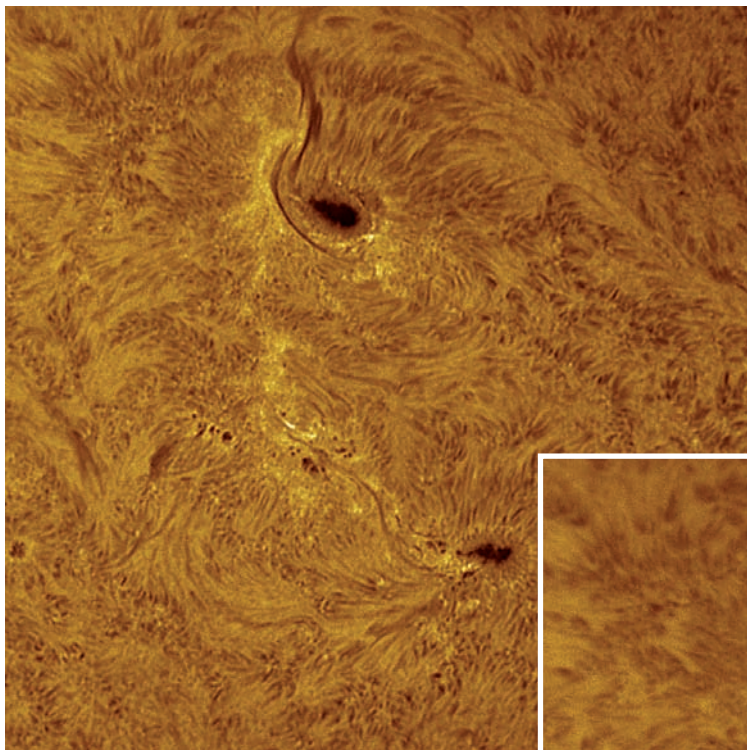
Semplice schema che riassume il compito di una lente: far convergere in un unico punto la luce che colpisce qualunque punto della sua superficie. La lunghezza focale è il tratto percorso dalla luce prima di raggiungere il fuoco.

Quali regole guida seguire per riprendere adeguatamente in alta risoluzione il Sole? La risposta a queste domande porterà anche a scegliere il sistema di moltiplicazione di focale adeguato per le riprese solari.

Come ben sottolineato da J.L. Jenkins un paio di anni fa, un fotografo solare esperto selezionerà la lunghezza focale effettiva del suo sistema in modo tale che fornisca un'immagine con una scala sufficiente a ottimizzare la risoluzione della combinazione telescopio/rivelatore. Spesso nelle associazioni amatoriali si vedono immagini fornite da una data combinazione telescopio/fotocamera che sono troppo piccole (scale eccessivamente grandi) perché si abbia una risoluzione decente. Nelle riprese con questi sistemi "sbilanciati" viene compromessa la visione dei dettagli più fini almeno teoricamente raggiungibili. Vediamo allora qual è la regola da rispettare per poter fare riprese adeguate in alta risoluzione.

In ambito digitale, quello oggi comunemente usato, vale il teorema di Nyquist secondo cui, per far sì che l'immagine ci mostri tutto



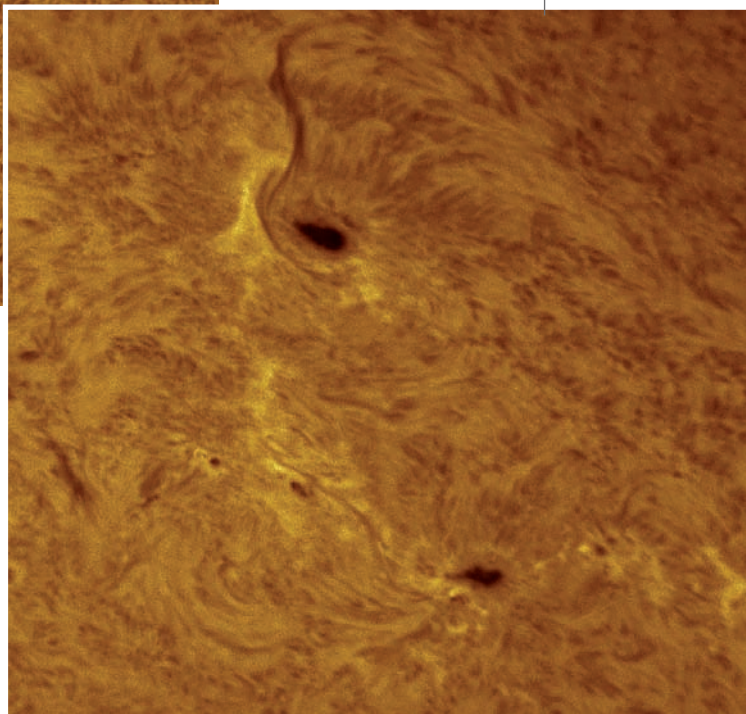


Le regioni attive AR1401 e AR1402 riprese dall'autore il 21 gennaio 2012 alle 11:59 UT con un telescopio solare $D=102$ mm $F=714$ mm, dedicato alle riprese nella banda $H\alpha$. Il rivelatore è una camera CCD con sensore costituito da pixel di 4.4 micron di dimensione. Qui si è utilizzato un sistema moltiplicatore di focale di 2.5x, per una focale effettiva $F=1785$ mm, ben oltre la focale minima di Nyquist. Il momento della ripresa è stato scelto in modo da avere un basso livello di blurring e quindi un seeing locale sufficientemente buono per poter sfruttare la risoluzione della combinazione telescopio/rivelatore. L'immagine è il risultato dell'elaborazione di 387 frames con tempi di esposizione di 5 ms. Per avere un'idea della scala fisica dell'immagine, le latitudini eliografiche delle due regioni differiscono di 12 gradi (distanza pari a 129 172 km).

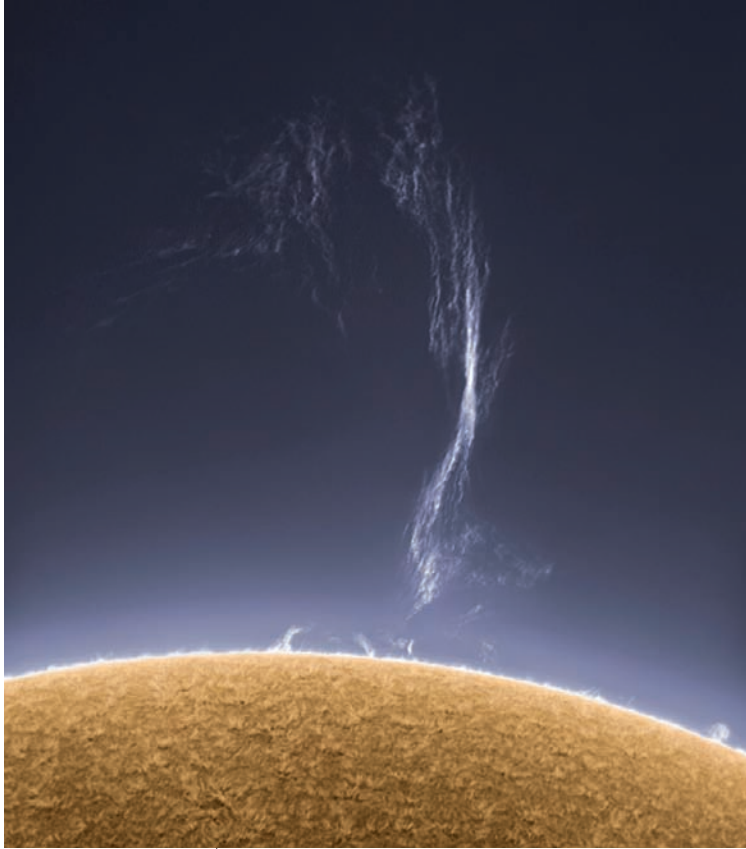
quello che è teoricamente accessibile al telescopio, il potere di risoluzione teorico dello strumento deve essere coperto da almeno due pixel (elemento base d'immagine) del sensore elettronico. Per telescopi con un diametro dell'ordine di 100-200 mm di apertura, la risoluzione angolare teorica, in luce bianca, centrata a $\lambda=570$ nm è data, se-

guendo il criterio di Rayleigh: $R(\text{rad}) \approx 1.22 \lambda(\text{Å})10^{-7}/D(\text{mm})$, da: 1,4-0,7 secondi d'arco e questo si traduce in un campionamento di circa 0,7-0,35 secondi d'arco per pixel.

Si noti che nella formula indicata la lunghezza d'onda della radiazione osservata è in Ångström, (1 nm = 10 Å) e la risoluzione angolare in radianti.



Questa seconda ripresa è stata fatta con la medesima strumentazione un'ora dopo, quando le condizioni del seeing erano peggiorate al punto da non poter più evidenziare con chiarezza le strutture fini a piccola scala che lo strumento è in grado di risolvere. Questo risultato simula l'effetto di una focale inadatta poiché, come descritto nel testo, l'effetto di sfocatura dovuto al blurring dipende dal quadrato della focale e quindi la ripresa evidenzia l'effetto negativo di una focale inadatta (eccessivamente alta) a parità di seeing.



Una scelta ottimale della focale dello strumento fotografico dedicato al Sole è alla base di impressionanti immagini come queste due. Non solo la cromosfera appare estremamente nitida, ma anche le protuberanze sono incredibilmente definite fin nei dettagli più delicati. Notevolissime anche le spicole disseminate lungo il bordo del disco solare. [Alan Friedman, Buffalo, NY]

In altre parole, il teorema di Nyquist ci dice che, per ottimizzare la risoluzione, l'immagine sul sensore deve essere grande abbastanza in modo tale che almeno due pixel del sensore sottendano in cielo un angolo pari alla risoluzione teorica del telescopio. Sovracampionare un po' l'immagine, vale a dire coprire con più di due pixel la risoluzione teorica del telescopio, è però non solo accettabile ma anche consigliabile. Conoscere le dimensioni in pixel del rivelatore utilizzato è perciò di vitale importanza; di solito, queste informazioni si trovano nel manuale che accompagna la fotocamera o il CCD, e in mancanza possono essere reperite su Internet. Traducendo in formule la focale ottimale secondo il criterio di Nyquist, per una data combinazione telescopio/rivelatore, si ottiene:

$$F(\text{mm}) = d(\text{micron}) / [1000 \times \tan(1.22 \times 2.865 \times 10^{-6} \lambda (\text{Å}) / D(\text{mm}))]$$

dove d rappresenta la dimensione del pixel del sensore (in micrometri), F è la lunghezza focale del telescopio (in millimetri) e D il diametro del telescopio (in millimetri). La lunghezza d'onda della radiazione osservata è in Ångström. L'argomento nella tangente è espresso in gradi. Con questa formula si può quindi verificare se il proprio sistema rispetta o meno il teorema di Nyquist, che è la condizione minima per avere una combinazione telescopio/rivelatore adeguata a sfruttare completamente la risoluzione ottica. Quindi, come esempio, supponiamo di utilizzare una buona camera CCD con un sensore la cui dimensione del pixel è di 4.4 micron e di volere un sovracampionamento pari a 0.2"/px per un diametro di 100 mm (fattore di sovracampionamento di 2.5); dato che la focale minima ottimale, secondo il criterio di Nyquist, risulta di $F=1265$ mm, con il fattore di sovracampionamento indicato si avrebbe una focale ottimale consigliata di $F=3162$ mm.

Queste considerazioni valgono, seeing permettendo, in luce bianca. Ricordiamo qui



che per seeing si intende il fenomeno di deterioramento dell'immagine di una sorgente astronomica la cui radiazione, attraversando l'atmosfera prima di giungere a noi, subisce l'effetto dei moti casuali delle celle d'aria che si trovano a differenti temperature e densità, variandone l'indice di rifrazione e provocando così la distorsione, lo spostamento e il deterioramento



casuale del fascio di luce rilevato (U. Grossmann-Doerth, 1969). Si sarà già capito che la formula teorica per la risoluzione dipende anche dalla lunghezza d'onda della radiazione osservata. Nel caso di osservazioni in luce monocromatica nella banda $H\alpha$, $\lambda = 656.28 \text{ nm}$, la risoluzione R aumenta di un fattore 1.15 e quindi anche il campionamento, riducendo la focale ottimale. D'altra parte, i fotografi esperti in luce monocromatica sanno dall'esperienza pratica che è bene come norma generale non spingere lo strumento sopra al rapporto empirico $f/30$ (rapporto tra focale e diametro dello strumento), per non incorrere in una degradazione eccessiva dell'immagine monocromatica che impedisce da un lato una precisa messa a fuoco e dall'altro esalta i difetti e le limitazioni dell'ottica e del sensore. Supponiamo quindi di utilizzare uno strumento dedicato in $H\alpha$ aperto a $f/7$ ($D=102 \text{ mm}$, $F=714 \text{ mm}$) e di utilizzare la ca-

mera CCD da 4.4 micron. In questo caso la focale ottimale massima da utilizzare consigliata sarà di 3060 mm (un fattore circa 1.11 maggiore di quella teorica in luce monocromatica) con campionamento effettivo di $0.18''/\text{px}$ e quindi si potrà utilizzare un sistema moltiplicatore di focale fino a 4x, con lo strumento indicato. Naturalmente queste sono considerazioni teori-

La strumentazione utilizzata dall'autore per riprendere le due immagini di pagina 44: rifrattore 102/714 con filtro $H\alpha$ e camera CCD.

che, valide solo in condizioni ottimali; nella pratica il vero limite lo impone il seeing che quasi sempre degrada la qualità dell'immagine anche a focali medie. Conviene utilizzare sempre valori delle focali che risultano compatibili con il seeing locale. Solamente nelle rare condizioni di seeing ottimale, con un'immagine priva di "blurring" (letteralmente annebbiamento, sfocatura), cioè un'immagine in movimento e distorta ma sempre ben a fuoco con i dettagli fini visibilmente stabili (senza l'effetto di sfocatura dovuto alla turbolenza), si potrà spingere lo strumento alle focali limite indicate dalle formule. Le tecniche di elaborazione delle immagini riescono infatti a compensare abbastanza bene le componenti di distorsione e di movimento del seeing, ma non riescono a correggere gli effetti di sfocatura dovuti alla componente di blurring, la cui ampiezza dipende dal quadrato della focale dello strumento, a parità di condizioni atmosferiche. Questo comporta che un buon osservatore solare sperimenti, per un dato luogo di osservazione, quali sono i momenti migliori (in termini di seeing) per riprendere in alta risoluzione il Sole. Non esiste infatti una regola generale che valga per tutti i luoghi e per ogni periodo dell'anno: bisogna verificare in modo empirico in quale momento del giorno, in un dato periodo dell'anno, è opportuno fare le riprese solari, minimizzando gli effetti del seeing locale. Per la scelta della focale vale, in conclusione, sempre la regola generale: è meglio una immagine ben definita, ricca di dettagli a grande scala che un'immagine confusa e sfocata a piccola scala. ■

NortheK

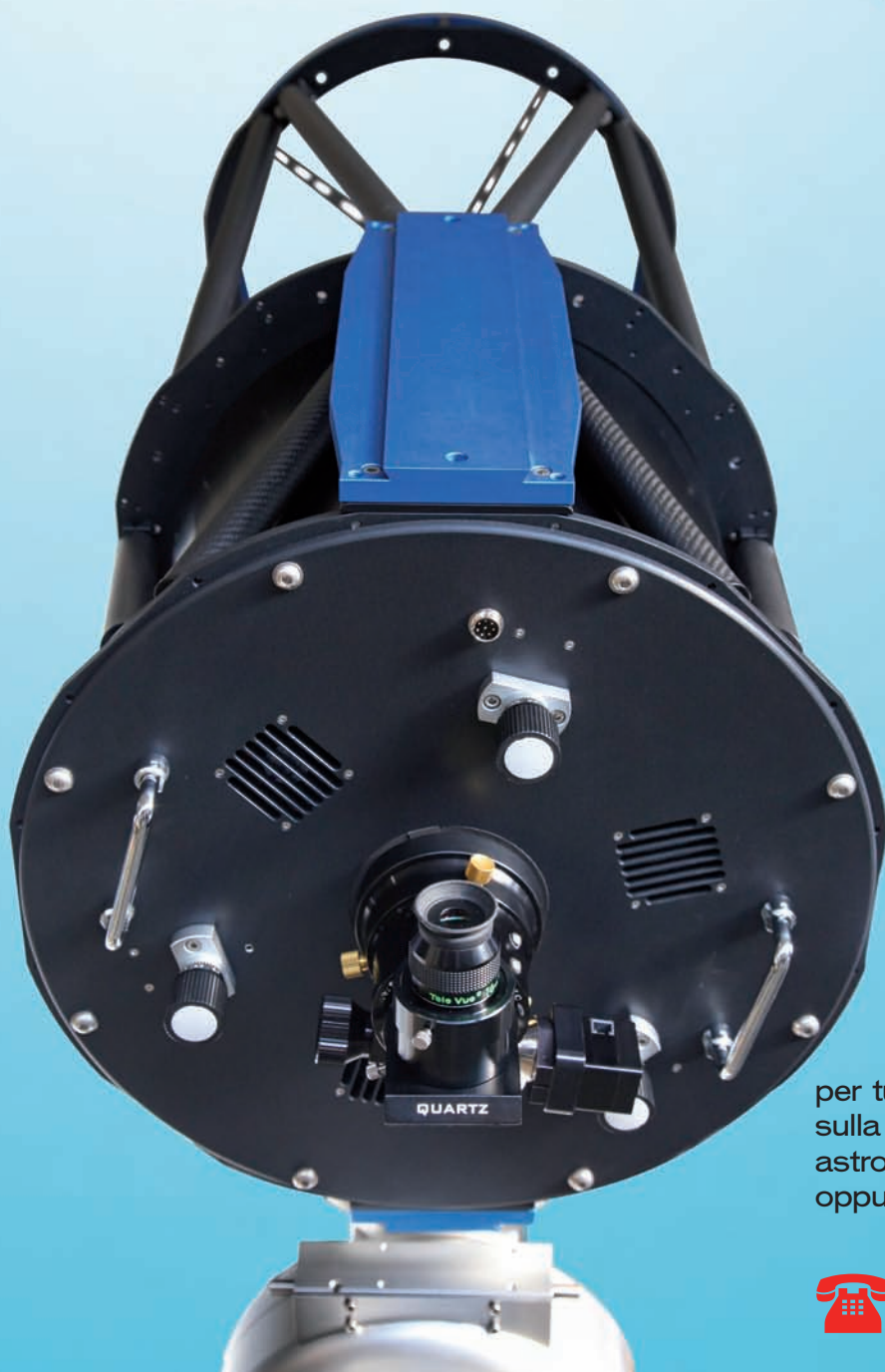
Instruments - Composites - Optics

NortheK Dall Kirkham

350 mm f/20

ostruzione 23%

ottica in Supremax 33 di Schott



Struttura in carbonio
Cella a 18 punti flottanti
Messa a fuoco motorizzata da 2,5"
Feather Touch
Sistema di ventilazione e
aspirazione dello strato limite
Peso 34 kg.

Disponibile anche nelle versioni:
Newton f/4.1 con correttore da 3"
Ritchey Chrétien con
correttore/riduttore f/9
Cassegrain Classico f/15

per tutte le informazioni su questo telescopio e
sulla nostra intera produzione di strumenti per
astronomia, visita il nostro sito www.northeK.it
oppure contattaci: info@northeK.it

 **01599521**





Via G. Cei, 100
56021 Cascina, Pisa Italy
Phone +39050711126

ASTROALLIANCE

www.dta.it

satorastronomia@gmail.com

I NUOVI CHIP KODAK

TRUESENSE

ORA APPLICATI ANCHE
ALL'ASTRONOMIA CON LE NUOVE
CAMERE CCD DTA

SWIFT

High Performance Digital Camera

SWIFT

MODEL	ARRAY	RESOLUTION
Swift 700	M Monochrome	1280x720
Swift 1000	R RGB	1024x1024
Swift 2000	T TRUESENSE	1600x1200
Swift 4000	MM Mono+Micro Lens	2336x1752
Swift 8000	RM RGB+Micro Lens	3296x2472
Swift 29000	TM TRUESENSE+Micro Lens	6576x4384

- ✓ High speed digital camera
- ✓ Resolution from 0.7 to 30 Mpixel
- ✓ Six base models
- ✓ 5.5x5.5 um square pixel
- ✓ Up to 15 framels
- ✓ Exposure time from 10us to 9999s
- ✓ Interline CCD with high quantum efficiency
- ✓ TRUESENSE Technology
- ✓ Quad multi-range 16 bit A/D converter
- ✓ Readout speed up to 24 Mpixels
- ✓ Standalone option with 600 MHz Blackfin embedded processor , 4 "LCD touch screen and SD card.
- ✓ Resolutions from 1280x720 up to 6570x4384
- ✓ USB 2.0 High Speed with large memory buffer
- ✓ Cooled option
- ✓ Filter wheel option
- ✓ Shutter option
- ✓ Trigger in
- ✓ Time delay and pulse generator
- ✓ Battery operation (not for cooled version)
- ✓ Proprietary DSP and SDK for user acquisition mode
- ✓ BlackFin SDK for standalone applications
- ✓ SDK for CIC++
- ✓ LabView driver
- ✓ MaximDL plugin