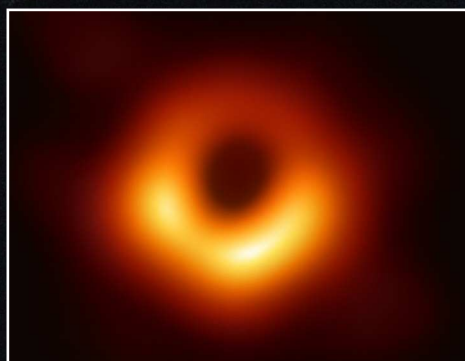


50 anni fa camminavamo sulla Luna

PRIMA PARTE



**L'EHT cattura
la prima immagine
di un buco nero**

NortheK

Instruments - Composites - Optics

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

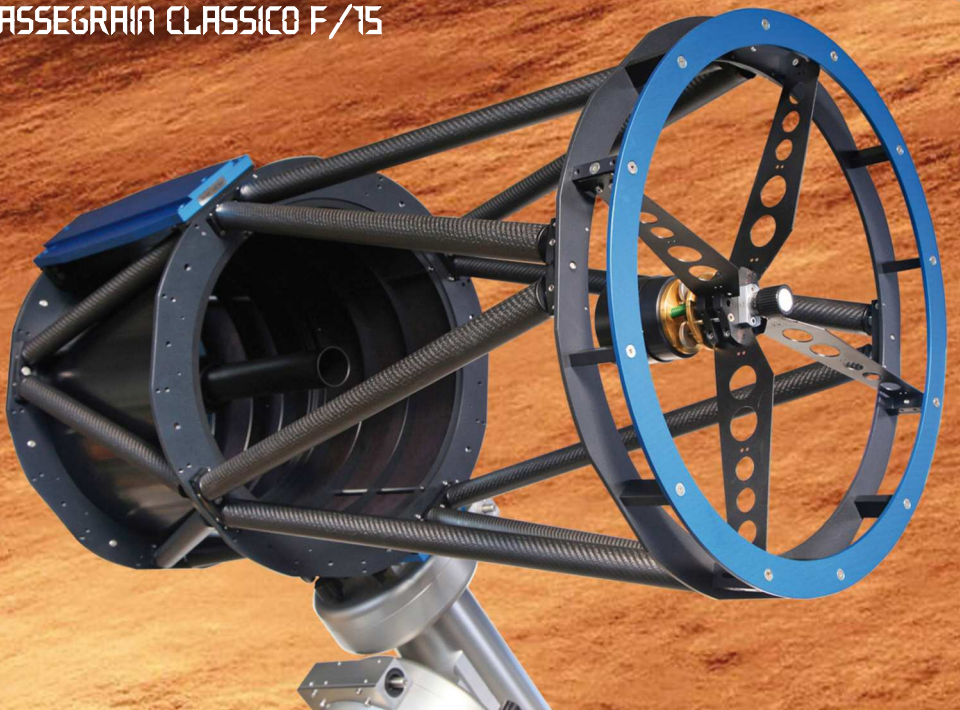
PESO 34 KG.

DISPONIBILE ANCHE NELLE VERSIONI
NEWTON F/4.1 CON CORRETTORE DA 3"

RITCHEY CHRÉTIEN F/9

CON CORRETTORE/RIDUTTORE

CASSEGRAIN CLASSICO F/15





Direttore Responsabile
Michele Ferrara

Consulente Scientifico
Prof. Enrico Maria Corsini

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

Distribuzione
Gratuita a mezzo Internet

Internet Service Provider
Aruba S.p.A.
Via San Clemente, 53
24036 Ponte San Pietro - BG

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

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 eventuale materiale non identificato.

The publisher makes available itself with having rights for possible not characterized iconographic sources.

Pubblicità - Advertising
Astro Publishing di Pirlo L.
Via Bonomelli, 106 - 25049 Iseo - BS
email info@astropublishing.com

4

L'Event Horizon Telescope cattura la prima immagine di un buco nero

La scoperta rivoluzionaria è stata annunciata il 10 aprile con una serie di sei articoli, pubblicati in un numero speciale di *The Astrophysical Journal Letters*. L'immagine rivela il buco nero al centro di Messier 87, una massiccia galassia nel vicino ammasso di galassie della Vergine. Il buco nero si trova a 55 milioni di...

8

50 anni fa camminavamo sulla Luna (Prima Parte)

È inevitabile. Tutte le riviste che si occupano di astronomia e astronautica non possono non dedicare quest'anno ampio spazio al cinquantesimo anniversario della conquista della Luna. Nel luglio e nel novembre 1969, le missioni Apollo 11 e Apollo 12 portarono i primi uomini a camminare sulla superficie del nostro...

38

Linea della neve rivela molecole organiche attorno a una giovane stella

Gli astronomi che usano ALMA hanno rilevato varie molecole organiche complesse attorno alla giovane stella V883 Ori. Un'improvvisa esplosione da questa stella sta rilasciando molecole dai composti ghiacciati del disco protoplanetario. La composizione chimica del disco è simile a quella delle comete nel moderno...

42

Scoperta l'origine di Hippocamp, la più piccola luna di Nettuno

Una squadra di astronomi, guidata da Mark Showalter del SETI Institute, ha utilizzato il telescopio spaziale Hubble per studiare l'origine della più piccola luna conosciuta in orbita intorno al pianeta Nettuno, scoperta nel 2013. "La prima cosa che abbiamo capito è che non ti aspetteresti di trovare una luna così..."

46

ALMA riconosce due "vagiti" da una singola stella

Gli astronomi hanno svelato le origini enigmatiche di due diversi flussi di gas da una piccola stella. Usando ALMA, hanno scoperto che il lento deflusso e il getto ad alta velocità di una protostella hanno assi disallineati e che il primo ha iniziato a essere espulso prima del secondo. Le origini di questi due flussi sono...

48

Hubble e Gaia pesano accuratamente la Via Lattea

La massa della Via Lattea è una delle misure più importanti che gli astronomi possano effettuare sulla nostra casa galattica. Tuttavia, nonostante decenni di intensi sforzi, anche le migliori stime disponibili della massa della Via Lattea non concordano fra loro. Ora, combinando i nuovi dati della missione Gaia...

50

Trovato un buco nero nascosto

Gli astronomi hanno rilevato un buco nero nascosto, grazie ai suoi effetti su una nube di gas interstellare. Questo buco nero di massa intermedia è uno degli oltre 100 milioni di buchi neri silenziosi che si prevede siano in agguato nella nostra galassia. I risultati forniscono un nuovo metodo per cercare altri buchi neri...

52

Una nuova galassia nei dintorni cosmici

Un gruppo internazionale di astronomi ha recentemente utilizzato il telescopio spaziale Hubble per studiare le nane bianche all'interno dell'ammasso globulare NGC 6752. Lo scopo delle osservazioni era usare queste stelle per misurare l'età dell'ammasso globulare, ma nel percorso hanno fatto una scoperta...

54

Gli astronomi studiano un misterioso tipo di esplosione cosmica

Quando gli astronomi, il 16 giugno dell'anno scorso, hanno scoperto un'esplosione cosmica in una galassia a circa 200 milioni di anni luce dalla Terra, hanno presto capito che era qualcosa di insolito. Mentre stanno ancora discutendo i dettagli, gli scienziati ora credono di aver avuto il primo assaggio...

56

Generosa aspersione di sale scoperta attorno a una giovane stella

Una squadra di astronomi e chimici che utilizza l'Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (ALMA) ha rilevato le impronte chimiche del cloruro di sodio (NaCl) e di altri composti salini simili provenienti dal disco di polveri che circonda Orion Source I, una massiccia e giovane stella in una nube polverosa...

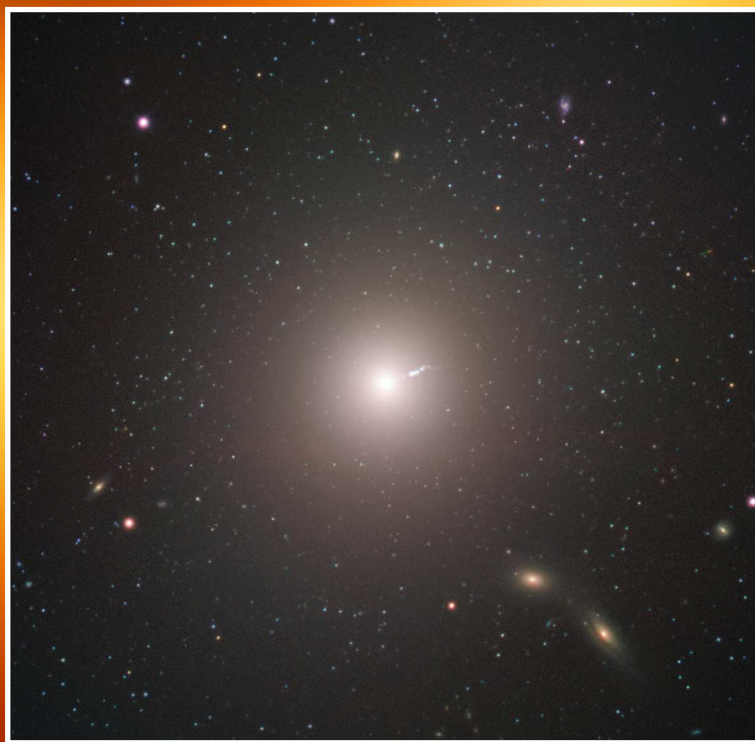
IN THE SHADOW OF THE BLACK HOLE

by ESO / Anna Wolter

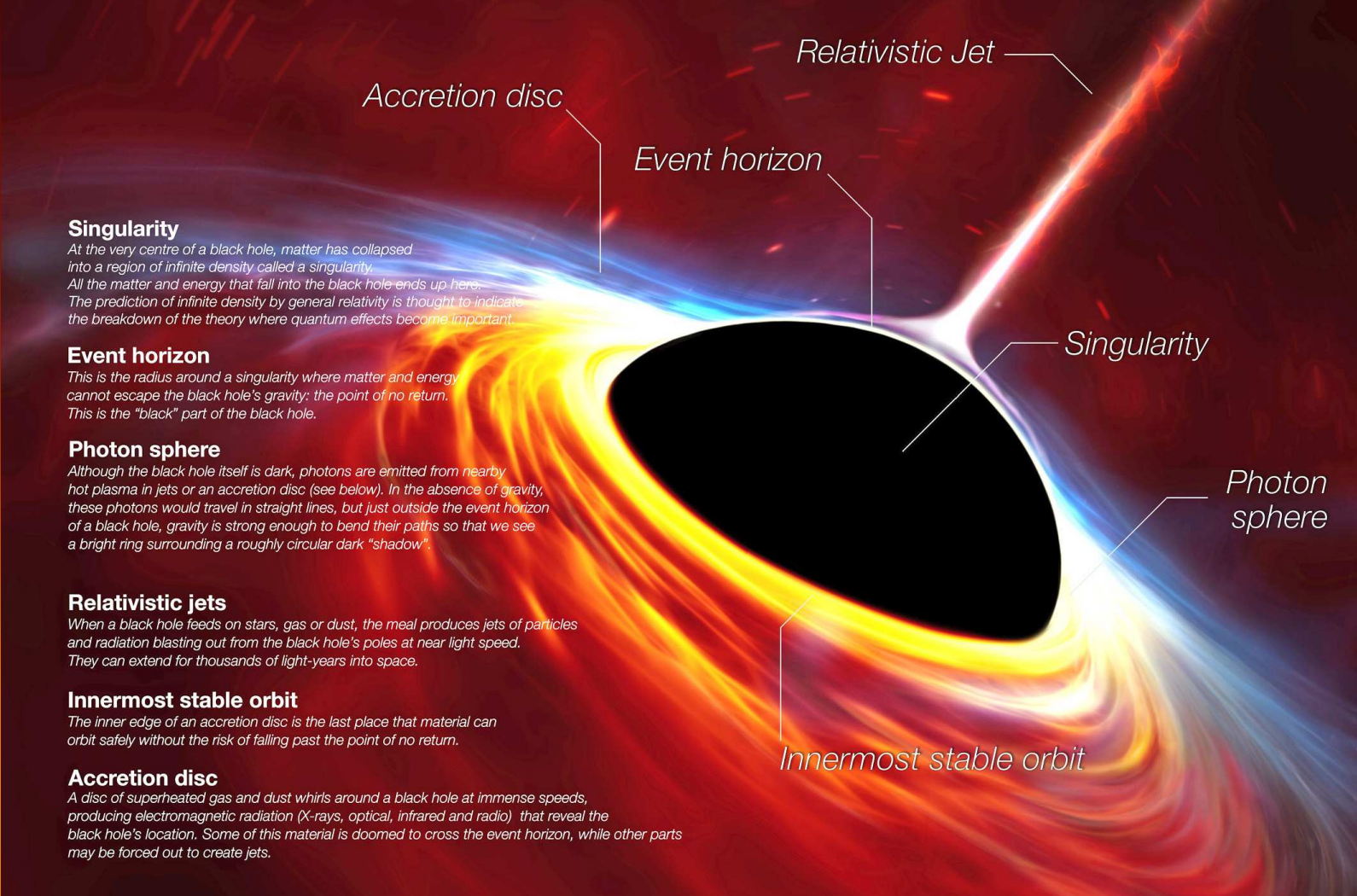
L'Event Horizon Telescope cattura la prima immagine di un buco nero

La scoperta rivoluzionaria è stata annunciata il 10 aprile con una serie di sei articoli, pubblicati in un numero speciale di *The Astrophysical Journal Letters*. L'immagine rivela il buco nero al centro di Messier 87, una massiccia galassia nel vicino ammasso di galassie della Vergine. Il buco nero si trova a 55 milioni di anni luce dalla Terra e ha una massa pari a 6,5 miliardi di volte quella del Sole. L'ombra di un buco nero è la cosa più vicina a un'immagine del buco nero stesso (un oggetto completamente oscuro da cui nemmeno la luce può sfuggire) a cui possiamo aspirare. Il confine di questo buco nero, l'orizzonte degli eventi, è circa 2,5 volte più piccolo dell'ombra che proietta, e misura poco meno di 40 miliardi di km.

L'EHT collega telescopi in tutto il mondo per formare un telescopio virtuale senza precedenti, di dimensioni pari a quelle della Terra. L'EHT offre agli scienziati un nuovo modo di studiare gli oggetti più estremi dell'universo previsti dalla relatività generale di Einstein, proprio nel centenario dell'esperimento storico che per primo ne confermò le teorie.



Messier 87 (M87) è un'enorme galassia ellittica situata a circa 55 milioni di anni luce dalla Terra, visibile nella costellazione della Vergine. Al centro di questa galassia è stato "fotografato" il primo buco nero. [ESO]



Singularity

At the very centre of a black hole, matter has collapsed into a region of infinite density called a singularity. All the matter and energy that fall into the black hole ends up here. The prediction of infinite density by general relativity is thought to indicate the breakdown of the theory where quantum effects become important.

Event horizon

This is the radius around a singularity where matter and energy cannot escape the black hole's gravity; the point of no return. This is the "black" part of the black hole.

Photon sphere

Although the black hole itself is dark, photons are emitted from nearby hot plasma in jets or an accretion disc (see below). In the absence of gravity, these photons would travel in straight lines, but just outside the event horizon of a black hole, gravity is strong enough to bend their paths so that we see a bright ring surrounding a roughly circular dark "shadow".

Relativistic jets

When a black hole feeds on stars, gas or dust, the meal produces jets of particles and radiation blasting out from the black hole's poles at near light speed. They can extend for thousands of light-years into space.

Innermost stable orbit

The inner edge of an accretion disc is the last place that material can orbit safely without the risk of falling past the point of no return.

Accretion disc

A disc of superheated gas and dust whirls around a black hole at immense speeds, producing electromagnetic radiation (X-rays, optical, infrared and radio) that reveal the black hole's location. Some of this material is doomed to cross the event horizon, while other parts may be forced out to create jets.

Questa rappresentazione artistica raffigura un buco nero supermassiccio in rapida rotazione, circondato da un disco di accrescimento. Il sottile disco di materiale rotante è composto dai resti di una stella simile al Sole che è stata squarciata dalle forze mareali del buco nero. Sono indicate le principali strutture che caratterizzano questo oggetto affascinante. [ESO]

Sebbene i telescopi non siano fisicamente collegati, sono in grado di sincronizzare i loro dati registrati con orologi atomici (maser di idrogeno) che segnano esattamente il tempo delle osservazioni. Queste osservazioni sono state raccolte a una lunghezza d'onda di 1,3 mm durante una campagna globale del 2017. Ogni telescopio dell'EHT ha prodotto enormi quantità di dati (circa 350 terabyte al giorno) che sono stati archiviati su dischi rigidi ad alte prestazioni in atmosfera di elio. Questi dati sono stati trasferiti in supercomputer altamente specializzati (noti come correlatori) al Max Planck Institute for Radio Astronomy e al MIT Haystack Observatory per essere combinati. Sono stati poi faticosamente convertiti in un'immagine utilizzando nuovi strumenti computazionali sviluppati dalla collaborazione. "Abbiamo catturato la prima immagine di un buco nero", ha commentato il direttore del progetto EHT Sheperd S. Doeleman del Center for Astrophysics di Harvard & Smithsonian. "Questa è una straordinaria im-

presa scientifica realizzata da una squadra di oltre 200 ricercatori." I buchi neri sono straordinari oggetti cosmici con enormi masse ma dimensioni relativamente compatte. La loro presenza influenza il loro ambiente in modi estremi, deformando lo spazio-tempo e surriscaldando la materia circostante. "Se è immerso in una regione brillante, come un disco di gas incandescente, ci aspettiamo che un buco nero crei una regione scura simile a un'ombra; ciò è previsto dalla relatività generale di Einstein, ma non l'abbiamo mai visto prima", ha spiegato il presidente del Consiglio scientifico dell'EHT Heino Falcke della Radboud University, Paesi Bassi. "Questa ombra, causata dalla deviazione gravitazionale e dalla cattura della luce dall'orizzonte degli eventi, ci può rivelare informazioni utili sulla

natura di questi oggetti affascinanti e ci ha permesso di misurare l'enorme massa del buco nero di M87." Numerose tecniche di calibrazione e di produzione delle immagini hanno rivelato una struttura ad anello con una regione centrale scura (l'ombra del buco nero) un risultato persistente su più osservazioni EHT indipendenti. "Quando siamo stati sicuri di aver catturato l'ombra, abbiamo potuto confrontare i nostri risultati con una vasta libreria di modelli a computer che includono la fisica dello spazio deformato, della materia super-riscaldata e dei campi magnetici molto intensi. Molte caratteristiche dell'immagine osservata corrispondono nel dettaglio alle nostre ipotesi teoriche", osserva Paul T.P. Ho, membro del consiglio di amministrazione di EHT e direttore dell'Osservatorio del-

Immagine simulata di un buco nero in accrescimento. L'orizzonte degli eventi si trova nel mezzo dell'immagine: il disco di accrescimento in rotazione che lo circonda ne mette in evidenza l'ombra. [Bronzwaer/Davelaar/Moscibrodzka/Falcke/Radboud University]

l'Asia orientale. "Ciò ci rende fiduciosi sull'interpretazione delle nostre osservazioni, compresa la stima della massa del buco nero."

"Il confronto fra teoria e osservazioni è sempre un momento drammatico per un teorico: è stato un sollievo ma anche una fonte di orgoglio rendersi conto che le osservazioni combaciavano perfettamente con le nostre previsioni", ha commentato Luciano Rezzolla, della Goethe Universität, in Germania, membro del consiglio di amministrazione dell'EHT.

Lo sviluppo dell'EHT è stata una sfida formidabile che ha richiesto l'aggiornamento e il collegamento di una rete mondiale di otto telescopi preesistenti dispiegati in una varietà di siti ad alta quota, per nulla facili da gestire. Queste località includevano vulcani alle Hawai'i e in Messico, picchi in Arizona e nella Sierra Nevada

La prima prova visiva diretta del buco nero supermassiccio nel centro di Messier 87 e della sua ombra. Questa immagine è molto simile a quella simulata. [EHT Collaboration]

spagnola, il deserto cileno di Atacama e l'Antartide. Le osservazioni di EHT utilizzano una tecnica chiamata interferometria a lunghissima base (VLBI) che sincronizza i telescopi in tutto il mondo e sfrutta la rotazione del nostro pianeta per formare un enorme telescopio, di dimensioni pari a quella della Terra, che osserva a una lunghezza d'onda di 1,3 mm. Il VLBI consente all'EHT di raggiungere una risoluzione angolare di 20 micro-secondi d'arco, sufficiente per leggere un giornale a New York seduti in un bar a Parigi.

I telescopi che hanno contribuito a questo risultato sono stati ALMA, APEX, il telescopio IRAM di 30 metri, il James Clerk Maxwell Telescope, il Large Millimeter Telescope Alfonso Serrano, il Submillimeter Array, il Submillimeter Telescope e il South Pole Telescope. Petabyte di dati grezzi

zi dai telescopi sono stati combinati da supercomputer altamente specializzati ospitati negli istituti Max Planck Institute for Radio Astronomy e MIT Haystack Observatory.

Le strutture e i finanziamenti europei hanno svolto un ruolo cruciale in questo sforzo mondiale, con la partecipazione di telescopi europei avanzati e il sostegno del Consiglio europeo della ricerca, in particolare con una sovvenzione di 14 milioni di euro per il progetto BlackHoleCam. Anche il supporto di ESO, IRAM e Max Planck Society è stato fondamentale. "Questo risultato si basa su decenni di esperienza europea nell'astronomia millimetrica", ha commentato Karl Schuster, direttore dell'IRAM e membro del consiglio di amministrazione dell'EHT.

La costruzione dell'EHT e le osservazioni annunciate oggi rappresentano il culmine di decenni di lavoro osservativo, tecnico e teorico.

Questo esempio di lavoro di squadra globale ha richiesto una stretta collaborazione da parte di ricercatori di tutto il mondo. Tredici istituzioni partner hanno collaborato per creare l'EHT, utilizzando sia infrastrutture preesistenti sia il supporto di varie agenzie. Il finanziamento principale

Questo video riassume l'impresa storica dei ricercatori EHT che sono riusciti a ottenere la prima prova visiva diretta di un buco nero supermassiccio e della sua ombra. [ESO]

è stato fornito dalla US National Science Foundation (NSF), dal Consiglio europeo della ricerca (ERC) e dalle agenzie di finanziamento in Asia orientale.

"L'ESO ha l'onore di aver contribuito in modo significativo a questo risultato attraverso la sua leadership europea e il suo ruolo chiave in due dei telescopi componenti di EHT, che si trovano in Cile, ALMA e APEX", ha commentato il Direttore Generale dell'ESO Xavier Barcons. "ALMA è la struttura più sensibile dell'EHT e le sue 66 antenne ad alta precisione sono state fondamentali nel rendere l'EHT uno strumento di successo."

"Abbiamo realizzato qualcosa che si pensava impossibile solo una generazione fa", ha concluso Doeleman. "Le innovazioni tecnologiche, le connessioni tra i migliori osservatori radio del mondo e gli algoritmi innovativi hanno collaborato per aprire una finestra completamente nuova sui buchi neri e sull'orizzonte degli eventi." ■

50 anni fa camminavamo sulla Luna

(Prima Parte)

di Michele Ferrara



È inevitabile. Tutte le riviste che si occupano di astronomia e astronautica non possono non dedicare quest'anno ampio spazio al cinquantesimo anniversario della conquista della Luna. Nel luglio e nel novembre 1969, le missioni Apollo 11 e Apollo 12 por-

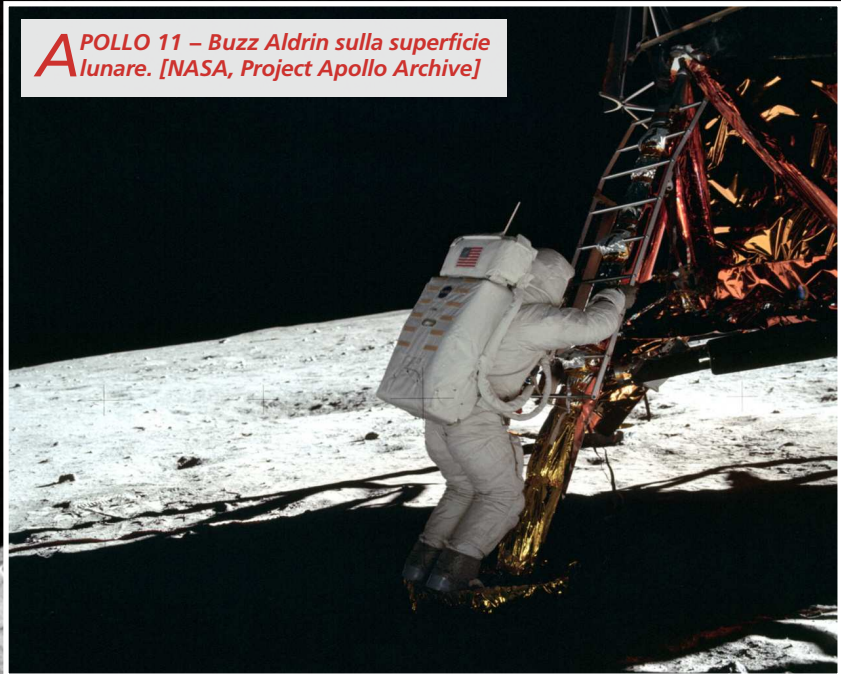
tarono i primi uomini a camminare sulla superficie del nostro satellite naturale. A quei primi straordinari risultati, replicati poi con le missioni Apollo 14, 15, 16 e 17, la NASA era giunta gradualmente, attraverso i programmi Ranger, Surveyor, Mercury, Gemini, e le varie fasi di test

del programma Apollo, culminate con le prove generali dell'Apollo 10, nel maggio 1969.

Sebbene siano quasi illimitati gli argomenti di cui si potrebbe parlare con riferimento a quelle epiche imprese astronautiche, è probabile che la gran parte dei media finirà

A POLLO 11 – La Terra vista
sopra la superficie lunare
durante la missione Apollo 11.
[NASA, Project Apollo Archive]

col dire le stesse cose, generalizzando come avviene più o meno ad ogni anniversario del primo passo lunare mosso da Neil Armstrong. Vogliamo quindi provare a differenziarci, restringendo il nostro contributo a un ambito ben specifico, ovvero il percorso seguito dalla NASA per arrivare a scegliere i territori sui quali far atterrare i moduli lunari. Ogni missione ebbe compiti ben precisi, legati alla tipologia del territorio di destinazione.



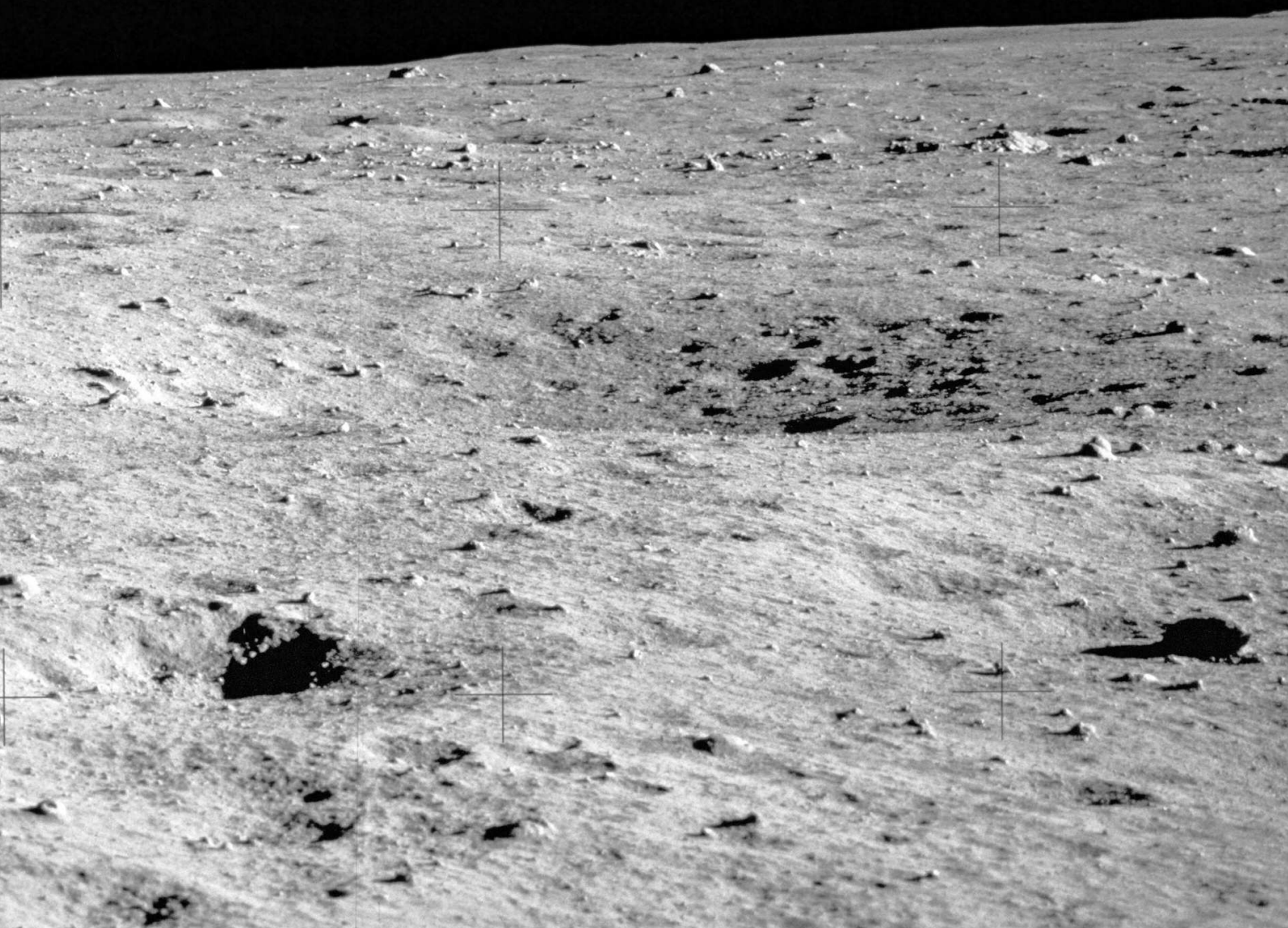
A POLLO 11 – Buzz Aldrin sulla superficie lunare. [NASA, Project Apollo Archive]

A POLLO 11 – La superficie lunare dal modulo lunare. [NASA, Project Apollo Archive]

Su questo numero e sul prossimo ricorderemo le missioni e le strategie che portarono scienziati e ingegneri a selezionare i siti di atterraggio. Un aspetto della conquista della Luna spesso trascurato dai media, ma che fu di fondamentale importanza per il successo del programma Apollo. Le immagini del Project Apollo Archive, rielaborate in alta risoluzione, completano questo piccolo contributo alle celebrazioni del 50° anniversario.

Alcuni anni prima che John F. Kennedy ufficializzasse, nel settembre 1962, la decisione degli Stati Uniti di portare uomini sulla Luna, la NASA aveva già messo in cantiere, nel 1959, un programma di ricognizione della superficie lunare, noto come Ranger project. Esso prevedeva il lancio verso la Luna di una serie di sonde in grado di fotografare il suolo del nostro satellite, fornendo immagini utili a individuare siti particolarmente interes-

santi per future missioni con astronauti. I primi due voli del programma Ranger furono avviati nel 1961 ed erano destinati a testare i sistemi di base delle navicelle nello spazio profondo, ma gli stadi dei razzi vettori Agena non funzionarono correttamente e le navicelle finirono inutilizzabili su un'orbita di parcheggio. Nonostante questi primi fallimenti, il Jet Propulsion Laboratory decise di procedere al lancio di una terza navicella, il cui



compito era quello di andare a impattare la Luna, documentando l'avvicinamento con una telecamera e, una frazione di secondo prima dell'impatto, di espellere una capsula sferica contenente un sismometro e capace di sopportare un atterraggio violento. Sfortunatamente, il razzo Agena di Ranger 3 impresse una spinta più forte del previsto, e la navicella mancò la Luna di circa 37 000 km. Il lancio successivo fu più preciso e infatti Ranger 4 andò a impattare la superficie lunare, ma a quel punto



era già paralizzato da un guasto elettrico. Lo stesso inconveniente capitò a Ranger 5, che per di più mancò la Luna di quasi 800 km.

Nel dicembre 1962, avendo come miglior risultato una navicella inattiva distrutta contro la superficie lunare, il progetto fu a rischio cancellazione. Dopo una revisione delle procedure di assemblaggio delle navicelle, la NASA ridefinì gli obiettivi del progetto, stabilendo che i futuri veicoli avrebbero avuto solamente una telecamera, con il compito di ottenere immagini ravvicinate della superficie lunare, per valutare se era probabile che sorreggesse una navicella spaziale. A quel tempo c'erano ancora dubbi sullo spessore e sulla consistenza della regolite, e si temeva che una navicella potesse sprofondare dopo l'atterraggio.

A POLLO 11 – Posizionamento dell'esperimento sul vento solare. [NASA, Project Apollo Archive]



A POLLO 11 – A sinistra, il modulo lunare e la Terra. A destra, la scaletta e la placca celebrativa. [NASA, Project Apollo Archive]



Il luogo ideale di destinazione delle successive missioni fu circoscritto da considerazioni sulla dinamica di volo. L'inquadratura televisiva iniziale avrebbe dovuto corrispondere alla migliore fotografia telescopica disponibile. La navicella doveva realizzare un tuffo pressoché verticale, af-

finché immagini successive fossero sovrapponibili. Per un tuffo in picchiata era necessario scegliere un target posto nell'emisfero ovest, ma i vincoli dinamici del progetto Apollo favorivano siti dell'emisfero est. Le missioni ripresero con il lancio di Ranger 6, la cui telecamera era però

stata disabilitata da un arco elettrico, problema che non fu evidente fino a quando il sistema mancò di avviarsi, allorché la navicella fu prossima al suo target nel Mare Tranquillitatis.

Le sorti del progetto ebbero una svolta a fine luglio 1964, quando




A POLLO 11 – La superficie lunare sotto il modulo lunare.
[NASA, Project Apollo Archive]

Ranger 7 colpì una zona sul confine fra il Mare Nubium e l'Oceanus Procellarum. L'immagine finale mostrava dettagli ampi pochi metri, che miglioravano di un fattore mille la risoluzione raggiunta dai migliori telescopi. Il terreno era piuttosto soffice e ondulato, privo delle strut-

ture frastagliate spesso descritte dalla fantascienza. Le immagini mostravano chiaramente anche spazi aperti pianeggianti, oltre a rocce e crateri, e un equipaggio di Apollo sarebbe stato in grado di manovrare in un punto sicuro. Una serie di creste poco accentuate indicava

che il cosiddetto mare era un flusso di lava solidificata, e la presenza di massi implicava che la superficie avrebbe probabilmente sostenuto un veicolo spaziale.

Grazie alla nuova conoscenza di quel territorio prodotta da Ranger 7, l'Unione Astronomica Internazio-

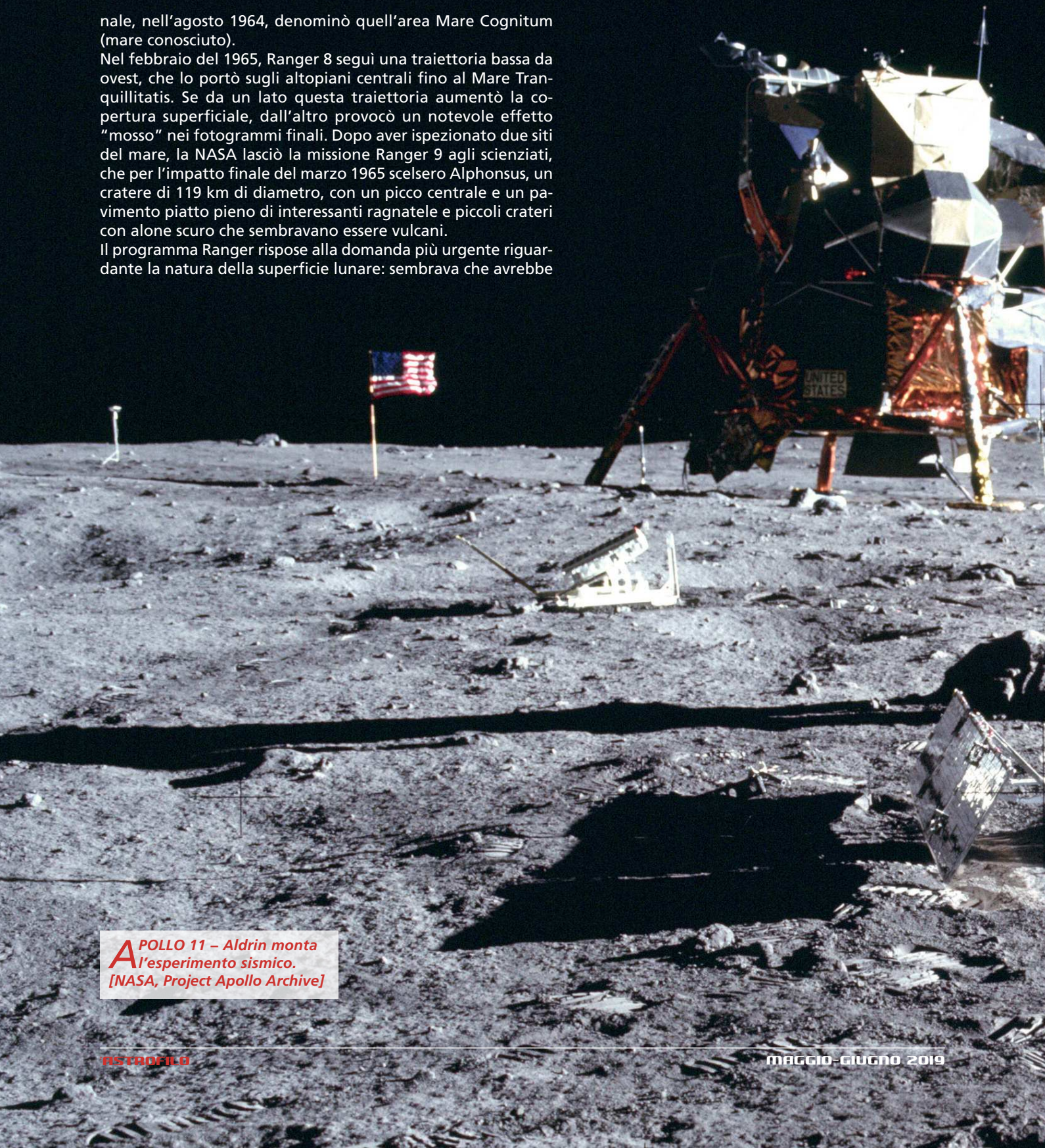


A POLLO 11 – Film a colori di Neil Armstrong sulla Luna (nessun suono). Il video, realizzato con riprese a colori catturate da una fotocamera 35 mm montata sul LM, mostra Armstrong che raccoglie campioni. Anche se non sono foto singole di alta qualità come quelle scattate dalle Hasselblad di medio formato, per un breve istante si può distinguere il volto dell'astronauta dietro la visiera. [NASA]

nale, nell'agosto 1964, denominò quell'area Mare Cognitum (mare conosciuto).

Nel febbraio del 1965, Ranger 8 seguì una traiettoria bassa da ovest, che lo portò sugli altipiani centrali fino al Mare Tranquillitatis. Se da un lato questa traiettoria aumentò la copertura superficiale, dall'altro provocò un notevole effetto "mosso" nei fotogrammi finali. Dopo aver ispezionato due siti del mare, la NASA lasciò la missione Ranger 9 agli scienziati, che per l'impatto finale del marzo 1965 scelsero Alphonsus, un cratere di 119 km di diametro, con un picco centrale e un pavimento piatto pieno di interessanti ragnatele e piccoli crateri con aloni scuri che sembravano essere vulcani.

Il programma Ranger rispose alla domanda più urgente riguardante la natura della superficie lunare: sembrava che avrebbe



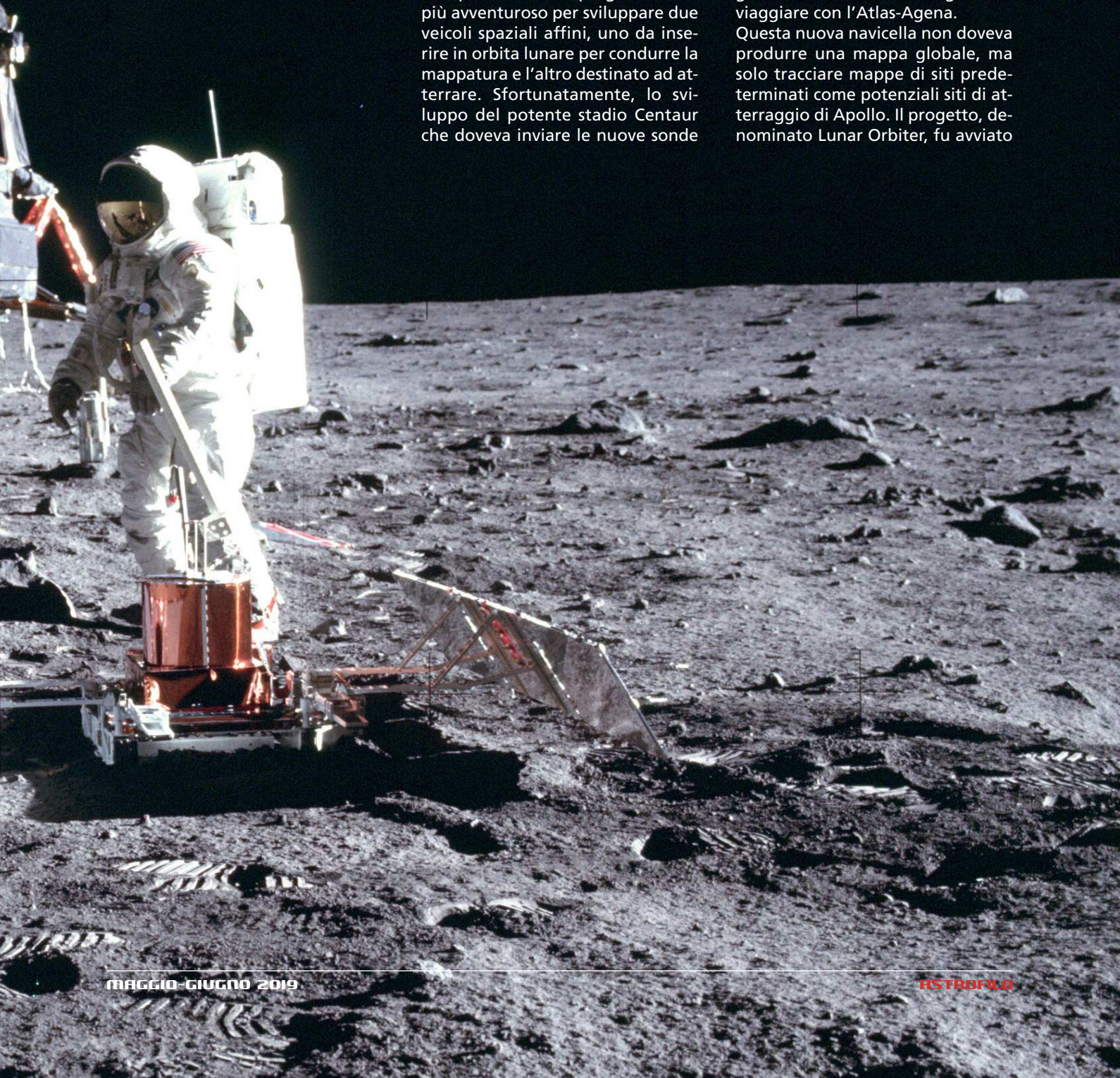
A POLLO 11 – Aldrin monta
l'esperimento sismico.
[NASA, Project Apollo Archive]

sostenuto il peso di un veicolo spaziale. Con questo programma, il JPL aveva avviato lo sviluppo di veicoli spaziali per missioni nello spazio profondo.

A partire dal maggio del 1960, il JPL intraprese anche un progetto molto più avventuroso per sviluppare due veicoli spaziali affini, uno da inserire in orbita lunare per condurre la mappatura e l'altro destinato ad atterrare. Sfortunatamente, lo sviluppo del potente stadio Centaur che doveva inviare le nuove sonde

verso la Luna fu ritardato. Nel venire a patti con i tempi voluti da Kennedy per il programma Apollo, la NASA cancellò il mappatore del JPL e ordinò al Langley Research Center di sviluppare un orbiter leggero che sarebbe stato in grado di viaggiare con l'Atlas-Agena.

Questa nuova navicella non doveva produrre una mappa globale, ma solo tracciare mappe di siti predefiniti come potenziali siti di atterraggio di Apollo. Il progetto, denominato Lunar Orbiter, fu avviato



nell'agosto del 1963. Ranger doveva ancora dimostrare la propria validità, ma era ovvio che lo sviluppo di un orbiter non sarebbe stato solo questione di mettere un motore per inserire un Ranger in orbita lunare.

Se è vero che la telecamera del JPL era ideale per documentare un tuffo di 20 minuti che avrebbe com-

portato la distruzione della navicella spaziale, è anche vero che era in grado di fornire la necessaria alta risoluzione superficiale solo durante i pochi secondi finali, quando il suo campo visivo era estremamente limitato. Per ispezionare ampie aree con sufficiente risoluzione da un'altezza di circa 65 km, Lunar Orbiter avrebbe dovuto esporre,

sviluppare e scansionare le pellicole per la trasmissione sulla Terra. Inoltre, poiché l'orbiter doveva essere leggero, la telecamera non poteva essere protetta dalla radiazione presente nello spazio, e pertanto era necessaria una pellicola molto lenta, il che significava che la telecamera doveva essere in grado di compensare il suo movimento.



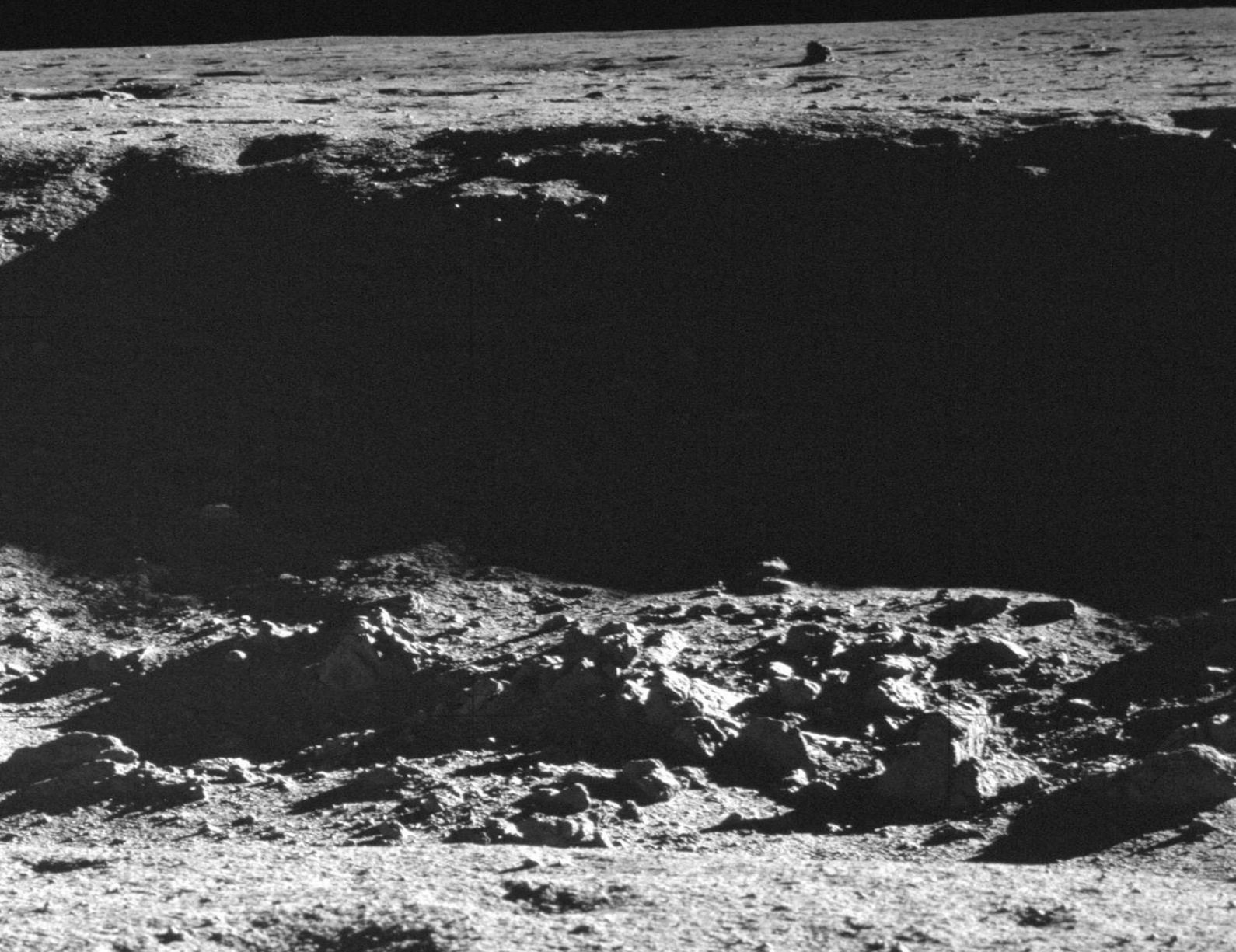
A POLLO 11 – Sullo sfondo, un piccolo cratere dal fondo roccioso. A sinistra, l'orma lasciata da uno scarpone. [NASA, Project Apollo Archive]

Chiaramente, la scorta di pellicole sarebbe stato un fattore limitante, ma fortunatamente la NASA fu in grado di utilizzare una camera speciale costruita da Kodak per un satellite da ricognizione militare. Nel dicembre 1963, nello stesso momento in cui cancellò i Ranger successivi, la NASA firmò il contratto Lunar Orbiter con la Boeing.

Come i Ranger, anche i Lunar Orbiter avrebbero impiegato la stabilizzazione a tre assi, ma la configurazione di una navicella è strettamente legata al suo carico utile, e sebbene fosse possibile usare molti sistemi standard, l'orbiter si rivelò molto diverso. Il budget sarebbe stato sufficiente per cinque veicoli spaziali operativi, più uno di scor-

ta per le prove di ingegneria. Ci si aspettava che tre voli con esito positivo sarebbero stati sufficienti per esaminare tutti i siti sulla lista del primo sbarco dell'Apollo.

La navicella doveva percorrere un'orbita ellittica con periluna di 61 km sull'emisfero vicino, in un piano selezionato per consentirle di prendere le immagini con un basso an-



golo solare, al fine di evidenziare il rilievo della superficie. Con il piano dell'orbita fissato nello spazio, il punto di periluna migrerebbe verso longitudini più occidentali al ruotare della Luna, e dopo 10 giorni il punto di periluna avrebbe percorso la zona equatoriale in cui si trovavano i siti di atterraggio candidati, documentando ciascuno con una illuminazione ideale. Inoltre, poiché i siti erano distri-

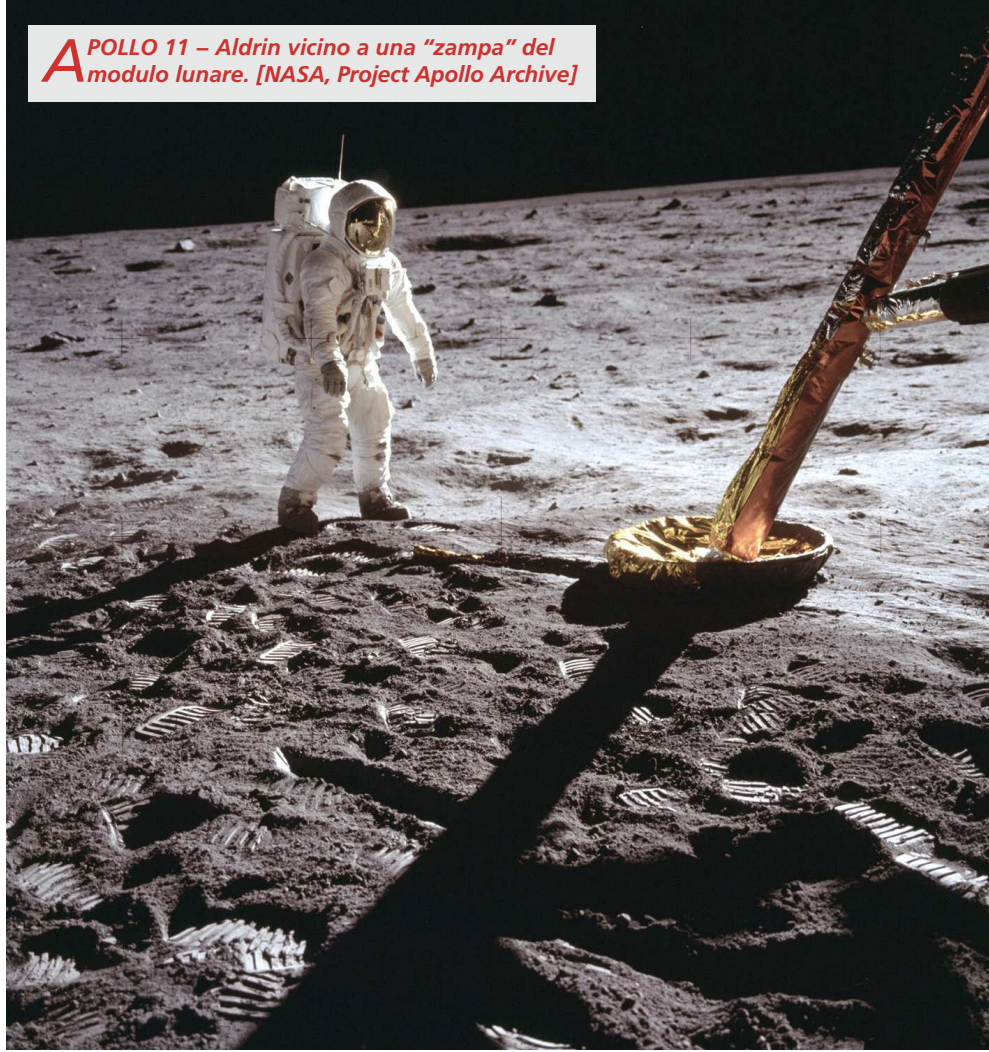


A POLLO 11 – Aldrin trasporta
pacchi di esperimenti.
[NASA, Project Apollo Archive]

A POLLO 11 – Aldrin vicino a una “zampa” del modulo lunare. [NASA, Project Apollo Archive]

ASTRONAUTICA

buiti su una striscia larga 300 km, era necessario inclinare la traiettoria rispetto all'equatore lunare per passare sopra i siti vicini alla periferia dell'area. In effetti, si decise di adottare un'inclinazione di 11 gradi, con il periluna del primo orbiter



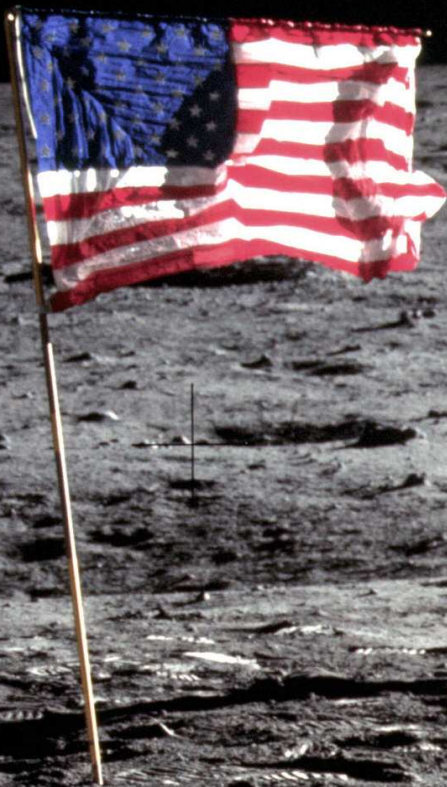
MAGGIO-GIUGNO 2019

A POLLO 11 – Un'immagine iconica: Aldrin fotografato da Armstrong (visibile nella visiera). [NASA, Project Apollo Archive]

a sud dell'equatore, il secondo a nord, e il terzo inclinato come necessario per riempire gli spazi vuoti e fare studi di follow-up dei siti più interessanti. Lunar Orbiter 1 fu lan-

ciato il 10 agosto 1966 ed entrò nell'orbita lunare il 14 agosto. Nella modalità di mappatura, doveva riprendere quattro frames stretti per ogni immagine grandangolare, in

modo che le sequenze fornissero una copertura contigua della superficie, ma un malfunzionamento nel compensatore di movimento impedì le immagini ravvicinate.



APOLLO 11 – Panorama dall'Apollo 11 che mostra Neil Armstrong al LM, con la bandiera americana e l'esperimento sul vento solare a sinistra. [NASA, Project Apollo Archive]



Sebbene i controllori di volo considerassero l'aumento del periluna allo scopo di ridurre l'impastamento e mappare l'intera zona di destinazione degli Apollo con una risoluzione di circa 30 metri, si decise di documentare i siti pianificati a una risoluzione meno spinta. Il 29 agosto, Lunar Orbiter 1 fotografò il nono potenziale sito di atterraggio sulla sua lista di obiettivi, completando così la sua missione primaria.

La navicella trasmise la telemetria per altri due mesi, per consentire la valutazione del degrado dei suoi sistemi, quindi fu deorbitata per liberare la via al suo successore, che divenne operativo il 18 novembre. Oltre a ispezionare i restanti 11 siti candidati, Lunar Orbiter 2 riuscì a fotografare un certo numero di siti secondari che, sebbene non di interesse immediato per i selezionatori di Apollo, erano comunque di inte-

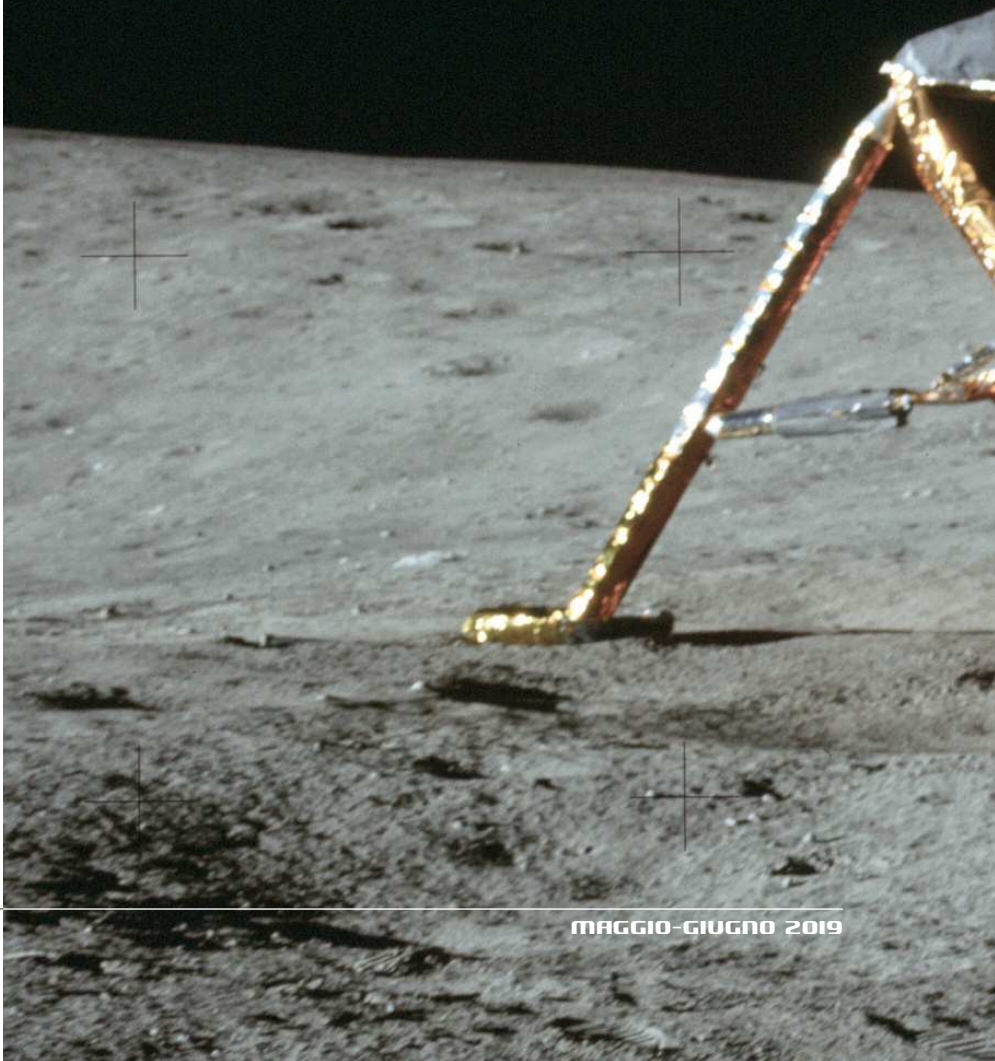
resse scientifico. Oltre che dei propri obiettivi, Lunar Orbiter 2 aveva preso immagini ad alta risoluzione dei migliori siti del suo predecessore. Con tutti i siti candidati documentati, l'US Geological Survey realizzò mappe del terreno per i progettisti di Apollo. In aggiunta a fotografare i siti più promettenti da diverse angolazioni per facilitare gli studi stereoscopici per un'analisi dettagliata della to-

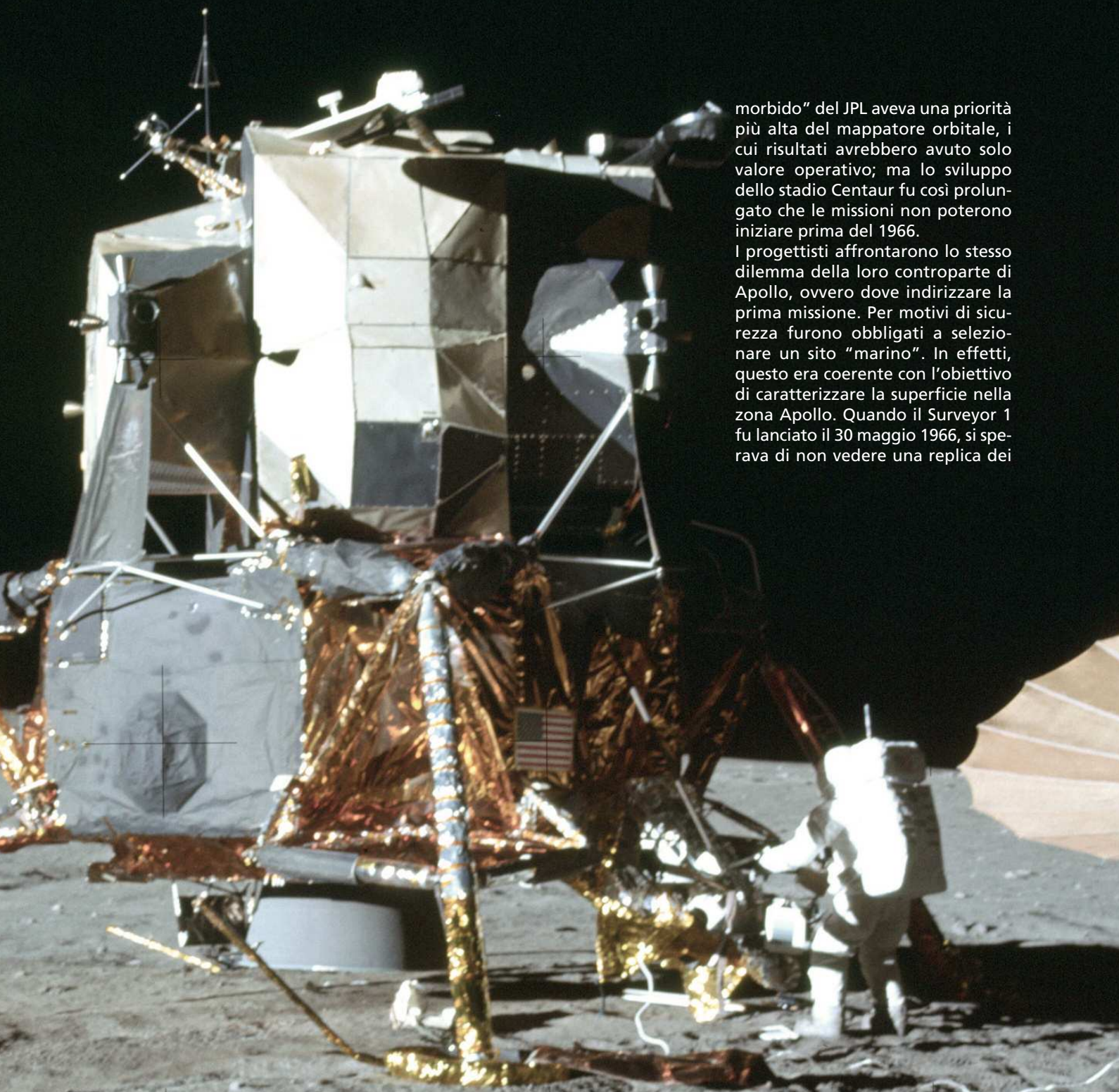
pografia, la missione successiva, quella di Lunar Orbiter 3, cartografò i percorsi di avvicinamento. Avendo raggiunto l'obiettivo del progetto utilizzando i primi tre veicoli spaziali, la NASA lasciò le navicelle rimanenti agli scienziati, che decisero di farle volare in orbite quasi polari, ad altitudini più elevate, per condurre una mappatura più generale.

Nel solo arco di un anno, i Lunar Orbiter non solo soddisfecero l'obiettivo di sondare i probabili siti per il primo sbarco di Apollo, ma restituiscono anche le prime chiare vedute dell'emisfero lontano, avanzando enormemente la conoscenza della geologia regionale dell'emisfero vicino, e identificando più caratteristiche di siti che si sarebbero potuti visitare in missioni successive. Il programma Lunar Orbiter si era dimostrato un notevole successo. Anche dopo che finirono di fotografare, le navicelle fornirono una visione dell'interno lunare. Sebbene Lunar Orbiter 1 fosse stato deorbitato prima dell'arrivo del suo successore, fu notato che la sua orbita era stata perturbata, il che significava che il campo gravitazionale della Luna non era uniforme. Per approfondire la questione, le successive navicelle non furono deorbitate fino a quando il loro propellente di controllo degli assetti era quasi esaurito, e con veicoli in entrambe le orbite equatoriali e polari diveniva possibile mappare il campo gravitazionale in modo sufficientemente dettagliato da rivelare che i mari inondati dalla lava erano fonte di una maggiore gravità. La scoperta dei "mascons" (concentrazioni di massa) fu una scoperta fortuita del progetto. Poiché le proprietà meccaniche della superficie lunare avrebbero influenzato il progetto del lander di Apollo, nell'ottobre del 1962 i progettisti affermarono che lo sviluppo del modulo ad "atterraggio



A POLLO 12 – Un astronauta mentre raccoglie campioni di superficie lunare. [NASA, Project Apollo Archive]

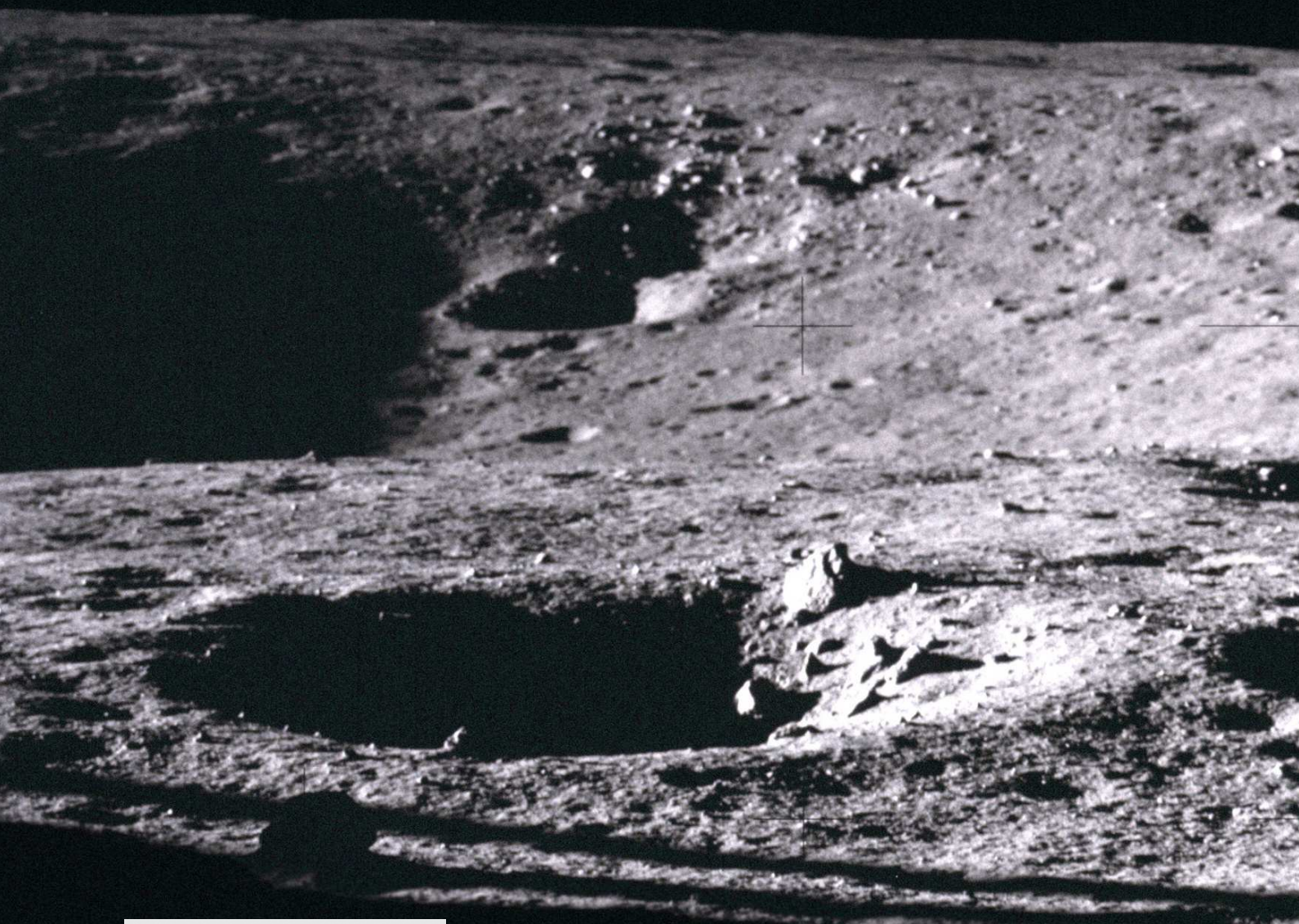




morbido" del JPL aveva una priorità più alta del mappatore orbitale, i cui risultati avrebbero avuto solo valore operativo; ma lo sviluppo dello stadio Centaur fu così prolungato che le missioni non poterono iniziare prima del 1966.

I progettisti affrontarono lo stesso dilemma della loro controparte di Apollo, ovvero dove indirizzare la prima missione. Per motivi di sicurezza furono obbligati a selezionare un sito "marino". In effetti, questo era coerente con l'obiettivo di caratterizzare la superficie nella zona Apollo. Quando il Surveyor 1 fu lanciato il 30 maggio 1966, si sperava di non vedere una replica dei

APOLLO 12 – Un astronauta vicino al modulo lunare. [NASA, Project Apollo Archive]



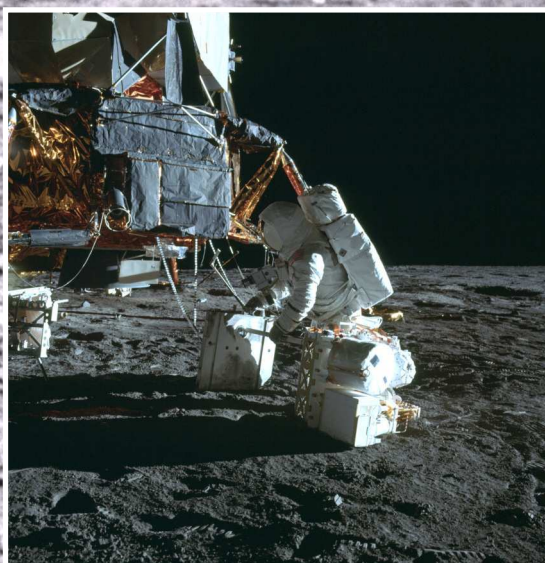
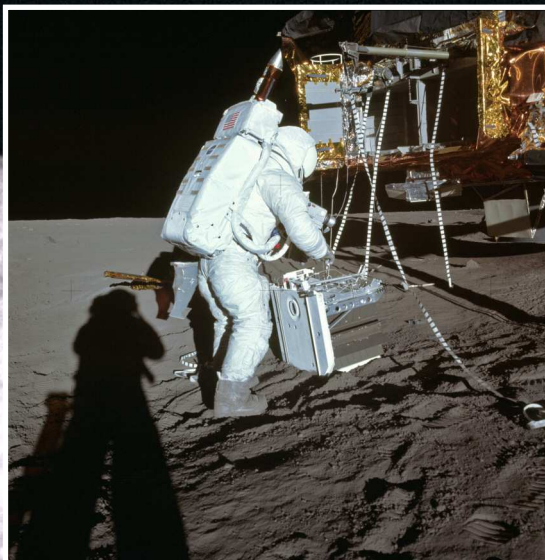
APOLLO 12 – Panorama attorno al modulo lunare. [NASA, Project Apollo Archive]

problemi iniziali che avevano tormentato la serie Ranger. Fortunatamente, la navicella atterrò in sicurezza dentro Flamsteed, un cratere nel cui bordo fu aperta una breccia dall'Oceanus Procellarum. Come per i Ranger, l'unico strumento era una telecamera. Si vedevano una moltitudine di piccoli crateri e rocce, ma il sito era sostanzialmente pianeggiante, con un

orizzonte monotono. La navicella spaziale continuò a trasmettere panorami per documentare l'aspetto della superficie sotto un'illuminazione diversa e, al tramonto del Sole, andò in "letargo" per la notte lunare di due settimane. Con sorpresa di tutti, non solo si risvegliò al ritorno del Sole, ma lo fece ogni mattina per il resto dell'anno. Avendo avuto successo al primo ten-

tativo, ci fu sconcerto quando, nel settembre del 1966, Surveyor 2 si perse a seguito di una correzione della traiettoria in rotta verso la Luna. Nell'aprile del 1967, Surveyor 3 atterrò in un cratere di 220 metri di diametro, nell'Oceanus Procellarum, rimbalzando un certo numero di volte prima di fermarsi. La parete interna era butterata da piccoli crateri, uno dei quali aveva scavato

A POLLO 12 – A destra e in basso, l'estrazione di ALSEP (Apollo Lunar Surface Experiments Package) dal modulo lunare. [NASA, Project Apollo Archive]



grandi blocchi di roccia, indicando che la regolite che rivestiva la superficie non era spessa molti metri. Oltre a una fotocamera, questo lander aveva un braccio con una paletta utile a determinare le proprietà meccaniche del materiale superficiale, a scavare piccole trincee per ispezionare il sottosuolo e a far rotolare le rocce per determinare in

fosse selettivo. A differenza del suo predecessore, Surveyor 3 sopravvisse solo a una notte lunare. Più sfortunato fu invece Surveyor 4, col quale si persero i contatti diversi minuti prima dell'atterraggio. Dopo aver campionato due mari occidentali e aver fallito due volte nel tentativo di raggiungere un sito sul meridiano, il JPL inviò Surveyor 5 a campionare un mare dell'emisfero

orientale. La navicella atterrò nel Mare Tranquillitatis, a circa 22 km dal sito A3 che aveva superato l'ispezione dei Lunar Orbiter ed era stato promosso nell'elenco ristretto per lo sbarco iniziale di Apollo. Anche Surveyor 5 atterrò in un cratere, questa volta su una pendenza di 20 gradi. Invece di una paletta, aveva uno strumento per studiare la composizione chimica della regolite.



A POLLO 12 – Un astronauta al lavoro con ALSEP.
[NASA, Project Apollo Archive]



Dopo aver preso una sola lettura, il veicolo spaziale accese i suoi propulsori per "saltare" un po' più in basso, lungo il pendio, per campionare una seconda porzione di regolite. I risultati indicavano calcio, silicio, ossigeno, alluminio e magnesio. Questo implicava l'esistenza di basalto, ma l'alto rapporto tra ferro e titanio lasciava intendere che fosse leggermente diverso dalla sua controparte terrestre.

Il Surveyor 6 fu invece inviato nel Sinus Medii (fra Mare Insularum e Mare Vaporum) per sostituire i predecessori perduti, e sbarcò senza incidenti il 10 novembre 1967. I risultati dell'analisi chimica indicavano un basalto ricco di ferro.

Come visto, l'obiettivo del programma Lunar Orbiter era perlustrare dall'alto i possibili siti di atterraggio per Apollo. Poiché non c'era a disposizione sufficiente pellicola per cercare altri siti, ci si concentrò su quelli che sembravano idonei sulla base di studi telescopici. I siti possibili per il primo sbarco lunare furono studiati dall'Apollo Site Selection Board per più di due anni.

I 30 siti candidati originari situati sull'emisfero vicino della Luna, entro 45 gradi dal meridiano e 5 gradi dall'equatore, furono ridotti a tre da fattori operativi.

In primo luogo, il team di dinamiche di volo insistette sul fatto che il sito fosse a est del meridiano lunare, per avere spazio più a ovest per uno o due siti di backup adeguatamente illuminati, nel caso in cui il lancio fosse stato posticipato di diversi giorni. La finestra di lancio per un dato sito si apriva solo una volta al mese, e si pensava che fosse meglio andare in un sito secondario con qualche giorno di ritardo, piuttosto che attendere un mese affinché il sito ottimale si presentasse di nuovo. Ciò richiese che l'obiettivo principale fosse nell'emisfero orientale (la metà di destra per l'osserva-

tore terrestre). Il tempo di atterraggio doveva essere subito dopo l'alba locale nel sito, perché il Sole doveva essere basso all'orizzonte per gettare un'ombra sufficiente a mostrare la topografia della superficie.

Poiché la rotazione della Luna è sincronizzata col periodo orbitale attorno alla Terra, ruota una volta al mese e il Sole attraversa il cielo lunare a una velocità di 12 gradi in 24 ore, il che richiedeva che i siti di backup fossero distanziati di 12 gradi in longitudine, affinché l'illuminazione risultasse corretta per ogni giorno di ritardo nel lancio. D'altra parte, il sito primario non doveva essere troppo lontano ad est, in quanto ciò non avrebbe consentito un tempo sufficiente, dopo l'attraversamento del limbo, per effettuare i controlli di navigazione prima di iniziare la discesa motorizzata.

In secondo luogo, il sito di atterraggio doveva trovarsi in una stretta striscia entro 5 gradi di latitudine dell'equatore lunare. Un sito a latitudine più elevata avrebbe comportato una traiettoria con maggior dispendio di propellente e l'economia del propellente era una priorità per il primo atterraggio.

Inoltre, non solo tutti i siti dovevano essere pianeggianti per minimizzare la necessità di manovrare al fine di evitare gli ostacoli durante la fase finale della discesa, ma il terreno di avvicinamento doveva anche essere piatto per non complicare il compito del radar di atterraggio. Questi vincoli di sicurezza limitarono il primo sbarco a uno dei mari orientali sull'equatore, fissando il sito di atterraggio principale nel Mare Tranquillitatis o nel Mare Fecunditatis, il backup sul meridiano e le riserve nell'emisfero occidentale. Ma il Mare Fecunditatis era troppo lontano a est per fornire un comodo margine per l'aggiornamento finale della navigazione, e così Apollo 11 fu assegnato al Mare Tran-

quillitatis, dove c'erano due siti. La traiettoria dell'Apollo 8 (lanciato il 21 dicembre 1968, quando i programmi Surveyor e Lunar Orbiter erano ormai terminati da quasi un anno) era stata programmata per visualizzare il sito più orientale, ALS-1, in condizioni di illuminazione ideale. L'Apollo 10 fece invece un passaggio basso su ALS-2 e riferì che era complessivamente adatto, anche se la parte più lontana dell'ellisse di atterraggio risultava approssimativa.

C'erano una quantità di considerazioni che determinarono le finestre di lancio per una missione di atterraggio lunare. Queste considerazioni includevano condizioni di illuminazione al momento del lancio, azimuth della rampa di lancio, geometria di iniezione translunare, angolo di elevazione del Sole sul sito di atterraggio lunare, numero e posizione dei siti di atterraggio lunare, e condizioni di illuminazione allo splashdown sulla Terra. Il tempo di un atterraggio lunare era determinato dalla posizione del sito e dalla gamma accettabile di angoli di elevazione del Sole. La gamma di questi angoli era da 5 a 14 gradi e in una direzione da est a ovest. In queste condizioni, le ombre visibili dei crateri avrebbero aiutato l'equipaggio a riconoscere le caratteristiche topografiche.

Il numero di opportunità di lancio dalla Terra per un dato mese lunare era uguale al numero di siti di atterraggio candidati. Il tempo di lancio fu determinato principalmente dalla variazione consentita in azimuth della rampa di lancio e dalla posizione della Luna all'arrivo dell'astronave.

La navicella spaziale doveva essere lanciata su un piano orbitale che conteneva la posizione della Luna e il suo antipodo all'arrivo dell'astronave. Una variazione azimutale della rampa di lancio di 34 gradi con-

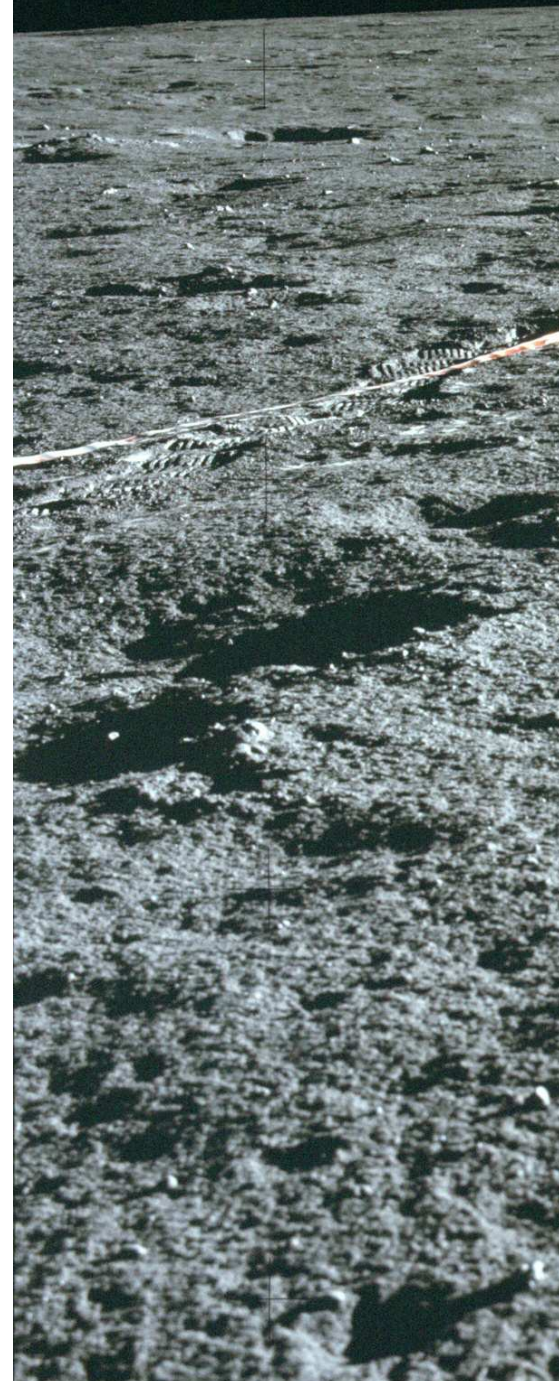
sentì un periodo di lancio di 4,5 ore. Questo periodo era chiamato "finestra di lancio giornaliera", il momento in cui la direzione di lancio era all'interno dell'intervallo richiesto per intercettare la Luna. Ogni giorno si aprivano due finestre di lancio: una era disponibile per un inserimento translunare fuori dall'orbita terrestre nelle vicinanze dell'Oceano Pacifico; l'altra era nelle vicinanze dell'Oceano Atlantico. L'opportunità di inserimento sull'Oceano Pacifico è stata preferita perché solitamente consentiva il lancio diurno.

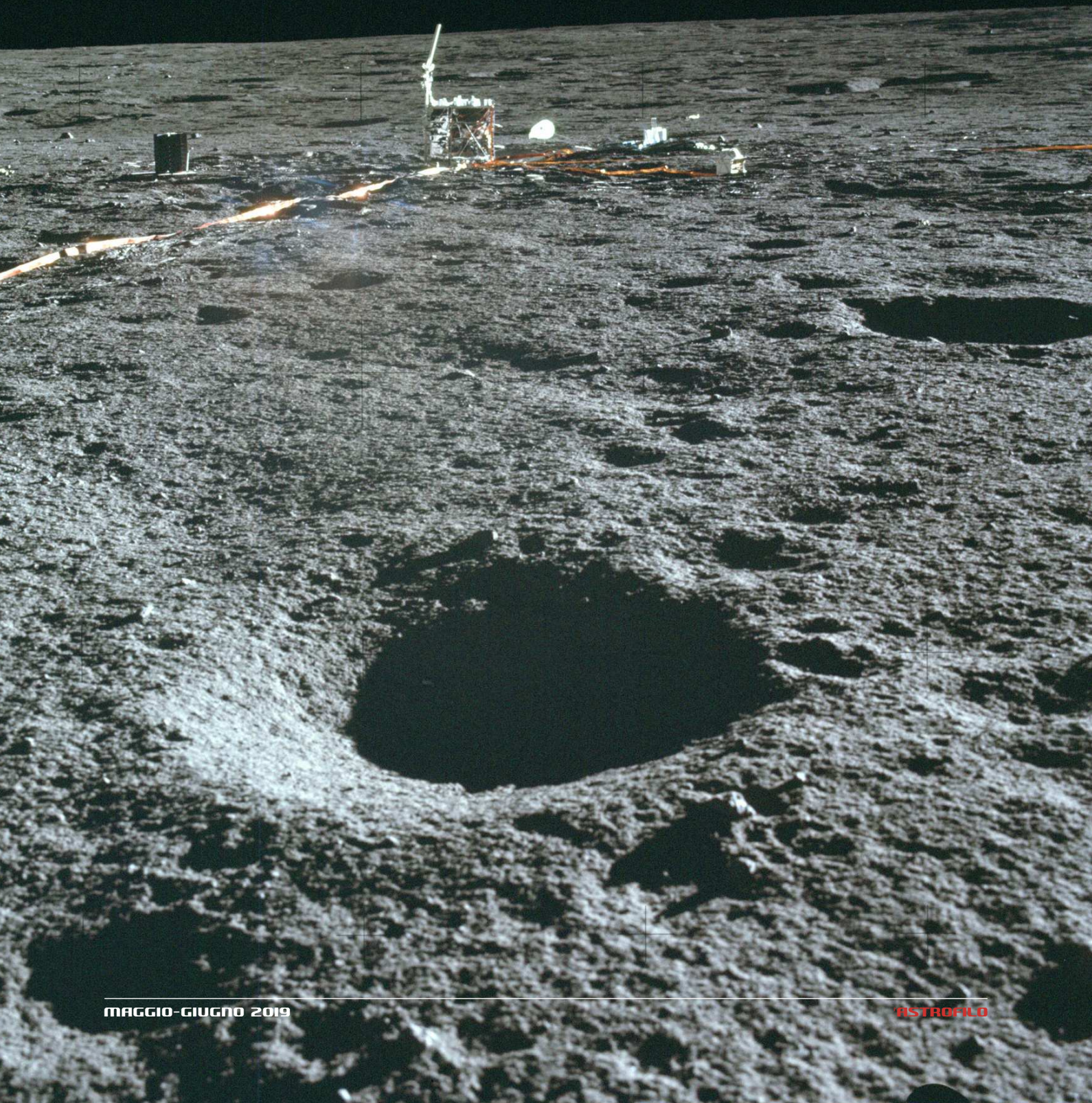
L'Apollo 11 aveva dimostrato la capacità del Lunar Module di atterrare sulla Luna, ma il fatto che si fosse allontanato dal sito prestabilito era imbarazzante. I tecnici di volo avevano escogitato un metodo semplice per correggere le perturbazioni dei mascons ed erano così sicuri che questo avrebbe funzionato e ridotto le dimensioni dell'ellisse bersaglio. Inoltre, decisero di ridurre il requisito da due siti di backup a uno.

C'erano stati cinque siti principali nella short list per il primo sbarco. I siti orientali ALS-1 e ALS-2 nel Mare Tranquillitatis erano stati supportati da ALS-3 in Sinus Medii, ALS-4 e ALS-5 in Oceanus Procellarum come riserva in caso di ritardo di lancio prolungato. Sarebbe stato naturale inviare Apollo 12 in uno di questi siti, ma i vincoli conservativi dello sbarco iniziale avevano portato alla scelta di siti aperti, e i geologi erano desiderosi di campionare l'ejecta di un cratere abbastanza ampio.

Infatti, ancora prima che volasse l'Apollo 11, i selezionatori dei siti di atterraggio avevano stilato un elenco di crateri per questa eventualità. In linea di principio, doveva essere una semplice questione di riesaminare i siti scartati per il primo atterraggio a causa della vicinanza scomoda di un cratere.

A **POLLO 12 – Il posizionamento di ALSEP. [NASA, Project Apollo Archive]**







Sebbene un numero di siti strategici siano stati designati nelle vicinanze di ALS-5, erano piuttosto insignificanti. Un sito nel grande cratere Hipparchus era ritenuto non sufficientemente documentato. Il terreno corrugato a nord del cratere Fra Mauro era stato respinto come troppo impegnativo. L'allentamento dei vincoli operativi permise di ripristinare l'ALS-6. Questo era nell'Anello Flamsteed, il grande cratere che fu quasi completamente allagato da un flusso di lava proveniente dall'Oceanus Procellarum. Inoltre, il fatto che l'ALS-6 non fosse lontano da dove il Surveyor 1 era atterrato spinse il team di dinamica di volo a proporlo come destinazione, perché posizionarsi a poca distanza da un'altra navicella sarebbe stata una potente dimostrazione di

precisione. Sfortunatamente, poiché questo sito si trovava molto a ovest, non aveva alcun sito di backup. Ma c'era un'altra navicella nella parte orientale dell'Oceanus Procellarum che poteva facilmente rappresentare un backup a ovest. Era un sito selezionato per il Surveyor 3, ma poi scartato perché troppo approssimativo per Apollo, ma alla fine rinominato come ALS-7. Oltre a esplorare i siti più favorevoli per il primo sbarco dell'Apollo, i Lunar Orbiter avevano fotografato molti siti caratteristici. Ciononostante, quel programma era stato così dedicato alla localizzazione di siti aperti per il primo atterraggio che la copertura di siti più impegnativi era troppo superficiale per certificarli. Era evidente, quindi, che se Apollo avesse sfruttato l'allenta-

mento dei vincoli della dinamica di volo, le prime missioni avrebbero dovuto perlustrare i siti fuori area. Una volta dimostrata l'accuratezza nella localizzazione, sarebbe stato possibile assegnare gli obiettivi sotto forma di strutture piuttosto che di aree generiche. Apollo 12 doveva aprire questa porta.

La selezione di ALS-7 per Apollo 12 lo avrebbe a perlustrare Fra Mauro, l'area di Cartesio e la Davy Rille, una catena di crateri ritenuti da alcuni come bocche vulcaniche lungo una faglia geologica. Avendo compiuto un atterraggio preciso con Apollo 12, il team di dinamiche di volo si sentì sufficientemente sicuro di ridurre l'ellisse bersaglio per consentire alla missione successiva di puntare a un sito più ristretto su terreni più accidentati.



A POLLO 14 – Veduta da ovest del modulo lunare rivolto a est. [NASA, Project Apollo Archive]

Poiché un'orbita inclinata risulta più dispendiosa di un'orbita equatoriale, le soglie del propellente furono aumentate per sfuggire al confinamento della zona equatoriale. Inoltre, fu eliminata la necessità di un sito di backup. Da allora in poi, a un ritardo nel lancio di un massimo di 3 giorni si sarebbe rimediato facendo un atterraggio con un'angolazione del Sole meno favorevole. Questo allentamento dei vincoli non "apriva" la Luna, poiché i siti ad alta latitudine erano ancora fuori limite, ma offriva un apprezzato grado di flessibilità.

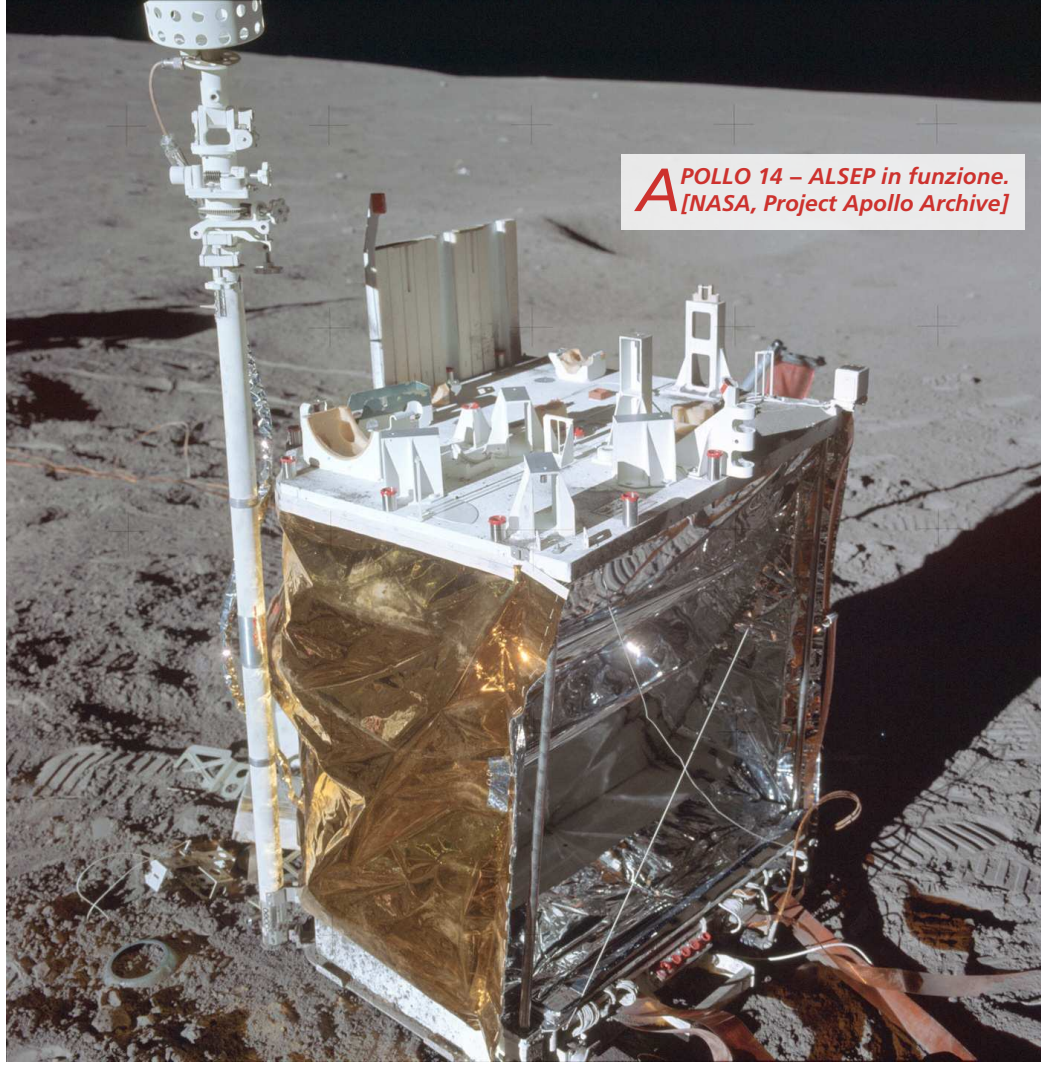
Furono il restringimento dell'ellisse dell'obiettivo e il rigetto del requisito che il luogo di atterraggio fosse libero da rilievi del terreno a permettere di prendere in considerazione siti più interessanti.

Alcuni geologi proposero di atterrare all'interno di un grande cratere come Hipparcus o Censorinus, ma il consenso era per il terreno a nord del cratere Fra Mauro. Nel 1962, E.M. Shoemaker e R.J. Hackman avevano pubblicato uno studio stratigrafico sul bacino del Mare Imbrium. Nell'estendere questa mappa attraverso il lato vicino, R.E. Eggleton decise di indicare il terreno corrugato periferico come Imbrium ejecta, e lo chiamò Fra Mauro Formation. Anche se era una singola unità, fu suddivisa in regioni isolate attorno alla periferia del bacino.

All'epoca, la comprensione della prima storia lunare si basava sul modo in cui l'ejecta di Imbrium si era sparso su migliaia di chilometri, scolpendo solchi. Datare Imbrium era l'elemento più importante all'ordine del giorno, poiché avrebbe fissato nel tempo molte altre strutture. Non era solo questione di conoscere la Luna. I bacini lunari indicavano che il giovane sistema solare era stato un ambiente molto dinamico. Se la Luna avesse subito un tale bombardamento, lo avrebbe

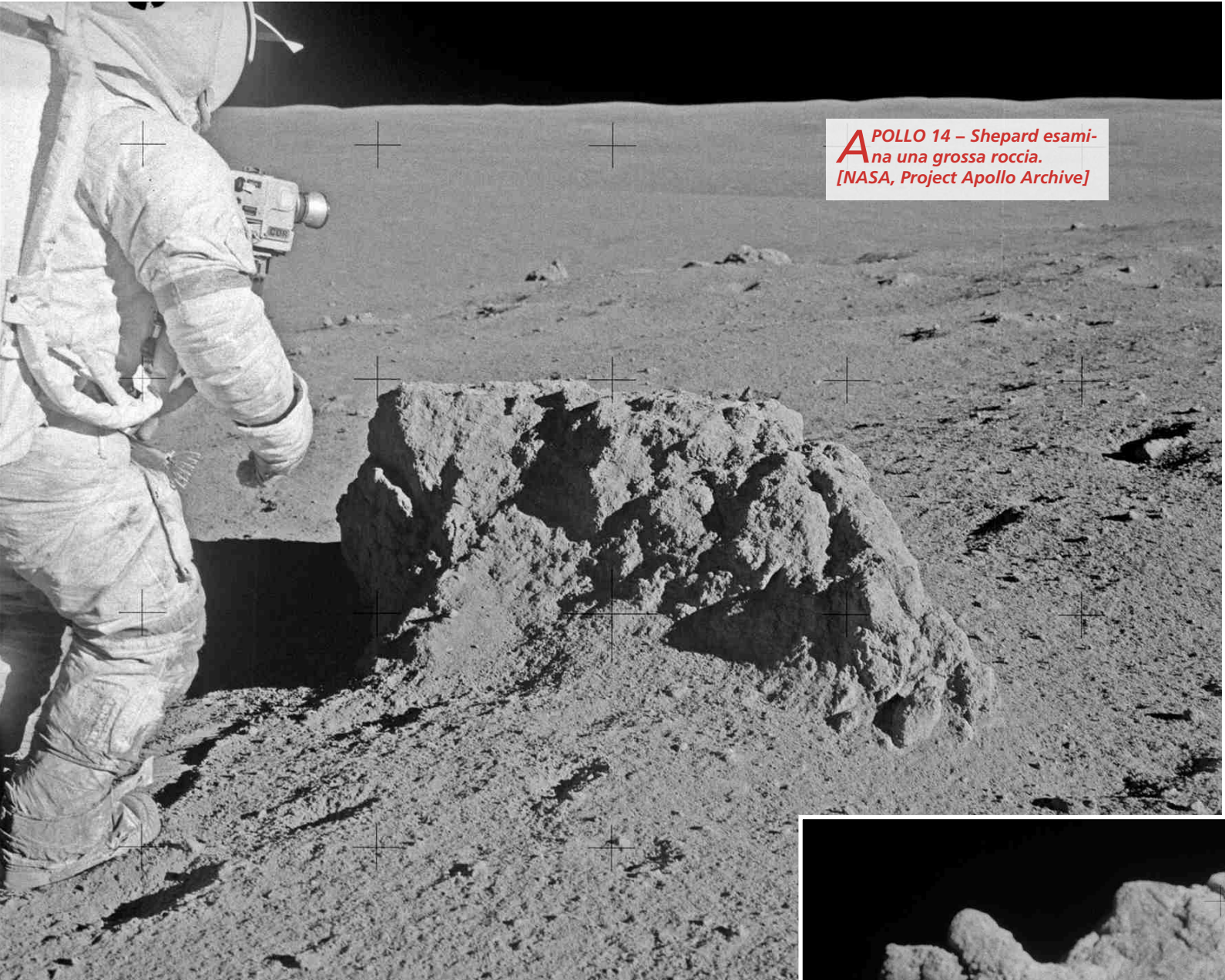
APOLLO 14 – Alan Shepard sulla superficie lunare, visto dal LM, mentre guarda verso NW. [NASA, Project Apollo Archive]

A POLLO 14 – ALSEP in funzione.
[NASA, Project Apollo Archive]



A POLLO 14 – Il riflettore laser.
[NASA, Project Apollo Archive]





APOLLO 14 – Shepard esamina una grossa roccia.
[NASA, Project Apollo Archive]

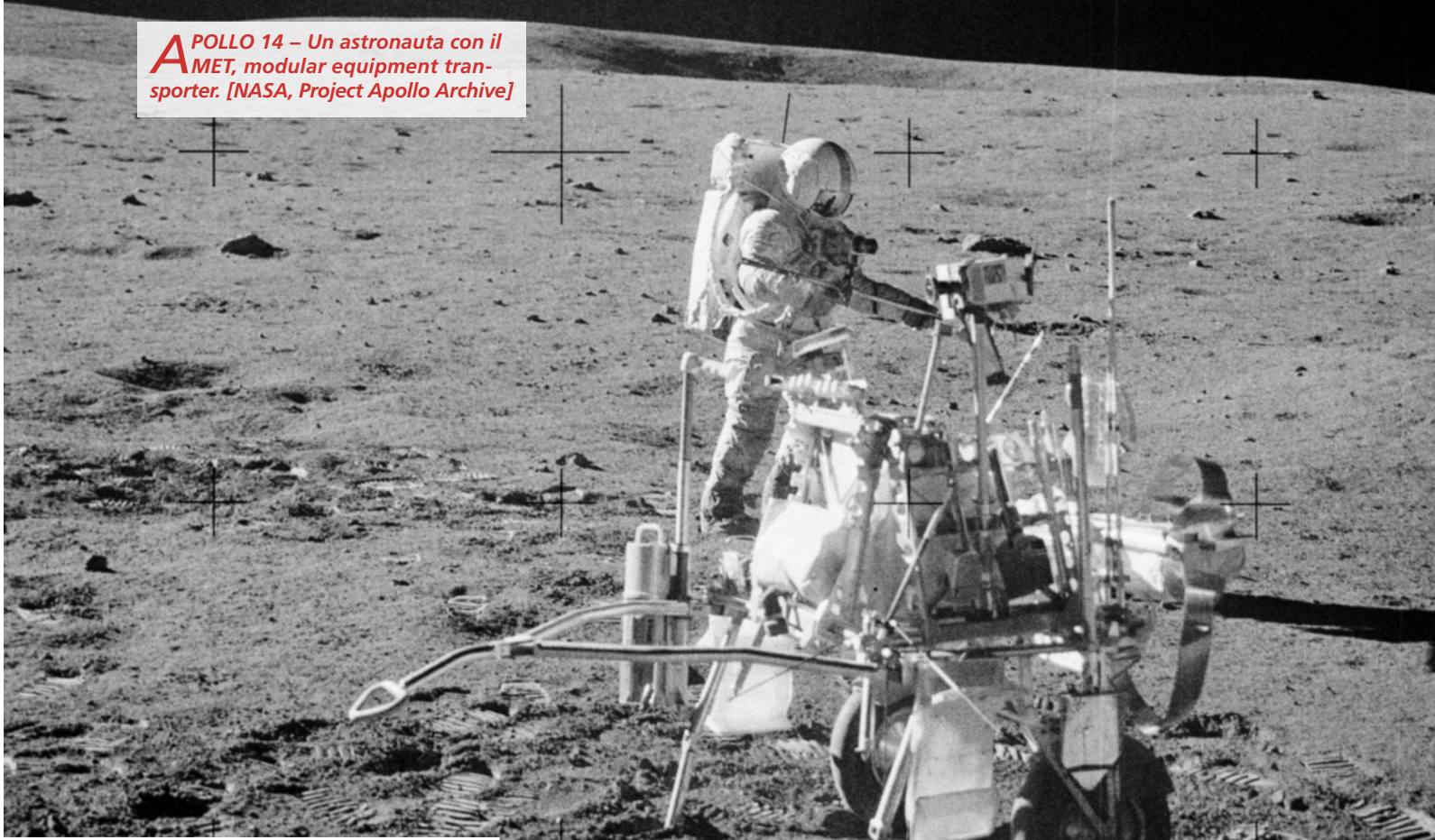
subito anche la Terra. Studiare la Luna avrebbe dato un'idea della storia antica del nostro pianeta.

Le registrazioni sulla Terra di quel periodo mancano, perché la crosta viene riciclata dalla tettonica a placche. La Luna, al contrario, è così endogenamente inerte che il suo volto è rimasto sostanzialmente immutato per miliardi di anni. Il compito era quello di trovare un cratere nel terreno corrugato che avesse una linea di accesso chiara da est, che offrisse un punto di atterraggio entro un paio di chilometri, e che avesse un bordo molto netto. Fu selezionata una cavità di 400 metri di diametro situata a 35 km a nord di Fra Mauro. Dato che questo era esattamente il tipo di terreno che era stato evitato durante la ricerca di siti "sicuri", i se-

lezionatori affrontarono il rischio di certificare un sito per il quale possedevano solo quattro fotografie ad alta risoluzione, prese da Lunar Orbiter 3 per interesse scientifico. Tuttavia, poiché si trovava sulla sponda orientale dell'Oceanus Procellarum, il sito era ben illuminato durante la missione Apollo 12, ed era stato possibile ottenere ulteriori immagini. Nel dicembre 1969, quindi, Fra Mauro fu confermato come il luogo di sbarco di Apollo 13. In considerazione della sua forma, il cratere da campionare fu chiamato Cone. Il terreno migliore per un atterraggio era la pianura relativamente piatta circa 1 km a ovest del cratere, ma poiché essa era troppo vicina al margine del campo di detriti di Cone, si decise di scendere due volte più lontano dal



APOLLO 14 – Un astronauta con il MET, modular equipment transporter. [NASA, Project Apollo Archive]



APOLLO 14 – Una formazione rocciosa. [NASA, Project Apollo Archive]



cratere. C'era così vitale per gli obiettivi geologici che ci sarebbe stato poco merito per un atterraggio oltre la distanza percorribile a piedi dal cratere. Vista l'importanza della Formazione di Fra Mauro, la cui campionatura era stata assegnata all'Apollo 13 (missione che perse la Luna), questo sito fu riassegnato ad Apollo 14, che divenne il terzo sbarco lunare di successo.

Sebbene gli obiettivi principali di Apollo 14 fossero gli stessi di Apollo 13, furono presi provvedimenti per restituire una quantità significativamente maggiore di materiale lunare e di dati scientifici di quanto era stato possibile in precedenza. Un'innovazione che consentiva un aumento della gamma di esplorazione della superficie lunare e della

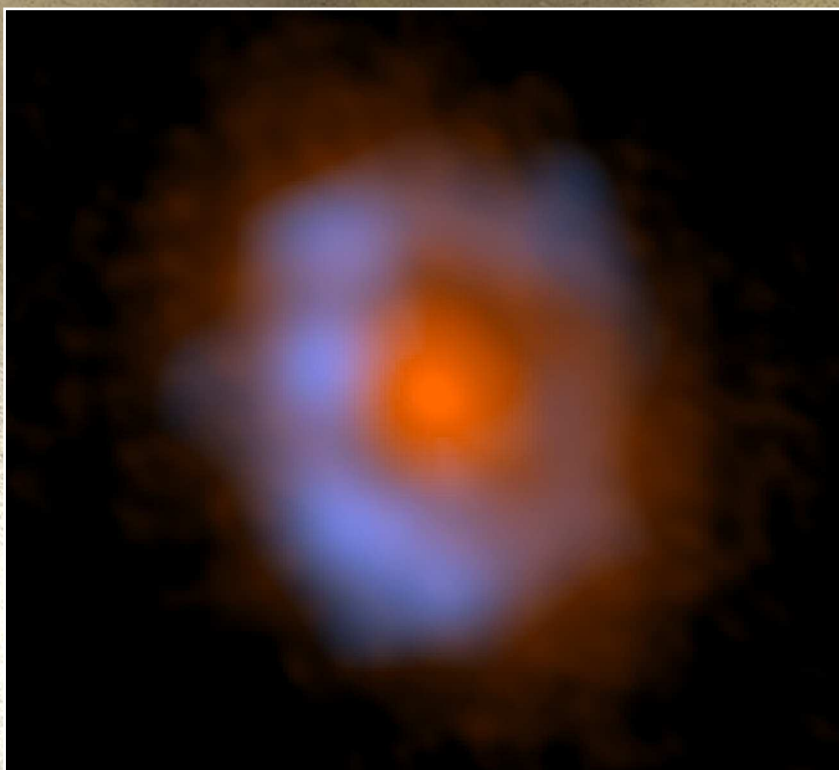
quantità di materiale raccolto era la fornitura di un carrello a due ruote pieghevole, il trasportatore di attrezzature modulari (MET), per trasportare attrezzi, macchine fotografiche, un magnetometro portatile e campioni lunari.

Un'indagine sulla causa del fallimento del serbatoio di ossigeno criogenico di Apollo 13 produsse tre cambiamenti significativi nel sistema di accumulo di ossigeno criogenico CSM e nei sistemi di alimentazione elettrica di Apollo 14.

La costruzione interna dei serbatoi di ossigeno venne modificata, fu aggiunto un terzo serbatoio di ossigeno e installata una batteria ausiliaria. Questi cambiamenti furono anche incorporati in tutti i veicoli spaziali successivi. ■

Linea della neve rivela molecole organiche attorno a una giovane stella

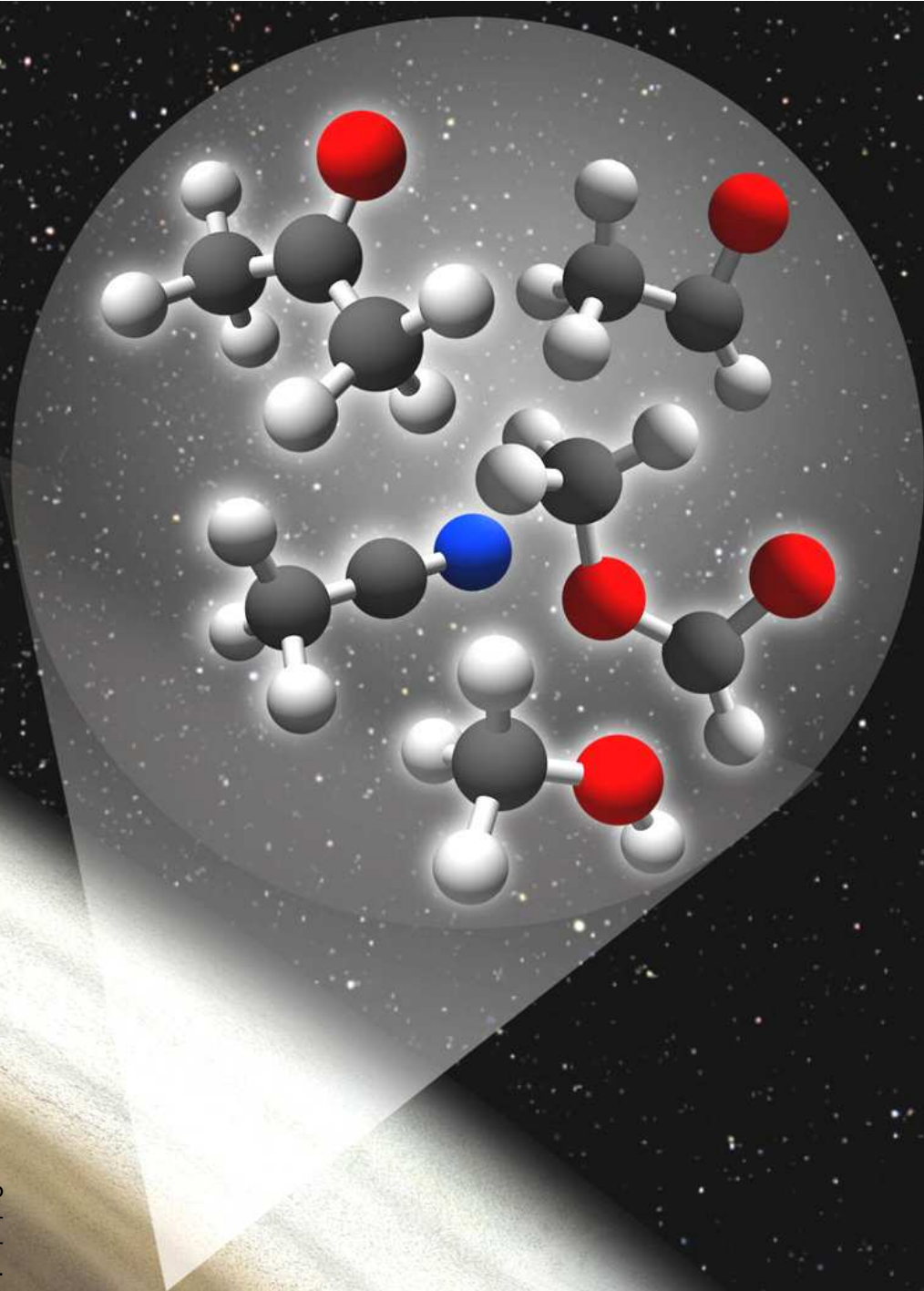
by ALMA Observatory



Gli astronomi che usano ALMA hanno rilevato varie molecole organiche complesse attorno alla giovane stella V883 Ori. Un'improvvisa esplosione da questa stella sta rilasciando molecole dai composti ghiacciati del disco protoplanetario. La composizione chimica del disco è simile a quella delle comete nel moderno sistema solare. Le osservazioni di ALMA consentono agli astronomi di ricostruire l'evoluzione delle molecole organiche dalla nascita del sistema solare agli oggetti che vediamo oggi. Il team di ricerca, guidato da Jeong-Eun Lee (Kyung Hee University, Corea), ha utilizzato l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array per rilevare complesse mole-

Immagine a falsi colori di V883 Ori ottenuta con ALMA. La distribuzione della polvere è mostrata in arancione e la distribuzione del metanolo, una molecola organica, è mostrata in blu. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Lee et al.]

Visione artistica del disco protoplanetario attorno alla giovane stella V883 Ori. La parte esterna del disco è fredda e le particelle di polvere sono coperte di ghiaccio. ALMA ha rilevato varie molecole organiche complesse attorno alla linea delle nevi nel disco. [National Astronomical Observatory of Japan]



cole organiche tra cui metanolo (CH_3OH), acetone (CH_3COCH_3), acetaldeide (CH_3CHO), formiato di metile (CH_3OCHO) e acetonitrile (CH_3CN). Questa è la prima volta che l'acetone viene rilevato in modo non ambiguo in una regione di formazione planetaria o in un disco protoplanetario. Varie molecole sono congelate nel ghiaccio intorno a particelle di polvere di dimensioni micrometriche in dischi protoplanetari. L'improvvisa esplosione su Ori V883 sta riscaldando il disco e sublimando il ghiaccio, che rilascia le molecole gassose. La regione in un disco in cui la temperatura raggiunge la temperatura di sublimazione delle molecole è chiamata "linea della neve". I raggi delle linee della neve sono di poche unità astronomiche (AU) at-

torno alle giovani stelle normali, tuttavia, aumentano di quasi 10 volte attorno alle stelle esplosive.

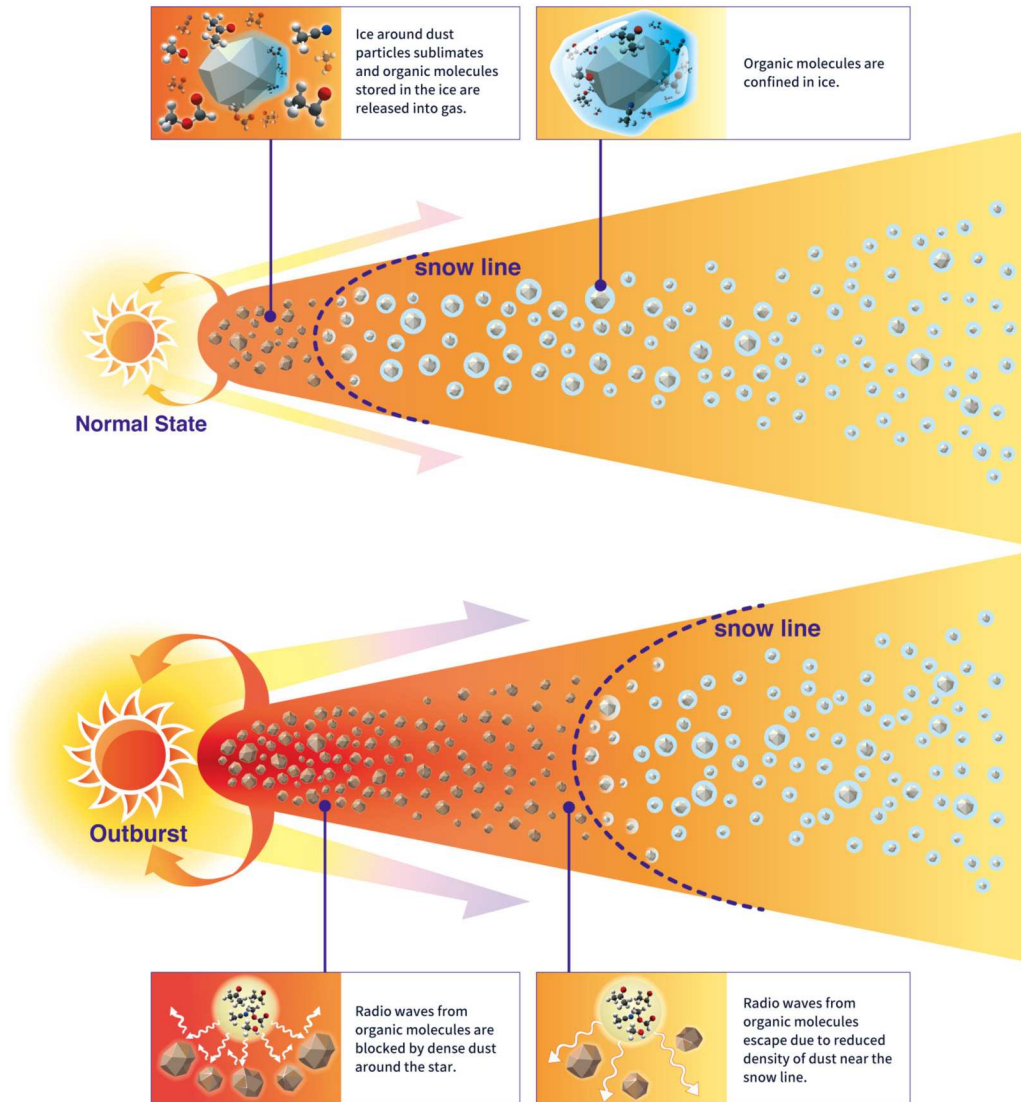
"È difficile fotografare un disco su scala di poche UA con gli attuali telescopi", ha detto Lee. "Tuttavia, attorno a una stella esplosiva il ghiaccio si scioglie in un'area più ampia del disco ed è più facile vedere la distribuzione delle molecole. Siamo interessati alla distribuzione di molecole organiche complesse come elementi costitutivi della vita."

Il ghiaccio, incluse le molecole organiche congelate, potrebbe essere strettamente correlato all'origine

della vita sui pianeti. Nel nostro sistema solare, le comete sono al centro dell'attenzione a causa dei loro ricchi composti ghiacciati. Ad esempio, la leggendaria esploratrice di comete dell'Agenzia spaziale europea Rosetta ha trovato una ricca chimica organica attorno alla cometa Churyumov-Gerasimenko.

Si pensa che le comete si siano formate nella regione più esterna del si-

Illustrazione schematica della composizione dei dischi protoplanetari nello stato normale e nella fase di esplosione. V883 Ori sta vivendo una esplosione di tipo FU Orionis e l'aumento della temperatura del disco spinge la linea della neve verso l'esterno, causando il rilascio come gas di varie molecole contenute nel ghiaccio. [National Astronomical Observatory of Japan]



stema proto-solare, dove le molecole erano contenute nel ghiaccio. La ricerca della composizione chimica del ghiaccio nei dischi protoplanetari è direttamente correlata alla ricerca dell'origine delle molecole organiche nelle comete e dell'origine dei mattoni della vita.

Grazie alla visione nitida di ALMA e alla linea della neve allargata dovuta all'esplosione sulla stella, gli astronomi hanno ottenuto la distribuzione spaziale di metanolo e acetaldeide. La distribuzione di queste molecole ha una struttura ad anello con un raggio di 60 UA, che è il doppio di quello dell'orbita di Nettuno. I ricercatori presumono che all'interno di questo anello le molecole siano invisibili perché sono oscurate da uno spesso materiale polveroso e sono invisibili al di fuori di questo raggio perché sono congelate nel ghiaccio.

"Poiché i pianeti rocciosi e ghiacciati

sono fatti di materiale solido, la composizione chimica dei solidi nei dischi è di particolare importanza. Un'esplosione è un'occasione unica per indagare su nuovi sublimati e quindi sulla composizione dei solidi", afferma Yuri Aikawa dell'Università di Tokyo, membro del gruppo di ricerca.

V883 Ori è una giovane stella situata a 1300 anni luce dalla Terra. Questa stella sta vivendo una cosiddetta esplosione di tipo FU Orionis,

un improvviso aumento di luminosità dovuto a un flusso di materiale che scorre dal disco alla stella. Queste esplosioni durano solo per circa 100 anni, quindi la possibilità di osservarne una è piuttosto rara. Tuttavia, poiché le giovani stelle con una vasta gamma di età sperimentano esplosioni di tipo FU Ori, gli astronomi si aspettano di essere in grado di tracciare la composizione chimica del ghiaccio durante l'evoluzione delle giovani stelle. ■

omegon®

1000 FOTO SENZA CORRENTE

MiniTrack LX2: la prima montatura fotografica completamente meccanica



Saslong Night - Sassolungo da Col Raissa (Italy) - Photo: Cristian Fattinanzi

Immagini panoramiche come questa qui sopra adesso sono anche alla tua portata. La montatura MiniTrack LX2, completamente meccanica, funziona come un orologio. Niente corrente elettrica. Nessuna ricarica. Zero batterie. Basta collocarla sul treppiede, montare la camera e dare la carica: tutto è subito pronto per stupendi scatti panoramici della volta celeste.

✓ La meccanica di un orologio

La montatura si basa sullo stesso principio degli orologi, con un inseguimento di 60 minuti - tutto senza necessità di batterie e alimentazione elettrica. Basta dare la carica come si fa con gli orologi, e iniziare l'osservazione.

✓ Snella e compatta

Un viaggio in aereo o una escursione notturna, non importa: la MiniTrack entra in qualsiasi bagaglio e lascia anche spazio per un bel treppiede o un secondo teleobiettivo.

✓ Un robusto sistema a molla

La MiniTrack non ha bisogno di contrappeso, è il sistema a molla che assiste l'inseguimento. Così risparmi peso e ingombro.

✓ Vite integrata 1/4"

La MiniTrack è adatta a qualsiasi treppiede fotografico ed è dotata di due viti da 1/4". Così la puoi collegare per esempio a una testa a sfera e raggiungere qualsiasi regione della volta stellata.

✓ Fino a 2 kg di carico

Questa montatura permette di ottenere panoramiche ben riuscite del cielo notturno. Da un grandangolo fino a un teleobiettivo leggero le possibilità sono molteplici.

✓ Il tubo cercatore polare

Il cercatore ti permette di orientare il MiniTrack velocemente alla stella polare, ed è sufficiente per un puntamento approssimativo.



Testa a sfera, camera e treppiede non inclusi nell'offerta!

129€

Per ulteriori informazioni



MiniTrack LX2	Prodotto n.	Prezzo in euro
Montatura fotografica per l'emisfero boreale		
LxPxH in mm 210x78x30, peso 430 g	55040	129
Montatura fotografica per l'emisfero boreale compresa testa a sfera		
LxPxH in mm 210x78x130, peso 730 g	56106	159
NUOVO Montatura fotografica per l'emisfero boreale e australe		
LxPxH in mm 210x78x30, peso 490 g	57993	159
NUOVO Montatura fotografica per l'emisfero boreale e australe compresa testa a sfera		
LxPxH in mm 210x78x130, peso 790 g	60258	189

Cosa ne pensa la rivista „Abenteuer Astronomie“:

„La MiniTrack LX2 mantiene le promesse e in viaggio permette di scattare foto astronomiche in modo veloce e semplice, senza fastidiosi dispositivi per l'alimentazione elettrica.“

Disponibile a

Astroshop.it



Per ordine online inserisci il numero dell'articolo nel campo di ricerca!



+39 925 470012

Omegon e Astroshop.it è un marchio di nimax GmbH. Salvo errori, omissioni e variazioni dei prezzi.

Scoperta l'origine di Hippocamp, la più piccola luna di Nettuno

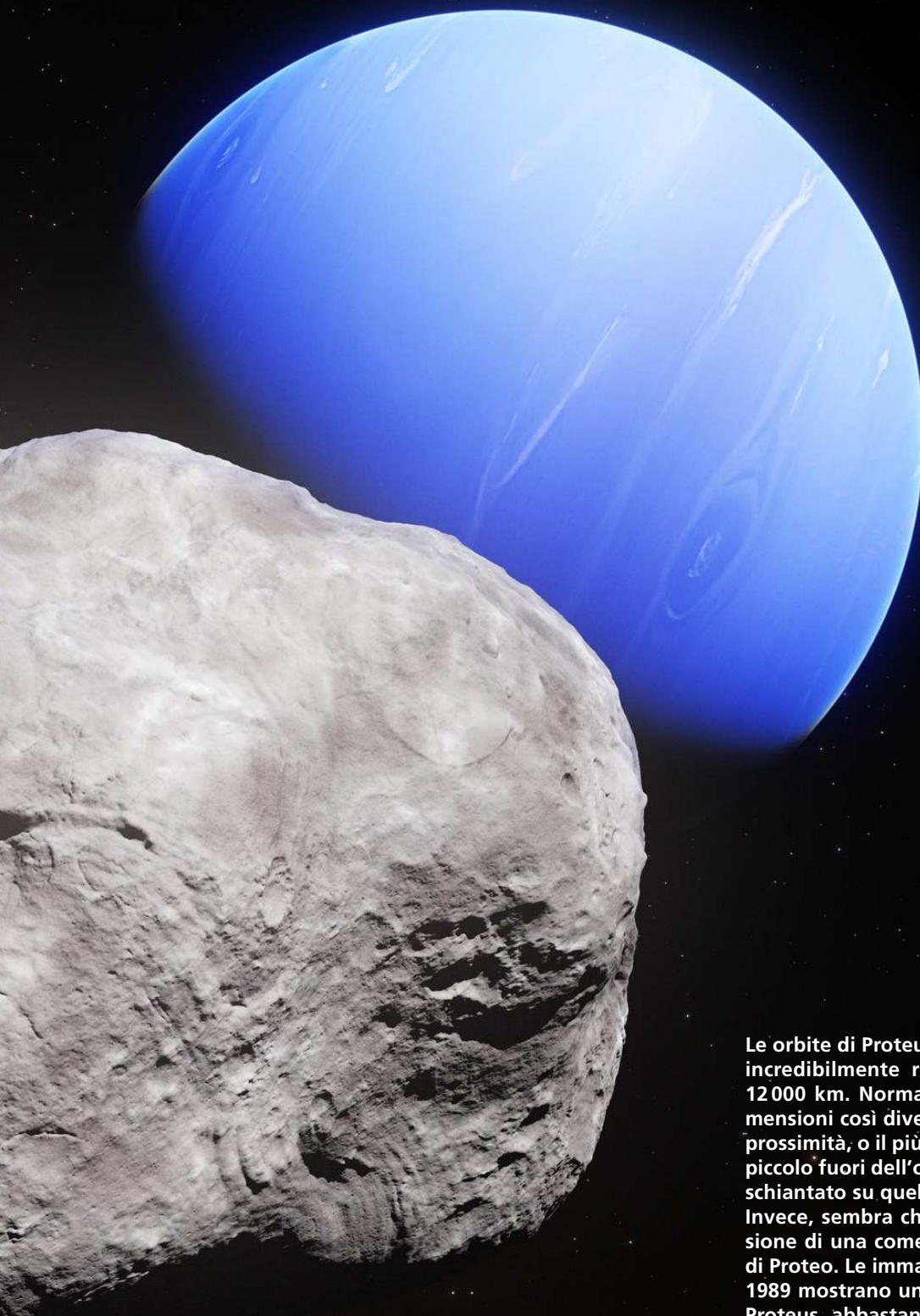
by NASA/ESA

Una squadra di astronomi, guidata da Mark Showalter del SETI Institute, ha utilizzato il telescopio spaziale Hubble per studiare l'origine della più piccola luna conosciuta in orbita intorno al pianeta Nettuno, scoperta nel 2013.

"La prima cosa che abbiamo capito è che non ti aspetteresti di trovare una luna così piccola proprio accanto alla più grande luna interna

di Nettuno", ha detto Showalter. La minuscola luna, con un diametro stimato di soli 34 km, è stata chiamata Hippocamp ed è probabilmente un frammento di Proteus, la seconda luna più grande di quelle interne di Nettuno e la più esterna. Hippocamp, precedentemente noto come S/2004 N 1, prende il nome dalle creature marine con lo stesso nome della mitologia greca e romana.

Animazione artistica che mostra come la più piccola luna conosciuta di Nettuno, ora chiamata Hippocamp, potrebbe apparire da vicino. Nell'animazione, la camera ruota una volta attorno alla piccola luna, mostrando prima il Sole distante e alla fine il pianeta Nettuno, che la luna orbita. [ESA/Hubble, L. Calçada]



Questa veduta artistica mostra il pianeta più esterno del sistema solare, Nettuno, e la sua piccola luna Hippocamp. Hippocamp è stata scoperta in immagini scattate con il telescopio spaziale Hubble. Mentre le immagini prese con Hubble hanno permesso agli astronomi di scoprire la luna e anche di misurarne il diametro, circa 34 chilometri, quelle stesse immagini non ci permettono tuttavia di vedere strutture superficiali. [ESA/Hubble, NASA, L. Calçada]

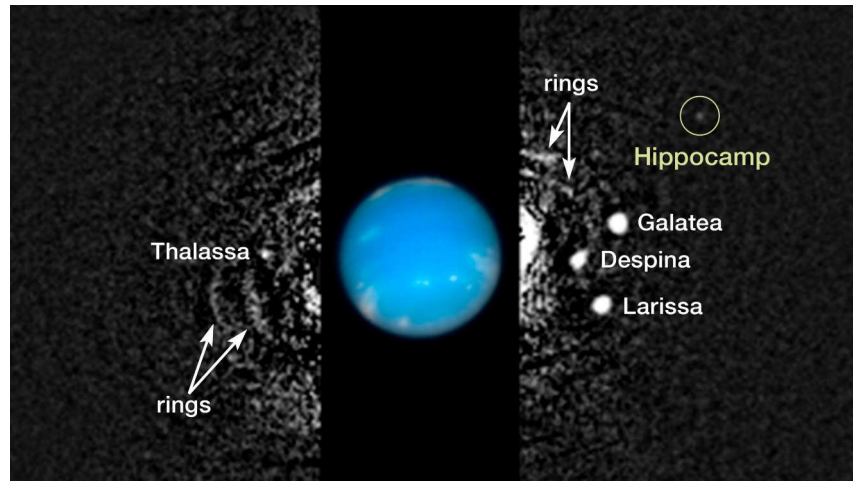
Le orbite di Proteus e del suo piccolo vicino sono incredibilmente ravvicinate e separate di soli 12000 km. Normalmente, se due satelliti di dimensioni così diverse coesistessero in una simile prossimità, o il più grande scalzato il più piccolo fuori dell'orbita o il più piccolo si sarebbe schiantato su quello più grande. Invece, sembra che miliardi di anni fa una collisione di una cometa abbia scheggiato un pezzo di Proteo. Le immagini della sonda Voyager 2 del 1989 mostrano un grande cratere da impatto su Proteus, abbastanza grande da aver distrutto la luna. "Nel 1989, pensavamo che il cratere fosse la fine della storia", ha detto Showalter.

“Con Hubble, ora sappiamo che un piccolo pezzo di Proteus è rimasto indietro e lo vediamo oggi come Hippocamp.”

Hippocamp è solo il risultato più recente della storia turbolenta e violenta del sistema satellitare di Nettuno. Proteo stesso si è formato miliardi di anni fa, dopo un evento

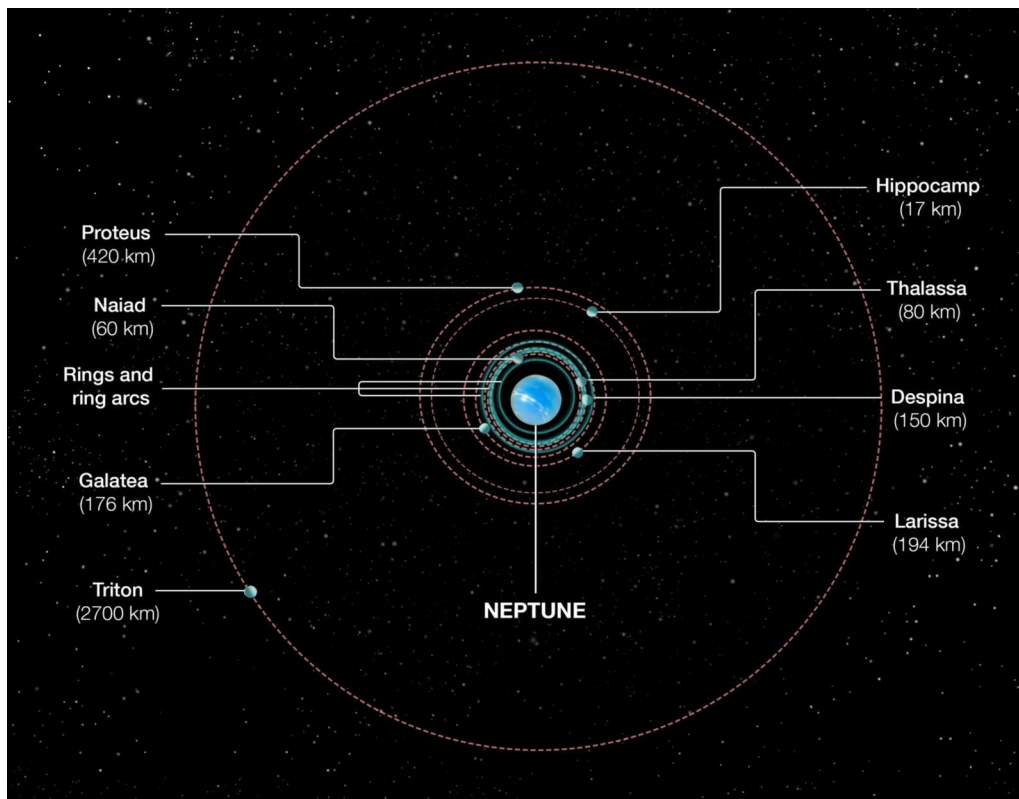
catastrofico che coinvolge i satelliti di Nettuno. Il pianeta ha catturato un enorme corpo dalla fascia di Kuiper, ora conosciuta per essere la più grande luna di Nettuno, Tritone. L'improvvisa presenza di un oggetto così imponente in orbita ha distrutto

Questa immagine composita mostra la posizione della luna di Nettuno Hippocamp, precedentemente nota come S/2004 N 1, in orbita attorno al pianeta Nettuno, a circa 4,8 miliardi di km dalla Terra. [NASA, ESA, and M. Showalter (SETI Institute)]



tutti gli altri satelliti in orbita in quel momento. I detriti di lune frantumate si sono nuovamente condensati nella seconda generazione di satelliti naturali che vediamo oggi. Successivamente il bombardamento da parte delle comete ha portato

alla nascita di Hippocamp, che può quindi essere considerato un satellite di terza generazione. “Basandoci sulle stime delle popolazioni di comete, sappiamo che altre lune nel sistema solare esterno sono state colpite da comete, distrutte e riac-



Questo diagramma mostra le posizioni orbitali delle lune interne di Nettuno, che variano in dimensioni da 17 a 420 chilometri di diametro. La luna esterna Tritone fu catturata dalla cintura di Kuiper miliardi di anni fa. [NASA, ESA, and A. Feild (STScI)]

creciute più volte”, ha osservato Jack Lisauer del NASA Ames Research Center, California, USA, un co-autore della nuova ricerca. “Questa coppia di satelliti fornisce un’illustrazione drammatica che le lune a volte vengono frammentate dalle comete.” ■

Optical Accessories

- Binoviewers
- Diagonals
- Barlows
- Off Axis Guiders
- Guidesopes
 - Flatteners
- Focal reducers and much more



Mechanical accessories

- Focusers
- AZ mounts
- Filter wheels
- Guide rings
- Losmandy & Vixen dovetails
- Various mechanical accessories



Cameras & Filters

- QHY ccd cameras
- QHY ccd for guide and planetary imaging
- Full Frame sensors for Deep Sky
 - Planetary filters
 - Interferenzial filters
 - LRGB filter kits



Eyepieces

- Planetary eyepieces
- Wide Field 70° eyepieces
- Ultra Wide Field 100° eyepieces

A complete line of eyepieces for amateur and also for professional users.



Telescopes

Wide range of telescopes from simple achromatic to professional apochromatic refractors.



TecnoSky
Torino

info.torino@tecnosky.it

TecnoSky
Felizzano

www.tecnosky.it
info@tecnosky.it



Teleskop Service Italia

Signoressa di Trevignano
info@teleskop-express.it

ALMA riconosce due "vagiti" da una singola stella

by ALMA Observatory

Gli astronomi hanno svelato le origini enigmatiche di due diversi flussi di gas da una piccola stella. Usando ALMA, hanno scoperto che il lento deflusso e il getto ad alta velocità di una protostella hanno assi disallineati e che il primo ha iniziato a essere espulso prima del secondo. Le origini di questi due flussi sono state un mistero, ma queste osservazioni forniscono segni rivelatori che i due flussi sono stati lanciati da diverse parti del disco attorno alla protostella. Le stelle nell'universo hanno una vasta gamma di masse, che vanno da centinaia di volte la massa del Sole a meno di un decimo di quella del Sole. Per capire l'origine di questa varietà, gli astronomi studiano il processo di formazione delle stelle, cioè l'aggre-

gazione di gas e polvere cosmica. Le stelle nascenti raccolgono il gas con la loro attrazione gravitazionale, tuttavia, parte del materiale viene espulso dalle protostelle stesse. Questo materiale espulso forma un "vagito stellare" che fornisce indizi per comprendere il processo di accumulazione della massa. Yuko Matsushita, una studentessa laureata alla Kyushu University, e il suo team hanno usato ALMA per osservare la struttura dettagliata del vagito della stella neonata MMS5/OMC-3 e hanno trovato due diversi flussi gassosi: un deflusso lento e un getto veloce. Ci sono stati una manciata di esempi con due flussi visti in onde radio, ma MMS5/OMC-3 è eccezionale. "Misurando lo spostamento Doppler delle onde radio, possiamo stimare la ve-

locità e la durata dei flussi di gas", ha detto Matsushita, prima autrice dell'articolo apparso su *The Astrophysical Journal*. "Abbiamo scoperto che il jet e il deflusso sono stati lanciati rispettivamente 500 e 1300 anni fa. Questi flussi di gas sono piuttosto giovani."

Più interessante, il team ha scoperto che gli assi dei due flussi sono disallineati di 17 gradi. L'asse dei flussi può essere modificato su lunghi periodi a

Illustrazione artistica della stella neonata MMS5/OMC-3. Le osservazioni di ALMA hanno identificato due flussi di gas dalla protostella, un getto veloce collimato e un deflusso lento grandangolare, e hanno mostrato che gli assi dei due flussi di gas non sono allineati. [NAOJ]

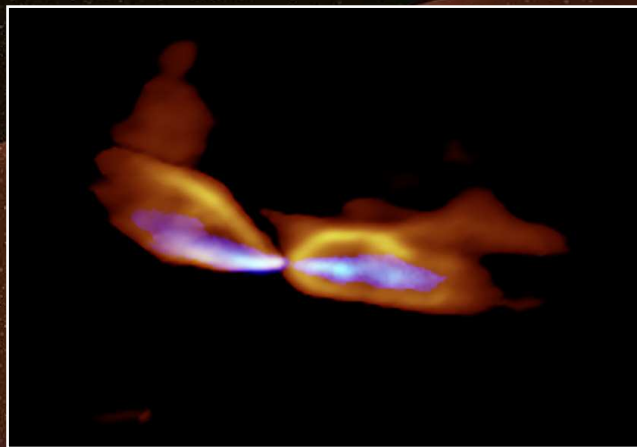


Immagine ALMA della protostella MMS5/OMC-3. L'oggetto si trova al centro e le correnti di gas vengono espulse verso est e ovest (sinistra e destra). Il deflusso lento è mostrato in arancione e il getto veloce è mostrato in blu. È evidente che gli assi del deflusso e del getto sono disallineati. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Matsushita et al.]

causa della precessione della stella centrale. Ma in questo caso, considerando l'estrema giovinezza dei flussi di gas, i ricercatori hanno concluso che il disallineamento non è dovuto alla precessione ma è legato al processo di lancio. Ci sono due modelli in competizione per il meccanismo di formazione dei deflussi e dei getti protostellari. Alcuni ricercatori presumono che le due correnti siano formate indipendentemente in diverse parti del disco di gas attorno alla neonata stella centrale, mentre altri propongono che il getto veloce si sia formato per primo, quindi trascina il materiale circostante per formare i deflussi più lenti. Nonostante ricerche approfondite, gli astronomi non avevano ancora raggiunto una risposta definitiva.

Un "disallineamento" nei due flussi potrebbe verificarsi nel "modello indipendente", ma è difficile nel "modello di trascinamento". Inoltre, il team ha scoperto che il deflusso è stato espulso considerevolmente prima del getto. Ciò sostiene chiaramente il "modello indipendente". "L'osservazione corrisponde al risultato della mia simulazione", ha detto Masahiro Machida, professore alla Kyushu University. Un decennio fa, ha eseguito pionieristici studi di simulazione utilizzando un supercomputer gestito dal National Astronomical Observatory of Japan. Nella simulazione, il deflusso grandangolare viene espulso dall'area esterna del disco gassoso attorno a una protostella, mentre il getto collimato viene lanciato indipendentemente

dall'area interna del disco. Machida continua: "Un disallineamento osservato tra i due flussi di gas può indicare che il disco attorno alla protostella è deformato".

"L'alta sensibilità e l'alta risoluzione angolare di ALMA ci permetteranno di trovare sempre più giovani sistemi energetici di deflusso e getto come MMS5/OMC-3", ha affermato Satoko Takahashi, astronomo del National Astronomical Observatory of Japan e Joint ALMA Observatory e coautore dell'articolo. "Forniranno indizi per comprendere i meccanismi di guida dei deflussi e dei getti. Inoltre, lo studio di tali oggetti ci dirà anche come i processi di accrescimento e di espulsione di massa funzionano nel primo stadio della formazione stellare." ■

Hubble e Gaia pesano accuratamente la Via Lattea

by NASA/ESA

La massa della Via Lattea è una delle misure più importanti che gli astronomi possano effettuare sulla nostra casa galattica. Tuttavia, nonostante decenni di intensi sforzi, anche le migliori stime disponibili della massa della Via Lattea non concordano fra loro. Ora, combinando i

nuovi dati della missione Gaia dell' Agenzia spaziale europea (ESA) con le osservazioni fatte con il telescopio spaziale Hubble, gli astronomi hanno scoperto che la Via Lattea pesa circa 1,5 trilioni di masse solari in un raggio di 129000 anni luce dal centro galattico. Stime precedenti della mas-

sa della Via Lattea andavano da 500 miliardi a 3 trilioni di volte la massa del Sole.

Questa enorme incertezza derivava principalmente dai diversi metodi usati per misurare la distribuzione della materia oscura, che costituisce circa il 90% della massa della galassia. *“Non siamo in grado di rilevare direttamente la materia oscura”*, spiega Laura Watkins (European Southern Observatory, Germania), che ha guidato il team nell'esecuzione dell'analisi. *“Questo è ciò che porta all'attuale incertezza nella massa della Via Lattea, non puoi misurare con precisione ciò che non puoi vedere!”* Data la natura elusiva della materia oscura, il team ha dovuto usare un metodo intelligente per pesare la Via Lattea, che si basa sulla misurazione delle velocità degli ammassi globulari, densi ammassi stellari che orbitano a grandi distanze intorno al disco a spirale della galassia. *“Più grande è una galassia, più velocemente i suoi ammassi si muovono sotto la spinta della sua gravità”*, spiega N. Wyn Evans (Università di Cambridge, Regno Unito). *“Molte delle misurazioni precedenti hanno rilevato la velocità con cui un ammasso si avvicina o si allontana dalla*

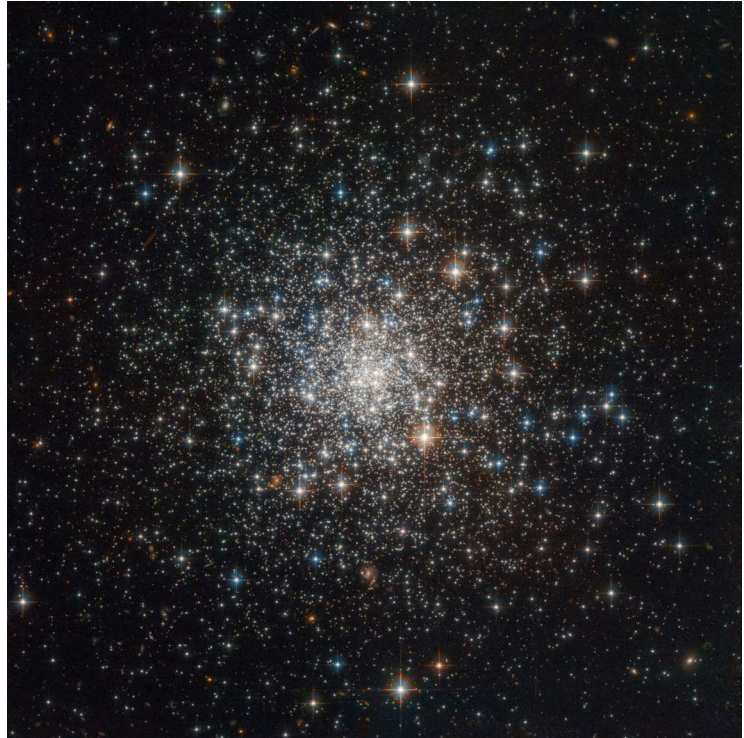


Questa rappresentazione artistica mostra un modello generato dal computer della Via Lattea e le posizioni accurate degli ammassi globulari utilizzati in questo studio. Gli scienziati hanno usato le velocità misurate di 44 ammassi globulari per determinare la massa totale della Via Lattea, la nostra casa cosmica. [ESA/Hubble, NASA, L. Calçada]

Terra, cioè la velocità lungo la nostra linea di vista. Tuttavia, siamo stati in grado di misurare anche il moto laterale degli ammassi, da cui è possibile calcolare la velocità totale e, di conseguenza, la massa galattica." Il gruppo ha usato il secondo rilascio dei dati di Gaia come base per lo studio. Gaia è stata progettata per creare una mappa tridimensionale precisa di oggetti astronomici in tutta la Via Lattea e per seguire i loro movimenti. Il suo secondo rilascio di dati include misurazioni di ammassi globulari fino a 65 000 anni luce dalla Terra.

"Gli ammassi globulari si estendono a una grande distanza, quindi sono considerati i migliori traccianti che gli astronomi possono usare per misurare la massa della nostra galassia", ha affermato Tony Sohn (Space Telescope Science Institute, USA), che ha guidato le misurazioni di Hubble. Il team ha combinato questi dati con l'impareggiabile sensibilità e l'eredità osservativa di Hubble. Le osservazioni di Hubble

Questo ammasso globulare, NGC 4147, visto con il telescopio spaziale Hubble, è stato uno dei tanti che venivano usati dagli astronomi per misurare la massa totale della Via Lattea. NGC 4147 si trova a circa 60 000 anni luce dalla Terra nella costellazione settentrionale della Chioma di Berenice. [ESA/Hubble & NASA, T. Sohn et al.]



hanno permesso di aggiungere allo studio ammassi globulari deboli e distanti, fino a 130 000 anni luce dalla Terra. Poiché Hubble ha osservato alcuni di questi oggetti per un decen-

nio, è stato possibile monitorare accuratamente anche le velocità. "Siamo stati fortunati ad avere una così grande combinazione di dati", ha spiegato Roeland P. van der Marel (Space Telescope Science Institute, USA). "Combinando le misurazioni di Gaia di 34 ammassi globulari con misurazioni di 12 ammassi più distanti di Hubble, potremmo fissare la massa della Via Lattea in un modo che sarebbe impossibile senza questi due telescopi spaziali."

Fino ad ora, non conoscere la massa precisa della Via Lattea ha presentato un problema per i tentativi di rispondere a molte domande cosmologiche. Il contenuto di materia oscura di una galassia e la sua distribuzione sono intrinsecamente legati alla formazione e alla crescita delle strutture nell'universo. Determinare con precisione la massa della Via Lattea ci dà una comprensione più chiara di dove la nostra galassia si trova in un contesto cosmologico. ■

Questo video mette in evidenza la nuova stima di Hubble e Gaia della massa della nostra casa galattica, la Via Lattea. [NASA/ESA]

Trovato un buco nero nascosto

by ALMA Observatory

Gli astronomi hanno rilevato un buco nero nascosto, grazie ai suoi effetti su una nube di gas interstellare. Questo buco nero di massa intermedia è uno degli oltre 100 milioni di buchi neri silenziosi che si prevede siano in agguato nella nostra galassia. I risultati forniscono un nuovo metodo per cercare altri buchi neri nascosti e ci aiutano a capire la crescita e l'evolu-

zione di questi oggetti. I buchi neri possiedono una gravità così forte che tutto, compresa la luce, viene risucchiato e non può sfuggire. Poiché i buchi neri non emettono luce, gli astronomi devono dedurre la loro esistenza dagli effetti che la loro gravità produce nel comportamento di altri oggetti. I buchi neri variano in massa da circa 5 volte la massa del Sole ai buchi neri supermassicci

milioni di volte la massa del Sole. Gli astronomi pensano che i piccoli buchi neri si fondono fra loro e gradualmente diventano grandi, ma nessuno ha [quasi] mai trovato una massa intermedia, centinaia o migliaia di volte la massa del Sole. Un gruppo di ricerca guidato da Shunya Takekawa presso il National Astronomical Observatory of Japan ha notato HCN-0.009-0.044,

una nube di gas che si muove stranamente vicino al centro della Galassia, a 25 000 anni luce di distanza dalla Terra, nella costellazione del Sagittario.

I ricercatori hanno usato ALMA (Atacama Large Millimeter/ submillimeter Array) per eseguire osservazioni ad alta risoluzione della nube e hanno scoperto che si muove attorno a un enorme oggetto invisibile. Takekawa spiega: "Analisi det-

tagliate cinematiche hanno rivelato che un'enorme massa, 30 000 volte quella del Sole, è concentrata in una regione molto più piccola del nostro sistema solare. Ciò, e la mancanza di qualsiasi oggetto osservato in quella posizione, suggerisce fortemente la presenza di un buco nero di massa intermedia. Analizzando altre nubi anomale, speriamo di rivelare altri buchi neri silenziosi". Tomoharu Oka, profes-

sore alla Keio University e co-leader della squadra, aggiunge: "È significativo che questo buco nero di massa intermedia sia stato trovato a soli 20 anni luce dal buco nero supermassiccio del centro Galattico. In futuro, cadrà proprio nel buco nero supermassiccio; similmente a come il gas sta attualmente cadendo in esso. Ciò supporta il modello di fusione della crescita dei buchi neri". ■

Immagine artistica di una nube di gas che turbina intorno a un buco nero. [NAOJ]

Una nuova galassia nei dintorni cosmici

by NASA/ESA

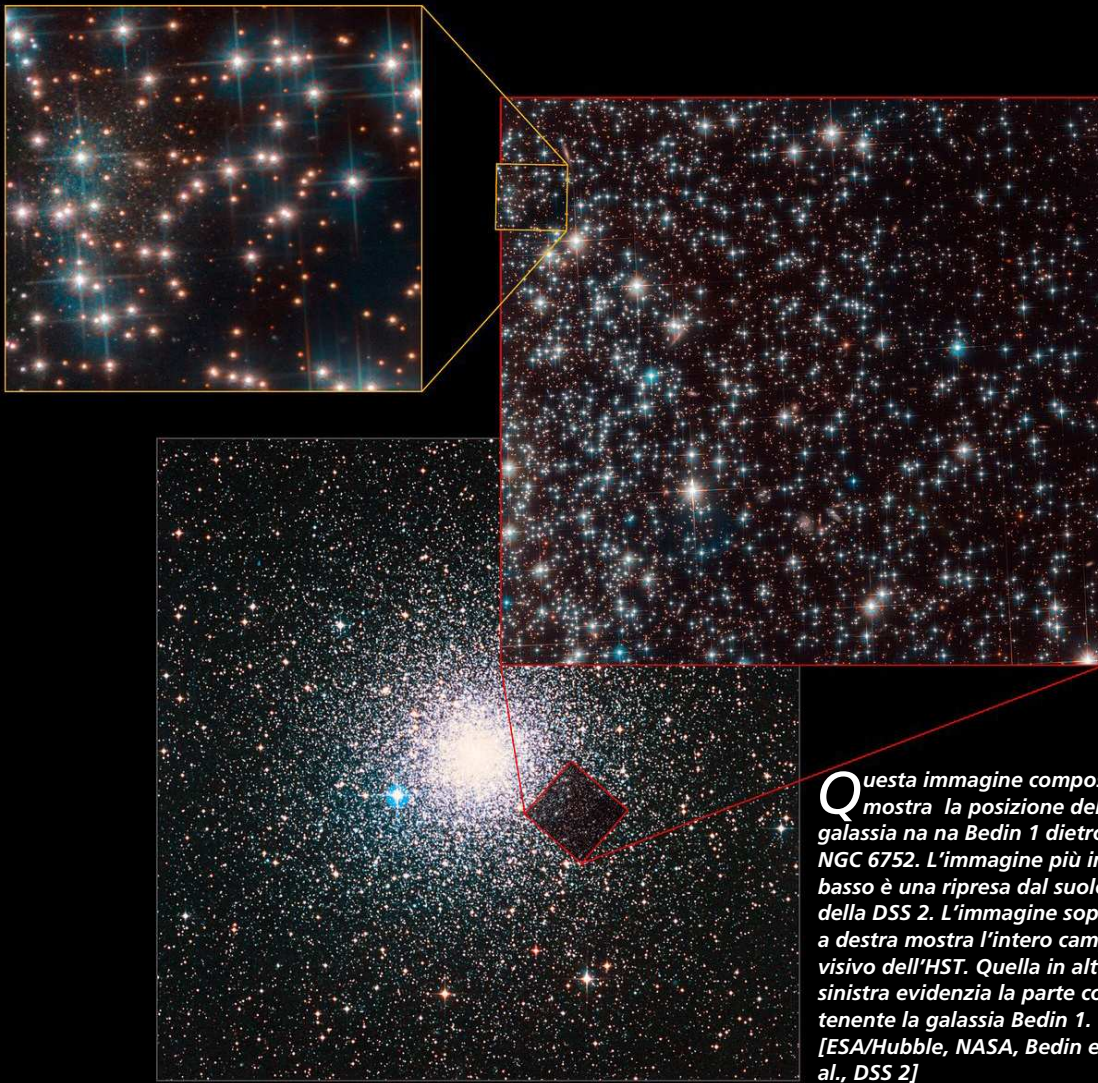
Un gruppo internazionale di astronomi ha recentemente utilizzato il telescopio spaziale Hubble per studiare le nane bianche all'interno dell'ammasso globulare

NGC 6752. Lo scopo delle osservazioni era usare queste stelle per misurare l'età dell'ammasso globulare, ma nel percorso hanno fatto una scoperta inaspettata. Nei margini

esterni dell'area osservata con l'Advanced Camera for Surveys di Hubble, era visibile un gruppo compatto di stelle. Dopo un'attenta analisi del loro splendore e delle loro tempera-



Questa immagine mostra una veduta ad ampio campo della regione intorno a NGC 6752 dal Digitized Sky Survey 2. [ESA/Digitized Sky Survey 2. Acknowledgement: Davide De Martin]



Questa immagine composta mostra la posizione della galassia nana Bedin 1 dietro NGC 6752. L'immagine più in basso è una ripresa dal suolo della DSS 2. L'immagine sopra a destra mostra l'intero campo visivo dell'HST. Quella in alto a sinistra evidenzia la parte contenente la galassia Bedin 1. [ESA/Hubble, NASA, Bedin et al., DSS 2]

plausibile ospite galattico, NGC 6744. Ciò la rende probabilmente la galassia nana più isolata finora scoperta.

Dalle proprietà delle sue stelle, gli astronomi sono stati in grado di dedurre che la galassia ha circa 13 miliardi di anni (quasi vecchia quanto l'universo stesso). A causa del suo isolamento, che non ha provocato quasi alcuna interazione con altre galassie, e della sua età, Bedin 1 è l'equivalente astronomico di un fossile vivente del primo universo.

La scoperta di Bedin 1 è stata una scoperta davvero fortuita.

ture, gli astronomi hanno concluso che quelle stelle non appartenevano all'ammasso, che fa parte della Via Lattea, ma piuttosto sono milioni di anni luce più distanti. Il nostro vicino cosmico appena scoperto, soprannominato Bedin 1 dagli astronomi, è una galassia di dimensioni modeste, allungata. Misura solo circa 3000 anni luce nella sua massima estensione, una frazione delle dimensioni della Via Lattea. Non solo è minuscolo, ma è anche incredibilmente debole. Queste proprietà hanno portato gli astronomi a classificarlo come una galassia nana sferoidale.

Le galassie nane sferoidali sono definite da piccole dimensioni, bassa luminosità, mancanza di polvere e vecchie popolazioni stellari. 36 galassie di questo tipo sono già note nel Gruppo Locale, 22 delle quali sono galassie sa-

telliti della Via Lattea. Per quanto le galassie nane sferoidali non siano rare, Bedin 1 ha alcune caratteristiche degne di nota. Non solo è una

ta. Pochissime immagini di Hubble consentono di vedere oggetti così deboli e coprono solo una piccola area del cielo. I futuri telescopi con

Questa animazione al computer, utilizzando dati astronomici reali del telescopio spaziale Hubble e di telescopi al suolo, ci permette di volare attraverso l'ammasso globulare NGC 6752 e mostra Bedin 1, la galassia nana scoperta dietro di essa. [ESA/Hubble, M. Kornmesser]

delle poche che hanno una distanza ben stabilita, ma è anche estremamente isolata. Si trova a circa 30 milioni di anni luce dalla Via Lattea e a 2 milioni di anni luce dal più vicino

un ampio campo visivo, come il telescopio WFIRST, avranno camere capaci di coprire un'area molto più ampia del cielo e potrebbero trovare molti altri di questi vicini galattici. ■

Gli astronomi studiano un misterioso tipo di esplosione cosmica

by ALMA Observatory

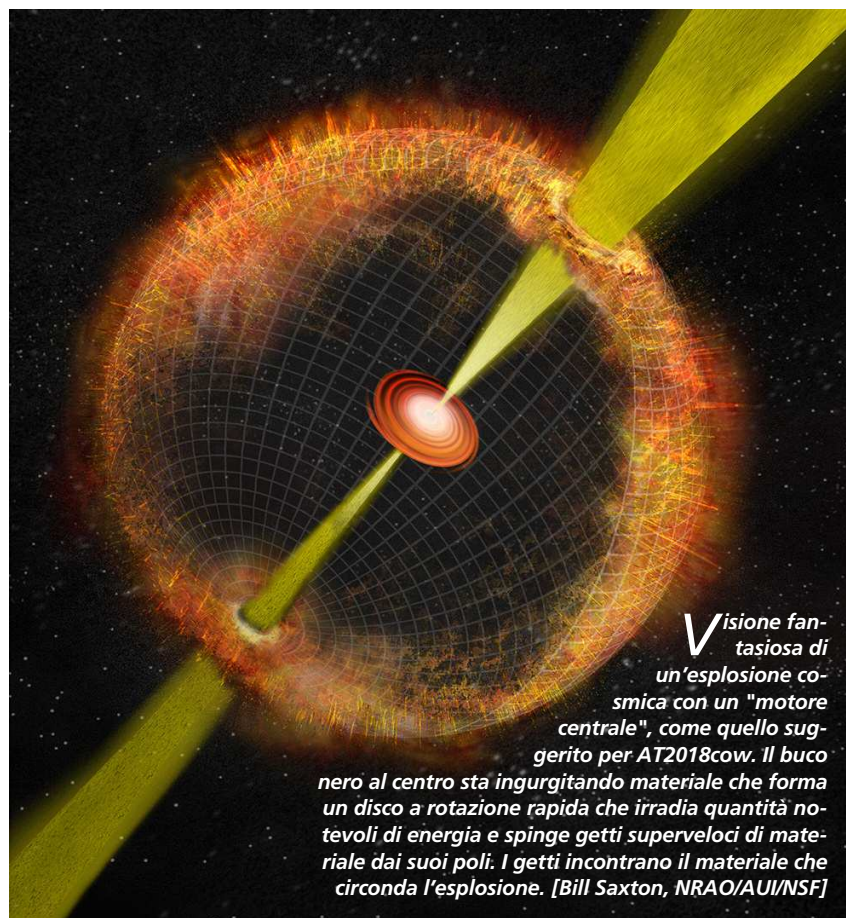
Quando gli astronomi, il 16 giugno dell'anno scorso, hanno scoperto un'esplosione cosmica in una galassia a circa 200 milioni di anni luce dalla Terra, hanno presto capito che era qualcosa di insolito. Mentre stanno ancora discutendo i dettagli, gli scienziati ora credono di aver avuto il primo assaggio della nascita di un potente fenomeno visto in tutto l'universo.

L'esplosione è stata scoperta dal sistema di rilevamento all-sky ATLAS alle Hawaii e ha immediatamente attirato l'attenzione degli astronomi. Primo, era insolitamente brillante per un'esplosione di supernova (una sorgente tipica di tali esplosioni). Inoltre, si è acceso ed è poi svanito molto più velocemente del previsto.

Sei mesi dopo, "nonostante fosse uno degli eventi cosmici più intensamente studiati della storia, osservato dagli astronomi di tutto il mondo, non sappiamo ancora di che cosa si è trattato", ha detto Anna Ho, del Caltech, che ha guidato una squadra usando l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), in Cile, tra gli altri telescopi. L'oggetto, soprannominato AT2018cow, "è il precursore di una nuova classe di esplosioni cosmiche energetiche", ha aggiunto Ho. Le caratteristiche insolite della esplosione "sono state sufficienti per

entusiasmare tutti", ha detto Raffaella Margutti, della Northwestern University, che ha guidato un team che ha usato telescopi operanti dai raggi gamma alle onde radio, tra cui il Very Large Array Karl G. Jansky

della National Science Foundation (VLA), per studiare l'oggetto. "Inoltre, la distanza di AT2018cow di 200 milioni di anni luce è vicina, secondo gli standard astronomici", il che lo rende un eccellente target per lo stu-



Visione fantasiosa di un'esplosione cosmica con un "motore centrale", come quello suggerito per AT2018cow. Il buco nero al centro sta ingurgitando materiale che forma un disco a rotazione rapida che irradia quantità notevoli di energia e spinge getti superveloci di materiale dai suoi poli. I getti incontrano il materiale che circonda l'esplosione. [Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF]

dio, ha detto Margutti. Gli astronomi hanno presentato le loro scoperte sull'oggetto alla riunione dell'American Astronomical Society, a Seattle, Washington.

Dopo aver osservato l'oggetto e misurato le sue caratteristiche mutevoli con telescopi di tutto il pianeta e orbitanti, gli scienziati non sono ancora sicuri di che cosa sia avvenuto esattamente, ma hanno due spiegazioni principali. Potrebbero essere, sospettano, sia una supernova molto insolita, sia la frammentazione di una stella passata troppo vicino a un enorme buco nero, un fenomeno chiamato Tidal Disruption Event (TDE). I ricercatori sono pronti a sottolineare, tuttavia, che le caratteristiche dell'oggetto non corrispondono agli esempi precedentemente visti di nessuno dei due. "Se è una supernova, allora è diversa da qualsiasi supernova che abbiamo mai visto", ha detto Ho. La gamma di colori dell'oggetto, o spettro, ha detto, "non somiglia affatto a una supernova". Inoltre, era più luminoso nelle onde millimetriche (quelle viste da ALMA) rispetto a qualsiasi altra supernova. Si differenzia anche dagli eventi TDE visti in precedenza. "È fuori centro nella sua galassia ospite", ha detto Deanne Coppejans, della Northwestern University, nel senso che non può essere una stella distrutta dal buco nero supermassiccio al centro della galassia. "Se si tratta di un TDE, allora abbiamo bisogno di un buco nero di massa intermedia per eseguire l'operazione, e ci si aspetta che essi si formino in ammassi stellari", ha aggiunto Kate Alexander, un Einstein Fellow della Northwestern. Il problema, ha sottolineato, è che AT2018 sembra essere

all'interno di un mezzo interstellare ad alta densità, che "è difficile da riconciliare con la densità del gas negli ammassi stellari".

La maggior parte dei ricercatori concorda sul fatto che il comportamento di AT2018cow richiede una fonte centrale di energia continua diversa da

collasso delle supernove e dalle esplosioni più energetiche che producono raggi gamma.

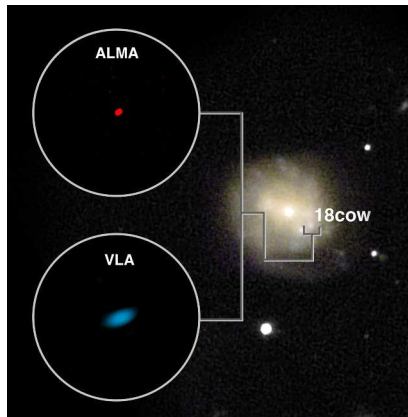
Nel caso di un TDE, il "motore" prenderebbe vita quando il buco nero attinge materiale dalla stella stritolata dalla sua attrazione gravitazionale. In alternativa, il "motore" risultante

da un'esplosione di una supernova potrebbe essere una stella di neutroni a rotazione rapida con un campo magnetico estremamente potente, una magnetar.

"Sappiamo dalla teoria che buchi neri e stelle di neutroni si formano quando una stella muore, ma non li abbiamo mai visti subito dopo la loro nascita.

Mai", ha detto Margutti. "Questo è molto eccitante, dal momento che sarebbe la prima volta che gli astronomi hanno assistito alla nascita di un motore centrale", ha detto Ho.

Tuttavia, a causa dello strano comportamento di AT2018cow, il verdetto non è ancora chiaro, hanno detto gli scienziati. La fonte di energia centrale potrebbe essere una potente onda d'urto che colpisce un denso guscio di materiale nel nucleo dell'oggetto. Sia la strana supernova sia la spiegazione TDE sono ancora praticabili, ha affermato il team di Ho. Gli astronomi non vedono l'ora di lavorare ancora su AT2018cow e su altri oggetti come quello. "Durante le prime settimane, questo oggetto era molto luminoso a lunghezze d'onda millimetriche, quindi questo significa che, con ALMA ora disponibile, potremmo essere in grado di trovarne e studiarne altri", ha detto Ho. "Il picco di potenza dell'emissione radio inizia alle lunghezze d'onda di ALMA e solo dopo alcune settimane è passato alle lunghezze d'onda del VLA", ha aggiunto. ■



Immagini di ALMA e VLA del misterioso nuovo tipo di esplosione cosmica, AT2018cow, a sinistra. Immagine in luce visibile dell'esplosione nella sua galassia ospite a destra (immagini non alla stessa scala). Le immagini dell'esplosione stessa non indicano la sua dimensione, ma sono il risultato della sua luminosità e delle caratteristiche dei telescopi. [Sophia Dagnello, NRAO/AUI/NSF; R. Margutti, W.M. Keck Observatory; Ho, et al.]

quella di altre esplosioni di supernova. Il miglior candidato, hanno detto, è un buco nero che attinge materiale dai suoi dintorni. Il materiale in ingresso forma un disco rotante attorno al buco nero e quel disco irradia enormi quantità di energia. Questo è il tipo di "motore centrale" che alimenta i quasar e le radio galassie in tutto l'universo, oltre a piccoli esempi come i microquasar.

Quando una stella molto più massiccia del Sole cessa la fusione termonucleare e collassa sotto la spinta della sua stessa gravità, producendo una "normale" esplosione di supernova, non viene prodotto un tale motore centrale. Tuttavia, nei casi estremi chiamati ipernovae, che producono esplosioni di raggi gamma, un tale motore centrale produce i getti superelevati di materiale che generano i raggi gamma. Quel motore, tuttavia, ha una vita molto breve e dura solo pochi secondi.

Se un tale motore centrale alimentava AT2018cow, è durato per settimane, rendendo questo evento distinto dalle esplosioni indotte dal

Generosa aspersione di sale scoperta attorno a una giovane stella

by ALMA Observatory

Una squadra di astronomi e chimici che utilizza l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) ha rilevato le impronte chimiche del cloruro di sodio (NaCl) e di altri composti salini simili provenienti dal disco di polveri che circonda Orion Source I, una massiccia e giovane stella in una nube polverosa dietro la Nebulosa di Orione. *"È incredibile che stiamo osservando queste molecole"*, ha detto Adam Ginsburg, un Jansky Fellow del National Radio Astronomy Observatory (NRAO) di Socorro, New Mexico, e principale autore di un articolo accettato per la pubblicazione su *The Astrophysical Journal*. *"Dal momento che abbiamo visto questi composti solo negli strati esterni spogli di stelle morenti, non conosciamo appieno cosa significhi la nostra nuova scoperta. La natura del*

rilevamento, tuttavia, mostra che l'ambiente attorno a questa stella è molto insolito." Per rilevare le molecole nello spazio, gli astronomi usano i radiotelescopi per cercare le loro firme chimiche (spie rivelatrici negli spettri irradiati a lunghezze d'onda radio e millimetriche). Atomi e molecole emettono questi segnali in diversi modi, a seconda della temperatura dei loro ambienti.

Le nuove osservazioni di ALMA contengono una gamma irta di firme spettrali (o transizioni, come le chiamano gli astronomi) delle stesse molecole. Per creare impronte molecolari così forti e diversificate, le differenze di temperatura in cui risiedono le molecole devono essere estreme, variando da 100 kelvin a 4000 kelvin (da -175°C a 3700°C). Uno studio approfondito di queste spie spettrali potrebbe fornire in-

Veduta artistica di Orion Source I, una giovane e imponente stella, distante circa 1500 anni luce. Nuove osservazioni di ALMA hanno rilevato un anello di sale (cloruro di sodio, normale sale da tavola) che circonda la stella. È questo il primo rilevamento di sali di qualsiasi tipo associati a una giovane stella. La regione blu (circa a 1/3 della via che esce dal centro del disco) rappresenta la regione in cui ALMA ha rilevato il "bagliore" della lunghezza d'onda millimetrica proveniente dai sali. [NRAO/AUI/NSF; S. Dagnello]

formazioni su come la stella sta riscaldando il disco, che sarebbe anche un'utile misura della luminosità della stella. "Quando guardiamo le informazioni fornite da ALMA, vediamo circa 60 diverse transizioni (o impronte digitali uniche) di molecole come il cloruro di sodio e il cloruro di potassio provenienti dal disco. Questo è allo stesso tempo sconvolgente ed eccitante", ha dichiarato Brett McGuire, chimico dell'NRAO di Charlottesville, in Virginia, e coautore dell'articolo. I ricercatori ipotizzano che questi sali provengano da granelli di polvere che si sono scontrati e hanno riversato il loro contenuto nel disco circostante. Le loro osservazioni confermano che le regioni salate tracciano la posizione del disco circumstellare.

"Di solito quando studiamo le protostelle in questo modo, i segnali dal

disco e il deflusso dalla stella si confondono, rendendo difficile distinguere l'uno dall'altro", ha detto Ginsburg. "Poiché ora possiamo isolare solo il disco, siamo in

grado di imparare come si muove e quanta massa contiene. Potrebbe anche dirci cose nuove sulla stella." L'individuazione di sali attorno a una giovane stella è interessante anche per gli astronomi e gli astrochimici, perché alcuni degli atomi costituenti i sali sono metalli: sodio e potassio. Questo suggerisce che ci potrebbero essere altre molecole contenenti metallo in questo ambiente. In tal caso, potrebbe essere possibile utilizzare osservazioni simili per misurare la quantità di metalli nelle regioni di formazione stellare. "Questo tipo di studio non è al momento disponibile per noi. I composti metallici fluttuanti sono generalmente invisibili alla radioastronomia", ha riferito McGuire. Le firme salate sono state

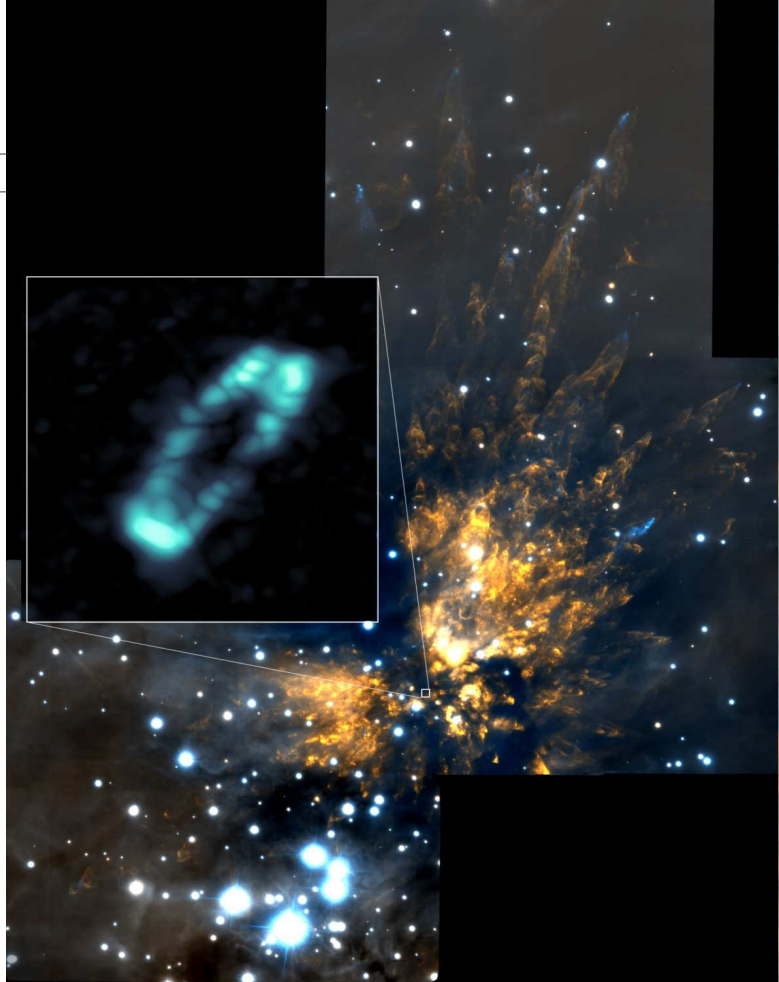
Immagine ALMA del disco salato che circonda la giovane e massiccia stella Orion Source I (anello blu). È mostrato in relazione alla Orion Molecular Cloud 1, una regione di formazione stellare esplosiva. Lo sfondo è stato preso nel vicino infrarosso con il Gemini Observatory. [ALMA (NRAO/ESO/NAOJ); NRAO/AUI/NSF; Gemini Observatory/AURA]

trovate fra le 30 e le 60 unità astronomiche dalle stelle ospiti. Sulla base delle loro osservazioni, gli astronomi deducono che ci può essere un sestilione (uno con 21 zeri dopo di esso) di chilogrammi di sale in questa regione, che è approssimativamente equivalente all'intera massa degli oceani della Terra. "Il nostro prossimo passo in questo studio è cercare sali e molecole metalliche in altre regioni. Ciò ci aiuterà a capire se tali impronte chimiche sono un potente strumento per studiare un'ampia gamma di di-

schii protoplanetari, o se questo rilevamento è unico per questa sorgente", ha detto Ginsburg. "Guardando al futuro, il previsto VLA di prossima generazione avrebbe il giusto mix di sensibilità e copertura della lunghezza d'onda per studiare queste molecole e forse usarle come traccianti per i dischi che formano i pianeti."

Orion Source I si formò nell'Orion Molecular Cloud I, una regione di formazione stellare esplosiva precedentemente osservata con ALMA. "Questa stella è stata espulsa dalla sua nube madre con una velocità di circa 10 chilometri al secondo circa 550 anni fa", ha affermato John Bally, astronomo dell'Università del Colorado e coautore dell'articolo. "È possibile che i granelli solidi di sale siano stati vaporizzati dalle onde d'urto mentre la stella e il suo disco sono stati bruscamente accelerati da un incontro ravvicinato o collisione con un'altra stella. Resta da vedere se il vapore salino è presente in tutti i dischi che circondano massicce protostelle, o se tale vapore traccia eventi violenti come quello che abbiamo osservato con ALMA." ■

Le nuove osservazioni di ALMA mostrano che c'è del normale sale da tavola in una posizione non proprio ordinaria: 1500 anni luce dalla Terra, nel disco che circonda una giovane stella massiccia. [ALMA (NRAO/ESO/NAOJ); NRAO/AUI/NSF; Gemini Observatory/AURA]



BELLINCIONI

★ ITALIAN HIGH PRECISION MOUNTS ★

nuovo modello

Omega StarGO

per informazioni

Tel. 015691553

info@bellincioni.com

www.bellincioni.com

www.facebook.com/Montature-equatoriali-Bellincioni-482384581802160/





...tauri
...metes validées
...pector-1,
...neur de
...pace

ASTRONOMY magazine
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • May-June 2017 issue
win spends
40 days in orbit

UNIVERSO
Revista bimestral de información científica y técnica •
Una sonda a
casos del Sol

ASTRONOMY magazine
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2018
possible
acial lake
Mars
olution to the
steries of Uranus

ASTROFILO
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • gennaio-febbraio 2019 • € 0,00
Barnard's Star b,
la super-Terra
più vicina
Bennu, Didymoon
e la difesa planetaria

MACRO Cosmos
bimestriel d'information scientifique et technique • Mars-Avril 2017
Tabby's star, un
mystère non résolu
Deux sondes exploreront
le système solaire
primitif

ASTROFILO
LA RIVISTA MULTIMEDIALE GRATUITA DI ASTRONOMIA CHE TI AGGIORNA SUGLI ULTIMI AVVENIMENTI EXTRATERRESTRI
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • settembre-ottobre 2017 • € 0,00
Missione PLATO,
il passo decisivo
Le pulsar nel
mirino di NICER
• Trovato un esopianeta con atmosfera di acqua rovente
• MASCARA vede la prima luce al La Silla Observatory
• Preparativi per Mercurio: BepiColombo completa i test
• ALMA conferma la chimica complessa dell'atmosfera di Titano
Cinque anni di Curiosity

MACRO Cosmos
bimestriel d'information scientifique et technique • Novembre-Décembre 2017
Une autre origine
la ceinture d'astéroïdes
Deep Space Gateway,
repartir de la Lune
• Hubble découvre un objet sans précédent dans le Système Solaire
• L'enfer sous un ciel de titane
• European Solar Telescope: première lumière en 2027
• Hubble observe une planète noire comme la nuit

MACRO Cosmos
bimestriel d'information scientifique et technique • Juillet-Août 2018
L'industrie minière va
au-delà de la Terre
Une nouvelle Supernova
au-dessus de Munich
Aux découvertes
Curiosity
Hayabusa2 trabajando
en Ryugu

ASTROFILO
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • gennaio-febbraio 2019 • € 0,00
primera
na espera
ción
terio de
mento

ASTROFILO
LA RIVISTA MULTIMEDIALE GRATUITA DI ASTRONOMIA CHE TI AGGIORNA SUGLI ULTIMI AVVENIMENTI EXTRATERRESTRI
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • gennaio-febbraio 2017 • € 0,00
4 strani segnali
dalla Galassia
stelle colte mentre forma compagne ravvicinate
di ESO aiutano a reinterpretare la supernova ASASSN-15lh
ste le dimensioni dei semi planetari

MACRO Cosmos
bimestriel d'information scientifique et technique • Novembre-Décembre 2017
Une autre origine
la ceinture d'astéroïdes
Deep Space Gateway,
repartir de la Lune

ASTROFILO
LA RIVISTA MULTIMEDIALE GRATUITA DI ASTRONOMIA CHE TI AGGIORNA SUGLI ULTIMI AVVENIMENTI EXTRATERRESTRI
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • maggio-giugno 2018 • € 0,00
skylights, ritorno
alle caverne
Un hotel extra
lusso in orbita
terrestre

UNIVERSO
Revista bimestral de información científica y técnica • Número de noviembre-diciembre 2018
Hayabusa2 trabajando
en Ryugu
potesi siluriana,
la casa su cui riflette

ASTRONOMY magazine
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • May-June 2019
50 years ago,
we walked on
the Moon
PART ONE OF TWO

ASTRONOMY magazine
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • November-December 2018
The second biggest
meteorite discovered
wonders of
ray Buttes
wonders of
ray Buttes
wonders of
ray Buttes

ASTRONOMY magazine
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • January-February 2018 issue
The first
interstellar
asteroid

UNIVERSO
Revista bimestral de información científica y técnica • Número de marzo-abril 2018
Noticias desde el
sistema TRAPPIST-1

MACRO Cosmos
bimestriel d'information scientifique et technique • Mars-Avril 2019
Le projet Genesis e
protection planetaria
Le rover Opportunity
si è ritirato

ASTRONOMY magazine
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • May-June 2019
50 years ago,
we walked on
the Moon
PART ONE OF TWO



APO Refractor Tecnosky Quadruplet Apo AG70 F5

The AG70 is our recommendation for astrophotographers who are looking for a compact telescope with high speed and a large image circle.
4-element quadruplet design with FPL53 triplet objective for an image without chromatic error.
Stable 2.5" R&P focuser with 1:10 dual transmission - suitable for accessories up to 5 kg.

~~€ 1299~~ € 1095

APO Refractor Tecnosky Triplet Apo FPL53 80/480mm V2

A highly corrected, fast apochromat. Its compact dimensions make it a perfect travelling telescope, also ideal for astrophotography.

One of the best 2.5" focusers in its class, plain bearing mounted draw tube, adjustment by rack and pinion, designed for high payload.



€ 890

PROMO



Tecnosky Triplet Apo
FPL53 80/480mm V2
+
Flattner Tecnosky 1X

€ 890



Tecnosky Triplet Apo
FPL53 80/480mm V2
+
Flattner/Reducer 0,8X
4 elements

€ 920

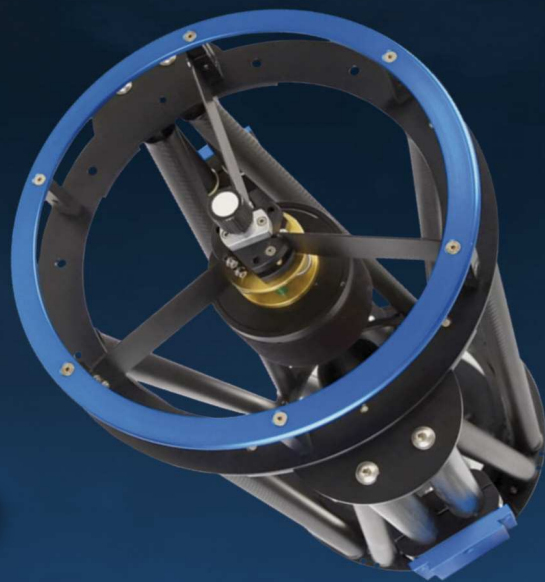


Tecnosky Triplet Apo
FPL53 80/480mm V2
+
Flattner FF Tecnosky 2,5"

€ 995

NortheK

Instruments - Composites - Optics



RITCHEY-CHRÉTIEN 250 MM

F/8.5 OTTICA IN SUPRAX DI SCHOTT

STRUTTURA IN CARBONIO

CELLA NORTHEK STABILOBLOK 25

MESSA A FUOCO FEATHER TOUCH FTF 2000 2"

PESO 15 KG.

