

ai 24 gradi, benché fuori ce ne siano 140 sopra lo zero dal lato esposto al Sole e altrettanti sotto lo zero dal lato in ombra. Il modulo di comando non ha motori, in quanto utilizza quelli del modulo di servizio. Lo spazio abitabile è poco meno di 6 metri cubi (1,97 metri cubi per astronauta), un po' più di quello di un'auto di media cilindrata. Ripiegando il sedile centrale c'è spazio per due astronauti in piedi.

I tre membri dell'equipaggio stavano distesi sul dorso e avevano davanti a sé un "cruscotto" con 506 interruttori, 71 spie luminose e 40 indicatori. Altri quadri-comando meno importanti erano collocati lateralmente. Ventiquattro chilometri di cavi innervano i 2 milioni di pezzi che costituiscono l'astronave (da confrontarsi con i 2000 di un'automobile). Il controllo di assetto poteva essere sia automatico sia manuale.

Cinque oblò permettevano non solo di ammirare il panorama cosmico ma anche di seguire le manovre di aggancio. Il materiale trasparente era a prova di meteoriti e filtrava le radiazioni nocive. Rimaneva comunque il pericolo delle tempeste solari, che lanciano nello spazio sciami di particelle atomiche ad alta energia con gravi effetti sui legami chimici delle cellule viventi.

Durante il rientro nell'atmosfera la base piatta della capsula creava una resistenza aerodinamica e una portanza sufficiente perché il pilota potesse controllare la traiettoria. Per ottenere la portanza i progettisti avevano fatto in modo che la posizione del baricentro del modulo di comando producesse una inclinazione della base piatta del modulo. In questo modo la capsula entrava nell'atmosfera "piastrellando", un po' come un sasso piatto che viene fatto rimbalzare sul pelo dell'acqua.

Il modulo di servizio è la parte più massiccia dell'astronave: di forma cilindrica, pesa 17 tonnellate, è alto quasi 7 metri, ha un diametro di 4 e possiede un motore che fornisce una spinta di 9,3 tonnellate (la spinta è inferiore al peso misurato sulla terra in quanto il motore dovrà agire in un ambiente in cui la gravità è molto ridotta). Il modulo di servizio possiede inoltre 16 motori ausiliari per la satellizzazione attorno alla Luna e per collocare l'astronave sulla rotta del ritorno. Viene sganciato dal modulo di comando solo al rientro.

Il modulo lunare, infine, è un po' come la scialuppa che tiene i collegamenti fra il

transatlantico e la costa: si staccherà dagli altri due moduli per scendere sulla Luna e di qui, abbandonata la sezione che è servita per la discesa, risalirà ai due moduli congiunti rimasti in orbita lunare. Il peso di questa scialuppa dello spazio è di 15 tonnellate, altezza 8 metri, diametro 9. Il motore per la discesa dà una spinta variabile fra i 480 chilogrammi e le 4,8 tonnellate. Il motore per il ritorno produce una spinta di 1,6 tonnellate. La sezione di atterraggio fa da rampa di lancio per quella destinata al ritorno in orbita e poi ovviamente rimane sulla Luna, uno dei primi esempi di immondizia extraterrestre.

Le manovre più delicate sono l'ingresso in orbita bassa, la satellizzazione intorno alla Luna, l'allunaggio, il decollo dalla Luna, l'appuntamento con l'astronave-madre in orbita lunare e infine l'ingresso nell'atmosfera, che deve avvenire lungo un corridoio ben preciso perché un'inclinazione troppo piccola porterebbe la capsula in orbita terrestre, mentre un'inclinazione troppo forte la condurrebbe a velocità eccessiva negli strati di aria più densa, il che, a 40 mila chilometri all'ora, significherebbe fondere e vaporizzare la capsula come se fosse una meteorite. La penetrazione graduale consente invece una lunga e lenta frenata dovuta all'attrito stesso, in modo che lo scudo termico sia sufficiente a disperdere il calore. Anche così, però, la superficie della capsula raggiunge una temperatura di 2760 gradi e la ionizzazione dell'aria circostante impedisce per qualche minuto i contatti radio.

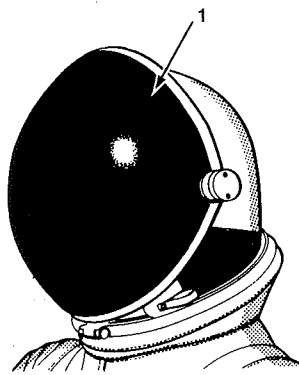
La frenata finale incominciava a 7000 metri di quota, dove la pressione atmosferica faceva scattare l'apertura in sequenza degli otto paracadute della capsula: prima due piccoli, poi a 3000 metri tre più grandi e infine altri tre con un diametro di 24 metri e mezzo, di colore bianco e arancione. La capsula arrivava in acqua a 35 chilometri all'ora.

I tre moduli del sistema *Apollo* sono la parte più sofisticata dell'astronave lunare e anche, proporzionalmente, la più costosa. Il 32 per cento del costo del Programma *Apollo* fino al luglio '69 è rappresentato da progetto, sviluppo e produzione dei tre moduli che nella missione *Apollo* 11 hanno sbarcato i primi uomini sulla Luna. Qualcosa come 6940 milioni di dollari. Ventiquattro miliardi di dollari è il costo complessivo del Programma.

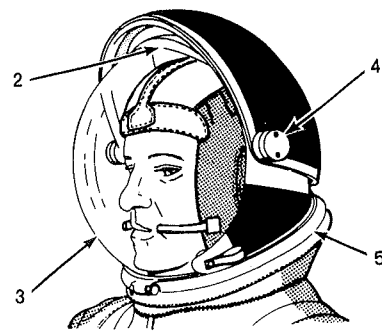
LE SPEDIZIONI "APOLLO" SULLA LUNA

	APOLLO 11	APOLLO 12	APOLLO 14	APOLLO 15	APOLLO 16	APOLLO 17
Data del volo	16-24/7/1969	14-24/11/1969	31/1-9/2/1971	26/7-7/8/1971	16-27/4/1972	7-19/12/1972
Modulo lunare	Eagle	Interpid	Antares	Falcon	Orion	Challenger
Astronave-madre	Columbia	Yankee Clipper	Kitty Hawk	Endeavour	Casper	America
Durata del volo	8 gg 3h 18 min	10 gg 4h 36 min	9 gg 0h 2 min	12 gg 7h 12 min	11 gg 1h 51 min	12 gg 16h 31 min
Costo	\$ 355.000.000	\$ 375.000.000	\$ 400.000.000	\$ 445.000.000	\$ 450.000.000	\$ 450.000.000
Sosta sulla Luna	21h 36 min	31h 31 min	33h 30 min	66h 5 min	71h 2 min	75h 1 min
Escurs. lunari (EVA)	EVA-1: 2h 31min	EVA-1: 3h 58min EVA-2: 3h 50min	EVA-1: 4h 40min EVA-2: 4h 45min	EVA-1: 6h 34min EVA-2: 7h 13min EVA-3: 4h 50min (SEVA: 30 min)	EVA-1: 7h 11min EVA-2: 7h 23min EVA-3: 5h 40min	EVA-1: 7h EVA-2: 7h EVA-3: 7h
Totale esplorazione	2h 31 min	7h 48 min	9h 25 min	18h 37 min	20h 14 min	21h
Zona d'atterraggio	Mare della Tranquillità 0° 41'15" N/ 23° 26'00" E kg 77	Oceano delle Tempeste 02° 36' 04" S/ 23° 25' 05" O kg 200	Fra Mauro 03° 40' 18" S/ 17° 27' 46" O kg 225	Appennini-Hadley 26° 04' 54" N/ 03° 39' 30" E kg 549	Cartesio-Cayley 08° 54' 01" S/ 15° 30' 59" E kg 557	Taurus-Littrow 20° 09' 50" N/ 20° 44' 58" E kg 560
Strumenti sulla Luna	18 cm	70 cm	80 cm	m 2,36	m 3	m 2,50
Profondità mx. campioni	kg 21,4	kg 35	kg 42,6	kg 76,8	kg 94,7	kg 110,2
Peso campioni riportati	4 miliardi anni	3,5 miliardi anni	4,5 miliardi anni	4,6 miliardi anni	4 miliardi anni	4,6-3,5 miliardi anni
Età media dei campioni	Sismografo (restò in funzione nel 1969 rivelando una scarsa sismicità. Riflettore di luce laser Collettore di particelle del vento solare (recuperato prima del rientro)	Sismometro Rivelatore di pulviscolo lunare Magnetometro fisso Spettrometro Analizzatore dell'atmosfera lunare Collettore di particelle del vento solare (recuperato prima del rientro) Curiosità: l'astronave fu colpita da un fulmine 36 secondi dopo la partenza da Cape Kennedy. Nel viaggio di ritorno, i tre osservarono un'eclisse di Sole provocata dalla Terra	Sismometro Esperim. di sismologia attiva con 13 cartucce fatte detonare alla superficie Rivelatore di pulviscolo lunare Magnetometro mobile Spettrometro Analizzatore dell'atmosfera lunare Retroreflettore di luce laser Collettore di particelle del vento solare (recuperato prima del rientro) Curiosità: Mitchell piazzò sulla Luna un pacchetto con il primo versetto della Genesi in 16 lingue e una Bibbia su microfilm. Shepard lanciò a 400 metri tre palle da golf con una mazza smontabile portata segretamente a bordo. Mitchell lanciò l'asta del collettore di particelle solari come un giavellotto prima della partenza.	Sismometro. Segnalò ai primi di settembre del 1971 il sisma più forte a 7-800 km di profondità sotto la regione ad ovest di Tycho Esperim. di sismologia attiva con lancio del razzo S-4B e della sezione di ascesa del LEM contro la Luna Rivelatore di pulviscolo lunare Magnetom. fisso Spettrometro Analizzatore dell'atmosfera lunare Misuratore flusso termico (impiantato nel suolo lunare) Retroreflettore luce laser Collettore di particelle del vento solare (recuperato prima del rientro) Subsatellite in orbita lunare per osservazioni sul campo magnetico Curiosità: Durante la sorita per il recupero delle pellicole impressionate sul modulo di servizio, Mattingly espose per 10 minuti all'esterno una colonia di diversi milioni di microbi.	Esperimento di profilatura sismica lunare. Con quattro cariche esplosive da far brillare dopo il rientro degli astronauti mediante radiocomandi, da Houston per lo studio del sottosuolo Misuratore del flusso termico (da impiantare nel suolo lunare) Sonda lunare a neutroni (misura la pioggia di raggi cosmici) Gravimetro fisso e gravimetro mobile Analizzatore della composizione dell'atmosfera lunare Misuratore delle eiezioni e delle meteoriti che, rispettivamente, ricadono o cadono sulla Luna. Analizzatore delle caratteristiche elettriche della superficie.	

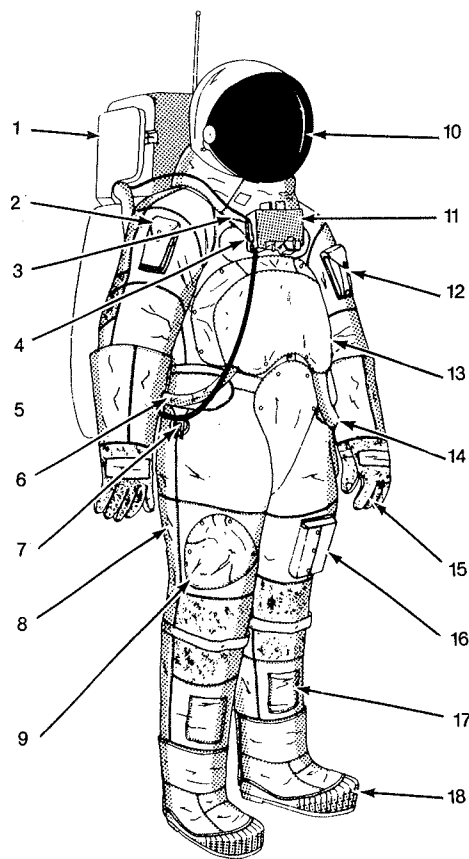
EQUIPAGGIAMENTO
DEGLI ASTRONAUTI



CLOSED VIEW

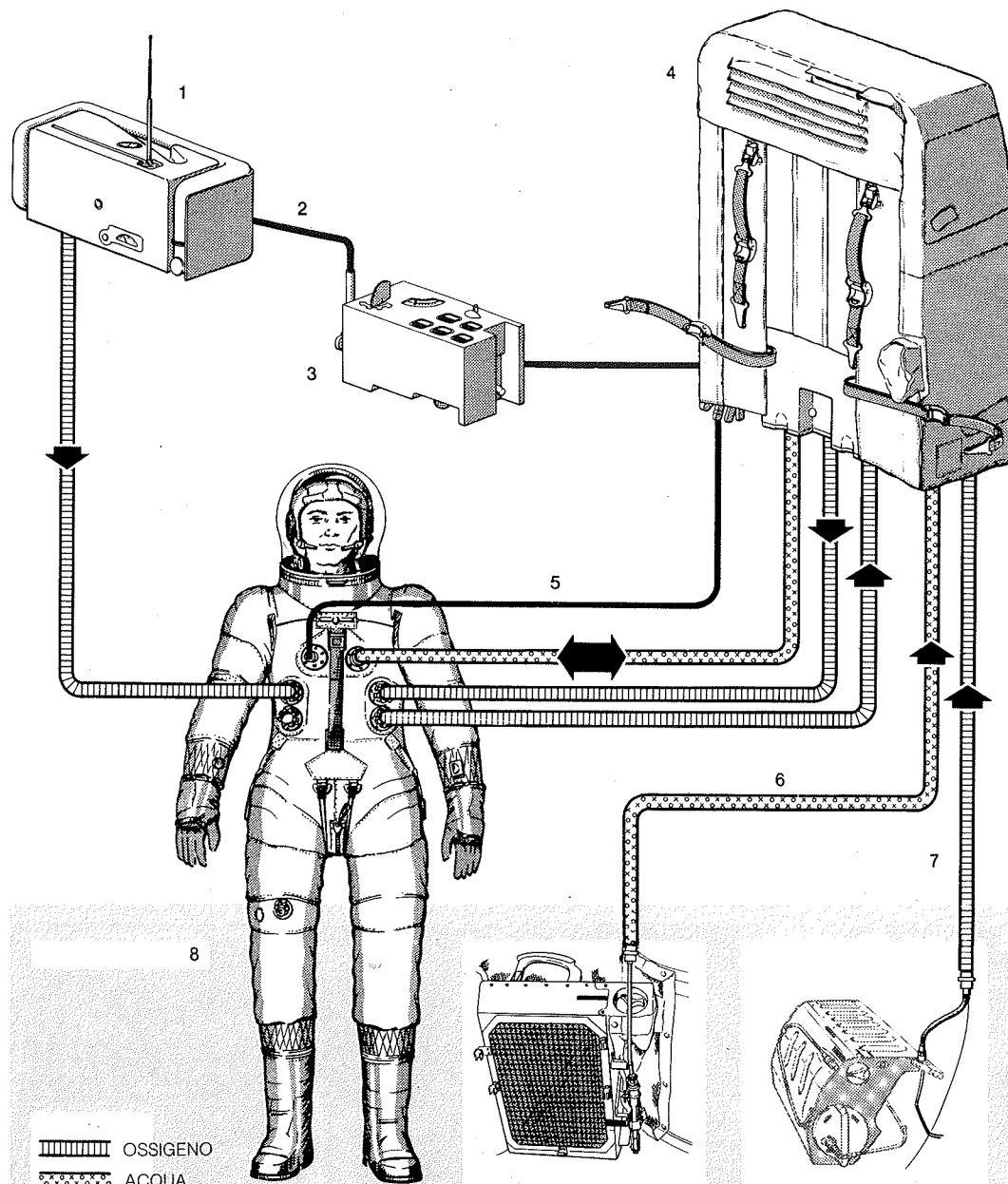


OPEN VIEW



Sopra: posizioni possibili del casco: A. chiuso, B. aperto; 1. schermo visore esterno impernato; 2. schermo visore interno; 3. involucro dell'elmo; 4. perno del visore esterno; 5. collare ad anello.

A sinistra: parti della tuta termica e micrometeoroidica integrata: 1. pompa dell'ossigeno (OPS), sistema di sopravvivenza portatile (Portable life support system, PLSS); 2. tasca; 3. supporto del PLSS; 4. attivatore dell'OPS; 5. PLSS; 6. OPS ombelicale; 7. anello di limitazione collegato al LEM; 8. guarnizione integrata termica e micrometeorica; 9. iniettore biomedico e dosimetro; 10. visore extra veicolare; 11. controllo del sistema di pompaggio dell'ossigeno; 12. tasca per la penna luminosa; 13. copertura delle giunture; 14. comunicazioni, ventilazione e raffreddamento liquidi ombelicali; 15. guanti extra veicolari; 16. tasca; 17. borsella; 18. soprascarpa lunare.



OSSIGENO
 ACQUA

Schema dei circuiti liquidi e gassosi della tuta extramodulare di un astronauta: 1. pompa dell'ossigeno; 2. controllo del sistema di pompe

dell'ossigeno; 3. PLSS connesso con il sistema di controllo dell'ossigeno; 4. cavi di comunicazione; 5. ricarica dell'acqua; 6. ricarica dell'ossigeno.

DALL'“APOLLO 1” ALL'“APOLLO 7”

L'*Apollo 1* non è mai partito: è quello del drammatico incidente del 27 gennaio 1967. Un pessimo esordio per il Programma promosso in uno scatto di orgoglio dal presidente Kennedy. In ogni modo si cercò di far buon viso a cattiva sorte. L'inchiesta sulla sciagura portò a numerose modifiche della capsula e della stessa tuta degli astronauti, che venne dotata di uno strato non infiammabile. La tragedia non solo rallentò i tempi del programma, ma sembrò anche un cattivo auspicio.

Ufficialmente non vi furono un *Apollo 2* e un *Apollo 3*. Ci si limitò a test quasi scaramantici. *Apollo 4* porta la data del 9 novembre 1967. È il primo lancio dalla rampa 39 ed è anche la prima prova completa, senza equipaggio, di un *Saturno 5*.

Segue, con la missione *Apollo 5*, il lancio di prova di un *Saturno 1B*, il 22 gennaio 1968. Fu provato anche il modulo lunare, ma neppure questa volta c'erano uomini a bordo. Positivo il risultato, con una regolare immissione in orbita terrestre.

Qualche noia viene invece dall'*Apollo 6*, test senza equipaggio di un *Saturno 5* lanciato dalla rampa 39A il 4 aprile '68. A causa dell'“effetto Pogo”, il razzo entra in violenta vibrazione durante la fase di ascesa. Si ricomincia a temere per le sorti del Programma.



Accanto: manovra di rotta durante la missione dell'*Apollo 7*; si distinguono sullo sfondo la costa americana e la lingua di terra di Cape Kennedy.

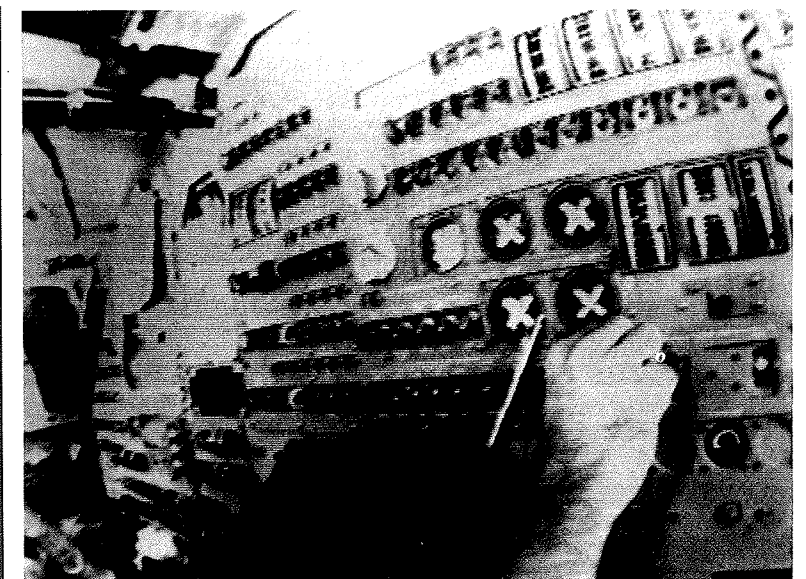
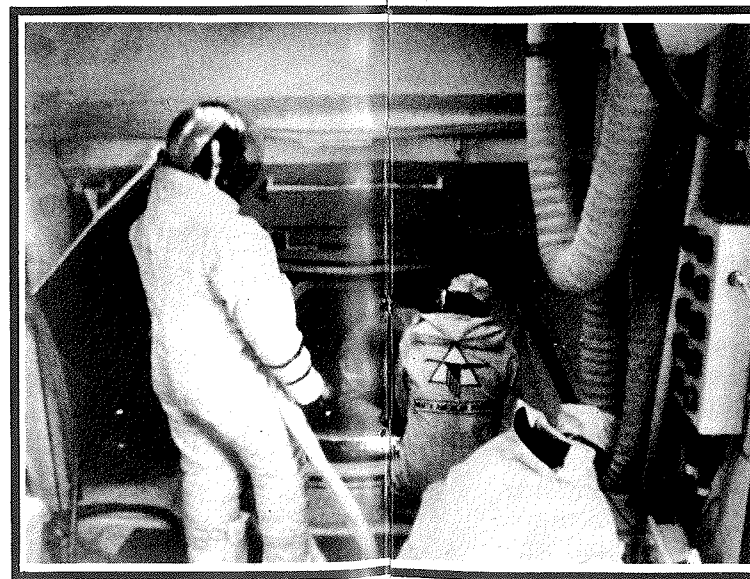
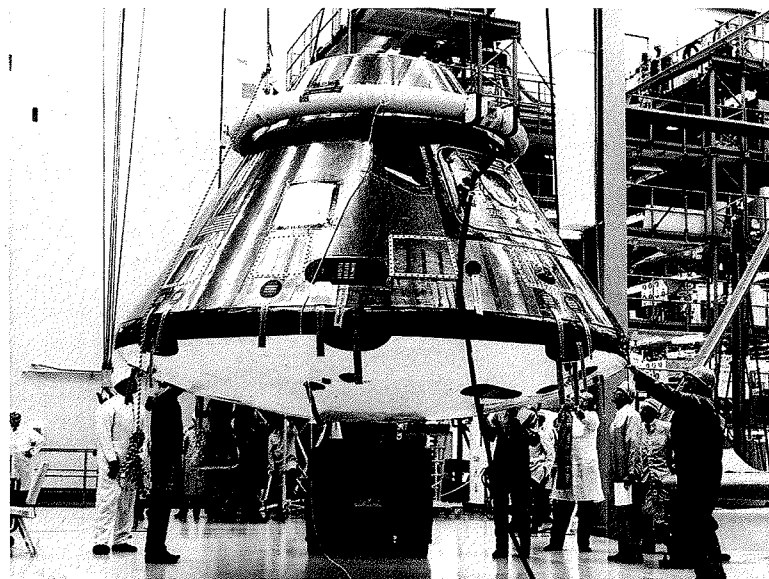
Sotto da sinistra:

Officine di montaggio dell'*Apollo 7* a Downey (California).

Alcuni tecnici aiutano Donn F. Eisele (a sinistra) ad introdursi nel modulo spaziale *Apollo 7* dove già si trovano i suoi compagni Walter M. Schirra e Walter Cunningham, in cima al *Saturno 1B*.

Immagine teletrasmessa dell'interno del modulo di comando *Apollo 7* durante la missione: Walter Cunningham cerca di afferrare una penna che fluttua nella capsula in assenza di peso.

L'ottimismo ritorna quando, tra l'11 ottobre e il 22 ottobre 1968, si snoda perfettamente la missione *Apollo 7*. Suo obiettivo principale era il primo esperimento di immissione in orbita terrestre di una capsula *Apollo* con equipaggio e quindi l'aggancio con un'altra capsula. Walter Schirra, comandante, Donn Eisele, pilota del modulo di comando, e Walter Cunningham, pilota del modulo lunare, poterono compiere una serie di manovre di separazione e di riaggancio tra i “moduli” identiche a quelle che erano previste per la missione vera e propria. Il motore del modulo di servizio fu sperimentato con successo per ben 8 ore. Non riuscì però l'attracco al secondo stadio del razzo vettore *Saturno*, che tuttavia fu accostato ad appena 25 metri. In tutto l'*Apollo 7* compì 164 rivoluzioni attorno alla Terra e scese dopo quasi 11 giorni di missione ad appena 29 chilometri dalla portaerei *Essex*, incaricata del recupero nell'Oceano Atlantico. Gli astronauti riposarono 8 ore al giorno e si nutirono con cibi che reidratavano con le solite “pistole ad acqua”: Ebbero qualche malessere, ma nulla di grave: un po' di bronchite e qualche sintomo di astenia. Con questa missione si ebbe la prima trasmissione televisiva in diretta da un'astronave con equipaggio.



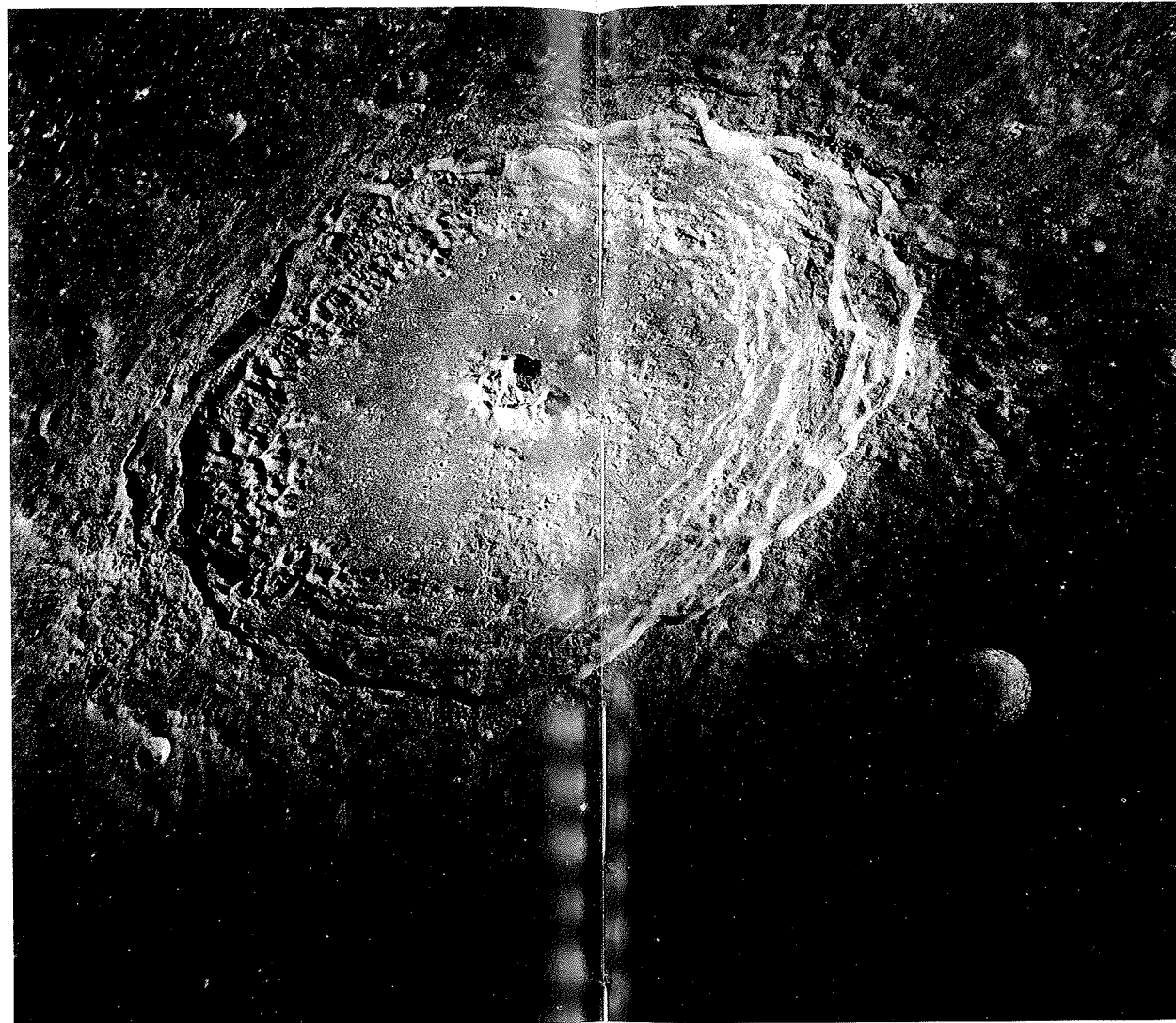
"APOLLO 8":
CIRCUMNAVIGAZIONE LUNARE

Poi per la prima volta l'occhio dell'uomo vide direttamente l'altra faccia della Luna. Era la vigilia del Natale 1968. Protagonisti dell'impresa, che realizzava quasi alla lettera quella immaginata da Jules Verne, i tre astronauti dell'*Apollo 8* Frank Borman, comandante, James Lovell, pilota del modulo di comando, e William Anders, pilota "teorico" del modulo lunare che sarebbe poi servito per lo sbarco sul nostro satellite. Dello sbarco questa fu la prima vera prova generale: servì a sperimentare definitivamente l'astronave, le manovre, le sensazioni, le emozioni. E soprattutto a definire in linea di massima il luogo dell'atterraggio in vista del volo dell'*Apollo 11*, previsto per meno di sette mesi dopo.

Oggi quell'impresa astronautica ci lascia forse abbastanza indifferenti, perché quelle successive l'hanno oscurata. Ma ebbe un'importanza storica non molto inferiore a quella dello sbarco effettivo, se si tiene conto che con il volo dell'*Apollo 8* per la prima volta l'uomo usciva dal campo gravitazionale terrestre ed entrava in quello di un altro corpo del sistema solare, per la prima volta posava lo sguardo sulla faccia nascosta del nostro satellite, per la prima volta pilotava un'astronave nello spazio interplanetario.

La partenza avvenne la mattina del 21 dicembre. Tre giorni dopo Borman collocava l'astronave su un'orbita lunare stabilizzata a 112 chilometri dalla superficie crivellata di crateri. Poi 10 rivoluzioni intorno alla Luna, ogni volta con l'inevitabile inconveniente di un silenzio radio di mezz'ora, quando la navicella si trovava al di là del satellite. Infine, dopo la decima orbita lunare, la riaccensione del motore a razzo e l'imbocco della via che doveva riportarli a Terra. L'ammarraggio avviene nel pomeriggio del 27 dicembre, dopo un viaggio durato 147 ore.

Così per la prima volta tre uomini hanno trascorso il Natale appesi alla Luna. In cambio hanno ricevuto un'indennità — è il caso di dirlo — tutt'altro che astronomica: 75 dollari e 40 cents al giorno di compenso straordinario per il colonnello Borman e il capitano di fregata Lovell; soltanto 56 dollari e 99 cents al giorno per il maggiore dell'aeronautica Anders. Certo non è il



Il cratere Langrenus fotografato durante la prima orbita lunare dell'*Apollo 8*, da un'altezza di circa 230 km.

fattore umano a pesare sul bilancio della missione: il solo razzo vettore costa 185 milioni di dollari. La navicella che ha ospitato gli astronauti costa 55 milioni di dollari. Piuttosto prezioso anche l'abbigliamento dei tre viaggiatori: la loro tuta costa 100 mila dollari. E non viene neanche ammortizzata con l'uso, perché i tre la indossano soltanto per pochi minuti, durante l'ascensione e durante il rientro a Terra. La parte più lunga del viaggio preferiscono compierla con una "tenuta di fatica", calzoni e maglietta di cotone: tanto la costosissima tuta serve solo nelle fasi di forte accelerazione e

decelerazione, in assenza di gravità è più comodo essere liberi nei movimenti.

La partenza avviene alle 16 e 41, ora italiana. Accelerazione fino a quasi trentamila chilometri orari, immissione in orbita terrestre e poi sulla rotta lunare. "Siete sulla buona strada!", esclama Cristoforo Colombo Kraft, direttore del volo dal nome profetico, quando la navicella raggiunge i 39 mila chilometri all'ora corrispondenti alla velocità di fuga e gli astronauti sono ormai sicuri di poter sfuggire alla morsa della gravità terrestre.

Sessantasei ore di volo nel silenzio assolu-

to dello spazio, e poi ecco la Luna giganteggiare al di là dell'oblò. Sfilano pianure grigie di lava, crateri, picchi aguzzi, colline smusate, frastagliatissime catene di montagne, solchi serpeggianti che ricordano letti di fiumi prosciugati.

Nella missione dell'*Apollo 8* c'è anche qualche momento difficile. A un certo punto gli oblò si appannano, forse per un difetto di ventilazione. Borman accusa qualche malessere allo stomaco e dà segni di nervosismo. "Prenditi una pastiglia di Seconal per dormire — gli dicono dal Centro di Houston — e anche una di Lemotil contro il vomito e una di Mazine contro la nausea". Primo esempio di telemedicina interplanetaria. Ne usufruiranno anche Lovell e Anders, colpiti dagli stessi disturbi.

Il giorno di Natale, lontani dalla Terra 360 mila chilometri, mangiano tacchino, il piatto nazionale americano immancabile sulla tavola festiva. Il pranzo è reso suggestivo da un panorama se non intimo quanto meno insolito: la Luna appare ai loro occhi "grigia, senza colori, come una lavagna sbiancata da una cancellatura di gesso". E Borman aggiunge, dopo aver completato tre orbite, quindi dopo aver ben considerato anche la faccia fino ad allora nota solo attraverso le fotografie scattate dalle sonde: «La Luna è essenzialmente grigia. Il suo è un grande, solitario, proibitivo paesaggio. Non è un posto che invita a viverci e a lavorarci. Però le aurore e i tramonti lunari sono fantastici. E la Terra vista da qui è come un'oasi azzurra nello spazio». Nostalgia? Inquietudine per i rischi del viaggio di ritorno? Non c'è tempo né per le descrizioni liriche né per la paura. I tre non devono dimenticare che questa è la prima e penultima ricognizione diretta in vista dello sbarco: si scattano migliaia di fotografie, si trasmettono a terra decine di migliaia di dati, si lavora per i tre dell'*Apollo 11*.

Il rientro è tranquillo. Avviene nell'Oceano Pacifico all'alba, alle 4 e 51 del 27 dicembre, corrispondenti alle 16 e 51, ora italiana. Incredibilmente la capsula scende tra le onde ad appena tre chilometri dalla portaerei *Yorktown*, che a quell'ora, mobilitata per l'impresa spaziale, sta incrociando 1500 miglia a sud delle isole Hawaii.

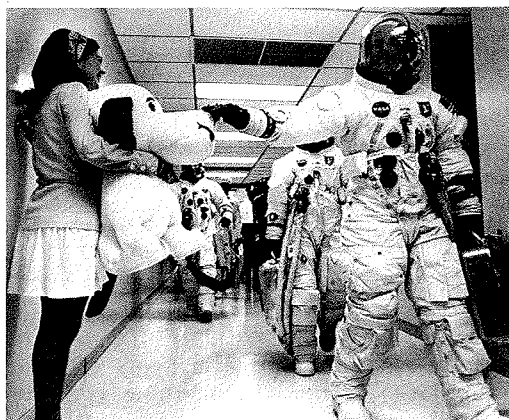
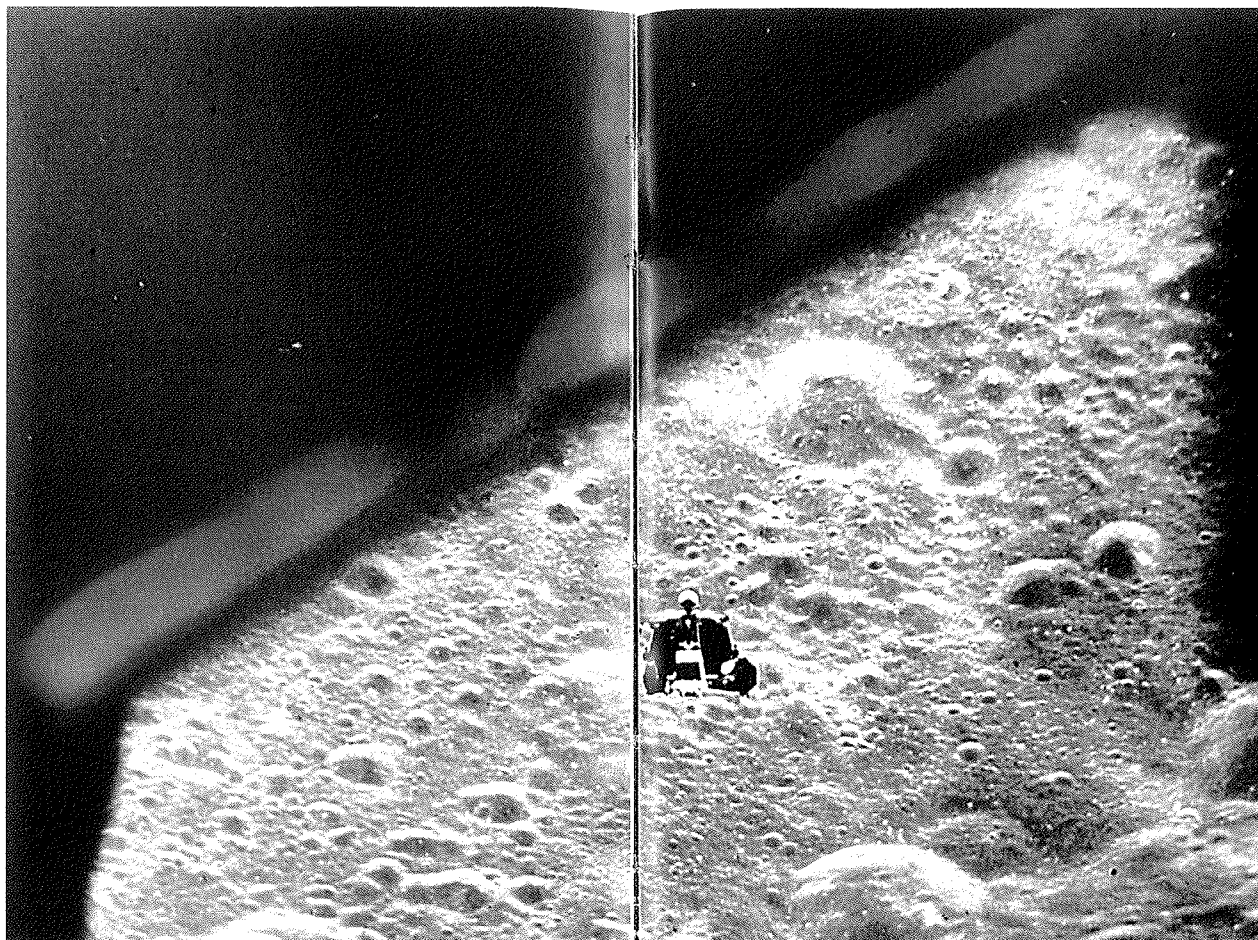
La via della Luna è aperta. Tre uomini entrano nella leggenda. I giornali sono pieni delle loro immagini e delle loro parole. Sulla loro vita pubblica e privata si sa tutto. Frank Borman ha quarant'anni, è sposato

con una donna bionda dagli occhi azzurri nata in Arizona, di nome Susy; ha due figli, Edwin di 15 anni e Frederick di 17. Anche James Lovell ha quarant'anni; si è diplomato all'Accademia navale nel 1952; è nato a Cleveland nell'Ohio, ha sposato Marilyn Gerlach, sua compagna di scuola, ed ha quattro figli. Il più grande di 11 anni, il più piccolo di 2. Come Borman, era stato scartato in una prima selezione per aspiranti astronauti, ma poi testardamente è riuscito a realizzare il suo sogno di esploratore dello spazio. Anders è il più giovane, 35 anni, laurea in ingegneria nucleare, passione per la pesca, sposato, cinque figli in età compresa tra gli 11 e i 4 anni. Ai giornalisti dice: "A casa sono tutti molto contenti di come sono andate le cose. Hanno solo trovato un po' inopportuno che mi sia assentato proprio a Natale".

"APOLLO 9" E "APOLLO 10":
ULTIME PROVE

Da Capodanno alla metà del luglio 1969 scorrono febbrili mesi di vigilia. Il programma prevede ancora due prove, una in orbita terrestre e una in orbita lunare. La prima, dopo tante esperienze analoghe, sembra ormai ordinaria amministrazione. Per l'*Apollo 9* il conto alla rovescia si conclude il 3 marzo. Orbitando per 10 giorni attorno al nostro pianeta, McDivitt e Schweickart provano il modulo lunare staccandolo e congiungendolo nuovamente al modulo di comando, dove rimane il loro compagno Scott. La loro appare come un'esercitazione tranquilla e disinvoltata.

Più ardita e suggestiva, invece, la missione dell'*Apollo 10*, che decolla il 18 maggio per replicare, ma con acrobazie ancora più delicate, la prima circumnavigazione lunare compiuta cinque mesi prima dall'*Apollo 8*. A bordo della capsula sono il comandante Stafford, Young (pilota del modulo di comando), e Cernan (pilota del modulo lunare). Il loro viaggio è identico a quello che affronteranno due mesi dopo Armstrong, Aldrin e Collins tranne che per la manovra di discesa sulla Luna. Stafford e Cernan lasciano infatti Young nel modulo di comando e a bordo di quella specie di scialuppa che è il modulo lunare compiono un volo ravvicinato fino ad appena 8 chilometri



In alto: fase di allungamento del modulo lunare ripresa dal modulo di comando.

Sotto da sinistra:

Thomas P. Stafford accarezza la mascotte dell'equipaggio dell'*Apollo 10*, Snoopy, il cane volante.



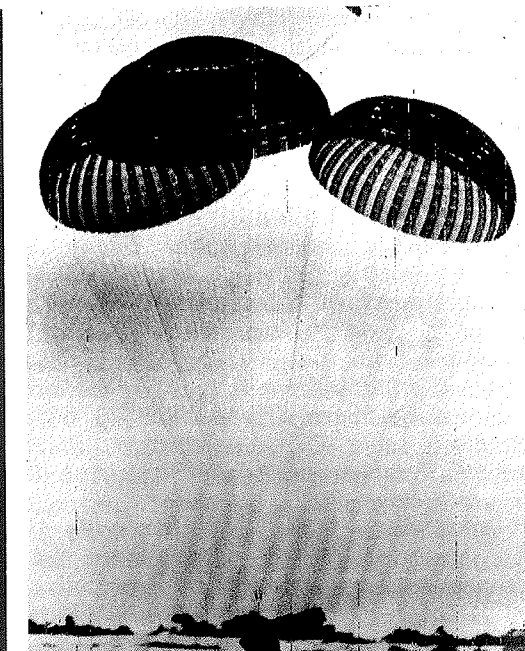
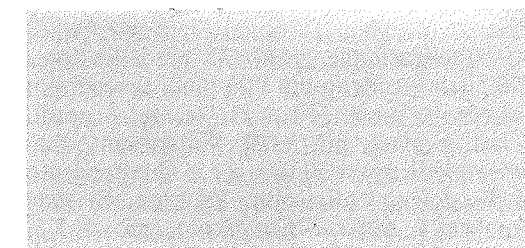
Thomas P. Stafford e John W. Young nella trasmissione televisiva dal modulo di comando dell'*Apollo 10* in viaggio verso la Luna.

Ammaraggio dell'*Apollo 10*, frenato dai tre paracadute, nelle acque del Pacifico.

dalla superficie del satellite, proprio come fanno certi uccelli rapaci quando puntano una preda al suolo e si preparano alla picchiata. Mentre Young orbita solitario a 110 chilometri dal nostro satellite (e fa su di sé per la prima volta l'esperienza che metterà poi a dura prova i nervi di Collins), per 8 ore e 18 minuti i suoi compagni di viaggio sorvolano le varie zone candidate agli allunghi successivi previsti dal Programma Apollo, e in particolare quel Mare della Tranquillità dove è destinato a posarsi il piede di Armstrong.

Il modulo lunare viene poi abbandonato nello spazio, relitto alla deriva tanto costoso quanto, ormai, inutile. L'astronave punta la prua verso la Terra e, abbandonato infine anche il modulo di servizio, rientra nell'atmosfera il 26 maggio ammarando ad appena 5 chilometri dalla portaerei *Princeton*. Qui gli astronauti potranno finalmente rilassarsi dopo un volo durato 192 ore, 3 minuti e 25 secondi.

Ora tocca ai tre dell'*Apollo 11*.



"APOLLO 11": IL PRIMO SBARCO

20 luglio 1969, centodieci ore e 43 minuti dal "tempo zero" del distacco dalla rampa di lancio 39A di Cape Canaveral. Questa è la registrazione del primo dialogo tra due mondi. Da Houston, Texas, all'astronave *Aquila* che deve sbarcare sulla Luna Neil Armstrong e Edwin Aldrin, i segnali radio impiegano un secondo e tre decimi a superare un baratro di 380 mila chilometri.

"Go for landing, siete autorizzati ad atterrare", dice il dottor Charlesworth dalla sala di controllo del Johnson Space Center di Houston". *Aquila*: "Bene, capito. Autorizzati ad atterrare. Tremila piedi". Houston: "Registrato". *Aquila*: "Dodici, allarme. Milleduecentouno". *Aquila*: "Milleduecentouno". Houston: "Bene. Milleduecentouno allarme". *Aquila*: "Siamo pronti. Tenetevi stretti. Siamo pronti. Duemila piedi, inclinazione 47 gradi". Houston: "Bene". *Aquila*: "Quarantasette gradi". Houston: "Molto bene, *Aquila*. Siete go". *Aquila*: "Trentacinque gradi, 35 gradi. Altezza 750 piedi, veniamo giù a 23 piedi al secondo. Settecento piedi, giù a 21, trentatré gradi. Seicento piedi, giù a 19. Cinquecentoquaranta piedi, giù a 30, giù a 15. Quattrocento piedi, giù a 9 (disturbi). Settanta. Si vede l'ombra lì sotto... Cinquanta, giù a 2,5. Diciannove avanti. Luci di altezza e velocità. Giù a 3,5. Duecentoventi piedi. Tredici avanti. Undici avanti, scendiamo molto bene. Duecento piedi, giù a 4,5. Giù a 5,5. Centosessanta, avanti nove. Cinque per cento. Luce di riserva. Settantacinque piedi, tutto va bene. Mezzo giù. Sei avanti". Houston: "Sessanta secondi all'atterraggio". *Aquila*: "... (disturbi) avanti. Ci spostiamo a destra... (disturbi). Luce di contatto. Okay, motore fermo. Quattrocentodieci e giù". Houston: "Vi registriamo, *Aquila*".

Aquila, parla il comandante Armstrong: "Houston, qui base della Tranquillità. *Aquila* è atterrata".

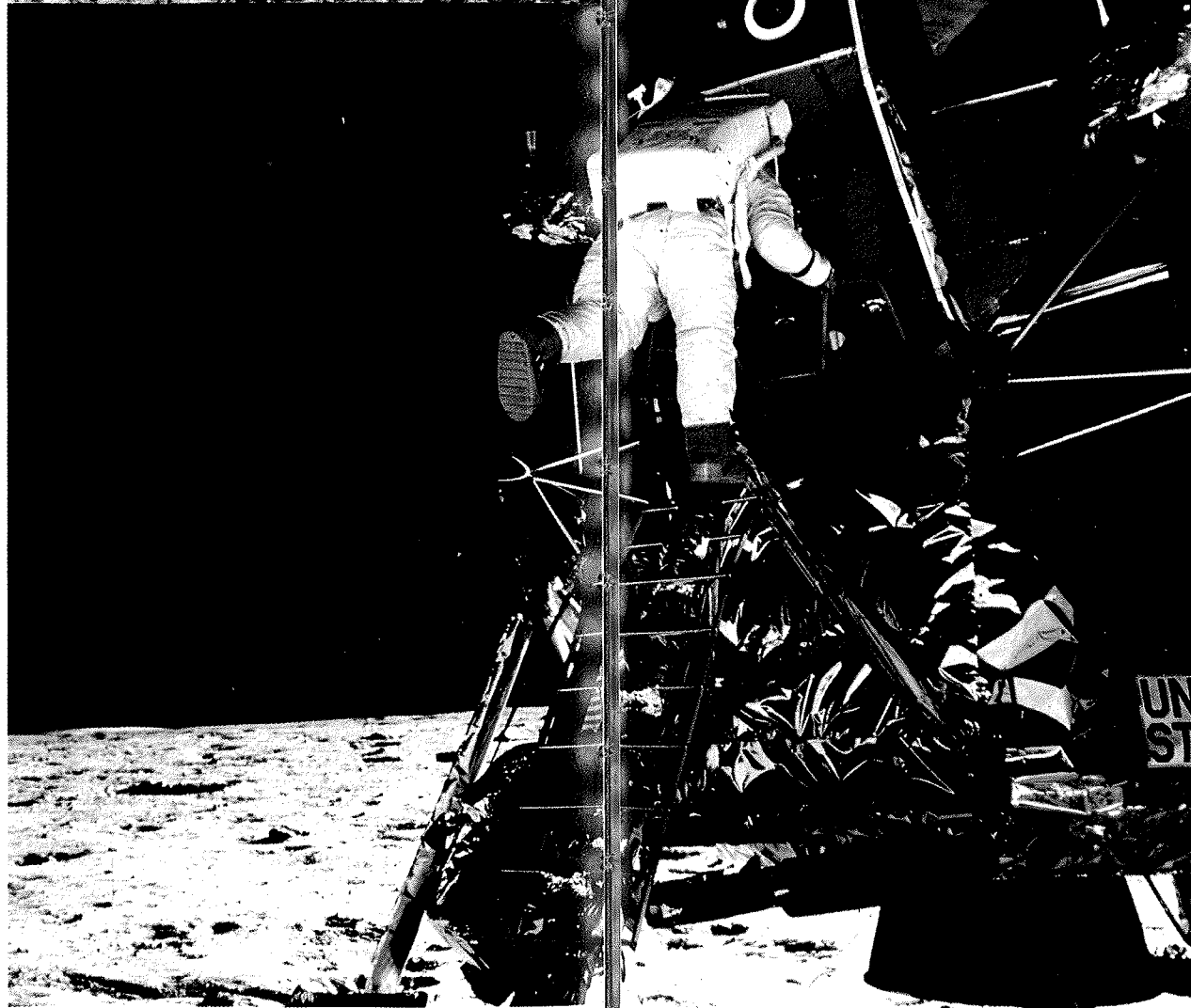
Houston: "Bene, Tranquillità, vi registriamo al suolo. C'è un sacco di gente qui che era diventata blu. Adesso respiriamo di nuovo. Grazie mille".

Dal distacco dalla Terra dell'*Apollo 11* sono trascorse 102 ore, 47 minuti e 3 secondi. In Italia sono le 4,55 del mattino del 21 luglio.



La prima impronta umana sul suolo lunare.

Neil A. Armstrong scende la scaletta del modulo lunare dell'*Apollo 11*.



MARE DELLA TRANQUILLITÀ:
L'IMPRONTA DI UN PIEDE

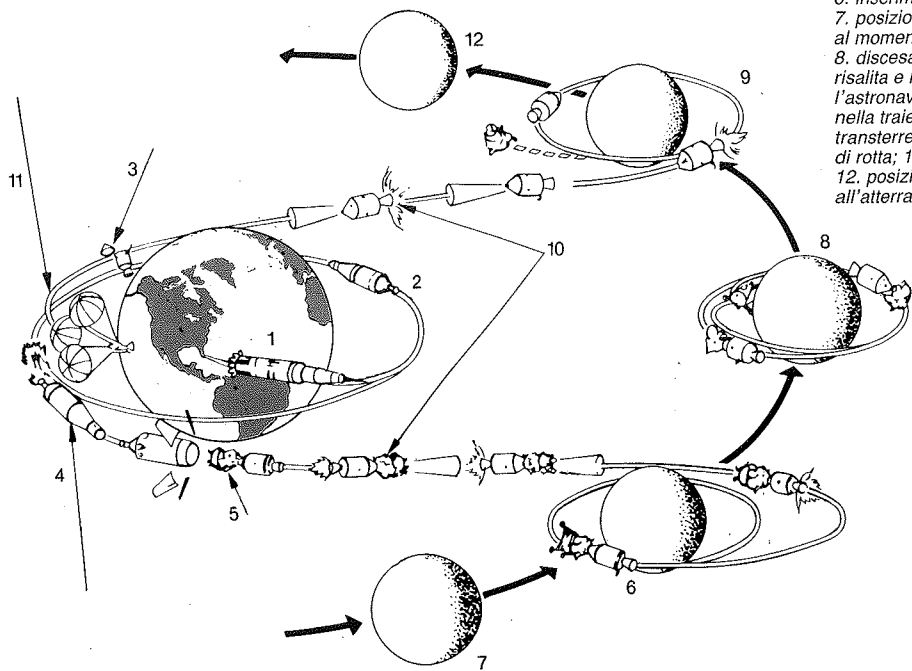
Due uomini sono sulla Luna. Il Mare della Tranquillità, naturalmente, non è un mare. È una pianura coperta di lava e polvere, e gli astronauti ne parleranno piuttosto come di una "spiaggia sporca". L'astronave *Aquila* è approdata a sei chilometri dal punto programmato, poco a nord dell'equatore, a 23 gradi e mezzo di longitudine Est. È molto vicina alla "riva" di questo mare che non è un mare. Attorno ci sono soltanto tracce di antichissimi crateri semidistrutti, affioranti come rovine smantellate. A sud corre un crepaccio lungo, sottile e quasi rettilineo. I crateri di grandi dimensioni più vicini sono Moltke a est e Sabine a ovest. Un po' più a nord, dove si allarga la pianura monotona e grigia come una lavagna, nel settembre del '67 era sceso il *Surveyor 5*.

La prima violazione è avvenuta. I motori sono spenti. Il silenzio è assoluto. Mentre sulla testa di Armstrong e Aldrin vola l'astronave-madre di Michael Collins, battezzata *Columbia*, i due lunauti, in contatto con il centro di Houston, per tre ore si preoccupano di controllare minuziosamente tutti i sistemi di volo. Se si scoprisse che qualcosa non va i piani prevedono la rinuncia allo sbarco e un decollo d'emergenza.

Compiute le operazioni necessarie al loro breve soggiorno, Armstrong e Aldrin possono fare uno spuntino e riposarsi. Il momento più rischioso, quello dell'approdo, è superato, ma l'ignoto è ancora al di là dello sportello.

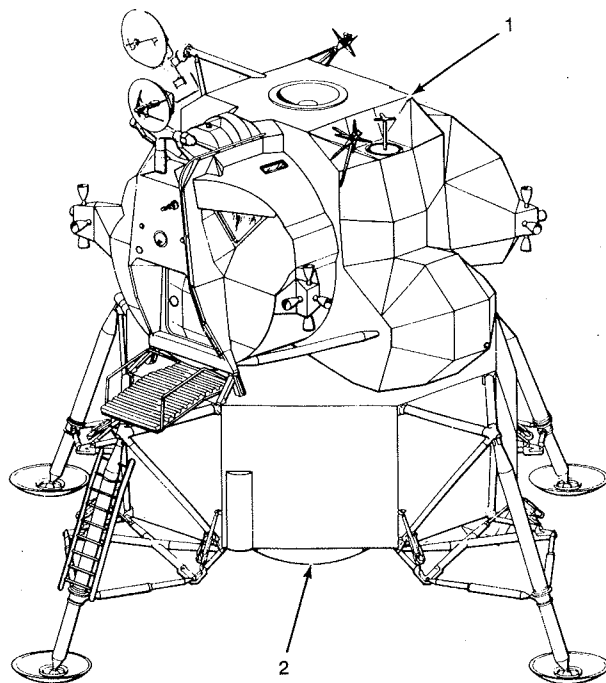
"Spingilo", dice Armstrong ad Aldrin. "È leggero?". Aldrin: "È sbloccato, sì". Armstrong: "Sbloccato. Va bene. Lo spingo in fuori". Aldrin: "Si aprirà di colpo". Mentre queste operazioni procedono c'è qualche piccolo guaio nel collegamento radio con Houston. Aldrin: "Non senti un rumore di fondo continuo?". Armstrong: "Ho delle scariche, sento delle scariche". Aldrin: "Sento come una nota continua". Armstrong: "Io non credo di sentirla". Houston: "Neil, qui Houston. A che punto siete con l'apertura dello sportello? Passo". Armstrong: "Qui tutto è go. Aspettiamo solo che scenda la pressione nella cabina, aspettiamo di perdere abbastanza pressione per poter aprire lo sportello. Il nostro

Schema di volo dell'Apollo 11: 1. lancio; 2. orbita intorno alla Terra; 3. separazione nave spaziale-capsula; 4. ingresso nella traiettoria translunare; 5. separazione astronave; 6. inserimento orbita lunare; 7. posizione della Luna al momento del lancio; 8. discesa del modulo, risalita e rendez-vous con l'astronave; 9. ingresso nella traiettoria transterrestre; 10. correzioni di rotta; 11. rientro; 12. posizione della Luna all'atterraggio.

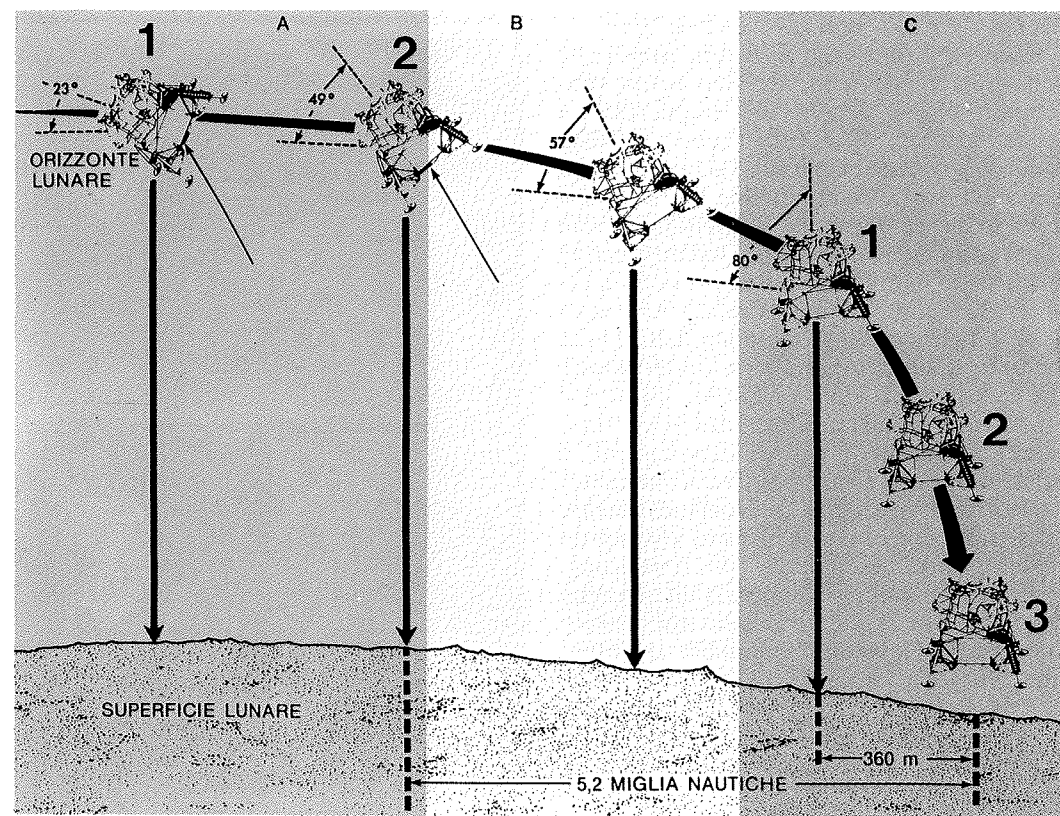


manometro adesso segna circa 0,1". Aldrin: "Dipendiamo molto da quel coso. L'alternativa sarebbe di aprire il numero 42". Houston: "Neil, qui Houston. Passo". Armstrong: "Vai avanti, Houston". Houston: "Va bene. Vediamo una pressione statica molto bassa nella vostra cabina. Credete di poter aprire lo sportello a questa pressione di circa 1,2 psi?". Armstrong: "Cerchiamo di farlo". Houston: "Va bene". Armstrong: "Lo sportello si apre". Aldrin: "Okay, impediscigli di chiudersi mentre manovro la valvola due". Armstrong: "Okay". Aldrin: "No, è meglio che mi alzi prima".

Il commentatore, un ex astronauta, incaricato di illustrare da Houston le varie fasi del volo, seguito in televisione in diretta da almeno 600 milioni di spettatori: "Lo sportello si è aperto alla centonovesima ora, 8 minuti, 5 secondi!". Aldrin: "Okay, le valvole si sono aperte". Armstrong: "Okay". Commentatore: "Mi correggo: alla centonovesima ora, 7 minuti, 35 secondi". Aldrin: "Spostati in avanti". Armstrong scherza, quasi in linguaggio cifrato: "La finestra ha cigolato? L'acqua è diventata limpida?". Aldrin: "Sì, certamente". Arm-



Disegno del modulo lunare: 1. stadio per la risalita; 2. stadio per la discesa.



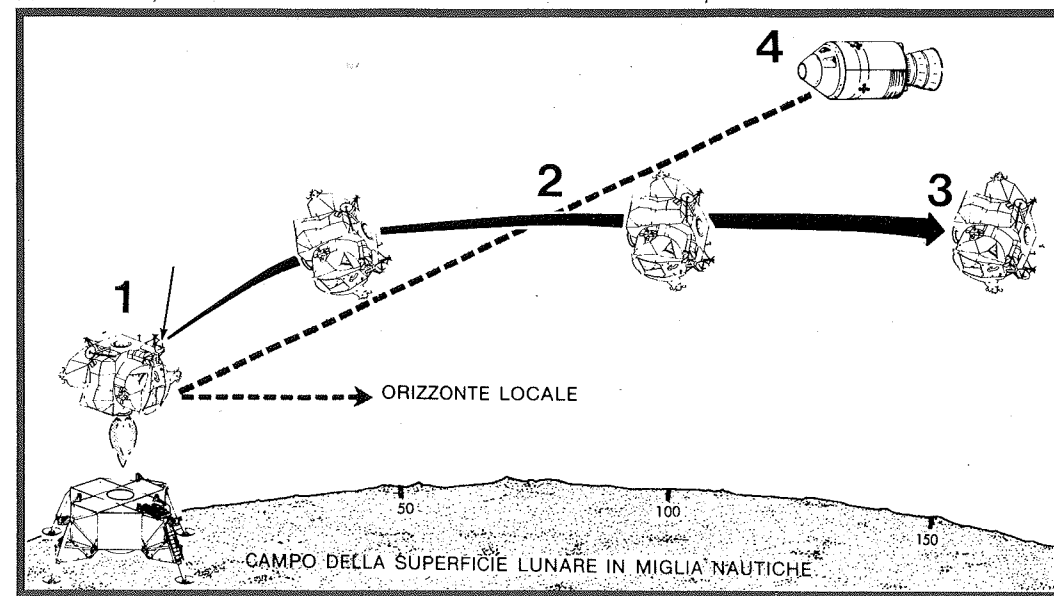
Sopra: fasi di allunaggio del modulo spaziale dell'Apollo 11: A. fine della fase di rallentamento: 1. radar di atterraggio in posizione 1, distanza 3000 m, spinta 2700 kg; 2. radar di atterraggio in posizione 2, distanza 2904 m,

spinta 2520 kg; B. fase di contatto visivo: distanza 900 m; C. fase di atterraggio: 1. velocità verticale 8,1 m/s, distanza 150 m, spinta 1260 kg; 2. velocità verticale 8,1-1 m/s, distanza 60-22,5 m; 3. velocità verticale

circa 1 m/s: impatto.

Sotto: schema della partenza dello stadio superiore del modulo Apollo 11 dalla superficie lunare e rendez-vous con la navicella orbitante: 1. antenna radar per

il rendez-vous; 2. linea di avvistamento col modulo di comando (CSM) al decollo = 18°; 3. orbita di parcheggio: distanza 10-30 miglia nautiche; 4. decollo del CSM col LEM: distanza 60 miglia nautiche.



strong: "La mia non lo è ancora".

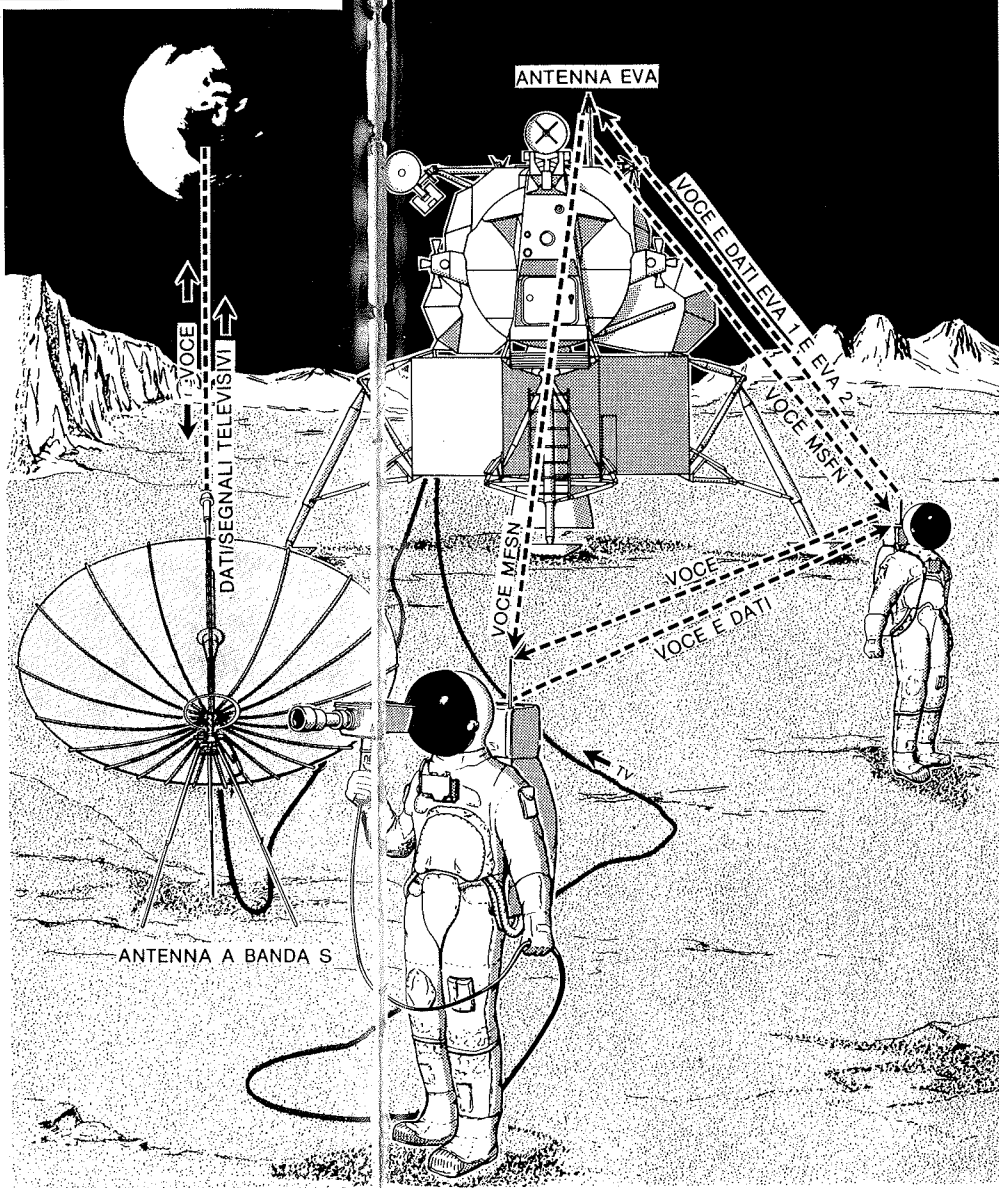
Mentre Armstrong e Aldrin sono alle prese con lo sportello, l'ultimo sottile diaframma che li separa dal traguardo, in orbita attorno alla Luna sulla navicella *Columbia* Michael Collins è l'uomo più solo dell'universo. E sarà ancora più solo tra qualche decina di minuti, quando *Columbia* scomparirà dietro l'orizzonte lunare e per 47 lunghissimi minuti non potrà più comunicare con la Terra. Allora vedrà scorrere sotto di sé la faccia quasi sconosciuta della Luna. Durante il silenzio radio non potrà parlare che con il registratore di bordo, ma non è simpatico comunicare osservazioni ed emozioni, sentimenti e paure, ragionamenti e riflessioni a una scatola di circuiti integrati. Per fortuna, al Centro di Houston, mentre quasi tutti seguono con il fiato sospeso lo sbarco ormai imminente di Armstrong, qualcuno pensa a lui. Gli danno un consiglio sbagliato, ma è sempre meglio che sentirsi dimenticati. Houston: "Columbia, qui Houston. Passo". Columbia: "Mi volete? Avanti". Houston: "Columbia, qui Houston. Dovresti accendere i ventilatori per i serbatoi dell'idrogeno e dell'ossigeno liquidi: questa orbita è 111,19,31". C'è un breve silenzio perplesso di Collins. Houston: "Columbia, mi correggo: fallo nella prossima orbita. In questa devi già ricevere e perdere i segnali". Columbia: "D'accordo sul tempo. Volete accendere i ventilatori nel serbatoio 1 dell'idrogeno liquido?". Houston: "Sì, al momento giusto. Chiudo".

Collins non può vedere i compagni scesi nel Mare della Tranquillità. Trovandosi a una quota di circa 100 chilometri, il suo volo è troppo radente. Ogni sei minuti e mezzo il suo orizzonte muta completamente. Vede però orbitare sotto di sé la sonda sovietica *Luna 15*, arrivata tre giorni prima. Nei piani del Cremlino dovrebbe realizzare un allungo moribondo, prelevare campioni di roccia e tornare a terra, battendo sul tempo gli americani. Invece, dopo 52 orbite e vari cambiamenti di quota, si schianterà nel Mare Crisium e il sismometro di *Apollo 11* ne registrerà lo scacco avvertendo il lieve lunamoto prodotto dall'impatto. Ma per il momento che cosa faccia *Luna 15* non è chiaro. Si temono interferenze radio, i russi assicurano che non c'è questo rischio. Collins si limita a comunicare l'avvistamento e poi descrive, laconicamente com'è nel suo stile, i colori della Luna: una serie di sfumature dal nero al grigio al bruno.



Nel riquadro: Neil Armstrong con la tuta che indosserà sulla superficie lunare e con la telecamera fissata al petto.

Schema dei collegamenti radio degli astronauti del LEM fra di loro e con la Terra.



Sotto di lui tutto è pronto per lo sbarco. Il comandante Armstrong sta per uscire dal boccaporto del Lem, il modulo lunare. Aldrin ha impugnato la telecamera e si prepara alla storica ripresa. Il mondo è davanti ai televisori. Ora davvero ci si dimentica di Collins. Houston: "Gente, abbiamo un'immagine sul nostro teleschermo". Aldrin: "Avete una buona immagine, eh?". Houston: "È molto contrastata, ora, ed è capovolta, ma riusciamo a vedere molti particolari". Aldrin: "Okay, verificate la posizione e il diaframma della telecamera". Houston: "Aspetta: okay, Neil, possiamo vederti scendere dalla scaletta". Armstrong: "Okay, ho appena controllato... Sono tornato indietro dopo il primo gradino, Buzz [è il soprannome di Aldrin] non si è nemmeno piegato molto, ma è sufficiente per tornare su". Houston: "Va bene, ti registriamo". Dal "balcone" del Lem nove gradini (305 centimetri) separano l'astronauta dal suolo lunare. Armstrong: "Occorre un piccolo salto". Houston: "Buzz, qui Houston. Diaframma 2, un centosessantesimo di secondo per fotogramma all'ombra con la cinepresa". Aldrin: "Okay". Armstrong: "Sono ai piedi della scaletta. Le zampe del Lem sono affondate nella superficie soltanto di tre o quattro centimetri. Benché la superficie sembri essere di grana molto fine, quando uno si avvicina... È quasi come una polvere... qui è davvero molto fine... Ecco, sto per scendere dal Lem...".

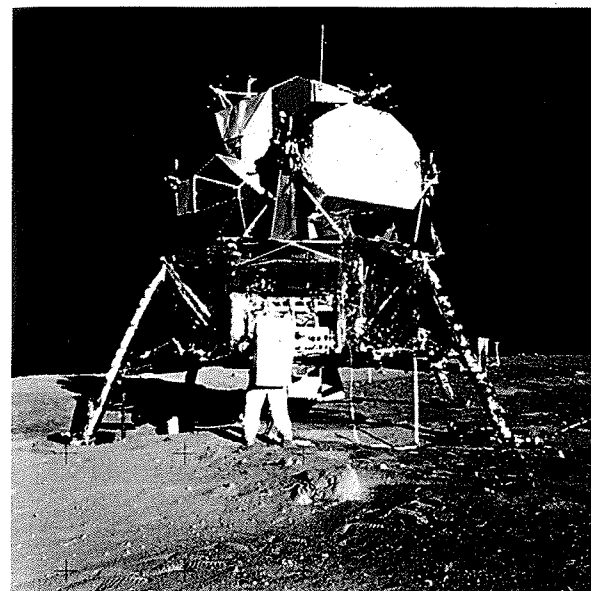
C'è una breve pausa di silenzio, è il momento delle frasi che finiscono nei libri di storia. Armstrong ne ha pronta una. O forse non ce l'ha pronta, la improvvisa mentre scende l'ultimo gradino della scaletta del Lem e con il piede sinistro imprime sul suolo lunare la prima orma umana.

Armstrong: "Questo è un piccolo passo per un uomo, ma un balzo gigantesco per l'umanità".

Un'altra pausa, mentre al Centro di Houston scoppia un applauso, questa volta meno nervoso di quello che aveva sottolineato l'istante dell'allungo. Gli storici avranno poi il loro lavoro per stabilire l'esatta lezione della frase di Armstrong. Esattamente Neil disse: "That's one small step for a man, one giant leap for mankind". Nella trasmissione in diretta, a causa di un lieve disturbo, l'articolo "a" (un) davanti a "man" andò perduto. Fu però poi reintegrato negli atti ufficiali della missione.

Armstrong: "La superficie è coperta da una polvere molto fine! Posso... posso raccogliercela abbastanza bene con il mio tacco. Aderisce come un velo sottile alla suola degli stivali, come se fosse polvere di carbone. Affondo solo per una frazione di centimetro, forse per 8 millimetri, ma posso vedere le impronte lasciate dagli stivali, le orme rimangono impresse nei minuscoli granelli di sabbia...". Houston: "Neil, qui Houston. Ti registriamo". Armstrong: "Non sembra che ci sia difficoltà nel muoversi qui intorno, come pensavamo. È forse anche più facile che nelle prove a un sesto di gravità eseguite nei simulatori a terra. Non c'è effettivamente alcun problema nel camminare. Il razzo di discesa non ha scavato alcun cratere. È a circa 30 centimetri dal suolo. Siamo essenzialmente in un posto molto piatto, qui. Posso vedere qualche segno del gas espulso dal razzo durante la discesa. Le tracce sono disposte a raggiera, ma appaiono insignificanti. Okay, Buzz, siamo pronti a portar giù la telecamera". Aldrin: "Sono pronto. Penso che tutto sia a posto e in buona forma. Okay, okay? Okay, dovrai mollare completamente la carrucola. Sembra che venga fuori bene e senza difficoltà". Armstrong: "Okay, è molto scuro qui all'ombra e mi è un po' difficile vedere se ho un buon appoggio. Mi sposterò verso la zona illuminata dal Sole senza guardarlo direttamente". Aldrin: "Okay, il cavo è teso, ora".

Commentatore: "Tempo non ufficiale del primo passo dell'uomo sulla Luna: ore 109, 24 minuti, 20 secondi". In quell'istante la Luna si trovava a 388.655 chilometri dalla Terra ed era prossima al primo quarto. Il Sole era ormai abbastanza alto sul Mare della Tranquillità, le ombre lentamente si accorciavano. Visto da lassù il nostro pianeta appariva ad Armstrong mezzo buio e mezzo azzurro, con qualche pennellata di candide nubi.



In alto a sinistra: Edwin E. Aldrin Jr. che scende la scaletta del LEM fotografato dal compagno Armstrong e, sotto, mentre sistema il sismometro sulla superficie lunare. Questo sensibilissimo apparecchio alimentato da celle solari ha registrato per dieci anni tutti i movimenti tellurici della Luna, compresi quelli provocati dalle attività umane. Si notino le impronte umane in primo piano che indicano la consistenza sabbioso-cenerina del suolo lunare.

Sopra: panoramica del modulo lunare durante la missione Apollo 11.

AL LAVORO NEL MARE DELLA TRANQUILLITÀ

Per i due lunauti incomincia il lavoro scientifico. Aldrin rimane ancora sul Lem e si occupa delle riprese da bordo dell'astronave. Sono già stati consumati 35 minuti di ossigeno. Armstrong scatta fotografie e raccoglie il cosiddetto "campione d'emergenza", un frammento di roccia selenica che serva da riserva, caso mai per qualche motivo non risultasse più possibile prelevare altri campioni. La raccolta dei campioni avviene con un bastone a pinza che Armstrong preleva dalla fiancata del Lem dove è stivato l'equipaggiamento per l'esplorazione. La superficie lunare si rivela soffice, ma le pietre vi aderiscono saldamente. Poi il comandante della missione ne estrae un paio, con qualche sforzo. Ne offre un campione all'obiettivo della telecamera di Aldrin e dice: "Ha una sua selvaggia bellezza tutta particolare. È come un pezzetto degli altipiani deserti degli Stati Uniti. È differente, ma è molto bello, qui fuori. I campioni di roccia dura sembrano avere vescichette sulla superficie. Ne sto guardando uno che sembra presentare qualche forma di cristallizzazione".

I minuti scorrono rapidi. Se ne sono andati più di tre quarti d'ora di ossigeno, ed è venuto il momento di svolgere la parte simbolica e — perché no? — propagandistica della missione. Aldrin: "Ora Neil sta per scoprire la targa..." (disturbi). Houston: "Va bene. Vi vediamo da lontano, ma di nuovo con immagini disturbate". Armstrong: "Per coloro che non l'hanno letta, leggeremo la targa posta sul supporto frontale di atterraggio del Lem. Ci sono due emisferi, ognuno dei quali mostra uno dei due emisferi della Terra. Sotto sta scritto: 'Qui l'uomo venuto dal pianeta Terra pose per la prima volta il piede sulla Luna. Luglio 1969, anno del Signore. Siamo venuti in pace per tutta l'umanità'. Poi ci sono le firme dei membri dell'equipaggio e quella del presidente degli Stati Uniti. Pronto per la fotografia?". È la parte rituale del viaggio. Depongono la targa-ricordo, un disco con messaggi augurali dei capi di 73 nazioni, le medaglie ricevute dalle famiglie di Grissom e Komarov, uno stemma in memoria di Grissom, White e Chaffee. Annullano con un timbro il primo esemplare del nuovo

DAL MITO ALLO SBARCO

francobollo da 10 cents "First man on the Moon". Piantano la bandiera americana a stelle e strisce. Inutile dire che non può sventolare. Qui non c'è traccia di atmosfera, il fruscio del vento è qualcosa di completamente sconosciuto. Ma un telaio metallico la terrà per sempre spiegata. L'obiettivo fotografico la riprende immobile, nella cruda luce del Sole. Proietta un'ombra nettissima, tagliente.

Sull'astronave *Columbia* Collins è rimasto in ascolto, almeno quanto la sua posizione glielo permetteva. In paziente mutismo, finora ha saputo tenersi in disparte. È contento che tutto sia andato bene, ma sa anche che se qualcosa non dovesse funzionare sarebbe costretto a lasciare i suoi compagni laggiù e a tentare il ritorno da solo. Ora sente il bisogno di partecipare a ciò che sta succedendo. Chiama il Centro di Houston. Houston: "Qui Houston. Ti sentiamo forte e chiaro. Passo". Collins: "Sì, questa è storia. Sì. Anch'io vi sento forte e chiaro. Come va?". Houston: "Va bene. L'attività extraveicolare sta andando magnificamente, penso che adesso stiano piantando la bandiera". Collins: "Magnifico!". Houston: "Credo proprio che tu sia la sola persona che non possa vedere la scena in televisione!". Collins: "Okay, va bene lo stesso. Non mi preoccupa. Com'è la trasmissione?". Houston: "Oh, è bellissima, Mike. Veramente bellissima". Collins: "Perbacco, è magnifico. L'illuminazione è almeno sufficiente?". Houston: "Sì, davvero. Ora hanno piantato la bandiera e si possono vedere le stelle e le strisce sulla superficie lunare". Collins: "Bellissimo, proprio bellissimo".

Gambe e braccia impacciate dallo scafandro che deve difenderlo dalle radiazioni X e ultraviolette troppo "dure" e fornirgli una microatmosfera respirabile alla temperatura giusta, mentre all'esterno si passa dai 120 gradi al sole agli 80 gradi sotto zero all'ombra, Neil Armstrong si muove con un'andatura goffa e incerta, oscillante e scimmiesca. Sul nuovo mondo l'uomo ritorna bambino, deve un'altra volta imparare a reggersi in piedi e a valutare le possibilità dei propri muscoli. Qui la gravità è un sesto di quella terrestre, un uomo come Armstrong (altezza 1,78 metri, 75 chilogrammi) pesa appena una dozzina di chili, ma la sua forza muscolare è rimasta la stessa. Lo sforzo che sulla Terra porta a compiere un passo qui si trasforma in un balzo felino, e quindi è facile perdere l'equilibrio. Ci vuole una tecnica tutta speciale per non sbilanciarsi. Ecco per-

ché i movimenti dei lunauti appaiono come un buffo balletto senza musica. Sono trascorse 110 ore e 5 minuti dal "tempo zero". Ora anche Aldrin è sbarcato e ha sistemato la telecamera su un cavalletto a una ventina di metri dal Lem. Poi fa una passeggiata intorno al Lem scattando fotografie a ognuna delle quattro "zampe" del Lem.

Aldrin: "Bisogna fare davvero molta attenzione a valutare dove si trova il proprio baricentro. Alle volte occorrono due o tre passi per essere sicuri che i piedi sono sotto di voi. Due o tre o forse quattro passettini possono permettervi di fermarvi dolcemente. Per cambiare direzione bisogna fare come un giocatore di pallone: ci si deve gettare di lato e tagliare un pochino la curva. Pare che sia possibile fare una specie di balzo come fanno i canguri. Muoversi in avanti non è altrettanto facile".

Armstrong: "Il salto da canguro funziona, ma mi sembra che la capacità di muoversi in avanti non sia buona come quella a cui siamo abituati mettendo un piede davanti all'altro. È difficile dire come potrebbe essere qui quella che noi chiamiamo un'andatura sostenuta. Penso che sia quella che sto adottando adesso. Potrebbe essere piuttosto faticosa dopo centinaia di... ma ciò potrebbe dipendere dalla tuta, come pure dall'indebolimento della gravità".

E ora viene il momento dei discorsi ufficiali. La conquista della Luna è stata un'idea di Kennedy, la più ambiziosa delle "nuove frontiere" verso cui il giovane presidente democratico aveva indirizzato gli Stati Uniti. Il delitto di Dallas, l'assassinio di Bob Kennedy, la difficile guerra in Vietnam non hanno fermato la corsa allo spazio. Nixon e i repubblicani, saliti al potere dopo l'interregno di Johnson, hanno fatto proprio l'obiettivo kennediano. Non per niente Lyndon Johnson alle 9 e 32 minuti locali del 16 luglio aveva assistito alla partenza della missione *Apollo 11* dalla tribuna d'onore a fianco di Richard Nixon. I tempi bui dello scandalo del Watergate sono un futuro lontano, insospettabile. In questa estate del '69 l'America si riconosce ancora in Nixon senza riserve.

Houston: "Base della Tranquillità, qui Houston. Per favore, potremmo avervi tutti e due nel campo della telecamera?". Armstrong: "Ripeti, Houston". Houston: "Bene: vi vorremmo avere nel campo visivo della telecamera per un minuto. Neil e Buzz, il presidente degli Stati Uniti è adesso nel suo studio e vorrebbe rivolgervi qualche

parola. Passo". Armstrong: "Sarà un onore per noi". Houston: "Avanti, signor presidente. Qui Houston. Passo".

Nixon: "Neil e Buzz, vi parlo per telefono dalla Sala Ovale della Casa Bianca. E questa è certamente la telefonata più storica che sia mai stata fatta. Non so nemmeno dirvi quanto siamo fieri di voi... Per ogni americano questo è il giorno più glorioso della vita. E gli uomini di tutto il mondo, ne sono sicuro, si uniscono agli americani nel riconoscere la grandezza di questa impresa. Grazie a quello che avete fatto, il cielo è diventato una parte del mondo dell'uomo. E il fatto che ci parliate dal Mare della Tranquillità ci stimola a raddoppiare i nostri sforzi per portare la pace e la tranquillità sulla Terra. In questo momento eccezionale nell'intera storia dell'umanità, tutti i popoli della Terra sono veramente uniti. Uniti nell'orgoglio per quello che avete fatto e uniti nella preghiera che voi possiate tornare sani e salvi sulla Terra". Armstrong: "Grazie, signor Presidente. È un grande onore per noi essere qui a rappresentare non solamente gli Stati Uniti ma gli uomini pacifici di tutte le nazioni che guardano al futuro con interesse e curiosità. È un onore per noi partecipare a questa impresa". Nixon: "Vi ringrazio molto, e arrivederci. Tutti noi attendiamo di vedervi giovedì sulla *Hornet* [la nave della marina militare incaricata del recupero degli astronauti nell'Oceano Pacifico al largo delle isole Hawaii]. Armstrong: "Grazie". Aldrin: "Anch'io aspetto con ansia quel momento, signore]".

A SPASSO SULLA LUNA

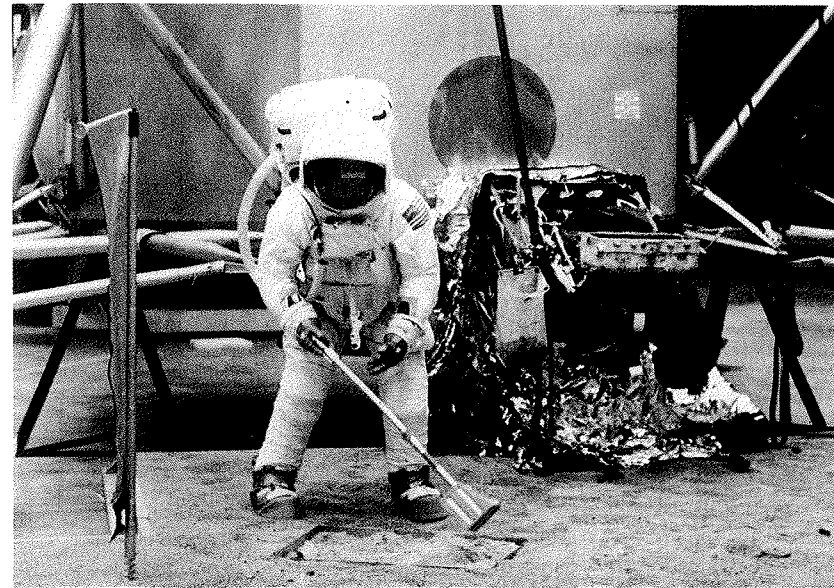
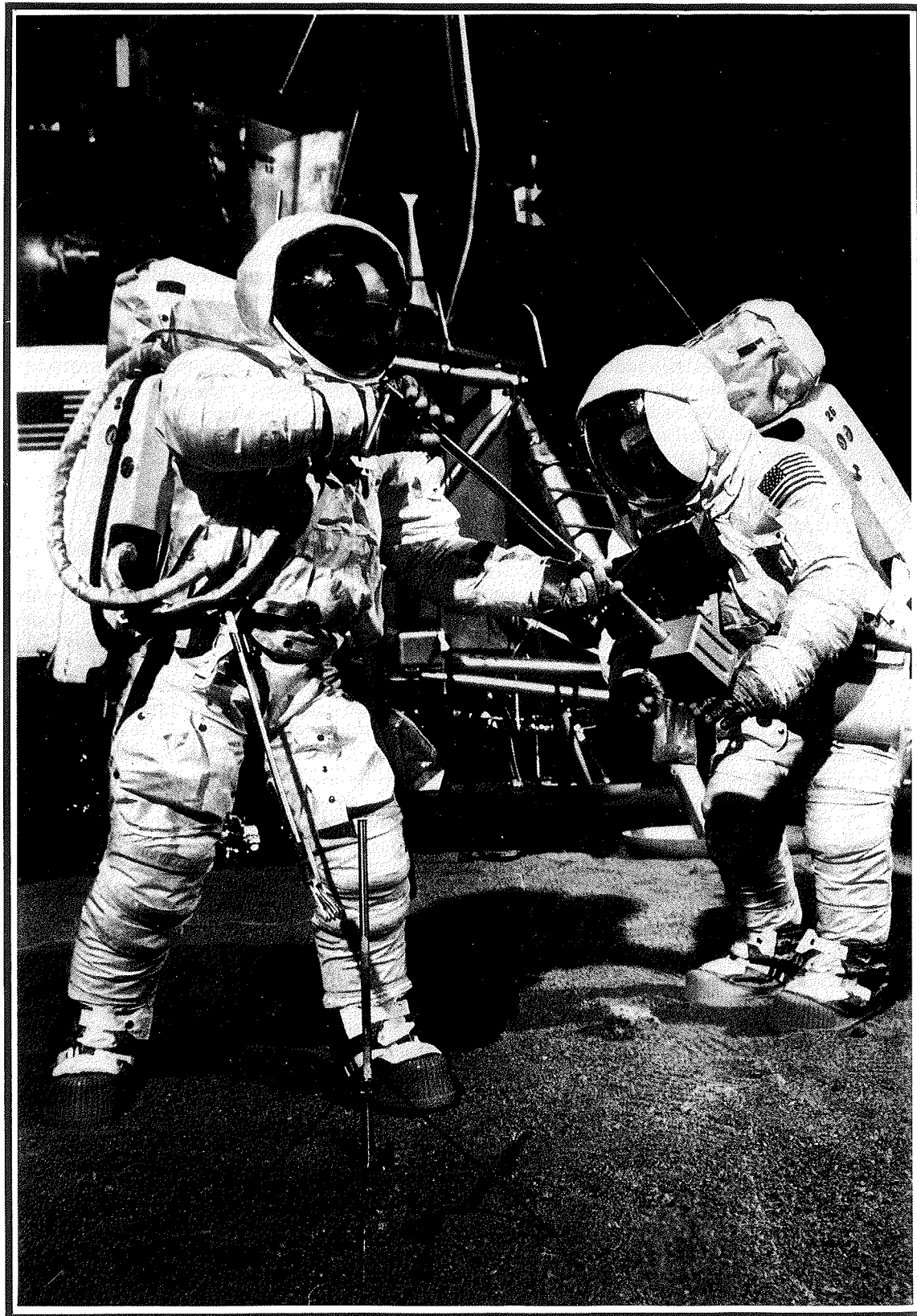
Armstrong e Aldrin riprendono il lavoro: raccolta di campioni, che Armstrong ripone uno per uno in 15 sacchetti annotando le circostanze della raccolta, e sistemazione delle attrezzature scientifiche. Chiusi nelle tute, con il casco che fa apparire la loro testa come prigioniera di una bolla di sapone, incontrano qualche difficoltà anche a causa dei fortissimi contrasti tra le zone illuminate e quelle in ombra.

Armstrong: "Andando dal sole all'ombra ho notato parecchie volte che, proprio quando entro nell'ombra, c'è un riflesso addizionale dal Lem che, aggiungendosi al riflesso del mio volto sul visore, rende la visibilità molto cattiva proprio nel passaggio sole-

ombra. Penso che ci siano tanti riflessi sul mio visore, che il mio (disturbi)... nessuno effettivamente va avanti. Quindi devo aspettare un po' di tempo perché i miei occhi si adattino all'illuminazione. Ma questa volta il (disturbi)...". Aldrin: "Sì, la visibilità, come abbiamo detto, non è molto buona, ma teniamo il visore alzato (disturbi)... Che razza di impronta lasciamo nel (disturbi)...". Armstrong: "Quindi, dopo essere stati un po' al sole bisogna... Buzz, stai calpestando il cavo!". Aldrin: "Okay". Armstrong: "Solleva il piede destro, il piede destro. La punta del piede è ancora impigliata. aspetta un momento. Okay, adesso sei libero". Aldrin: "Grazie". Armstrong: "Adesso muovi questo insieme a me". Commentatore: "Neil Armstrong ha in mano il raccoglitore dei campioni". Ancora disturbi nella comunicazione radio. Houston: "Buzz, qui Houston: perdiamo tutta la parte finale delle tue trasmissioni. Prova a parlare un po' più vicino al microfono. Passo". Aldrin: "Va bene, cercherò". Houston: "Benissimo". Aldrin: "Questa volta lo avevo in bocca". Houston: "Sembrava un po' umido, no?".

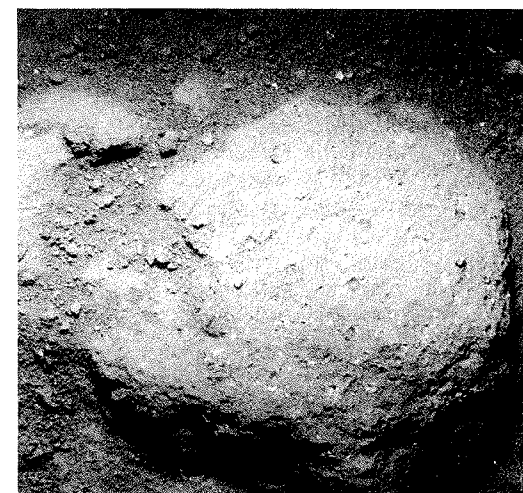
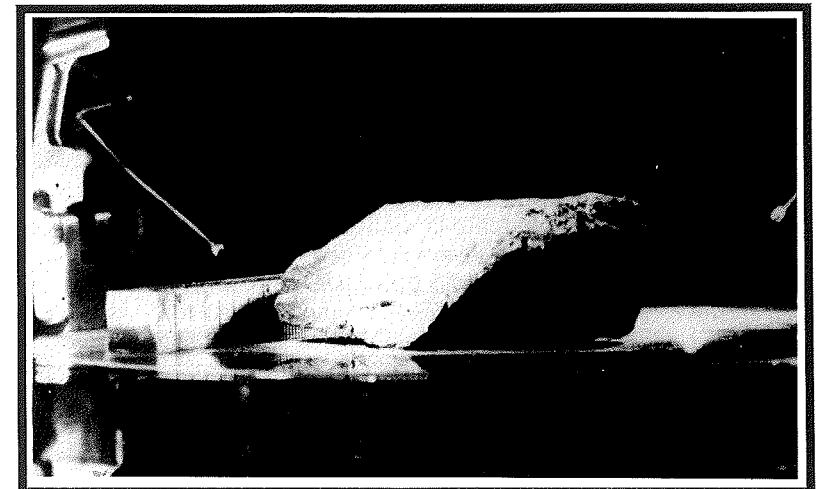
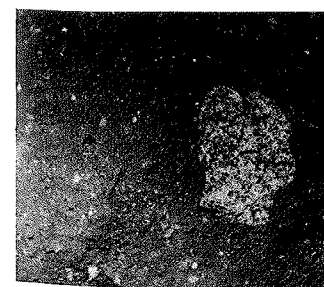
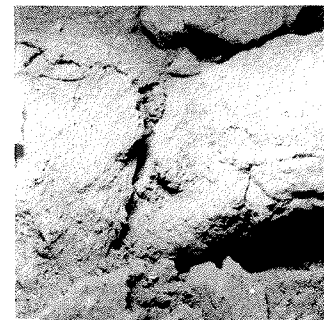
Commentatore: "Neil si trova sulla superficie lunare da circa un'ora. Buzz da 20 minuti, forse anche un po' meno...". Aldrin: "In genere il tempo passato in ombra non sembra avere alcun effetto dentro la tuta. C'è una differenza, naturalmente, nella radiazione in arrivo e nel casco (disturbi)...". Houston: "Qui Houston. Passo". Collins, dall'astronave *Columbia*: "Houston, parlo sul Delta". Houston: "Va bene. Dovresti avere il collegamento con il Lem proprio adesso, mentre la perdita del segnale avverrà fra 40 minuti e 15 secondi. Passo". Collins: "Grazie". Commentatore: "Il ritmo cardiaco dei due astronauti si mantiene fra le 90 e le 100 pulsazioni al minuto. Il medico riferisce che hanno speso il numero previsto di calorie per compiere il loro lavoro. E pensa che siano in gran forma".

Prosegue la raccolta delle pietre lunari (alcune estratte alla profondità massima di 18 centimetri); vengono collocati uno speciale pannello di alluminio per lo studio del vento solare (poi recuperato e riportato a terra per analizzare la composizione atomica del flusso di particelle "soffiato" nello spazio dalla nostra stella), un sismometro capace di registrare e trasmettere per molti anni i dati dei terremoti lunari (sia dovuti ad attività interna del satellite sia all'impatto di



Nella pagina accanto e a sinistra in alto: gli astronauti delle spedizioni Apollo durante la simulazione delle escursioni lunari per la raccolta di campioni rocciosi e del terreno.

Accanto in colonna e sotto: immagini ravvicinate del suolo lunare nelle fotografie scattate durante la missione dell'Apollo 11.



Gli astronauti usarono una macchina stereoscopica da 35 mm: la zona fotografata è di appena 75 mm quadrati; la roccia più grande (in basso a destra) misura circa 7 cm di diametro, mentre nella figura accanto si possono notare microcrateri dovuti al bombardamento di micrometeoriti ultraveloci.

Nel riquadro: una roccia lunare portata a Terra dalla spedizione di Armstrong, Collins e Aldrin, conservata e studiata nei laboratori americani della NASA a Houston: questa roccia è probabilmente di origine vulcanica.

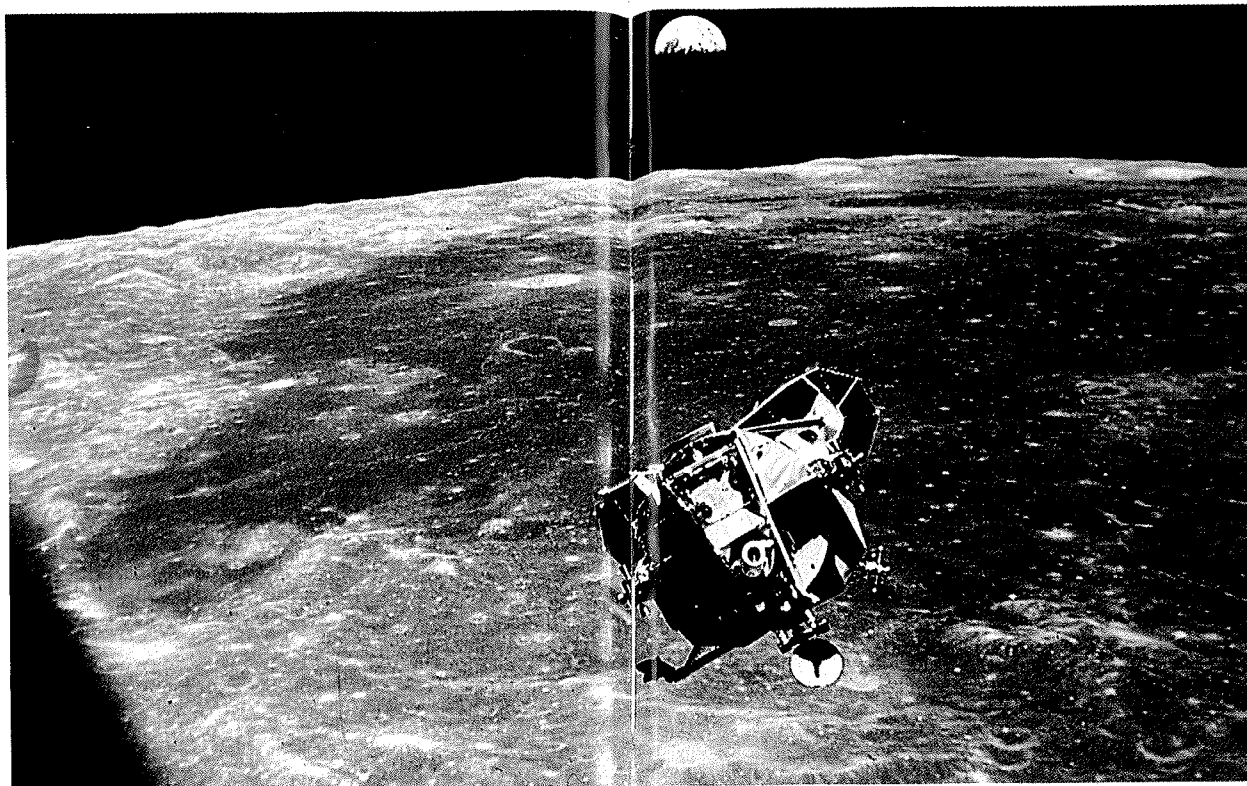
meteoriti), un riflettore laser composto da cento prismi che servirà a misurare la distanza tra la Terra e la Luna con approssimazione di pochi centimetri. Ma rimane anche un po' di tempo per guardarsi attorno, per ammirare il panorama, verificare lo stato del Lem, scattare centinaia di fotografie. Le condizioni del Lem, ovviamente, hanno un interesse più pratico e immediato di quello strettamente scientifico. Da esse dipende il ritorno degli astronauti sull'astronave *Columbia*: il Lem è l'unico fragile filo che li collega ancora al mondo degli altri uomini.

Da un'ora e 20 minuti il comandante dell'*Apollo 11* è sulla superficie lunare. I dintorni dell'allunaggio sono ormai tutto uno scalpiccio di impronte lasciate dagli stivali degli scafandri. Peggio delle tracce lasciate da turisti poco civili dopo un picnic in campagna, quelle orme, in assenza di pioggia e di vento, potranno deturpare il Mare della Tranquillità per milioni di anni.

Armstrong: "Non noto alcuna anomalia nel Lem. Le zampe sembrano in buone condizioni. I tiranti primari e secondari sono in buono stato. Le antenne sono tutte a posto. Non c'è alcun segno di danni sotto il Lem, dovuti a guasti del motore o a qualche tipo di perdita". Houston: "Va bene. Fine".

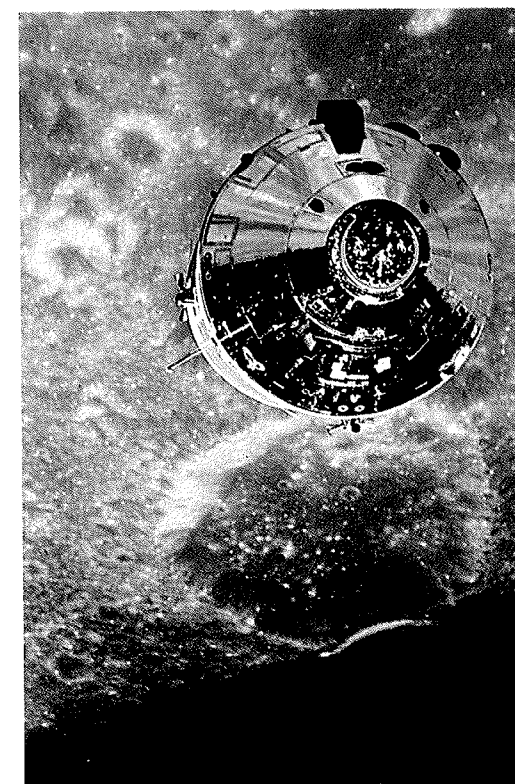
Aldrin: "È molto sorprendente la mancanza di penetrazione delle quattro zampe. Penso che, se anche fossimo scesi meno dolcemente, sarebbero affondate al massimo di una decina di centimetri. Sei d'accordo, Neil?". Armstrong: "Sì, al massimo; ma direi che sono affondate anche meno del previsto". In effetti l'allunaggio è stato molto morbido e la polvere sabbiosa del Mare della Tranquillità lo ha reso quasi soffice. La velocità con cui il Lem ha toccato il suolo è stata quella nominale di un metro al secondo, un settimo della velocità con cui arriva a terra un paracadutista. Un metro al secondo è la velocità di chi va a spasso senza troppa fretta, magari guardando le vetrine o le ragazze che incrocia per via.

Aldrin: "Prendo una foto del tirante vicino allo stadio di discesa: così saremo in grado di vedere meglio eventuali danni. Sembra che siano minimi... Ecco, ho scattato una foto della parte posteriore destra del veicolo spaziale guardando il rivestimento dello stadio di discesa. C'è un annerimento della superficie. Una quantità minima di erosione. Nella discesa entrambi abbiamo notato una gran quantità di polvere finissima attorno a noi. Se n'è sollevata parecchia



Rendez-vous nell'orbita lunare: a sinistra il LEM visto dal modulo

di comando, a destra il modulo di comando fotografato dal LEM.



anche dopo lo spegnimento del motore, e non sono stato capace di valutare bene il fenomeno...".

Ancora qualche decina di minuti, poi incominciano le operazioni per preparare la partenza del Lem. Si ritira il pannello che ha rilevato i dati sulla radiazione e sul vento solare, si ripongono i 22 chilogrammi di pietre e polveri, si controllano i caricatori delle macchine fotografiche (che sono Hasselblad e Kodak). È stato consumato ossigeno per due ore e tre quarti. Infine il commentatore del Centro di Houston può annunciare: "Il tempo non ufficiale dalla partenza è adesso di 111 ore, 37 minuti, 32 secondi. Armstrong ha finito la sua passeggiata e sta per rientrare nel Lem". L'esplorazione a piedi non si è spinta a più di 60 metri dal punto di discesa ed è durata 2 ore e 32 minuti, l'11,7 per cento dell'intero tempo di permanenza sul satellite (che risulterà di 21 ore e 36 minuti).

C'è una pausa di riposo, poi riprende il dialogo con il Centro di Houston. Dalla sala di controllo viene sottoposto agli astronauti un "pacchetto" di domande alquanto articolate. L'impressione è che si voglia acquisire un certo numero di informazioni sul lavoro

scientifico svolto, nell'eventualità che qualche incidente venga a turbare la conclusione della missione.

Dal "tempo zero" sono trascorse 114 ore e 21 minuti.

Houston: "Tranquillità, qui è Houston. Abbiamo per voi alcune domande circa le osservazioni che avete fatto e le cose che avete visto. Possiamo discuterne sia adesso sia più tardi, a vostra scelta. Che ne pensate? Passo". Base della Tranquillità: "Penso che possiamo affrontarle adesso". Houston: "Okay. Qui la vostra amica squadra verde è stata sostituita dalla vostra amica squadra marrone...".

Commentatore: "A Houston tre squadre di tecnici si alternano giorno e notte ai controlli, ogni 8 ore. Le singole squadre sono contraddistinte da camici di colore diverso". Tranquillità: "Okay".

Houston: "Tranquillità, qui Houston. Ecco la prima domanda: qual è la vostra stima dell'inclinazione del Lem rispetto a quella prevista dal piano di volo? Passo". Tranquillità: "Abbiamo 13 gradi a sinistra

sull'inclinometro e penso che sia giusto. Guardando all'ombra, abbiamo probabilmente 13 gradi di inclinazione".

Houston: "Va bene, allora 13 gradi a sinistra. La prossima domanda riguarda la profondità alla quale avete raccolto campioni durante la prima parte dell'attività sulla superficie lunare, nonché i cambiamenti nella composizione dei campioni che potete aver osservato nell'intervallo tra un rilevamento e l'altro. Passo".

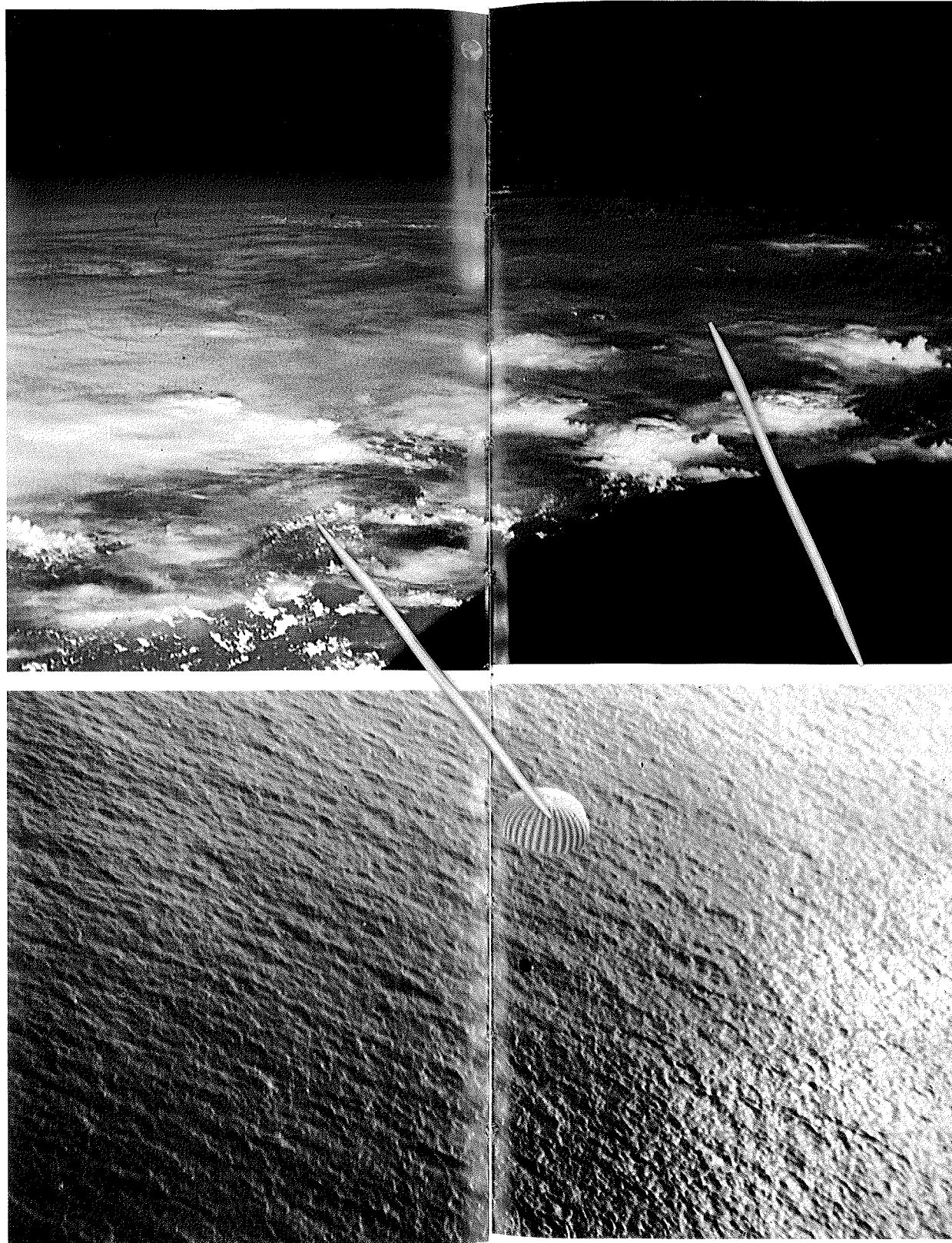
Tranquillità: "Non sono sicuro di aver capito la domanda, ma con i campioni abbiamo raccolto una notevole quantità di terreno, oltre a un numero abbastanza grande di rocce selezionate in punti differenti". Houston: "Va bene, Neil. Uno dei nostri problemi è la profondità alla quale avete raccolto i campioni. Siete riusciti a penetrare per parecchi centimetri oppure siete rimasti vicino alla superficie? Passo". Tranquillità: "Ne abbiamo presi alcuni fino a 17 centimetri di profondità nella zona dove (disturbi)... c'era veramente una differenza apprezzabile e non ho trovato alcuno strato duro. Più tardi, su altri tipi di terreno e su altre zone, sono penetrato solo per due o tre centimetri, e non mi riusciva di andare più giù".

Houston: "Va bene. Crediamo di capire che fino a una certa profondità non hai trovato strati duri né cambiamenti significativi nella composizione del terreno. Altra domanda. Il secondo sacco dei campioni è stato riempito piuttosto in fretta a causa del poco tempo che avevate a disposizione: potreste darci una descrizione più particolareggiata dei campioni che sono contenuti nel secondo sacco? Passo". Tranquillità: "Abbiamo tirato su due 'carote', installato il misuratore del vento solare e riempito circa metà di una grossa sacca con rocce assortite che ho raccolto in fretta attorno a quella zona. Ho cercato di sceglierne quanti più tipi caratteristici potevo".

Il dialogo continua: tecnico, quasi burocratico. Poi finalmente Armstrong e Aldrin possono dormire. Alla centoventunesima ora dal "tempo zero" l'astronave *Columbia* scompare dietro la Luna per la sua ventitreesima orbita. Ogni volta Collins perde per 47 minuti ogni possibilità di collegamento.

A 121 ore e 40 minuti Houston dà la sveglia ai due astronauti che hanno finalmente riposato nel Lem parcheggiato nel Mare della Tranquillità. "Come vanno le cose lassù?" domandano da Houston. "Bene" risponde Aldrin, "Neil si è fatta veramente una buona amaca e si è disteso sullo sportello e sulla copertura del motore. Io mi sono accovacciato sul pavimento. Passo". Sono arrivati soltanto da 21 ore ed è già tempo di ripartire. Armstrong e Aldrin si accingono ai preparativi. La velocità necessaria per andare all'appuntamento con l'astronave *Columbia* è di poco più di 2 chilometri al secondo, il ricongiungimento è previsto alla centoventisettesima ora, 39 minuti e 2 secondi.

Armstrong approfitta degli ultimi minuti disponibili per una descrizione generale della zona dove ha trascorso la più breve e straordinaria villeggiatura della sua vita: "Quello dove siamo atterrati è un campo relativamente libero da crateri: ci sono soltanto crateri secondari allungati e crateri circolari di tipo secondario. Qui attorno vediamo alcuni crateri più piccoli che non hanno un bordo apprezzabile. Il terreno circostante varia da sabbia molto fine ad argilla. Direi che la cosa più simile esistente sulla Terra è la polvere di grafite. Immerse in questo terreno sono innumerevoli rocce di forme, dimensioni e materiali diversi, alcune tondeggianti e altre spigolose, qualcuna sembra di basalto comune, qualche altra di



La Luna è ormai lontana: ecco come appare dal modulo di comando rientrato nell'orbita terrestre

Sotto: lo "splash-down" della navicella Apollo 11 con i tre cosmonauti a bordo.

un basalto un po' particolare. Certe sono senza cristalli, altre ancora hanno piccoli cristalli biancastri... Siamo in un campo di massi che arrivano generalmente a 50 centimetri di altezza e alcuni anche di più. Qualche roccia giace sulla superficie polverosa, altre affiorano solo parzialmente... Nella nostra passeggiata, e particolarmente lavorando con il raccoglitore, abbiamo trovato dei massi molto sotto la superficie: probabilmente erano sepolti da parecchi centimetri di terreno...". Houston: "Tranquillità, qui Houston. Va bene; è una descrizione molto bella". Armstrong: "Ho il sospetto che questa distesa di massi sia stato originata dal grande cratere dall'orlo roccioso su cui siamo passati nell'ultima fase della discesa. Mi è sembrato che quel cratere avesse le dimensioni di un campo di calcio, ma devo ammettere che scendendo era un po' difficile dare una valutazione sicura. I massi vicini al cratere appaiono molto più grandi di quelli che sono in quest'area. Alcuni hanno un diametro di tre metri, o anche più, e sono sparsi molto fittamente... Poi si diradano".

Mancano ormai solo 13 minuti all'accensione dei motori: una parte del Lem rimarrà sul satellite, la parte superiore del modulo lunare si inserirà su un'orbita a 20 chilometri dalla superficie e poi andrà all'appuntamento con l'astronave *Columbia*, in orbita a 110 chilometri di quota. Ore 124 e 23 minuti dal "tempo zero". Houston: "Aquila, qui Houston. Ci sembrate a posto".

IN ROTTA VERSO LA TERRA

Dopo 21 ore e 36 minuti di sosta nel Mare della Tranquillità il motore dello stadio di risalita del modulo lunare si accende. Non se ne può sentire il fragore perché non ci sono suoni dove non c'è atmosfera che possa propagarli. Il Lem oscilla lievemente, poi decolla.

Armstrong: "È stato meraviglioso. 26, 36 piedi al secondo. Attenti al beccheggio. Molto dolce. Aldrin (disturbi)... registrato. Salita molto tranquilla. Ecco un cratere". Houston: "Aquila, qui Houston,

un minuto, e stai andando benissimo". Armstrong: "C'è qualche oscillazione avanti e indietro. Non ci sono molte accensioni dei razzi". Houston: "Va bene, molto bene". Armstrong: "Il sistema di guida automatica concorda entro i limiti di un piede al secondo".

Houston: "Aquila, stai andando benissimo a due minuti".

Armstrong: "Siamo a tremila, 170 piedi al secondo, bellissimo". Houston: "Va bene, d'accordo, magnifico". Commentatore: "La prima cifra si riferisce alla velocità orizzontale, la seconda a quella verticale". Houston: "Aquila, qui Houston, sei go a 3 minuti. Tutto va bene". Aquila: "Okay, stiamo andando per l'autostrada numero uno". Commentatore: "Il modulo lunare si avvicina ai 32 mila piedi di altezza". Houston: "Aquila, qui Houston. A 4 minuti siete proprio sul binario. Tutto va bene". Commentatore: "La velocità orizzontale si avvicina a 2500 piedi al secondo". Aquila: "Ecco il cratere Sabine sulla destra". Houston: "Va bene". Commentatore: "Ancora 196 chilometri all'inserimento". Aquila: "Centoquaranta. Ecco il cratere Ritter (disturbi)... è proprio lì, fa impressione, vero?". Houston: "Aquila, qui Houston, andate bene". Aquila: "Meno 3, 9, 55". Houston: "Aquila, qui Houston, andate molto bene". Commentatore: "Ancora un minuto di accensione. Velocità orizzontale 4482 piedi al secondo". Aquila: "Ancora 800. Ancora 700. Okay, sto aprendo gli interruttori principali. Valvole di salita chiuse, la pressione resta buona, l'alimentazione è incrociata, ancora 350. Attenzione con il motore. Novanta. Okay. Via. Cinquanta. Chiudete. Abbiamo 53 mila 373; trentadue piedi al secondo, 60, 666". Houston: "Aquila, benissimo, registriamo. È grandioso. Vai".

Aquila: "Va bene, Houston. Aquila è di nuovo in orbita...". Houston: "Aquila, qui Houston. Va bene. Ti registriamo. Tutto il mondo è fiero di voi". Aquila: "Abbiamo ancora bisogno di molto aiuto...".

TUTTI A CASA

Aveva ragione il comandante Armstrong. I due lunauti avrebbero avuto bisogno di molto aiuto nella fase delicata dell'aggancio alla *Columbia*, che intanto Collins stava

pilotando in modo da favorire la manovra. Ma sfortunatamente in quell'occasione nessuno poteva aiutarli. Se la cavarono da soli, dopo aver rischiato un incidente che avrebbe potuto sperderli per sempre nello spazio, naufraghi del cosmo con una scorta di ossigeno sufficiente solo per poche ore.

"Maledizione, si è scatenato l'inferno!" grida Collins proprio mentre la navicella sta per ormeggiarsi alla sua astronave-madre. Da Houston, subito in allarme, si chiedono spiegazioni. Ma Collins non risponde, si interrompono le comunicazioni. Che cosa è successo? È successo che l'*Aquila* all'ultimo istante, per un piccolo errore nella manovra di "parcheggio", ha ricevuto dai suoi razzi una spinta indietro che l'ha allontanata dall'astronave-madre a cui stava per agganciarsi. Armstrong allora frena l'*Aquila*, e frenare nello spazio significa accendere dei controrazzi: ma la manovra è critica, si è stretti tra i rischi opposti di smarrirsi nel cosmo e di "tamponare" la navicella a cui ci si deve accostare, e tutto si svolge in pochi secondi.

Infine l'ormeggio riesce. L'uomo dimostra di saper controllare la macchina meglio di quanto la macchina, anche se si tratta di un sofisticatissimo computer, riesce a guidare l'uomo. Armstrong e Aldrin, del resto, lo sapevano: per questo anche nella fase di allunaggio, negli ultimi 120 secondi, avevano chiesto e ottenuto di escludere la guida automatica e a 152 metri di quota sopra il

Mare della Tranquillità avevano impugnato i comandi manuali, avevano evitato quel cratere grande come uno stadio di cui parlava Armstrong nella sua descrizione panoramica, e infine avevano effettuato la più dolce delle "frenate", fino a vedere spenta la luce blu lampeggiante sul cruscotto, con la scritta "Stop".

Scorrono muti gli attimi più tesi dell'intera missione. Poi Collins annuncia: "L'*Aquila* è in gabbia", e a Houston si tira un sospiro di sollievo. Ora Collins ha voglia di scherzare. Mentre i suoi compagni compiono le operazioni necessarie per poterlo raggiungere nella cabina della *Columbia*, spiega: "Adesso Neil e Buzz stanno spolverandosi la Luna di dosso. Usano quell'aspirapolvere che è stato sistemato nel tunnel tra l'*Aquila* e la *Columbia*. I disgraziati non sanno che aspirano milioni di dollari. Non sarebbe stato meglio mettere da parte tutto per fare poi a terra il mercato nero della polvere lunare?". Sono le 23 e 35 minuti del 21 luglio 1969.

L'aggancio difficile è la penultima emozione. L'ultima è l'ammarraggio. Avviene alle 18, 50 minuti e 21 secondi, ora estiva italiana del 24 luglio. Erano partiti 8 giorni prima, il 16 luglio alle 15 e 32 minuti, sempre ora estiva italiana, corrispondente alle 9 e 32 di Cape Canaveral. In tutto un viaggio di 195 ore e 17 minuti.

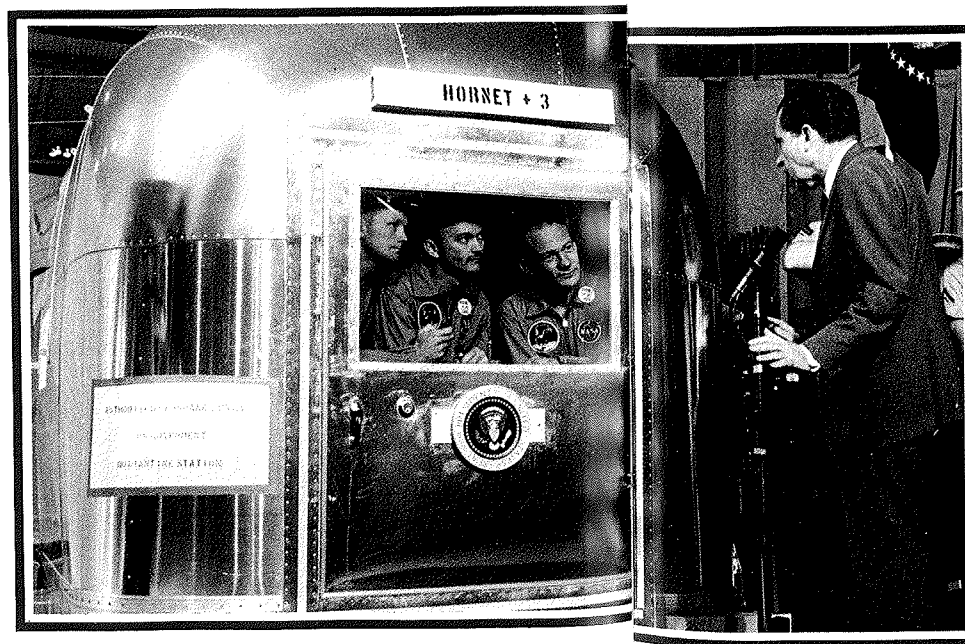
L'astronave arriva fiammeggiando, come un bolide celeste. Ma non c'è da preoccupar-

si. È tutto normale, tutto previsto. Il rientro avviene a una velocità che all'ingresso nell'alta atmosfera è prossima a quella di fuga dalla Terra, poco meno di 40 mila chilometri all'ora, circa 11 chilometri al secondo. Poi si accendono i retrorazzi che servono a rallentare la corsa e a preparare un ammaraggio morbido. Ma l'attraversamento dell'atmosfera avviene in gran parte ancora a una velocità tale da creare sulle pareti dell'astronave un fortissimo attrito. Succede un fenomeno simile a quello che accende un fiammifero quando lo si strofina sulla carta vetrata. Per questo l'astronave è ricoperta con un materiale di composizione segreta (una speciale piroceramica) che si vaporizza gradualmente con l'attrito disperdendo la maggior quantità possibile di calore. A questo scudo termico, particolarmente spesso alla base del cono che subisce lo stress del "piastrellamento" sull'alta atmosfera, è affidata la vita degli astronauti negli ultimi cruciali minuti del viaggio. Basti pensare che al doppio della velocità del suono (Mach 2) la temperatura d'attrito raggiunge i 100°, al triplo tocca i 300°, a 10 volte la velocità del suono raggiunge i 3900°. E la velocità di un'astronave che rientra dalla Luna è di circa 30 Mach, cioè 30 volte la velocità del suono, almeno quando la capsula si accosta agli strati superiori dell'atmosfera (fortunatamente molto rarefatti).

Dunque il bolide infuocato compare nel cielo dell'Oceano Pacifico. Il mare è piuttosto mosso, ma non tanto da ostacolare il recupero. *Columbia* si tuffa ad appena 20 chilometri dalla portaerei *Hornet*, 1510 chilometri a sud-ovest delle Hawaii e 370 a sud dell'isola Johnston. Si capovolge, ma immediatamente i galleggianti la raddrizzano.

"Tutto perfetto, dall'inizio alla fine", dice la voce di Armstrong mentre gli elicotteri si apprestano al recupero degli astronauti.

I tre arrivano sulla *Hornet* in gabbie di ferro e con addosso dei coprituta asettici. Li accoglie il presidente Nixon, ma a distanza. Appena il tempo per un sorriso davanti alle telecamere e ai flash dei fotografi. "Siamo in gran forma", dice ancora Armstrong. Poi vengono rinchiusi nell'unità mobile di quarantena dove rimarranno per tre settimane: precauzione contro un eventuale contagio da batteri lunari. Ma non c'è questo pericolo. La Luna è un mondo che non è mai stato vivo. Se non in quelle poche indimenticabili ore.



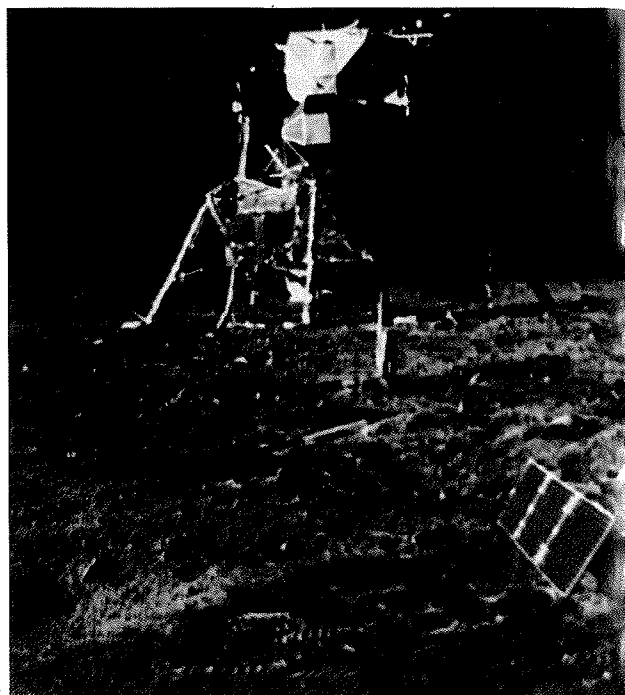
Il presidente degli Stati Uniti Richard M. Nixon dà il benvenuto della nazione e del mondo intero ai tre protagonisti del primo sbarco umano sulla Luna, accogliendoli a bordo della portaerei *Hornet*. Da sinistra, si affacciano alla roulotte della quarantena il comandante della spedizione, Neil Armstrong, il secondo uomo sceso sulla Luna, Edwin Aldrin, e il pilota del modulo di comando, Michael Collins.

RIFIUTI PER 75 MILIARDI

Hanno strappato alla Luna 21 chili di pietre e in cambio le hanno lasciato 75 miliardi di rifiuti (quotando il dollaro 1500 lire). Rifiuti per modo di dire. In realtà si tratta di oggetti preziosissimi, miracoli di meccanica e di elettronica. Ma quando si può è meglio viaggiare leggeri, e in questo caso, poi, viaggiare leggeri è un imperativo assoluto: per ogni chilogrammo di materiale che deve compiere il viaggio Terra-Luna-Terra bisogna stanziare mezza tonnellata. Di questa mezza tonnellata più del 90 per cento è propellente del razzo. In termini energetici, e quindi anche economici, riportare materiali dalla Luna costa di meno perché minore è la gravità a cui bisogna strapparli. Ma bisogna pur sempre portare dalla Terra fin sulla Luna il propellente necessario. Un buon motivo, quindi, per ripartire soltanto con l'essenziale.

La cosa più ingombrante e preziosa che Armstrong e Aldrin lasciano sulla Luna è, naturalmente, la sezione di discesa del Lem, familiarmente chiamata "il ragno" per l'esile traliccio delle sue quattro zampe. È, in pratica, una piccola rampa di lancio che serve al decollo della parte di *Aquila* destinata al ritorno. Anche quest'ultima parte dell'*Aquila*, una volta esaurita la sua funzione e realizzato il congiungimento all'astronave *Columbia*, è come un tubetto di dentifricio spremuto e la si deve gettare via, cioè abbandonare in orbita lunare: ciò che Armstrong e Aldrin hanno fatto subito dopo aver raggiunto Collins. "Orbita riuscita", si è limitato a dire Armstrong quando *Aquila* è scomparsa rapidamente nel vuoto, e nella sua voce nessuno ha sentito vibrare neanche una punta di nostalgia o di affetto per quella capanna spaziale che pure lì aveva ospitati, difesi dalle radiazioni maligne del cosmo, e infine riaccompagnati sulla strada di casa.

Qualche attenzione di più verrà riservata alla sezione dell'*Aquila* rimasta disabitata sulla sponda del Mare della Tranquillità, cioè al "ragno". Il "ragno" aveva infatti delle luci simili ai fanali di posizione di un'auto, e queste luci intermittenti hanno continuato a lampeggiare per un bel po' anche dopo la partenza degli astronauti, fino a quando non si sono esaurite le batterie.

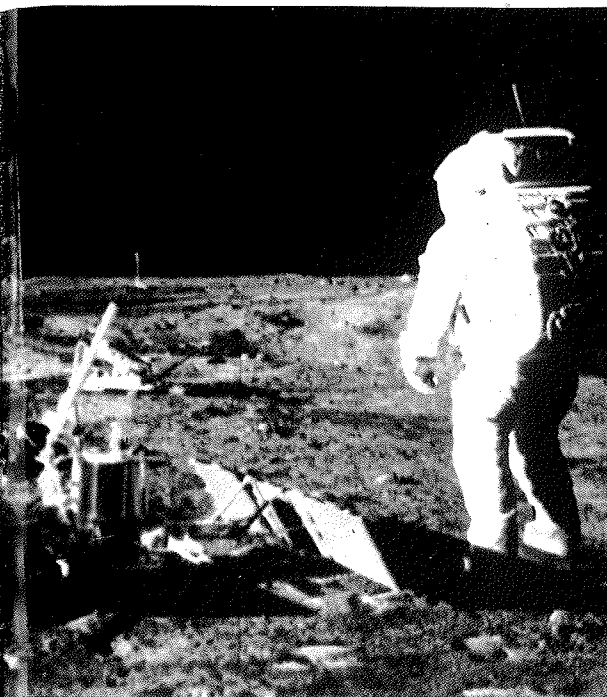


"Sono contento che le luci del vecchio relitto funzionino" dice Armstrong alla *Columbia* rispondendo all'informazione che gli giungeva da Houston. "Quella luce rischiara il ramo di ulivo che abbiamo lasciato proprio vicino a una delle zampe del 'ragno'. Accanto c'è uno dei nostri distintivi dell'*Apollo 11*". E dopo sette ore, quando da Houston gli comunicano che l'ultima luce dell'*Aquila* si è spenta e che è rimasta accesa sei ore più del previsto, Armstrong risponde: "Sono contento che abbia battagliato. La sua è stata la morte di un vincitore". Meno marziale l'altro pioniere della Luna: "Siamo stanchi, gente", dice Aldrin. E poi entrambi si addormentano, senza neanche accorgersi che intanto *Columbia* è entrata nella sua trentunesima orbita e che Collins, mentre sorvolano la faccia lunare ignota e semibuia, ha acceso i razzi che devono imprimere l'abbrivio del ritorno.

Insomma, tra il "ragno" e la sezione di decollo abbandonata nello spazio, se ne sono andati 75 miliardi. Ma benché si tratti di cifre assai inferiori, forse fanno ancora più impressione i costi degli altri rifiuti minori rimasti sulla Luna. Farne l'inventa-

In questa fotografia che riprende Aldrin durante un'escursione sulla Luna, si distinguono vari strumenti che

verranno poi abbandonati dagli astronauti al rientro sulla Terra. Anche la parte inferiore del LEM rimarrà nel Mare Tranquillitatis.



rio è qualcosa di più di una semplice curiosità, perché può servire a comprendere che cos'è per la tecnologia l'impulso che deriva dalle esigenze aeronautiche.

Abbandonata sulla polvere scura del Mare della Tranquillità c'è la telecamera che ha permesso a 600 milioni di terrestri di seguire dal salotto la prima passeggiata su un altro mondo: la Nasa l'ha pagata, al cambio attuale (1987), circa un miliardo e mezzo. "Eppure non ha mai funzionato bene!", dirà poi Armstrong rievocando la "diretta dalla Luna" una quindicina di anni dopo.

Poi ci sono le due macchine fotografiche: una Hasselblad da 70 milioni e una specialissima Kodak costata 310 milioni. Nelle sei missioni Apollo con allunaggio saranno in tutto undici le Hasselblad abbandonate sul satellite. Il prezzo non esattamente economico si deve al fatto che queste camere hanno requisiti molto particolari: resistono a sollecitazioni di 20 g e possono operare a temperature fra 130 gradi sotto zero e 100° sopra.

Nella parte del Lem rimasta sulla Luna ci sono anche gli zaini contenenti le bombole di ossigeno, le batterie e le altre attrezzature usate durante la passeggiata: ognuno è co-

stato circa 200 milioni. Rimangono lassù pure gli attrezzi che sono serviti a scavare il terreno lunare per cavarne i campioni di roccia, tra i quali: paletta, grosse pinze, un martello dal manico lunghissimo (la minor gravità rende meno efficaci le martellate se il manico è di misura terrestre), una specie di piccone: in tutto 280 milioni.

Non possono, invece, essere considerati "rifiuti", ma preziosi strumenti di laboratorio, il telesismometro e il riflettore laser rimasti in attività sulla superficie del satellite. Il riflettore è composto da cento prismi, il sismometro è così sensibile che a terra i tecnici potevano registrare i passi degli astronauti. Complessivamente questo materiale, chiamato in sigla "Alsep" (Apollo Lunar Surface Experiment Package), pesa 77 chilogrammi.

Gli astronauti lasciano anche alcuni relitti che non hanno un grande pregio economico, ma in compenso hanno un alto valore dal punto di vista simbolico. Sono una piastrina che porta incisi i messaggi augurali di 73 capi di Stato, il tutto su un dischetto largo soltanto 3 centimetri; la targa metallica con l'epigrafe, le firme dei tre astronauti e quella del presidente Nixon; le medaglie con i ritratti degli astronauti periti in missione (il sovietico Vladimir Komarov, morto il 24 aprile 1967 per il mancato funzionamento del paracadute della sua "Soyuz", e gli americani Grissom, White e Chaffee, bruciati il 27 gennaio dello stesso anno); la bandiera americana.

Questa bandiera ha una storia a sé. La Nasa ne aveva ordinati molti esemplari a varie ditte, tutti identici, delle dimensioni di 52 per 100 centimetri. Poi tutte le bandiere erano state private dell'etichetta di fabbrica e ne era stata scelta una a caso da imbarcare sul Lem: l'unico modo sicuro per evitare, in un regime di libera e spietata concorrenza, una speculazione poco edificante sul simbolo degli States.

Un viaggio di andata e ritorno è invece toccato al microfilm su cui era incisa la *Preghiera degli astronauti*, una composizione poetica di Gabriele Crujllas D'Annunzio, figlio del più celebre Gabriele autore delle *Laudi* e protagonista dell'impresa di Fiume. D'Annunzio junior, spentosi a 82 anni il 3 novembre 1978, aveva consegnato il testo della preghiera all'astronauta Frank Borman in occasione di una sua visita a Roma. Così, almeno un po' d'Italia è andata sulla Luna.

IL PRIMO LASER LUNARE

Terra chiama Mare della Tranquillità. Non ci sono più uomini, lassù, ma ci sono i due strumenti sistemati accanto al relitto del "ragno": il sismometro e il riflettore laser. Il sismometro ausculta le intime vibrazioni lunari aiutando i planetologi a comprendere come è fatto il "cuore" più segreto della Luna. Il riflettore laser rimanda all'Osservatorio di Lick, dopo 12 giorni di vani tentativi, un raggio di luce "coerente" (cioè di un solo colore e con tutte le onde in fase) che gli viene inviato da Terra.

È un fantastico ping-pong che usa come pallina un impulso di fotoni luminosi. Tra andata e ritorno il raggio di luce impiega circa due secondi e mezzo. Non è facile centrare il bersaglio del piccolo riflettore lasciato sulla Luna. E anche se lo si colpisce, quasi tutti i fotoni riflessi, pochissimi rispetto a quelli sparati, vanno dispersi. Alle due di notte del 1° agosto finalmente gli scienziati colgono nel segno. Ora il gioco diventa più semplice. Localizzato il bersaglio, basta inseguirlo con cura. Così l'esperimento in poche ore viene ripetuto centinaia di volte.

Perfezionando la tecnica si arriverà a misurare la distanza Terra-Luna con l'incertezza di pochi centimetri. Si potrà così verificare il progressivo allontanamento della Luna dalla Terra al ritmo di 3-4 centimetri all'anno (dovuto a complesse conseguenze delle maree), tenere sotto controllo certe lievi oscillazioni dell'asse terrestre, misurare con un metodo diretto la deriva dei continenti. Sono i primi frutti del laboratorio abbandonato sulla "spiaggia sporca" del Mare della Tranquillità. Ma di questo avremo occasione di riparlare.

IL "GO", QUEL 16 LUGLIO '69

Qualcuno ha detto che lo sbarco sulla Luna è stato una vittoria dell'intelligenza e una sconfitta della ragione. "Perché l'uomo va sulla Luna? — aveva detto una volta Armstrong a un giornalista. — Semplicemente perché la Luna è là". Il sociologo Marshall McLuhan mentre l'*Apollo 11* si staccava dalla rampa di lancio parlava di "arroganza ridicola". L'antropologa Mar-

garet Mead ribatteva: "Il viaggio verso la Luna era nel destino dell'uomo".

Certo i giudizi erano divisi, inconciliabili. Il filosofo della scienza Giorgio De Santillana: "Andare sulla Luna è come costruire le piramidi o il Palazzo di Versailles: è scandaloso fare queste cose quando altri uomini non riescono ancora a soddisfare necessità elementari". Il fisico Robert Jastrow: "La parte scientifica del volo lunare soffoca quella mondana, politica, sciovinistica. Che cosa ci aspettiamo dalle pietre lunari? Di trovarci la storia della nostra origine. Se ci riusciremo sarà valsa la pena di fare questo sforzo". Il padre della "pop art" Rauschenberg: "L'esplorazione della Luna è l'impiego di un surplus finanziario della società dei consumi. C'è il rischio che tecnologia e moralità sociale si allontanino sempre di più". E intanto un sondaggio faceva sapere che 41 cittadini americani su 100 erano favorevoli alle esplorazioni spaziali, 59 contrari. "Da questo punto di vista l'allunaggio è una violenza contro l'opinione pubblica", concludeva il sociologo Louis Harris.

In Italia il chimico-scrittore Primo Levi annotava: "Sappiamo che cosa stiamo facendo? Da molti segni è lecito dubitarne. Certo conosciamo, e ci raccontiamo l'un l'altro, il significato letterale, sto per dire sportivo, dell'impresa: è la più ardua, e ad un tempo la più meticolosa, che mai l'uomo abbia tentato; è il viaggio più lungo; è l'ambiente più straniero. Ma perché lo facciamo, non sappiamo: i motivi che si citano sono troppi, intrecciati fra loro, ed insieme mutuamente esclusivi. Sotto tutti, alla base di tutti, si intravede un archetipo; sotto l'intrico del calcolo, sta forse l'oscura obbedienza ad un impulso nato con la vita e ad essa necessario, lo stesso che spinge i semi dei pioppi ad avvolgersi di bambagia per volare lontani nel vento, e le rane dopo l'ultima metamorfosi a migrare ostinate di stagno in stagno, a rischio della vita: è la spinta a disseminarsi, a disperdersi su un territorio vasto quanto è possibile; poiché notoriamente le "aiuole" ci fanno feroci, e la vicinanza del nostro simile scatena anche in noi uomini, come in tutti gli animali, il meccanismo atavico dell'aggressione, della difesa e della fuga".

Questo il dibattito in America e nel mondo, mentre dal Centro di Houston il direttore delle operazioni di lancio, l'italo-americano Rocco Petrone, seguiva il conto alla rovescia e si preparava a comunicare il

go lunare. E se per gli intellettuali i dubbi erano materia di discussione quasi salottiera, per altri diventavano slogan da gridare con violenza in faccia alla Nasa, invettive contro la Casa Bianca. Erano gli anni della rivolta nelle Università, degli hippies, delle marce contro la guerra in Vietnam, della contestazione giovanile. Anche la Luna veniva contestata. A Cape Canaveral erano arrivati cinquanta negri. Venivano dal profondo Sud con i loro muli, la loro miseria, la loro rabbia intrisa di atavica tristezza. In testa c'era Ralph Abernathy, il successore di Martin Luther King, da poco assassinato.

Hanno cartelli e striscioni, gridano la loro protesta. Un altro gruppo di negri della Florida picchetta un centro di informazioni della Nasa, poco lontano. Il loro slogan è: "Luna no, Terra sì". Mister Paine, delle pubbliche relazioni della Nasa, riceve Abernathy e gli offre l'ingresso alla tribuna dei "vip". Lui accetta, purché ci siano altri dieci ingressi per altrettanti dimostranti. Così all'istante zero sarà nella tribuna d'onore accanto a Nixon. Qualcuno dei suoi gli urla: "Sei uno zio Tom".

Per i tre astronauti la giornata del 16 luglio incomincia presto. Sveglia alle quattro e mezzo, con il cielo che incomincia appena a sbiancare. Il tempo si annuncia buono. C'è solo qualche nube orlata di rosa. Armstrong domanda: "Nulla è cambiato?". Gli dicono di no, tutto è normale, il conto alla rovescia procede regolarmente. "Bene — risponde Neil, — ora dal medico". E Aldrin: "Cerchiamo di sbrigarci, ho fame". Il più "umano" è Collins, che ha la parte meno popolare dell'impresa, meno illuminata dai riflettori. Prova a scherzare: "Perché non diciamo al dottor Berry che abbiamo il mal di gola? Vediamo un po' che faccia fa!".

Nessuno dei tre aveva mal di gola o un altro malanno né sul serio né per scherzo. I controlli si succedono veloci secondo il programma previsto. Poi gli astronauti lasciano la sala medica per avviarsi alla rampa di lancio. Indossano la tuta, entrano nella cabina in cima al razzo. Incomincia l'attesa del tempo zero, che arriverà alle ore 9 e 32, corrispondenti alle 15,32 italiane. Il cielo è limpido, il sole incomincia a picchiare, qualche pellicano volteggia intorno alla cima del *Saturno 5* mentre si concludono gli ultimi preparativi.

Finalmente viene il "go" dal Centro di Houston. Abbagliante appare la fiammata

arancione ai piedi della rampa 39/A, si sviluppa istantanea una nube alla base del razzo che per un attimo oscura l'incendio: effetto della vaporizzazione nella grande vasca, una specie di piscina piena d'acqua in cui affogano le gigantesche lingue di fuoco che altrimenti distruggerebbero tutta la zona di lancio. In qualche frazione di secondo il *Saturno 5* consuma l'eccesso di peso dovuto al carburante e la spinta dei motori diventa maggiore della gravità. Un lievissimo ondeggiamento, come un'ultima esitazione, poi le 2940 tonnellate si sollevano verso il cielo, prima lentamente, poi con un'accelerazione vertiginosa. "Non scrivete che la partenza è avvenuta alle 9 e 32 esatte — dice Rocco Petrone ai giornalisti, — sarebbe una bugia. Siamo partiti con un ritardo di 724 millesimi di secondo".

La fiamma che esce dagli ugelli del *Saturno 5* trascolora. Mentre si bruciano tredicimila chilogrammi di propellente al secondo e gli spettatori sono investiti dal tuono dei motori, simile a quello di un vulcano nel parossismo dell'eruzione, la lingua di fuoco da arancione diventa rosa, rossa, gialla, verde, viola, con una brillantezza da allucinazione. Poi il *Saturno* scompare dietro una grossa nuvola grigia, per riapparire subito dopo in una baia di sole. Ora la fiammata, lunga 60 metri, è simile alla coda di una cometa che diventa sempre più piccola, fino a scomparire.

In 5 minuti e 47 secondi l'*Apollo 11* raggiunge l'orbita di parcheggio a 215 chilometri di quota. Il missile è diventato un satellite della Terra e vola a 28 mila chilometri all'ora. "La vista è ottima, — dice Collins, — mi hanno finalmente concesso di stare vicino alla finestra per guardare fuori: pare di essere seduti nel soggiorno di Bruce McCandless" (uno dei controllori del volo). Ma non c'è molto tempo per contemplare il panorama. Dopo un'orbita e mezza, mentre l'*Apollo 11* si trova nel cielo australiano, viene da Houston il vero e proprio go lunare: "Tutto secondo il previsto. È un bel viaggio, il vostro. Prendete la via della Luna". E così si riaccendono i motori del terzo stadio e la navicella viene accelerata fino a 39 mila chilometri all'ora e sottratta alla schiavitù della gravità terrestre. Intanto la Luna, che è stata nuova due giorni prima alle 14 e 12 minuti, vista da terra è una falce sottile che con passo regolare si avvia all'appuntamento della notte tra il 20 e il 21 luglio.

Nella tribuna dei "vip" Nixon e l'ex presidente Johnson esultano. Lo stesso Abernathy confesserà: "Per qualche istante ho dimenticato che siamo in tanti a soffrire la fame". In Italia l'onorevole Mariano Rumor cercava di ricucire l'ennesimo governo di centrosinistra. A Beirut una casalinga libanese, Rifka Salim, fa battezzare *Apollo 11* il suo bambino. In quello stesso 16 luglio ottiene il divorzio la moglie dell'astronauta Donn Eisele, astronauta dell'*Apollo 7*. Erano sposati dal 1952, ma l'unione non ha retto allo "stress" dello spazio.

I PROTAGONISTI, PRIMA E DOPO

Il 12 agosto, dopo tre settimane di quarantena e un giorno trascorso in famiglia, i tre reduci dalla Luna tengono la loro prima conferenza stampa al Centro di Houston. Aiutandosi con diapositive e film raccontano la loro avventura con freddo distacco. Il momento più difficile — spiega Armstrong — è stato quello dell'allunaggio. Il pilota automatico dell'*Aquila* puntava direttamente su un cratere dal fondo piuttosto accidentato dove sarebbe stato pericoloso atterrare. Se il "ragno" si fosse posato obliquamente o, peggio, se si fosse ribaltato, la missione sarebbe stata compromessa irrimediabilmente. Così nell'ultimo chilometro percorso dall'*Aquila* gli astronauti hanno impugnato i comandi manuali portando il "ragno" in una zona sicura. Unico inconveniente, il maggior consumo di carburante. "Se la manovra fosse durata 20 secondi di più — dice ancora Armstrong — avremmo dovuto rinunciare". Un altro problema si è avuto negli ultimi metri, quando il getto dei motori ha sollevato una nube di polvere lunare impedendo la visibilità proprio nella fase più delicata. Per il resto, tutto normale; peccato soltanto che il tempo a disposizione fosse così poco.

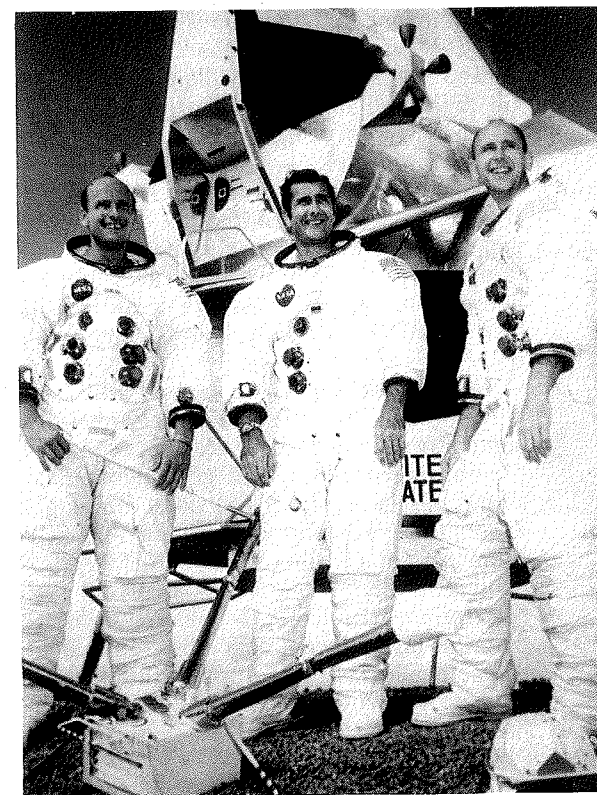
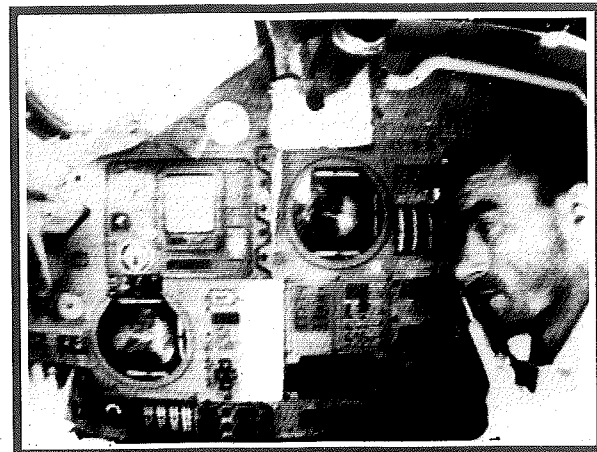
"La cosa a cui siamo meno preparati — aggiungono gli astronauti — sono i festeggiamenti". Tuttavia partono per una "tournee" di 19 giorni negli Stati Uniti, con una tappa a Los Angeles per cenare, ospiti del presidente Nixon. Per i tre uomini spaziali incomincia così il dopo-Luna, il difficile ritorno dell'eroe alla quotidianità. Ma vediamo più da vicino, questi tre esploratori di un altro mondo, proviamo a sfogliare il loro "curriculum".



A sinistra, dall'alto: Donn F. Eisele (*Apollo 7*) prova la cuffia di comunicazione dotata di microfono e auricolari.

Immagine teletrasmessa durante la missione *Apollo 7*: Cunningham osserva Eisele durante un controllo del meccanismo di posizione del veicolo spaziale in orbita terrestre.

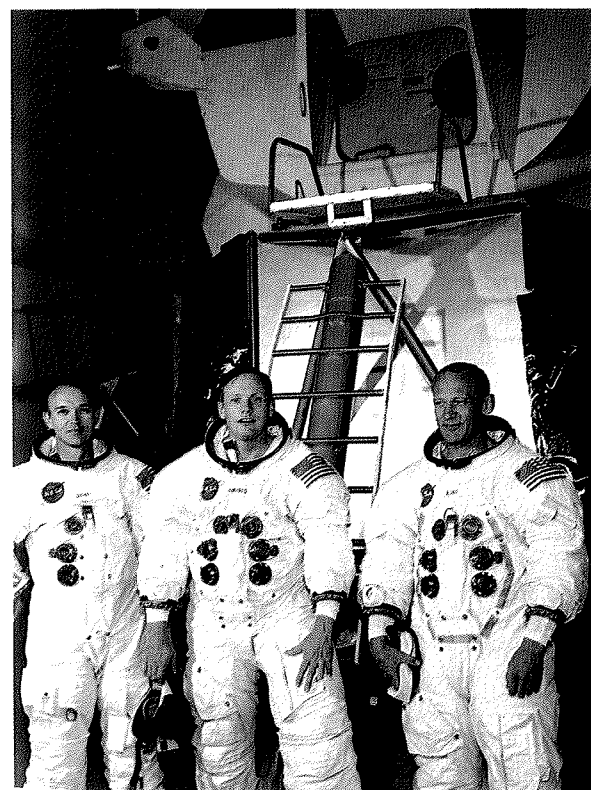
L'equipaggio dell'*Apollo 12*:



da sinistra: il comandante Charles Conrad, il pilota del modulo di comando Richard F. Gordon e il pilota del LEM Alan L. Bean.

Sotto: i protagonisti della spedizione *Gemini 10* John Young (a sinistra) e Michael Collins, dopo l'amaraggio nel Pacifico. L'equipaggio dell'*Apollo 11*: Neil A. Armstrong, Michael Collins e Edwin E.

Aldrin Jr. partirono per la spedizione lunare il 16 luglio 1969 alle 9.30 da Capo Kennedy. Aldrin e Armstrong scesero sul suolo lunare il 20 luglio, e ripartirono il giorno dopo per ricongiungersi al compagno che era rimasto in orbita stazionaria intorno alla Luna. Il rientro a Terra avvenne il 24 luglio, con un tuffo nell'Oceano Pacifico.



Neil Armstrong è nato in una fattoria presso Wakaponeta, nell'Ohio. Laureato in ingegneria, è alto un metro e 78 centimetri, pesa 75 chilogrammi, ha occhi azzurri e capelli biondi. Compie 39 anni il 5 agosto successivo alla missione lunare. È sposato con Janet Shearon e ha due figli, Eric e Mark, il primo di 12 anni e il secondo di 6 all'epoca dello sbarco nel Mare della Tranquillità. È l'unico "civile" dell'equipaggio dell'*Apollo 11* ma ha alle spalle una lunga esperienza militare. Durante la guerra di Corea ha compiuto 78 missioni come pilota della Marina. Abbattuto dalla contraerea, si è salvato con il paracadute pur essendo disceso oltre le linee nemiche. Nel 1955, finito il servizio militare, si laurea in ingegneria aeronautica e diventa pilota collaudatore alla base di Edwards, in California, dove accumula 4000 ore di volo. Sono gli anni in cui si lavora al celebre aereo-razzo X 15, e Armstrong lo sperimenta fino a 63 mila metri di altezza e alla velocità di 6400 chilometri orari. Entra a far parte della Nasa nel settembre 1962 e quattro anni dopo compie la sua prima missione spaziale: è il 6 marzo 1966 e con il comandante Scott partecipa alla missione della *Gemini 8*, l'astronave che realizza il primo aggancio con un altro veicolo spaziale (un razzo *Agena*). Abbiamo già detto che le cose non andarono troppo bene. Subito dopo il congiungimento, la capsula incominciò a ruotare come una trottola impazzita. I due allora staccano l'*Agena* dalla *Gemini* e affrontano un amaraggio di fortuna. La missione è durata in tutto 10 ore e 42 minuti, ma per Armstrong sono state ore lunghe. Al ritorno, per rilassarsi, si dedica un po' al suo "hobby" preferito: il volo a vela.

Dopo il leggendario approdo nel Mare della Tranquillità, Armstrong si chiude in se stesso ed evita il più possibile di parlare del passato. Il suo, a Cincinnati, diventa quasi un volontario esilio: evita i giornalisti e si limita a insegnare ingegneria aerospaziale nell'Università locale. A parte una momentanea sbandata sentimentale per la cantante Connie Stevens, Armstrong nel tempo libero si dedica alla progettazione di una macchina cuore-polmone per uso medico. Più di una volta ha parole dure e giudizi taglienti sulla Nasa. Nel dicembre del '72, conclusa con l'*Apollo 17* l'esplorazione umana del nostro satellite, non si presenta neppure a una convocazione al Centro spaziale in Florida, dove avrebbe dovuto posare per una foto

commemorativa con gli altri undici astronauti dell'intero "Programma Apollo". Così la foto di gruppo rimane incompleta. Nel luglio '79 rifiuta anche un invito a un party di Nixon, con il quale aveva dialogato dalla Luna in quella che rimane la prima telefonata interplanetaria. "Snobba" così il ricevimento che l'ex presidente volle offrire agli astronauti del Programma Apollo a Villa Pacifica, in California, prima di venderla al prezzo di un milione di dollari per pagare le spese legali sostenute nella vicenda dello scandalo Watergate. Alla fine degli anni Settanta Armstrong lascia anche l'Università di Cincinnati e va a lavorare in una piccola azienda di computer. Non fuma, beve poco (eppure una volta alla base di Edwards aveva vinto una gara di birra a go-go). Nei rapporti con il pubblico è un misto di timidezza, modestia e autocontrollo.

Edwin Aldrin, detto "Buzz", al momento dello sbarco ha appena compiuto i 39 anni. Nasce a Montclair, nel New Jersey. Sua moglie, Joan Ann Archer, gli ha dato tre figli: Michael, Janice e Andrew, rispettivamente di 14, 12 e 11 anni al tempo dello sbarco. Aldrin è colonnello dell'aeronautica statunitense ed entra nei ranghi degli astronauti nel 1963. Laureato in meccanica celeste al famoso MIT (Massachusetts Institute of Technology), per un banale incidente a un ginocchio, che si era già fratturato tuffandosi dal trampolino, rischia, nel 1965, di dover abbandonare il sogno di fare l'astronauta. Rimessosi grazie a un intervento, tra l'11 e il 15 novembre 1966 effettua con Lowell un volo orbitale a bordo della capsula *Gemini 12*, l'ultima della serie, rimanendo nello spazio per 94 ore e 34 minuti, di cui 5 e mezzo in attività extraveicolare (un primato dell'epoca). Nella missione *Apollo 11* ha il compito di guidare il Lem (Lunar Excursion Module). Come il comandante Armstrong, anche lui ha un passato di combattente: 66 voli di guerra in Corea, due *Mig 15* abbattuti, due medaglie al valore, 3500 ore di volo.

Nonostante questo solido passato, dopo l'impresa lunare è rientrato con difficoltà nella dimensione quotidiana: due ricoveri psichiatrici, abuso di alcool, disintossicazione, poi un pensionamento precoce, una vita appartata in California, sempre sotto l'ombrello protettivo degli psicofarmaci. La sua personalità, in seguito al "mal di luna", ha subito una metamorfosi. Prima del gran viaggio la moglie Joan diceva di lui: "Edwin

ha sempre preferito gli appuntamenti spaziali a quelli sentimentali". Lui stesso, dovendo parlare a un'associazione femminile di Washington, aveva esordito: "Parlerò dell'uomo nello spazio perché la donna è un soggetto che conosco poco". Tornato dalla Luna, invece, Aldrin si è dato per qualche tempo a un'intensa attività extraconiugale. "La cosa più sconvolgente per lui — ha detto allora la moglie — è stato l'assedio delle donne all'eroe reduce dalla Luna. Non importava se avevano 15 o 90 anni, erano tutte a sfarfallargli attorno. E così Buzz ha scoperto di essere affascinante...". Di qui il divorzio, due anni dopo lo sbarco sulla Luna. Forse vittima di un complesso di inferiorità per aver dovuto seguire Armstrong con venti minuti di ritardo sulla superficie del Mare della Tranquillità, Aldrin rivendicherà un suo personale e un po' squallido primato: quello di essere stato il primo uomo a far pipì sulla Luna (ovviamente all'interno della tuta). Religiosissimo, spesso colto da crisi mistiche, si è risposato con una donna divorziata, si è separato anche da lei ed è poi diventato direttore di ricerca in un'industria di Los Angeles.

Michael Collins, pilota dell'*Apollo 11* rimasto in orbita lunare ad attendere i compagni, nasce il 31 ottobre 1930 in via Tevere 14 a Roma, dove suo padre, generale di divisione dell'esercito, era addetto militare presso l'ambasciata americana. Allievo dell'Accademia militare di West Point, diventa ufficiale di aviazione e poi collauda aerei da caccia accanto ad Armstrong, nella base californiana di Edwards. Entra nella Nasa nel 1963. Il suo primo volo spaziale si svolge tra il 18 e il 21 luglio 1966 a bordo della capsula *Gemini 10*: durante la missione, compiuta con John Young, esce due volte dall'astronave per eseguire alcuni lavori sul razzo *Agena* lanciato qualche mese prima. Durante il volo i due cambiano varie volte orbita compiendo delicate manovre. Già allora Collins si distingue per la sua laconicità. Rare ed essenziali le comunicazioni con il Centro di Houston, dove peraltro era già conosciuto come il più riservato dei cinquanta astronauti. Sposato con Patricia Finnegan, al tempo dell'*Apollo 11* ha tre figli: Kathleen, 10 anni, Ann, di 8, e Michael jr., di 6. Dopo l'impresa lunare è diventato, se possibile, ancora più riservato. Prima ha tentato la carriera politica come assistente del segretario di Stato William Rogers. Passato poi alla Smithsonian Insti-

tution, ne dirige a Washington il museo di cimeli aeronautici e spaziali, dove tra l'altro è conservata la capsula che lo riportò a terra alla fine del viaggio lunare. Tutto casa e ufficio, vive con la modestia e la regolarità di un pensionato, circondato da una famiglia tranquilla.

Complessivamente sembra che i tre primi lunauti abbiano compiuto un'impresa più grande di loro. In effetti, ciò che hanno fatto è il risultato, certamente, del loro rischio personale e della loro eccezionale preparazione, ma più ancora del lavoro di migliaia di tecnici e di scienziati. Il "mal di Luna" è forse una conseguenza di questa sproporzione tra la dimensione del singolo uomo e l'impresa compiuta, solo apparentemente individuale, in realtà collettiva più di qualsiasi altra nella storia dell'umanità.

Del resto il dopo-spazio è stato difficile per quasi tutti gli astronauti, ora sul piano familiare, ora su quello del lavoro o addirittura dell'equilibrio psichico. Abbiamo detto del divorzio di Donn Eisele, riconosciuto colpevole di "crudeltà mentale". Hanno divorziato anche John Young, comandante della missione lunare *Apollo 16* del 16-27 aprile 1972 ed Edgar Mitchell, pilota del modulo lunare dell'*Apollo 14*, poi impegnatosi in personali esperimenti di telepatia intergalattica di poca o nessuna attendibilità scientifica. James Irwin, pilota del modulo lunare dell'*Apollo 15*, ha avuto una crisi mistica e ha fondato la setta religiosa "Voli alti", con sede a Colorado Springs. Una vicenda simile è toccata a Charles Duke, divenuto responsabile della Chiesa del Buon Pastore ad Austin, nel Texas. Richard Gordon, sceso sulla Luna nella missione *Apollo 12*, è diventato poi allenatore di una squadra di rugby. Gordon Cooper ha aperto un'agenzia di viaggi. Soltanto Alan Bean e John Young sono rimasti alla Nasa e hanno continuato a fare gli astronauti.

I meglio reinseriti appaiono John Glenn, che si è dato alla politica ed è diventato senatore; William Anders, membro della Commissione americana per l'energia atomica; "Pete" Conrad (*Apollo 12*), vicepresidente della McDonnell-Douglas; Frank Borman, presidente delle linee aeree Eastern; John Swigert, membro del Comitato per la scienza e l'aeronautica del Congresso; Alfred Worden, tornato a fare il collaudatore di aerei in California; David Scott, direttore del Centro di sperimentazione di Edwards; Harrison Schmitt, senatore e poi vicediretto-

re a Washington dell'Ufficio sviluppo e ricerca per l'energia; Alan Shepard, che vive da miliardario a Houston, azionista di una società alberghiera, di un'industria di birra e di una catena di supermercati.

Accanto ai suoi 24 miliardi di dollari, ora che il Programma Apollo possiamo vederlo con distacco storico, è giusto mettere anche questo bilancio umano piuttosto pesante. Forse è il prezzo inevitabile di un'impresa pionieristica ai limiti delle possibilità umane. Un prezzo alto. Ma se si guarda al quadro d'insieme, si vedrà che altre imprese tecnologiche dell'uomo contemporaneo sono costate, anche in termini umani, molto di più, e scientificamente si giustificano molto di meno.

"APOLLO 12": CACCIA AL RELITTO

Quella di Armstrong, Aldrin e Collins fu un'impresa molto simile, per certi aspetti, alla conquista della cima inviolata di una montagna, dove ci si arrampica per il puro gusto di lasciare un segno là dove la natura sembrava aver innalzato barriere insormontabili per l'uomo. Ma nonostante la vistosa componente propagandistica, il Programma Apollo, pagato l'inevitabile pedaggio allo spettacolo, procede verso obiettivi che sono essenzialmente di carattere scientifico. I protagonisti della memorabile notte tra il 20 e il 21 luglio 1969 stanno ancora compiendo la loro "tournee" mentre già fervono i preparativi per un altro sbarco, quello dell'*Apollo 12*. Il go con cui si accendono i motori del suo *Saturno 5* arriva alle 17,22, ora italiana del 14 novembre 1969, mentre su Cape Kennedy imperversa una bufera. Un fulmine colpisce l'astronave 36 secondi dopo il distacco dalla rampa: unica emozione, per il resto la Luna sta già diventando "routine".

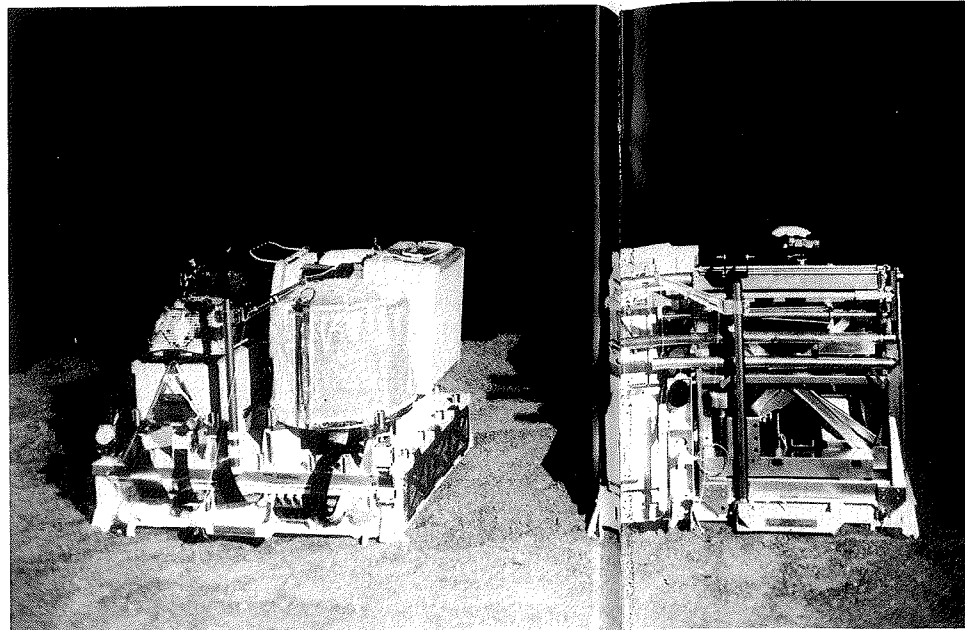
Comandante della missione è Charles Conrad, pilota del modulo di comando Richard Gordon, pilota del modulo lunare Alan Bean. La rotta è cambiata. Per risparmiare tempo e carburante l'astronave seguirà una traiettoria che, in caso di errori o avarie, non consentirebbe il ritorno inerziale sulla Terra. Il volo inerziale è un po' ciò che accade quando si lancia un sasso: prima o poi deve tornare giù. Questa volta invece le manovre degli astronauti devono sostituirsi alle semplici leggi della meccanica celeste, e ciò aggiunge un pizzico di brivido, caso mai ce ne fosse bisogno, ora che l'opinione

pubblica incomincia ad avvertire i primi sintomi di assuefazione spaziale.

L'equipaggio è ben assortito. Conrad, 39 anni, sposato, con quattro figli, ha fama di buontempone sempre pronto a battute go-liardiche. Gordon, il "solitario" dell'*Apollo 12* (a cui tocca ripetere il ruolo di Collins), detiene vari primati astronautici, tra cui quello di attività extraveicolare in condizioni molto difficili quando era imbarcato sulla *Gemini 11*; un suo primato conseguito al suolo è invece rappresentato dai sei figli, due ragazze intervallate da quattro maschi. Bean, infine, è un esordiente, ha 37 anni e un temperamento molto religioso, tanto che porta con sé, sull'*Apollo*, una minuscola edizione della Bibbia: iniziativa subito denunciata da una certa signora Murray O'Hair, atea militante a capo di un'organizzazione chiamata "Società dei separazionisti".

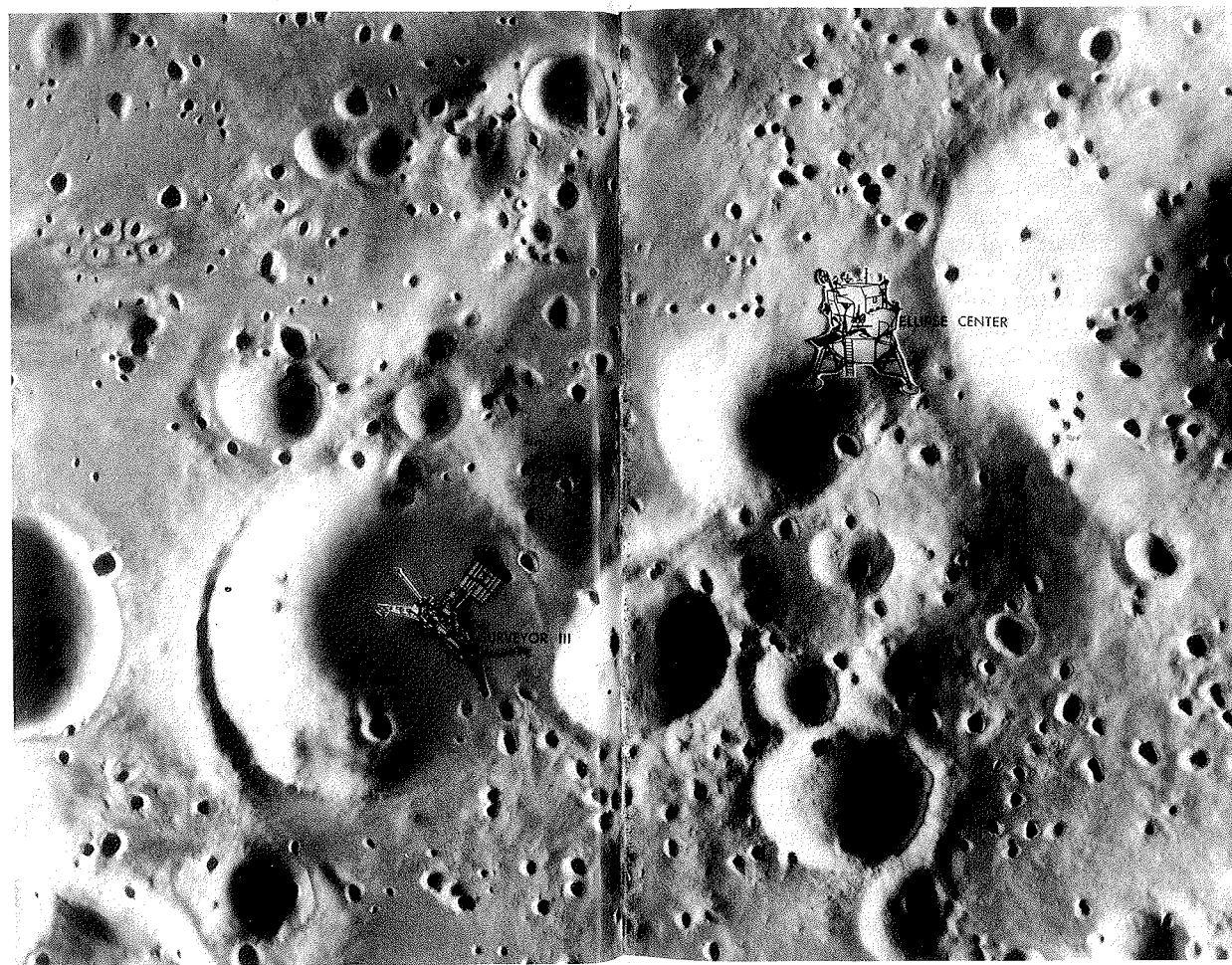
Il luogo dell'allunaggio, centrato con uno scarto di appena 30 metri, è nell'Oceano delle Tempeste, a poche centinaia di metri dal punto dove nell'aprile del '67 si era posato dolcemente il *Surveyor 3*. Uno degli scopi della missione consiste proprio nel raggiungere con una breve escursione il relitto della sonda-robot per prelevarne alcune parti metalliche e la telecamera: si vuole verificare lo stato di conservazione dopo due anni e mezzo di esposizione a micrometeoriti, raggi cosmici, al vento solare e sbalzi di temperatura tra i 120 °C del giorno e i -180 °C della notte lunare. Si sa che il *Surveyor 3* è calato in un piccolo cratere del diametro di 198 metri che si trova a 46 metri dall'orlo montuoso del cratere. La pendenza della roccia è del 12 per cento. Non molto. Ma per due uomini impacciati dalla tuta non sarà un'ascensione facile. In ogni caso il loro sarà il primo esempio di alpinismo lunare.

Conrad scende a passeggiare nell'Oceano delle Tempeste alle 13 e 35 minuti ora italiana del 19 novembre. Bean lo segue mezz'ora dopo. Sistemano una telecamera per riprendere minuto per minuto il proprio lavoro. Poi incominciano a raccogliere campioni, a scattare fotografie, a sistemare apparecchiature scientifiche. Questa volta il laboratorio da lasciare sul satellite è più ricco di strumenti: l'*Alsep* pesa 200 chilogrammi e costa 25 milioni di dollari. Comprende un sismometro, un misuratore di pulviscolo, un magnetometro, uno spettrometro, un rivelatore di ioni e uno strumento



Due parti del complesso di apparecchiature ALSEP (Apollo Lunar Surface Experiments Package) che i cosmonauti Conrad e Bean dell'*Apollo 12* montarono sul terreno lunare: a destra il generatore nucleare senza combustibile, il dispositivo per il puntamento delle antenne radio ed il rivelatore di radiazioni; a sinistra tre apparecchi scientifici e lo schermo per i raggi solari.

Sotto: la zona di allunaggio dell'*Apollo 12* è stata decisa in base alle fotografie dei satelliti Orbiter. Sulla fotografia sono indicati i luoghi dove sono scesi gli astronauti dell'*Apollo* e dove si trovano i relitti del *Surveyor 3*.



per lo studio di quei tenuissimi gas che probabilmente si liberano ancora dalla crosta lunare e che formano una esilissima atmosfera (molto più rarefatta del miglior vuoto pneumatico ottenibile in laboratorio) per poi rapidamente disperdersi nello spazio. Un collettore delle particelle "soffiate" dal vento solare viene invece ritirato e riportato a terra.

L'alimentazione elettrica delle apparecchiature sarà assicurata da una microcentrale nucleare almeno per un anno. Le solite celle solari, infatti, questa volta non sarebbero sufficienti, sia perché è necessaria una maggior potenza elettrica sia perché gli scienziati vogliono poter ricevere i dati anche durante la notte lunare. La centrale nucleare "da viaggio" è indicata con la sigla *Snap 27* ed è associata a un piccolo elaboratore elettronico che coordina i dati in arrivo dai vari strumenti e li trasmette ai centri di controllo terrestri. *Snap* significa *Systems for nuclear auxiliary power*, sistemi di energia nucleare ausiliaria. È un reattore in miniatura: nel "core" sottili barre di plutonio 238 liberano calore che viene poi trasformato in elettricità con celle termoelettriche. La potenza prodotta è di 63 watt, quella di una piccola lampadina. Modesta ma sufficiente, e soprattutto costante nel tempo.

Centrale nucleare e strumenti vengono collocati a 90 metri dal Lem, trasporto non difficile perché sulla Luna, a gravità ridotta, il peso è soltanto una trentina di chilogrammi. Finita la prima attività extraveicolare (4 ore), i lunauti tornano nel Lem e riposano per 9 ore nelle loro amache. Li attende una seconda escursione, più dura, alla ricerca del *Surveyor*.

Anche questa parte della missione riesce. La sonda è esattamente nel luogo previsto, in fondo a un avvallamento profondo 7 metri, a 185 metri dal Lem. Conrad inciampa e diventa il primo uomo che abbia fatto un capitombolo sulla Luna. Poi, con una corda da alpinismo uno dei due astronauti rende più sicura la discesa del compagno. Il relitto è lì, più spettrale che mai con il suo aspetto di sofisticato meccanismo tecnologico in quel paesaggio desertico sempre uguale da almeno tre miliardi di anni.

Il ritrovamento, questo incontro ai limiti della fantascienza tra l'uomo e la macchina che si sentono quasi fratello e sorella in un mondo ostile che non è il loro, ricorda altri episodi meno eccezionali ma ugualmente significativi dal punto di vista — come dire?

— sentimentale: la bandiera norvegese trovata al Polo Sud dall'esploratore Scott il 17 gennaio 1912, poco prima di perdere la vita; i resti ritrovati della spedizione del temerario André, che si affidò ai venti dell'Artico nell'inutile tentativo di raggiungere il Polo Nord. Ma Conrad e Bean devono rimuovere quanto più possono i sentimenti. Recuperano dal *Surveyor* le parti previste (oltre alla telecamera, che pesa poco più di un chilo, alcuni cavi e dei tubi di alluminio) e mentre lo fanno sanno benissimo che quei materiali non ispireranno le riflessioni di poeti e filosofi, ma saranno preziosissimi per studiare il comportamento dei metalli e di altri materiali in ambiente extraterrestre.

L'attività extraveicolare dura in tutto 7 ore e 45 minuti (il 24,6 per cento del tempo di permanenza sulla Luna, che sarà di 31 ore e 31 minuti). Poi il rientro nel Lem *Intrepid*, una buona merenda, il decollo e il ricongiungimento con lo "Yankee Clipper", l'astronave-madre di Richard Gordon, che nel frattempo ha compiuto 49 orbite. Con sé hanno anche 35 chilogrammi di pietre lunari, più grosse, in media, di quelle raccolte dai colleghi dell'"Apollo 11". Una pesa quasi due chili, ha un diametro di 18 centimetri e il colore del carbone coke. Altre sono state raccolte fino a 70 centimetri di profondità prelevando "carote" di terreno lunare molto attese dai geologi per studi stratigrafici. In media queste pietre denunceranno un'età di 3,5 miliardi di anni, un po' meno di quelle del Mare della Tranquillità (4 miliardi). Quanto al sismometro, ha subito una buona occasione per fare il suo dovere. Il "Modulo lunare", dopo il ritorno di Conrad e Bean sull'astronave-madre, viene sganciato e mandato a sfasciarsi nell'Oceano delle Tempeste a 60 chilometri dal punto di allunaggio. Si produce così un terremoto artificiale che il sismometro registra in modo sorprendente. Le onde sismiche si propagano nella Luna con straordinaria facilità e il satellite rimane in vibrazione per 51 minuti prima che le onde si smorzino completamente. Un geologo dice: "È stato come dare un colpo a una campana e sentirla suonare quasi per un'ora. Questo significa che l'interno della Luna non somiglia a quello della Terra".

Senza problemi l'ammarraggio. Avviene alle 21 e 58 del 24 novembre nell'Oceano Pacifico a 640 chilometri dalle isole Samoa e a poco più di due miglia dalla portaerei *Hornet*. La missione è durata 10 giorni, 4

ore e 30 minuti. Gli astronauti si sono avventurati fino a 400 metri dal modulo lunare, mentre Armstrong e Aldrin non erano andati oltre i 60.

"APOLLO 13", SCAMPATI AL NAUFRAGIO

Il programma si snoda regolare. Troppo, persino, dice qualcuno a Cape Canaveral. I rischi e la statistica sono sempre in agguato. Se le cose vanno troppo bene c'è da preoccuparsi, perché il calcolo delle probabilità prepara qualche sorpresa spiacevole. Succede con l'*Apollo 13*, lanciato l'11 aprile 1970 con a bordo James Lovell, comandante, al quarto volo in orbita, Fred Haise, 36 anni, ingegnere, pilota del modulo lunare *Aquarius*, e John Swigert, ingegnere, 38 anni, pilota del modulo di comando (in sostituzione di Thomas Mattingly, indisposto per una forma di morbillo).

I primi guai vengono dal motore centrale del secondo stadio del *Saturno 5*, che si ferma 2 minuti e 7 secondi prima del dovuto. Si rimedia inviando da terra impulsi che azionano per 34 secondi in più i 4 motori esterni e per 12 secondi in più l'unico motore del terzo stadio. Così entrano in orbita 134.550 chilogrammi: un primato.

Più grave il guaio che si verifica a 55 ore e 55 minuti dal decollo, quando l'astronave è ormai in vista della meta, a 329.845 chilometri dalla Terra. Swigert annuncia: "Abbiamo un problema. Uno scoppio nel modulo di servizio, seguito da uno scuotimento". Risultano in avaria i due serbatoi di ossigeno e un accumulatore di elettricità che contribuisce al riscaldamento dell'astronave. Si saprà poi che il surriscaldamento di un interruttore ha causato l'esplosione del serbatoio di ossigeno n. 2. Nell'esplosione anche l'altro viene danneggiato, e quindi perde gradualmente pressione, svuotandosi. Poiché questi serbatoi riforniscono le celle a combustibile, all'astronave rimane energia elettrica soltanto per 15 minuti. Più tardi, quando il "modulo di servizio" verrà sganciato e abbandonato nello spazio, gli astronauti riusciranno a fotografarlo e a riprenderne la fiancata devastata da uno squarcio.

Racconta Lovell: "Fu a 55 ore e 55 minuti dalla partenza che udimmo lo scoppio. La nostra prima idea fu che fosse successo qualcosa all'impianto elettrico e ci

preparammo a individuare il guasto. Ci fu un momento di apprensione, non di paura. Nessuno di noi pensò in quel momento a qualcosa di molto grave. Poi si accesero le luci di allarme. Tutte. Capimmo che era successo un guaio grosso. Fu in quel momento che comunicammo a Houston la notizia con la frase ormai famosa: 'Abbiamo un problema'. La pronunciò Swigert. Houston rispose: 'Prego ripetete'. E fui io a ripetere: 'Abbiamo un problema'. Da quel momento scattò un piano di emergenza, un piano che non era mai stato previsto e che stabilimmo di minuto in minuto inventando le cose da fare per tornare vivi a terra. Già, perché ormai avevamo capito che sulla Luna non saremmo mai scesi...".

La diagnosi è presto fatta: senza alimentazione elettrica il "modulo di servizio" è inutilizzabile. Lovell, Swigert e Haise rischiano il naufragio spaziale, un vagabondaggio alla deriva oltre la Luna, fino a quando tutte le riserve di ossigeno, acqua, cibo e calore non saranno esaurite. La loro rotta, infatti, non è di tipo inerziale, e quindi non si può contare su una spontanea ricaduta nel campo gravitazionale della Terra. Il piano, l'unico piano possibile per sfuggire alla morte, è immediatamente chiaro: bisogna usare i motori del modulo lunare *Aquarius* per correggere la traiettoria dell'*Apollo 13* e portarlo su una rotta inerziale. Ma la correzione non può essere fatta subito. Ormai bisogna arrivare fino all'orbita lunare, compiere una circumnavigazione e quindi tentare la discesa, naturalmente cercando di finire in qualche oceano. Il volo sulla faccia nascosta della Luna sembra essere nel destino di Lovell. Era stato uno dei primi tre uomini a vederla durante la missione *Apollo 8*. Ora, dopo aver rinunciato allo sbarco tanto atteso, gli tocca rivederla in condizioni molto più drammatiche.

Mentre si calcolano i dati in base ai quali si procederà a una prima correzione di rotta, l'*Apollo 13* corre verso la Luna a 3530 chilometri orari. Alle una e 21 minuti del 15 aprile scompare dietro il disco lunare. Così si spezza anche il tenue filo di onde radio tra i naufraghi e la sala di controllo di Houston. Quaranta minuti dopo, doppiata la Luna a una distanza minima di 242 chilometri, l'astronave incomincia ad allontanarsene a 7000 chilometri orari. Per l'immissione in orbita lunare il motore del Lem era stato acceso per 31 secondi ed aveva funzionato regolarmente. Ora si trattava di farlo fun-

zionare più a lungo. Racconta ancora Lovell: "Visto il buon esito della prima correzione, da Houston ci ordinarono di accendere nuovamente il motore del Lem. Lo scopo era duplice: migliorare la nostra rotta portandoci verso il Pacifico e diminuire il numero delle ore necessarie per tornare a terra. Diciotto ore dopo la prima accensione tornai a premere il bottone. Questa volta il motore del Lem doveva fare di più. Doveva funzionare per oltre 4 minuti. E funzionò".

Giovedì 16 aprile, alle ore 20 meno un minuto, l'astronave supera il punto di equilibrio gravitazionale tra la Terra e la Luna. Saranno necessarie ancora alcune piccole manovre di correzione, ma ormai la difficoltà maggiore è rappresentata dal gelo. Priva di una parte dell'alimentazione elettrica, la capsula sta diventando un frigorifero: la temperatura a bordo è intorno ai 2 gradi. Anche la scarsità di acqua e l'anidride carbonica espirata dagli astronauti creano problemi. Ma ormai la salvezza è vicina. Alle 19,07 del 17 aprile l'*Apollo 13* cala felicemente nell'Oceano Pacifico a 930 chilometri a sud-ovest delle isole Samoa e a 6 chilometri dalla portaelicotteri *Iwo Jima*. Lovell ha perso sette chili, Haise e Swigert quattro.

Dirà poi Lovell: "Qualcuno a proposito del nostro volo ha parlato di fallimento. Io, se considero nel suo complesso il nostro viaggio, mi sentirei di definirlo un trionfo: il trionfo della cooperazione, del lavoro di gruppo, dell'iniziativa, al suolo come nello spazio. Io penso che l'*Apollo 13* abbia contribuito in maniera determinante a far maturare l'esperienza spaziale. Il successo continuo è pericoloso, anche se comodo. È quando succede un incidente che si mettono veramente alla prova gli uomini e gli strumenti".

"APOLLO 14", VISITA A FRA MAURO

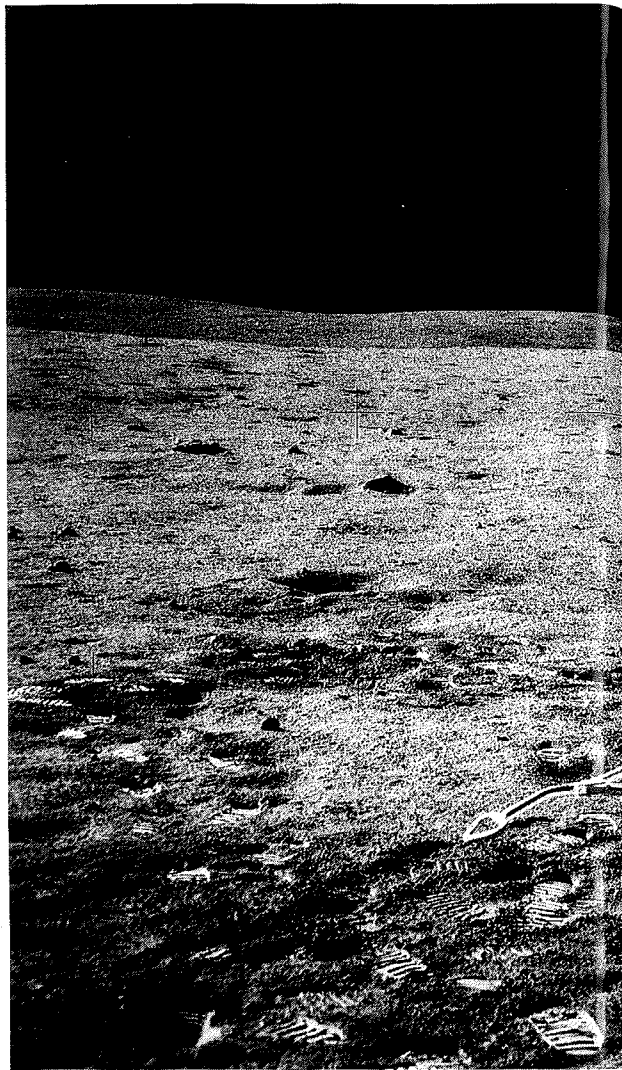
Benché a lieto fine, l'odissea nello spazio di *Apollo 13* fa ritardare di quattro mesi la missione successiva. Accertate le cause dell'incidente, i serbatoi del modulo di servizio vengono modificati. Poi, il 31 gennaio 1971, decolla *Apollo 14*. Eccezionalmente, l'equipaggio è composto tutto di esordienti o quasi. Alan Shepard è il comandante, da 10 anni in attesa perché aveva subito il perforamento del timpano sulla capsula *Mercury 3*.

Ha 48 anni e per la prima volta sale in orbita. Sarà anche la sua sola uscita nello spazio, ma la lunga anticamera è ben compensata perché nonostante l'handicap all'orecchio sarà uno dei dodici uomini che hanno lasciato le proprie impronte sulla Luna. Nel modulo lunare *Kitty Hawk* lo accompagna il pilota Edgar Mitchell, 41 anni, capitano di fregata della Marina. In orbita sull'*Antares* rimarrà il colonnello dell'aeronautica Stuart Roosa, anche lui alla prima e unica esperienza spaziale.

Vari piccoli guai turbano anche questa missione. La partenza avviene con 50 minuti di ritardo, alle 22,03 (al buio, quindi) per le condizioni meteorologiche poco favorevoli. Altre difficoltà si incontrano dopo il distacco del terzo stadio, quando si deve agganciare il modulo lunare all'astronave-madre. Infine, il momento più drammatico Shepard e Mitchell lo vivono sul modulo lunare, quando momentaneamente si guasta l'antenna del radar-altimetro indispensabile per la discesa morbida (tra l'altro, questa volta, per risparmiare carburante e aumentare il carico utile il modulo di discesa si separa dall'"orbiter" ad appena 15 chilometri dalla superficie del satellite). Il computer di bordo valuta il guasto più grave di quanto non sia in realtà e accende la spia luminosa con la scritta "Missione annullata". Ma i due astronauti decidono di non dargli retta: l'antenna riprende a funzionare e l'allunaggio avviene regolarmente alle 10,18 del 5 febbraio, ad appena 20 metri dal punto previsto.

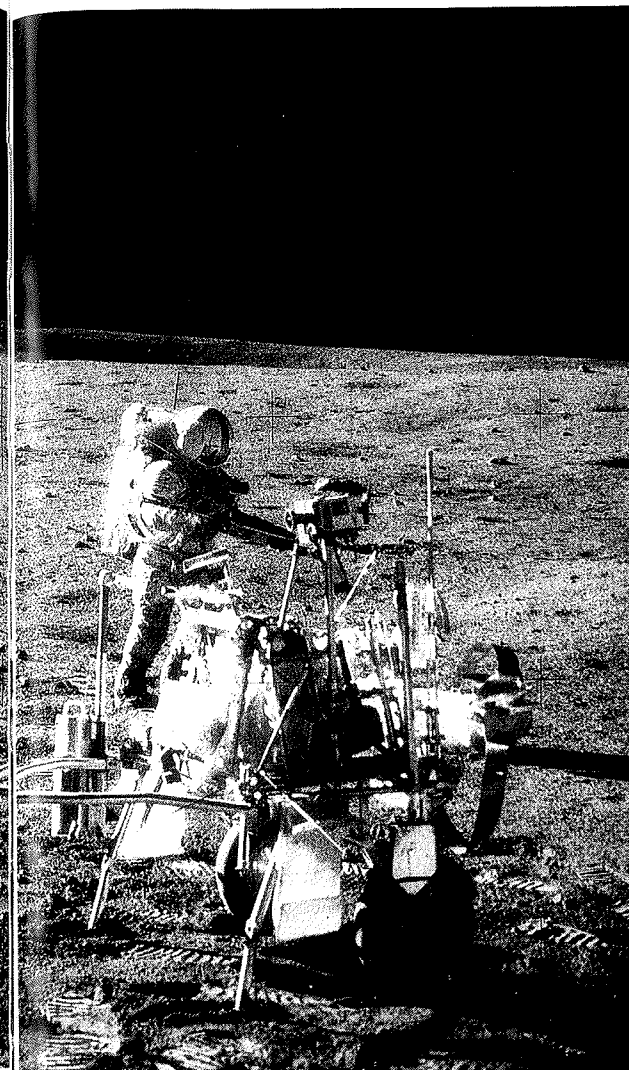
La regione che ci si propone di studiare è la stessa che avrebbe dovuto essere raggiunta dall'*Apollo 13*: quella di Fra Mauro, ben osservabile dalla Terra un paio di giorni dopo il primo quarto. Fra Mauro, dal nome del cartografo veneziano del quindicesimo secolo, è un cratere piuttosto grande in mezzo al Mare delle Nubi. Anzi, più esattamente si tratta di un circo, parola che indica le formazioni montuose ad anello prive di un picco centrale (i crateri propriamente detti sono più profondi rispetto alla pianura circostante e hanno nel mezzo una montagna alta, in certi casi, più di 2000 metri). Fra Mauro ha un diametro di 80 chilometri ed è una formazione piuttosto antica, in parte distrutta dalla più giovane lava del Mare delle Nubi. La massima altezza del suo anello montuoso è di 720 metri.

La zona è interessante proprio perché, essendo abbastanza accidentata, presenta



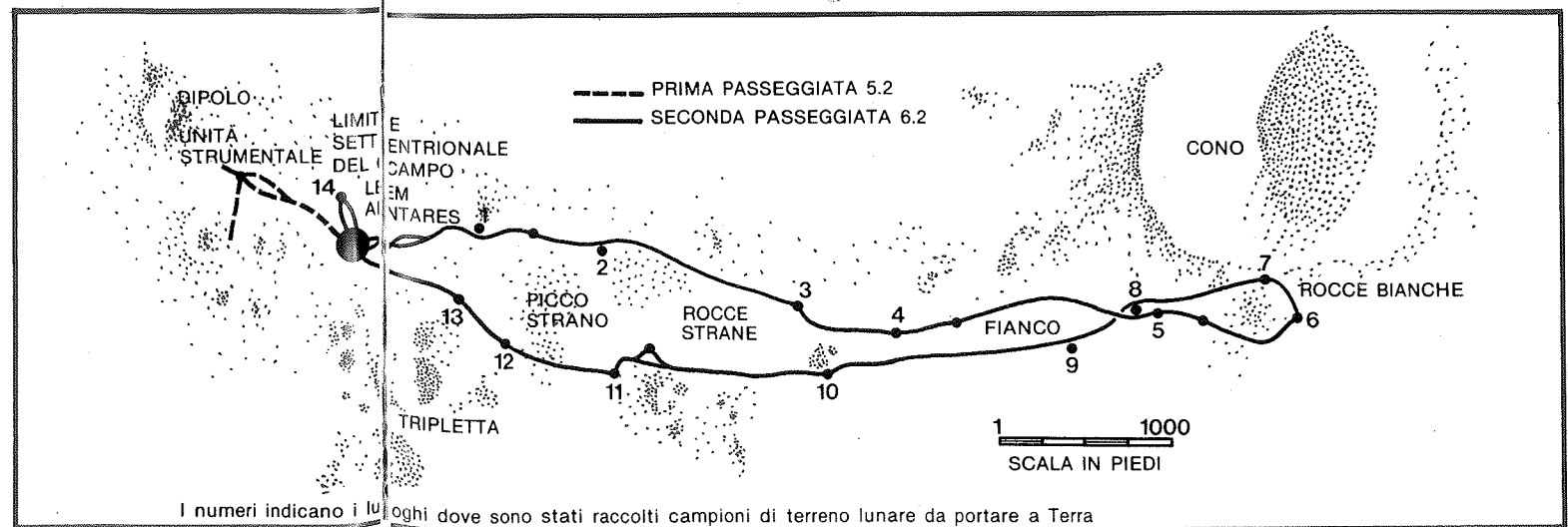
Un carrello trascinato a mano è il primo veicolo che si è mosso sulla superficie lunare: rese più facile la distocazione degli apparecchi scientifici.

Sotto: pianta delle passeggiate di Alan Shepard e di Edgar Mitchell durante la spedizione dell'*Apollo 14*.



montagne e crateri che risalgono a epoche diverse. Il programma prevede un'accurata esplorazione dei dintorni, fino a 2190 metri dal Lem, e la scalata di un piccolo cratere chiamato Cono. Cono è alto circa 120 metri: una collinetta. Ma sappiamo già che muoversi a gravità ridotta non è semplice, e in più c'è l'impaccio delle tute e dello "zaino di sopravvivenza". Così la scalata a un certo punto deve essere interrotta: "Il vostro cuore batte a 155 pulsazioni — avverte dal Centro di Houston il dottor Berry, medico-capo della Nasa per le missioni Apollo — state ansimando e traspirando: siete al limite. Tornate indietro. È un ordine". Non resta che obbedire. Shepard aveva già compiuto un discutibile gesto fuori programma quando, sceso dal Lem, aveva estratto una mazza e due palle da golf per stabilire, grazie alla bassa gravità, un record di tiro. In effetti riuscì a lanciare la prima pallina a 200 metri, ma la seconda, colpita male, si fermò a 15.

Questa volta gli astronauti avevano con sé anche un carrettino per rendere più facile la raccolta di grosse pietre. Dotato di telecamere e con due ruote gommate, era ripiegabile, pesava soltanto 9 chili e veniva trascinato anziché spinto in avanti per consentire una più completa visibilità. Il bottino è di 43,5 chilogrammi di rocce, alcune scavate fino a una profondità di 80 centimetri. Due ciottoloni sono i più grandi mai raccolti: pesano quattro chili e mezzo, uno ha un diametro di 35 centimetri. In cambio Shepard e Mitchell lasciano sull'altipiano di Fra Mauro le ormai consuete valigie piene di strumenti scientifici: 225 chilogrammi suddi-



visi tra un riflettore laser, un sismometro, un apparecchio radio, un misuratore di "vento solare", un magnetometro (si pensava che la Luna in pratica non possedesse campo magnetico, invece si è visto che in alcune regioni esiste un campo 50 volte più intenso del previsto, anche se rimane pur sempre almeno mille volte inferiore a quello della Terra). Il tutto alimentato, anche questa volta, da una piccola centrale atomica a plutonio da 63 watt in grado di funzionare per un anno. Mitchell lascia anche un pacchetto con la Bibbia in microfilm e il primo versetto del *Genesi* tradotto in 16 lingue.

Il sismometro ha subito parecchio lavoro da compiere, perché Mitchell fa esplodere 13 cartucce (altre 8 non funzionarono) per studiare la propagazione delle vibrazioni nel sottosuolo. Inoltre, ripartendo, oltre alla sezione di risalita del Lem viene fatto precipitare sulla Luna il terzo stadio del "Saturno", sempre allo scopo di produrre un terremoto artificiale.

Il soggiorno sulla Luna dura un giorno, 9 ore e 31 minuti, l'esplorazione 9 ore e 17 minuti, pari al 27,7 per cento del tempo di permanenza sul satellite; 34 le orbite lunari compiute da Stuart Roosa. Nessuna difficoltà sulla via del ritorno. Alle 19,48 del 6 febbraio avviene l'aggancio all'astronave-madre. Tre giorni dopo, alle 22,05 ora italiana, la capsula scende nel Pacifico, dove la recupera la portaelicotteri *New Orleans*. Il viaggio è durato complessivamente 9 giorni e 42 minuti. Durante il rientro gli astronauti, approfittando dell'assenza di gravità, compiono anche un interessante esperimento di scienza dei materiali. In un crogiuolo riscaldano una miscela di sostanze tra loro incompatibili: paraffina, sfere di tungsteno e acetato di sodio. Sulla Terra le tre sostanze si sarebbero disposte a strati a seconda del peso specifico (in superficie la paraffina, che è più leggera, poi l'acetato e sul fondo il tungsteno). In microgravità invece gli astronauti riuscirono a formare un composto omogeneo, mai ottenuto prima.

"APOLLO 15": IN AUTO SOTTO GLI APPENNINI LUNARI

Ci sono mezzi di trasporto più cari e meno cari. Auto e treno costano in media circa 100 lire per chilometro/passeggero. Il razzo *Saturno 5* ai prezzi attuali (fine anni Ottanta) sul percorso Terra-Luna costerebbe sui 5 milioni per chilometro/passeggero, che è già una bella cifra. Ma il mezzo di trasporto più costoso che sia mai stato costruito rimane senza dubbio il *Moon Rover*, una specie di fuoristrada di cui furono dotate le ultime tre missioni *Apollo*. L'auto lunare dell'*Apollo 15* costò, all'epoca, l'equivalente di 6 miliardi di lire. Nelle sue escursioni, avvenute ai piedi degli Appennini lunari lungo il solco di Hadley, percorse 27 chilometri e 900 metri con due passeggeri a bordo. Ogni chilometro del viaggio è costato quindi 200 milioni, 100 per passeggero. Questa cifra, portata ai prezzi attuali, equivale a circa un miliardo. Rispetto al fuoristrada lunare le tariffe del *Saturno 5* diventano eccezionalmente convenienti.

Eppure, nonostante il loro costo, le prestazioni dell'auto lunare non erano certo esaltanti: la velocità massima era di 14 chilometri all'ora, la potenza meno di un ventesimo di una utilitaria terrestre (motori elettrici alimentati da batterie a 36 volt), autonomia di 65 chilometri. Ripiegabile in un pacco di 90 centimetri per 1,5 per 1,7 metri, diventava lunga 3,10 metri e larga 1,80 in assetto di marcia, ma non aveva una linea particolarmente elegante in quanto, per contenerne il peso entro 204 chilogrammi (34 sulla Luna), era costruita essenzialmente con un traliccio di alluminio e non aveva carrozzeria, se non i quattro parafanghi per non sollevare troppa polvere. Molto buona, se non altro, la strumentazione del cruscotto: indicatore di pendenza e di sbandamento laterale, tachimetro, uno speciale tipo di bussola che indica il nord in base alla direzione delle ombre, un computer che in base ai dati forniti dal tachimetro e dalla bussola determina istante per istante il percorso compiuto, la distanza in linea retta dal Lem e la direzione che bisognerà tenere al ritorno.

Costruita dalla Boeing e dalla Delco Electronics (General Motors), l'auto lunare ha molte caratteristiche piuttosto particolari. Ogni ruota è autonomamente motrice e

ha un proprio motore da un quarto di cavallo. Al posto dei normali pneumatici di gomma le ruote montano un anello elastico costituito da una fitta rete di filo d'acciaio con un battistrada in tasselli di titanio. Non c'è volante ma una "cloche" a forma di T che si sposta in avanti per avanzare, indietro per frenare, di lato per sterzare. La sterzata si effettua con una variazione differenziale della velocità delle ruote, come avviene nei carri armati. I sedili sono in nailon, sagomati in modo da accogliere gli astronauti vestiti con la loro tuta e con lo zaino sulle spalle. A causa degli energici sobbalzi dovuti alla bassa gravità sono previste le cinture di sicurezza, benché normalmente la velocità non superi i quattro chilometri all'ora.

D'altra parte il fuoristrada è in grado di superare pendenze del 28 per cento e di saltare crepacci larghi fino a 70 centimetri (il diametro delle ruote è di 82). Il sistema di navigazione automatica consente di guidare tranquillamente anche ammirando il panorama, oltre a risolvere le difficoltà di orientamento causate dalla vicinanza dell'orizzonte e dagli ingannevoli rapporti prospettici creati dai crudi contrasti tra luce e ombra. A bordo ci sono anche cinepresa, macchina fotografica, due telecamere, varie antenne tra cui una a forma di ombrello, perforatrice del suolo, magnetometro, pinze per la raccolta dei campioni, portabagagli sotto i sedili. La capacità di trasporto del fuoristrada è di 454 chilogrammi, più del doppio del suo peso.

È dunque con questo straordinario veicolo che alle 15,34 ora italiana del 26 luglio 1971 partono gli astronauti dell'*Apollo 15*. Sono David Scott, 39 anni, colonnello dell'aeronautica, al terzo volo in orbita, comandante; James Irwin, 42 anni, colonnello dell'aeronautica, pilota del modulo lunare battezzato *Falcon*; Alfred Worden, 39 anni, pilota del modulo di comando *Endeavour*, destinato a rimanere solo in orbita lunare quasi per 70 ore, scomparendo, nell'arco complessivo della missione, 74 volte dietro la faccia invisibile della Luna. Il 4 agosto metterà in orbita lunare anche un subsatellite, lanciato con una molla dal modulo di comando: con un peso di 36 chilogrammi, orbiterà tra 103 e 136 chilometri di quota inviando dati fino al 3 febbraio '72 sul campo magnetico terrestre nelle vicinanze della Luna, sulle particelle cariche del mezzo interplanetario e sulle variazioni della gravità lunare dovute ai "mascon", le concentra-

zioni di massa sotto la superficie del nostro satellite.

Il *Falcon* scende a 300 metri dal punto stabilito. È una zona molto interessante dal punto di vista geologico perché qui gli astronauti potranno raccogliere testimonianze della più antica evoluzione lunare. Ma eccezionali sono anche le attrattive turistiche. Il paesaggio è molto vario: ci sono le montagne degli Appennini che si innalzano fino a 5500 metri, la piatta *palude* intermedia tra il Mare della Serenità e il Mare delle Piogge, il lungo canyon che si prolunga verso i monti Hadley e che ne trae il nome, largo un chilometro, lungo più di 100 e profondo 400 metri.

James Irwin rimane affascinato da questo paesaggio. Racconterà poi, con una prosa discretamente poetica per un astronauta: «Per apprezzare le bellezze della Luna, la grandiosità dei suoi picchi e la serenità delle sue vallate bisogna amare la montagna. Altri esploratori descriveranno la Luna come un corpo celeste spoglio e desolato, e dal punto di vista tecnico avranno senz'altro ragione: non c'è acqua né aria, infatti, sulla superficie selenica, e il silenzio è assoluto. Ma nonostante si tratti di un mondo morto, ha indubbiamente una sua attrattiva, che può capire chi, come me, ama la montagna, e ha avuto il privilegio di trascorrere tre giorni sulla Luna. Quando scesi la scaletta del modulo lunare rimasi letteralmente senza fiato nel vedere gli Appennini che circondavano quasi completamente la base di Hadley dove eravamo atterrati. Apparivano così vicini e così alti! Ma la vera sorpresa fu di constatare che le montagne, a prima vista, non erano grigie o nerastre come mi aspettavo. Avevano un colore dorato. Guardando verso sud e verso est potei rendermi conto che questo colore veniva dai riflessi del sole mattutino che occhieggiava tra i pendii, specialmente intorno al delta di Hadley, dando quel colore dorato ai rilievi montuosi».

Durante il primo giorno di lavoro sulla Luna, Irwin e Scott posarono attorno al Lem (arrestatosi in una posizione un po' inclinata, con una zampa in un piccolo cratere) i soliti strumenti, questa volta per un peso di 549 chilogrammi (un sismometro, un rivelatore di pulviscolo, uno spettrometro, un riflettore laser, un magnetometro e la minuscola centrale nucleare necessaria per l'alimentazione elettrica). Poi montarono il fuoristrada e fecero una prima gita di 8 chilome-

tri tra andata e ritorno. Mai nessuno degli astronauti si era allontanato tanto dal Lem.

Nonostante le lunghe prove fatte nella valle del Rio Grande nel Nuovo Messico, il comandante Scott incontrò qualche difficoltà di guida. «Nella prima delle nostre escursioni — racconta ancora Irwin — avemmo il privilegio di realizzare il primo testa-coda nella storia dell'esplorazione del nostro satellite. Ci trovavamo sul pendio del cratere San Giorgio e stavamo scendendo a valle. Scott, che teneva la cloche, sterzò per evitare la buca di un piccolo cratere e, benché la manovra fosse stata compiuta con estrema dolcezza (parlo naturalmente da automobilista terrestre), le ruote posteriori incominciarono subito a slittare e ci trovammo con l'auto girata di 180° rispetto alla cima del cratere...». Meglio andarono le cose nelle due gite successive, durante le quali si allontanarono dalla base di poco più di 6 chilometri.

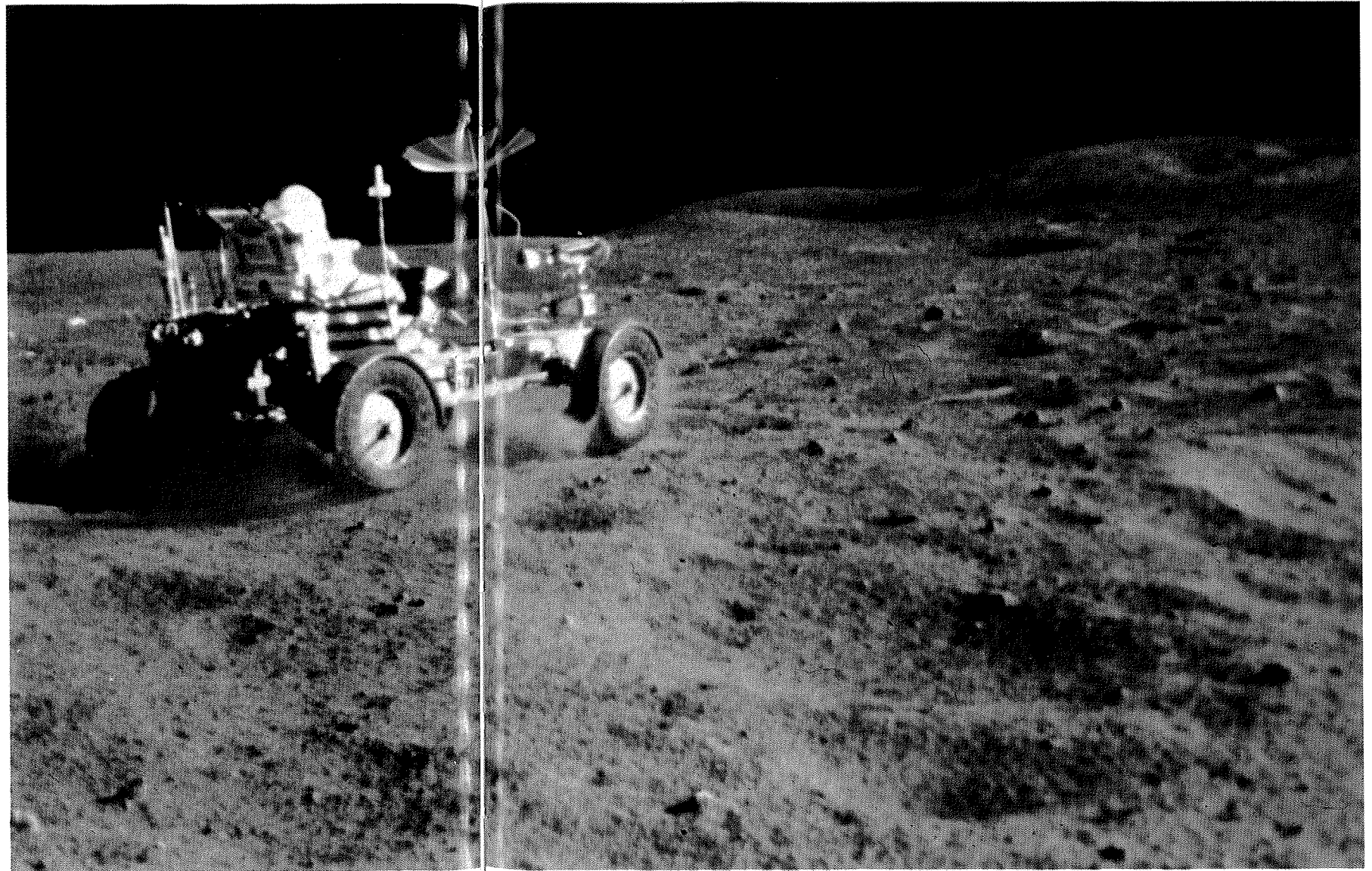
La permanenza sulla Luna fu in tutto di 2 giorni, 18 ore e 55 minuti, di cui 18 ore e 35 minuti dedicate all'esplorazione (27,8 per cento del tempo). Più di un quintale le pietre lunari raccolte, alcune a una profondità di 2,36 metri. Scott trovò anche un cristallo di roccia (anortosite pura) di 10 centimetri, subito chiamato "pietra della Genesi" in quanto la sua formazione risale probabilmente al periodo più prossimo alla nascita della Luna, 4,5 miliardi di anni fa.

Le telecamere del fuoristrada ripresero per la prima volta la partenza del Lem. Fu il suo ultimo compito: rimarrà parcheggiato per sempre a un centinaio di metri dal punto di decollo. Il rientro avviene con perfetta regolarità poco prima delle 23 del 7 agosto nelle acque del Pacifico a 520 chilometri da Honolulu. Gli astronauti non avranno più la noia dei 21 giorni di quarantena: ormai si è visto che non c'è rischio di contaminazione, la Luna è sicuramente un corpo celeste senza vita.

Durante il viaggio Worden era uscito tre volte dalla capsula per compiere esperimenti biologici e astronomici. Non sembra che i 12 giorni trascorsi nello spazio abbiano causato particolari disagi. «Soltanto per qualche giorno dopo il rientro — ha detto poi Irwin — ho sentito un leggero stordimento, come quando ci si alza da letto dopo una malattia. Forse questa sensazione è dovuta al fatto che durante la missione avevo usato poco l'attrezzo che serve a mantenere in esercizio i muscoli nonostante la mancanza di peso. Inoltre quando mi coricavo avvertivo una

vertigine come se dormissi con la testa un po' più in basso del resto del corpo. Presto però questi disturbi sono passati, e ora mi sento di nuovo in condizioni normali, per quanto normale possa sentirsi un uomo che è stato sulla Luna».

A proposito: come già nel caso della poesia di D'Annunzio junior, anche questa volta sulla Luna era andato al seguito degli astronauti americani qualcosa di italiano: il distintivo della missione (tre boomerang stilizzati) era stato disegnato dallo stilista Emilio Pucci, fiorentino.



L'astronauta John W. Young guida il veicolo lunare ripreso dal

compagno Charles M. Duke Jr. durante la terza fase di attività

extraveicolare (EVA) della missione Apollo 16 nel cratere Descartes.

“APOLLO 16”: UN ALTRO BRIVIDO

Quello che parte il 16 aprile 1972, alle 18,45 italiane, da Cape Canaveral è il penultimo equipaggio destinato a raggiungere la Luna. Il Programma Apollo è stato ridimensionato, sia per contenere i costi sia perché il materiale raccolto è già sufficiente per raggiungere gli obiettivi scientifici stabiliti all'inizio. Già con le ultime due missioni non si va più sulla Luna per scoprire qualcosa ma

per trovare conferme di quanto si conosce ormai piuttosto bene. Un *Saturno* metterà ancora in orbita lo *Skylab* nel 1973; un altro, infine, servirà per la missione orbitale russo-americana *Apollo-Soyuz* (luglio 1975). L'ultimo razzo della gloriosa serie che ha permesso la conquista della Luna rimarrà come un gigantesco monumento tecnologico, smontato nei suoi vari stadi, davanti al bianco cubo del VAB, il Vertical Assembly Building, a ricordare la più grande e costosa impresa scientifica del secolo.

A bordo dell'*Apollo 16* sono Thomas

Mattingly, John Young e Charles Duke. Mattingly ha 36 anni, è laureato in ingegneria aeronautica e capitano di corvetta della marina militare, gioca a tennis e a pallavolo e ama lo sci d'acqua; piloterà il modulo di comando *Caspar*. Young, 42 anni, è il comandante della missione; anche lui capitano della Marina militare, divorziato con due figli e risposato un anno prima della partenza per la Luna, è un ingegnere veterano dello spazio, con 268 ore di volo: per la quarta volta va in orbita ed è il primo uomo a circumnavigare per la seconda volta la Luna. Nel '65 era diventato popolare per la frase pronunciata prima di imbarcarsi sulla *Gemini 3*: "Andrei nello spazio anche con mia suocera". Ma forse nel '72 non ci sarebbe andato né con la prima né con la seconda moglie. Duke, colonnello dell'aeronautica, pilota del modulo lunare, ha 37 anni, una sola moglie e due figli, insegna astronautica al celebre MIT, il *Massachusetts Institute of Technology*. È considerato un umorista perché parlando con Aldrin durante la missione dell'*Apollo 11* lo aveva avvertito che "il centro di Houston non era in grado di far ruotare la Terra dall'altra parte".

Umore e ottimismo furono doti preziose per l'equipaggio dell'*Apollo 16*. Durante il viaggio si susseguirono infatti diverse piccole avarie, e una grave dopo l'inserimento in orbita lunare, quando si verificò un guasto nel sistema del controllo direzionale di flusso del motore principale del modulo lunare. Il Centro di Houston sospese la missione, ma dopo intense consultazioni si stabilì che l'inconveniente non avrebbe compromesso l'esito dell'impresa e si decise di procedere ugualmente allo sbarco. La durata complessiva della missione fu però ridotta di 25 ore rispetto al programma originale, il che non impedì di ottenere ugualmente risultati da primato: 64 orbite lunari, 2 giorni, 23 ore e 2 minuti di permanenza sul satellite, 20 ore e 14 minuti di esplorazione in tre uscite dal Lem (pari al 28,5 per cento del tempo), 27,9 chilometri percorsi con il fuoristrada lunare (allontanamento massimo di sei chilometri), 96,6 chilogrammi di rocce lunari riportate a terra (alcune scavate a una profondità di tre metri).

A bordo del modulo lunare *Orion*, con sei ore di ritardo per l'avaria al motore, il 21 aprile Young e Duke scendono dunque nel punto stabilito, sull'altipiano Cayley, non

Irwing saluta la bandiera americana. Si possono vedere il LEM al centro, il veicolo lunare sulla destra

davanti al cratere S. Giorgio (distante quasi 5 km), e Hadley Delta sullo sfondo.



lontano dal cratere Cartesio. Il Lem si arresta ad appena tre metri da un cratere profondo sette metri e mezzo. Se vi si fosse incagliato probabilmente non ci sarebbe stato scampo per gli astronauti. Le difficoltà erano previste. Questa volta la natura del suolo è notevolmente diversa. Non sono in un "mare" ma su una "terra" piuttosto accidentata. Nelle escursioni con il *Lunar Rover* esplorano, tra l'altro, un'altura chiamata Montagna della Pietra a quattro chilometri dal Lem e una regione molto tormentata dove si trova il cratere Raggio del Nord, largo un chilometro e profondo 200 metri. Considerato l'andamento ondulato del paesaggio, gli astronauti si aspettavano di trovare colate di lava vulcanica, invece l'altipiano è fatto di breccie, cioè conglomerati formati da blocchi angolosi di rocce legati da cemento naturale. Unico piccolo incidente: durante l'esplorazione Young tronca per errore il cavo di un apparecchio che doveva misurare il flusso del calore interno della Luna.

Young e Duke montano anche il primo osservatorio astronomico lunare: un telescopio che riprende immagini del cielo in luce ultravioletta, strumento che non potrebbe funzionare sulla Terra perché l'atmosfera assorbe quasi completamente le radiazioni di piccola lunghezza d'onda. Tra le fotografie ottenute, che ritraggono circa 10 mila oggetti celesti, le più importanti sono quelle delle Nubi di Magellano e della Galassia di Andromeda. Interessante anche il lavoro geologico: con un mortaio lanciagranate i due astronauti provocano una trentina di terremoti artificiali e li registrano con un sensibile sismometro: saggiano così le profondità lunari per accertare la consistenza dei vari strati del sottosuolo. Altri due esperimenti vengono invece compiuti sull'astronave-madre: il lancio di un piccolo satellite lunare che ha poi trasmesso informazioni per un anno e l'esposizione alla radiazione cosmica di colonie di batteri, funghi microscopici e uova di gambero, allo scopo di studiarne le eventuali mutazioni genetiche.

Young, Duke e Mattingly tornano sulla Terra la sera del 27 aprile. Li accoglie la portaerei *Tinderoga*, che incrocia nell'Oceano Pacifico a 300 chilometri dall'isola di Natale. Le pietre che hanno raccolto sull'altipiano di Cayley stabiliranno un altro primato: sono le più vecchie, oltre quattro miliardi di anni. Siamo vicino all'epoca dell'origine del sistema solare.

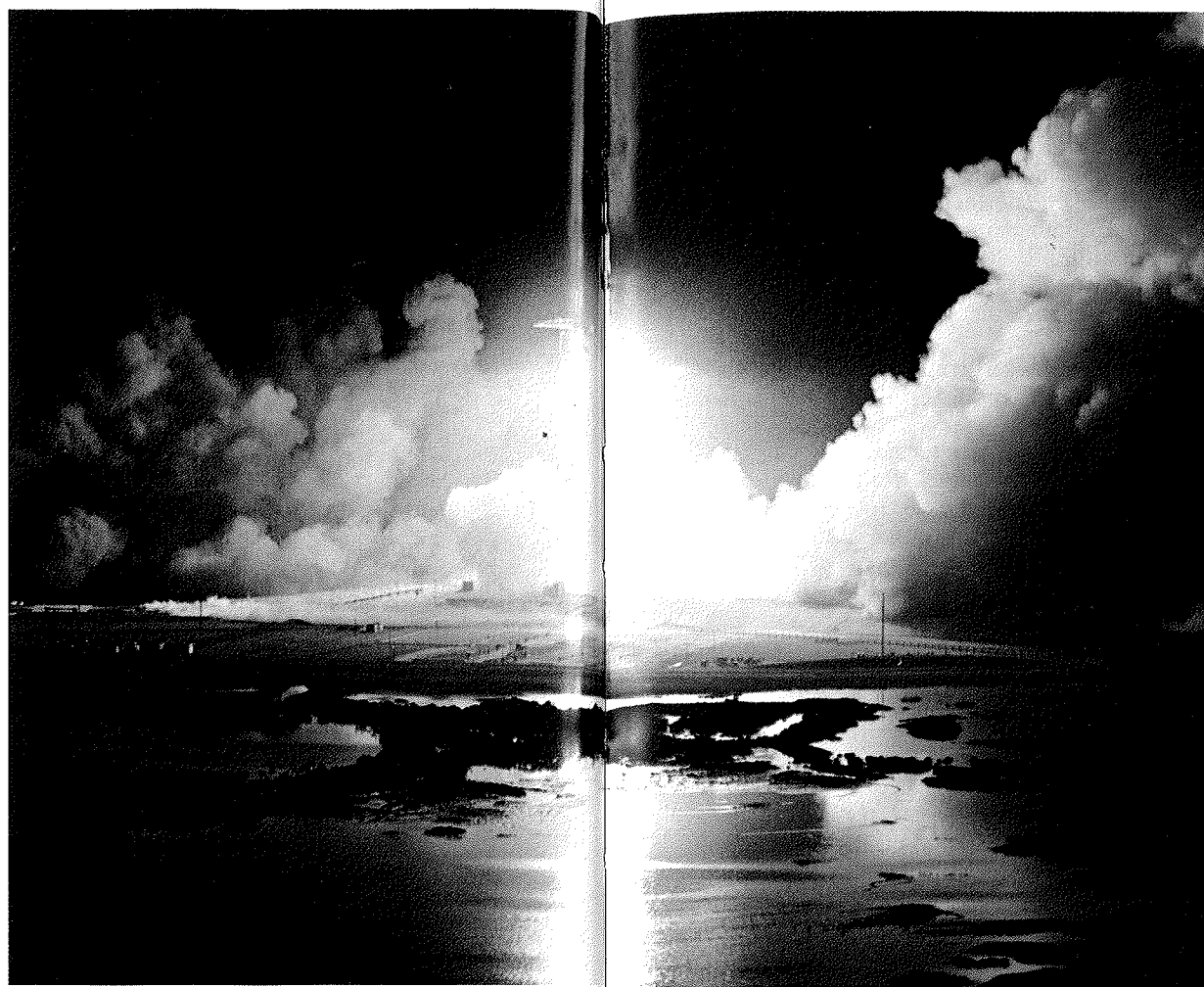
"APOLLO 17": LUNA, ADDIO

Sulla sponda ovest del Mare della Serenità, non lontano dal cratere Littrow, dove l'orizzonte meridionale è dominato dal monte Argaeus alto 2400 metri, giace abbandonato dal 14 dicembre 1972 il relitto dell'ultima missione *Apollo*, la diciassettesima. Ai piedi della sezione di atterraggio del modulo *Challenger* (Sfidante), una targa porta questa incisione:

«Qui l'uomo completò la sua esplorazione della Luna nel dicembre 1972. Possa lo spirito della pace nel nome della quale qui giungemmo riflettersi sulla vita di tutti gli uomini».

Alla prosa breve e non eccellente seguono le firme del presidente Nixon e quelle dei tre astronauti Eugene Cernan, 40 anni, capitano della missione, già a bordo dell'*Apollo 10* che aveva sfiorato il satellite ad appena 14,5 chilometri di quota, Harrison Schmitt, 37 anni, professore di geologia, primo e ultimo scienziato sceso sulla Luna, pilota del modulo lunare, il solo scapolo che sia sbarcato sulla Luna, e Ronald Evans, 39 anni, capitano di vascello, pilota del modulo di comando, rimasto solo sull'astronave *America* per tre giorni e 75 orbite intorno alla Luna.

Il viaggio di addio è stato un po' come il primo sbarco: costellato di significati simbolici, di gesti rituali, tra cui la solenne dedica, da parte di Cernan e di Schmitt, di un sasso lunare a tutta l'umanità. Ma l'ultima è anche la missione che ha visto al lavoro le apparecchiature più complesse e sofisticate, per un peso primato di 560 chilogrammi. Anche il fuoristrada è in versione aggiornata. L'esperienza ha ormai insegnato che la velocità media in pratica non supera i quattro-cinque chilometri orari. L'auto lunare dell'ultimo viaggio ha quindi meno sprint delle precedenti (velocità massima 13 chilometri all'ora) ma è in grado di portare un carico maggiore: 490 chilogrammi. Anche questa volta l'ordine è di non allontanarsi dal Lem più di 10 chilometri, la distanza dalla quale, anche in caso di avaria del fuoristrada, gli astronauti potrebbero fare ritorno a piedi rimanendo entro i limiti di sicurezza consentiti dallo "zaino di sopravvivenza". L'autonomia del mezzo è di circa 100 chilometri, ma nelle tre escursioni ne vengono percorsi soltanto 35, con un allontanamento massimo di sei e mezzo.



Il lancio dell'ultimo Saturno che porta la missione l'*Apollo 17* nell'orbita terrestre.

L'*Apollo 17* parte il 7 dicembre 1972 con un paio di ore di ritardo per qualche piccola noia al razzo vettore. È notte, perché questo orario di decollo permetterà di trovare nelle migliori condizioni di illuminazione la zona di discesa, che è quella dei Monti Taurus e del cratere Littrow. Il bagliore rosso-arancione del *Saturno 5* può essere osservato entro un raggio di 800 chilometri: è una lingua di fuoco larga 150 metri e lunga 700 che sale in due minuti e mezzo fino a 67 chilometri di quota rischiando un'area grande quasi quanto l'Europa per poi spegnersi all'improvviso (i gas combusti del secondo stadio non sono visibili da terra).

Il punto di approdo si trova a 20° 9' nord e 30° 45' est: è la regione più orientale tra quelle visitate dall'uomo, 700 chilometri a nord-est dalla base dell'*Apollo 11*. Nelle vicinanze c'è una frana di colore scuro che

permetterà di raccogliere rocce provenienti da quote molto elevate, non raggiungibili dagli astronauti. Nel sottosuolo è stato individuato uno dei maggiori "mascon", e quindi saranno particolarmente interessanti le misure gravimetriche.

Oltre a essere la missione d'addio, la diciassettesima è anche la missione dei primati: la più lunga permanenza nello spazio (12 giorni, 13 ore e 52 secondi), la più lunga villeggiatura sulla Luna (3 giorni e 3 ore, con 22 ore e 4 minuti di esplorazione, pari al 29,4 per cento del tempo disponibile), la più vasta ricognizione a bordo del fuoristrada, il maggior bottino di pietre e polveri lunari (110,2 chilogrammi). Queste pietre riveleranno un'età piuttosto varia, tra i 4 e i 3,5

miliardi di anni, perché la regione di Littrow-Taurus è al confine tra le "terre", che sono più antiche, e il Mare della Serenità, che è di formazione più recente. La sorpresa maggiore per il geologo Schmitt è il ritrovamento, vicino al cratere Shorty, di minuscole palline di vetro color arancione: si accetterà che sono di origine vulcanica, contengono percentuali insolitamente alte di piombo, zinco e zolfo e provengono da una profondità di almeno 300 chilometri, per cui devono essere state portate in superficie quando il mantello della Luna era ancora fuso e la crosta stessa era ancora soggetta a moti violenti.

Per sfruttare al massimo l'ultimo sbarco sulla Luna, gli esperimenti sono stati in gran parte rinnovati. C'è un esperimento di sismologia attiva: nelle loro escursioni gli astronauti sistemano quattro cariche esplosive che verranno fatte saltare dopo la loro partenza. Le vibrazioni indotte nel suolo verranno registrate da quattro geofoni, che invieranno i dati alla radiotrasmittente della base, posta a 3 chilometri e mezzo. La propagazione delle vibrazioni permetterà lo studio del sottosuolo. Un altro esperimento consiste nella misura del flusso termico lunare tramite termometri inseriti a 2 metri e mezzo di profondità. Un gravimetro fisso misurerà per anni le variazioni della forza gravitazionale dovute alle maree, mentre altri dati verranno raccolti dal gravimetro mobile a bordo del fuoristrada. Uno strumento sensibilissimo analizzerà la microatmosfera lunare dovuta al lento degassamento delle rocce sotterranee e al Lem stesso. Un altro apparecchio rileverà per la prima volta dimensioni, direzione e velocità del pulviscolo spaziale, una cipria di micrometeoriti che da almeno quattro miliardi di anni modifica lievemente e impercettibilmente la superficie della Luna.

Indagini geologiche vengono fatte con i soliti sistemi di carotaggio. Nuovo è invece uno strumento per analizzare le proprietà elettriche del suolo lunare: impulsi elettrici vengono trasmessi nel terreno e captati da un apposito apparecchio posto sul fuoristrada via via che gli astronauti si allontanano. Un altro apparecchio, anch'esso inedito per le missioni *Apollo*, registra i neutroni emessi dalle rocce lunari sotto il bombardamento dei raggi cosmici, altra causa di lievissima erosione.

Non meno denso e importante il programma di ricerche che viene svolto in

orbita da Evans. Con una sonda radar l'astronauta fruga anche lui nel sottosuolo lunare: si tratta di tre potenti radiotrasmettenti che indirizzano fasci di onde su tre diverse frequenze verso la superficie del satellite. Queste onde possono penetrare fino a 1300 metri di profondità prima di essere completamente assorbite o riflesse. I loro echi elaborati al computer disegneranno una mappa della crosta lunare. Si spera così di individuare depositi di acqua o di ghiaccio: ma il risultato sarà negativo.

Molti i rilievi fotografici che Evans effettua usando una camera panoramica e una macchina fotogrammetrica con obiettivo da 7,5 centimetri che riprende tremila immagini, ognuna delle quali copre una regione di 170 chilometri di lato. Un altimetro laser integra questi dati topografici. Un radiometro misura invece la radiazione infrarossa emessa dalla Luna fornendo un profilo termico a larga scala complementare rispetto alle misure di flusso termico fatte al suolo. Uno spettrometro sensibile all'ultravioletto estremo integra invece le misure fatte al suolo sulla tenuissima microatmosfera lunare. Irregolarità del percorso della navicella in orbita, rilevate captando un segnale radio in banda S, forniscono altri dati sui "mascon" e completano le misure gravimetriche in loco.

Come si vede il programma scientifico dell'*Apollo 17* è il più ricco e organico perché presenta una perfetta correlazione tra esperimenti al suolo ed esperimenti in orbita. Il tocco finale è un esperimento sismico già attuato in precedenza ma ora perfezionato: mentre gli astronauti tornano verso la Terra, il modulo lunare viene fatto precipitare sul pendio di una montagna. L'urto, nel quale si sviluppa un'energia pari a quella di 700 chilogrammi di tritolo, viene ripreso — questo il fatto nuovo — dalla telecamera che 8 ore prima aveva già teletrasmesso il decollo degli astronauti, situata a 9 chilometri dal punto di impatto. Questa meteorite artificiale è l'atto conclusivo dell'esplorazione del nostro satellite. Il 19 dicembre, dopo 305 ore di volo, lo "splash-down" degli astronauti nell'oceano Pacifico, a poche miglia dalla portaerei *Tinderoga*.

UN'EPOCA SI CHIUDE

Con il ritorno di Cernan, Schmitt ed Evans si conclude un'epoca dell'esplorazione spaziale. Lo spettacolo, almeno in apparenza, ha dominato sugli aspetti scientifici, ma la quantità di dati raccolta è così grande che soltanto adesso, a quasi vent'anni di distanza, si può incominciare a trarne il bilancio culturale.

Probabilmente il frutto più importante del Programma Apollo è di tipo "filosofico". Staccarsi dal pianeta Terra, contemplarlo da lontano, abbracciare in un solo sguardo questo sistema ecologico splendido ma piccolo e chiuso, ha creato nell'umanità una nuova autocoscienza. Con esito esteticamente non molto felice ha provato a esprimere questo concetto il poeta americano Archibald McLeish:

«Vedere la Terra / qual è veramente, / piccola, bella e azzurra / in quell'eterno silenzio / in cui galleggia, / è vedere noi stessi / come viandanti / e compagni di viaggio / sulla Terra, / fratelli / su quel luminoso incanto / nell'eterno gelo, / fratelli / che ora sanno / di essere / veramente fratelli».

Guardando la Terra durante il viaggio dell'*Apollo 17* Schmitt aveva detto: "Un poeta non potrebbe contemplare questo fragile globo azzurro senza pensare alle cellule della vita primitiva che hanno percorso i sentieri dell'evoluzione per arrivare fino alle attuali forme di vita intelligente. Queste cellule evolute lavorano tutte per uno stesso fine: proiettare la vita sempre più lontano nell'universo. Spero che presto un poeta venga inviato nello spazio per esprimere ciò che vede e sente a tutta l'umanità".

Il poeta non è ancora andato nello spazio (e valga come attenuante per i versi di McLeish), ma il geologo Schmitt ha dimostrato di saperlo surrogare abbastanza bene. Ed è stato anche buon profeta immaginando che il destino dell'uomo potrebbe essere nello spazio più o meno vicino, via via che sulla Terra la popolazione cresce, le risorse diminuiscono, aumenta l'inquinamento planetario, scarseggia l'energia. Nessuno scenderà sulla Luna prima della fine del secolo. Ma quando l'uomo vi farà ritorno non sarà per una timida e breve esplorazione, ma per impiantare una base stabile, in vista

della colonizzazione spaziale. E allora finalmente metteremo a frutto fino in fondo tutti i dati raccolti dai pionieri del Programma Apollo.

Intanto l'esplorazione continua nei laboratori terrestri. I nastri su cui sono registrati i dati inviati per anni dagli *Alep* sono una miniera di informazioni. Dei 382 chilogrammi di Luna portati dagli astronauti, il 12 per cento è stato distribuito a più di mille scienziati di 125 istituti scientifici sparsi in tutto il mondo. Il resto è conservato in un deposito sotto vuoto spinto al Centro spaziale di Houston. Questa scorta consistente e incontaminata (ci si è limitati a pesare e a catalogare i campioni) è stata messa da parte in vista del probabile sviluppo di nuovi metodi e strumenti di analisi. È una specie di capitale scientifico chiuso in cassetta di sicurezza. E non solo scientifico: tenendo

conto del costo del Programma Apollo, ogni chilogrammo di sassi lunari vale 63 milioni di dollari.

Ma a parte i progressi di base fatti in astronomia, cosmologia, geofisica, elettronica, scienza dei materiali, biologia e fisiologia umana, all'attivo va messa anche l'enorme ricaduta tecnologica. La Nasa ha fatto un censimento da cui risulta che sono più di 160 mila le "cose utili" di derivazione astronautica tra brevetti, perfezionamenti e tecnologie nuove. Per raggiungere questi risultati hanno lavorato per quindici anni cinquecentomila scienziati e tecnici nei settori più diversi. Fino ad allora soltanto la guerra aveva mobilitato tante energie e tanto denaro verso un unico fine. Occorre tenerne conto, qualunque giudizio politico, storico o scientifico si voglia dare del Programma Apollo.

ANALISI DELLA LUNA MEDIANTE VEICOLI SPAZIALI

1959 Luna 2 (URSS). Misura del campo magnetico lunare.	1970 Luna 17 (URSS). Esperimenti scientifici vari.
1962 Mariner 2 (USA). Misura del rapporto fra le masse della Terra e della Luna.	1971 Apollo 14 (USA). Esperimenti scientifici, raccolta di rocce.
1966 Luna 9 (URSS). Misura la radioattività lunare.	1971 Apollo 15 (USA). Esperimenti scientifici, raccolta di rocce, messa in orbita lunare di un satellite scientifico.
1966 Luna 10 (URSS). Misura della radioattività.	1971 Luna 19 (URSS). Esperimenti in orbita.
1966 Luna 13 (URSS). Misure delle caratteristiche del suolo lunare.	1972 Luna 20 (URSS). Prelevamento di un campione di terreno lunare.
1967 Surveyor 3, 5, 6 (USA). Misure delle caratteristiche del suolo dei mari lunari.	1972 Apollo 16 (USA). Esperimenti scientifici, raccolta di campioni di rocce, osservazioni con fototelescopio UV; esperimento <i>biostack</i> .
1968 Surveyor 7 (USA). Misure delle caratteristiche del suolo degli altipiani.	1972 Apollo 17 (USA). Esperimenti scientifici, raccolta di campioni di rocce; tra cui l' <i>orange soil</i> .
1968 Lunar Orbiter 1,2,3,4,5,6 (USA). Scoperta delle concentrazioni di massa (mascon).	1973 Luna 21 (URSS). Sbarco del veicolo telecomandato Lunahkod 2; esperimenti scientifici.
1969 Apollo 11 (USA). Sbarco umano sulla Luna; esperimenti EASEP; raccolta di campioni di rocce.	1973 Explorer 49 (USA). Misurazioni di radio astronomia dal lato oscuro.
1969 Apollo 12 (USA). Esperimenti scientifici; raccolta di rocce.	1974 Luna 23 (URSS). Esperimenti scientifici.
1970 Luna 16 (URSS). Prelevamento di un campione di terreno lunare.	1976 Luna 24 (URSS). Analisi del suolo da campioni del Mare Crisium raccolti a 2 m di profondità.