

Approfondimenti

7. Geologia della Luna

La Luna è l'oggetto astronomico più vicino alla Terra, il più intensamente studiato ed è anche il primo e per ora unico che sia stato visitato dall'uomo: i primi uomini a camminare sul suolo del nostro satellite sono stati gli astronauti statunitensi Neil Armstrong e Buzz Aldrin il 21 luglio 1969, dopo lo storico allunaggio del modulo lunare nel Mare della Tranquillità (*Mare Tranquillitatis*), nell'ambito della missione Apollo 11.

Il programma Apollo è proseguito con altre cinque missioni con equipaggio umano, concludendosi nel dicembre 1972 con la missione Apollo 17: in tutto, 12 astronauti hanno posto piede sulla superficie della Luna.

Caratteristiche della superficie della Luna

La Luna ha un diametro di 3476 km (pari al 27 % del diametro terrestre), una massa pari all'1,2 % della massa terrestre e una densità media di 3,34 g/cm³ (mentre la densità media della Terra è di 5,5 g/cm³ e quella media della crosta terrestre è di 2,8 g/cm³). Orbita a una distanza media dalla Terra di 384 000 km, in un periodo di 27,32 giorni.

L'aspetto della superficie della Luna, osservabile anche a occhio nudo dalla Terra, è caratterizzato dall'alternanza di aree pianeggianti, di colore scuro denominate *mari* (*maria*) e di aree rilevate e irregolari, di colore chiaro, denominate *terre* (*terrae*), interamente crivellate da crateri circolari.

MARI. Già nel XIX secolo i geologi discutevano se i **mari** fossero dei crateri di origine vulcanica o dei crateri da impatto di meteoriti o asteroidi: soltanto dopo le missioni *Apollo*, si ebbe la certezza che i mari sono crateri dovuti all'impatto di enormi asteroidi.

In effetti, i mari sono grandi depressioni, spesso a contorno all'incirca circolare e del diametro di centinaia di chilometri, il cui fondo è ricoperto da *lave basaltiche* scure (fig. 1): si ritiene generalmente che l'impatto originario sia stato talmente forte da aprire delle fratture nella crosta della Luna, dalla quali sarebbe in seguito risalito magma dal mantello lunare che avrebbe riempito la depressione, cancellando tutti i crateri più antichi.

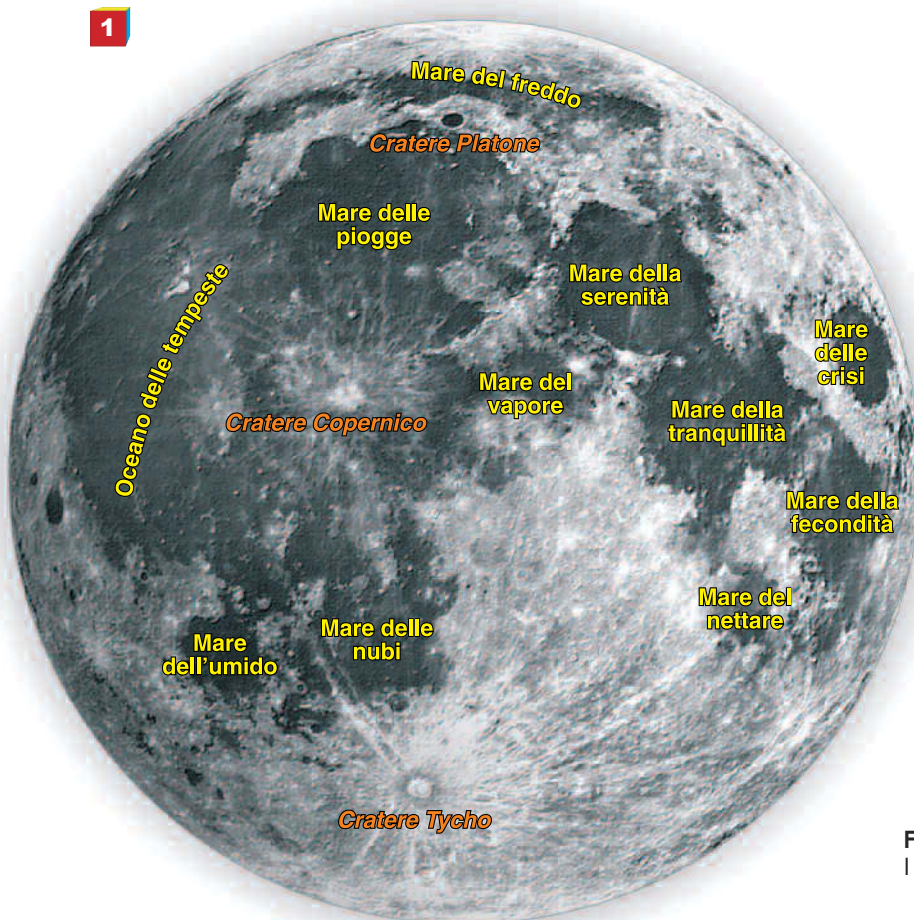


Fig. 1.
I principali mari della Luna.

2



3

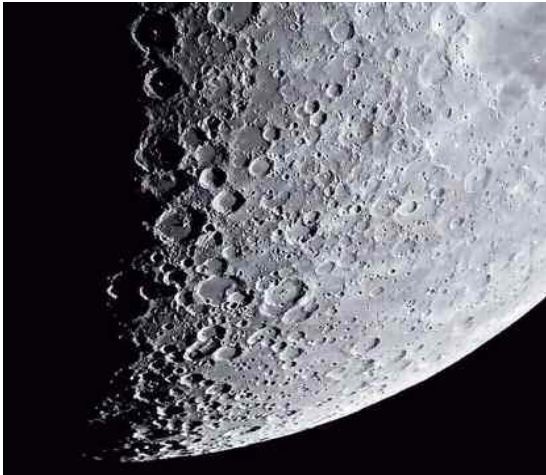


Fig. 2.

In primo piano, vista da nord, la distesa levigata del Mare delle Piogge in cui sono presenti sporadici crateri da impatto: sullo sfondo in alto, oltre i rilievi che segnano i margini del mare, è visibile il Cratere Copernicus (indicato nella figura 1).

Fig. 3.

Un settore delle terre crivellate da crateri da impatto nella parte meridionale della Luna.

Solamente pochi e piccolo crateri da impatto ne hanno successivamente modificato la struttura (fig. 2).

I mari sono pressoché tutti concentrati nell'emisfero lunare rivolto verso la Terra, mentre sono molto scarsi e di piccole dimensioni nell'emisfero opposto.

Il maggiore, di forma allungata, è l'Oceano delle Tempeste (*Oceanus Procellarum*), mentre di forma circolare, sia pure lobata, sono il Mare delle Piogge (*Mare Imbrium*), il Mare delle Nubi (*Mare Nubium*), il Mare della Serenità (*Mare Serenitatis*) e il Mare della Tranquillità (*Mare Tranquillitatis*), per citare i principali.

TERRE. Le terre costituiscono la parte più antica della superficie lunare. In base alla datazione radiometrica dei campioni di rocce lunari prelevati nel corso delle missioni Apollo, si è infatti scoperto che le terre si sono formate circa 4000 milioni di anni fa, mentre le lave che riempiono i mari hanno età compresa tra 3800 e 3200 milioni di anni.

La principale caratteristica topografica delle terre è quella di essere fittamente cosparse di crateri circolari dovuti a intenso bombardamento da parte di meteoriti di dimensioni più o meno grandi (fig. 3).

I crateri possono avere dimensioni estremamente diverse, con diametro da pochi centimetri a oltre 200 km. La lava è poco viscosa e questo spiega perché sulla Luna non si sono formati dei veri e propri edifici vulcanici, come si osserva sulla Terra. Studi dettagliati hanno dimostrato che la "craterizzazione" delle terre ha raggiunto la saturazione, cioè non si può formare nessun nuovo cratere senza che si obliteri uno dei vecchi.

Nelle terre si distinguono anche catene montuose, alte fino a oltre 9000 m sopra il livello dei mari vicini, interpretate come resti di rilievi creati dalle gigantesche collisioni che hanno dato origine ai mari.

Altre forme depresse e allungate sono interpretate come *graben* (fosse tettoniche).

LE ROCCE LUNARI

Le missioni Apollo (fig. 4 a e b) hanno portato sulla Terra circa 380 kg di roccia lunare, mentre le sonde automatiche russe *Luna* (*Lunik*) ne hanno prelevati poco più di 300 g (nel corso di 4 missioni tra il 1970 e il 1976).

Le principali rocce lunari possono essere distinte in due gruppi principali:

- le *rocce chiare delle terre*, costituite da *anortositi* (fig. 5a) ad alto contenuto di *plagioclasio*;
- le *rocce scure dei mari*, costituite da *basalti* (fig. 5b) simili per composizione a quelli terrestri (anche se rispetto a questi ultimi contengono più titanio e ferro e meno alluminio): i minerali che le costituiscono sono *feldspati*, *pirosseni*, *olivine* e *ossidi*, soprattutto *ilmenite* (ossido di ferro e titanio).

4

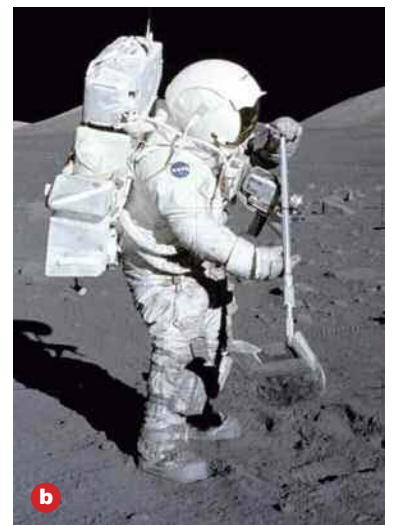
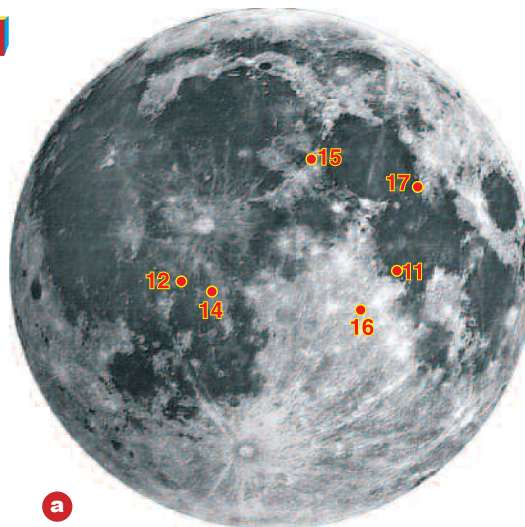


Fig. 4.

a. I siti di allunaggio dei moduli lunari delle sei missioni Apollo 11-17.
b. L'astronauta Harrison H. Schmitt dell'Apollo 17, mentre effettua il prelievo di campioni di suolo lunare.

5

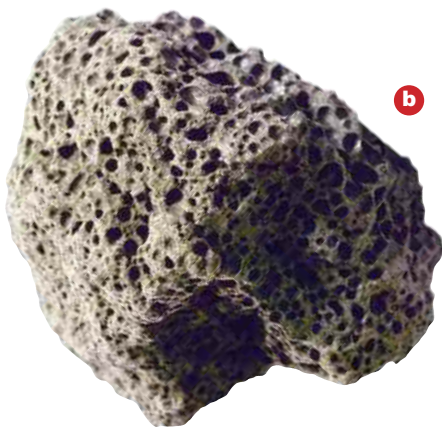


Fig. 5.
Campioni di rocce della Luna: **a.** anortosite,
b. basalto.

Altre rocce presenti sulla superficie della Luna consistono di *vetri*, provenienti dalla cementazione di polvere dovuta agli impatti meteorici e *brecce*, anch'esse derivanti dagli impatti e costituite da frammenti angolari cementati da vetro.

Solo pochi nuovi minerali sono stati scoperti nelle rocce lunari: un particolare tipo di pirosseno con composizione intermedia rispetto a quelli conosciuti sulla Terra e l'*armacolite*, così chiamata dalle prime lettere dei cognomi dei tre astronauti dell'Apollo 13 (Armstrong, Aldrin e Collins), che assomiglia molto nell'aspetto all'ilmenite.

LA STRUTTURA E IL CAMPO MAGNETICO DELLA LUNA

Un compito essenziale svolto dalle missioni Apollo è stato quello di posizionare sulla Luna una rete sismografica, che ha consentito di rilevare migliaia di "lunamoti", solo alcuni dei quali attribuibili a impatti di meteoriti. I lunamoti sono molto deboli rispetto ai terremoti; essi hanno magnitudo intorno a 1,3 della scala Richter, ma hanno ipocentri piuttosto profondi, fino a 1000 km.

Ricordando che sulla Terra i terremoti con ipocentro superiore a 500 km sono rari, risulta chiaro che i lunamoti non sono dovuti allo stesso tipo di movimento superficiale lungo le faglie che causa i terremoti: a quanto sembra, sarebbero causati soprattutto dall'attrazione gravitazionale esercitata dalla Terra, che induce sulla Luna forze mareali (il fenomeno infatti avviene solo sulla faccia rivolta verso il nostro pianeta e solo quando la Luna è più vicina a esso).

I lunamoti hanno consentito di tracciare la **struttura interna** della Luna: la crosta è spessa circa 60 km e i mari sono scavati nella crosta e riempiti di basalto fino alla profondità di 20 km. Al di sotto della crosta si trova il mantello lunare, composto da pirosseni e olivine e probabilmente simile a quello terrestre.

A una profondità di circa 1000 km le onde S scompaiono e le onde P sono rallentate, suggerendo l'esistenza di un nucleo in parte liquido. Poiché la densità media della Luna è più bassa di quella della Terra, il nucleo non può consistere di ferro e nichel, come quello terrestre, ma si ipotizza piuttosto che sia composto da solfuro di ferro.

Il **campo magnetico** lunare assomiglia a quello terrestre poiché, pur essendo molto più debole di quest'ultimo, è dipolare e presenta un polo nord magnetico localizzato in prossimità del polo nord lunare. Tuttavia, le rocce presentano una forte *magnetizzazione residua*, che è la prova che una volta il campo magnetico lunare era molto più intenso. Si pensa quindi che all'inizio della sua storia la Luna avesse un nucleo metallico allo stato liquido interessato da movimenti convettivi capaci di alimentare un meccanismo "tipo dinamo", analogo a quello della Terra.