
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

PIERO LEONARDI

Osservazioni geomorfologiche sui crateri lunari e marziani

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 40 (1966), n.5, p. 763–769.

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1966_8_40_5_763_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)*

SIMAI & UMI

<http://www.bdim.eu/>

Geologia. — *Osservazioni geomorfologiche sui crateri lunari e marziani.* Nota (*) del Corrisp. PIERO LEONARDI.

SUMMARY. — A close examination of the photographs taken by American Rangers and by the Russian Lunik and Zond yields good arguments to assume a volcanic origin of large and medium sized lunar craters which are situated predominantly on the so-called "lands". On the other hand it seems likely that the multitude of small craters scattered uniformly over the entire lunar surface including the so-called "seas" are due to impacts of meteorites. Analogous morphological characteristics were revealed by NASA's Mariner IV of the surface of Mars. Consequently, the martian craters seem to have analogous origins. Peculiar and interesting is the remarkable resemblance of a group of these craters with the eruptive center of the "Colli Albani" near Rome.

L'elemento più caratteristico della morfologia lunare è costituito da strutture montuose anulari chiamate « circhi » o « crateri » aventi dimensioni assai varie (da centinaia di Km a pochi centimetri di diametro), i cui maggiori, noti da tempo mediante le osservazioni telescopiche, sono estremamente diffusi nelle cosiddette « terre », mentre sono piuttosto scarsi nei cosiddetti « mari »

Questi circhi e crateri sono stati assai variamente interpretati dagli Autori. Al momento attuale i selenologi sono divisi sostanzialmente in due campi: quello che attribuisce circhi e crateri a « bombardamento » meteoritico (ipotesi balistica) e quello che li ritiene dovuti a fenomeni eruttivi (ipotesi vulcanica).

Per quanto ci riguarda, riteniamo che ambedue le ipotesi rispondano parzialmente alla realtà.

Gran numero di crateri, particolarmente quelli di minori dimensioni, la cui cavità ha conformazione emisferica (per esempio *Altraganus*, *Theon sen.*, *De Morgan*, *Cayley*, *Wewell-Silberschlag*, *Lassell*, ecc.) e che sono sparsi indifferentemente su tutta la superficie lunare, sono con ogni probabilità dovuti all'impatto di meteoriti (figg. 1, 3).

Ma riteniamo — sulla base di un accurato e documentato confronto morfologico — che la maggior parte dei circhi e crateri più sviluppati, particolarmente quelli dotati di picco centrale, distribuiti in gran prevalenza sulle « terre », siano stati originati da fenomeni eruttivi.

Resta per noi misteriosa l'origine di quelle vastissime depressioni subcircolari quali il *Mare Crisium*, il *Mare Imbrium* e il *Mare Serenitatis*, che hanno in comune con i circhi e i crateri il contorno rotondeggiante e la cerchia montuosa (talora solo parziale). Qualche Autore ne attribuisce l'origine a caduta di enormi corpi celesti (asteroidi? planetesimali?) quando il consolidamento della Luna era appena iniziato, ma questa ipotesi ci sembra assai problematica. D'altra parte, anche se queste entità selenitiche hanno indubbe analogie mor-

(*) Presentata nella seduta del 14 maggio 1966.

fologiche con i circhi e i crateri, esse ci sembrano troppo estese per poter essere attribuite a fenomeni eruttivi normali.

Secondo qualche Autore, queste enormi depressioni lunari risponderebbero a sprofondamenti di vaste aree crustali, e in esse si sarebbero poi distese imponenti masse magmatiche fluide di tipo basaltico che consolidandosi avrebbero originato le attuali vaste superfici livellate dei « mari ».

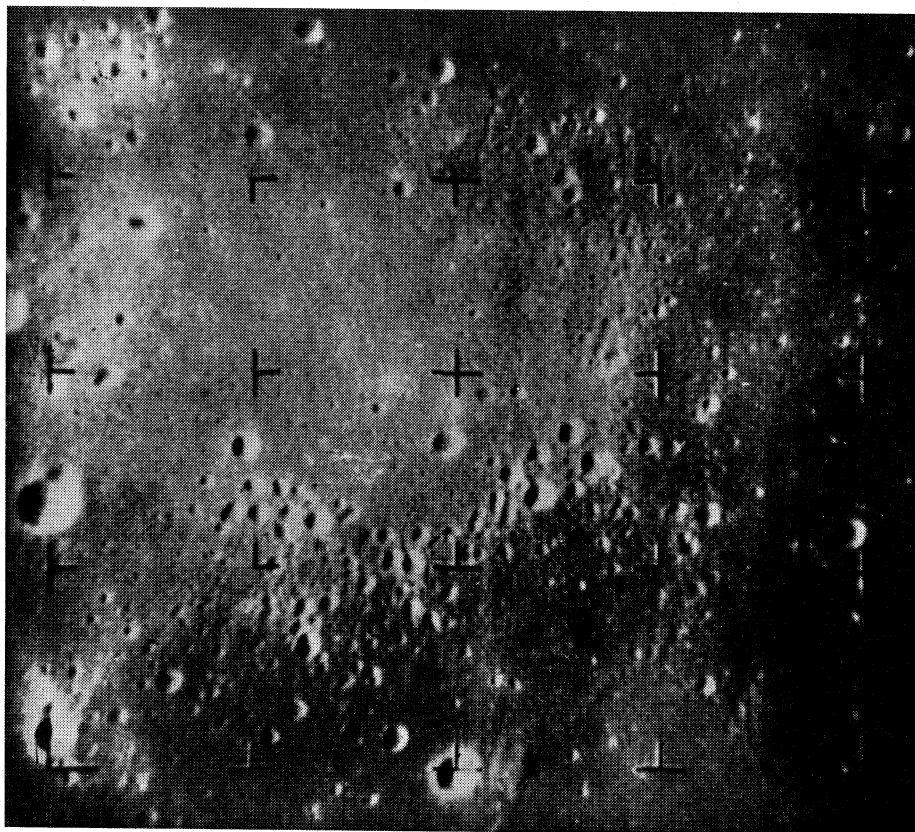


Fig. 1. - Fotografia scattata dal *Ranger VII* U.S.A. il 31 luglio 1964. Essa ha messo in evidenza l'esistenza sulla superficie lunare di una quantità sterminata di minuscoli craterini dovuti con ogni probabilità al « bombardamento » meteoritico.

(Fotogr. originale gentilmente favorita dalla N.A.S.A.).

Per quanto riguarda il *Mare Imbrium*, non concorda con quest'ultima ipotesi la constatazione del fatto - evidentissimo - che la catena degli *Appennini*, oltre a presentare nel suo ripido versante che costeggia il *Mare Imbrium* la stessa morfologia dei versanti interni dei circhi e crateri lunari, mostra chiaramente, nel suo dolce versante opposto al mare, di rispondere ad un accumulo di *ejectamenta* derivati da una grandiosa esplosione avente il suo centro nel mare suddetto, che probabilmente ne trasse origine. Niente del genere si osserva in corrispondenza della scarpata degli *Altai*, che sicuramente

corrisponde ad una faglia con sprofondamento della regione ad essa anti-stante. La formazione del *Mare Imbrium* non sembra quindi dovuta soltanto a sprofondamento.

Per parte nostra, riteniamo che questo, come altri problemi relativi al nostro satellite, resterà insoluto almeno fino a quando l'Uomo mettendo piede su di esso potrà rendersi conto direttamente della natura delle rocce lunari.

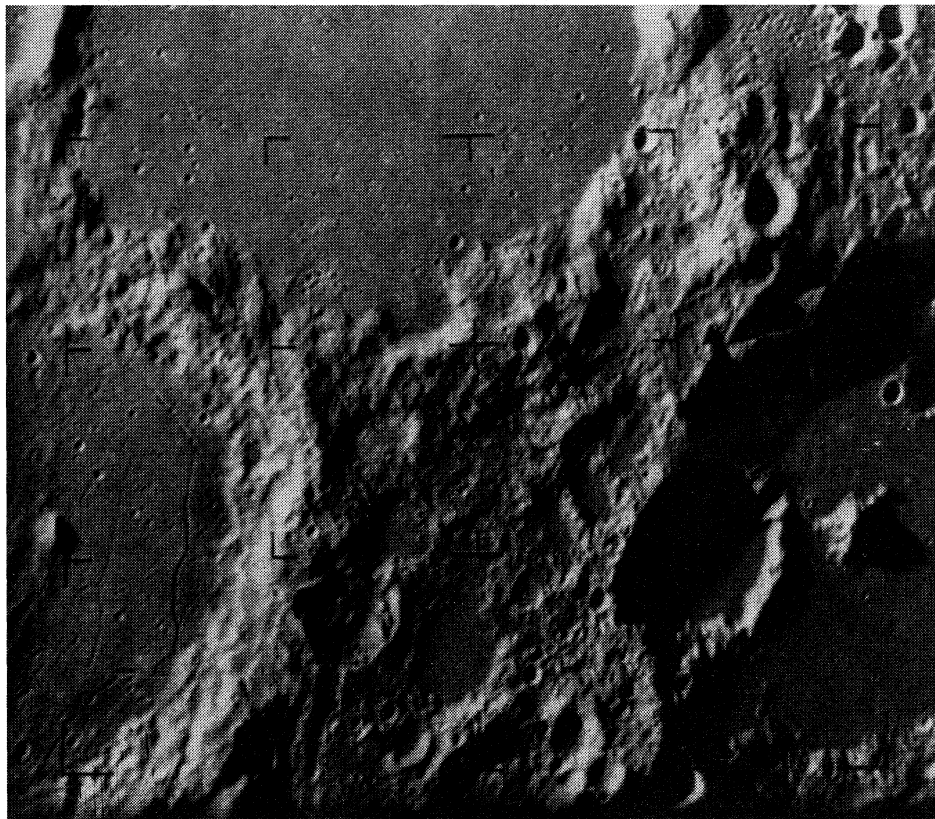


Fig. 2. - In questa fotografia, scattata dal *Ranger IX* U.S.A. il 24 marzo 1965, sono visibili la metà meridionale del circo *Ptolemaeus* (in alto), tipica caldera vulcanica « a festoni»; parte del cratere *Alphonsus* (a sinistra) con il picco centrale e caratteristiche fenditure; buona parte di *Albategnius* (a destra), con il picco centrale fornito di evidente orificio eruttivo, e, al suo margine verso sinistra, il piccolo cratere *Klein*. Tutta la superficie è cosparsa di craterini dovuti a « bombardamento » meteoritico.

(Fotogr. originale gentilmente favorita dalla N.A.S.A.).

Quanto ai fenomeni eruttivi da cui hanno avuto origine a nostro avviso molti circhi e crateri lunari, fenomeni che - a quanto risulterebbe dalle osservazioni di Kozyrev (1958) sul picco centrale di *Alphonsus* (fig. 3) - sono forse ancora in atto, per quanto assai limitatamente, propendiamo a credere che essi abbiano avuto le seguenti caratteristiche.

Si sarebbe avuta inizialmente, per la maggior parte dei crateri, una fase esplosiva paragonabile qualitativamente ai fenomeni eruttivi che danno origine ai diatremi e ad altri crateri di esplosione terrestri. Così avrebbero avuto origine le cerchie montuose dei circhi e crateri e la cavità interna con fondo a livello inferiore a quello delle aree circostanti.

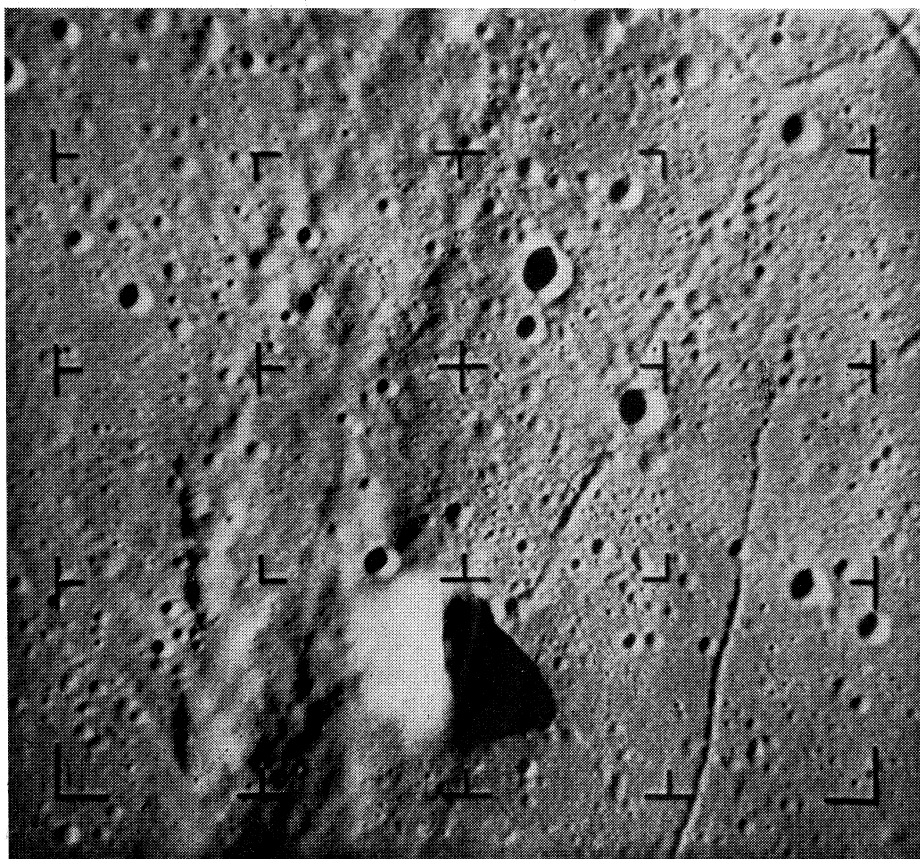


Fig. 3. - Questa fotografia, scattata dal *Ranger IX* U.S.A. il 24 marzo 1965, mostra una parte del fondo pianeggiante del cratere *Alphonsus* con il picco centrale, alcune fenditure e numerosissimi craterini dovuti a « bombardamento » meteoritico. È da questo picco centrale che si sarebbero avute, secondo l'astronomo russo Kozyrev (1958), emissioni di gas testimoniando il persistere di attività vulcanica sulla Luna.

(Fotogr. originale favorita dalla N.A.S.A.)

Terminata questa fase esplosiva, nei vari crateri il processo eruttivo avrebbe avuto svolgimenti diversi caso per caso.

In alcuni pochi crateri, la cui cavità è più o meno emisferica, il processo eruttivo sembra aver avuto fine con questa prima fase esplosiva.

Ma nella maggior parte dei casi, dopo l'esplosione iniziale ed il crollo con sprofondamenti calderici successivi, il magma sembra esser salito a costi-

tuire nei circhi e nei crateri laghi di lava che avrebbero dato origine, col loro consolidamento, a superfici piane coperte da materiali piroclastici « a gocce », a livello in generale più basso di quello della superficie esterna (*Archimedes, Plato, Ptolemaeus, Hipparchus, Flammarion, Clavius, Maginus, Longomontaus, Schickard, Mersenius, Billy*), raramente a livello superiore (*Wargentin*).

Dai suddetti fenomeni di sprofondamento deriva la caratteristica struttura a gradinata del pendio interno di molte cerchie montuose (*Petavius, Langrenius, Arzachel, Aristoteles, Copernicus, Eratosthenes*, ecc.).

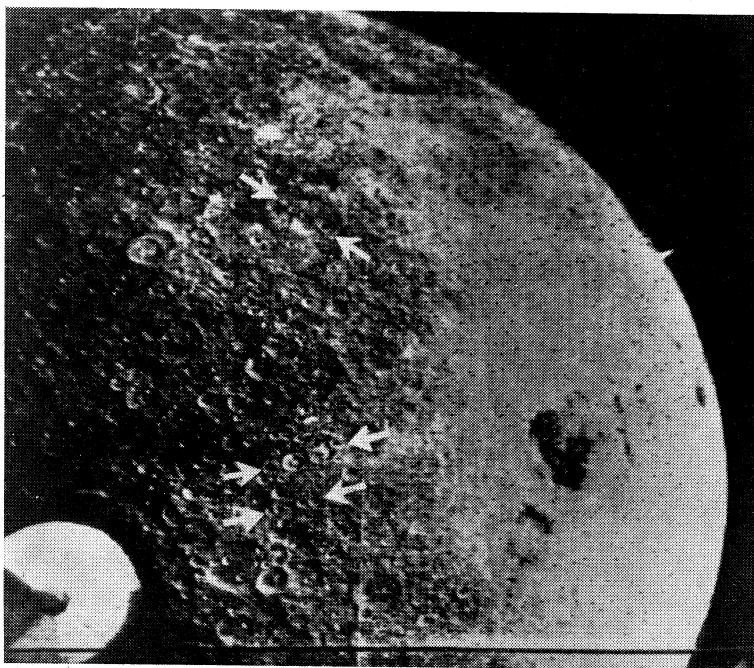


Fig. 4. - Questa fotografia, eseguita dal *Zond 3* sovietico il 20 luglio 1965, mostra larga parte della « faccia nascosta » della Luna. Risulta chiaramente che essa risponde a vaste estensioni di « terre » butterate da una enorme quantità di crateri. Molto interessanti, perché nettamente a favore dell'origine vulcanica, alcuni allineamenti di crateri, indicati dalle frecce.

(Fotogr. originale gentilmente favorita dall'*Agenzia di Stampa Novosti*).

In molti crateri si è avuta poi un'ultima fase con un'ulteriore salita del magma nella parte centrale del fondo craterico, dando origine ai picchi centrali (*Theophilus, Piccolominus, Copernicus, Eratosthenes, Aristillus, Timocharis, Tycho, Gassendi*, ecc.), che spesso mostrano un evidente condotto eruttivo (fig. 2).

In altri casi (per esempio *Alpetragius*) pare che il picco centrale - che in questo caso sembra rispondere a una « cupola di ristagno » - si sia formato subito dopo la fase iniziale esplosiva, senza la formazione del lago di lava.

Tenendo conto della enorme estensione delle raggere di materiali proiettati a grande distanza, che circondano alcuni crateri evidentemente più recenti di tutti gli altri (*Tycho, Copernicus, Kepler, Aristillus, Aristarchus, Petavius, Anaxagoras*, ecc.) si può affermare che nel periodo finale dell'attività eruttiva sulla Luna si sono verificati notevoli parossismi eruttivi caratterizzati secondo A. Rittmann da emissioni di lave schiumeggianti (*foam lavas*) passanti a sospensioni di particelle di vetro in gas caldi.

Non sembra dunque che la gran quantità di crateri che buttera la superficie del nostro satellite e che la distingue così nettamente da quella terrestre

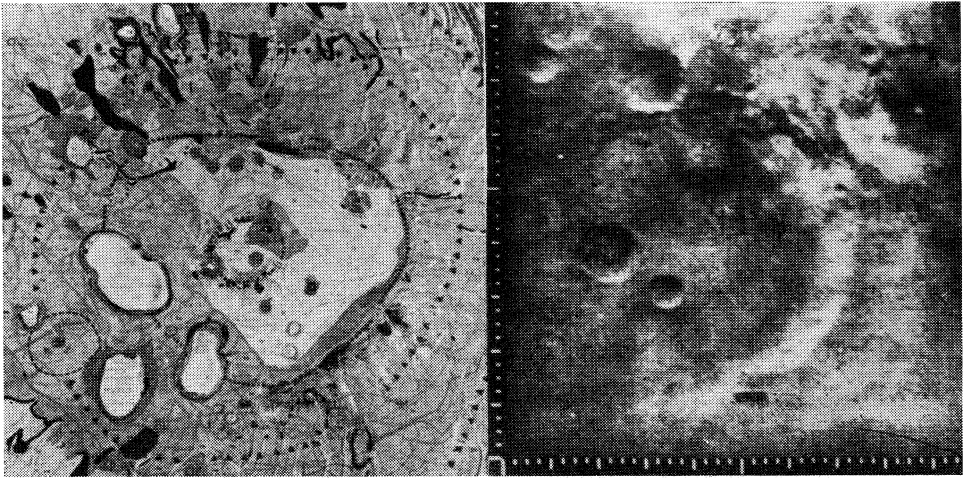


Fig. 5. - La morfologia del complesso craterico visibile nella fotografia n. 11 scattata dal *Mariner IV* U.S.A. sulla superficie di Marte (a destra) presenta straordinarie analogie con la morfologia del gruppo dei Vulcani Laziali, di cui è riprodotto (a sinistra) il plastico geologico di U. Ventriglia.

sia dovuta unicamente alla mancanza sulla Luna dell'azione demolitrice degli agenti atmosferici: si ha la netta impressione che il fenomeno sia dovuto piuttosto, in massima parte, a cause endogene, ossia a uno sviluppo proporzionalmente maggiore dell'attività eruttiva sulla Luna.

Questa impressione viene confermata dal confronto con la morfologia della superficie di Marte, che le sorprendenti fotografie del *Mariner IV* U.S.A. hanno dimostrato del tutto analoga a quella lunare (fig. 5), anche se il « pianeta rosso » è tuttora provvisto di una sia pur tenue atmosfera.

Vien fatto di chiedersi se la morfologia « lunare » non risponda di regola a quella dei pianeti e satelliti più piccoli della Terra, nei quali, dato il volume sensibilmente minore, il processo di raffreddamento e consolidazione, se non addirittura giunto a compimento, è assai più avanzato che sul nostro pianeta.

Ad ogni modo conclusioni più precise e circostanziate sarebbero certamente imprudenti allo stato attuale delle nostre conoscenze, ed è opportuno atten-

dere – per avere la soluzione dei problemi che restano aperti – che le imprese spaziali ci forniscano dati più abbondanti e precisi sul nostro satellite e su altri corpi celesti. La sempre più rapida progressione delle imprese di questo genere, frutto della nobile gara in corso tra U.S.A. e U.R.S.S., ci permette di sperare che questo avvenga in breve tempo e ci consiglia di essere assai cauti nell'affacciare soluzioni affrettate che potrebbero ben presto essere smentite dalla conoscenza diretta della realtà.

PRINCIPALI OPERE CONSULTATE.

- BALDWIN R. B., *The face of the Moon*. Univ. of Chicago Press, 1949.
BALDWIN R. B., *The craters of the Moon*. Scient. American, luglio 1949.
BIASINI A., *Alcuni aspetti morfologici della luna dalle riprese fotografiche ravvicinate del Ranger VII*. In corso di stampa nel « Boll. d. Soc. Geologica Italiana ».
FIELDER G., *Structure of the Moon's surface*. Pergamon Press, New York, Oxford, London, Paris 1961.
FIELDER G., *Lunar Geology*. Lutterworth Press, London 1965.
FIELDER G., *Photographs of Mars taken by Mariner IV*. « Nature », vol. 207, n. 5004 (1965).
FIRSOFF V. A., *Moon Atlas*. Viking Press, New York 1961.
FORNASERI M., SCHERILLO A. e VENTRIGLIA U., *La regione vulcanica dei Colli Albani*. Cons. Naz. Ric., Roma 1963.
KUIPER G. P., *Photographic Lunar Atlas*. Univ. Chicago Press, 1960.
KUIPER G. P., *The Moon and the planet Mars*. « Adv. in Earth Sc. », M.I.T. Press, Cambridge Mass., London 1966.
MIYAMOTO S. e HATTORI A., *Photographic atlas of the Moon*. II Ed., Contr. Inst. Astr. a. Kwasan Obs., Univ. Kyoto, n. 137, 1964.
MOORE P., *Survey of the Moon*. London, 1963.
PALUZIE BORRELL A., *Formacion de los crateres lunares*. « Urania », ann. XXXVIII, 1953.
RITTMANN A., *Les volcans et leur activité*. Masson, Paris 1963.
SACCO F., *Essai schématique de Sélénologie*. Torino 1907.
SHOEMAKER E. M., *The geology of the Moon*. « Scient. Amer. », vol. 211 (1964).