

IL “TRIANGOLO GIALLO” DI COPERNICUS

Un impatto obliquo e due ipotesi per spiegare l'anomalia cromatica nel celebre cratere

Aldo Ferruggia

L'area di Copernico spicca per la spettacolarità dei fenomeni legati all'impatto che ha generato il cratere. Copernico definisce il termine inferiore del periodo di geologia lunare – da 1,1 miliardi di anni a oggi – al quale dà il nome: gli impatti recenti vengono definiti “copernicani” e l'azzurro accennato della sua raggiera ne è la prova (vedere «Sky at Night» n. 16).

Ma in selenocromatica salta all'occhio anche un'altra struttura ben visibile nell'immagine di apertura. È il cosiddetto “triangolo giallo”, importante “reper cromatico” giallo-arancio che occupa parte del suo fondo e del suo bordo, a nord-est del cratere (orientamento geocentrico). L'area, con una superficie di circa 2800 km², rappresenta un puzzle per l'eterogeneità dei dati ottenibili dal *remote sensing* e ci permetterà con la sua analisi di approfondire la composizione minerale della crosta lunare.

A dispetto della circolarità del cratere, l'anomalia è eccentrica e, unitamente all'asimmetria della raggiera del cratere, è prova di un impatto non perpendicolare alla superficie ma inclinato in senso sud-ovest/nord-est (dal punto di vista geocentrico). Questo ha fatto sì che ai materiali giallastri del fondo corrisponda anche uno stato accumulato sul bordo. Ma cosa ha generato tale colore? La sua elevata albedo ci dice innanzi-

tutto che il fenomeno che ha esposto i materiali è recente (Il legge selenocromatica) ed è naturalmente da far coincidere con l'impatto. Sappiamo anche che per gran parte della sua area l'*impactor* ha sollevato materiale di crosta anortositica, come dimostra l'alto contenuto di feldspato (colore celeste, legge I). Ma sappiamo anche che ha colpito qualcos'altro, qualcosa di colore diverso, un colore “caldo”. Potrebbe aver colpito uno dei rilievi della zona, le montagne che delimitano il bordo meridionale del bacino imbrano, naturale continuazione di Montes Apenninus: i Montes Carpatius. Tutta la zona, in piena area PKT, è caratterizzata da recenti (legge IV) basalti marini bluastri (ricchi di titanio, Ti), come dimostrano i grossi Blue Haloed Craters (Bhc) Copernicus B e H, e quindi il rossastro da eccesso di Ferro di Carpatius (legge I) non può derivare da contaminazione basaltica circostante. Deriva verosimilmente da materiali profondi portati in superficie dal cataclisma imbrano.

Ma anche nel “triangolo” abbiamo livelli di feldspato ben rappresentati e il colore, decisamente meno cupo di quello dei Montes Carpatius, deriverebbe quindi dalla commistione di minerali anortositici ricchi di elementi leggeri come il silicio e l'alluminio, che sarebbero capaci di schiarire il colore di altri minerali scuri ricchi di ferro e magnesio (norite, dunite, troctolite). L'*impactor* avrebbe così colpito

polverizzandola una o più montagne che già prima dell'impatto esponevano materiali profondi. Ma da quale profondità questi materiali ferro-magnesiaci (mafici) vennero ripescati? E come? Domande lecite visto che i 50 km di profondità a cui si trova la Mg-suite sono troppi rispetto a un impatto penetrato nella crosta solo di 3,5 km!

Il meccanismo di formazione dei crateri complessi come Copernicus segue le leggi della meccanica dei fluidi applicate a materiali solidi sotto stress estremo: materiali profondi resi momentaneamente plastici subiscono un rimbalzo che li porta in superficie (*uplift*). Ma ciò non sarebbe sufficiente e si assume invece che i sollevamenti dell'impatto dell'Imbrano e la dislocazione ai lati del bacino di lembi a stratigrafia rovesciata abbiano esposto nei Montes Carpatius rocce di quegli strati che rappresentano una transizione profonda tra crosta e mantello (fig. 1).

Esiste una spiegazione alternativa e affascinante per la presenza di materiali esotici sul fondo del cratere: il giallo-arancione del “triangolo” deriverebbe da materiali di origine piroclastica, da uno di quei *red spots* di cui parla la V legge selenocromatica. In altre parole, stiamo ipotizzando che in questo caso l'*impactor* avrebbe decapitato una struttura vulcanica come Montes Rhipaeus, The Red Helmet, Mons Hansteen e i domi ▶

SI 2,8 Aldo Ferruggia (19/5/7)
M 1.0 P.S. 2020
CL 90 P.S. 2020

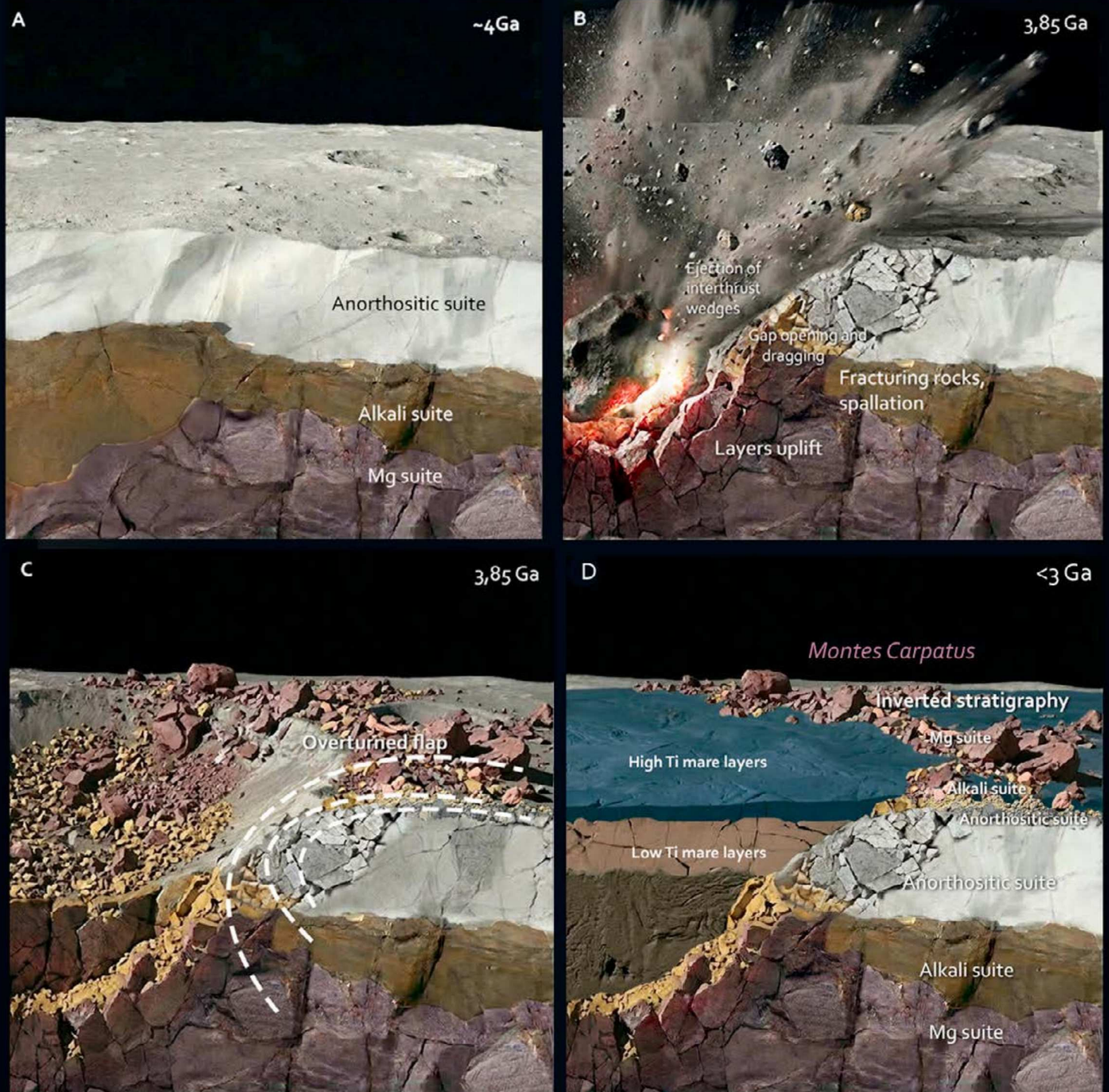
Montes Carpatius

Yellow Triangulum

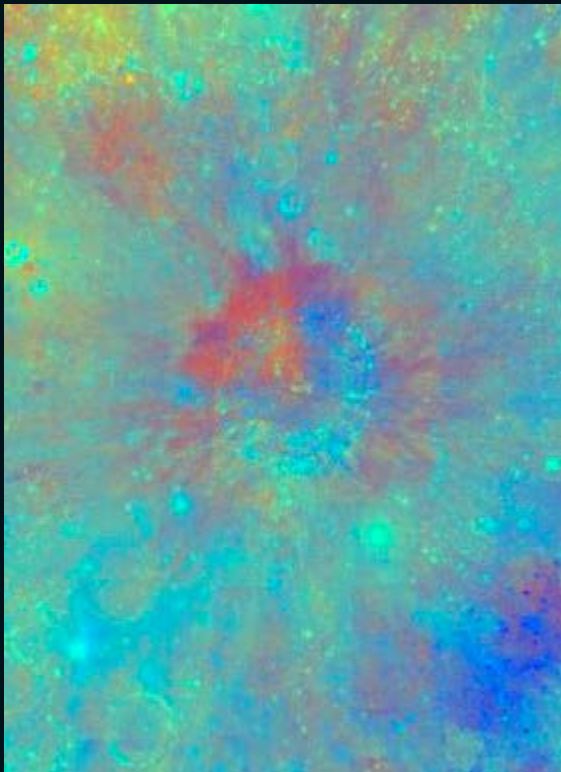
Copernicus B

Copernicus H

Si dell'area di Copernicus di
P. G. Barbero (C 9.25)
e O. Zetta (C8)

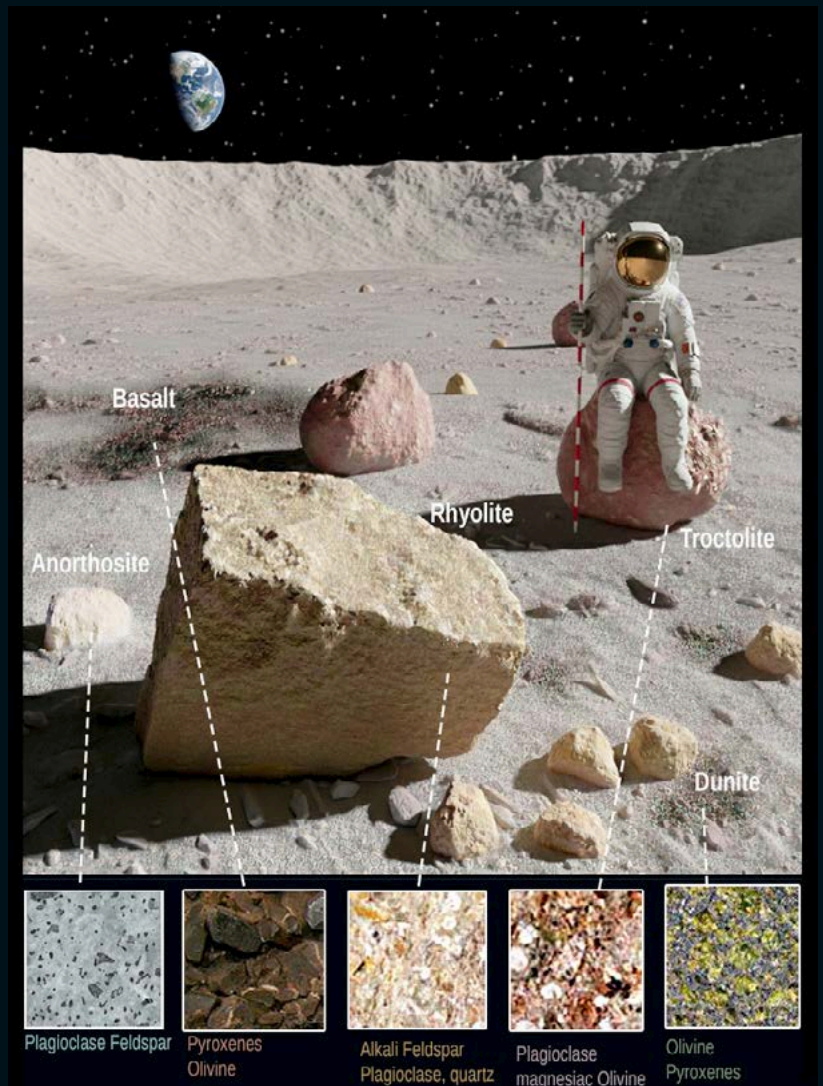


▲ Fig.1: schema evolutivo della crosta dell'area di Copernicus con ipotesi sull'origine di Montes Carpatius, con inversione stratigrafica (Mg-suite in superficie, al di sotto alkali suite e sotto ancora giacitura di ejecta anortisitici) per generazione di lembo invertito; A: crosta prima dell'impatto imbriano; B: impatto con principali fenomeni di dislocazione di masse rocciose; C: dislocazione delle masse ejectate di Mg e Alkali suite (Chandrayaan-1, Nasa Moon Mineralogy Mapper, M3) nel "lembo rovesciato" ai lati del bacino (E. Shoemaker, 1960); D: riempimento del bacino dapprima con basalti poveri di Ti e finalmente con basalti ricchi di Ti, con delimitazione degli ejecta (rilievi). Rapporti dimensionali degli strati non rispettati. Ejecta albedici da impatto e materiali fusi volutamente omessi. Nord a sinistra. In alto a destra di ogni riquadro l'età approssimata dell'evento in miliardi di anni



▲ Fig. 2: immagine "color ratio" UVVIS con filtri 415, 750 e 1000 nm; in rosso il triangolo di cui ci occupiamo

► Fig. 4: rocce potenzialmente collezionabili nel "triangolo giallo" con i minerali di superficie (quadrati in basso)



Gruithuisen, esponendone una sezione. Circa il nome *red spots* (macchie rosse), va detto che tali anomalie morfologiche e spettrali non sono sempre da considerarsi letteralmente rosse, appaiono tali solo nelle *maturation ratio images* (fig. 2); in selenocromatica hanno un'alta riflettanza nel giallo-arancio-rosso mattone. Sono tutte strutture a magmi sialici viscosi chiari giallo-arancione, tutte localizzate nello stesso emisfero lunare di Copernicus.

Gli alti livelli di silice a feldspati alcalini del triangolo potrebbero essere spiegati dall'esposizione di materiali piroclastici accumulatisi in domi (fig. 3) di effusioni risalite in superficie attraverso spaccature della crosta, la dacite e la riolite.

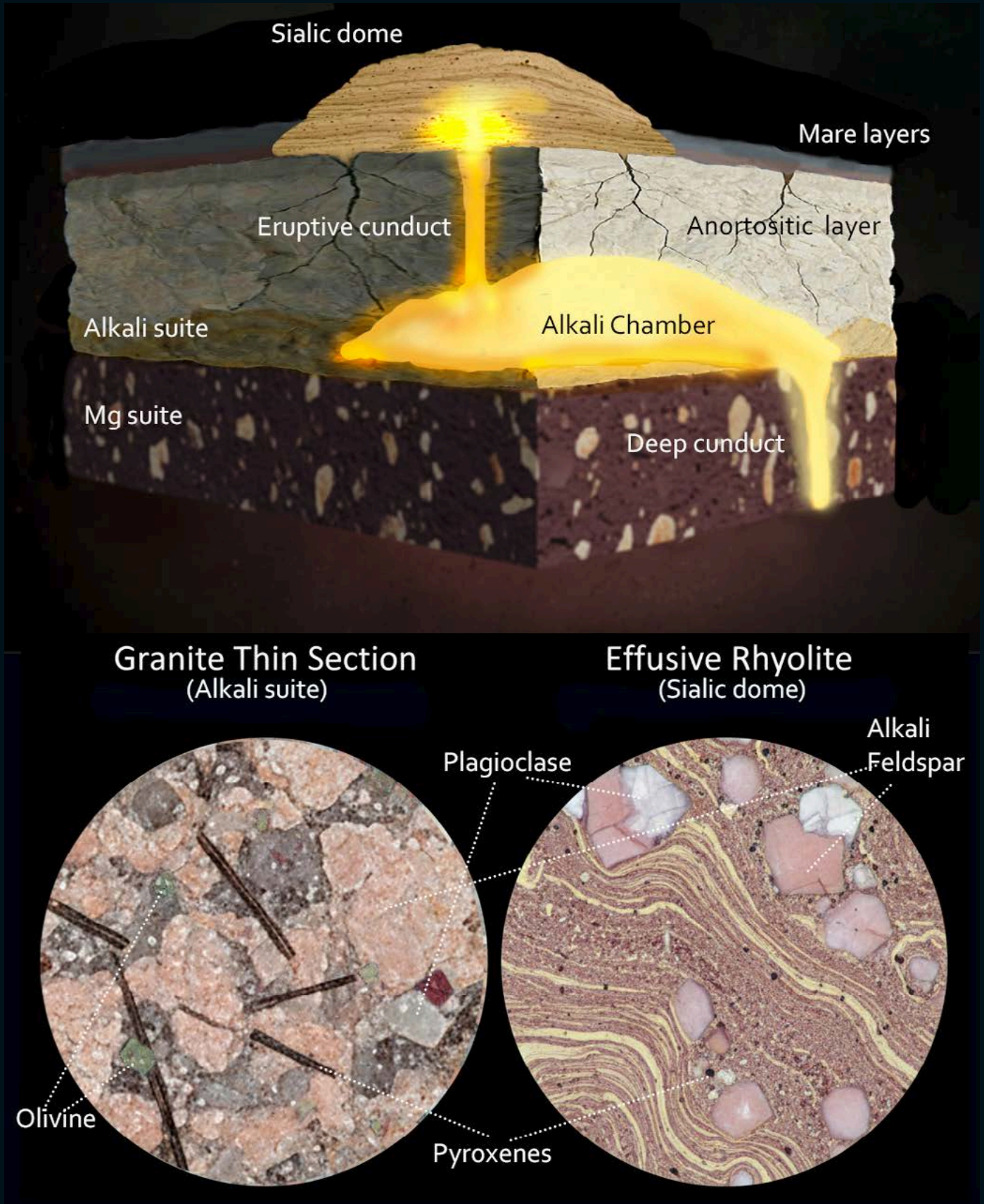
Derivano dalla lunga maturazione di materiali profondi, tra la crosta superficiale anortositica e Mg-suite dove si trovano rocce come il monzogabbro, ricco di elementi leggeri, silicio e alluminio (sialici): si tratta della cosiddetta Alkali suite, o suite alcalina, strato di 5-20 km di rocce ignee "evolute" (complesse chimicamente), intrusive e plutoniche, spesso associa-

te a concentrazioni elevate di elementi Kreep (potassio, terre rare e fosforo) ma ancora ricche feldspato alcalino e plagioclasio tipici della crosta superficiale e media. Si ritiene che le *alkali rocks* si siano formate dal lento raffreddamento di magmi residui profondi, pesantemente differenziati dopo la cristallizzazione dell'Oceano di Magma Lunare (Lmo).

Sul fondo di Copernicus, a sostegno della prima ipotesi, dati di *remote sensing* attestano alte percentuali di olivina e pirossene tipiche dell'esposizione di minerali della Mg-suite; altri dati sostengono la seconda ipotesi, quella dell'impatto su vulcano, con possibile presenza di riolite. Data la somiglianza cromatica con altre formazioni piroclastiche, in particolare con Mons Hansteen, si propende per quest'ultima ipotesi sottolineando come nella realtà le due ipotesi potrebbero addirittura essere vere entrambe, dato che in caso di affioramento di materiali della Mg-suite è difficile immaginare un'assenza assoluta nei dintorni di materiali della Alkali suite, strato geologico anch'esso documentato nell'area (fig. 1-4).



Aldo Ferrugia
Medico,
passionato di
sperimentazione
amatoriale,
collabora con
varie riviste di
divulgazione
astronomica



▲ Fig. 3: ipotetico modello di formazione di "domo" da risalita di magmi sialici dell'area di Copernicus; rapporti dimensionali tra strati non rispettati