

Aldo Ferruggia

FOLIA



IV

“Tra vent'anni sarai più dispiaciuto per le cose che non hai fatto che per quelle che hai fatto. Quindi sciogli gli ormeggi, naviga lontano dal porto sicuro. Cattura i venti dell'opportunità nelle tue vele. Esplora. Sogna. Scopri.”
Mark Twain

Dopo aver standardizzato le tecniche di acquisizione (Tecnica dei Due/Tre Filtri), aver individuato procedimenti a garanzia della coerenza interna ed esterna del postprocesso (CCE) e dopo aver creato un sistema di riferimento quantitativo concretizzatosi in forma di Atlante Selenocromatico che ci permette di ottenere un Mineral Score, si aggiunge con questo *folium* un ulteriore tassello. Si fornisce infatti un esempio di **Analisi Selenocromatica** che porta alla individuazione di una formazione non evidente a prima vista, in accordo con le più avanzate teorie dell'evoluzione lunare. La Selenocromatica così non solo compie la sua *mission* di superamento della Mineral Moon proponendo tecniche e risultati controllati, ma inizia a proporre criteri di lettura mineralografica tali da produrre risultati potenzialmente "originali". Ma se dall'analisi del procedimento esposto dovesse derivare al lettore **anche solo una maggiore conoscenza della Luna**, lo scopo originario della Selenocromatica sarà *de facto* raggiunto.

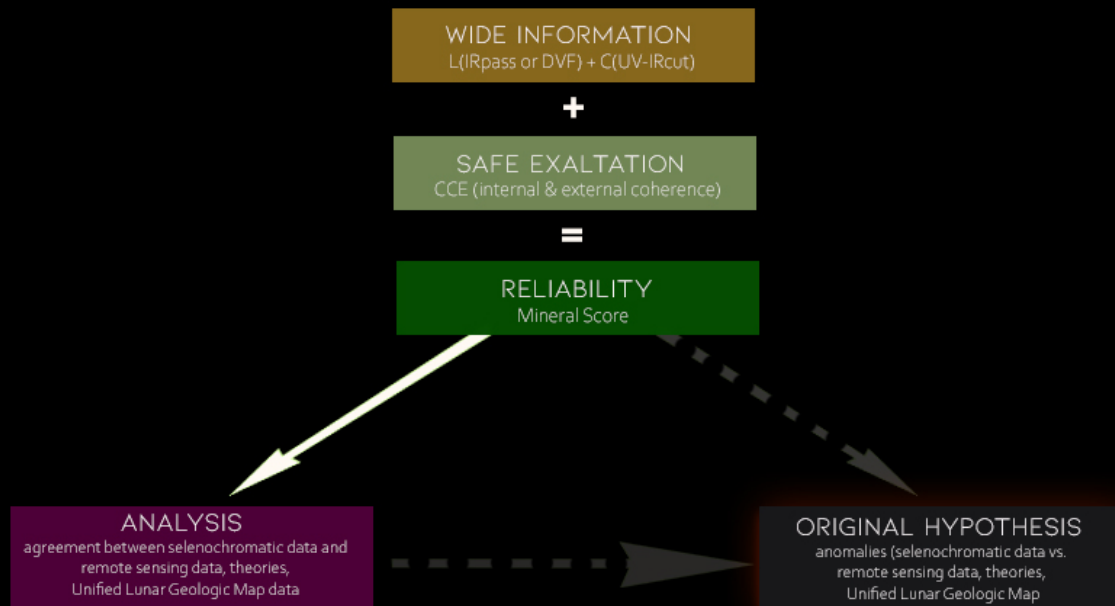


Fig. 1: Diagramma di flusso della Selenocromatica; in maiuscolo gli obiettivi e sotto i mezzi per raggiungerli

Ma è rossa!

“ In ogni campo trova la cosa più strana, quindi esplorala “ John Archibald Wheeler

Quando l'amico Serafino Vinco del GAWH mi mandò due adiacenti acquisizioni di luminanza della zona tra Schickard e Stofler mi accorsi subito che erano due buoni “scatti” e ne chiesi subito le rispettive cromianze. Dalla loro somma e dalla CCE venne fuori un'immagine selenocromatica dall'alto *Mineral Score*, un'immagine sicura, su cui quindi si poteva tentare una lettura. Fui meravigliato non tanto dal delicato colore celeste di Tycho, a cui già mi ero abituato ma da un'area più più scura e rossastra ad ovest, tra Phocylides, Schiller e Segner. Più precisamente, l'area è poco craterizzata ma irregolare presentando propaggini oltre Phocylides ed oltre Schiller con picco cromatico a Lat -52,109 e Long -44,512. “Come fa ad essere rossa?”, mi chiesi, visto che ci troviamo nel bel mezzo delle *highlands*?

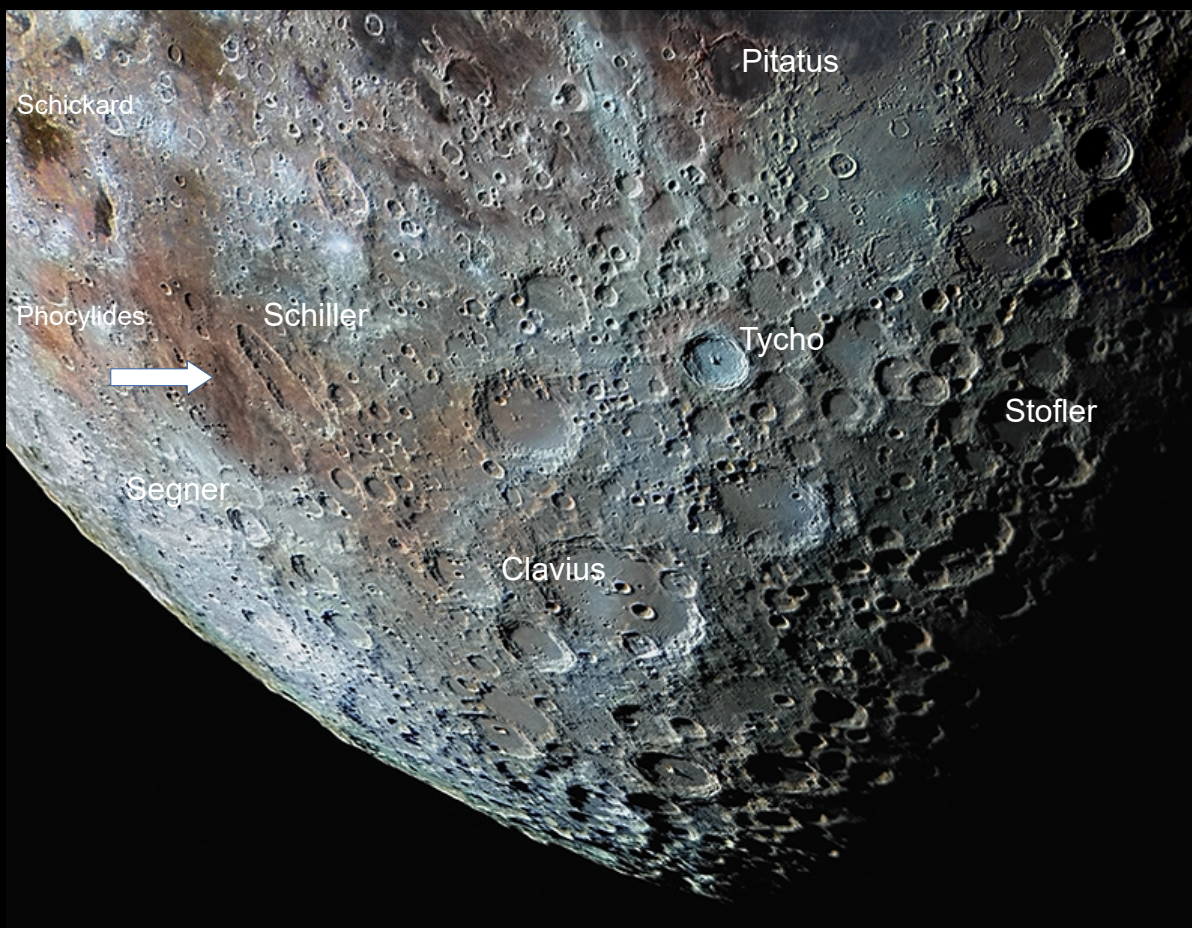


Fig. 2: Immagine dell'area lunare tra Schickard e Stofler; acquisizione lum/crom S. Vinco (C8 f/10), CCE A. Ferruggia; la freccia indica il punto di minor albedo e massimo colore dell'area "anomala"

Rosso..ferro

E una cosa simile (“E’ arancione!”) esclamò il 17 dicembre del 1972 l’astronauta e geologo Harrison Hagan Schmitt nel vedere un’area di suolo lunare fortemente colorata sul bordo del cratere Shorty, durante la missione dell’Apollo 17.

Tale colore infatti spiccava sul grigiore della granulite che dominava il sito di allunaggio, la valle Taurus-Littrow. Dagli esperimenti effettuati a terra sui campioni prelevati fu chiaro che il fenomeno era di natura piroclastica, si trattava quindi di cristalli “sputati” da una piccola bocca vulcanica.¹ Ma più in generale, e per venire a noi, il nostro meno evidente rosso ottenuto con esaltazione cromatica

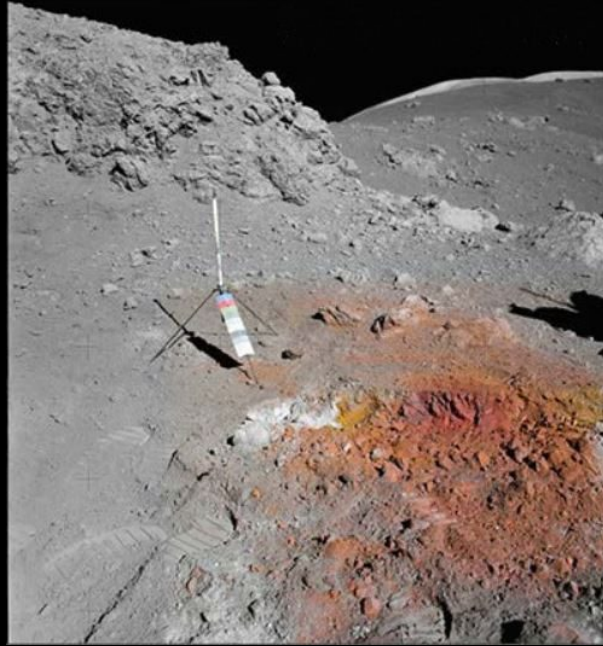


Fig. 3: Immagine di suolo lunare dalla missione Apollo 17; in basso ed a destra area dai colori cangianti (dal giallo al rosso passando per l'arancione) in relazione alle diverse concentrazioni di cristalli di TiO_2 . Da <http://www.psr.d.hawaii.edu/CosmoSparks/Jan19/lunar-orange-glass-beads.html>

è in genere localizzato nei basalti dei mari, proprio dove si trova la maggior parte dei contrasti cromatici, come spiegato nel nostro primo articolo, in parte pubblicato su Coelum # 255. Nello stesso articolo si spiegava che i colori derivavano dalle concentrazioni relative di Ti e Fe nell’Ilmenite ($FeTiO_3$) di cui tali formazioni sono particolarmente ricche. Di più, dal raffreddamento dei basalti vennero generati cristalli di TiO_2 la cui concentrazione da sola rende ragione di sfumature cromatiche che vanno dal verde (0,6%) al rosso (16%)². Ma il rosso nel caso della immagine in questione si trovava nel bel mezzo di un’area di *Highlands* che, essendo costituite da breccia anortositica, ci si aspetta di colore ocre/beige/grigio. Di nuovo, da dove saltavano fuori queste *highlands* imbrattate di rosso?

Come già detto, il tipo di roccia più comune nel contesto delle *Highlands* è l’anortosite ferrosa (FAN) che ha tra le sue caratteristiche quella di essere ricca di plagioclasio ricco di calcio, non certo di Ilmenite³. Questo suolo contiene sì un po’ di ossido ferroso (norite) ma non possiamo certo aspettarci i cromatismi delle alte concentrazioni di Ferro o Titanio, elementi questi sì, in grado di colorare di rosso la regolite. Un’ulteriore possibilità, che si trattasse di una grossa area piroclastica, è infine smentita dall’assenza nelle mappe di notizie di tale attività nell’area in esame. E allora? Bisognava pensare ad un altro meccanismo che giustificasse tale colorazione.

1 <http://www.psr.d.hawaii.edu/CosmoSparks/Jan19/lunar-orange-glass-beads.html>

2 G. Jeffrey Taylor, Hawai’i Institute of Geophysics and Planetology, *Recipe for High-Titanium Lunar Magmas*, Dec 2000

3 Treiman, A. H., Maloy, A. K., Shearer Fr., C. K., and Gross, J. (2010) Magnesian Anorthositic Granulites in Lunar Meteorites Allan Hills A81005 and Dhofar 309: Geochemistry and Global Significance, *Meteoritics and Planetary Science*, v. 45(2), p. 163-180, doi: 10.1111/j.1945-5100.2010.01014.x.

Ma poco più in là..

Alla ricerca di una possibile chiave di lettura ampliammo l'analisi fino a ricomprendere in un unico ampio sguardo d'insieme strutture situate più a nord ed un particolare Mare Humorum, Palus Epidemiarum, Mare Nubium.

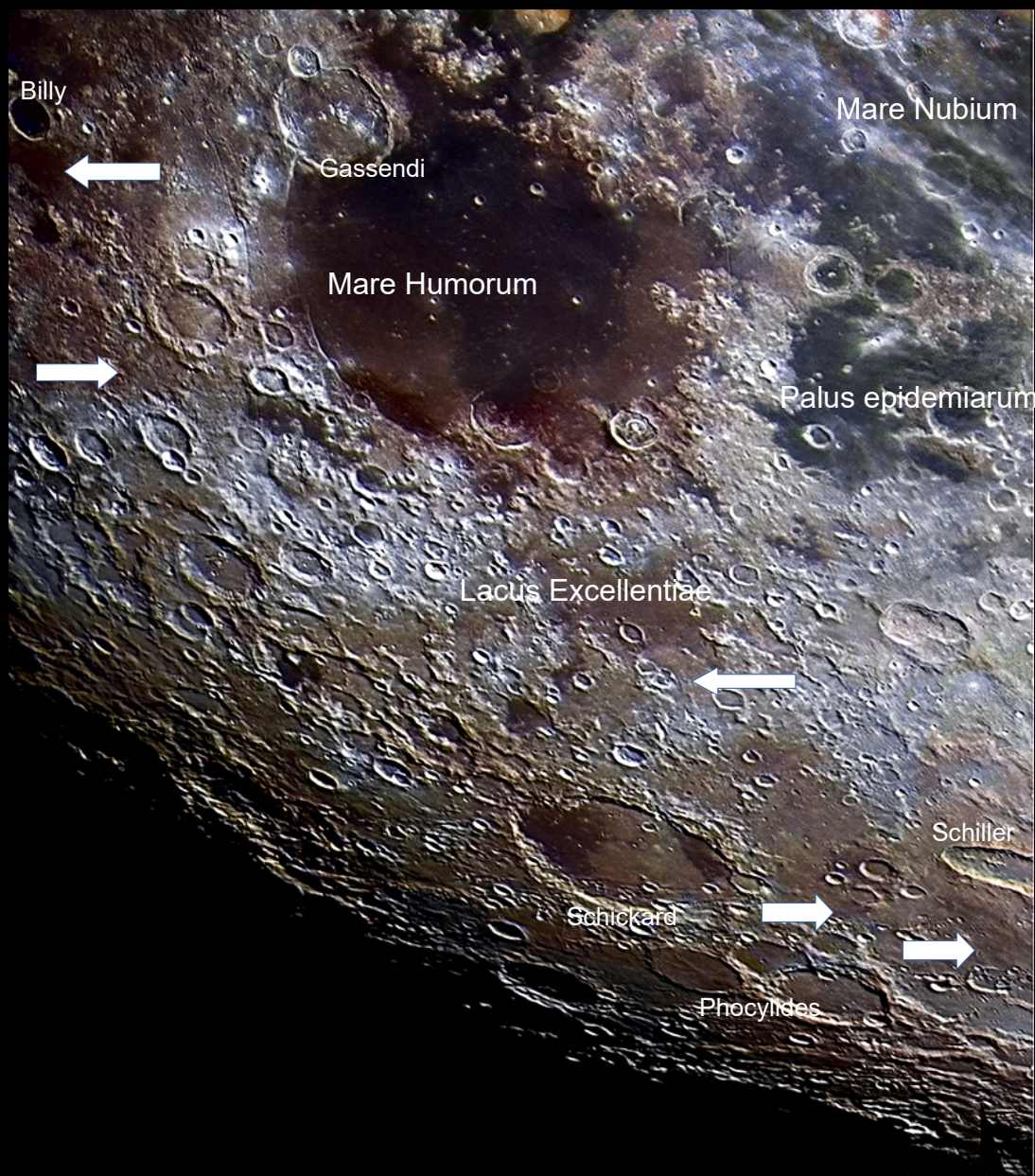


Fig. 4: Immagine selenocromatica dell'area tra Mare Humorum e Schickard, età della nuna 13, 34 giorni; le frecce indicano highlands piatte e di maggiore colorito rosso. Mosaico di A. Ferruggia con C8/10 e ASI 224MC

Anche in quest'area della zona trovammo molte aree di non-mare di colore "caldo" soprattutto in prossimità di superfici di "mari" con basalti tendenti a sfumature calde; il caso più tipico è l'area nei pressi di Mare Humorum, il cui colore tendente

al rosso cupo appare in netto contrasto rispetto al colore più “freddo” dei basalti di Mare Nubium e di quella che potremmo considerare una sua propaggine, Palus Epidemiarum. Attorno a queste ultime strutture le *highlands* ci appaiono di colore neutro, cioè come ce le aspettiamo in base a quel che sappiamo.

Che dire quindi dell’area di nostro interesse? Intanto che col suo rossastro “piattume” assomiglia a Lacus Excellentiae, depressione più scura e rossastra delle sue adiacenze, a cui è stato affibbiato un nome che suggerisce una sorta di correlazione geologica col vicino Mare Humorum. Poi che si trova nei pressi del cratere Schickard, il cui fondo presenta basalti rossi dall’aspetto fieramente marino. Il passaggio logico successivo suggerisce che ci si trovi di fronte ad un deposito di basalti frammisti a roccia FAN e, dato il colore, in netta prevalenza. Sì, ma come ci sono arrivati i basalti in mezzo alle *highlands*? Prima di portare per mano il lettore al nostro obiettivo abbiamo bisogno di integrare le nostre conoscenze selenologiche con due argomenti finora tralasciati: i “**Piani Luminosi**” e “l’**Idea centrale**” dell’evoluzione lunare.

Le “Pianure Chiare”

La suddivisione tra *Terrae* e *Maria* che selenocromaticamente abbiamo adottato finora è incompleta. In effetti, nel contesto delle “terre” vi sono aree che, pur essendo dotate di una albedo intermedia tra quella dei mari e quella delle terre, hanno altresì caratteristiche che ricordano i “mari”, sono cioè poco craterizzate, sono piatte ed occupano zone depresse.

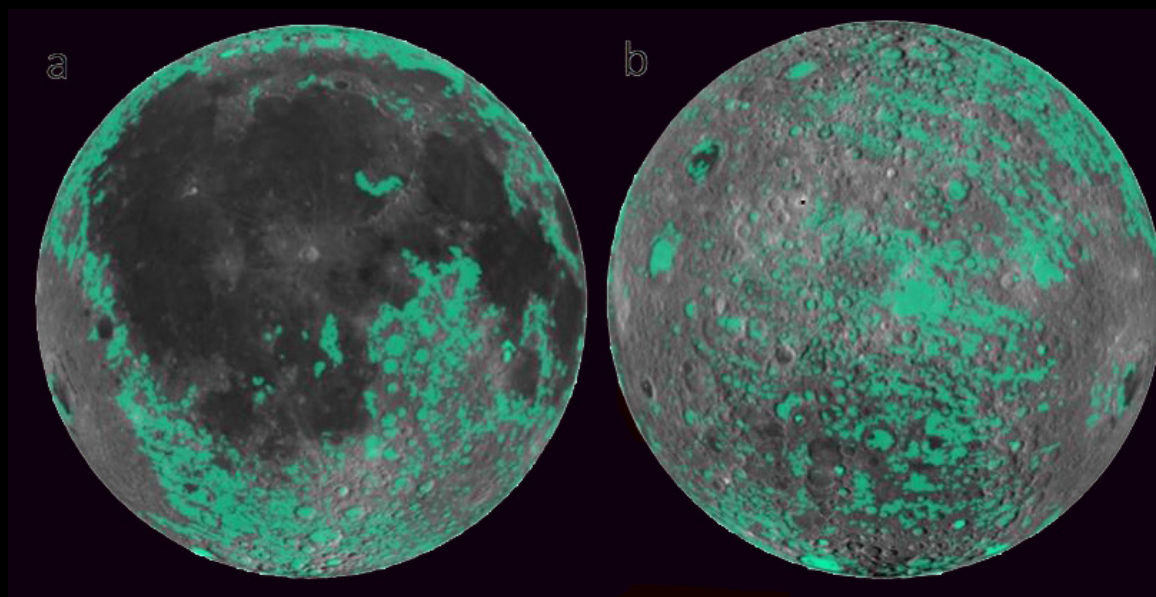


Fig. 5: Viste ortografiche delle Pianure Chiare (a) nel ‘near side’ (0°N 0°E) e (b) nel ‘far side’ (2,7°S 168,7°W) sovrapposte alla mappa di base della morfologia WAC di LROC.

Queste aree, chiamate in vari modi, Pianure Chiare (in contrapposizione alle pianure scure rappresentate dai *Maria*), Pianure delle *Terrae*, Pianure Imbriane (dall’era geologica che prende il nome dal Mare Imbrium), Pianure di Cayley, Pianure Lisce, occupano della faccia visibile della Luna il 4-7 % per Oberbeck et al. (1974) ed il 9,5% secondo [recenti studi](#).

Da quanto esposto per tali aree si deduce un'età intermedia tra i mari (aree poco craterizzate, quindi piatte e scure nate da flussi più recenti di lava) e le terre (ipercraterizzati e rilevati rimasugli beige dell'antica crosta lunare).

La loro genesi non sembra essere univoca anche se per la maggioranza di essi sono chiamati in causa gli ejecta di grandi bacini da impatto.

“Il bacino d’impatto della formazione Mare Orientale ha modificato la superficie lunare a quasi 2.000 km dal bordo del bacino! Se tutti i bacini hanno avuto effetti comparabili sulla superficie lunare, allora il più grande bacino lunare – il Bacino del Polo Sud-Aitken, che domina l'emisfero opposto della Luna – deve aver modificato quasi l'intera superficie lunare.” Vedremo come tali pianure abbiano rilevanza per il nostro discorso.

Il “dogma” della Selenologia

L'idea centrale della Selenologia, una sorta di “modello standard”, volendo usare una terminologia propria dei fisici, prevede che la Luna anticamente abbia attraversato una fase in cui la superficie era completamente fusa.

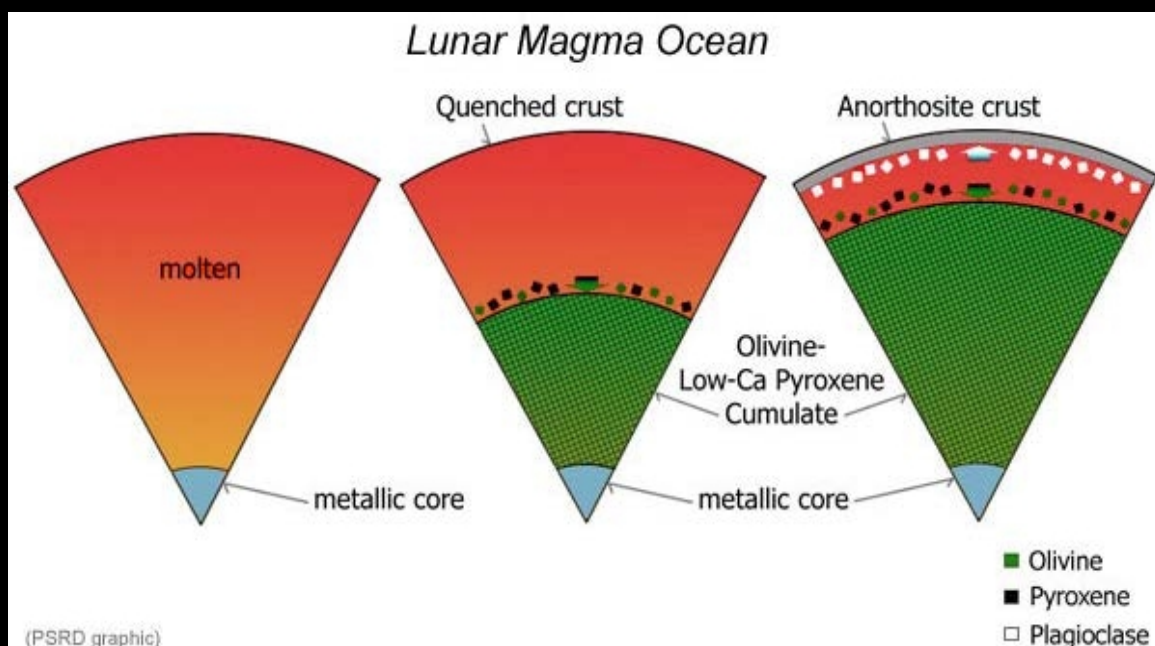


Fig. 6: Schema evolutivo dell' "Idea Centrale" della Selenologia. La Luna ancestrale era costituita da un profondo oceano di magma. Quando questo si cristallizzò, i minerali più densi affondarono e i minerali meno densi “vennero a galla”. I minerali più leggeri erano di plagioclasio feldspato e formarono la crosta originaria della Luna. I minerali densi si sciolsero parzialmente in profondità generando la fonte lavica dei basalti che compongono i Maria. <http://www.psr.d.hawaii.edu/Oct15/age-rules.html>

Quando poi, 4370 milioni di anni fa, l'oceano di magma iniziò a cristallizzarsi raffreddandosi, il feldspato plagioclasio, in quanto meno denso, venne spinto verso la superficie accumulandosi in rocce chiamate anortosite (abbreviato anche FAN, ANortosite Ferrosa). Questa crosta “originaria” fu quindi tra 4370 e 4340 milioni di anni fa invasa nelle sue propaggini meno compatte da magmi formati dalla parziale fusione del mantello lunare, strato sottostante alla crosta, tra questa ed il nucleo metallico.

Tale mantello era formato sostanzialmente da minerali più densi che affondavano nell'oceano di magma creando così dal basso pressione e calore capaci di spinta verso l'alto con meccanismo simile a quello della "vis a tergo" della fuoriuscita del dentifricio dal suo tubetto. Ma la massa galleggiante anortositica, l'originaria crosta, non è certo quella che vediamo oggi. Infatti i 10-20 chilometri superiori degli altopiani lunari sono un mucchio confuso di macerie rocciose (granulite) formatesi grazie all'innumerevole bombardamento meteoritico. Gli impatti ad alta velocità hanno mescolato, sminuzzato e in ampia misura distrutto le rocce ignee che componevano l'antica crosta lunare tanto da far sì che l'età delle rocce lunari vari ampiamente, anche per ogni singolo campione.

Ricapitoliamo quindi al punto a cui ci eravamo arrestati e rivalutiamolo alla luce delle nuove conoscenze. Un'immagine selenocromatica, quindi abbastanza sicura cromaticamente, ci propone un'anomalia: una notevole area rossa e piatta in mezzo alle *Terrae* e poco più in là "laghi" e "paludi" con altre aree simili di scarsa albedo nei pressi di Mare Humorum, anch'esso cromaticamente correlato. Ragionando sulla topografia dell'area d'interesse notiamo che si tratta di una delle Pianure Chiare della Fig. 5 il cui colore è lecito ascrivere ad una fonte di magma, fattasi strada tra strutture meno compatte della crosta e successivamente ricoperta da altri materiali.

Un mare sotterraneo

"Un'assurdità plausibile è sempre migliore di una possibilità che non convince." Aristotele

Questo colore rosso potrebbe cioè derivare da una struttura "marina" situata sotto alla superficie, un criptomare, un bacino basaltico che dal mantello, probabilmente a causa di un impatto, si fa strada tra strutture della crosta; successivamente tale ben delimitata struttura viene ricoperta da *ejecta* di altri impatti. L'ilmenite particolarmente ricca di Ferro dei suoi basalti "rossi" potrebbe essere stata in grado di imbrattare permanentemente le *terrae* sovrastanti ed adiacenti grazie a milioni di impatti sui basalti rossi del "mare", sporcando e mescolandosi alla breccia anortositica tanto da renderla rossastra. Non fa una grinza ma ci vogliono le prove. E potremmo fornirle se nella zona potessimo dimostrare crateri sufficientemente profondi da andare a "ripescare" materiali colorati del mare e di riportarli in superficie sotto forma di crateri con "alone scuro" (DHC, Dark Halo Craters), naturalmente in contrasto con la zona adiacente. E qui casca l'asino: non "vediamo" coi nostri strumenti (C8) DHC nella zona, non ancora almeno. Ma questa non è ancora una prova contraria! Potrebbe infatti significare solo che abbiamo strumenti insufficienti a rilevarli, oppure che il materiale riportato in superficie si confonde con quello della superficie stessa, ormai troppo sporca dopo un "bombardamento" immemore. Questa seconda ipotesi prevede però un criptomare uniformemente rossastra, senza contingenti sul blu (Mare Humorum ad esempio ha al centro una grossa area bluastro); un'area blu infatti si manifesterebbe facilmente nel contrasto tra il blu cupo della raggiera degli *ejecta* prodotti dalla collisione ed il contesto rossastra della superficie.

Comunque un elemento a favore, o tale ci parve, della nostra tesi arrivò dall'immagine topografica dell'area ripresa dalla sonda LOLA. Essa mostrava una ampia area depressa e leggermente oblunga in senso Est-Ovest, esito di un impatto antichissimo; i suoi margini corrispondono grossolanamente alla struttura cromatica di superficie.



Fig. 7: Mappa altimetrica ottenuta dalla sonda LOLA; si intravede tra Schiller, Phocylides e Zucchius il bordo di un vecchio cratere d'impatto i cui margini sono indicati dalle frecce

Preso infine in considerazione l'aspetto gravitazionale della zona ci siamo accorti come vi sia una precisa sovrapposibilità tra il criptomare che si troverebbe sul fondo del grande cratere (si pensi ad una formazione piatta con bordi rilevati tipo Plato) ed il mascon (concentrazione di massa) corrispondente rilevato da [GRAIL](#).

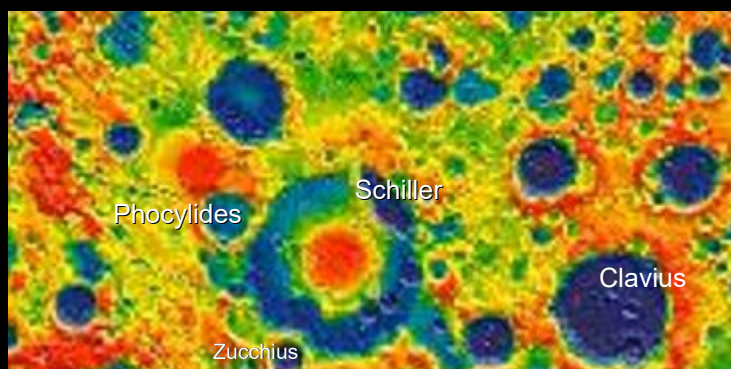


Fig. 8: mappa gravitazionale della sonda GRAIL; in rosso al centro un piccolo gravitogeno (mascon) in corrispondenza della zona che stiamo studiando

Le conferme

"Non ci sono lieti fine nella storia, solo momenti di crisi che passano"

Isaac Asimov

Fu finalmente Pier Giuseppe Barbero a fornire, ormai quando avevamo quasi completato la raccolta dati, il materiale che dimostrava che quel che andavamo sostenendo quasi esclusivamente con dati selenocromatici era già scientificamente assodato. Il "Bacino Schiller-Zucchius", così viene chiamato, è un criptomare riconosciuto da tempo, confermato anche da dati spettrometrici, statistici ed osservativi terrestri (gli DHC ci sono eccome!⁴). Sono state anche calcolate le percentuali relative di basalto (85%) e breccia anortositica (15%) che forniscono quello specifico colore alla struttura⁵.

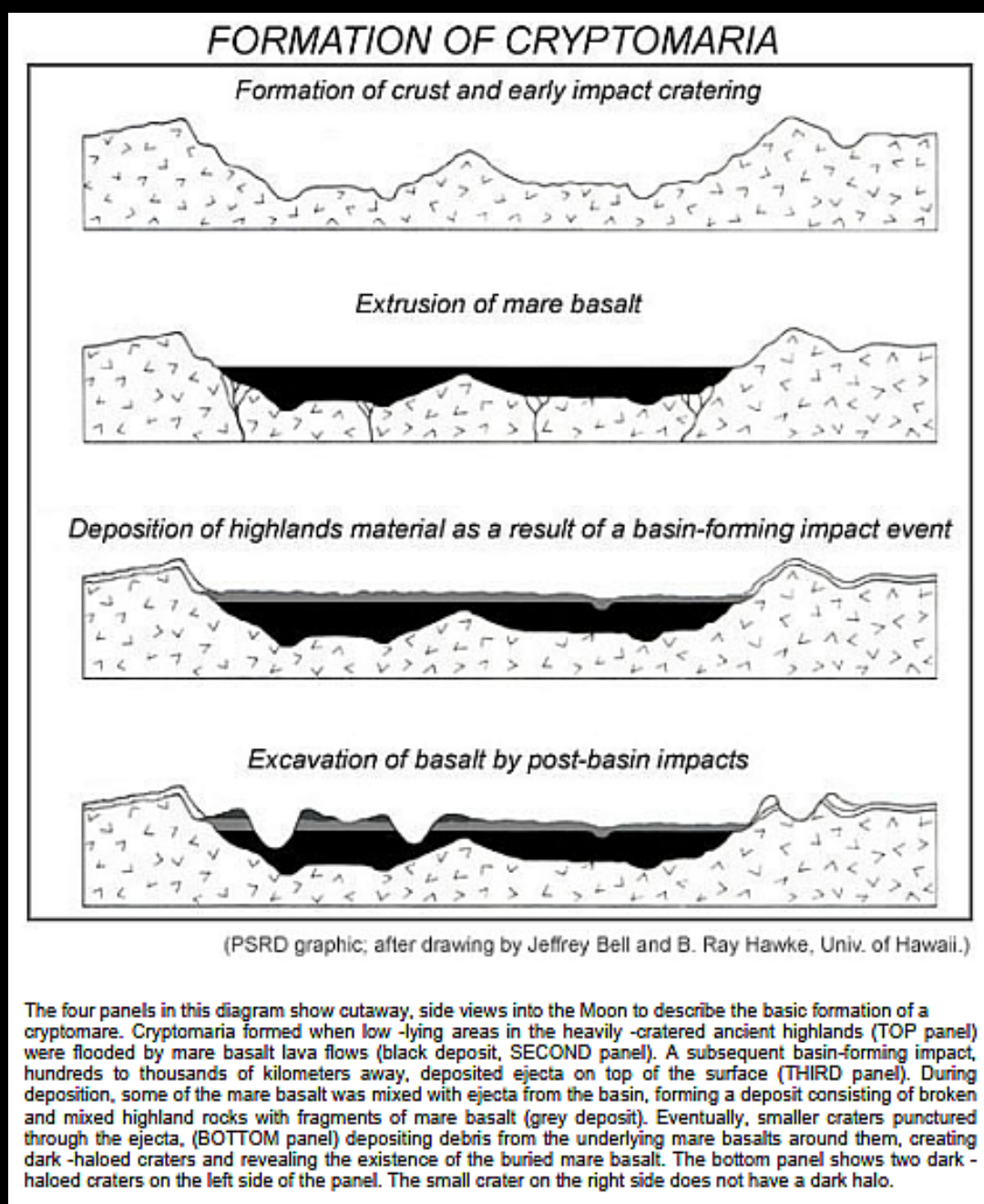


Fig. 9: Modello di formazione di "criptomare"

4 Bell and Hawke [1981, 1984)

5 Blewett D. T. - *Remote sensing studies of the Schiller-Schickard region of the Moon* (thesis), University of Hawaii, 1994

Chiameremo la struttura cromatica su cui abbiamo ragionato, istituendone per l'Atlante il relativo repere selenocromatico, **Palus Abscondita**, in riferimento al mare sottostante e per similitudine con la vicina Palus Excellentiae.

Prospettive future

Il fatto che la nostra ipotesi si sia sposata quasi perfettamente con quanto maturato in ambiente professionale, tanto che fra le “prove” da noi considerate quella risultata più dubbia è quella meno selenocromatica (il picco di gravità al centro del cratere d'impatto) a nostro modesto parere dimostra alcune cose:

a) che le tecniche di acquisizione dei dati sono efficienti e che quindi ci si può fidare dei dati cromatici prodotti con l'Esaltazione Cromatica Controllata (CCE)

b) che un'analisi mineralogica è possibile: l'integrazione dei dati selenocromatici con lo studio delle teorie scientifiche alla base della conoscenza della Luna porta ad una lettura della superficie lunare coerente

c) che le “anomalie” di tale interpretazione possono servire da spunto a vere e proprie indagini configurando la Selenocromatica come la più immediata delle tecniche di *Remote Sensing*. Il processo ha infatti permesso di ottenere risultati in modo totalmente indipendente e con strumentazione amatoriale.

Tenendo poi in debito conto che i dati sono stati ottenuti con strumenti dal basso costo si può anche realizzare l'interesse della metodica. E le prospettive appaiono tanto più interessanti quanto più si considera *open source* la Selenocromatica: tutto il procedimento, dall'acquisizione all'indagine, può subire modifiche e nuove standardizzazioni grazie ai contributi di tutti gli astrofili interessati. A questo scopo il GAWH, ed in particolare il gruppo “Selenocromatics”, continuerà a rappresentare il punto di riferimento di ogni critica e contributo.

Pur non avendo scoperto alcunché, si spera che in tanti abbiano imparato qualcosa. Sarà un astrofilo a proporre un criptomare nuovo di zecca? Buona caccia!