

Aldo Ferruggia

FOLIA



IX

“Quando si pattina su ghiaccio sottile, la salvezza sta nella velocità.”

Ralph Waldo Emerson

L'impellenza di avere un metodo interpretativo veloce ed efficace da applicare alle immagini selenocromatiche (Si) si era già manifestata nel precedente folium. Si era anche detto che i cinque periodi in cui avevamo diviso la storia lunare male si addicevano a tale metodo smart e si è quindi approdati alla semplificazione in tre 'eoni'

Age billions of years (Ga) PSRD data	Geologic Timing	Selenochromatic Timing	Stratigraphic Units	Geological Events	Seleno- chromatic examples
	Period	Eon		composite sources	
– 1,1	Copernican/C	NC		Youngest AHCs, BDHCs, RDHCs Great copernican craters ejecta remain fresh, overlaying	
	Erathostenian/E			BDHCs, RDHCs, DHCs, AHCs Eratosthenes, Archytas Cavalerius, Seleucus, Manilius, Plinius Bullialdus, Aristoteles, Theophilus, Timocharis, Peirce, Langrenus, Picard, Cavalerius, Fracastorius Youngest eruptions layers (Mare Procellarum) Erathostenian craters craggy and textured ejecta, chromatism by uplifted materials Blue Shift in PKT Small amount of Mare basalts eruptions (mainly high-Ti) Oldest DHCs Eratosthenes impact crater	
– 3,2	Imbrian/I	MC		Massive flooding of mare basalts (mainly medium- to low-Ti) Four impact basins including Orientale basin Revelius Formation	
– 3,80				Mare basalts and volcanoes Three impact basins including Imbrium basin Fra Mauro Formation	
– 3,85	Nectarian/N	PC		Non-mare magmatism and cryptomare volcanism; 25 impact basins including Nectaris basin Janssen Formation	
– 3,9	pre-Nectarian/pN			Non-mare magmatism and cryptomare volcanism (low-Ti); 49 impact basins Intense meteoritic bombardment SPA formation	
– 4,5	Magma-Oceanian /MO			KREEP formation Primordial anorthositic crust Moon formation	

Tab 1: Schema cronologico lunare. In seconda e terza colonna è possibile il confronto tra cronologia geologica e selenocromatica (strati-cromatica)

E semplifichiamo ulteriormente correlando colori e tempo assorbendo i dati della UGMM: il passaggio è condensato di cinque semplici regole o 'leggi', una accettabile approssimazione che rende 'leggibile' la Luna a prima vista.

I : Colori guida. Il grigio/ocra dell'anortosite matura è tipico di aree antiche sottoposte a intenso rimaneggiamento, altopiani degradati e craterizzati paleo-cromatici; il blu (TiO₂) ed il rosso/marrone (FeO) dei basalti marini, l'azzurro delle raggieri e aloni immaturi. Altri colori meno rappresentati derivano dal vulcanismo (legge V).

II : Maturità. I materiali esposti tendono ad inscurirsi ed a perdere vividezza col tempo, quindi le tinte nette provengono da evento recente: tutte le raggieri colorate devono essere considerate immature, neo-cromatiche (N); lo stesso vale per i RDHC e BDHC

III: Contaminazione. La craterizzazione è alla base del mescolamento dei colori guida in zone di contaminazione orizzontale e verticale; il colorito indistinto ocra frammisto a tinte sbiadite si ritrovano in strati piatti basso-imbriani (light plains) coprenti strati di criptomare più scuro (contaminazione verticale): sono strati meso-cromatici (M); stessa datazione vale per i DHC privi di colore prevalente alla CCE

IV: Mari. a) PKT. In Mare Nubium, Serenitatis e nel Mare Frigoris orientale considerare il blu dei basalti esposti come neo-cromatico (N) ed il rosso come meso-cromatico (M). Mari extra PKT. b) extra PKT. Possono essere ritenuti nel complesso meso-cromatici (M), soprattutto se coperti dai raggi di crateri eratosteniani; complessa è la valutazione di Mare Humorum e Tranquillitatis (verica geo-cromatica obbligatoria); considerare meso-cromatici (tipicamente Imbriani) tutti gli strati "ripescati" da livelli sottostanti a quelli esposti, normalmente apprezzabili negli ejecta dei crateri medio-grossi o per modifica cromatica dal basso (micro-craterizzazione)

V: Vulcanismo. Gli strati esposti piroclastici (Lunar Pyroclastic Deposits) vanno dal giallo/arancione/marrone alle sfumature bluastre/violacee; alcuni 'domi' sono completamente neri; datazione in base alla tipologia.

A differenza di quello geo-cromatico il presente metodo, piuttosto che sulla correlazione tra strutture geologiche e colori (analisi Geo-Selenocromatica, Folia VII), è stratigrafico, si concentra cioè sugli strati colorati dei materiali. Le cinque regole esposte sopra generano un modello cronologico multi-livello. Per poter trasmettere in forma di mappe le informazioni di tale modello queste vengono riportate sulla Si tramite 'espressioni' o 'formule' fatte di lettere, simboli e numeri: la formula spiega perché sono tali i colori che si vedono e quali relazioni essi hanno tra loro nel tempo. Nella pratica si assocerà a partire da sinistra a destra una lettera (strato od evento) al livello più superficiale (esposto) facendone seguire altre associate a livelli via via più profondi e (normalmente) più vecchi. La relazione fra livelli è esplicitata da simboli secondo una specifica sintassi come segue:

N : Strato neocromatico (da 2,3 Ga ad oggi)

M : Strato meso-cromatico (da 2,3 Ga a 3,85 Ga)

P : Strato paleocromatico (da 3,85 Ga - Ga - a 4,3 Ga) X : livello di età non definita;

V: strato piroclastico; %-- : mixing di più strati d'impatto (a seguire le lettere) e come miscela da alte temperature (fondo dei crateri, bordi e nella prima raggiera);

() : strato solo intuibile; [] : segregazione di struttura ad opera di strato diverso

> : sovrapposizione prevalentemente orizzontale (ejecta, raggi, materiali effusivi)

^ : miscelazione prevalentemente verticale (contaminazione dal basso per micro-craterizzazione) o trasparenza di materiali di livelli inferiori (terminatore, orizzonte)

n : una lettera minuscola seguita da due punti prima di una formula significa che l'evento causale ha una diversa età dei materiali esposti; consentite solo lettere 'n:' e 'm:'

2 : i numeri segnalano quanti livelli della stessa età e composizione sono sovrapposti

Esempio 1: la sovrapposizione

Siamo interessati ad un alone d'impatto (tipo A) che risalta azzurro ed altamente albedico nei pressi di Atlas. Innanzitutto lo strato superficiale, l'alone visibile è recente (neo-cromatico) se ha tale colore (regola I). E territorio circostante? Ha due caratteristiche: è piatto e rossastro sfumato. Quindi appare come un 'light plain' che appartiene al meso-cromatico (Regola II)

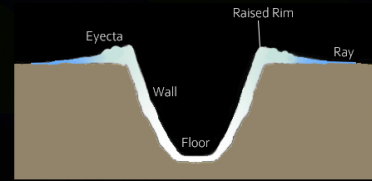


Riprese O. Zetta, CCE A. Ferruggia

Ma che relazione hanno i due strati tra di loro? Di semplice sovrapposizione, a giudicare da questo ingrandimento. Proviamo quindi ad esprimere quanto detto a partire dallo strato più superficiale:

$N > M$ dove: N (strato neo-cromatico) $>$ (si sovrappone a) M (strato mesocromatico)

Illustrazione sezionale con i nomi convenzionali delle parti del cratere

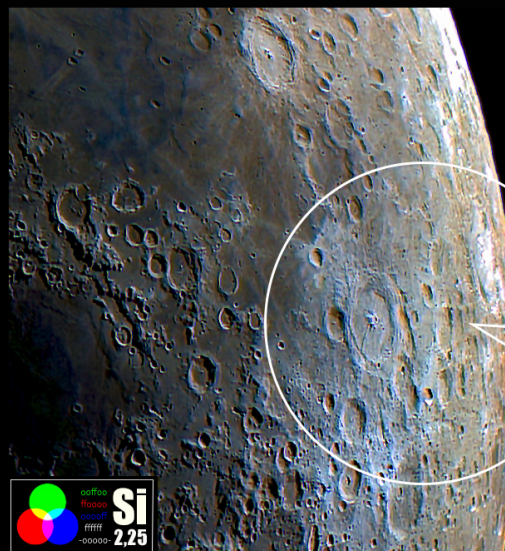


data from <http://www.fcj.us/vocabulary>

Esempio 2: la trasparenza

Tra Petavius ed Humboldt si nota una fascia verdastra, mix di colori guida (regola IV). Si trova tra crateri dai colori vividi (Tipo A e B) e quindi neo-cromatici (regola I). Se si sovrapponesse tra loro risulterebbe un colore vicino all'azzurro (regola del buon senso) e ci deve essere qualche altro contributo (contaminazione o trasparenza) per osservare tale viraggio al verde. Sotto si trova un territorio accidentato, tipico delle highlands originarie, composto da anortosite paleo-cromatica (regola III). La breccia del suo colore grigio/ocra può generare il verde, trasparendo per una favorevole incidenza della luce nell'area di diradamento delle raggie. E' anche plausibile una quota di rimescolamento da micro-crafterizzazione. Come scrivere semplicemente tutto questo?

$N > N^A P$ semplificato $2N^A P$



Riprese O. Zetta, CCE A. Ferruggia

componente gialla:
giallo+azzurro=verde

Poco ad est il verde diventa azzurro puro: cambia l'incidenza della luce e gli strati neo-cromatici sovrapposti sono più spessi (su Petavius almeno tre: da due crateri ai lati di Stevius e da Petavius B: $N > N > N$ oppure $3N$)



Esempio 3: il tempo tra causa ed effetto

L'attenzione è ora su Mare Crisium, area di Picard (tipo B), cratere dai netti ejecta blu e quindi neo-cromatico (regola I); le aree blu sono chiaramente basalti sollevati dall'impatto e siccome ci si trova nel Crisium questi basalti profondi (sotto quelli rossastri esposti) sono almeno meso-cromatici. Abbiamo quindi un gap tra evento causale (neo-cromatico) tanto recente da presentare i colori vividi dei materiali esposti, e l'età di formazione dei materiali stessi (più vecchi, riesumati da giacimenti profondi). Come scrivere in formula questo fenomeno? Le lettere minuscole definiscono l'età delle azioni (un impatto neo-cromatico) e le maiuscole l'età degli strati (qui meso-cromatici). Quindi scriviamo:

$n:M > M$ dove:

n : (un evento neo-cromatico fa in modo che) M (uno strato meso-cromatico)

$>$ (si sovrapponga) M (ad un altro meso-cromatico)

A differenza del precedente esempio, i due strati sovrapposti differiscono per composizione e così non semplificheremo coi numeri.

Di più: la raggiera neo-cromatica di Proclus ricopre quasi tutto il Mare con una patina lieve. Si potrebbe quindi a ragione scrivere per l'area in esame: $N > n:M > M$

A destra Picard in sezione schematica. L'esistenza di uno strato blu sotto quello rossastro esposto è confermato anche dalla vicina area di Peirce

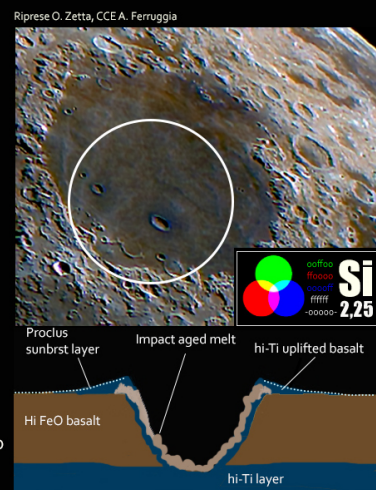




Fig. 1: Mappa strati-cromatica; tecnica L(IRpass)+C(UV-IRcut); P. G. Barbero (ASI 120MM), O. Zetta (ASI 385MC)

Scala selenocromatica di datazione dei crateri

Ulteriori informazioni circa l'età dei suoli può venire dall'analisi delle caratteristiche dei crateri. Anche i dati sulla frequenza e qualità della craterizzazione forniscono importanti notizie sull'età della crosta che potrebbero essere tenute in conto, specialmente in Si ad alta definizione. Un campo ancora da esplorare, i cui modelli risultanti potrebbero essere affiancati alle regole già enunciate, regole comunque sufficienti, assieme alla tabella della età dei crateri, alla datazione di gran parte della crosta lunare.

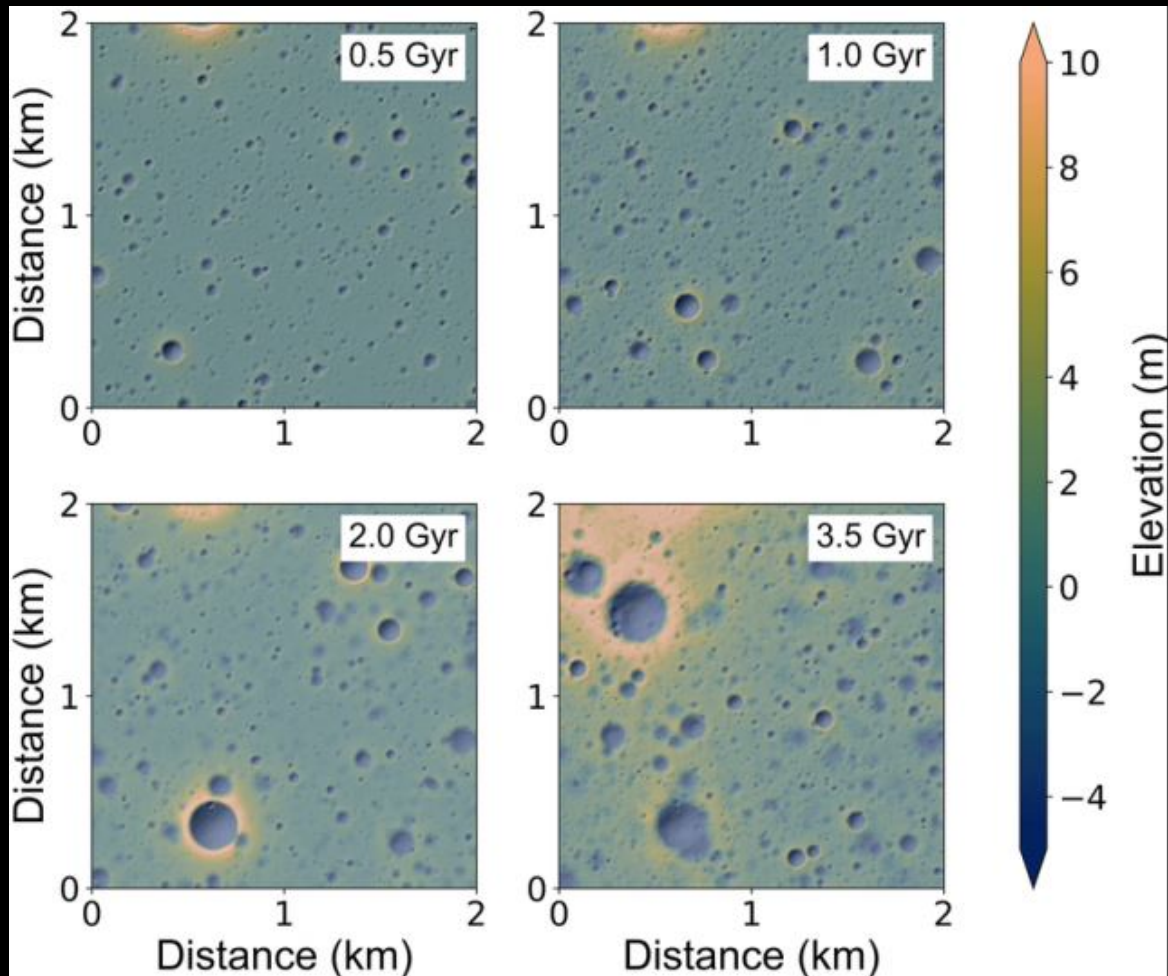
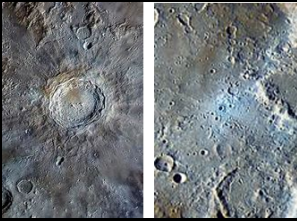
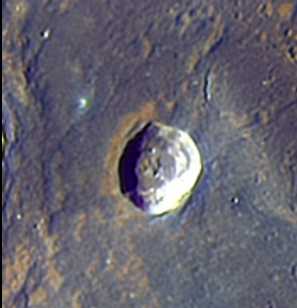
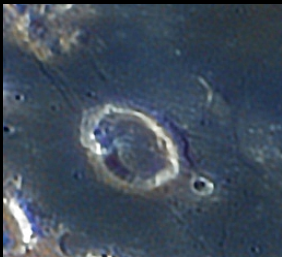
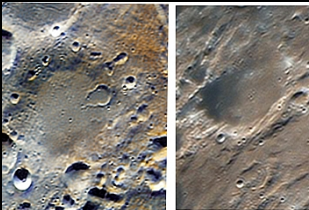


Fig. 4: Evoluzione di una piccola area di crosta nel tempo. Da Patrick O'Brien: *Physical and Chemical Evolution of Lunar Mare Regolith*. Il principio potrebbe essere applicato ad aree e crateri di maggiori dimensioni

Per la classificazione abbiamo utilizzato come punto di partenza quella del Chenango Forks Lunar Research Team, Lunar and Planetary Institute (Nasa 2010) e la abbiamo arricchita dei dati selenocromatici fin qui raccolti ottenendo una maggiore precisione di datazione. Una mappa di datazione dei crateri dovrebbe anticipare la creazione della mappa strati-cromatica vera e propria. I numeri della classificazione della Nasa sono stati affiancati da numeri latini e questo rende possibile il loro inserimento nelle formule strati-cromatiche senza ingenerare confusione con i numeri degli strati simili e giustapposti. Ne risulta la seguente tabella:

Immagini	Aspetto	Colori	Cronologia e tipi
 A. Ferruggia / S. Vinco	Tipo A: i lineamenti del cratere sono nitidi, così come i raggi con materiale espulso ruvido e frastagliato	Intensi aloni azzurri, rossi e blu nei pressi dei crateri; nei grandi crateri possibile talora rilevare aree di diversi colori nei pressi del bordo per sollevamento di strati profondi od anelli derivati di calore d’impatto; i piccoli crateri possono apparire come batuffoli celesti	Tipo A Neo-cromatico (Copernicano) 1,1 Ga
 S. Vinco	Tipo B I: le caratteristiche del cratere sono ancora molto distinte e raggi lineari sono ancora visibili. Gli <i>ejecta</i> sono scoscesi e strutturati.	Colori ancora percepibili; possibili cromatismi da sollevamento di strati profondi o come derivati di calore d’impatto;	Tipo B I Neo-cromatico (Alto-Eratosteniano) 2,3 Ga
 A. Ferruggia	Tipo B II: i lineamenti del cratere ed <i>ejecta</i> ancora abbastanza visibili ma i raggi no. Materiale espulso solo leggermente strutturato.	possibile qualche gradiente cromatico nei pressi del cratere (contaminazione); possibili solo aloni scuri	B II Meso-cromatico (Basso-eratosteniano) 3,16 Ga
 S. Vinco	Tipo C: l'anello esterno e gli <i>ejecta</i> sono ancora visibili ma sono privi di caratteristiche distintive.	Possibile solo alternanza cromatica bordo-contesto; nessun alone	Tipo C Meso-cromatico (Imbriano) 3,85 Ga
 S. Vinco	Tipo D: i lineamenti del cratere sono estremamente evanescenti ed alterati. C'è una transizione graduale tra <i>ejecta</i> e mare circostante.	Assenza di colorazione propria, talora sfumature per contaminazione verticale e/o orizzontale	D I-II Paleo-cromatico (pre-Nectariano, Nectariano) 4,3 Ga

Scala di datazione selenocromatica dei crateri. Il testo della colonna dell’aspetto fisico proviene (modificato) da The Chenango Forks Lunar Research Team, Lunar and Planetary Institute (Nasa 2010) ma i numeri dei vari tipi di crateri nell’ultima colonna a destra vengono sostituiti da numeri latini per il motivo esposto nel testo.

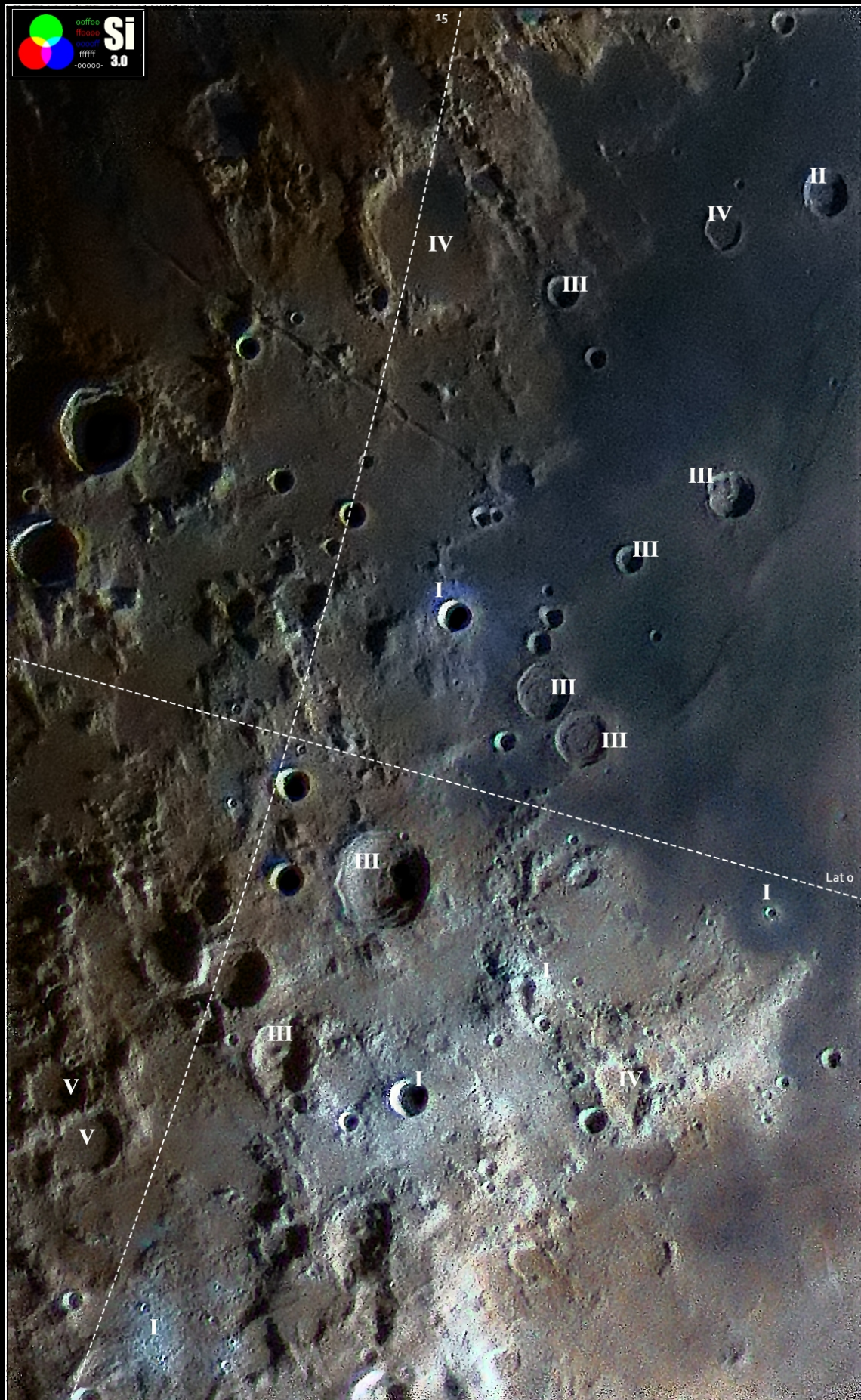


Fig. 5: mappa di datazione dei crateri; acquisizioni A. Ferruggia L(DVF) ASI 678MC- S. Vinco C(UVIRcut) Neptune C II; sconsigliabile la datazione di crateri semi-seppelliti e nei pressi del terminatore