

# SELENOCROMATICA

Ver. 1.6.2, Agosto 2022



## Imaging mineralografico lunare

*"Luna gibbosa" di S. Vinco. Sovrapposizione di 2 immagini-mosaico (in plenilunio e dopo primo quarto) per ottenere effetto HDR; 1/200"(Luna gibbosa) e 1/60" ISO 200 (plenilunio) con Canon EOS 750D e Celestron C8. Tecnica LC + CCE*

### ■ di Aldo Ferruggia

Le immagini "selenocromatiche" ad alta definizione ottenibili da terra, oltre a costituire un'inesauribile occasione di divertimento dell'astrofilo, rappresentano una notevole fonte d'informazione scientifica ed un valido spunto per la conoscenza selenologica.

Capire i colori della Luna significa capirne la storia e l'evoluzione. Scopo del nostro lavoro sarà individuare e standardizzare per quanto possibile i vari procedimenti per ottenere immagini ricche di informazioni cromatiche cercando di non perdere d'occhio il realismo. I nostri risultati e le nostre esperienze saranno presentati nella speranza di

stimolare la comunità degli amanti del cielo ad indirizzare la propria attenzione ad un così affascinante argomento. Il presente articolo non ha certo la pretesa dell'eshaustività, sia per la vastità dell'argomento che per l'incompleta comprensione che gli stessi astronomi hanno di quei meccanismi che generano i gradienti cromatici del nostro satellite.

Pochi astrofili non hanno tentato, almeno una volta nella vita, di esagerare i colori della Luna per ottenere uno scatto ad effetto. E la Luna, nonostante il suo prevalente pallore, si presta particolarmente in quanto talora anche ad occhio nudo sono percepibili gradienti cromatici, seppur fini. E' possibile trovare online diversi tutorial anche sedicenti definitivi sull'elaborazione cosiddetta "mineral moon" (MM), soprattutto

applicata alla bassa risoluzione, quindi all'intero globo lunare. Ma pochi ci hanno ragionato su andando oltre l'effetto "wow".

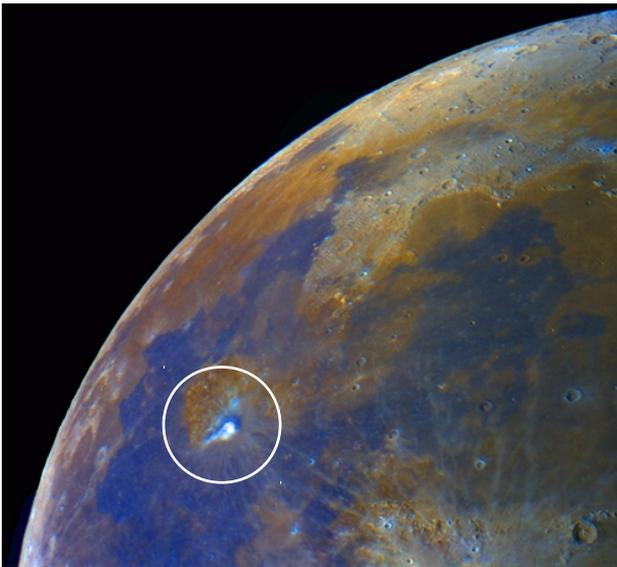


Fig. 1: Spettacolare LC "mineral moon" di S. Vinco con artefatto da eccesso cromatico in Aristachus (cerchio); la precisione dell'informazione cromatica "non è elevatissima" quando lo scopo estetico è preponderante

Chi scrive, assieme ad un gruppo di amici del GAWH (Giacomo Barattia, Serafino Vinco, Pier Giuseppe Barbero) si è occupato di MM ad alta definizione in maniera il più possibile rigorosa: la si è voluta infatti correlare al **significato mineralogico** e per questo si è definita "Selenocromatica", distinguendola dalla seplice MM di pura finalità estetica. Ma a cosa mira lo studio cromatico?



Fig. 2: Immagine di Schickard ottenuta da A. Ferruggia in condizioni di scarsissimo contrasto; visual back+telextender con C8, 5000 frames x 0,02" gain 300 con ASI 224MC; tecnica DVF+CCE (reperire del trapezio).

Alla realtà, si potrebbe rispondere e quindi la domanda di fondo a cui non abbiamo voluto sottrarci, soprattutto per impulso di G. Barattia, è: **sono veri i colori che vediamo**

**nelle nostre immagini?** Ma cosa intendiamo per risultato "veritiero" per la mineral moon in particolare, e per l'imaging scientifico in generale? Quando si osservano spettacolari gallerie fotografiche a colori della superficie lunare, o di Giove, o di qualche remota nebulosa, è spontaneo chiedersi se quello che si vede è proprio quello che si vedrebbe con i nostri occhi se fossimo dietro ad un trasparentissimo oblò di una navicella spaziale, nelle immediate vicinanze dell' oggetto celeste stesso. Insomma, si assume come riferimento l'occhio umano e la sua visione. Ma anche accettando un tale relativo punto di partenza, la risposta alla nostra domanda è meno semplice di quanto si possa immaginare. Ad esempio, nel caso di MER (Mars Exploration Rover), il team di scienziati preferirono usare il termine "**colori approssimativamente reali**" dato che la camera cercava di ottenere delle "stime" di cosa avrebbero visto degli occhi umani su Marte. Un altro termine usato da scienziati dello staff di MER, fu "**colori naturali**" riferendosi alla risposta dell'occhio umano, l'obiettivo quindi era di nuovo la riproduzione del visibile. Ma nessuna riproduzione a colori può essere fedele al 100% alla vista, a motivo delle differenze nella tecnologia di acquisizione, delle caratteristiche e delle limitazioni della riproduzione sullo schermo del computer, dei "settaggi" dello stesso, del filtro atmosferico, etc..<sup>1</sup> Considerando l'apparato sensoriale dell'uomo quale fondamentale "strumento di misura", la problematica della resa "accurata" o "naturale" della gamma cromatica delle immagini astronomiche fa parte di un discorso relativo al valore ed al significato delle "misure fisiche" rispetto al dato fisico "reale". Ma il problema della soggettività della visione apre qui una voragine epistemologica dalla quale dobbiamo scampare con una sorsata di sano pragmatismo, e il pragmatismo ci ricorda che l'occhio non "vede" tutte le onde elettromagnetiche, quindi assolutizzarlo può risultare dannoso se l'informazione è il nostro scopo.

1 <https://www.gruppolocale.it/2007/10/veri-o-falsi-colori-larte-della-fotografia-extraterrestre/>

Storicamente Ultravioletto (UV) ed Infrarosso (IR) sono sfruttate per generare contrasto nelle immagini lunari. Ma si può andare oltre: talora informazioni IR ed UV vengono tradotte dai sensori amatoriali in colore (ne parleremo più avanti quando ci occuperemo di tecnica a doppio filtro visibile). Come considerare allora una tale traduzione cromatica di radiazioni invisibili? "Falsi colori" potrebbe apparire eccessivo, anche se nessuno accetterebbe per essi l'etichetta di "colori reali". E siamo al punto di partenza: i colori che si ottengono sono veri?

Per superare l'*empasse* non ci rimane che introdurre il concetto di "rappresentatività". Nel caso delle remote immagini del Telescopio Spaziale Hubble, gli scienziati del team usano l'espressione di "*colori rappresentativi*", nel senso che i colori delle immagini di Hubble risultano essere tali da rappresentare "al meglio" i processi fisici che sono alla base delle motivazioni per cui tale immagine è stata acquisita. Dunque in tal senso, e tralasciando quindi il riferimento visuale, non possono essere definiti né veri né falsi, ma utili allo scopo di capire la natura. La risposta del team dell'Hubble è quella che può maggiormente soddisfare gli scopi della Selenocromatica e quindi i colori che restituiranno le nostre immagini dovranno essere "rappresentativi" delle teorie sulla genesi ed evoluzione della crosta lunare. Ma se le teorie possono spiegare i colori, questi ultimi possono a loro volta verificare teorie per nulla definitive, in un rimando reciproco continuo che non può non affascinare anche il semplice astrofilo.

Infine, il gusto estetico, frutto di milioni di anni di evoluzione della corteccia visiva e della capacità di correlare anche inconsciamente i dettagli cromatici di rocce e minerali terrestri con il loro significato, ci può aiutare a "tirare" i colori fino a generare immagini ancora più ricche con programmi di fotoritocco. E non si pensi che usare l'iconico Photoshop (PS) sia cosa esclusiva dei dilettanti visto che le correzioni empiriche sono all'ordine del giorno anche in ambiente professionale. Ecco cosa si può leggere su un sito di divulgazione astronomica

riferendosi alle immagini dello *Space Telescope*:

*"Una volta che si è osservata la galassia usando diversi filtri e ad ogni filtro si è associato artificialmente un colore, avviene la combinazione delle immagini e si ottiene l'immagine finale [...] Alla fine, piaccia o meno, bisogna darci una spennellata di Photoshop. Non ci credete? Lo so, sembra strano, ma in fondo, se ci pensate bene, si tratta di mettere a posto delle immagini e quindi quale software migliore di Photoshop? Quindi, sì, ci tocca dirlo: anche gli astrofisici usano Photoshop (o simili)".*<sup>2</sup> Addirittura le immagini dell'LRO (uno dei "Vangeli" della Selenocromatica) vengono "empiricamente normalizzate"<sup>3</sup> col chiaro intento di avere informazioni scientifiche maggiormente fruibili. Perché quindi l'astrofilo dovrebbe privarsi della possibilità di aggiungere realismo agli scatti? L'estetica delle immagini (in accordo col nostro background conoscitivo) può produrre sorprendenti informazioni.

E' pacifico che non tutte le potenzialità di PS potranno essere usate per i nostri intenti, pena la creazione di evidenti artefatti: le immagini ottenute dovranno in ogni caso accordarsi con specifici riferimenti cromatici (CCE, Esaltazione Cromatica Controllata) per essere leggibili da un punto di vista mineralografico. Ma rispettando tali "paletti" le nostre informazioni dovrebbero risultare utili e piacevoli restituendo **non colori reali** ma **"rappresentativi e realistici"**. Così la MM diventa seleno-cromatica.

## Minerali e colori

Tutti i minerali hanno un proprio modo di emettere, riflettere o assorbire onde elettromagnetiche. Il nostro occhio raccoglie e "decodifica" tali radiazioni in base alle diverse lunghezze d'onda regalandoci la sensazione dei colori. La "miscela" di elementi che compongono un dato minerale determina in gran parte come questo si comporta quando viene colpito dalla luce solare, riflettendo onde elettromagnetiche di una data lunghezza d'onda. Gli scienziati

2 <https://quantizzando.it/2016/06/27/le-spettacolari-immagini-del-telescopio-spaziale-hubble/>

3 [https://wms.lroc.asu.edu/lroc/view\\_rdr\\_product/WAC\\_EMP\\_3BAND\\_E300S3150\\_064P](https://wms.lroc.asu.edu/lroc/view_rdr_product/WAC_EMP_3BAND_E300S3150_064P)

chiamano questa proprietà dei minerali **firma spettrale**. Le rocce lunari non fanno eccezione e noi sfruttiamo proprio queste proprietà per ottenere informazioni della superficie. Infatti, se l'informazione luminosa e cromatica proveniente dalla Luna viene adeguatamente corretta ed esaltata (evitando dannosi artefatti), ciò che otterremo saranno tonalità rappresentative, cioè colori in stretta relazione con la composizione chimica dei materiali che ricoprono sia le grandi estensioni pianeggianti, che gli altipiani, che le singole strutture della crosta. Tutto apparentemente semplice, ma solo ad un'analisi superficiale: le caratteristiche della radiazione solare che viene riflessa dal suolo lunare sono molto variabili<sup>4</sup> sia perché la composizione della superficie lunare è molto variabile<sup>5</sup>, ma anche perché, essendo essa curva, cambia l'angolo di riflessione rispetto all'osservatore terrestre. Particolarmente rilevanti per il cromatismo lunare sono le zone scure nei pressi del terminatore e le aree che presentano un'albedo esaltata per schiacciamento prospettico, fenomeno tipico dei bordi del disco lunare e delle cuspidi. Una notevole variabilità cromatica si può anche riscontrare in zone ricoperte da *eiecta* e prodotti da impatto che presentano una riflettività molto differente dai territori vicini, determinando contrasti e tonalità in base all'incidenza della luce solare e la granulometria del suolo.

Infine, non si dimentichi la cosiddetta "maturazione del suolo lunare": si definisce "matura" un'area del suolo lunare che, esposta per lungo tempo ad impatti, vento solare ed ambiente riducente, presenta fenomeni chimico-fisici tali da modificarne il cromatismo. Ad esempio, gli impatti su una zona ricca di titanio, iniettano Ti all'interno dei cristalli di vetro generati dal calore. Questo conferisce al suolo un colore scuro nell'UV e rosso nel visibile, in base alla concentrazione di Fe e di Ti<sup>6</sup>.

Anche i microimpatti possono ridurre il microparticolato prodotto rendendo l'area più scura nell'UV, nel visibile e nel vicino IR. Fattore importante nella maturazione del suolo è l'accumularsi su di esso di detriti da

impatto. Si stima che il 50% di essi viene da impatti entro un raggio di 3 Km, il 5% entro 100 Km e lo 0,5% entro 1000<sup>7</sup>. La loro quantità può modificare notevolmente la riflettanza (capacità di riflettere) delle rocce che ne sono ricoperte. Quindi ai fini della riproducibilità dobbiamo tenere presente che le caratteristiche spettrali di riflettanza degli stessi minerali lunari **non** sono costanti.



Fig. 3: Immagine della superficie del Mare Imbrium scattata dal rover lunare "Yutu". (Photo/National Astronomical Observatories of Chinese Academy of Sciences) raffigurante un "raggio di eiecta", rocce espulse da un cratere d'impatto



Fig. 4 Immagine della superficie del Mare Imbrium scattata ancora dal rover lunare "Yutu" raffigurante l'interno di un cratere. Si noti come cambia il colore e la luminosità del suolo in base alla diversa incidenza della luce solare.

La conseguenza è che non ci si dovrà aspettare una resa cromatica univoca per un dato minerale/ roccia, ma un "ventaglio" di possibili colori in base all'inclinazione della crosta e l'incidenza della luce solare su di essa (Fig. 22). Le lunghezze d'onda della radiazione elettromagnetica solare riflessa dalla Luna consistono in raggi  $\gamma$ ,

4 Piter & Englertm 1993; Zombeck 1990

5 Heiken et al. 1991

6 Adams 1974; Singer 1981

7 Ouyang 1989

raggi X, raggi UV, radiazione visibile, raggi infrarossi fino a micro- e radio-onde. Bisognerà operare delle scelte perché le immagini che si ottengono siano intelleggibili e "ricche". A tale scopo, si consiglia lo studio delle caratteristiche spettrali dei materiali della superficie lunare dai 300 ai 1000 nm<sup>8</sup>, lunghezze d'onda alla portata dell'astrofilo medio.

I più comuni minerali lunari sono privi di acqua, vengono sottoposti ad un'intensa riduzione chimica<sup>9</sup> e sono cromaticamente suddivisibili in due tipologie maggiori: i minerali dei "mari" lunari e quelli delle "terre"

## Le Terre

Le terre lunari o altipiani (*highlands*) sono composte da Anortosite, rocce ricche di magnesio oppure di potassio, fosforo e minerali rari e volatili (**KREEP**)<sup>10</sup>. Questi ultimi, i meno rappresentati, costituiscono rocce ricche di elementi volatili generati da attività effusiva tra la crosta lunare ed il mantello. La loro massima concentrazione si trova nei pressi dell' Oceanus Procellarum ed è correlata ad alte concentrazioni di Torio forse per una imponente effusione magmatica da impatto.



Fig. 5: Immagine macroscopica e microscopica di Anortosite

fuori di questa peculiarità le terre sono caratterizzate da maggiore omogeneità minerale rispetto ai mari.

L'**anortosite** (soprattutto anortite, ma anche norite, dunite, troctonite) infatti è costituita da un 95% di plagioclasio e da un 5% di pirosseni, olivina, rocce magnesiache<sup>11</sup>. Tali

minerali sono abbastanza neutri dal punto di vista cromatico anche se la norite ha il comportamento spettrale dei minerali magnesio-ferrosi (0.9 - 0.93 μm in base al contenuto di pirossene). Dunite e troctonite presentano ad assorbimento multiplo intorno a 1.1 μm, mute nel visibile. Tali tenui "stimmate" rappresentano i principali riferimenti spettroscopici, e quindi cromatici, per individuare le pur presenti differenze in un contesto peraltro complessivamente "piatto".

## I mari

Dei 22 mari (*Maria*) lunari ben 19 sono nella faccia visibile dalla terra. Essi sono le aree più scure della Luna in quanto presentano livelli maggiori di TiO<sub>2</sub> e FeO rispetto alle terre<sup>12</sup>. La grande variabilità di concentrazione del TiO<sub>2</sub> nei basalti (dal 13 allo 0,5%) produce anche il grande gradiente cromatico nel contesto dei mari, gradiente che non si ritrova nelle terre elevate<sup>13</sup>. Si distinguono basalti ad alto e basso tenore di titanio ed a basso tenore di titanio ed alto di alluminio<sup>14</sup>. La loro genesi deriva talora da "solidificazione della lava fluida scaturita o da fessure provocate sulla crosta dalla caduta di grandi meteoriti o da vulcani attivi"<sup>15</sup>, talaltra da altri meccanismi più complessi<sup>16,17</sup>. Anche se tale vulcanesimo non è dimostrato come ubiquitario, conta per noi che spesso i mari siano fatti di lava fuoriuscita da strati semifluidi situati sotto la crosta, o attraverso vulcani o, altre volte, attraverso grandi brecce da impatto dovute a grossi meteoriti. Tale lava appesanti vaste aree della crosta che sprofondarono di migliaia di metri mentre i basalti si ritraevano solidificandosi<sup>18</sup>. I mari sono costituiti da minerali ricchi di TiO<sub>2</sub> (ossido di titanio); si distinguono basalti ricchi di titanio

Al di

8 Yong-Liao Zou et al 2004 *Chin. J. Astron. Astrophys.* 4 97

9 Yong-Liao Zou et al 2004 *Chin. J. Astron. Astrophys.* 4 97

10 Heiken et al. 1991

11 Feldman et al. 1998

12 [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/LRO/multimedia/lroimages/lroc-20100910\\_color\\_moon.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/multimedia/lroimages/lroc-20100910_color_moon.html)

13 E. A. Withacker, *Lunar Color...*1972

14 Cloutis & Gaffey 1991

15 H. P. Wilkins, Guida alla Luna, Feltrinelli Editore, Milano, 1959, pag. 25

16 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0032063320303470>

17 <http://www.planetarycraterconsortium.nau.edu/KumaresanSaravanavelPCC10.pdf>

18 Favero e Balestrieri (UAI), L'uscita delle lave(I), *Astronomia*, 3/2012

(ilmenite), poveri di titanio (**pirossene-olivina**) e ricchi di alluminio (pirossene-feldspato).

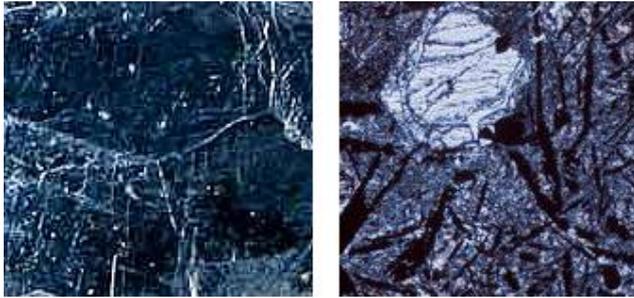


Fig. 6: Immagine macroscopica e microscopica di Ilmenite

Il contenuto di olivina sposta il picco spettrale verso frequenze più lunghe<sup>19</sup>. L'ilmenite lunare ha quantità di titanio anche 10 volte superiore a quella terrestre, ha un colore nero ferro, lucentezza metallica, ed è costituita da ossido di ferro e titanio,  $FeTiO_3$ . L'ilmenite causa il tipico colore scuro dei mari lunari, con sfumature dovute alla diversa concentrazione relativa di titanio e ferro. Gli ioni ferrosi in particolare, presentano tre picchi di assorbimento: vicino infrarosso, visibile e ultravioletto; la sovrapposizione di picco nel visibile e nell'UV rende il minerale più scuro<sup>20</sup>.

Tralasciando quindi minerali sostanzialmente ubiquitari, saranno la norite anortositica (sfumature ocra/grigio) e l'ilmenite ricca di Ti (sfumature, viola, blu, verdi) o di Fe (marrone, rosso, arancione) a creare la gran parte dei contrasti cromatici della superficie lunare. Nel visibile saranno quindi le zone ricche dei nostri minerali guida a fornirci riferimento cromatico per la CCE.

Discorso a parte merita il celeste/verde acqua associato a diverse strutture lunari. La LC(DVF) rende le immagini quasi totalmente prive di sfumature dell'azzurro/celeste/verdi invece inequivocabili con tutte le altre tecniche, quasi sempre associate a strutture lunari ad elevata albedo: alcuni crateri e raggiere d'impatto ne sono gli esempi più rilevanti. Non è chiaro quale sia la causa sottostante a tali strutture anche se appare indubbio il loro realismo. Infatti molte di esse

come Aristillus sembrano tali persino alle avere lunghezze d'onda di LRO.

## Alla scoperta della Luna

Quanto esposto con necessaria brevità non deve però indurre in errore: le conoscenze in questo campo sono in continua evoluzione e studiare i colori della Luna significa in un certo senso fare studi di frontiera, una vera e propria "esplorazione" del nostro satellite.

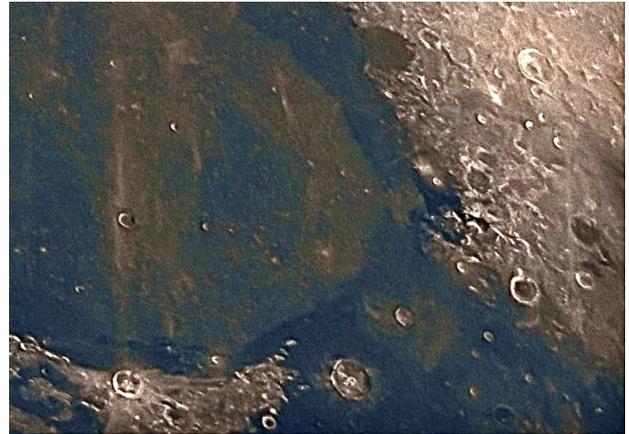


Fig. 7: passaggio da M. Serenitatis a M. Tranquillitatis; A. Ferruggia, C8 f/10 con acquisizione DVF; RGB balance, one time saturation+10 in Registax. Nessun'altra elaborazione.

Un'esplorazione sempre nuova ed alla portata di qualsiasi astrofilo dotato di un piccolo telescopio, una fotocamera digitale (o camera planetaria) e di un minimo software di elaborazione come Paint o Registax.

Si invita comunque chiunque si voglia cimentare nella Selenocromatica ad evitare un' eccessiva esaltazione dei colori: la crosta lunare è costituita in gran parte da basalti e rocce dai toni uniformi e va quindi resa con cromatismi e sfumature percepibili sì, ma tenui.

<sup>19</sup> Cloutis & Gaffey 1991, Ouyang, 1989

<sup>20</sup> Cloutis & Gaffey 1991; Adams 1974; Singer 1981

## LRO, innanzi tutto

Per avere un valido punto di riferimento è stato suggerito in particolare da P. G. Barbero di utilizzare le immagini della sonda LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter)<sup>21</sup>. Per evidenziare i colori nella pletora d'informazione elettromagnetica, gli scienziati della NASA l'hanno divisa in sette bande strette tramite la camera WAC della sonda LRO<sup>22</sup>. Si sono così ottenuti colori ben "separati", perfetti per lo scopo che ci si prefiggeva: lo studio minerale della superficie.

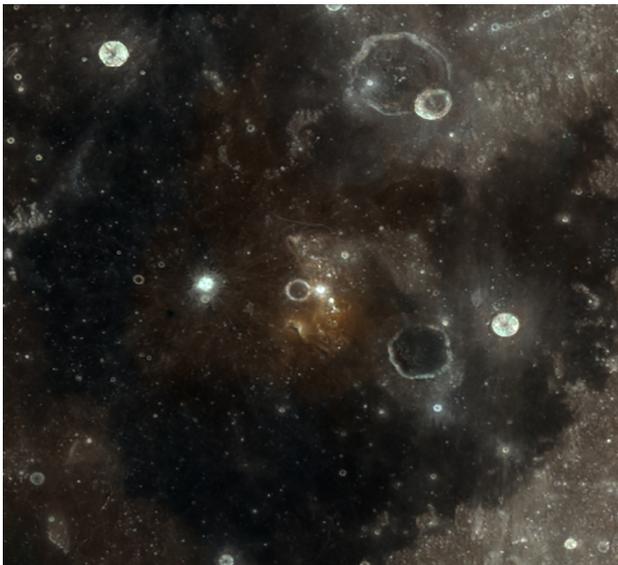


Fig. 8: Mare Nubium nei pressi del cratere Lassell; in rosso-arancione uno dei cosiddetti "red spot" lunari assegnando red a 689 nm, green a 415 nm e blue a 321 nm (LRO-NASA)

La vicinanza alla crosta e l'assenza dell'atmosfera terrestre fanno sì che il materiale inviato a terra da LRO sia un ottimo riferimento in Selenocromatica. Si ricordi a tal riguardo che la sonda fotografa la superficie lunare lontano dal terminatore e perpendicolarmente (i crateri sono sempre cerchi perfetti) ed ottiene quindi mappe "piatte", diverse quindi da quelle che si ottengono da terra per effetto prospettico e anche perchè filtrate a 689 nm nel rosso, a 415 nm nel verde e 321 nm nel blu. In ogni caso la tecnica che

fornisce i risultati più simili a quelli di LRO, avvicinandosi all'estetica "esotica" della sonda, è forse la LC(DVF) (Luminanza-Cromianza a Doppio Filtro Visuale, pag. 10) che ha dalla sua la possibilità di restituire alle immagini una tridimensionalità necessariamente ridotta in quelle di LRO.

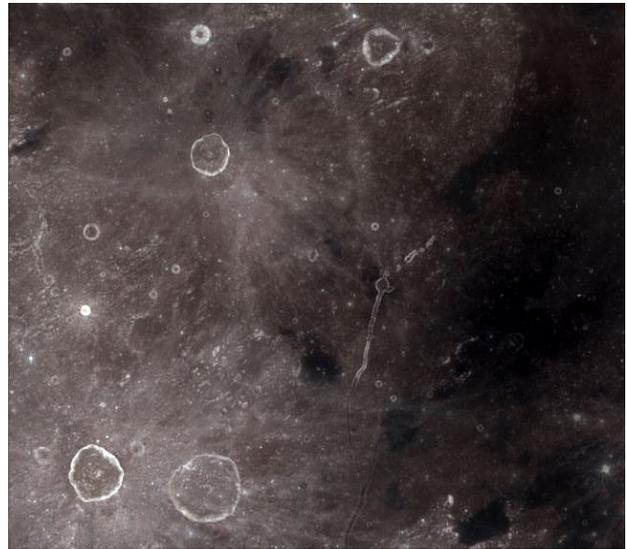


Fig. 9: Immagine della zona di Triesnecker, in alto ripresa da LRO, in basso con LC(DVF) con visualback di C8 di A. Ferruggia; nord a destra

Si noti però che la sonda identifica sulla superficie lunare anche zone di colore rosso mattone-arancione (red spots) che non appaiono nelle riprese LC(DVF) e che vengono normalmente rappresentate con tecniche di acquisizione nel visibile (LC e IRPLC).

21 [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/LRO/main/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/main/index.html)

22 [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/LRO/multimedia/lroimages/lroc-20100910\\_color\\_moon.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/multimedia/lroimages/lroc-20100910_color_moon.html)

## Tecniche di acquisizione

Presenteremo di seguito tecniche di acquisizione MM, senza pretesa di fornirne una serie esaustiva. Ogni tecnica di acquisizione presente o futura deve essere seguita da CCE in Selenocromatica, solo così avrà informazione realistica da fornirci.

### LC

(Luminance Cromiance)



Fig. 10: Area di Montes Appenninus ripresa al fuoco diretto di C8 con LC da S. Vinco; si notino sfumature più scure nelle zone dei mari più ricche di Ti e arancio se ricche di FeO; si noti inoltre il colore celeste di Aristillus (reale?) e di Manilius (artefatto?)

E' la tecnica più conosciuta e semplice. Si acquisisce una sola sequenza di almeno alcune migliaia di *frames* tramite camera a colori nel visibile, meglio attraverso un rifrattore o Schmidt/Maksutov-Cassegrain. Non sono necessari grossi diametri. Da un

file ottenuto con allineamento e "stacking" di una sequenza a colori se ne generano due copie. Una, chiamata di "luminanza", che viene elaborata con Photoshop in BN per ottenere il massimo contrasto e nitidezza. L'altra viene sovrapposta con modalità di PS "colore" dopo averne esaltato il colore con la funzione "saturazione"; viene chiamata di "cromianza" perchè fornisce colorito al pallido file di luminanza. A questo scopo, e per evitare artefatti, si saturi in poco per volta, aumentando di 10 punti per volta (macro) la saturazione permette di raggiungere livelli cromatici rilevabili senza "scivolamenti" reciproci dei canali RGB, i tipici e frequenti artefatti delle zone ad elevato gradiente luminoso, come i bordi dei crateri, il terminatore, i bordi della Luna (orizzonte lunare). Un buon seeing è fondamentale per la tecnica e ne costituisce il tallone d'Achille. La sua essenzialità potrebbe suggerire di non applicare al procedimento CCE (*Chromatic Controlled Enhancement*, pag. 12), che però ne assevera il realismo.

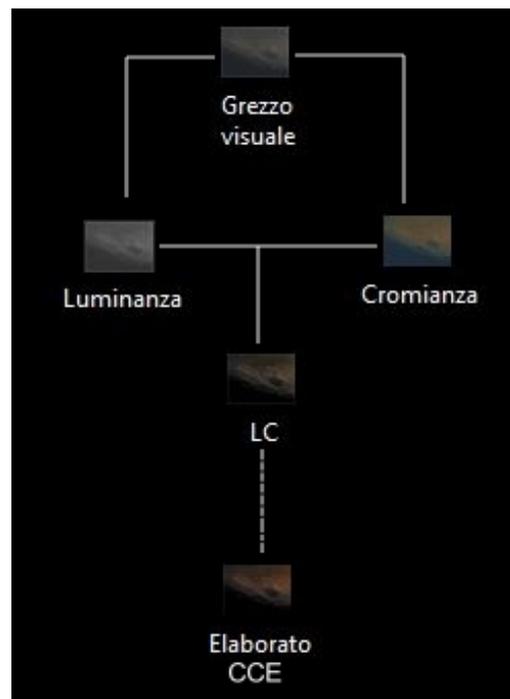
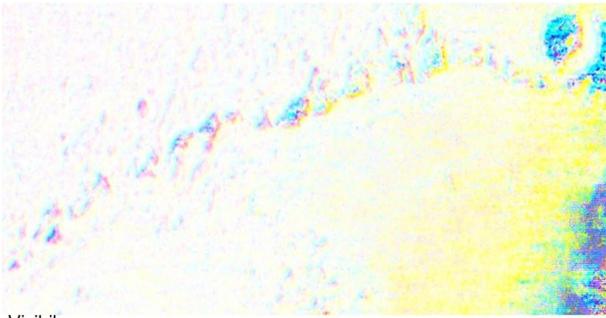
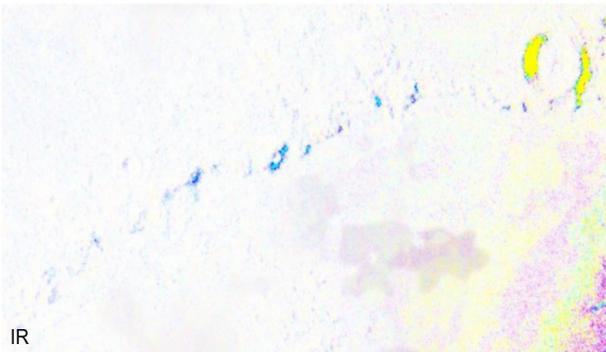


Fig. 11: Schema di LC mineral moon; l'ultimo passaggio (tratteggiato) è scarsamente standardizzabile in quanto legato alla sensibilità dell'operatore e fornisce risultati realistici solo con procedura CCE



Visibile



IR

Fig.

12: Identica sovrasaturazione della zona di Eratosthenes a colori invertiti (in alto LC, in basso LC(DVF) - A. Ferruggia

### L(IRPass) + C

(Luminance from IR-pass plus Chromiance)



Fig. 13: : Immagini della baia di San Francisco che mostrano la differenza fra la resa nel visibile e con la SWIR camera. L'effetto è simile a quello prodotto dalla funzione "Rimuovi foschia" della Camera Raw di PS.

E' la variante della precedente che sfrutta l'IR per ottenere la luminanza e quindi prevede **due immagini iniziali** (sequenza IR e visibile). Il vicino infrarosso riveste una grande importanza per l'analisi di minerali che formano le rocce lunari. Questo, come già detto, grazie al contrasto che nell'IR si ottiene dagli ioni ferrosi<sup>23</sup>(il ferro ferrico è quasi del tutto assente per la carenza di idratazione). Se si vuole aumentare il contrasto tra i componenti della crosta lunare l'infrarosso fa quindi al caso nostro. Lo sanno da tempo gli astronomi che sanno quanto IR

aumentano il contrasto di alcune zone lunari in BN e lo sa la NASA che usa la camera IR SWIR per ricercare acqua sul nostro satellite<sup>24</sup>.

Gli astrofili sanno che usando filtri IRpass e fotocamere BN si ottengono sequenze della Luna più nitide in quanto la maggiore lunghezza d'onda rende la radiazione riflessa più stabile rispetto alle turbolenze atmosferiche. Verranno utilizzate per la luminanza. Se poi a queste viene sommata ed allineata un'immagine di cromianza ottenuta con sequenza a colori nel visibile, anche di pochi frames e anche da diverso telescopio, il risultato sarà superiore a quello della semplice LC con lo stesso numero di frames. La CCE può conferire il necessario realismo ad una tecnica che ha indubbiamente dalla sua la maggiore spettacolarità fra quelle analizzate.

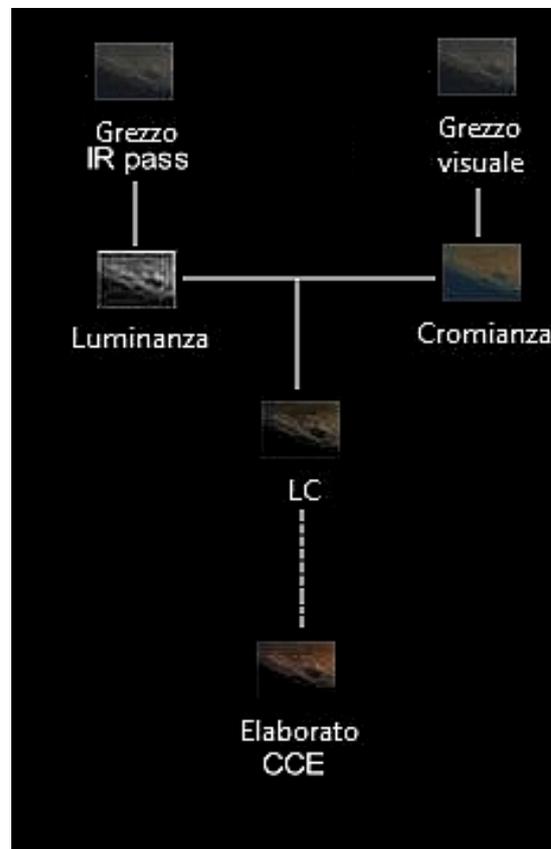


Fig. 14: Schema procedurale di L(IRP)+C mineral moon; l'ultimo passaggio (tratteggiato) è scarsamente standardizzabile in quanto legato alla sensibilità dell'operatore e fornisce risultati realistici solo con procedura CCE

24 Cameras Reveal Elements in the Short Wave Infrared (2010); [https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2010/ip\\_2.html](https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2010/ip_2.html)

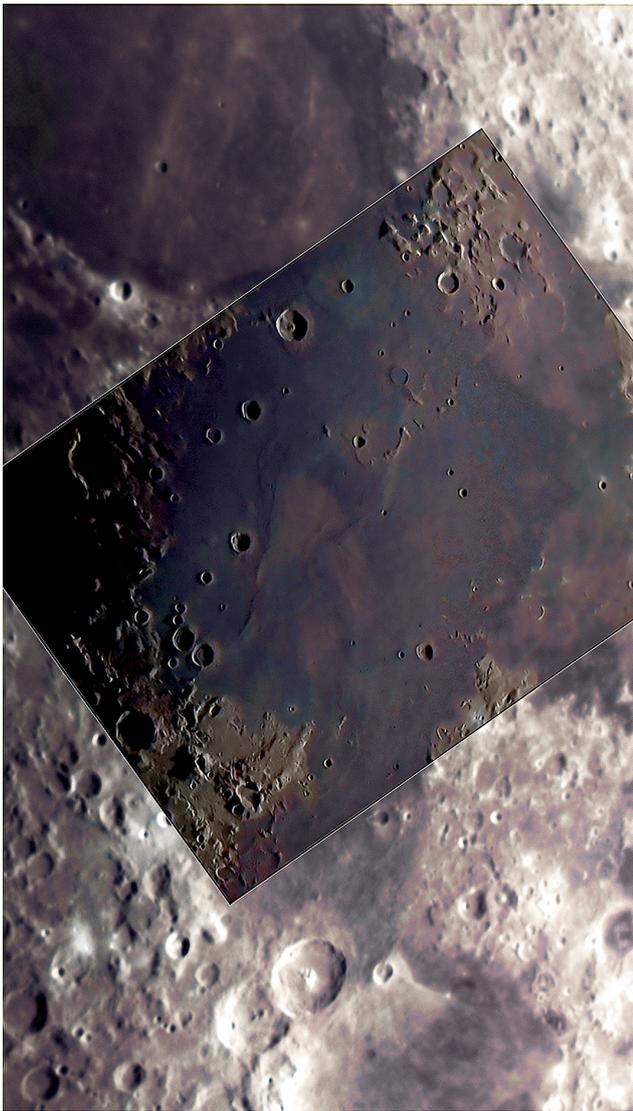


Fig. 15: Esempio di come una immagine BN di Mare Tranquillitatis ottenuta in DVF (ASI224MC e C8 di A. Ferruggia , al centro) possa esaltare cromaticamente e rendere più nitida un'immagine a colori ottenuta nel visibile (S. Vinco C8 con ASI 385MC, immagine grande di sfondo); si noti il blu di Janssen e di Maraldi (freccie).

### LC(DVF) (Luminance and Cromiance from Double Visual Filters)

La LC(DVF) è una tecnica di nostra introduzione che sfrutta l'immagine da un'unica sequenza a colori prodotta, in maniera non completamente compresa, dalla radiazione lunare nell'infrarosso e da una componente visibile, attraverso filtri visuali colorati che sommati lasciano passare soprattutto l'IR. La luminanza risulta dall'elaborazione in BN dello stesso file da sequenza a colori, allineata, "stakkata" e desaturata. La modalità di fusione in PS di luminanza e cromianza è la solita: colore.

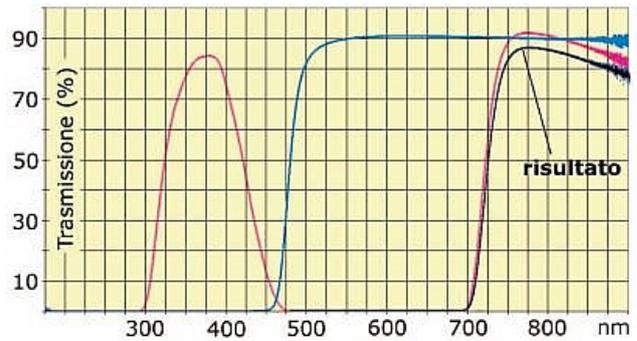


Fig. 16: Bande di trasmissione del filtro giallo #12 (fucsia) e viola #47(azzurro) con la risultante della somma (nero). Da Gasparri, "Qualche piccolo segreto..", Coelum 140, 26/07/2010.

La tecnica necessita quindi di camere a colori sensibili al vicino IR ma anche di due filtri visuali che lo facciano passare contemporaneamente ad una pur minoritaria componente nel visibile. A questo scopo si riprende a colori un'unica sequenza con #12 (giallo) e #47 (viola), ma in generale potrebbero funzionare tutti quei poco costosi filtri visuali colorati che intersecano marginalmente le loro bande di trasmissione (ad esempio verde e rosso).

In tutti i casi otterremo picchi di risposta dopo i 700 nm. La componente IR rende l'immagine meno sensibile agli effetti della turbolenza atmosferica, permettendo riprese accettabili **anche in condizioni di scarso seeing**, e rende anche più contrastata l'immagine a colori migliorando la luminanza. Data la scarsità di luce visibile utilizzabile, i dettagli cromatici sono invece scarsi in aree poco illuminate come il terminatore. Ma per la luminanza è meglio una coppia di filtri che fa passare soprattutto IR o un IRpass nativo?

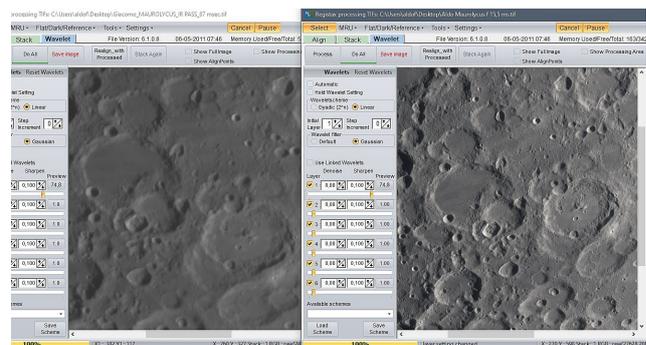


Fig. 17 a sinistra immagine di luminanza di G. Barattia con C9 f/10 e filtro IR pass Astronomik 807, con ASI 322 MC con gain 0 e 87 ms; a destra immagine di A. Ferruggia C8/f/10 15, 5 ms con doppio filtro visuale giallo-viola e stessa camera ma con gain 150; medesima serata di acquisizione, passaggio di nubi durante la ripresa nelle 2 sequenze.

La risposta, non definitiva, sembra essere che non vi sia una perdita di nitidezza con il doppio filtro visuale. La piccola componente visibile che i filtri non riescono a bloccare fornisce la componente cromatica, leggermente sfocata, assieme ad una componente infrarossa che la camera che abbiamo testato (ASI 224MC) rende a colori prima che i tre canali si sovrappongano intorno 800 nm: tale risposta, va detto, non è perfettamente bilanciata nei tre canali, ma il rosso è preponderante.

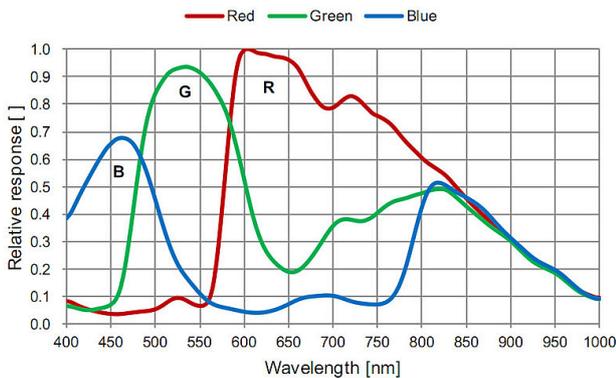


Fig. 18: Risposta quantica della ASI 224MC

In ogni caso per il colore sono sufficienti alcune centinaia di frames che verranno allineati e sommati con software come Pipp, Autostakkert o simili. Il risultato, con dominante rossastra, può quindi essere processato in Registax, programma nel quale è più semplice trovare il livello ottimale in un solo passaggio: come al solito si creerà un file di luminanza ed uno di cromianza (si otterrà un allineamento ordinato dei canali RGB col comando "RGB Balance" che normalmente li sovrapporrà perfettamente con la funzione automatica ottenendo un'immagine apparentemente in BN). Si segnala che la funzione "RGB align" fornirà stime di slittamento di canale molto più ampi che nelle immagini nel visibile, tali da far dubitare che il programma rilevi sia visibile che IR. Tale funzione non va usata in quanto in ogni caso non si creano artefatti. Ma le immagini a colori ottenute con LC(DVF) sono "rappresentative" della riflettanza cromatica lunare? Un recente studio dell'università di Cambridge<sup>25</sup> non solo pone la spettroscopia

nel vicino IR come "pietra angolare per identificare e comprendere [...] le variazioni di composizione della Luna e documentare prodotti e processi chiave dell'evoluzione della crosta" ma fornisce grafici che documentano la sostanziale concordanza tra riflettanza nel visibile e nell'IR.

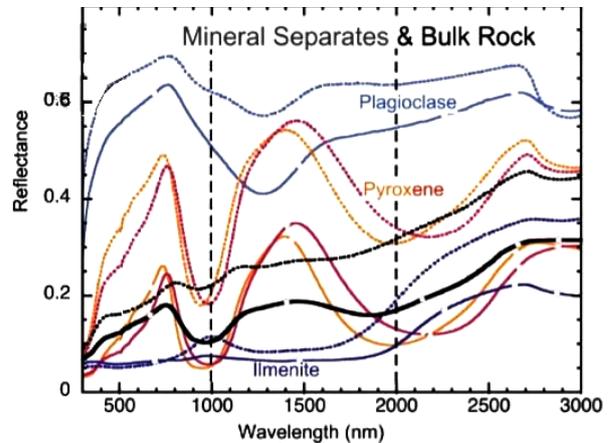


Fig. 19: Riflettanza dei diversi minerali lunari in base alla lunghezza d'onda

La diminuita sensibilità di molte camere nell'IR viene così mitigata da una esaltazione di riflettanza del suolo lunare intorno ai 700-800 nm. Quindi, a quanto pare, seppure nella variabilità della risposta delle singole camere, il segnale in IR può rendere dettagli altrimenti poco rilevabili e non in contrasto col segnale nel visibile.



Fig. 20 L'area di Montes Appenninus, fuoco diretto di C8, tecnica LC(DVF) di A. Ferruggia senza elaborazione in PS; si noti l'assenza di aree azzurre rispetto alla LC ed alla L(IRP)+C

Il metodo più semplice per la creazione del file di cromianza (matrice di cromianza) è quello di sovra-saturare con moderazione (<25) in Registax con "Colour Mixing >

25 Carlé M. Pieters and coll., Compositional Analysis of the Mo..., 2019; <https://www.cambridge.org/core/books/remote-compositional-analysis/compositional-analysis-of-the-moon-in->

the-visible-and-nearinfraredregions/E3B84DF43682C0D872E7CCC02647A78A

"Saturation" dopo aver biffato la casella "Create Luminance from RGB". Come detto precedentemente i due files verranno salvati separatamente e fusi in PS in modalità "colore" con la cromianza posta sopra. Già a questo punto l'immagine risultante dovrebbe fornire una discreta quantità d'informazione cromatica, soprattutto nelle aree ben illuminate. Ma volendo si possono ottenere risultati di particolare ricchezza e realismo estraendo con PS ulteriori sfumature con fini e talora estenuanti regolazioni e col rischio di artefatti sempre in agguato. E va pure segnalato che la coppia di filtri considerata finora taglia il colore rosso mattone delle strutture vulcaniche (uniformate agli altri rossi), talora il colore marrone scuro/rosso cupo che segnala aree con Ilmenite più ricca di ferro (rese con sfumature di grigio/celeste tenue più chiare rispetto al resto del mare) ed il celeste delle raggere d'impatto (altre coppie di filtri visuali si comportano allo stesso modo?). La tecnica quindi ha pro e contro: povera cromaticamente in notturna, tanto da richiedere talora un pletorico postprocesso, dà il meglio di sé nelle riprese diurne, fornendo ricche immagini con un'unica acquisizione. A tal riguardo se ne è sperimentata anche una variante con componente nel visibile LC(DVF), fig. 32).

## Esaltazione Cromatica Controllata (CCE)

Il processo di esaltazione cromatica può diventare particolarmente laborioso, **soprattutto in LC(DVF)**. Infatti, i filtri visuali fanno passare una quantità d'informazione cromatica non bilanciata ma sufficiente alla successiva elaborazione ma si deve estrarla, correggerla ed esaltarla. William Herschel scrisse che *"non puoi aspettarti di vedere al primo sguardo"*. e che *"osservare è per certi versi un'arte che bisogna apprendere"*; noi potremmo aggiungere che *"non puoi pretendere di ottenere subito i colori in una immagine lunare"*. Con la CCE (*Chromatic Controlled Enhancement*), un postprocesso di Photoshop, si va a caccia di colore ma.. *cum grano salis*, visto che non disponiamo ad oggi di strumenti che permettano "tarature" in fase di acquisizione.



Fig. 21: Montes Appenninus con LC(DVF)+CCE; A. Ferruggia, C8 f/10; picco di contenuto informativo nelle aree montane e marine ben illuminate lontane dal terminatore

CCE è caratterizzata da limiti di coerenza interni alla procedura che dovrebbero evitare artefatti rilevanti nel risultato finale, qualunque sia il metodo di acquisizione. Viene infatti empiricamente ricercato il cromatismo che anche può variare di tono, ma che non può diventare "altro" rispetto a quello ottenuto nella matrice di cromianza normalmente ottenuta in Registax o PS. Questo significa che se la procedura modificasse, ad esempio, un giallo, esso non potrà diventare blu o verde; potrebbe invece diventare arancione o rosa, o *beige*, in quanto colori correlati.



Fig. 22 Tavolozza cromatica derivante dalla mosaicizzazione dei colori di Anortosite (sx) ed Ilmenite (dx); per ogni colore sono possibili tutte le tonalità dovute alla sovrapposizione dei minerali

A titolo puramente indicativo si forniscono tavolozze di colori che possono indirizzare l'astrofilo nella giusta direzione, in maniera alquanto intuitiva.

In CCE di conseguenza sono permesse solo alcune funzioni "non pericolose" di PS,

quelle cioè che non alterano direttamente il colore ma agiscono solo sul suo contrasto:

Immagine>Colore automatico (obbligatorio all'inizio del processo)

Immagine>Tono automatico

Immagine>Contrasto automatico

Immagine>Regolazioni>Lum/contrasto

Immagine>Regolazioni>Curve

Immagine>Regolazioni>Esposizione

Immagine>Regolazioni>Valori Tonalì

Immagine>Regolazioni>Ombre/Luci

Immagine>Regolazioni>Vividezza/saturaz.

Filtro>Filtro Camera Raw> Base> Luci/Ombre/Bianchi/Neri/Rimuovi foschia/Chiarezza/Texture (attenzione, possibili artefatti quando il colore dominante di fondo cambia con la modifica, moderare in questo caso l'entità della stessa).

Filtro>Filtro Camera Raw> dettagli>tutti

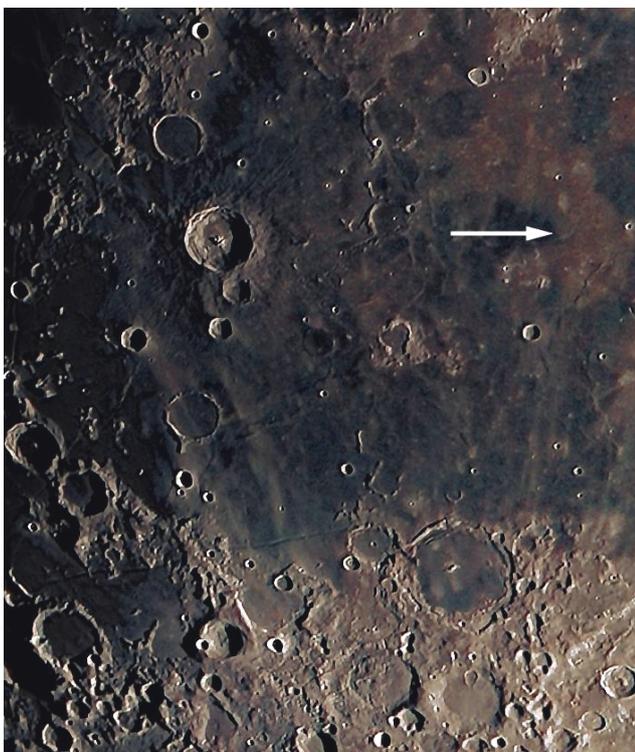


Fig. 23 Area di M. Nubium con tecnica LC(DVF)+CCE; A. Ferruggia, fuoco diretto di C8 ; si noti il massimo d'informazione al centro del mare , l'assenza di componente celeste/azzurra ed il rossastro "Nubium pony" (il collo è indicato dalla freccia, la testa in basso)

Possibile anche aggiungere livelli derivati dai precedenti o dalla loro interazione. Le modalità di fusione dei livelli permesse, oltre a "colore" ed anche con livelli di opacità e

riempimento diversi dal 100%, sono le seguenti:

Normale, Sovrapponi, Luce puntiforme/soffusa/ vivida/ intensa/ lineare, Colore schermo/Schermalineare/Brucia, Schiarisci/Scurisci.

Possibile infine scambiare l'ordine dei livelli. Il gusto estetico dell'operatore permetterà di utilizzare PS in modo tale da sgranare i colori e di aumentare il contrasto ben oltre quanto il risultato grezzo delle tecniche di acquisizione lascerebbero intuire. I migliori risultati sono ottenibili nelle aree che con l'asse visuale dell'osservatore formano angoli di circa 90° (quindi "di faccia", con crateri perfettamente rotondi).

Ma questo non è tutto. Oltre alla coerenza "interna" della procedura di cui ci siamo appena occupati, in CCE è previsto pure un controllo "esterno" con risvolti quantitativi, consistenti in un *mineral score*, un punteggio che rappresenta l'attendibilità cromatica di un'immagine. Bisognerà cioè confrontare i risultati ottenuti con dati che accettiamo come realistici.

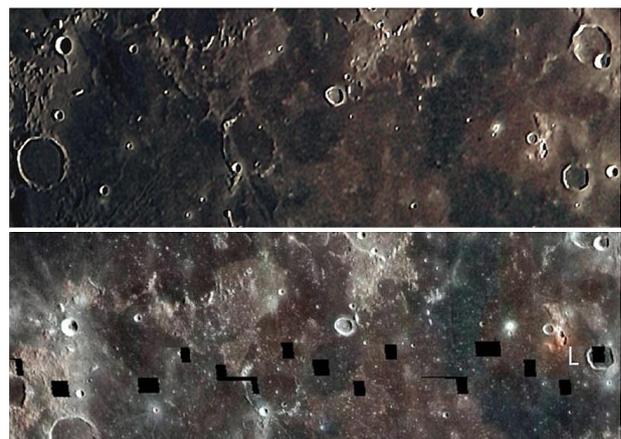


Fig. 24: Confronto fra immagine LC(DVF) di A. Ferruggia con C8 (in alto) ed LRO; si noti come DVF "tagli" gran parte del rosso mattone della zona di Lassell.

A questo scopo ci serviremo di "riferimenti cromatici" (criteri e reperi), tanto da conferire al processo il necessario realismo: i dati "saldi" vengono da immagini a colori professionali, ottenute ad esempio da sonde come l'LRO, meglio se provenienti da aree lunari sottoposte ad illuminazione con angolo acuto d'incidenza (LRO ha ripreso immagini a colori perpendicolarmente rispetto al suolo lunare), ma anche da una statistica persistenza di un colore associato

ad una data struttura. Si inizia col considerare i criteri: è obbligatorio che l'immagine CCE non contraddica alcun criterio maggiore di realismo. Circa poi lo score, esso deriva dalla somma del punteggio dei reperi rispettati dall'immagine, divisi in certi, forti e deboli. Il mancato rispetto di un reperi sottrae il relativo punteggio allo score. Quindi il *cut-off* oltre il quale un'immagine viene considerata Selenocromatica è 0. Solo nel rispetto dei criteri e con uno score positivo le ulteriori risultanze cromatiche non codificate presenti nelle immagini potranno essere considerate ai fini dello studio dell'evoluzione del suolo lunare.

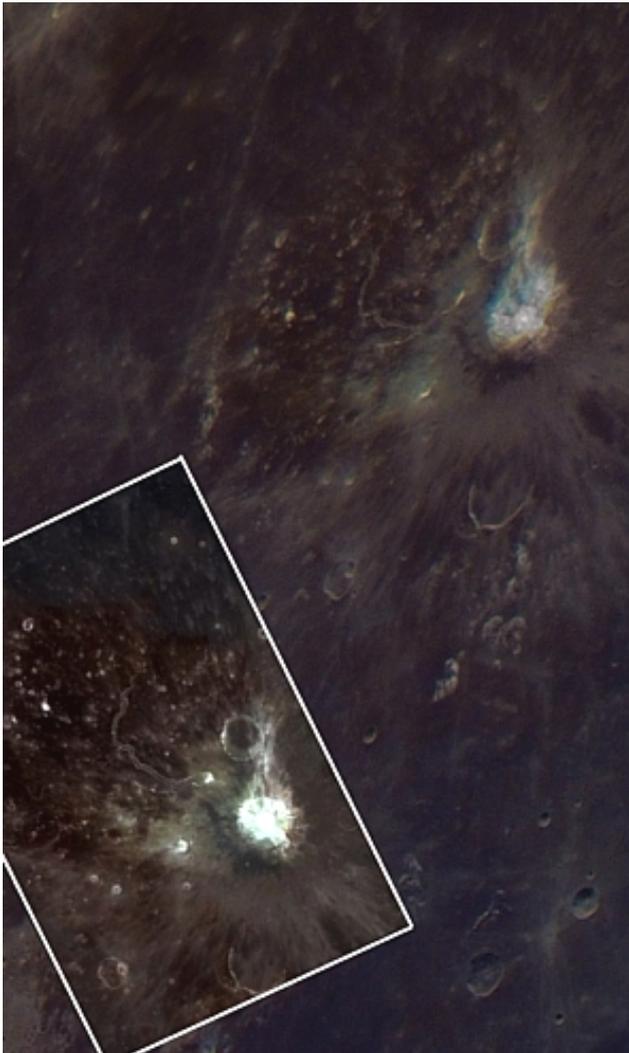


Fig. 25: Passaggio intermedio di elaborazione della zona di Aristarchus che ha permesso di verificare che il processo non stava creando artefatti; LC(DVF)+C (acquisizione diurna) di A. Ferruggia al visualback di C8 (di sfondo) ed LRO (nel riquadro); si noti il colore viola, colore correlato in tali strutture col blu cupo di LRO (vedi Fig. 20).

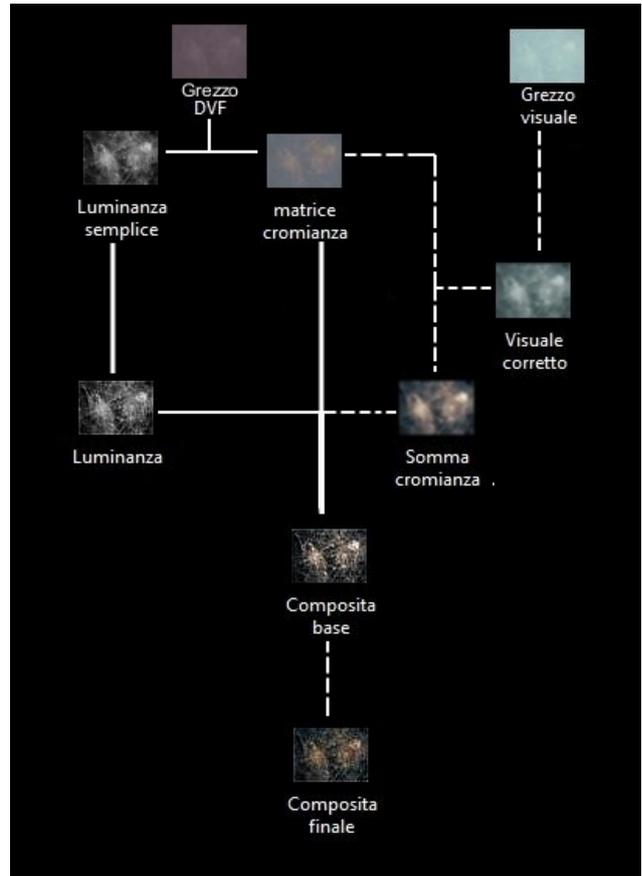


Fig. 26: LC(DVF) (solo linee continue) e LC(DVF)+C diurna (linee continue e tratteggiate); l'ultimo passaggio è quello meno standardizzato, quello che richiede da parte dell'operatore intuito, notevole sensibilità cromatica e la obbligatoria verifica CCE

## Riferimenti cromatici

Sono i criteri ed i reperi cromatici. Per **criterio cromatico** s'intende una regola generale di colore certa, al di là della tecnica utilizzata. Invece per **reperi cromatico** s'intende una specifica struttura del suolo lunare con caratteristiche di colore e/o luminosità più o meno stabilmente codificate con una data tecnica. Sappiamo come il maggiore gradiente cromatico sia riscontrabile nei mari, non ci stupisce quindi che la maggior parte dei riferimenti sia situata proprio lì. E siccome è necessario che in ogni zona della Luna ripresa abbia reperi per lo score, in CCE è sconsigliabile acquisire in un'area in cui non sia ricompreso almeno un mare. Avremo quindi criteri obbligatori e reperi più sicuri (saldi) perchè confermati anche da ambienti estranei al presente lavoro, compresi quelli professionali, ma anche reperi deboli, giudicati come probabili in base a risultati e prassi

soprattutto in ambito amatoriale. Alle immagini con *mineral score* alto si accorderà una grande affidabilità cromatica. La comunità di astrofili potrà sempre, in base ad esperienze dirette e/o evidenze di dati autorevoli promuovere o declassare i singoli reperi cromatici. Se necessario si potrà anche rivedere la classificazione del punteggio aumentando il numero delle suddivisioni. Si ribadisce di nuovo come i reperi, a differenza dei criteri, possano anche essere diversi nelle diverse tecniche, ed in questo caso avranno indice più basso.

### **Criteri cromatici**

- 1) I mari sono più scuri delle terre
- 2) I mari presentano maggiore contrasto cromatico rispetto alle terre
- 3) Le raggiate d'impatto sono più chiare delle strutture a cui si sovrappongono
- 4) Mare Nectaris è globalmente più chiaro di M. Tranquillitatis e di M. Serenitatis
- 5) Le terre hanno cromatismo dominante "caldo"

### **Reperi saldi (mineral score 3)**

- 1) Grimaldi richiama M. Procellarum e Riccioli ed appare più scuro e bluastro di Hevelius
- 2) "The Nubium pony" area cromatica a nord di Nicollet a forma di collo e testa di cavallo, è più chiara (rossastro-arancione) del resto del mare
- 3) Il fondo di Pitatus(freddo) e Lubiniezky(caldo) hanno simile colore del mare adiacente
- 4) La zona nei pressi di Clerke è la più scura del Mare Serenitatis(colore freddo)
- 5) Mare Imbrium è più scuro e bluastro ad ovest della linea ideale che unisce Beer e Maupertuis A; ad est di questa linea è più rossastro
- 6) Mare Tranquillitatis è globalmente più scuro e bluastro di M. Serenitatis (più rossastro)
- 7) Theophilus mostra colore più caldo rispetto a Cyrillus e Catharina
- 8) L'area interna del cratere di subsidenza Jansen si presenta tendente all'azzurro e contrasta con la circostante tonalità calda del mare
- 9) Maraldi si presenta come un'area circolare di tono azzurro in una zona di colore più "caldo".

10) I crateri Copernicus B ed H presentano colore freddo cupo (verde/blu/viola) che richiama quello del mare circostante

11) Il cratere di Tycho appare più chiaro delle adiacenze

### **Reperi forti (mineral score 2)**

- 1) Agatharchides 1, la parte sud di Montes Rhipaeus e Darney C3 sono rosso mattone
- 2) Plato è più scuro rispetto al Mare adiacente
- 3) Lo"sbuffo" di Cavalerius è più chiaro e caldo che il Mare adiacente
- 4) La zona intorno a Dawes è più chiara (tendente al celeste) rispetto all'area blu cupo di Plinius
- 5) Il fondo di Schickard (cromaticamente mare) presenta una formazione colorata "calda" con aspetto trapezoidale con due zone fredde più scure ai lati

### **Reperi deboli (mineral score 1)**

- 1) la zona di Descartes appare verde-azzurra con LC e L(IRP)+C , grigio-gialla con LC(DFV)
- 2) L'area intorno a Lassell è rosso mattone in LC e L(IRP)+C
- 3) Zone ad elevata albedo appaiono azzurre con LC e L(IRP)+C, giallastre con LC(DVF)
- 4) La zona intorno a Clerke appare blu-verdastra-violacea in base alle tecniche di ripresa ed all'incidenza della luce solare
- 5) La "testa" di Reiner Gamma presenta colorito rossastro in contrasto col mare circostante
- 6) Il cratere di Tycho appare celeste in LC e L(IRP)+C
- 7) Mare Frigoris appare globalmente rossastro nel visibile

-----  
*L'elenco è solo un abbozzo e deve essere completato con l'intera mappatura della faccia visibile della Luna; si consulti a tale scopo l' [Atlante Selenocromatico](#) messo a disposizione dal GAWH e la pagina dedicata del sito con gli aggiornamenti dell'elenco reperi contenuti nei singoli "Folia Selenocromatica"*

# Campi d'interesse

## Divulgazione

La Selenocromatica è informazione e tale informazione va divulgata. Già da qualche tempo diverse immagini ottenute con le tecniche esposte sono state caricate su Wikipedia per fornire una più completa chiave di lettura del suolo lunare.

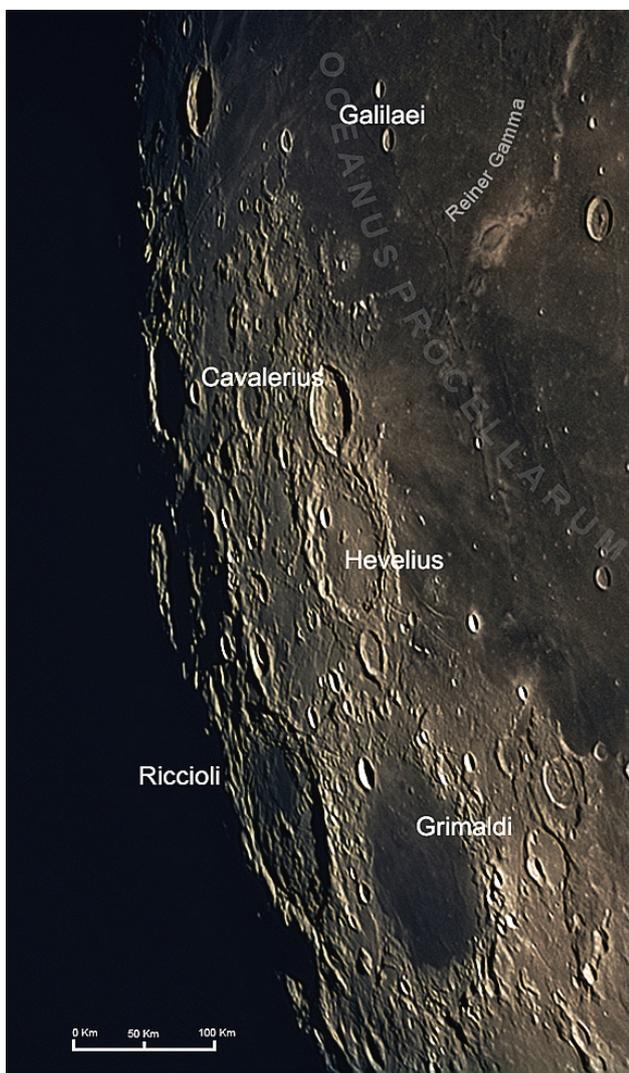


Fig. 27: La zona nei pressi di Hevelius, da Wikipedia; A. Ferruggia, C8 in fuoco diretto e LC(DVF)

Importante appare associare a tale produzione adeguate informazioni che correlano i colori con l'evoluzione lunare: ogni immagine selenocromatica dovrebbe infatti "raccontare" qualcosa in più.

## Acqua di Luna

La Luna è fondamentalmente priva di acqua. Le eccezioni sono emerse in uno studio congiunto di ricercatori indiani ed americani

che ha prodotto una mappa che mostra tracce di acqua intrappolate in vecchi depositi vulcanici, cosa che suggerisce l'idea di un mantello sorprendentemente ricco.

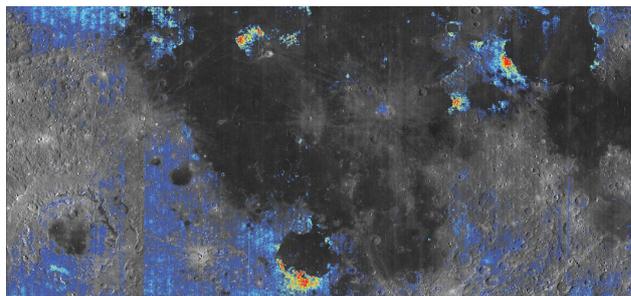


Fig. 28: Mappa lunare della distribuzione di rocce ricche di acqua (rosso-giallo) / Milliken Lab/Brown University Map

Sarebbe interessante verificare nelle varie tecniche quali colori/gradienti possano essere associati alle rocce ricche di acqua.

## Azzurro lunare

Sembra chiaro che la LC(DVF) rende le immagini quasi totalmente prive di sfumature dell'azzurro/celeste che risultano frequenti in LC e L(IRP)+C, associate a strutture lunari ad elevata albedo; alcuni crateri e raggiere d'impatto ne sono gli esempi più rilevanti. Non è chiaro se e quando tali strutture siano celesti per propria riflettanza<sup>26</sup>. Almeno alcune di esse come Aristillus sembrano essere tali anche alle lunghezze d'onda prese in esame da LRO, ma il meccanismo di formazione ad oggi non è chiaro.

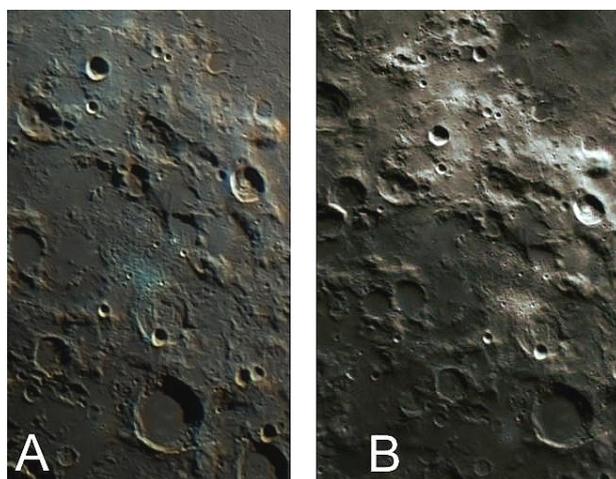


Fig. 29: Confronto tra diverse rese della zona di Descartes di A. Ferruggia; A: tecnica LC; B: tecnica LC(DVF)

26 : vedasi [Folia Selenocromatica I](#), pagina 5



Fig. 30: Copernicus in L(IRP)+C di M. Huss con C11 (in alto) e in LC(DVF) di A. Ferruggia con C8 (in basso); si noti l'assenza di crateri celesti in DVF

Per altre la granulometria del suolo "sporcata" dall'atmosfera terrestre potrebbe essere effettivamente la causa della sfumatura: tale potrebbe essere la situazione del caso di Plinius e la sua raggiera, o anche di Descartes. Ulteriori test potranno facilmente dirimere il dubbio.

## Caro vecchio UV

L'utilizzo dell'ultravioletto per esaltare il contrasto della superficie lunare ha quasi un secolo<sup>27</sup>. E' noto infatti che l'inverso dell'UV con il positivo dell'IR<sup>28</sup> rende più contrastate alcune formazioni cristalline. E' da valutarsi come e se una luminanza ottenuta con filtri UV possa migliorare la MM, magari in somma ad una immagine ottenuta con IR pass, soprattutto laddove la crosta lunare pare maggiormente riflettere a tale lunghezza

27 Whrigh, 1929

28 : E. A. Withacker, Lunar Color...1972

d'onda, tra terre e mari, quindi nei pressi di bordi dei *Maria*.

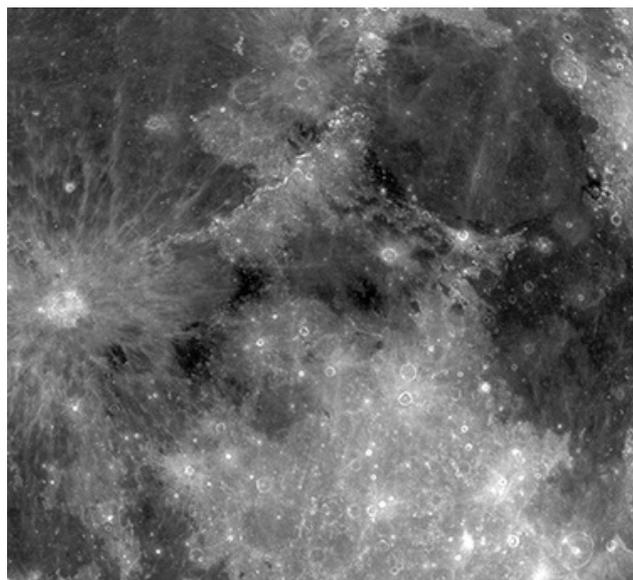


Fig. 31 Immagine di LRO con filtro UV che mette in luce un particolare contrasto ai bordi dei mari

Si noti infine come anche CCE possa esaltare tali zone, riproducendo in questo senso l'effetto di filtri UV. D'altronde immagini in UV vengono sommate al visibile dalla stessa NASA alla ricerca del Titanio<sup>29</sup>. Un campo tutto da indagare e standardizzare a livello amatoriale.

## Filtri inclusivi

Abbiamo già detto che la LC(DVF) sfrutta due filtri visuali con bande di trasmissione che non si toccano. Finora si è sfruttato il giallo ed il viola ma sarà interessante testare altre combinazioni come ad esempio il rosso ed il verde. L'interesse risiede anche nel fatto che altre coppie potrebbero permettere il passaggio di lunghezze d'onda penalizzate con il giallo ed il viola. Così alcune coppie potrebbero risultare più adatte in particolari aree e/o condizioni di illuminazione. Il risultato di più coppie potrebbe essere sommato per ottenere immagini più complete cromaticamente ed alcune coppie di filtri potrebbero lavorare particolarmente bene con camere dalla particolare risposta cromatica. Infine, tutta da indagare la valenza di filtri IRcut per aumentare la nitidezza dei colori.

29 [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/LRO/multimedia/lroimages/lro-20100910\\_color\\_moon.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/multimedia/lroimages/lro-20100910_color_moon.html)

## Strumenti a briglie sciolte

E lo strumento ideale? Rifrattori, newtoniani, apocromatici, configurazioni miste? Di più, sarebbe interessante sapere se vi sono telescopi più indicati per alcuni soggetti e/o in particolari condizioni di riflettanza. E le acquisizioni miste? Una possibilità, ad esempio, è l'acquisizione di cromianza con tripletto apocromatico di piccolo diametro e quella di luminanza con Schmidt-Cassegrain di diametro generoso + filtro IRpass. E per finire in bellezza: quali camere astronomiche si prestano meglio alle singole tecniche? Una "prateria sperimentale" tutta da esplorare, anche con forme di collaborazione tra astrofili. Tutto da verificare, anche il sogno di poter "tarare" il preprocesso come avviene per il deep-sky



Fig. 32: Aristarchus ripreso alle ore 9.50 del 28/8/2021 da A. Ferruggia; ingrandimento da visual back di C8 con ASI 224MC, tecnica LC(DVF)+C diurna

con apposito software: è una chimera o alla fine si troverà ciò che si cerca?

## LC(DVF) e LC(DVF)+C diurna

La tecnica LC(DVF) permette di ottenere immagini a colori della Luna anche in pieno giorno, e con unica acquisizione. Infatti, i filtri "tagliano" gran parte della radiazione solare diffusa dai gas atmosferici, radiazione che impedisce col suo bagliore una visione nitida dei dettagli lunari. In questo modo si ottiene la luminanza netta anche perchè ottenuta con pose veloci data l'elevata luminosità del target. A questa poi si somma l'immagine di cromianza ottenuta dalla stessa immagine iniziale. E' possibile una variante (Fig. 24) che utilizza anche un'acquisizione nel visibile (double shot): tale immagine molto chiara e con dominante azzurra va trattata in PS col comando tono automatico e bilanciata con la funzione luminosità/contrasto fino ad adeguato bilanciamento; va quindi sommata alla matrice di cromianza ottenuta in DVF a formare una cromianza composita che va finalmente sommata nella solita modalità colore all'immagine di luminanza: LC(DVF)+C. Nel caso diurno ricompaiono non solo le raggiere d'impatto azzurre tipiche dell'acquisizione nel visibile ma anche una quantità di blu impensabile nelle acquisizioni notturne in LC(DVF). Da testare tecniche ibride, ad es. luminanza con IRpass e cromianza bilanciata nel visibile, simili a LC(IRP)+C notturna. Si raccomanda in ogni caso l'utilizzo di flat frames e di una attenta verifica CCE per il lungo postprocesso.

*Si ringrazia Serafino Vinco per lo slancio dimostrato e Pier Giuseppe Barbero per la fiducia e curiosità riposti da subito in questo progetto; che il gruppo astrofili William Herschel di Torino possa fungere nel prossimo futuro da riferimento per la "Selenocromatica amatoriale", magari facendosi promotore di articoli periodici, di "Folia Selenocromatica" o comunque li si voglia altrimenti chiamare.*