

# Indicazioni per gli osservatori del progetto JUPOS

di G. Adamoli – Agosto 2011

Adattamento e traduzione di V. della Vecchia

## Introduzione

Il progetto JUPOS fornisce un database completo ed aggiornato delle posizioni dei dettagli di Giove (longitudine, latitudine), misurando le immagini prodotte da amatori di tutto il mondo che utilizzano sensori digitali (soprattutto CMOS). Abbiamo già registrato più di 1.000.000 di misure di posizione e i numeri stanno crescendo a un ritmo veloce.

Il software sviluppato da Grischa Hahn (WinJUPOS) può gestire un database così grande attraverso varie funzioni, come l'elenco delle posizioni di dettagli specifici, la media dei valori, la stampa e il calcolo delle derivate in latitudine o longitudine e così via. Questo programma consente la compilazione di mappe di interi pianeti (o parziali) da immagini e fornisce effemeridi complete sia del pianeta che dei suoi satelliti galileiani (in effetti, funzioni simili sono a disposizione per qualsiasi altro dei principali corpi del Sistema Solare).


La nostra collaborazione con dilettanti e professionisti in tutto il mondo sta portando risultati sempre più positivi nello studio dei fenomeni su scala temporale sia breve che lunga di Giove. Ogni astrofilo serio e con una mentalità scientifica, equipaggiato con un modesto telescopio da giardino, una camera planetaria e un software economico per acquisire ed elaborare immagini, può contribuire agli scopi del nostro progetto.

Le immagini di Giove qui mostrate sono state riprese da Antonio Cocconcelli, Riccardo Cosenza, Sadegh Ghomizadeh, Riccardo Mancini, Damian Peach, Jean-Jacques Poupeau, Franco Rosi. Il Sud è sempre in alto.

## L'osservatore serio

Gli amatori appartengono a diverse categorie. Alcuni investono una considerevole quantità di denaro nel loro hobby, ma difficilmente ottengono risultati di qualche rilevanza, perché provano solo sporadicamente i loro strumenti su Giove o su qualsiasi altro oggetto astronomico. D'altra parte, molti si dedicano ad apprendere i tecnicismi più sottili, spendendo molto tempo, per ottenere immagini sorprendenti da mostrare agli amici e poster per abbellire i loro osservatori. Questi dilettanti tendono ad essere artisti piuttosto che scienziati. Non formuliamo giudizi negativi su questa scelta, ma la loro strada devia dalla nostra.

E poi, ci sono persone che sentono il desiderio di contribuire seriamente alla nostra conoscenza dei pianeti, nell'umile misura concessa dai loro strumenti. Il nostro progetto è fatto per loro. Vediamo un elenco di abitudini mentali desiderabili che miglioreranno i loro risultati:

- 1) Le osservazioni dovrebbero essere pianificate, tenendo conto del periodo di rotazione di Giove (circa 10 ore), distribuendo gli sforzi al fine di massimizzare l'intervallo di longitudini osservate e di tenere il pianeta sotto controllo per periodi prolungati.
- 2) Bisogna essere consapevoli che la continuità della sorveglianza è molto importante. Giove non è osservabile dalla Terra per alcune settimane intorno alla congiunzione con il Sole. Per un paio di mesi prima e dopo, è un oggetto duro, basso nel cielo serale o all'alba. Ma bisognerebbe cercare di ottenere il meglio anche da questi periodi sfavorevoli. **Tali risultati, per quanto possano sembrare scarsi, sono importanti quanto quelli ottenuti quando il pianeta è facile da seguire attorno all'opposizione, alto in un cielo scuro.**
- 3) Si dovrebbe considerare di osservare anche nelle ore scomode, nel cuore della notte o prima dell'alba, se ciò consente una sorveglianza più completa.
- 4) 
- 5) È utile confrontare i propri risultati con quelli degli altri, al fine di condividere conoscenze e competenze.
- 6) Gli standard dovrebbero essere seguiti nel riportare le osservazioni, in modo che nessuna ambiguità possa sorgere quando viene eseguita la successiva analisi. È importante documentare integralmente i propri risultati, accompagnandoli con note su data, ora, sito, condizioni di visibilità, tipo e apertura del telescopio, elementi ottici utilizzati (filtri, Barlows ...), camera impiegata, tempo di esposizione, nome dell'autore e tutte le altre informazioni considerate rilevanti.

## Orientamento dell'immagine

Qualunque sia il gusto personale nel riprodurre le proprie immagini di Giove, si dovrebbe fare uno sforzo per assicurare una facile interpretazione da parte dell'analizzatore. Una tradizione seguita dalla comunità amatoriale nel corso dei decenni (non dai professionisti), compresa la sezione Pianeti UAI,

impone di orientare le immagini in modo che abbiano il polo Sud del pianeta verso l'alto, e la direzione verso la quale il pianeta si muove nel cielo a sinistra (che è anche quella verso la quale appaiono le caratteristiche in movimento sul disco visibile). In questo modo, Giove appare come visto attraverso un telescopio astronomico con un numero pari di riflessioni (ad esempio un tipico Newtoniano), operato nell'emisfero settentrionale della Terra.

Se si pensa che sia strano seguire una regola che capovolge il pianeta, per così dire, rispetto all'orientamento geografico "naturale" Nord-Sud, ci sono due ragioni che rendono questa decisione non così imbarazzante come sembra:

- 1) Questo è il modo in cui gli osservatori visuali (nell'emisfero settentrionale, dove la maggior parte opera) vedono il pianeta, e si ritiene utile mantenere il legame con la nostra esperienza diretta e il modo in cui il pianeta è stato rappresentato nella maggior parte della letteratura scientifica disponibile nei secoli;
- 2) Con questo orientamento, sia la longitudine che il tempo aumentano andando da sinistra a destra, permettendo così un naturale integrazione tra sistemi di riferimento, mappe cilindriche e grafici tempo/longitudine.

Si noti che un diagonale, spesso utilizzato visualmente per ottenere una posizione di osservazione confortevole con rifrattori, Cassegrain e altri tipi di strumenti, fornisce un'immagine speculare invertita, a causa di un'ulteriore riflessione nel percorso ottico. Questo può creare confusione. Non è necessario utilizzare un diagonale durante l'acquisizione di immagini (anzi, non va utilizzato in fotografia, per evitare perdite di luce e per non introdurre ulteriori aberrazioni ottiche).

Se il tuo telescopio, per qualsiasi altro motivo, fornisce immagini speculari, devi invertirle prima di inviarle a un misuratore JUPOS. Anche alcuni software di acquisizione della camera a volte invertono le immagini, senza una chiara specifica del produttore, quindi è necessario prestare la massima attenzione affinché non venga introdotta alcuna inversione in nessuna fase dell'elaborazione; altrimenti è necessaria un'ulteriore inversione speculare dell'immagine finale.

## Timing dell'osservazione

Istruzioni e raccomandazioni complete su questo argomento sono scritte in "*Jupos - Tips for measurers*", disponibile sul sito JUPOS, al quale si rimanda.

Non dovrebbe essere sottovalutata l'importanza di sincronizzare correttamente le osservazioni. Il progetto JUPOS è di tipo posizionale e cartografico e si basa, tra l'altro, sull'accuratezza delle misure di longitudine. Le incertezze derivano da molteplici cause, che vanno da piccoli errori nel posizionamento della maschera di misura da parte dell'analizzatore, all'indefinitezza delle caratteristiche misurate, **ma nulla può rendere le immagini inutili e, peggio, ingannevoli, come una cattiva registrazione dei tempi da parte dell'osservatore.**

L'alta risoluzione ottenibile con le attuali camere digitali porta a posizioni misurate regolarmente coerenti entro  $1^\circ$ , per una singola misura, e sostanzialmente migliori se si prende una media.

Ma il pianeta ruota rapidamente: entro 5 minuti, le caratteristiche si muovono di  $3^\circ$  in longitudine. Quindi, è assolutamente necessario che gli osservatori cronometrino le loro immagini almeno al minuto più vicino (cioè  $\pm 30$  secondi, che si traduce in  $\pm 0,3^\circ$  di longitudine); se il tempo è dato al decimo di minuto più vicino, meglio ancora.

Un'immagine di solito proviene dall'elaborazione di fotogrammi acquisiti in un video (più di uno quando si lavora in diverse bande). Il tempo da assegnare all'immagine finale è la media tra l'istante di inizio e quello di fine della realizzazione del video. Se un'immagine proviene dalla somma di frames di più di un video, si deve considerare il tempo medio tra l'inizio del primo e la fine dell'ultimo video impiegato.

È impressionante vedere come alcuni imager, anche esperti, tendano a commettere errori, come semplicemente prendersi il tempo assegnato automaticamente al file del film dal software (che spesso è solo l'inizio o la fine dell'acquisizione), o prendere per scontato un orologio del PC non controllato a fondo almeno all'inizio di ogni sessione di osservazione. Per non parlare dello scambio di etichette temporali tra diversi video acquisiti a pochi minuti di distanza durante la stessa sessione di osservazione.

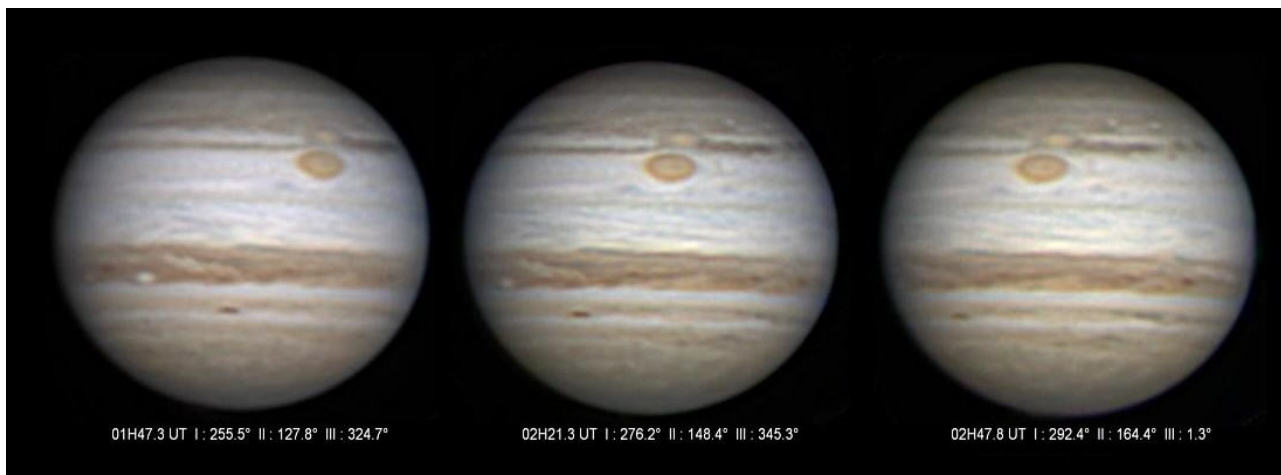
Questo elenco potrebbe continuare: vediamo osservatori che danno l'ora intera sbagliata, perché non riescono a calcolare la differenza corretta tra il loro fuso orario e UT, o dimenticano di tenere conto dell'uso dell'ora legale impiegata in determinate stagioni nei loro paesi. Gli osservatori a volte non riescono a registrare il cambio di data intorno a 0 UT. Da considerare anche che, ad esempio, il 25 febbraio, 00:30

Central European Time, corrisponde a 24 febbraio, 23:30 UT. Ci sono così tante insidie nel timing, che un'attenzione particolare dovrebbe sempre essere dedicata a questo aspetto.

Vale la pena dichiarare esplicitamente che il tempo utilizzato dal progetto JUPOS è l'UT (Universal Time). Non utilizzare altri riferimenti, come Ephemeris Time, Terrestrial Dynamic Time e così via.

## Durata dell'esposizione

A causa della rapida rotazione di Giove, testimoniata dalla sequenza di immagini sottostanti, l'esposizione anche di pochi minuti mostra evidenti segni di sfocatura dei dettagli in longitudine, alterandone la forma e perdendo definizione.



Questo pone dei limiti stretti alla durata totale di un'esposizione, che devono essere tenuti in considerazione anche quando uno stack è composto da immagini riprese attraverso filtri diversi. Dato il margine di spostamento di  $\sim 1^\circ$  corrispondente al potere risolutivo tipico di un'immagine amatoriale, un'esposizione totale più lunga di circa 1 o 2 minuti altera inevitabilmente i dettagli, tendendo ad allungarli e portando alla perdita di definizione.

Il tempo di esposizione dovrebbe essere un compromesso tra l'evitare lo spostamento dei dettagli dovuto alla rotazione, e l'aver un numero sufficientemente di frames da sommare. Per immagini in bassa risoluzione, in condizioni di scarso seeing o per telescopi molto piccoli, l'esposizione totale può probabilmente essere aumentata fino a  $\sim 3$  minuti. D'altra parte, per sfruttare appieno la potenza dei grandi telescopi con un buon seeing, anche 1 minuto può essere piuttosto lungo. Ognuno deve solo sperimentare con la propria strumentazione e le condizioni del cielo.

Queste considerazioni prescindono dall'utilizzo, ormai molto esteso, della funzione di derotazione di cui dispone il software WinJupos, con la quale si possono utilmente utilizzare riprese di decine di minuti. Tuttavia, l'esperienza mostra che i benefici di andare oltre i 10-15 minuti su Giove sono limitati, specialmente se il seeing è buono.

## Filtri

Come spiegato in "*Tips for measurers*", il progetto JUPOS utilizza immagini riprese nel visibile o nell'infrarosso. Ci si dovrebbe concentrare sullo spettro visibile, e sui canali rosso, infrarosso e verde, qui ordinati per priorità decrescente. I sensori digitali hanno una finestra di sensibilità sostanzialmente diversa rispetto all'occhio umano. Catturano la luce visibile e il vicino infrarosso, con una sensibilità decrescente fino a una lunghezza d'onda di circa  $1 \mu\text{m}$  (l'occhio cattura i segnali fino a  $0,7 \mu\text{m}$  al massimo).

Per produrre immagini di facile interpretazione, non si dovrebbero mescolare visuale e infrarossi. Ciò viene evitato utilizzando opportuni filtri di "blocco degli infrarossi", per acquisire la banda visibile, o filtri "passa-infrarossi", al fine di bloccare la luce dello spettro visibile.

Alcuni imager hanno sviluppato tecniche per ottenere dettagli planetari nitidi attraverso immagini in infrarosso, usate come "luminanza", preservando contemporaneamente i colori grazie ai canali R, G e B. Anche se tali immagini sono esteticamente gradevoli, non forniscono più informazioni rispetto alle normali immagini separate in IR o RGB; piuttosto, forniscono risultati ambigui e tendono a richiedere lunghi tempi di esposizione totale, a causa dei molti video distinti da utilizzare. Per questi motivi, l'uso di tale tecnica è fortemente sconsigliata nel progetto JUPOS.

## Acquisizione delle immagini

Gli sviluppi hardware e software sono stati così rapidi in questi anni e promettono di marciare altrettanto rapidamente nel prossimo futuro che è difficile fissare anche i contorni approssimativi di una guida all'imaging.

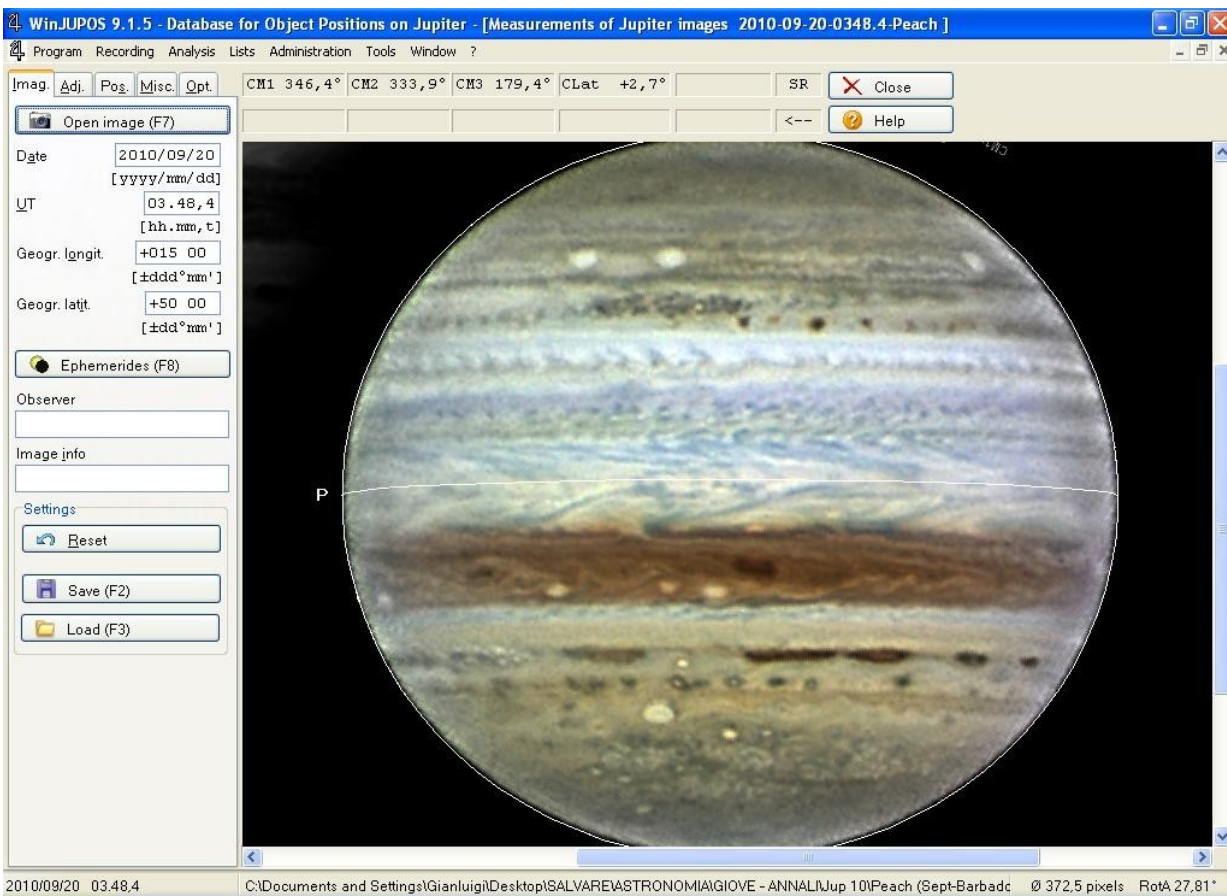
L'amatore moderno tende ad essere autodidatta, imparando e provando nuove camere e software di elaborazione non appena le nuove versioni appaiono sul mercato.

D'altra parte, chi si dedica alla misurazione e all'analisi delle immagini tende a perdere il contatto con tali aggiornamenti, quindi di solito è in grado di dare solo alcune raccomandazioni generali agli osservatori "sul campo".

**Una cosa che un analizzatore si sente di consigliare ai nuovi arrivati è fare esperienza di osservazione visuale, così da familiarizzare con le caratteristiche che appaiono su Giove e sono mostrate sulle immagini.**

Per quanto riguarda il processo di acquisizione, è consigliabile avere il segnale luminoso opportunamente "spalmato" sulla curva di sensibilità del sensore, al fine di utilizzare la maggior parte della sua dinamica. D'altra parte, la saturazione deve essere accuratamente evitata su qualsiasi parte dell'immagine, poiché altrimenti produrrebbe una perdita di dettagli sull'area saturata.

Il rumore dell'immagine aumenta notevolmente quando si imposta il guadagno della camera su valori elevati. Ma non si pensi di ridurre al minimo il rumore impostando il guadagno su un valore troppo basso. Giove ha un oscuramento naturale del lembo che può non essere così evidente visivamente, ma può portare a una possibile perdita di segnale, quasi a zero, in una regione stretta lungo il bordo. In questo modo, il successivo processing può cancellare ulteriormente parti del bordo. Poiché la precisione nel processo di misurazione intrapreso nel progetto JUPOS si basa sulla disponibilità del bordo vero, un tale effetto è potenzialmente disastroso. Si veda ad esempio l'immagine seguente, con la maschera di misurazione sovrapposta per mostrare dove si trova il vero bordo, tenendo conto della latitudine nota di alcune delle caratteristiche visibili. Anche in questa immagine ad alta risoluzione elaborata correttamente, è possibile vedere un leggero ma sensibile effetto di soppressione del bordo. Come scritto in "*Tips for measurers*", si incontra spesso un'immagine più piccola del previsto e gli imager devono essere consapevoli di dover fare tutti gli sforzi possibili per evitare o almeno ridurre al minimo tale effetto.

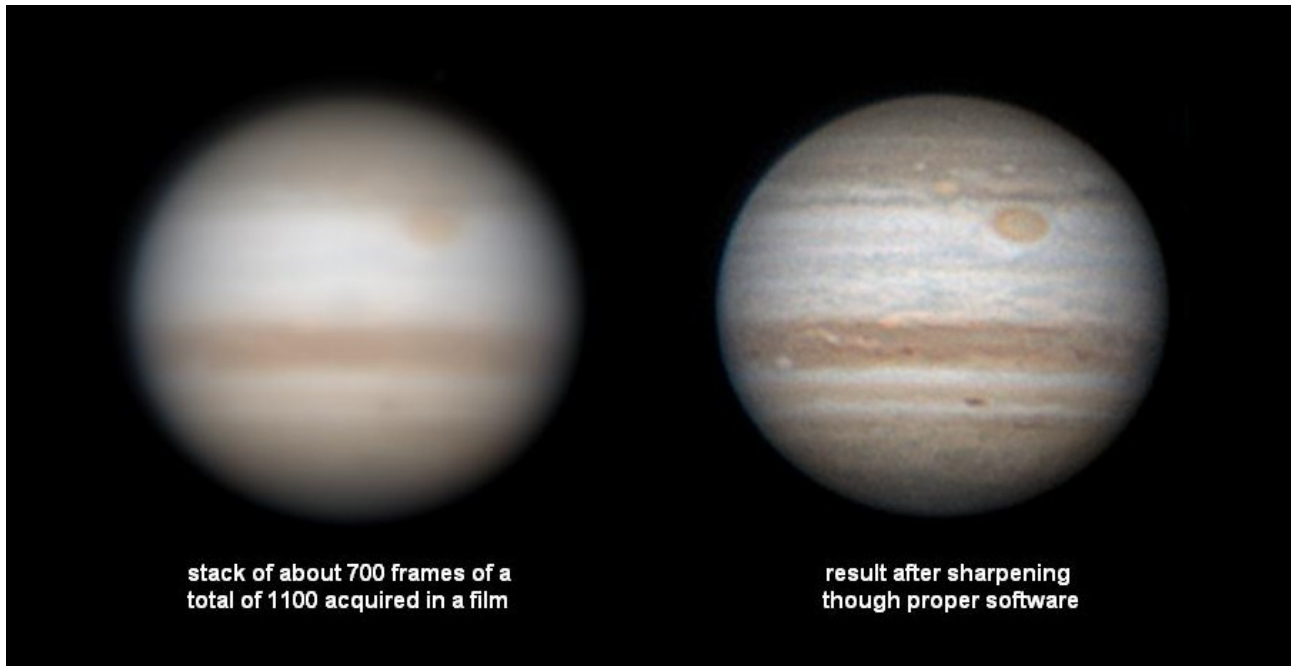


Riguardo al tempo di esposizione dei singoli frames, vincoli pratici portano gli imager a scegliere un giusto compromesso. Esposizioni più brevi possono sostanzialmente "congelare" il seeing atmosferico, durante i fugaci momenti in cui l'immagine telescopica è temporaneamente più stabile, spesso presenti anche in condizioni di seeing non ideali. Esposizioni più brevi consentono anche una maggiore frequenza di acquisizione, che aumenta il numero di buoni frames da sommare, attenuando così il rumore. D'altra parte, esposizioni troppo brevi portano a diminuire la luce disponibile,

peggiorando se la trasparenza del cielo non è così buona o se abbiamo a che fare con un pianeta di bassa luminosità superficiale (come noto, Giove è migliore sotto questo aspetto di Saturno, ma peggiore di Marte).

## Image processing

Il processo di traduzione di un video in un'immagine statica ha fondamentalmente due passaggi: 1) allineare e impilare i migliori fotogrammi in un'unica "immagine grezza", in modo che la media porti a diminuire il rumore e ad amplificare il segnale; 2) sharpening tramite algoritmi matematici come maschere di contrasto, wavelet e metodi simili. Di seguito sono riportati i risultati tipici alla fine di ciascuno di questi due passaggi.

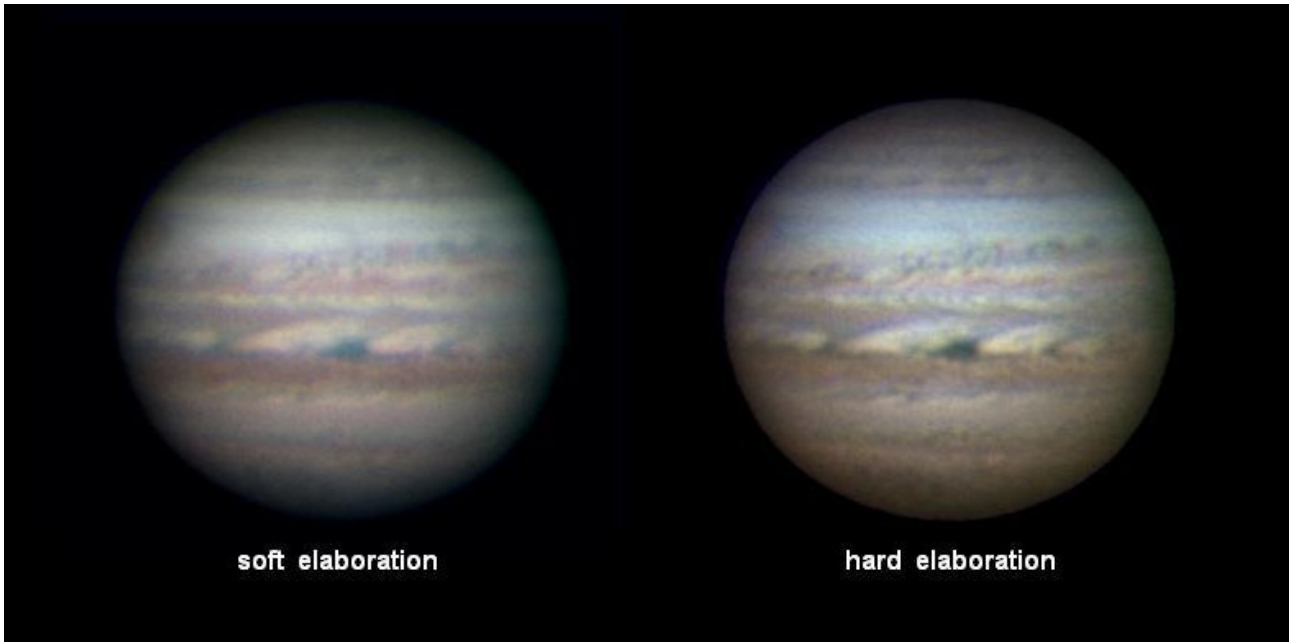


Come ritocco finale, di solito si bilanciano i colori e il contrasto; molti usano comunemente software sofisticati per rimuovere ulteriormente la grana e rendere il risultato finale esteticamente gradevole.

Anche gli imager alle prime armi devono seguire da soli la "curva di apprendimento", visti i molti programmi diversi disponibili sul mercato. Molte insidie, tuttavia, minano la strada per ottenere immagini scientificamente utili, e almeno alcuni avvertimenti devono essere sottolineati, sebbene non esauriscano questo argomento piuttosto complicato.

Non si può sottolineare troppo che qualsiasi processing tende ad eliminare una porzione più o meno ampia del bordo. Come detto prima, è necessario prendere tutte le precauzioni per limitare tale effetto.

L'elaborazione dura tende anche a produrre forme innaturali di caratteristiche esistenti, e a creare artefatti, che sono caratteristiche che spesso appaiono ingannevolmente simili a quelle reali, ma semplicemente inesistenti, solo il prodotto degli algoritmi matematici impiegati. Prova tu stesso la differenza tra elaborazione *soft* e *hard*; un esempio è riprodotto di seguito.



Gli imager a volte tendono a compensare la scarsa presenza dei dettagli (a causa di seeing non buono) con un'elaborazione più sofisticata: questa tentazione deve essere evitata. Qualsiasi miglioramento che sembra essere ottenuto nella visibilità dei dettagli è spesso semplicemente un artefatto, o almeno una resa irrealistica del pianeta. Per lo stesso motivo, qualsiasi ulteriore ritocco estetico all'immagine finale, anche se la rende più gradevole alla vista (ad esempio riducendo la grana), quasi invariabilmente non porta a risultati più accurati; invece, tende a fornire ambiguità, quando non a risultati non reali.

## Altre insidie

Se viene prodotta una composizione di immagini in diversi canali, come il rosso, il verde e il blu per avere un'immagine a colori, è importante controllare attentamente che il loro allineamento sia congruente, ovvero senza alcun significativo offset spaziale. Ciò può essere fatto facilmente, ad esempio, passando da un canale di colore all'altro durante l'esame dell'immagine sotto WinJUPOS (basta fare clic ripetutamente sul tasto F9 dalla scheda "Adjust." o "Pos." della schermata di misurazione).

Nell'esempio seguente, l'immagine blu era posizionata sostanzialmente più in alto di quelle rosse e verdi, e ciò è tradito dalla linea blu che delimita alcune zone del pianeta, e dalla tonalità bluastra su tutta la parte meridionale del disco (in alto).

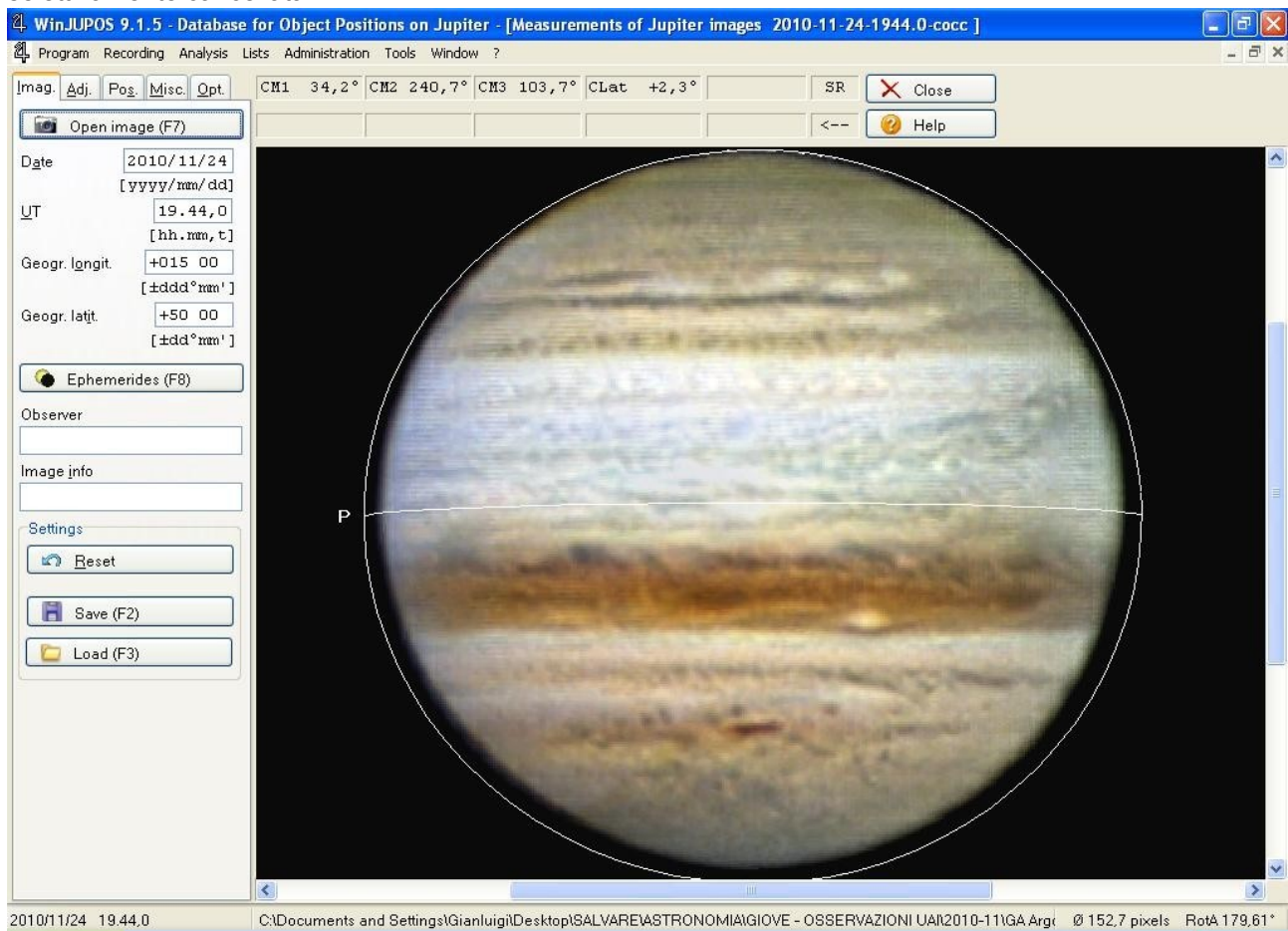


Quando il pianeta è basso nel cielo, un'immagine acquisita con una camera a colori può mostrare l'effetto della dispersione atmosferica, dove i colori sono spostati dalla natura stessa l'uno rispetto all'altro, con il blu sopra, il verde al centro e il rosso sotto; le immagini ad alta risoluzione possono mostrare uno spostamento sensibile anche quando Giove è relativamente alto. Verificare questo effetto che può essere compensato dai programmi di elaborazione mediante uno spostamento a mano dei frames di alcuni pixel oppure, più efficacemente, con un correttore di dispersione atmosferica (ADC).

Abbiamo sottolineato che l'elaborazione tende a ridurre le dimensioni del pianeta. Raramente, si osserva un effetto opposto, con la dimensione apparente più grande di quella reale, di solito per dispersione della luce in condizioni di cattivo seeing.

Molto raramente si riscontrano asimmetrie Nord-Sud, tali che il bordo settentrionale o meridionale del pianeta appare oscurato. È del tutto impossibile che la ragione risieda nel pianeta stesso; a volte è stato sospettato un effetto di oscuramento nel percorso ottico. Abbiamo però accertato almeno un caso in cui la causa è stato un uso improprio del software di elaborazione.

Nell'immagine seguente, la maschera di misurazione WinJUPOS è stata posizionata su un'immagine apparentemente buona, in modo che le latitudini plausibili siano assegnate a elementi di posizione nota sia nell'emisfero settentrionale che in quello meridionale. Oltre a rivelare una generale scomparsa del lembo tutt'intorno, si può vedere che la parte settentrionale del disco appare selettivamente cancellata.



Questo difetto è derivato da una scelta impropria dei punti di allineamento (AP) sul disco che guidavano l'allineamento dei frames del video: erano tutti concentrati nell'emisfero australe. Questo rendeva il lembo opposto più sfocato nell' "immagine grezza" (la somma dei fotogrammi, non elaborata) e il conseguente processing ne ha portato ad una più marcata cancellazione. Ovviamente, tali risultati possono essere molto pericolosi, poiché altamente ingannevoli per l'analizzatore, soprattutto se l'asimmetria è più sottile e non immediatamente evidente come nell'esempio mostrato.

Una pratica molto diffusa tra gli imager è quella di ritagliare il pianeta ed incollarlo su un fondo scuro uniforme, ammissibile se fatta con particolare attenzione a non modificare il bordo per i motivi richiamati.