

Diego Barucco, [diego.barucco1@virgilio.it](mailto:diego.barucco1@virgilio.it)

## Satelliti medicei e webcam

CODAS (Centro Osservazione e Divulgazione Astronomica Siracusa)

### Abstract

*On the base of the most recent techniques of imaging with webcam in planetary field, we have effected this study to estimate the real possibility to get real details of the jovian moons. During last years images of presumed details are been gotten by many astroimagers using webcams. We have estimate the influence of the map of the resultant noise (MRR) on the image of the disk of Ganymede and Io, to assess if the presumed albedo spots were due to simple variations of the MRR or to real details on the surface and, possibly, to furnish a provisional interpretation of a partial map of the surfaces with webcam. The possibility to evaluate real surface details appears confirmed.*

### Introduzione

Negli ultimi anni il mondo dell'astronomia amatoriale dei pianeti è stato investito dall'avvento di una nuova e rivoluzionaria tecnica che ha permesso di far evolvere rapidamente la qualità e l'affidabilità del monitoraggio dei pianeti da parte degli astrofili; stiamo parlando dell'uso astronomico delle webcam. Il successo della webcam nell'astronomia planetaria lo si deve all'applicazione del metodo di mediazione di migliaia di *frame* ottenuti ciascuno in frazioni decimali di secondo che permette di controbilanciare gli effetti del *seeing* e del rumore elettronico.

Sono ben note le straordinarie immagini planetarie che in questi ultimi anni sono riusciti a ottenere coloro che si definiscono *astroimager* planetari i quali hanno dimostrato come con tale sistema sia possibile raggiungere un livello di dettaglio prima impensabile, e non solo; in alcuni casi vi è stata chiara testimonianza del superamento dei limiti teorici di risoluzione strumentale. Non sarà argomento che tratteremo in questa sede, ma il fenomeno del superamento del limite teorico di risoluzione è ancora da indagare a livello puramente teorico in quanto vede le proprie basi nella complessa ipotesi di una variazione periodica dell'immagine d'interferenza durante le fasi di acquisizione.

Noi presentiamo i risultati e le considerazioni sulla chiara possibilità che con la tecnica di ripresa con webcam è possibile ottenere delle variazioni di albedo delle superfici delle lune medicee e come queste possano avere un utile scientifico; le nostre considerazioni riguardano, infatti, una discussione sulla reale possibilità che queste variazioni siano dovute in massima parte a dettagli superficiali delle lune. Il dubbio preponderante che può alimentare critiche su questa ipotesi è dovuto alla presenza del rumore; nel tentativo di verificare l'influenza di tale fattore abbiamo eseguito, nel maggio del 2006, due riprese relative alle lune gioviane di Io e Ganimede. La nostra idea è che nell'immagine risultante ottenuta dopo la somma di migliaia di *frame*, si viene a creare un *background* non uniforme dovuto a quella che noi chiameremo mappa del rumore risultate (MRR) che si basa su una distribuzione statistica delle micro-variazioni d'intensità del rumore elettronico e di compressione dei singoli *frame*.

La componente delle microvariazioni dell'intensità del rumore elettronico in realtà è a sua volta costituita da due sotto componenti: il rumore di lettura del sensore e il rumore della sorgente, i quali rappresentano la componente fisica legata alle caratteristiche termoelettriche del sensore e alla sua interazione con la sorgente, che nel nostro caso è rappresentata dal disco delle due lune medicee. La sorgente a sua volta è dipendente dalle variazioni delle caratteristiche dell'ottica usata e dalle dispersioni prodotte dal *seeing*.

La seconda componente dovuta alla compressione dei *frame* è profondamente diversa dalla prima in quanto viene generata dal *software* interno della camera e si manifesta con caratteristiche differenti sia in intensità che in distribuzione. Tale componente varia a seconda della scelta del *frame-rate* a parità del segnale dei *bit* in uscita ed è legata sia alle impostazioni che l'utente impone durante la ripresa sia dalla qualità costruttiva dell'*hardware*. Solitamente le webcam commerciali non essendo progettate per scopi scientifici non garantiscono sotto questo profilo una pulizia del segnale, in quanto all'aumentare del *frame-rate* si ha un alto livello di compressione che causa una degradazione nella qualità del segnale.

L'influenza della MRR si manifesta nel fatto che questa va sommarsi al segnale originale provocando un'alterazione del microdettaglio, ovvero, si crea quella che in gergo tecnico viene chiamata grana. La grana emerge nel momento in cui viene applicata una maschera sfuocata (UM) con raggi molto piccoli e a forte intensità. La nostra ipotesi valuta il fatto che la MRR non sia costante ma variabile e la sua variazione dipenda da molti fattori che riguardano il processo di mediazione dei *frame*. Nel tentativo di dimostrare questa ipotesi, abbiamo trattato i filmati secondo due differenti processi di scelta dei *frame*.

In ultimo valutando la realtà dei dettagli ripresi abbiamo interpretato, al momento in via provvisoria, queste macchie d'albedo eseguendo delle proiezioni cilindriche e confrontando queste con le mappe fotografiche delle sonde automatiche che nel corso degli ultimi decenni hanno visitato le lune medicee.

È d'obbligo sottolineare a riguardo che tale confronto non è certamente una prova scientifica in quanto tali mappe non sono idonee per questo scopo. La ragione risiede nelle metodologie di acquisizione delle superfici planetarie da parte di sonde automatiche che è molto differente da ciò che è ottenibile con un telescopio amatoriale.

Tali raffronti, che in certi casi vedremo avere una notevole somiglianza con le immagini amatoriali, hanno lo scopo principale di aiutare a identificare la posizione delle regioni sulle superfici delle lune, poiché sebbene certi terreni a più alta e a più bassa riflettività siano riscontrabili sia nell'immagine delle sonde che nelle immagini amatoriali, in altre regioni la distribuzione delle variazioni d'albedo può essere molto incerta.



### Materiali

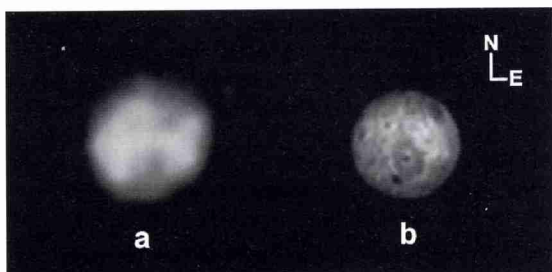
I due filmati in formato *avi* di *Io* e *Ganimede* da noi utilizzati per questo studio sono stati ottenuti entrambi l'11 maggio del 2006. Lo strumento ottico utilizzato è stato un riflettore newtoniano di 250 mm, mentre la camera di ripresa una ES640 Astromeccanica, *webcam* modificata con sensore monocromatico 640X480 a 8 bit. È stato inoltre utilizzato un filtro rosso *Wratten 25* per ridurre l'effetto del *seeing* in quanto, sebbene la serata si presentava in buone condizioni di trasparenza, il *seeing* si è dimostrato variabile con oscillazioni sulla scala di *Pickering* tra il 6 e il 7. Abbiamo quindi ritenuto indispensabile l'uso del filtro W25 al fine di ridurre il più possibile l'entità della turbolenza durante le oscillazioni sfavorevoli. La ripresa di *Ganimede* di 5 minuti di durata, è stata ottenuta alle 21:41 UT con *frame rate* (fps) 10 e 3000 fotogrammi totali. La ripresa di *Io* è successiva ed è stata ottenuta alle 21:51 UT, anch'essa di 5 minuti di durata e 10 fps. Le immagini risultanti sono state elaborate inizialmente con *Iris* e successivamente con *Photoshop*.

### Casi precedenti

Presentiamo una breve rassegna dei casi più importanti nei quali sono state ottenute riprese di macchie d'albedo sulle lune di Giove:

#### *Io*

Sulla vulcanica luna di Giove i casi di riprese amatoriali non sono molti. Al di là dell'immagine nel presente lavoro segnaliamo una nostra ripresa del 22 marzo 2005 (figura 1). In questa ripresa, effettuata in ottime condizioni di *seeing*, si mette in rilievo la presenza di alcune zone scure che sulla base dei programmi di simulazione possono essere identificare con l'arce che comprendono *Pelè Patera*, *Mulungu Patera* e *Babbar Patera*.



**Figura 1.** Ripresa di *Io* del 22 marzo 2005; a) il disco di *Io* rivela una distribuzione non uniforme delle presunte macchie d'albedo, la zona scura obliqua in basso è stata interpretata come l'insieme della *Pelè* e *Babbar Patera*; b) Immagine simulata alla data con *Winjupos*.

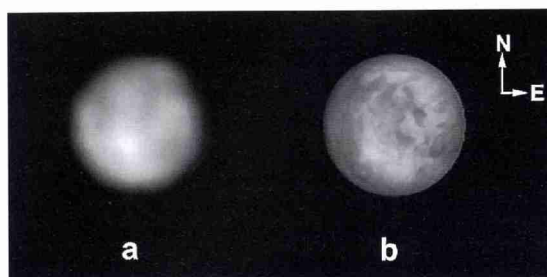
La zona di *Pelè Patera* è sicuramente la regione più importante che è possibile riprendere da terra con telescopi amatoriali, tanto che segnaliamo anche una ripresa di *Zac Pujic* nella quale quest'area, sebbene meno definita, è stata registrata in una ripresa analoga a quella da noi ottenuta.

La caratteristica più evidente di questa luna che si evidenzia in particolar modo nelle riprese con *webcam*, è il fatto che le regioni polari sono più scure delle regioni equatoriali, per cui il disco può presentarsi "ovalizzato". A riguardo ricordiamo le riprese di *Damian Peach* del 2002 e 2003 che furono fra le pri-

me che mostrarono questa caratteristica soprattutto quando il satellite veniva ripreso in transito sul pianeta. Infine una ripresa di Carmelo Zannelli del 28 maggio 2005 evidenzia sorprendentemente le tenui variazioni di colore fra le regioni polari, che appaiono rosso mattone, e l'equatore (giallo-bianco) con grande somiglianza rispetto alla proiezione dal simulatore.

#### *Europa*

Questa luna, insieme a *Callisto*, è la più avara nel mostrare variazioni d'albedo in quanto i contrasti sono molto tenui. Segnaliamo una nostra immagine effettuata il 2 maggio del 2005 (figura 2) con un telescopio newtoniano da 250 mm e *webcam Philips Vesta Pro*, immagine trattata con *Iris* e *Photoshop* nella quale abbiamo riscontrato una notevole corrispondenza con le principali variazioni d'albedo della superficie mostrate dal simulatore. Più efficace è stato il confronto con una immagine del telescopio spaziale *Hubble* che mostra lo stesso emisfero e grazie alla quale possiamo identificare le zone più importanti come la macchia chiara e più brillante associata al cratere *Pwill*, e la regione di *Conamara Chaos*.



**Figura 2.** Immagine di *Europa* del 2 maggio 2005; a) Si rivelano varie macchie d'albedo in particolare la macchia chiara decentrata relativa alla raggiera del cratere *Pwill*, una zona particolarmente brillante; b) simulazione offerta da *Winjupos*.

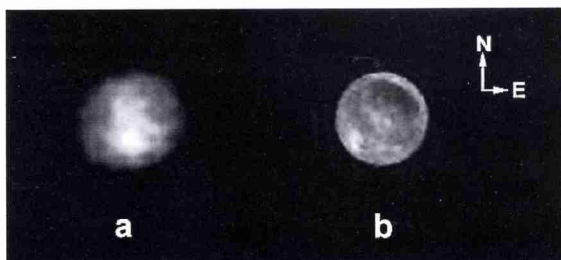
D'altra parte segnaliamo anche un'immagine del 2004 di Daniele Gasparri, la prima ripresa nota ottenuta tramite l'ausilio di strumentazione amatoriale dove viene riportata la presenza di macchie d'albedo con un'interessante corrispondenza con la proiezione offerta dal simulatore.

#### *Ganimede*

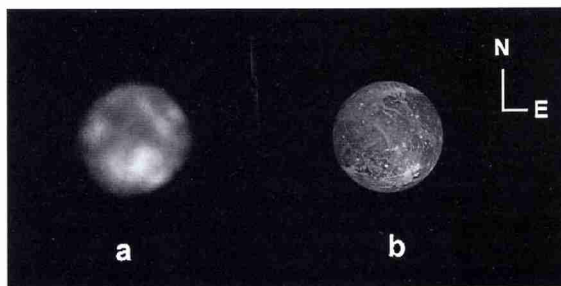
Si tratta senz'altro del soggetto più semplice fra le quattro lune medicee dove non è molto difficile ottenere dettagli della superficie; le notevoli differenze fra alcune strutture chiare e ampie zone scure facilitano la distinzione dei dettagli, così come il diametro angolare del satellite che nei periodi di opposizione può raggiungere 1,6" d'arco. La regione più caratteristica e insieme più riconoscibile è certamente la *Galileo Regio*, un'ampia zona di forma approssimativamente circolare delimitata da vari *sulcus*, tra cui il più importante e vistoso l'*Uruk Sulcus* a Ovest e lo *Xibalba Sulcus* a Est. Fra le più significative immagini di *Ganimede* ottenute tramite *webcam* citiamo la straordinaria ripresa di Carmelo Zannelli, datata il 4 aprile 2004 (figura 4) e che mostra la *Galileo Regio* vicina al margine. *Ganimede* è stato anche il primo satellite su cui abbiamo eseguito i primi test di ripresa, fra le prime immagini da noi ottenute mostriamo qui quella del 20 marzo 2005 (figura 3) nel quale si osserva una parte dell'ampia regione della *Galileo Regio* in una prospettiva vicina a quella ottenuta da Zannelli.







**Figura 3.** Immagine del disco di Ganimede del 20 marzo 2005; a) sono visibili delle interessanti strutture tra le quali spicca la Galileo Regio, la macchia scura in alto a destra, cinta dall'Uruk Sulcus, la banda chiara in basso alla Galileo Regio; b) immagine simulata da Winjupos.



**Figura 4.** L'ottima immagine del disco di Ganimede di Carmelo Zannelli del 4 aprile 2004; a) visibile anche qui l'Uruk Sulcus che circonda la Galileo Regio, a sud visibili zone ad alta brillantezza tra le quali la raggera del cratere Osiris; b) immagine simulata offerta da Winjupos.

### Callisto

I problemi di ripresa legati alla quarta luna medicea sono numerosi: bassa luminosità superficiale, deleteria in riprese a lunga focale, e superficie molto uniforme con variazioni dall'albedo scarsamente distinguibili con certezza; la superficie di Callisto è, infatti, sparsa da una miriade di crateri con chiare raggere le cui esigue dimensioni possono essere fuori dalla portata della strumentazione amatoriale. Questo fattore può quindi generare controversie nel momento in cui andiamo a confrontare la nostra immagine con la proiezione del planetario.

Un'interessante ripresa di Callisto fu ottenuta già nel 2003 da *Damian Peach*, la quale rivela, oltre alla superficie scura, delle macchie d'albedo sparse irregolarmente e che andrebbero certamente verificate con altre osservazioni.

Ricordiamo inoltre le recenti riprese di Carmelo Zannelli e Paolo Lazzarotti i quali, eseguendo una comune ripresa a distanza di Giove, vicino al quale compariva Callisto, hanno entrambi riscontrato una distribuzione di zone d'albedo coincidenti.

### Analisi della MRR

Al centro di questo lavoro è lo studio da noi effettuato su due riprese che riguardano le lune di *Ganimede* e *Io* nelle quali, al termine dell'elaborazione, sono state riscontrate delle presunte variazioni d'albedo che noi riteniamo appartenenti, in massima parte, a reali variazioni di riflessione presenti sulle superfici. Al fine di chiarire le nostre considerazioni abbiamo effettuato un test che potesse dare maggiori informazioni sull'influenza della MRR sull'immagine risultante del satellite e soprattutto sui dettagli riscontrati. Il nostro test si basa sull'ipotesi che la mappa del rumore statistico residuo (MRR) dovuto alla somma dei *frame* non sia fissa ma dipenda principalmente: dal

numero dei *frame* sommati, dalla disposizione dei *frame* e dalla tecnica di scelta dei *frame* sul totale. Variando questi parametri è possibile constatare che la MRR non è statica, per cui i presunti dettagli, se costantemente presenti dopo diversi processi di trattamento del video, sono in realtà dettagli appartenenti alle superfici. Nelle comuni immagini planetarie, quando applichiamo una UM con un determinato raggio in *pixel*, gli effetti della MRR si riscontrano con la comparsa della cosiddetta grana; tale effetto è il risultato della somma fra la MRR e l'immagine del pianeta, tant'è vero che se andiamo ad analizzare nel dettaglio l'immagine vediamo che la grana provoca delle microvariazioni maculate con zone di pochi *pixel* in cui si verifica una somma (fra il segnale dovuto alla luminosità del pianeta e la MRR) e in altre nelle quali invece troviamo come risultante una sottrazione rispetto alla curva d'intensità relativa dell'immagine planetaria. È chiaro che se il segnale o la curva d'intensità del pianeta è molto forte rispetto alla MRR, il contributo di questa sarà minimo e quindi vedremo meno disturbo (nel *background* prevale infatti la MRR).

Per pianeti di grande diametro angolare la MRR non è un grande problema ma per soggetti decisamente più piccoli come Urano, Nettuno e ancora di più per le lune medicee l'effetto è parecchio più sensibile e importante.

Le dimensioni delle microvariazioni delle MRR sono rilevabili empiricamente per mezzo della UM settando al massimo l'intensità e variando il raggio in *pixel* finché la grana non risulta distinta; nel nostro caso nelle immagini fornite dalla ES640, abbiamo riscontrato che le dimensioni delle microvariazioni si trovano mediamente intorno a 2 *pixel*. Variazioni con un raggio così piccolo possono portare a deformazioni evidenti soprattutto sui dettagli delle lune galileiane alterandone i contorni o addirittura portare all'insorgenza di falsi dettagli. Per individuare l'esatta entità della MRR su riprese così estreme, abbiamo proceduto basandoci sul principio che al variare delle impostazioni di scelta e di somma dei *frame* utilizzati dal *software*, la MRR non sia costante in quanto al termine del processo di acquisizione tale variabilità dipenda dai parametri utilizzati dal *software* nell'elaborazione del filmato. Si è reso necessario quindi, a livello sperimentale, elaborare i video secondo due diverse metodologie:

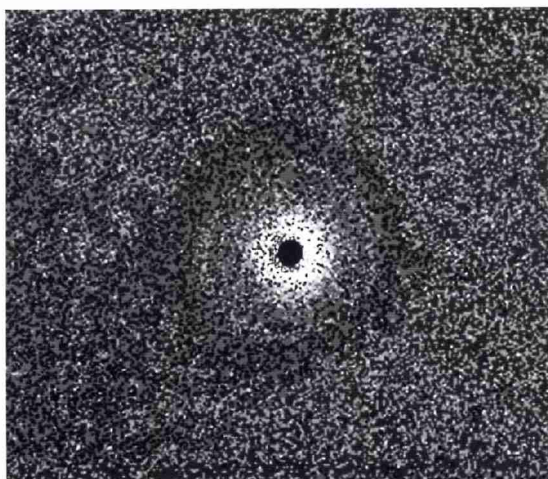
**A – Align & Stack:** abbiamo eseguito il processo automatico offerto dal *software Iris*; tale operazione si basa sull'allineamento dei *frame*, valutazione della qualità, riordino classificativo dei *frame* in base alla qualità e mediazione finale.

**B – Processamento Manuale:** questo secondo procedimento consiste in una sequenza manuale nella quale è stato utilizzato un doppio passaggio nel calcolo qualitativo delle immagini. Le operazioni eseguite sono state le seguenti: valutazione della qualità dei fotogrammi (*best of*), selezione dei fotogrammi migliori con ordine automatico (*select*), allineamento, riapplicazione del *best of* calcolato su un'area molto ristretta attorno all'immagine del satellite, nuova selezione e riordino dei *frame*, allineamento finale.

Ottenute le due immagini finali il nostro obiettivo era quello di valutare e confrontare la MRR; questa è stata messa in evidenza attraverso la seguente procedura con il *software Photoshop*: aumento della luminosità al 27%, applicazione di una UM con raggio 2 e intensità 500. Le due immagini sono quindi state caricate in un nuovo file su due livelli sovrapposti (e allineati), quindi per mezzo di "opzione di fusione" è stata ap-



plicata una differenza al 100% di opacità. Questo raffronto diretto ha avuto la funzione di mostrare, nel caso in cui la MRR fosse stata identica nelle due immagini finali, un'immagine di differenza priva di segnale, invece, tale l'operazione ha rivelato che le due MRR ottenute dalle procedure A e B sono profondamente dissimili. Ciò dimostra come una variazione dei parametri di procedura di elaborazione del filmato possa fornire una mappa delle microvariazioni del rumore risultante estremamente variabile.



**Figura 5.** Immagine di differenza della MRR fra il metodo A e B, al centro il disco scuro rappresenta l'immagine sottratta del disco di *Ganymede*. Notare la non uniforme distribuzione a grande e piccola scala del rumore risultante il quale dimostra da parte della MRR una dipendenza dalla metodologia di trattamento dei frame.

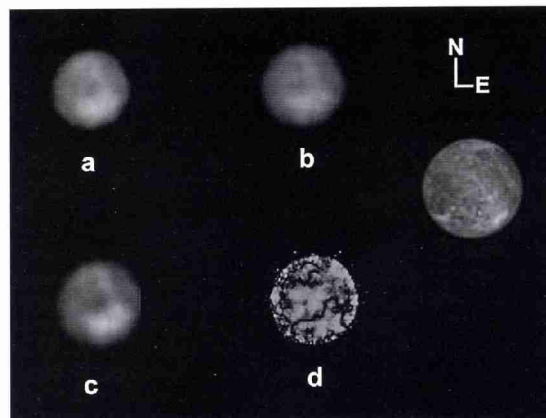
In figura 5 osserviamo l'immagine differenza operata sul *background* attorno al disco di *Ganymede*; in questo caso abbiamo dovuto incrementare la luminosità per evidenziare le differenze delle due MRR. La mappa delle microvariazioni è piuttosto uniforme e dimostra come nel dettaglio riscontriamo delle differenze notevoli nella distribuzione del rumore risultante. Al centro si osserva il disco saturo di *Ganymede*, poiché abbiamo utilizzato la stessa procedura di elaborazione in post-produzione, il diametro di saturazione è pressoché identico. Stessa cosa non può dirsi per la curva gaussiana di decadimento dell'intensità luminosa; infatti, a un livello più ampio si riscontrano delle variazioni della media locale dell'intensità del rumore, le quali si distribuiscono in maniera concentrica attorno al disco di *Ganymede*.

## Risultati

### *Ganymede*

Le immagini finali di *Ganymede* (figura 6) che qui presentiamo sono state ottenute sommando un numero differente di *frame* nei due metodi utilizzati: per il metodo A abbiamo sommato 1800 *frame* su 3000, mentre per il metodo B ne abbiamo scelto 1400 *frame* su 3000. Dopo la somma abbiamo eseguito il medesimo procedimento di elaborazione soprattutto nella prima fase con *Iris* dove abbiamo applicato una leggera iniziale UM a sigma piccolo con un passaggio di filtri passa basso. Il procedimento seguente di ridimensionamento e messa in evidenza delle variazioni d'albedo con *Photoshop*. Le due immagini mostrano sorprendentemente

la stessa distribuzione generale delle zone di albedo il che fa supporre come queste siano realmente delle caratteristiche di superficie. Tuttavia riscontriamo delle leggere differenze soprattutto in alcuni zone dove si ha l'alterazione di queste porzioni d'albedo e dei dettagli più piccoli di natura ambigua.



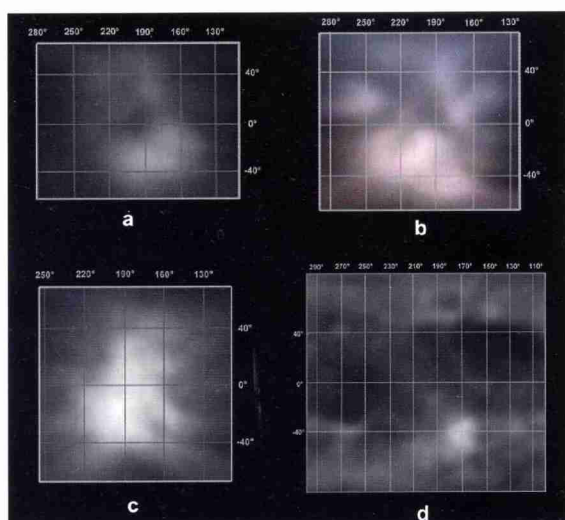
**Figura 6.** Risultati dell'elaborazione del video di *Ganymede* del 11 maggio 2005: a) elaborazione con metodo A; b) elaborazione con metodo B; c) somma delle immagini ottenute con il metodo A e B; d) Immagine di differenza fra il metodo A e B che rivela le differenze dovute alle due diverse MRR, l'immagine è stata notevolmente alterata per mettere in evidenza queste variazioni.

In entrambe le immagini risalta chiaramente una ampia zona sud ad alta riflessione che possiamo associare alla zona del cratere *Osiris*, la quale si congiunge a destra con una fascia brillante e obliqua, l'*Urūk Sulcus*, che delimita un settore scuro assimilabile a una parte della *Galileo Regio*; al centro abbiamo una zona molto scura a bassa riflessione che segue verso sinistra una porzione poco definita nella quale sono presenti delle leggere variazioni. Questa configurazione seppur con delle leggere differenze è paragonabile a una nostra ripresa del 20 marzo 2005 e a quella effettuata da Carmelo Zannelli del 4 aprile 2004. Se confrontiamo le due immagini ottenute con i due metodi appare evidente come con il metodo automatico di *Align & Stack* (figura 6, a) del *software* troviamo un'immagine più netta e con dettagli più nitidi e sicuri, questo si traduce anche in un margine del disco più definito rispetto a quella ottenuta con il metodo manuale (figura 6, b). Viste le piccole differenze riscontrate abbiamo effettuato una prova nel tentare di ottenere un'immagine di differenza in modo da osservare se la distribuzione di queste variazioni sia da imputare alle variazioni statistiche della mappa del rumore risultate. Eseguendo quindi la differenza fra i due dischi di *Ganymede* otteniamo l'immagine di differenza che è mostrata in figura 6 (d). Naturalmente per evidenziare le leggerissime differenze abbiamo esasperato i livelli; questa mostra una distribuzione a macchie più o meno regolari e in parte contigue l'una a l'altra con una conformazione e con dimensioni comparabili alle microvariazioni d'intensità della MRR. Oltre alle macchie di rumore compaiono delle linee nere che corrispondono ai limiti delle aree d'albedo più chiare definite come dettagli reali, segno evidente che in entrambe le immagini le linee delle aree chiare d'albedo coincidono. Abbiamo quindi concluso che le varia-

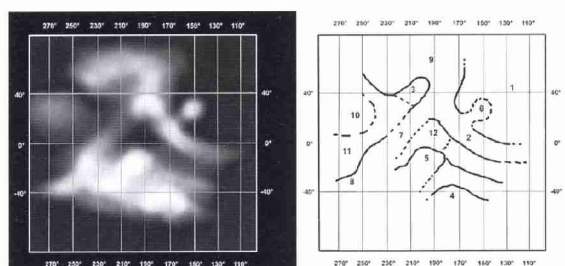




zioni nell'immagine di differenza siano in parte il contributo della MRR sommata sull'immagine finale.



**Figura 7.** Proiezioni cilindriche di Ganimede: a) Proiezione cilindrica della ripresa del 11 maggio 2005; b) proiezione cilindrica della ripresa di Zannelli del 4 aprile 2004; c) proiezione della ripresa del 20 marzo del 2005; d) mappa della sonda Galileo di Ganimede che comprende l'area indagata dai tre planisferi precedenti alla quale è stato applicato un filtro gaussiano per facilitare il raffronto con le proiezioni amatoriali, notare l'assenza di scattering dovuta a fenomeni di evidente dispersione della luce come invece si evidenziano nelle immagini amatoriali, principalmente sui bordi del disco.



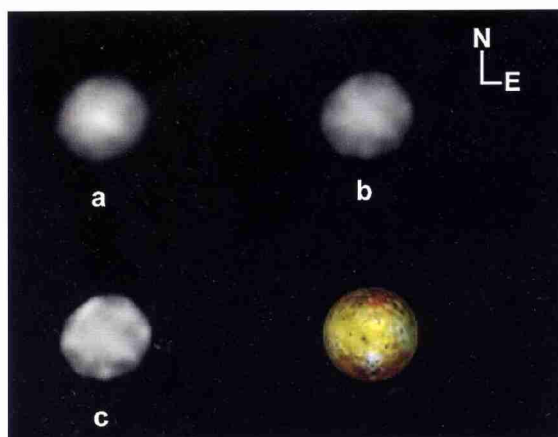
**Figura 8.** Interpretazione provvisoria dell'area indagata in questo lavoro, a destra sono segnate le possibili aree riconosciute: 1) Galileo Regio; 2) Uruk Sulcus; 3) Marius Regio; 4) Osiris; 5) vasta area che comprende i crateri Melkart, Eshmun e il Sippar Sulcus; 6) zona di brillante di dubbia attribuzione all'interno della Galileo Regio; 7) area comprendente il cratere Punt e parte del Kishar Sulcus; 8) il cratere Tashmetum; 9) vasta area che vede alla confluenza di vari sulci in particolare il Mashu Sulcus, Nippur Sulcus, Ur Sulcus e Elam Sulci; 10) area brillante dubbia compresa fra i crateri Heshaf e Atra-Hasis; 11) area scura a bassa riflettività a nord del cratere Tashmetum; 12) area a bassa riflettività nella Marius Regio.

Nel tentativo di interpretare le variazioni di albedo ottenute rispetto a quello che offrono le mappe delle sonde *Voyager* e *Galileo* abbiamo trasformato in proiezione cilindrica i dischi di *Ganimede* relativi: alla ripresa presentata in questo lavoro, alla ripresa del 20 marzo 2005 e all'ottima immagine di Zannelli già citata del 4 aprile 2004. Il fine è quello di ottenere un mappa definitiva delle variazioni d'albedo di questa luna in modo da avere un riferimento futuro per i dettagli di superficie quando andremo a esaminare un'immagine. In figura 7 mostriamo quindi i 3 planisferi ottenuti confrontati con la mappa ufficiale dell'*USGS* dov'è possibile evidenziare delle interessanti coincidenze come le già

citare zone di *Osiris*, *Uruk Sulcus* ecc... Tuttavia esistono delle discordanze le quali dovranno essere certamente oggetto di analisi future come la macchia presente all'interno della *Galileo Regio* visibile nella immagine di Zannelli e nella nostra del 20 marzo 2005 collegata all'*Uruk Sulcus* ma non presente nella ripresa analizzata in questo studio. In figura 8 forniamo una nostra interpretazione provvisoria delle macchie d'albedo sulle osservazioni dei 3 planisferi.

### Io

Il filmato di *Io* ripreso nelle medesime condizioni del precedente è stato sottoposto alle procedure A e B: nella procedura A sono stati sommati 1400 *frame* su 3000, mentre nella procedura B 1300. In entrambe le elaborazioni abbiamo riscontrato una sorprendente coincidenza nella distribuzione e nella forma delle macchie d'albedo con variazioni minime. Abbiamo constatato che le dimensioni minime dei dettagli riscontrati sono paragonabili alle dimensioni minime dei dettagli registrati su *Ganimede*. Il disco di *Io* (figura 9) presenta la nota caratteristica di apparente "ovalizzazione" dovuta alla presenza delle regioni polari equatoriali più scure. Le leggere variazioni riscontrate, utilizzando entrambi i metodi di somma dei *frame*, possono essere dovute al fatto che *Io* ha una superficie con una maggiore capacità di riflessione della luce solare (sull'equatore) per cui la somma della MRR può essere meno rilevante rispetto a *Ganimede* dove la superficie è più scura.



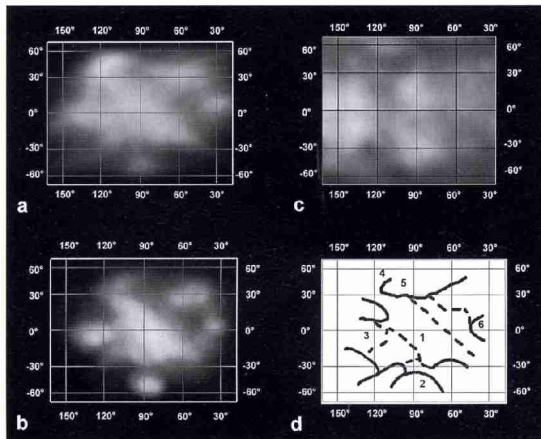
**Figura 9.** Ripresa di *Io* del 11 maggio 2006; a) con metodo A; b) con metodo B; c) somma delle immagini A e B.

Confrontando l'immagine ottenuta con la simulazione offerta dal programma *Winjupos*, osserviamo un'interessante coincidenza fra le macchie d'albedo. In figura 9 mostriamo tale confronto nel quale abbiamo distinto la regione di *Tarsus* isolata a sud del satellite e la regione equatoriale molto brillante di *Media Regio*. Più a nord, evidenziata grazie a una maschera sfuocata più incisiva, si scorge forse la regione di *Chalybes* che è quasi al limite del bordo nord-ovest; al bordo ovest potrebbe invece essere visibile la regione di *Bosphorous*.

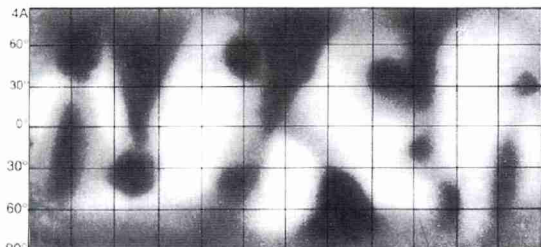
Una maggiore chiarezza per un raffronto più preciso la può fornire la proiezione cilindrica. Dal confronto visibile in figura 10 confermiamo la corrispondenza delle regioni di *Tarsus* e di *Media*, ma a Est di quest'ultima si distingue quella che può essere considerata come un'ampia regione che circonda la *Karei Patera*. Come possiamo vedere abbiamo effettuato anche qui un'interpretazione molto prov-



visoria delle macchie dall'albedo (figura 10, b, d), interpretazione che dovrà essere necessariamente suffragata da future immagini. In ultimo abbiamo confrontato questa zona con il planisfero di *A. Dollfus* (figura 11) eseguito da osservazioni visuali al telescopio del *Pic du Midi* nel 1961. Nel confronto constatiamo come al *Media Regio*, sia nel planisfero di *Dollfus*, che nella nostra immagine, appare come una zona brillante obliqua rispetto l'equatore, così come la regione scura a forma di cuneo ad ovest di *Tarsus Regio*.



**Figura 10.** Studio del planisfero ottenuto con la proiezione cilindrica dell'immagine precedente: a) proiezione cilindrica della ripresa originale; b) interpretazione delle macchie d'albedo; c) mappa della sonda Galileo alla quale è stato applicato un filtro gaussiano per facilitare il raffronto con le proiezioni amatoriali, notare l'assenza di scattering dovuta a fenomeni di evidente dispersione della luce come invece si evidenzia nelle immagini amatoriali, principalmente sui bordi del disco.; d) interpretazione delle regioni individuate: 1) *Media Regio*; 2) *Tarsus Regio*; 3) parte della *Bosphorus Regio*; 4) area brillante relativa alla *Chalybes Regio*; 5) area scura nord in prossimità della *Zal Patera*; 6) area brillante in prossimità della *Karei Patera*.



**Figura 11.** Planisfero di *A. Dollfus* ottenuto da una serie di osservazioni con il telescopio del *Pic du Midi* nel 1961.

## Conclusioni

L'esame dei due filmati di *Ganimede* e *Io* effettuati l'11 maggio 2006 con cinque minuti di ripresa ciascuno per un totale di 3000 *frame*, ha messo in evidenza come in entrambe le elaborazioni si riscontrino le medesime variazioni d'albedo da imputare certamente alle diverse condizioni di riflessione dei terreni delle regioni superficiali delle due lune. Il nostro tentativo di ripresa aveva lo scopo, oltre quello di ottenere un'immagine quanto più ad alta risoluzione possibile, di dimostrare l'attendibilità dei dettagli ripresi. Uno dei problemi che pone un freno nel dimostrare tale veridicità è certamente la presenza della MRR che sommandosi alle curve d'intensità del segnale reale ne altera il profilo o addirittura può portare all'in-

sorgenza di falsi dettagli. Nel tentativo di comprenderne l'influenza di questo fattore all'immagine finale, abbiamo dimostrato come la MRR, a parità di condizioni meteorologiche, dipenda dalle modalità di disposizione, di scelta e di numero dei *frame* sommati. In virtù di questa considerazione abbiamo utilizzato due differenti processi di somma dei *frame* mettendo in evidenza come nelle due immagini risultanti la MRR fosse differente. Per entrambe le lune, i due metodi hanno fornito risultati analoghi: per *Ganimede* si sono evidenziate alcune leggere variazioni nei dettagli del disco, è stata quindi eseguita un'immagine di differenza per studiare se le variazioni fossero dovute direttamente alla MRR; il risultato ha dato esito positivo. Per *Io* abbiamo ottenuto due immagini molto simili della superficie con trascurabili variazioni dovute alla MRR, variazioni meno intense causate da un più alto albedo complessivo rispetto a *Ganimede*.

Infine abbiamo proposto una interpretazione provvisoria delle macchie d'albedo in relazione alle strutture di superficie grazie all'ausilio di proiezioni cilindriche. La ripresa dei dettagli delle lune galileiane si presenta quindi possibile ma a condizione di utilizzo di particolari accorgimenti: con *webcam* a colori (con impostazioni in B/N) riprendere solo in condizioni di *seeing* ottimo (8-9/10), mentre con *webcam* in bianco e nero sono sufficienti condizioni di *seeing* (7/10) utilizzando all'occorrenza un filtro rosso; utilizzo di alte focali dell'ordine dei dieci-undici metri per aumentare al massimo la risoluzione per *pixel*, e infine, ottenere un minimo di 3000 *frame* per filmato. Grazie allo studio dell'influenza e alle caratteristiche della MRR possiamo dire che sotto determinate condizioni meteorologiche e *setup* dell'attrezzatura amatoriale le variazioni della MRR possono ritenersi in buona parte trascurabili sull'informazione effettiva delle macchie d'albedo superficiali. Pur tuttavia è fondamentale aggiungere che tale conclusione non da assolutamente una certezza effettiva poiché il campo delle variabili in gioco è molto elevato e andrebbe esaminato in tutte parti del processo, dal momento dell'acquisizione alle fasi finali di elaborazione del filmato, inoltre la mancanza di comparazioni con altre riprese coeve e con differenti configurazioni aumenta l'incertezza del dato. Pertanto le conclusioni di questo lavoro di analisi sono da ritenersi positive esclusivamente per l'attrezzatura utilizzata e le condizioni meteorologiche durante la prova sperimentale. Un maggiore quantitativo di dati sperimentali con diverse configurazioni strumentali e sotto condizioni meteo differenti aiuterà a definire il campo d'indagine in questa nuova branca dell'astronomia amatoriale. Per il futuro sarà di grande interesse eseguire dei planisferi più completi che illustrino, attraverso l'occhio della *webcam*, la distribuzione delle macchie d'albedo in modo da poter successivamente effettuare dei confronti più precisi tra la ripresa ottenuta e i reali dettagli superficiali, infatti, l'utilizzo delle mappe ottenute dalle sonde automatiche possono ritenersi di parziale confronto in quanto molto spesso non indicano il reale albedo (o la reale intensità di riflessione) delle superfici ma rappresentano spesso le variazioni di composizione dei terreni a causa dell'uso di diversi filtri combinati. Risulterà di particolare importanza eseguire nel futuro più riprese monocromatiche possibili in modo da poter ottenere una visione più chiara delle reali potenzialità delle *webcam* sulle lune galileiane per utilizzi scientifici in questo nuovo campo ancora tutto da esplorare.