

UN OSSERVATORIO PERSONALE COMPUTERIZZATO

ovvero,
come ottenere immagini di qualità di oggetti di cielo profondo, con pose più brevi di un minuto,
standosene comodamente in casa.

Enrico Prosperi

SOMMARIO

Questo articolo tratta del percorso che ha condotto, nel giro di due anni, alla realizzazione di un osservatorio personale computerizzato, utilizzando apparati e dispositivi commerciali. Sono descritti, nelle linee principali, la strumentazione impiegata e le tecniche elettroniche di acquisizione, senza guida e da un sito poco favorevole, di immagini e la loro elaborazione; vengono infine presentati alcuni dei risultati ottenuti.

Lo scopo è quello di mostrare come l'astronomia amatoriale possa essere rivitalizzata e ricevere un deciso impulso nella ricerca e nell'osservazione grazie a prodotti innovativi, oggi disponibili sul mercato ed acquisibili con un budget che risulta, in molti casi, alla portata di una parte degli astrofili più evoluti e, sicuramente, delle Associazioni.

PREMESSE

L'interesse e la passione per l'astronomia risalgono alla mia infanzia, ma l'osservazione del cielo aveva sempre incontrato ostacoli difficili da superare nella mancanza di un'attrezzatura adeguata e di una mano esperta che potesse guidarmi. Più tardi, negli anni dell'Università, assieme ad un amico, avevo acquistato uno strumento realizzato da un costruttore locale, ma taluni difetti e le vicende della vita mi avevano ancora una volta allontanato dall'intraprendere una qualsiasi attività continua di osservazione.

All'inizio degli anni '80, mi avevano colpito alcuni articoli letti su *Sky and Telescope* che parlavano dei primi sistemi di puntamento e di guida computerizzata di strumenti realizzati da astrofili negli U.S.A.; in particolare mi aveva impressionato uno di Dave Skillman che descriveva il sistema da lui realizzato che, oltre ad eseguire operazioni di puntamento di oggetti con notevole precisione, consentiva lo svolgimento di un programma automatico di ricerca, nella fattispecie riguardante lo studio di stelle variabili.

Finalmente, all'inizio del 1993, decisi di recuperare il vecchio telescopio, rimasto negli ultimi 10 anni in possesso del mio amico e pressoché inutilizzato. Si trattava di un riflettore newtoniano di 200mm f/5, dotato di una montatura pesante piuttosto che robusta, motorizzato in ascensione retta e con possibilità di correzione della velocità mediante una pulsantiera. Intervenni sui più grossolani difetti dello strumento e lo adeguai ad un impiego visuale e, speravo, anche fotografico.

Occorre precisare che il sito osservativo non è dei migliori. Infatti, dal terrazzo della mia abitazione, che utilizzo a tale scopo e che, per fortuna, è rivolto verso Sud, solo raramente è possibile disporre di un seeing favorevole, essendo situato a circa 35m s.l.m., ed in prossimità del Padule di Fucecchio, luogo affascinante ma, purtroppo, umido e con frequenti condizioni di foschia e di nebbia. Per di più la situazione di inquinamento luminoso è piuttosto grave: infatti, l'abitazione è situata su un'arteria di traffico munita di illuminazione pubblica ed inoltre il terrazzo è investito dalle luci delle insegne di un bar a circa 50m, e da quelle di un campo sportivo distante circa 200m, che sono spesso accese per consentire lo svolgimento di attività agonistiche in notturna (figura 1). In questa situazione, tentai i primi approcci di astrofotografia, utilizzando materiale fotografico commerciale, e ben presto mi resi conto che anche apportando ulteriori migliorie allo strumento non avrei mai potuto ottenere risultati soddisfacenti. Esso era, infatti, un discreto strumento per l'osservazione visuale, ma poco si



Figura 1. Panoramica notturna dal terrazzo su cui viene messo in postazione il telescopio con tutta la relativa strumentazione. Si possono notare le insegne di un bar ed i riflettori di un campo sportivo nelle vicinanze. Alcune delle immagini mostrate in seguito sono state riprese in queste condizioni di illuminazione notturna!

prestava per riprese che richiedevano un'elevata stabilità e precisione di inseguimento. Valutai che tentare di procedere ad un adeguamento sarebbe stato troppo oneroso e dal risultato incerto.

Inoltre le mie prospettive di osservazione stavano per ricevere un nuovo impulso.

Nella prima metà del 1993 convinsi un astrofilo pistoiese assai esperto, Piero Lavoratti, che avevo conosciuto tramite l'Associazione Astrofili della Valdinievole (AAV), ed i cui suggerimenti ed aiuto mi erano stati preziosi, ad utilizzare la telecamera CCD ST-4, che possedeva ed utilizzava esclusivamente per la guida automatica, per acquisire direttamente immagini digitali di oggetti celesti.

Il suo strumento autocostruito, un 250mm f/5, Schmidt-Newton, montato su carrello-rimorchio, opportunamente modificato, per renderlo facilmente trasportabile, era un capolavoro di ingegneria; era possibile metterlo in postazione con estrema precisione, nel giro di pochi minuti, mediante l'impiego di un cannocchiale polare e di una base di stazionamento completamente regolabile (figura 2). Esso consentì di ottenere immagini con posa senza guida di 5' perfettamente stabili. Il primo oggetto ripreso dallo spiazzo prospiciente il garage di Piero, a Pistoia, in una notte di maggio, fu M51 ed il risultato ottenuto fu per tutti strabiliante ed inatteso nella sua bellezza.



Figura 2. Piero Lavoratti con il suo strumento, uno Schmidt-Newton 250 mm f/5 con montatura a culla.

Seguirono altre prove cui parteciparono anche Renzo Del Rosso dell'AAV ed Emiliano Paperetti che stava collaborando con Piero all'adeguamento ed all'automazione dell'osservatorio astronomico amatoriale della Montagna Pistoiese.

ALLESTIMENTO DELL'OSSERVATORIO

Da quelle prime prove mi fu subito chiara la strada che avrei intrapreso: dopo aver preso visione delle caratteristiche di diverse camere CCD, optai per una soluzione a basso costo, una *CCD-10* a doppio stadio di raffreddamento della statunitense CCD Technology. Si trattava di una telecamera ad 8 bit, che utilizzava come chip CCD il TC-211 della Texas Instruments (lo stesso montato dalla ST-4); munita di otturatore, era concepita per la ripresa di immagini e completamente controllata da personal computer attraverso la porta parallela. Le prime prove rivelarono immediatamente gli evidenti limiti di progettazione. Essa si rivelò tuttavia preziosa per acquisire familiarità con la tecnica CCD e consentì pure, con il tempo, di riprendere immagini decorose.

Al contempo decisi di portare avanti il progetto a cui stavo da tempo pensando ed acquistai uno Schmidt-Cassegrain da 250mm - un *Meade SSC-10* f/6.3 con sistema di guida computerizzato *CDS #1697*, la versione per montatura alla tedesca della più nota *LX200*, destinata alle montature a forcella. Quando, verso la fine del mese di settembre, ne entrai in possesso, mi fu subito chiaro l'abisso che separava tale strumento dai limiti, a cui mi ero oramai assuefatto, dell'altro. La ricerca degli oggetti era divenuta una semplice questione di digitazione sulla pulsantiera (un vero e proprio telecomando) del CDS rispetto alla fatica della lettura notturna dei cerchi graduati ed alle operazioni di puntamento mediante il loro utilizzo. Contemporaneamente avevo provveduto ad acquistare *Epoch 2000*, un programma integrato in ambiente Windows che includeva un planetario con accesso al GSC 1.1 della NASA, il controllo del puntamento del telescopio, un pacchetto di elaborazione di immagini astronomiche e un programma di controllo della telecamera CCD - realizzato per la *SBIG ST-6*.

Potei così sperimentare il controllo remoto del telescopio e l'acquisizione di immagini CCD.

In realtà ancora diversi ostacoli si frapponevano alla possibilità di operare appieno da una postazione remota:

- in primo luogo, poiché dal mio terrazzo non vedo la Polare, ero costretto, ogni qualvolta decidevo di trascorrere una serata di osservazione, ad una procedura lunga e noiosa che spesso portava via una parte consistente del tempo disponibile;

- inoltre il foccheggiamento per via manuale e, per forza di cose, approssimativo, che era eseguito all'inizio della seduta di osservazione, non garantiva il migliore assetto durante tutta la notte a causa della instabilità meccanica dello specchio primario dovuta alle soluzioni costruttive adottate negli SCT commerciali e doveva essere ripetuto più volte;
- infine i limiti della telecamera a 8 bit con la sua bassa dinamica e la limitata superficie (un quadratino di 2.64 mm di lato) con il conseguente misero campo angolare inquadrato, inferiore ai 6' per la focale di 1600 mm, erano ancora più evidenti rispetto alle potenzialità del telescopio.

Così iniziai un processo di analisi di ciò che il mercato offriva. Assieme a Piero Lavoratti, sempre ottimo consigliere e valente e generoso artigiano nell'attuazione delle modifiche che di volta in volta si rendevano necessarie, stabilii un programma di acquisizioni al fine di rendere operative le esigenze di automazione delle funzionalità del telescopio e di ripresa con tecnica elettronica di immagini di cielo profondo.

Nell'estate del 1994 avevo, sia pur con qualche titubanza, dato il costo complessivo, individuato i dispositivi e gli accessori che mi occorreavano:

- Per la camera CCD, la scelta cadde su una *Hi-SIS 22*. Progettata da un'équipe francese di cui faceva parte Christian Buil, uno dei precursori nell'introduzione della tecnica CCD in astronomia, non solo a livello amatoriale, autore di uno dei testi più completi sull'argomento e coautore dell'ottimo *Buil-Thouvenot CCD Atlas*. Essa utilizza, come elemento sensibile, un KAF-0400 della KODAK di superficie complessiva 6.9x4.6mm, costituito da una matrice bidimensionale di 768x512 pixel, di 9 micron di lato, con basso rumore di buio e con conversione analogico-digitale a 14 bit; purtroppo era sprovvista di otturatore ma ciò rappresentava un problema minore per la ripresa di oggetti di cielo profondo ed era in qualche modo ovviata da accorgimenti nella progettazione elettronica e nel software di gestione che la accompagnava ("Qmips" e "Winmips"). Decisi inoltre di acquisire "MIPS", un pacchetto SW sviluppato dalla medesima équipe e che presentava caratteristiche di livello professionale. La

fiducia nei progettisti e nella loro lunga esperienza nel settore e le versioni "demo" dei programmi di elaborazione mi avevano convinto a vincere una certa titubanza derivata dal fatto che sarei stato uno dei primi in Italia, a utilizzare questo tipo di telecamera introdotta solo di recente sul mercato.

- Per quanto riguarda il sistema di messa a fuoco optai per il sistema motorizzato *NGF-S* della JMI, sia per la stabilità dovuta alla progettazione adottata (tipo Crayford con cuscinetti) che per la dichiarata robustezza atta a sopportare il carico non indifferente della camera e degli eventuali accessori. Ho potuto constatare, in seguito, che tale foccheggiatore presenta un problema per l'uso con i CCD: è permeabile alla luce e le immagini di calibrazione ne risultano affette. È stato però possibile, con un semplice accorgimento, limitare drasticamente tale difetto.
- Per ampliare il campo inquadrato (FOV=Field Of View) sul CCD, che al fuoco diretto del telescopio (lunghezza focale [f.l.] di circa 1600mm) è di 15'x10', ricorsi ad un riduttore di focale ed optai per il Celestron Reducer/Corrector, (vedi figura 3). Con esso sono possibili due combinazioni:
 - a) posizionato sul raccordo della cella del telescopio, prima del foccheggiatore NGF-S, la focale risulta di 1210mm, il FOV di 19.5'x13' e si opera a f/4.8; oppure
 - b) montato dopo il foccheggiatore e, con l'utilizzo del raccordo per gli oculari da 1.25" (31.8mm), immediatamente davanti al CCD, si ottiene la combinazione: f.l.=1365mm; FOV=17'x11.5'; f/5.4.



Figura 3. La telecamera Hi-SIS 22 al fuoco diretto del MEADE SSC 10" dell'autore. Sono visibili il foccheggiatore NGF-S ed il riduttore di focale Celestron nella posizione b. descritta nell'articolo.

L'utilizzo del riduttore si è in seguito mostrato prezioso sia per la ripresa di oggetti, come diverse galassie, che per poco non risultavano comprese nel FOV del CCD al fuoco diretto, sia per l'aumento del rapporto focale e la migliore resa degli oggetti più deboli.

- Infine, per semplificare al massimo le operazioni di messa in postazione dello strumento, che dovevo ripetere tutte le sere in cui decidevo di operare, mi feci costruire, nella primavera del 1995, una colonna che ho sostituito al treppiede originale fornito dalla MEADE. Con essa, mediante tre viti calanti di regolazione, la messa in bolla dello strumento risulta altamente facilitata e precisa e l'allineamento viene recuperato mediante tre riferimenti fissi, dati da tre fori appena accennati nel pavimento del terrazzo, in cui le tre viti si adattano (figura 4). In tal modo la messa in postazione risulta rapida e affidabile.

Con tale attrezzatura, dal mio poco felice sito di osservazione, ho iniziato l'esplorazione di oggetti di cielo profondo, in particolare di galassie, ed i risultati che, con sempre ulteriori accorgimenti, sono andati migliorando, mi hanno incoraggiato a proseguire su questa strada.



Figura 4. Particolare del pavimento e di un piede della colonna. La vite è già adagiata in uno dei fori di riferimento per la postazione. Una volta messo "in bolla" il telescopio risulta perfettamente in postazione.

Dal settembre del 1994, ho ripreso più di 2000 sequenze di immagini, senza guida, con procedura automatica e standardizzata e con pose, al fuoco diretto del telescopio, che vanno da 5" a 60" e la cui stragrande maggioranza è di 45".

La brevità delle pose è legata al fatto che l'inseguimento del telescopio non viene in alcun modo corretto durante la ripresa ed il moto di ascensione retta gira liberamente. Ho infatti avuto modo di constatare che una posa più lunga genera spostamenti più consistenti degli oggetti sul piano focale, con la conseguente maggior probabilità di avere un effetto di mosso che dà luogo ad una percentuale di rigetto intollerabile delle immagini riprese.

UNA SEDUTA TIPO DI OSSERVAZIONE

Ecco la descrizione di una tipica serata di osservazione.



Figura 5. Il telescopio messo in postazione. Si può notare la telecamera Hi-SIS 22, posta in questa occasione "in parallelo" con un teleobiettivo da 135mm, mediante un supporto autocostruito, sull'asse di declinazione, in posizione di contrappeso allo strumento principale. Sono pure ben visibili i vari cavi di alimentazione e di collegamento

Prima del tramonto metto in postazione lo strumento (figura 5), collego tutti i cavi e lo equilibrio accuratamente. Controllo l'efficienza dei collegamenti ed inizio ad 'alimentare il CCD almeno 30'-40' prima di utilizzarlo. Le immagini di calibrazione (quella di offset, quella di buio e quella di flat field) vengono riprese solo quando è strettamente necessario: una volta ogni 6-8 settimane se non si cambia, per qualche ragione, la posizione del CCD e quindi la combinazione ottica; in questo caso deve essere ripetuta quella di flat-field. In assenza di spostamenti, vengono utilizzate sempre le stesse e l'immagine di buio viene stimata via software per ciascuna immagine, sulla base di quella disponibile. Questo si rende possibile anche per l'adozione di un sistema di raffreddamento della camera CCD a circolazione di liquido che assicura una temperatura sufficientemente costante nel corso delle riprese.

Appena fa buio e si rendono visibili le stelle più brillanti, ne inquadro una delle più prossime al meridiano e la utilizzo per sincronizzare il sistema di guida computerizzato. Questa operazione è la sola che deve essere compiuta all'esterno con l'impiego del cercatore del telescopio. Dopo di che rientro nella stanza dove ho allestito il "centro di controllo" ed in genere sulla medesima stella, che a questo punto risulta ben visibile al centro del campo inquadrato dal CCD, viene eseguita la messa a fuoco. Per quest'ultima operazione utilizzo una tecnica che, alla prova, si è dimostrata la più affidabile e rapida e che fa uso della diffrazione della luce proveniente da una sorgente puntiforme (una stella appunto) da parte delle flange di una crociera costruita utilizzando delle asticelle di legno leggero e sottile.

Questa operazione deve essere ripetuta ogni volta che il telescopio viene puntato in una direzione distante da quella iniziale o comunque ogni volta che si apprezza una diffusione delle immagini stellari.

Dopo queste fasi preliminari ha inizio la seduta di osservazione vera e propria e che può risultare più o meno proficua secondo lo scrupolo con cui la si è preparata.

Per quanto riguarda le condizioni di assetto, un buon allineamento polare ed una equilibratura rigorosa della strumentazione su entrambi gli assi del telescopio incide decisamente sulla qualità delle immagini che si ottengono, particolarmente nel caso di riprese senza guida. Meglio spendere

inizialmente più tempo per ottenere un buon assetto, vincendo la tentazione, sempre presente, ad iniziare subito la fase di osservazione, che gettare via le immagini che si ottengono perché di pessima qualità; in ogni caso, il tempo speso nella fase di allestimento viene recuperato ampiamente in seguito, senza contare il fatto che se si ottengono risultati buoni siamo portati a prolungare, a volte fino all'alba, la seduta di osservazione.

Inoltre il programma di lavoro è meglio che non sia improvvisato ma preparato accuratamente in precedenza con una scaletta degli oggetti da riprendere, che, beninteso, può essere adeguata e precisata nel corso della seduta, con una previsione dei tempi, privilegiando quelli di interesse che si trovano, di volta in volta, in prossimità del meridiano e quindi nella posizione migliore; nel caso di programmi di ricerca particolari come nel caso di supernove, di asteroidi, di comete oppure di osservazione di stelle variabili i criteri di messa a punto del programma saranno evidentemente diversi.

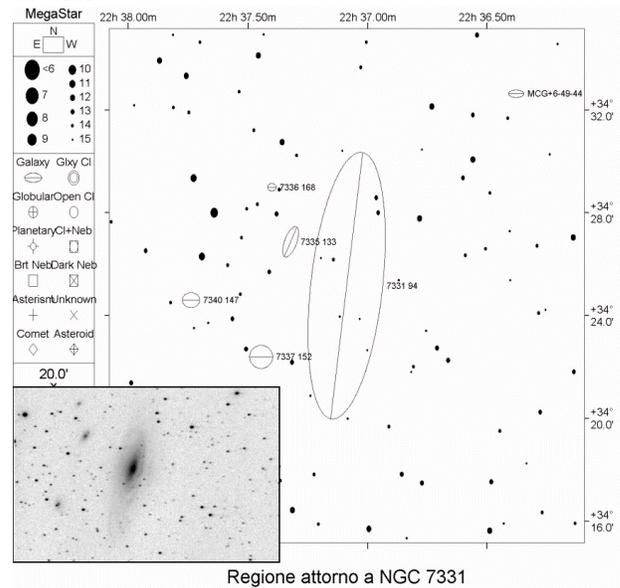


Figura 6. a) Una carta realizzata mediante il programma MEGASTAR per Windows. Viene mostrato il campo relativo alla galassia a spirale NGC 7331; Come si può osservare sono visibili anche diverse altre galassie minori.

b) Una porzione dello stesso campo ottenuta dall'autore.

Un buon piano di lavoro, come in altri campi, aumenta la produttività di un fattore non trascurabile. Attenzione però a non renderlo troppo intenso e rigido: in certi casi un ritardo e l'ansia della rincorsa possono essere poco produttivi e frustranti. Inoltre, disponendo del tempo

necessario, tra una ripresa e l'altra, l'aggiornamento del piano di lavoro e le decisioni specifiche possono essere prese di volta in volta, sulla base di mappe precedentemente stampate o della consultazione di planetari su PC quali EPOCH 2000 e MEGASTAR e del catalogo di immagini CCD. Di particolare utilità ho trovato MEGASTAR (figura 6) che indica, nella grafica, le dimensioni e la disposizione di ogni oggetto celeste.



Figura 7. La postazione dell'operatore. All'esterno si intravede il telescopio.

Il processo di ripresa di un'immagine di cielo profondo al fuoco diretto del telescopio (figura 7) avviene per mezzo di programmi batch, sviluppati ad hoc in ambiente MiPS, che rendono semiautomatiche le diverse fasi:

- in primo luogo l'oggetto viene centrato nel campo del CCD utilizzando pose di pochi secondi in binning 4x4. In questa modalità di ripresa le immagini sono nel formato di 192x128 pixel, ognuno dei quali corrisponde ad un quadrato di 4x4 elementi sensibili del CCD: ciò causa la riduzione di un fattore 4, per ciascuna dimensione dell'immagine, con conseguente degrado delle caratteristiche di risoluzione spaziale; in compenso aumenta di un fattore 16 la sensibilità con corrispondente riduzione dei tempi di posa e di lettura dell'immagine;
- in seguito vengono riprese 8-10 immagini con pose, generalmente, di 45", con binning 2x2, e in formato 384x256 pixel. Queste immagini vengono visualizzate, man mano che procede l'acquisizione, per l'ispezione in tempo reale, da parte dell'osservatore il quale, però, per tutta la durata di questa fase, è libero di potersi dedicare ad altre attività;

- al termine dell'acquisizione di una sequenza si passa all'oggetto successivo cercando di ottimizzarne l'inquadratura, sulla base dell'orientamento attuale del CCD, mediante l'ispezione del campo operato con MEGASTAR.

ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI

Solo in seguito, tra l'acquisizione di una sequenza e l'altra o anche nei giorni successivi, si procede alla fase di ricostruzione e di elaborazione. Questa si articola nel modo seguente, per mezzo di un insieme di procedure interattive:

- si scartano le immagini di qualità scadente di ogni sequenza;
- le restanti vengono calibrate, una per una, con le immagini di offset, di buio e di flat-field;
- vengono inoltre bilanciate con un comando di MIPS, che viene inibito solo nel caso, poco frequente, che si sia utilizzata l'otturazione manuale durante la fase di lettura di ogni immagine della sequenza, al termine del periodo di posa;
- infine le immagini, relative ad una sequenza di riprese, vengono registrate (ovvero allineate) e sommate con tecnica mediana; ciò consente di ridurre le fluttuazioni casuali di "rumore", eliminando i picchi estremi in corrispondenza di ogni pixel dell'immagine;
- al termine, eventuali disomogeneità di illuminazione di fondo dell'immagine ottenuta ai passi precedenti, dovute alla presenza di luci artificiali oppure alla luna, vengono eliminate con la stessa tecnica utilizzata per la calibrazione dell'immagine mediante flat field, dopo aver sintetizzato una mappa dello sfondo campionando l'immagine ottenuta al termine dei passi precedenti.

Le fasi sopra elencate possono essere definite di preelaborazione e tutte le immagini vi vengono sottoposte. Alcune possono poi essere elaborate con procedure specifiche, ad esempio allo scopo di:

- ricomporre un campo più ampio, di cui ciascuna rappresenta solo una porzione (mosaicing);
- rendere più evidenti particolari presenti ma poco visibili nelle immagini preelaborate con tecniche di filtraggio, di deconvoluzione oppure, più semplicemente, di modifica della

scala dei livelli di grigio (stretching, trasformazioni logaritmiche, equalizzazione dell'istogramma, e così via);

- mutarne il formato da quello canonico .PIC, che utilizza 16 bit per rappresentare i 16384 livelli di ogni pixel, in un'immagine .GIF, .BMP, TIF oppure JPG al fine di renderla più facilmente fruibile per mezzo di programmi di visualizzazione di uso comune.

Molte altre tecniche di elaborazione sono disponibili per applicazioni particolari, come il blinking con immagini di riferimento, riprese in precedenza, per la ricerca di nove, supernove, asteroidi e comete; oppure la riduzione astrometrica dei dati relativi ad un'immagine per lo studio o la ricerca di stelle variabili o lo studio del moto di corpi del sistema solare e molte altre ancora.

Mediante l'applicazione delle procedure descritte ho costituito un database di immagini in cui sono rappresentati oltre duemila oggetti. Tale catalogo che ho riversato su un CD-ROM - il primo di questo genere prodotto in Italia - viene costantemente arricchito e aggiornato, man mano che le tecniche di ripresa si affinano ed i risultati migliorano.

RISULTATI

Alcuni dei risultati ottenuti con le tecniche descritte su oggetti di cielo profondo sono illustrati di seguito; se non dichiarato altrimenti, le riprese sono in binning 2x2; diverse immagini vengono visualizzate sia dopo applicazione di stretching

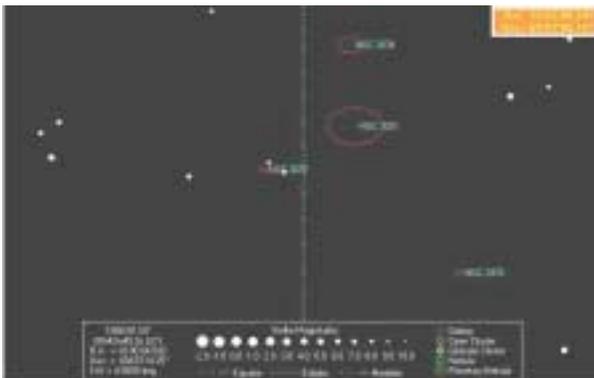


Figura 8. Il campo di M81 (NGC 3031) rappresentato per mezzo di EPOCH 2000.

lineare sulla base della statistica dell'immagine che con espansione logaritmica della scala dei grigi. In tutte le immagini il Nord è posizionato in alto.

Per quanto concerne le galassie, che rappresentano il mio principale campo di interesse:

M82, NGC 2976 e NGC 3077, facenti parte del gruppo di galassie di M81 (figura 8), sono il risultato dell'applicazione delle tecniche di preelaborazione già discusse ad una sequenza di 5 pose di 30" (figure 9-12); M81 è il risultato di 6 pose di 45" ciascuna, con otturazione manuale. Alcune delle immagini sono mostrate dopo essere state sottoposte a tecniche di deconvoluzione sia con il metodo dovuto a Lucy e Richardson che con quello a minima entropia.



Figura 8. M81 (NGC 3031) nell'Orsa Maggiore

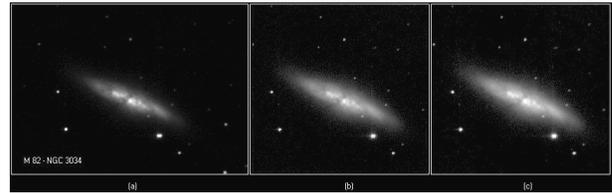


Figura 10. M82 (NGC 3034).

M81 e M82 come appaiono

- dopo l'applicazione delle operazioni di preelaborazione ed a seguito di operazioni di deconvoluzione;
- mediante il metodo di Lucy e Richardson (50 iterazioni) e
- con quello a minima entropia (25 iterazioni).

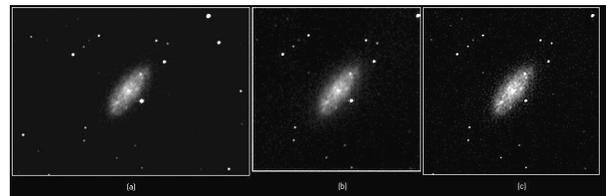


Figura 11. NGC2976.

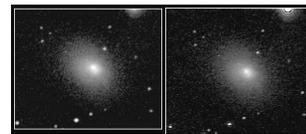


Figura 12. NGC3077.

L'applicazione delle tecniche di deconvoluzione a M51 (figura 13) mette in evidenza sia i pregi che le debolezze di tali tecniche; si possono infatti

apprezzare più distintamente i particolari dell'immagine che nell'originale appaiono come sfocati o "mossi", le stelle sono più "puntiformi";



Figura 13. M51 (NGC 5194) come appare a) dopo le operazioni di preelaborazione e b) a seguito della deconvoluzione a minima entropia. L'impressione di focalizzazione nella seconda immagine è evidente.

d'altro canto si può notare che, attorno a quelle più brillanti, si originano artefatti che all'amico Piero ed a qualche altro cultore della perfezione danno particolarmente fastidio, ma che rappresenta il prezzo da pagare all'applicazione di questa tecnica soprattutto nel mio caso in cui, data la brevità della posa, il rapporto segnale-rumore non è particolarmente elevato. Un altro problema è dato dal fatto che queste tecniche operano su immagini quadrate di dimensione pari ad una potenza di due; nei casi mostrati si è elaborata una finestra di 256x256 pixel dell'immagine originale.

M33 (figura 14) è il mosaico di 4 immagini, ottenute ciascuna secondo la tecnica usuale, e ricomposte in modo da mostrare, nella sua interezza, la parte centrale della galassia.

M101 (figura 15) è il risultato del mosaico di 2 immagini. In entrambi i casi si può apprezzare che la tecnica, se correttamente applicata, dà buoni risultati e le diverse porzioni non sono facilmente distinguibili nel quadro finale.

Per completare il quadro delle galassie e per comprendere quali siano i risultati nel caso di oggetti meno estesi e più distanti rispetto agli esempi finora considerati si mostrano alcuni oggetti peculiari quali ARP 94, NGC 520, NGC 523 e la coppia di galassie interagenti NGC 4037/8 note come "Galassia Antenna". Tutte rappresentano quanto si ottiene al termine della fase di preelaborazione di 5 pose di 30" ciascuna (vedi figure 16 a, b, c e d).

Passiamo ora a mostrare altri tipi di oggetti a cominciare da alcune nebulose planetarie; le immagini mostrate sono il risultato ottenuto al termine della fase di preelaborazione.

La più famosa, M57 (figura 17), è visibile sia in una ripresa con binning 2x2, che senza binning e con posa di 45".

NGC 40 viene mostrata in figura 18, sia come appare nel campo di ripresa canonico che dopo un'operazione di zoom con interpolazione quadratica mediante splines. Come si può notare, in questo caso, risultano meglio visibili i dettagli dell'oggetto.

M1, la nebulosa del Granchio, è rappresentata in figura 19; l'immagine è il risultato della preelaborazione di 3 pose di 45" con otturazione manuale.

Infine gli ammassi globulari:

M13 e M3 (figura 20) sono il risultato rispettivamente di una e di 3 pose di 30", preelaborate e visualizzate con espansione logaritmica dei livelli di grigio: si possono in tal modo apprezzare sia le stelle dell'alone periferico che quelle della porzione centrale che non risulta saturata.



Figura 14. M33 (NGC 598) ottenuta dal mosaico di 4 immagini ognuna delle quali è stata preelaborata separatamente. Si può apprezzare che è difficile individuare le "cuciture" del mosaico.



Figura 15. M101 (NGC 5457) come risulta dal mosaico di due immagini.

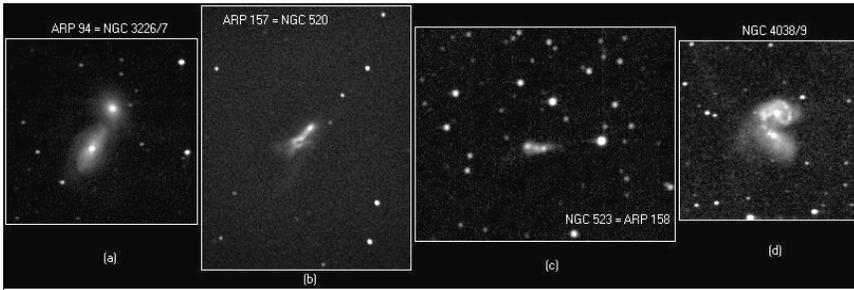


Figura 16. Tutte le immagini di questa serie sono il risultato delle operazioni di preelaborazione e vengono visualizzate dopo trasformazione logaritmica dei livelli di grigio.
 a) ARP 94 e' costituito dalla coppia di galassie interagenti NGC 3226 e NGC 3627.
 b) NGC 520 (ARP 157) ricorda la forma di un gancio.
 c) NGC 523 (ARP 158) presenta tre insolite condensazioni nucleari.
 d) NGC 4038 e NGC 4039, coppia di galassie interagenti, dette comunemente "Galassia Antenna", nella costellazione del Corvo.

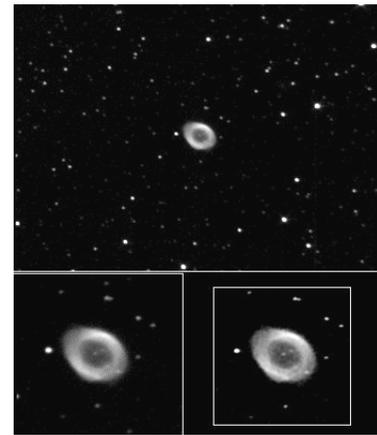


Figura 17a. M57 (NGC 6720) come appare al fuoco diretto del telescopio con binning 2x2, in basso a sinistra ripresa senza binning utilizzando la parte centrale del chip del CCD ed infine, in basso a destra, la medesima immagine dopo la deconvoluzione con il metodo di minima entropia (15 iterazioni).



Figura 18. nebulosa planetaria NGC 40 come appare al fuoco diretto (in alto) ed a seguito di un'operazione di zoom con fattore 3.

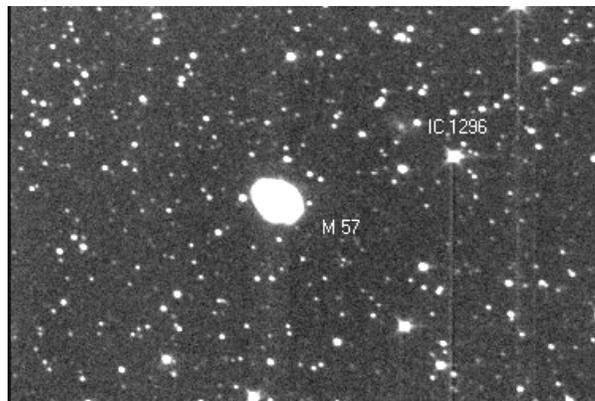


Figura 17b. Nel campo inquadrato e' visibile anche la debole galassia IC 1296, di quindicesima magnitudine. Si puo' osservare che, nell'operare la ripresa, si e' dimenticato di togliere il crocicchio utilizzato per la messa a fuoco che genera la diffrazione visibile in corrispondenza delle stelle piu' luminose.

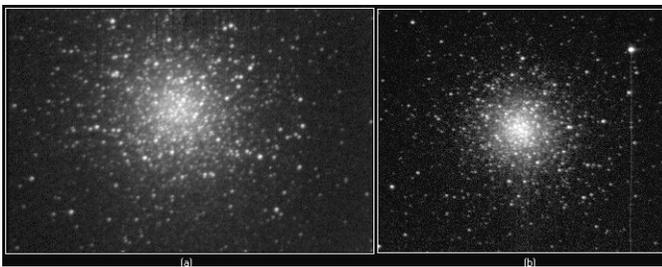


Figura 20. Gli ammassi globulari: a) M13 (NGC 6205); b) M3 (NGC 5272).

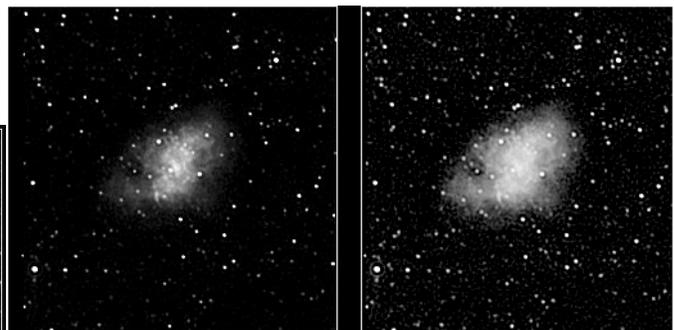


Figura 19. M1 (NGC 1952), la Nebulosa del Granchio, rappresentata, dopo operazione di deconvoluzione a minima entropia, con scala dei grigi lineare (a sinistra) e logaritmica.

CONCLUSIONI

Come si può constatare dalle immagini mostrate, i risultati conseguiti non si collocano certo al top per quanto concerne l'aspetto estetico, nemmeno in ambito amatoriale, essendo la qualità limitata dalla brevità della posa. Sono comunque di potenziale interesse scientifico e più che dignitose, considerando la tecnica di ripresa adottata ed il sito.

Tutto ciò deriva dall'applicazione appropriata di strumenti oggi disponibili anche all'astrofilo che si vuole lanciare con entusiasmo in un'attività di osservazione senza sottostare ai faticosi oneri delle lunghe guide necessarie alla ripresa fotografica di oggetti di cielo profondo e della ricerca di siti più favorevoli, con il problema del trasporto degli strumenti e della dilatazione dei tempi.

In particolare, le diverse soluzioni che hanno consentito di approdare a questi risultati verranno affrontati in modo più diffuso ed articolato in una serie di schede di futura pubblicazione.

Larciano (Pistoia), 30 ottobre 1998