

Identificazione di stelle Cefeidi in Centaurus A con dati di Hubble Space Telescope

Luca Mattiello⁽¹⁾, Luca Rigovacca⁽¹⁾, Matteo Scalchi⁽¹⁾, Vivian Tanku⁽²⁾

⁽¹⁾ Liceo Scientifico “G.B. Quadri”, Vicenza

⁽²⁾ Liceo Sperimentale “Don G. Fogazzaro”, Vicenza

ABSTRACT

The aim of our work was the identification of Cepheids stars in NGC 5128. Observational data came from Hubble Space Telescope public archive; we concentrated our efforts on WF3 field and F555W filter frame. We found three Cepheids candidates; we determined the light curves and the distance module of the galaxy.

I. INTRODUZIONE

Le Cefeidi sono stelle variabili pulsanti, con periodo compreso tra 0,2 e 100 giorni. Nel corso di una pulsazione esse si spostano sul diagramma H-R cambiando tipo spettrale, raggio e temperatura. La variabilità è la caratteristica che distingue questi oggetti dalle altre sorgenti e che consente quindi di identificarli. Un aspetto peculiare e molto importante è la relazione esistente tra il periodo P (in giorni) di queste stelle variabili e la loro magnitudine assoluta M:

$$M = A + B \times \log_{10} P$$

dove A e B sono delle costanti che dipendono, fra l'altro, dalla banda fotometrica impiegata.

La stima della magnitudine apparente m, e la formula:

$$m - M = 5 \times \log_{10} d - 5$$

permettono di determinare la distanza d (in parsec) dell'oggetto che ospita la variabile studiata.

II. DATI OSSERVATIVI

La galassia Centaurus A (Fig. 1) è relativamente vicina ed è di grande interesse per la sua particolare morfologia (abbondante presenza di polveri) e per il fatto di essere un'intensa radiosorgente.



Fig. 1: La galassia Centaurus A (NGC 5128)

I dati riguardanti questa galassia sono riportati nella seguente tabella:

Centaurus A (NGC 5128)	
Tipo morfologico	S0 peculiare
α	13h 25.5m
Δ	-43° 01'
Mag. apparente	7.84
Diametro apparente	18.2'
Costellazione	Centaurus
Redshift	0.00183
Velocità radiale	547 km/s

III. DESCRIZIONE DEL LAVORO

Il lavoro è consistito nell'analizzare una serie di immagini di Centaurus A ottenute con il telescopio spaziale Hubble, e presenti in un archivio pubblico. Fra tutte le immagini a disposizione abbiamo concentrato la nostra attenzione su quelle prese con la WF3 e con il filtro F555W, che corrisponde alla banda fotometrica V

di Johnson. Il software utilizzato per la riduzione e l'analisi dei dati è IRAF (NOAO). Il primo problema incontrato è stato quello della rimozione dei raggi cosmici. Allo scopo, durante i *run osservativi*, sono state acquisite coppie di immagini della stessa regione di cielo prese una di seguito all'altra. Dalla loro combinazione è stato possibile eliminare i raggi cosmici, in quanto questi colpiscono il CCD in posizioni casuali. L'elaboratore, analizzando coppie di pixel corrispondenti nelle due immagini, ha scartato quello di maggiore intensità.

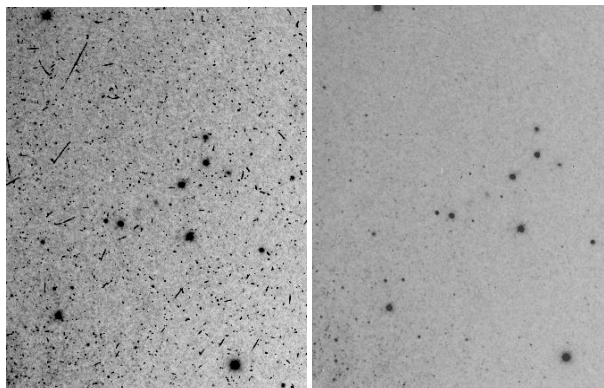


Fig. 2: Una porzione di immagine prima e dopo la procedura di eliminazione dei raggi cosmici.

Pur esistendo tecniche più raffinate, questa procedura è di semplice applicazione e fornisce risultati accettabili come si può vedere dalla Fig. 2.

Tutte le immagini a nostra disposizione sono state quindi allineate, al fine di permettere la ricerca automatica di variabilità stellare. Il programma calcola automaticamente le magnitudini partendo dai conteggi del CCD. L'individuazione delle presunte stelle variabili è stata fatta confrontando tra loro immagini prese in epoche diverse, e considerando gli oggetti le cui magnitudini presentavano un deviazione standard maggiore di 0.75 mag.

Per tutte le variabili individuate, dall'analisi dei grafici giorno giuliano – magnitudine, abbiamo potuto selezionare le stelle che, per le loro caratteristiche, ben si accordavano con la tipologia di Cefeide (Fig. 3).

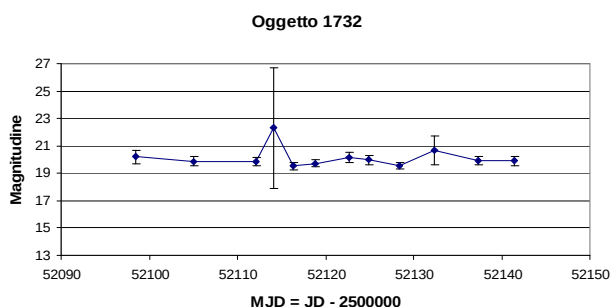


Fig. 3: Curva di luce di una stella variabile che non può essere considerata una Cefeide con sicurezza.

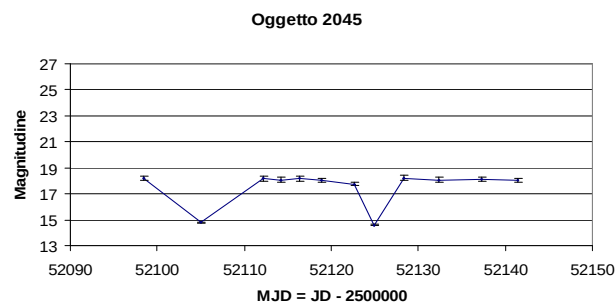


Fig. 4: La curva di luce di una probabile Cefeide

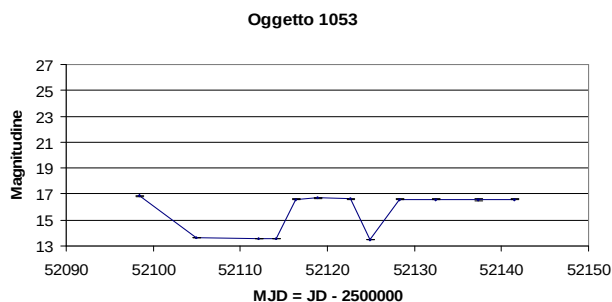
IV. RISULTATI

Complessivamente abbiamo individuato tre oggetti, sui quali ci siamo successivamente concentrati per concludere la nostra ricerca.

Confrontando i nostri risultati con la letteratura (*Ferrarese et al., 2007*), abbiamo constatato che una variabile da noi individuata, la numero 2045, veniva considerata tale anche nell'articolo. Il grafico giorno giuliano – magnitudine di questa stella è mostrato in Fig. 4; qui ne riportiamo i dati in tabella:

Epoca (MJD)	Magnitudine	Errore
52098	18,200	0,185
52105	14,780	0,012
52112	18,178	0,189
52114	18,065	0,176
52116	18,181	0,190
52119	18,045	0,172
52123	17,743	0,126
52125	14,603	0,011
52128	18,229	0,194
52132	18,056	0,180
52137	18,132	0,173
52141	18,029	0,177

Dalle nostre analisi risultano altre due stelle variabili che però non sono state individuate nell'articolo sopraccitato. Riportiamo di seguito anche i loro grafici giorno giuliano – magnitudine e i loro dati in tabella.



Epoca (MJD)	Magnitudine	Errore
52098	16,855	0,056
52105	13,636	0,007
52112	13,557	0,006
52114	13,556	0,006
52116	16,589	0,047
52119	16,683	0,051
52123	16,617	0,048
52125	13,445	0,006
52128	16,595	0,046
52132	16,583	0,049
52137	16,557	0,044
52141	16,595	0,047

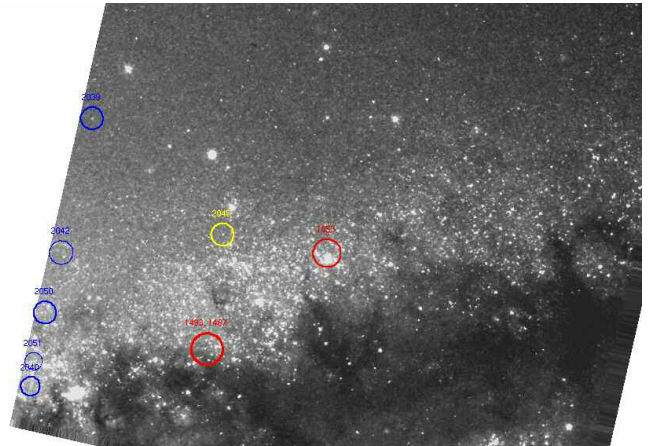
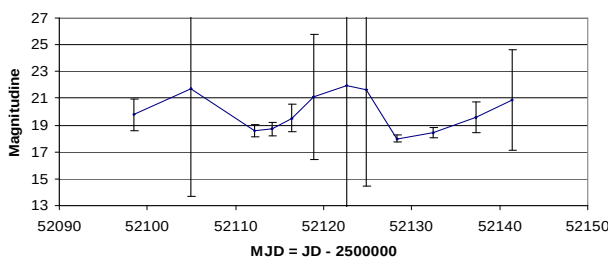


Fig. 5: La zona di cielo considerata con la posizione delle tre probabili Cefeidi e di altre variabili.

Oggetto 1493



Epoca (MJD)	Magnitudine	Errore
52098	19,790	1,197
52105	21,736	8,037
52112	18,592	0,445
52114	18,709	0,497
52116	19,525	1,040
52119	21,113	4,671
52123	21,952	9,660
52125	21,623	7,180
52128	18,001	0,265
52132	18,423	0,392
52137	19,598	1,144
52141	20,900	3,758

Il valore dell'errore sulla magnitudine, così come lo fornisce il programma di analisi, dipende dalla magnitudine stessa: più brillante è la stella e più piccolo è l'errore sulla magnitudine.

La Fig. 5 mostra la posizione di questi tre oggetti. La stella numero 2045 è segnata in giallo, mentre la numero 1053 e la 1493 sono segnate in rosso. I cerchi blu indicano degli oggetti riconosciuti dal programma come variabili. In realtà queste stelle si trovano lungo il bordo di questa immagine, e probabilmente non rientrano nella visuale di altre foto. Pertanto la loro variabilità è solo una conseguenza dell'allineamento di immagini in realtà non perfettamente sovrapponibili.

Una caratteristica delle Cefeidi è quella di mostrare una variabilità regolare. La relazione periodo-luminosità che abbiamo adottato è la seguente (Ferrarese et al., 1996):

$$M = -[2.76 \times (\log_{10} P - 1)] - 4.16$$

La stima del periodo permette quindi di ricavare la magnitudine assoluta e, nota la magnitudine apparente, il modulo di distanza $m - M$. Questo è stato poi corretto per gli effetti dovuti alla risposta strumentale. I risultati sono riassunti nella seguente tabella (periodo in giorni):

N° oggetto	2045	1053	1493
Periodo	18,0	10,6	16,9
m_{media}	18,06	16,58	19,69
M	-4,86	-4,23	-4,79
$m - M + 4,85$	27,77	25,67	26,33

Abbiamo infine confrontato i valori ottenuti per il modulo di distanza con quelli riportati in "Ferrarese et al., 2007". Per l'oggetto 2045 il nostro valore (27,77) è ben confrontabile con quello dell'articolo citato (27,64). Gli altri due oggetti forniscono risultati che non si discostano molto dai valori trovati in letteratura, specie se si tiene conto della loro curva di luce. Essa infatti risulta meno regolare rispetto a quella della 2045, e maggiore è l'incertezza con cui si è potuto ricavare il loro periodo e la loro magnitudine apparente.

Bibliografia:

Ferrarese, L. et al., 2007, ApJ, 654:186
 Ferrarese, L. et al., 1996, ApJ, 464:568
<http://www.spacetelescope.org/images/html/opo9814d.html>
<http://www.astro.northwestern.edu/labs/m100/PLrelation.html>