

La stella B33-1 (IRAS 05383-0228) nella Testa di Cavallo è variabile

The star B33-1 (IRAS 05383-0228) in the Horsehead is variable



Abstract

Preliminary observations of the star B33-1 (IRAS 05383-0228) in B, V, R and I bands suggest that its light is subject to sensible variations, significantly larger than that of a near check star.

Marina Campestrin¹
Gastone Tacchetto²
Martino Bernard¹
Giancarlo Favero²

faverogian@fastwebmail.it

¹ Università degli Studi di Trento,
 Corso di Laurea in Fisica;

² Osservatorio Astronomico del
 Celado, Castello Tesino, Trento,
 Italy

Introduzione

Uno degli autori (G.F.) aveva notato che nelle migliaia di immagini della Testa di Cavallo esistenti su libri e riviste di Astronomia del mondo intero, e recentemente in Internet, la stella B33-1 (che emerge dalla nebulosa in corrispondenza dell'orecchio) era a volte evidente, a volte appena percettibile. Pertanto, gli autori hanno deciso di intraprendere una sorveglianza sistematica della stella nelle bande B, V, R e I allo scopo di verificarne l'eventuale variabilità.

Le osservazioni

Le immagini del campo (15' x 10') contenente la nebulosa Testa di Cavallo sono state raccolte presso l'Osservatorio Astronomico del Celado

al fuoco Newton (3.2 m, correttore di coma Baader) del telescopio Akiüz Mattei di 0.80 m di diametro (costruttore Keller's AstroOptik) mediante una camera CCD SBIG ST10XME in binning 3x3, tra novembre 2011 e marzo 2012. Le pose usate nella ricerca della variabilità (300 s in B, 100 s nelle altre bande) sono state effettuate attraverso i filtri B, V, R e I (Omega Optical, XBSSL/50B, XBSSL/50V, XBSSL/50R e XBSSL/50I, ricetta Bessel). In ogni seduta osservativa sono state riprese da 5 a 20 immagini in sequenza, in uno o in più colori, per verificare l'esistenza di variazioni rapide di magnitudine.

Alla fine sono state considerate solo le immagini ottenute in condizioni ottimali del cielo (turbolenza minore di 1.5", magnitudine visuale limite maggiore di 5.5).

La nebulosa denominata "Testa di Cavallo" è un soggetto ambito fra gli astrofotografi e rappresenta una ben ardua sfida per i cultori dell'osservazione visuale del cielo profondo. Si tratta di una nebulosa scura inserita al posto 33 del catalogo di Barnard (B33) [1] che la descrisse nel 1913 come una struttura sovrapposta alla nebulosa luminosa (regione HII) denominata IC 434, a sua volta descritta da W. Herschel nel 1811 [2].



Figura 1. Campo della stella B33-1. Sono indicate, oltre alla sospetta variabile B33-1, le stelle di confronto e di controllo, e le stelle Tycho usate per la taratura delle magnitudini.

Le immagini grezze sono state analizzate con il software Astroart® 3.0 [3], ottenendo i conteggi ADU della stella B33-1, della stella di confronto e della stella di controllo (indicate in figura 1) le cui coordinate sono:

Coordinate di B33-1:

AR 5h 40m 51.7s DE -2° 26' 48.7" (J2000)

Coordinate della stella di confronto:

AR 5h 40m 46.1s DE -2° 28' 3.6" (J2000)

Coordinate della stella di controllo:

AR 5h 40m 47.8s DE 2° 27' 42.7" (J2000)

Le magnitudini delle stelle di confronto e di controllo

Le magnitudini delle stelle di confronto e di controllo sono state stimate a partire da quelle BT e VT di due stelle del catalogo Tycho-2 [4] che appaiono nello stesso campo del CCD usato:

GSC 4771:909	AR 5h 40m 13.1s	Dec -2° 30' 53.2"	$B_T = 9,21$	$V_T = 9,19$
GSC 4771:1081	AR 5h 40m 27.5s	Dec -2° 25' 43.2"	$B_T = 10,90$	$V_T = 10,19$

Mediante la formula di Arne Henden ($R = VT - 0,5405 * (BT - VT) - 0,014$) [5] è stata calcolata la magnitudine R di Cousins di ciascuna stella.

Mediante la relazione $B - I = 2.36 (B - V)$ (riportata da Bruce L. Gary fra le Conversion Formulas, in Photometry for Dummies [6]) abbiamo calcolato per le stesse stelle le rispettive magnitudini I di Cousins.

Tutti questi valori sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 1. Magnitudini delle stelle Tycho prese come standard.

Stella	B_T	V_T	R	I	$(B_T - V_T)$
4771:909	9.21	9.19	9.17	9.17	0.02
4771:1081	10.90	10.19	9.98	9.18	0.64

Per stimare le magnitudini delle stelle di confronto e di controllo si sono usate le magnitudini della stella 4771:909 che, essendo di classe spettrale B9, ha indici di colore quasi nulli e quindi garantisce un minimo errore nelle correzioni nei calcoli sopra indicati. Sono state calcolate però anche le magnitudini delle stesse stelle con riferimento all'altra stella Tycho, di classe spettrale G0 (in parentesi nella tabella seguente) per una opportuna verifica.

Sono stati misurati i conteggi ADU delle due stelle di Tycho e quelli delle stelle di confronto e di controllo su immagini riprese con pose opportune in modo che le stelle non fossero saturate e che quelle deboli fornissero conteggi almeno superiori a circa 20 000. Tutti i conteggi sono stati poi divisi per il relativo tempo di posa prima di applicare a essi la legge di Pogson.

La tabella seguente raccoglie le magnitudini stimate per le stelle di confronto e di controllo:

Tabella 2. Magnitudini delle stelle di confronto e di controllo stimate rispetto a quelle della stella 4771:909 (in parentesi le stime rispetto alla stella 4771:1081).

Stella	B_T	V_T	R	I	$(B_T - V_T)$
Confronto	16.12 (16.25)	15.08 (15.18)	14.12 (14.33)	13.28 (13.03)	1.04
Controllo	15.94 (16.06)	15.15 (15.25)	14.52 (14.70)	13.84 (13.58)	0.79

È evidente che le due stime di magnitudine basate sulle due stelle Tycho differiscono di poco (di 0.12-0.13 in B, di 0.1 in V, di 0.18-0.21 in R e di 0.25-0.26 in I), il che viene considerato sufficiente per gli scopi del presente lavoro. Nel seguito si sono considerate solo le magnitudini riportate fuori parentesi in tabella 2, cioè quelle ricavate dalla stella B9.

Le misure della stella B33-1

Dal rapporto tra i conteggi ADU forniti da Astroart® [3] per la sospetta variabile e per la stella di controllo e quelli della stella di confronto sono state ricavate le magnitudini apparenti delle prime due rispetto alla terza usando la formula di Pogson (scritta per la sospetta variabile; una formula simile vale per la

stella di controllo m_{ctr}):

$$m_{var} - m_{ctr} = -2.5 \log \left(\frac{ADU_{var}}{ADU_{ctr}} \right)$$

Le magnitudini così ricavate sono raccolte nelle tabelle che seguono e sono rappresentate nelle figure allegate. L'incertezza delle magnitudini apparenti date nelle tabelle (fra parentesi) sono le deviazioni standard dal valore medio.

Le incertezze delle singole stime sono state calcolate in magnitudini come l'inverso del rapporto S/N relativo, così come è stato fornito da Astroart® [3], e sono generalmente dell'ordine di 0.01-0.02 mag.



Tabella 3. Valori medi della magnitudine B (tra parentesi le deviazione standard) di B33-1 e della stella di controllo.

JD mean	B di B33-1	B di controllo
2455948.32	17.39 (0.13)	15.87 (0.01)
2455949.36	17.53 (0.08)	15.87 (0.01)
2455950.37	17.51 (0.04)	15.87 (0.01)
2455976.39	16.86 (0.05)	15.83 (0.04)
2455983.45	17.00 (0.03)	15.83 (0.03)
2455996.37	17.31 (0.06)	15.85 (0.03)
2456002.36	17.58 (0.10)	15.94 (0.05)
2456012.33	17.62 (0.07)	15.92 (0.02)

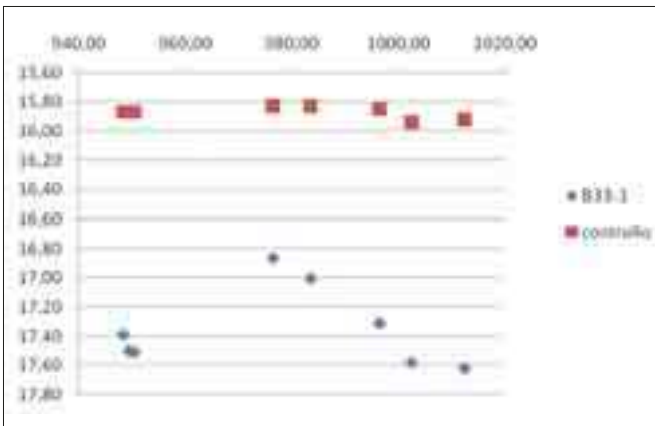


Tabella 5. Valori medi della magnitudine R (tra parentesi le deviazione standard) di B33-1 e della stella di controllo.

JD mean	R di B33-1	R di controllo
2455906.38	15.51 (0.07)	14,44 (0.01)
2455919.43	15.12 (0.03)	14,44 (0.01)
2455921.40	14.98 (0.02)	14,44 (0.01)
2455976.39	14.87 (0.03)	14,45 (0.01)
2455983.45	14.97 (0.02)	14,45 (0.01)
2455996.36	15.12 (0.02)	14,45 (0.02)
2456002.36	15.27 (0.04)	14,44 (0.01)
2456012.32	15.20 (0.02)	14,45 (0.01)

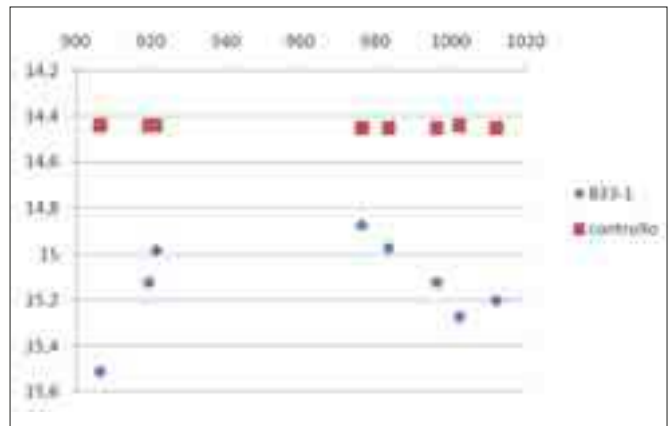


Tabella 4. Valori medi della magnitudine V (tra parentesi le deviazione standard) di B33-1 e della stella di controllo.

JD mean	V di B33-1	V di controllo
2455939.35	16.35 (0.03)	15.19 (0.01)
2455942.36	16.32 (0.02)	15.20 (0.01)
2455943.36	16.31 (0.01)	15.20 (0.01)
2455976.39	15.93 (0.02)	15.21 (0.01)
2455983.45	16.15 (0.09)	15.19 (0.02)
2455996.37	16.34 (0.09)	15.22 (0.03)
2456002.36	16.53 (0.04)	15.22 (0.02)
2456012.33	16.42 (0.03)	15.21 (0.01)

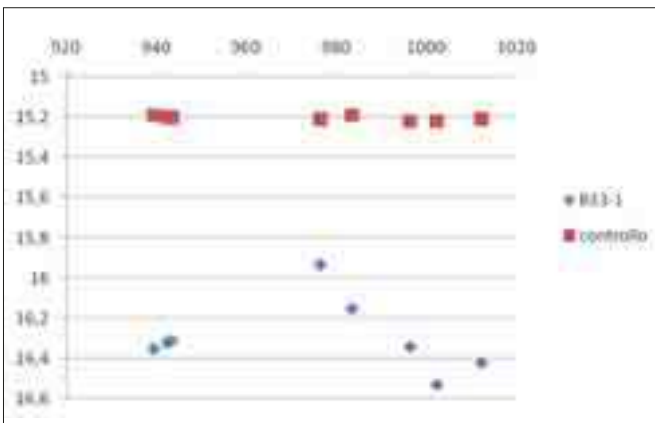
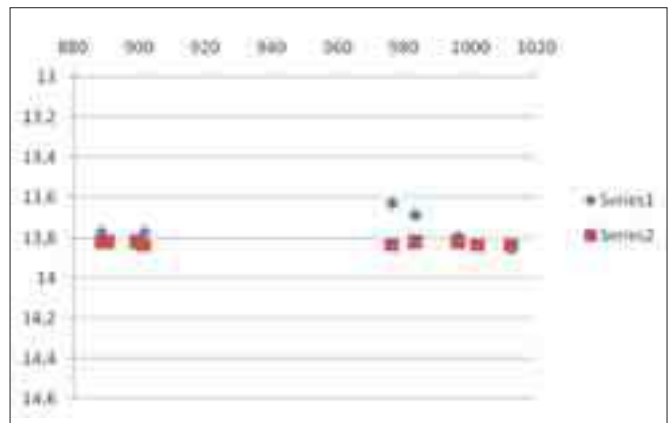


Tabella 6. Valori medi della magnitudine I (tra parentesi le deviazione standard) di B33-1 e della stella di controllo.

JD mean	I di B33-1	I di controllo
2355888.39	13.77 (0.01)	13.82 (0.01)
2455890.37	13.82 (0.01)	13.82 (0.01)
2455899.40	13.83 (0.02)	13.82 (0.01)
2455901.37	13.77 (0.02)	13.83 (0.01)
2455976.39	13.63 (0.02)	13.83 (0.01)
2455983.45	13.69 (0.01)	13.82 (0.02)
2455996.36	13.79 (0.01)	13.82 (0.01)
2456002.36	13.83 (0.01)	13.83 (0.01)
2456012.33	13.85 (0.01)	13.83 (0.01)



Discussione dei risultati

Dalle tabelle 3-6 e dalle figure relative risulta che la scelta della stella di confronto e della stella di controllo è stata felice. Infatti le magnitudini nei vari colori della stella di controllo mostrano una notevole riproducibilità: la deviazione standard è spesso contenuta entro 0.01 magnitudini, sia all'interno di una stessa notte di osservazione, sia tra notti diverse. Inoltre i valori medi della stella di controllo sono prossimi a quelli calcolati per i vari colori e mostrati in tabella 2. Questo non sarebbe accaduto se la stella di confronto o quella di controllo fossero state variabili.

Per contro, le deviazioni standard nei vari colori della sospetta variabile hanno sistematicamente mostrato valori maggiori di quelle della stella di controllo, e i valori medi di magnitudine in un definita banda hanno mostrato significative differenze, confermando la variabilità di B33-1. La luminosità della stella è risultata variabile sia all'interno della stessa notte (la sua deviazione standard è sempre risultata maggiore di quella relativa alla stella di controllo nella stessa notte), sia da notte a notte (si confronti fra loro le varie magnitudini medie in uno stesso colore).

La variabilità di B33-1 (Δ) all'interno della stessa notte è rivelata dall'entità della relativa deviazione standard: è risultata nell'ordine $\Delta B > \Delta R > \Delta V > \Delta I$. La variabilità fra notti differenti, sistematicamente molto maggiore della precedente, è rivelata dalle differenti magnitudini medie in una data banda: è risultata $\Delta B > \Delta R > \Delta V > \Delta I$, cioè concorde con l'ordine precedente.

Nella banda I, l'unica nella quale abbiamo raccolto dati a sufficienza per fare questa osservazione, la stella B33-1 ha mostrato due minimi di luminosità distanti circa 100 giorni.

Conclusioni

La variabilità della stella B33-1 (IRAS 05383-0228) è stata accertata nei colori B, V, R e I. È risultata minima nella banda I, sia all'interno della stessa notte sia da una notte all'altra. È verosimile che la nebulosa scura, nella quale la stella è chiaramente immersa dato che la illumina in maniera evidente, sia pressoché trasparente in questa banda e quindi influenzi poco la luminosità della stella.

Anche le variazioni nella banda V sono risultate modeste, sebbene maggiori che in I, sia in ciascuna notte sia fra notti diverse.

Invece le maggiori variazioni luminose si sono osservate nelle bande B e R, sia all'interno della stessa notte (cioè su scala temporale dei minuti), sia - di entità molto maggiore - fra notti diverse (cioè su scala temporale dei giorni). Queste variazioni, che si accentuano alle brevi lunghezze d'onda, potrebbero essere dovute a variazioni di trasparenza nel materiale della nebulosa scura in cui B33-1 è immersa.

La stella ha mostrato in I, la banda maggiormente documentata dalle nostre osservazioni, due minimi di luminosità distanti circa 100 giorni.

Gli indici di colore di B33-1 osservati (estremi minimo e massimo lungo la curva di luce) sono:

(B-V)	(V-R)	(R-I)
0,93	1,06	1,24
1,05	1,41	1,44

Questo lavoro è preliminare, essendosi limitato a verificare l'ipotesi della variabilità di B33-1. Nelle prossime presentazioni del campo si proseguirà nella sorveglianza sistematica della stella allo scopo di definirne il tipo di variabilità.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano i professori Antonio Bianchini e Sergio Ortolani dell'Università di Padova per i preziosi suggerimenti

Bibliografia

- [1] Barnard E. E., *ApJ*, 38, 496 (1913)
- [2] Herschel W., *Philos. Trans. R. Soc. London*, 101, 269 (1811)
- [3] Nicolini M., Cavicchio F., *AstroArt*, www.msb-astroart.com
- [4] Høg E., *Tycho-2 Catalog*, www.astro.ku.dk
- [5] Henden A., in [6]
- [6] Gary B. L., *Photometry for Dummies*, brucegary.net/dummies/x.htm

