

# BB Herculis - la prima campagna osservativa allo SkyLive

*6° MEETING SULLE STELLE VARIABILI SSV-UAI-GRV*

*Amelia (Terni), 15-16 Maggio 2010*



- *Lorenzo Franco - A81 Balzaretto Observatory, Rome*
- *Peretto Ivo - Osservatorio Astronomico, Marana di Crespadoro (VI)*

# Premessa

*Nel corso del 5° meeting sulle stelle variabili di Marana di Crespadoro (maggio 2009), nacque l'idea di sfruttare la **finestra gratuita di tempo** (1-2 ore a notte) che **SkyLive** metteva a disposizione del gruppo **UAI-SSV-GRAV**. La durata limitata del tempo osservativo a disposizione indirizzò la scelta verso lo studio di stelle variabili di tipo **Cefeide**, poichè compatibili con la possibilità di poter effettuare una stima per notte. In particolare la scelta cadde sulla Cefeide **BB Her** sulla quale non c'erano in letteratura molti studi e che inoltre mostrava una gobba nella parte discendente nella curva di luce.*

*Questa presentazione si propone di illustrare il lavoro osservativo svolto dal gruppo UAI-SSV-GRAV con il telescopio remoto SkyLive ed i risultati ottenuti.*

# Le Cefeidi

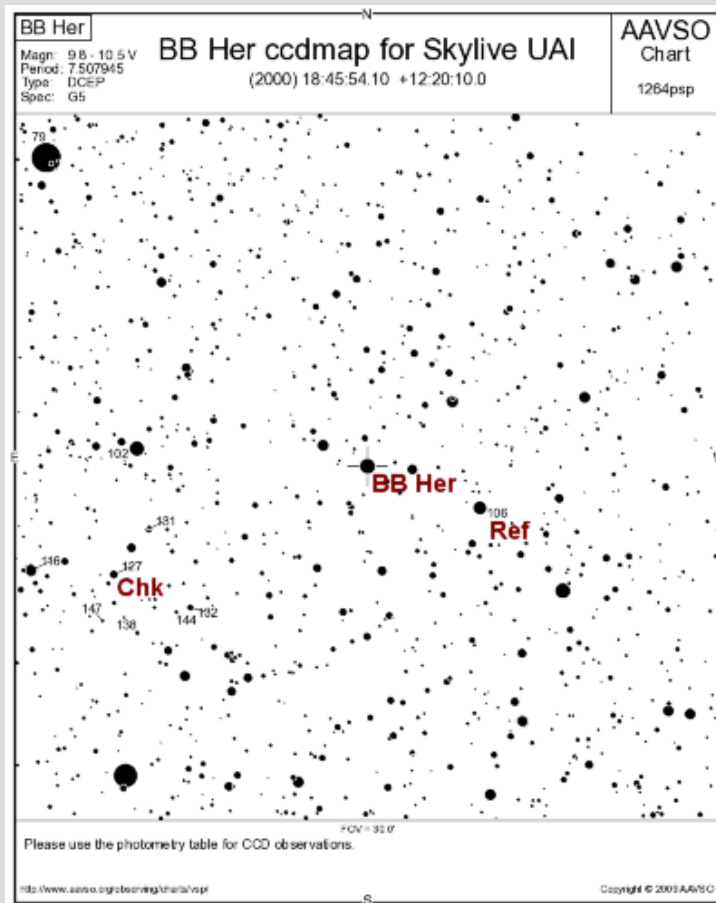
*Le variabili Cefeidi Classiche (tipo I) sono delle stelle pulsanti **supergiganti gialle** con masse di circa **3-30 masse solari** che appartengono alla giovane popolazione stellare del disco galattico. Il prototipo è rappresentato dalla stella delta Cephei.*

*Il periodo di pulsazione delle Cefeidi è proporzionale alla loro luminosità, come scoprì nel 1912 Henrietta Leavitt analizzando le immagini fotografiche delle nubi di Magellano. **La luminosità assoluta delle Cefeidi cresce in proporzione con il periodo di Pulsazione** (relazione periodo-luminosità).*

*Questa importante caratteristica ha permesso di utilizzare le Cefeidi come “**candele standard**” per scandagliare le dimensioni del nostro universo vicino. Il telescopio spaziale Hubble è riuscito ad osservare delle stelle Cefeidi nell'ammasso di galassie della Vergine.*

# La variabile BB Her (caratteristiche)

*La stella variabile BB Her è una gigante gialla di classe spettrale G5 classificata nel catalogo GCVS come cefeide classica (DCEP).*



*Caratteristiche estratte dal catalogo GCVS  
(General Catalogue of Variable Stars)*

Name	BB Her
ID	400080
RA (2000.0)	184554.10
Dec (2000.0)	+122010.1
Type	DECP
Mag. Max	9.76
Mag. Min	10.46
Mag. System	V
Epoch (JD)	42679.289
Period (day)	7.507945
Spectrum	G5

# Osservazioni & Strumenti 1/2

*Le osservazioni sono state eseguite con il telescopio remoto #4 SkyLive per complessive **1291** misurazioni fotometriche nelle bande B, V, R, I nel periodo **27 giugno – 28 agosto 2009**.*

*La precisione fotometrica<sup>(1)</sup> (misurata tra stella di riferimento e la stella di controllo) è stata tipicamente di 0.07 magnitudini, a meno della banda V dove si è misurata una maggiore dispersione.*

Osservatore	Banda Fotometrica				Totale
	B	V	R	I	
<b>Peretto Ivo</b>	6	8	6	8	28
<b>Ruocco Nello</b>	175	193	199	171	738
<b>Daldos Dario</b>	103	129	120	91	443
<b>Fabio Verza</b>	21	21	21	19	82
Totale	305	351	346	289	1291

Filtro	DevST (mag)
B	0.07
V	0.13
R	0.07
I	0.07

*(1) La scarsa precisione è dipesa da problemi di condensa e da una forte vignettatura nel sistema ottico.*

# Osservazioni & Strumenti 2/2

*Caratteristiche del telescopio UAI – SkyLive utilizzato.*



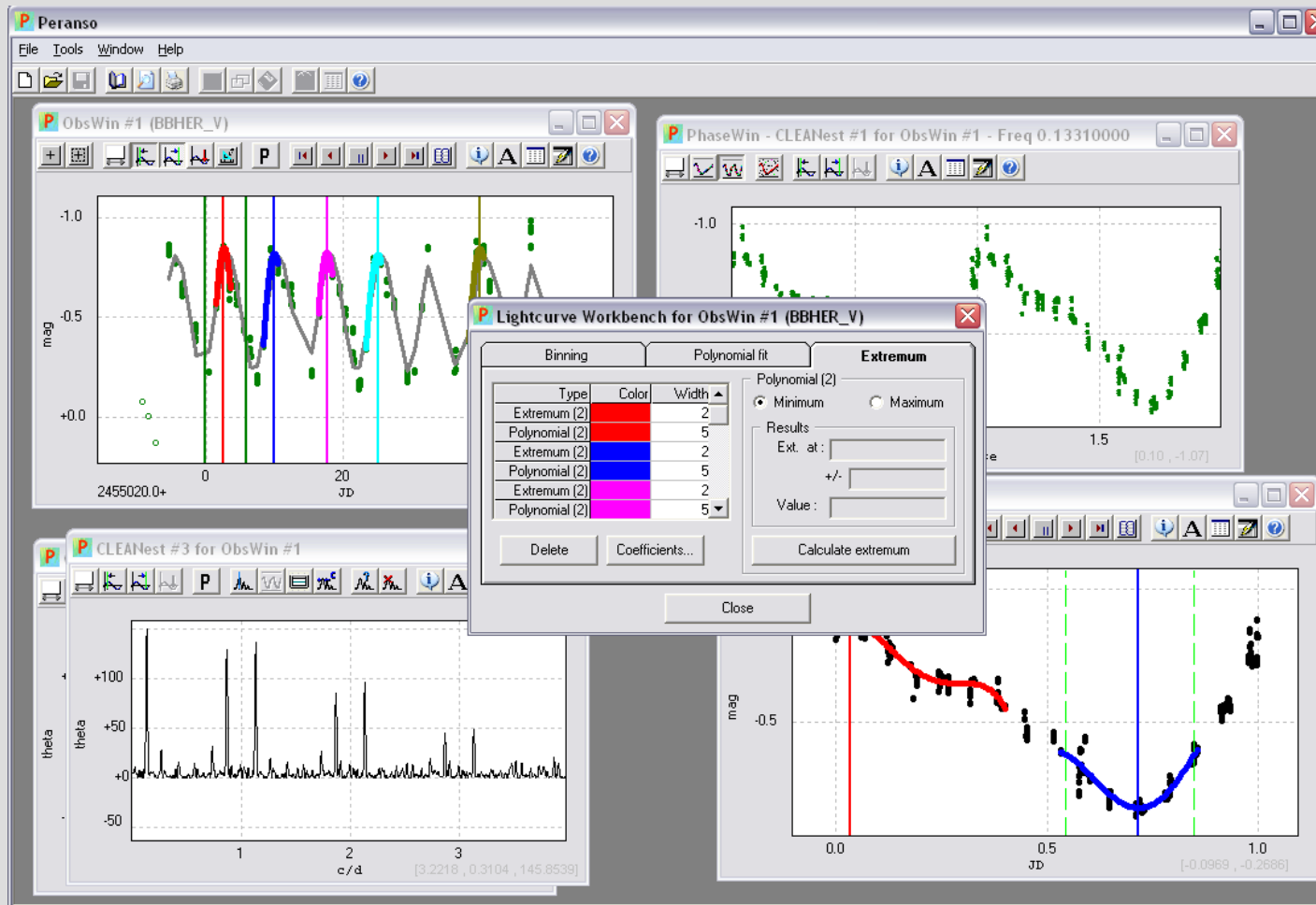
Strumentazione	Telescopio #4 SkyLive
Telescopio	Meade LX200 12", 1840mm, f/6.13
Camera CCD	SBIG ST10XME
Software di calibrazione ed analisi fotometrica	MaxImDL
Filtri Fotometrici	<i>B, V, R, I Johnson-Cousins</i>

# Analisi dei dati

*Per l'analisi del periodo è stato utilizzato il software PERANSO (PERiod ANalysis SOftware) di CBA Belgium Observatory ed il software Period04 (Patrick Lenz).*

- E' stata creata una sessione di analisi separata per ogni filtro, importando i dati di magnitudine differenziale prodotti da MaximDL.*
- Su tutti i dati importati è stata applicata la correzione eliocentrica.*

# Sessione di analisi (PERANSO)

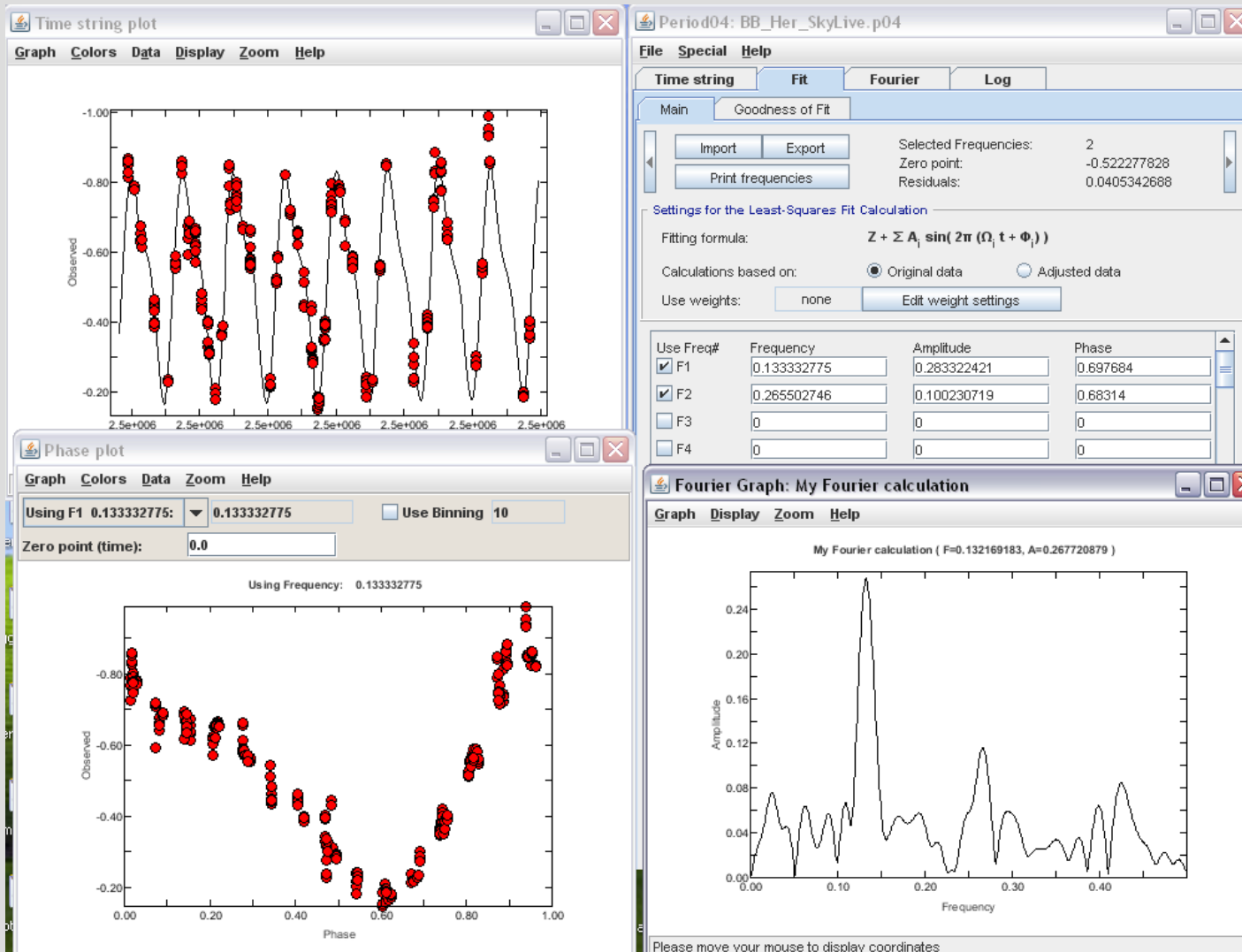


*Una sessione di analisi con PERANSO.*

*Si possono notare gli strumenti Lightcurve Workbench per la determinazione dei punti di massimo e CLEANest Workbench per la determinazione dei periodi di pulsazione.*



# Sessione di analisi (Period04)



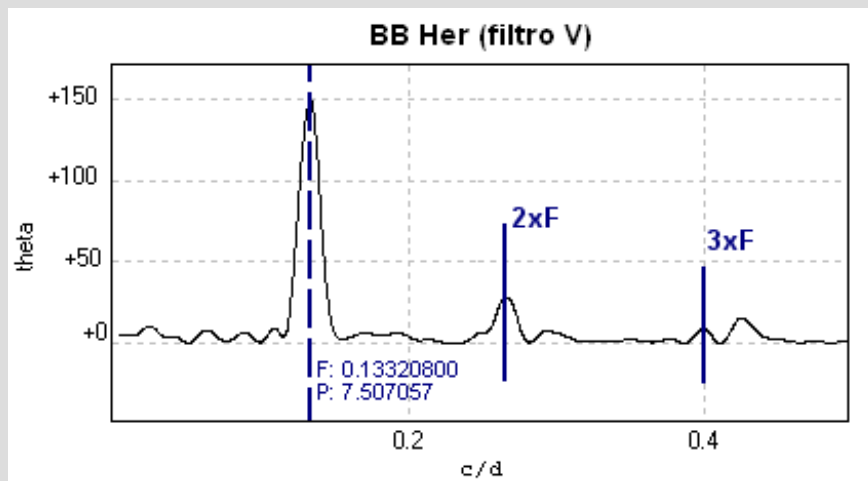
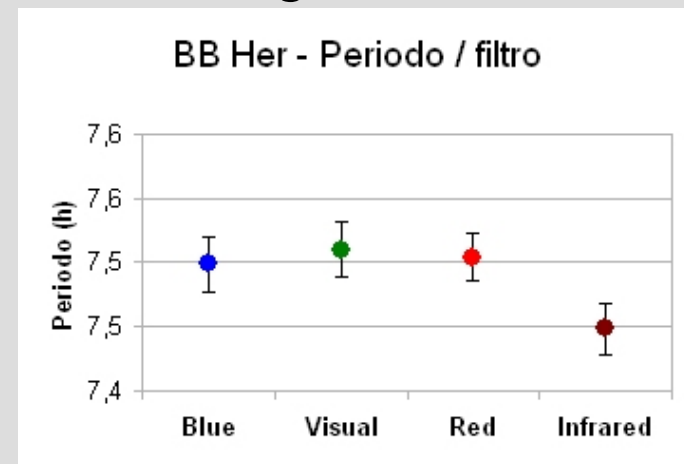
*Una sessione di analisi con Period04.*

*Si può notare la finestra Fit, con la lista delle frequenze trovate, la finestra TimeStringPlot con i punti osservati ed il relativo fit e la finestra con lo spettro di Fourier.*

# Analisi del periodo

*L'analisi del periodo è stata effettuata sia con PERANSO (metodo CLENest) che con Period04 (metodo DFT) ottenendo dei risultati tra di loro confrontabili, entro i margini di errore.*

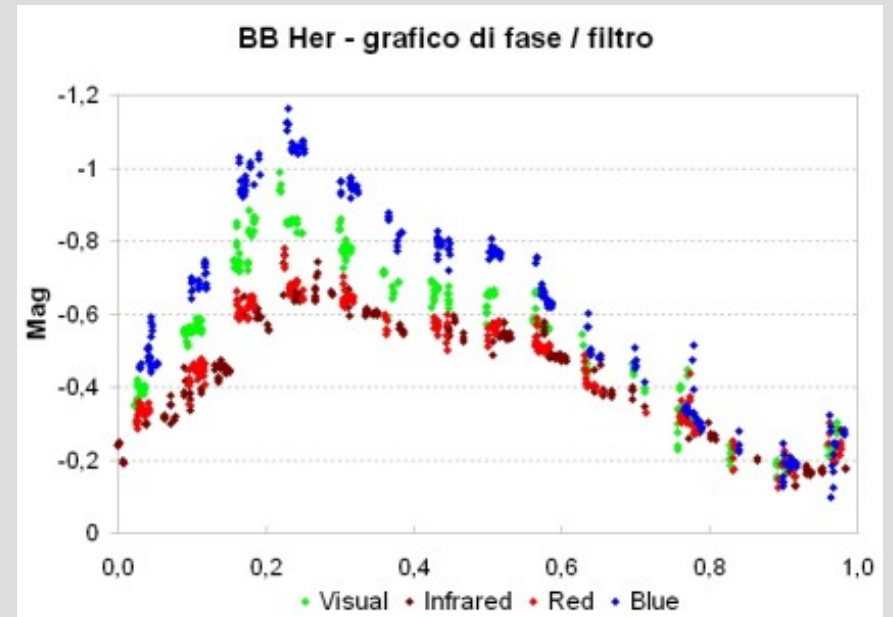
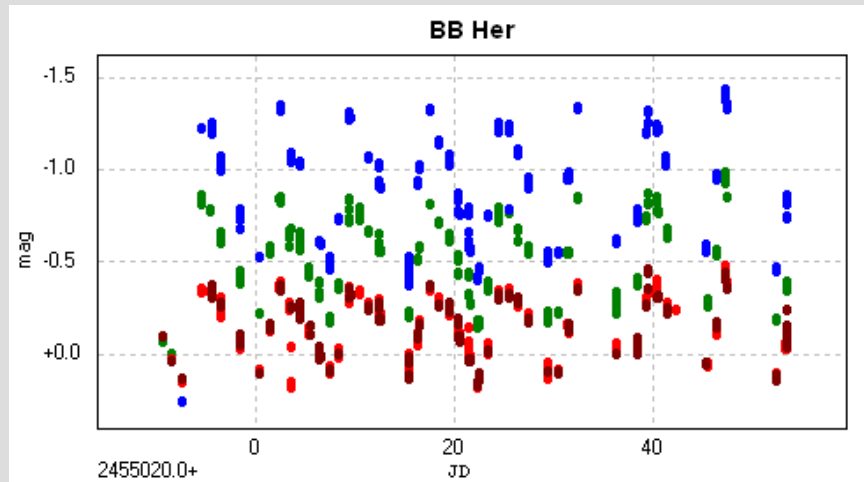
Filtro	P (d) - Peranso	P (d) - Period04
<b>B</b>	7.498680 ± 0.021201	7.495178 ± 0.013103
<b>V</b>	7.509853 ± 0.021330	7.513080 ± 0.012826
<b>R</b>	7.504262 ± 0.018421	7.509135 ± 0.015936
<b>I</b>	7.448812 ± 0.019940	7.450617 ± 0.011681



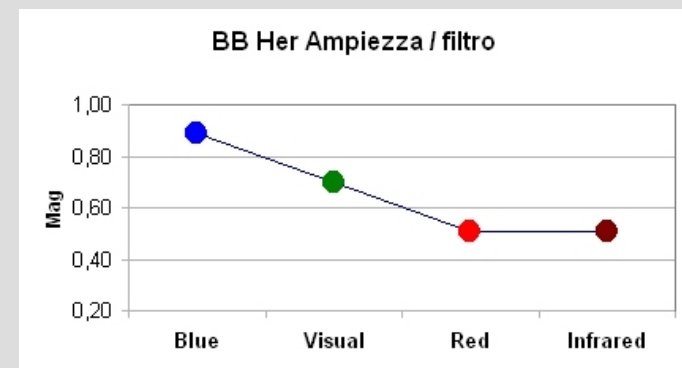
*Lo spettro di Fourier mostra la frequenza di pulsazione principale e le sue armoniche (2F e 3F).*

# Curva di fase multibanda

*Vista d'insieme di tutte le stime*

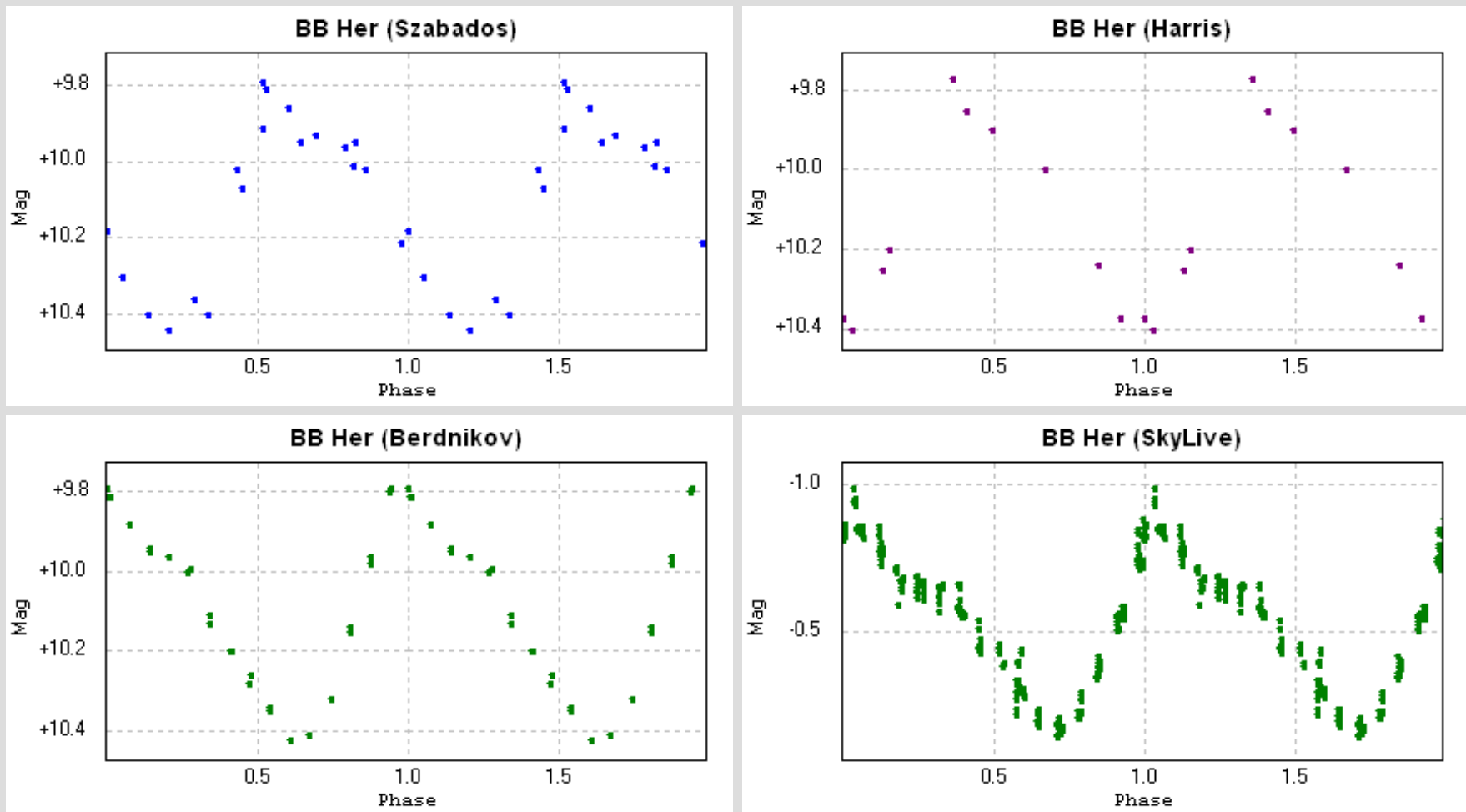


*La curva di fase mostra le variazioni di ampiezza delle pulsazioni nelle diverse bande fotometriche (B,V,R,I). Da notare la **maggiore ampiezza nella banda B**, indice di una maggiore temperatura, e la sovrapposizione delle bande **R** ed **I**.*

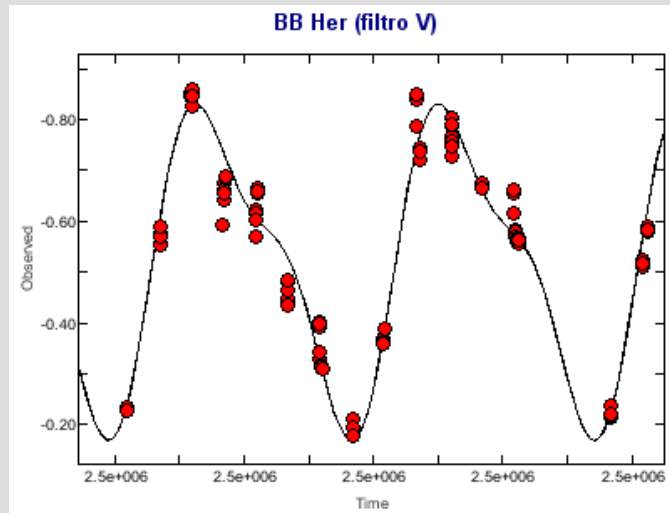


# Curve di fase in letteratura

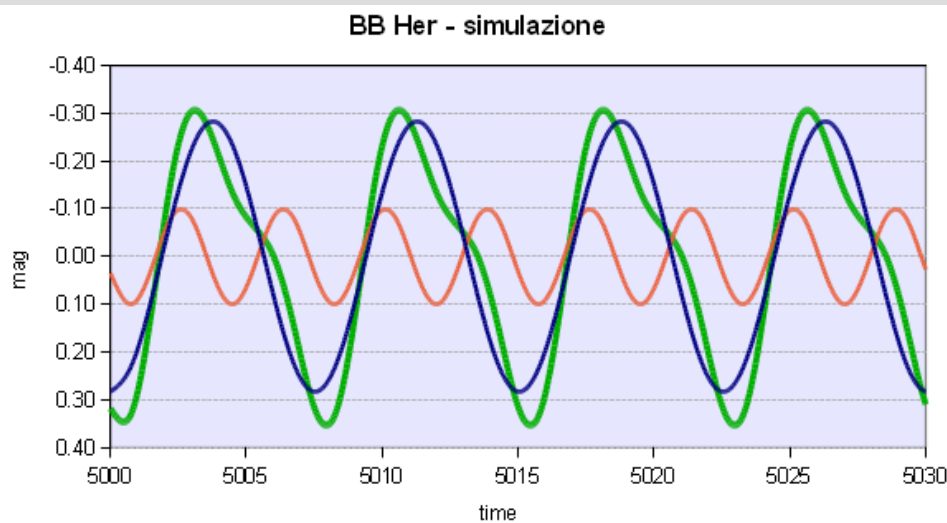
*Curve di fase ottenute dai dati pubblicati in letteratura, messe a confronto con quella ottenuta dai dati SkyLive.*



# Fit dei dati osservati e simulazione



*La combinazione della frequenza **fondamentale** e della sua **prima armonica** ci permette di ottenere un buon fit con i dati osservati (residui= 0.0409).*



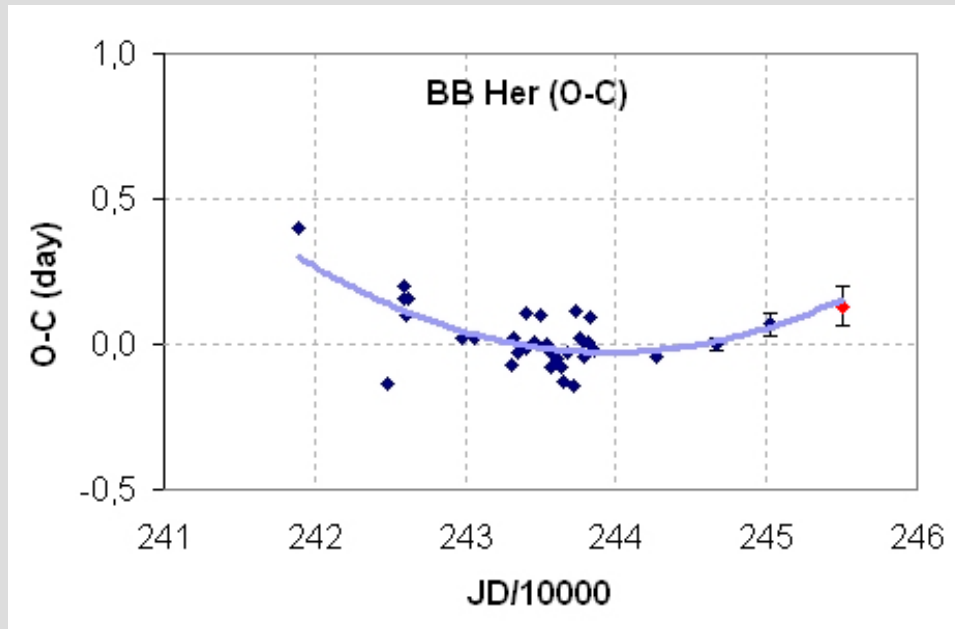
*L'immagine mostra il risultato della simulazione ottenuta con i dati di periodo, ampiezza e fase ricavati dall'analisi delle frequenze (fondamentale e prima armonica) tramite un foglio di calcolo.*

# Analisi dei residui O-C

*I massimi sono stati stimati con Peranso (fit polinomiale e dati filtro V). Usando l'effemeride lineare pubblicata da Szabados (1980) si ottiene uno scostamento O-C di **0.13 (d) ± 0.07** (un ritardo di circa tre ore).*

$$C = 2442679.289 + 7.507945 \times E$$

effemeride  
lineare

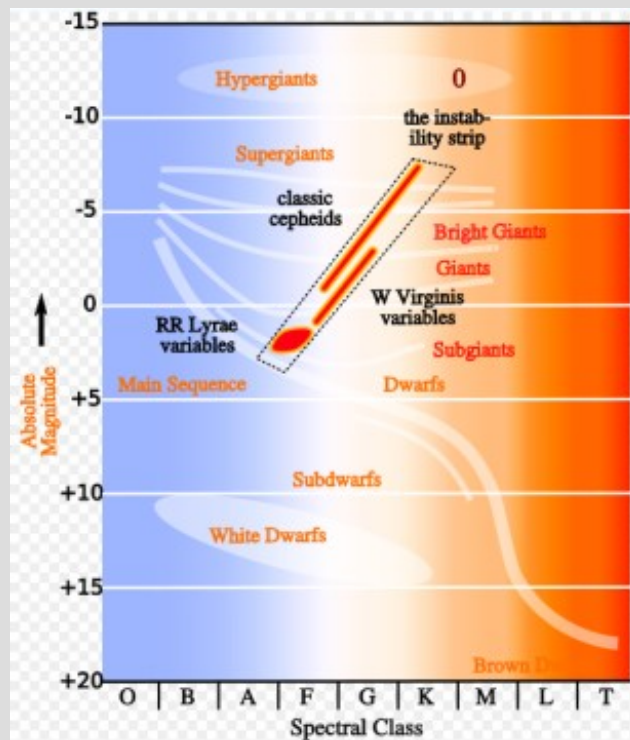


*Grafico O-C dei dati pubblicati in letteratura, Szabados (1980).*

*Il **punto rosso** rappresenta il valore da noi osservato con il telescopio SkyLive, in linea con l'**andamento quadratico** dei valori O-C (coeff. correlazione 0.69). I dati coprono un periodo di quasi 100 anni.*

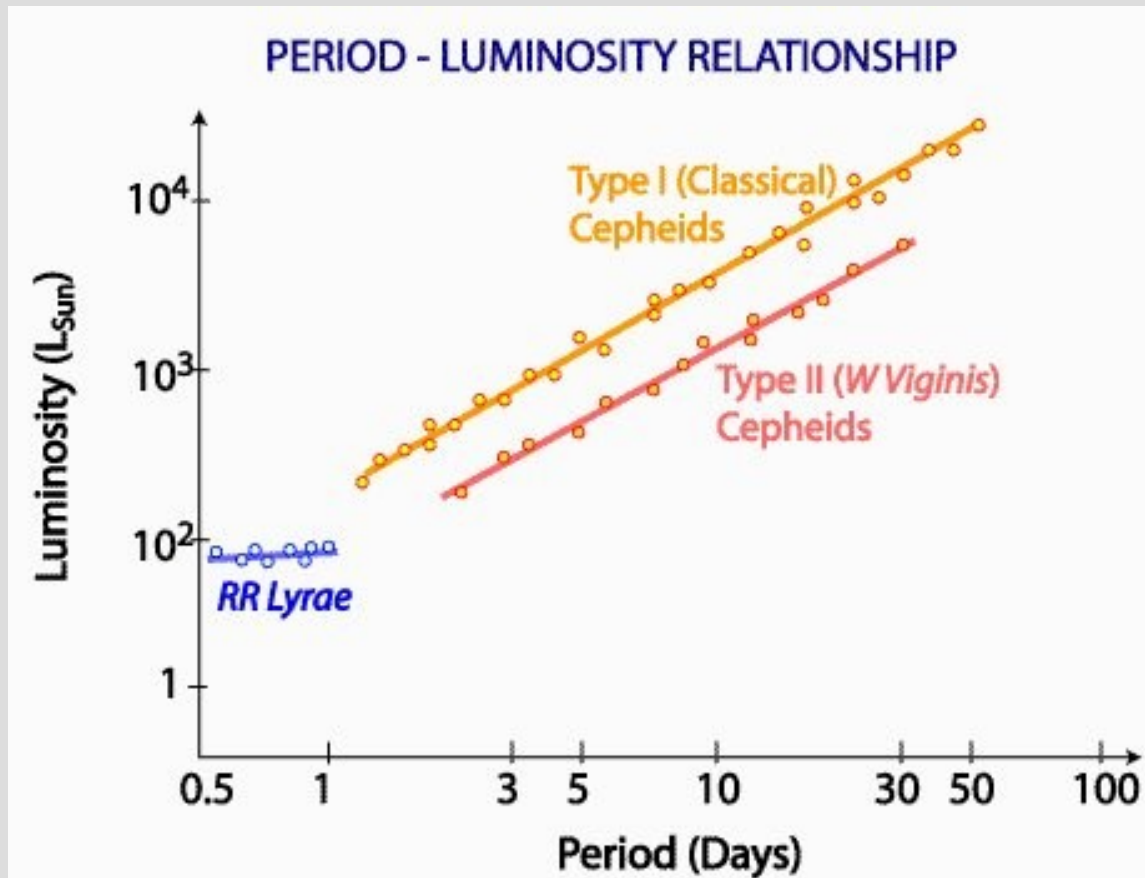
# Processo evolutivo

L'andamento quadratico degli O-C denota un **costante incremento del periodo di pulsazione** (0.36 secondi/anno). Tale variazione è da mettere in relazione al processo evolutivo che sta interessando la stella (Turner 1998).



Le pulsazioni delle Cefeidi infatti sono il risultato della **fase di instabilità** che queste stelle attraversano nel loro percorso evolutivo (fascia di instabilità del diagramma H-R). Il **raggio** delle Cefeidi **aumenta o decresce** in base alla direzione di attraversamento della fascia di instabilità. Un **aumento del raggio** implica una **diminuzione della temperatura superficiale** ed un'**aumento del periodo di pulsazione** (come BB Her).

# Relazione Periodo-Luminosità



Come accennavamo in precedenza, le Cefeidi rappresentano una classe di stelle particolarmente importanti.

Grazie alla relazione Periodo-Luminosità (scoperta da H. Leavitt), vengono utilizzate come **indicatori di distanza**, anche in virtù della loro grande luminosità intrinseca, tale da poter essere osservate in galassie lontane.



# Distanza

Sulla base della relazione *Periodo-Luminosità* possiamo provare a stimare la **distanza** di *BB Her*.

$$M = -2.81 \log (P) - 1.43 = - 3.9$$

*Magnitudine Assoluta.*

$$\text{Distanza} = 10^{(((m-M)-A(\lambda)+5)/5)} \approx 3984 \text{ pc} \approx 12985 \text{ a.l.}$$

*m=10.11 (valore medio luminosità catalogo GCVS)*

*A(λ)=1 Assorbimento Interstellare nella banda V.*

*Per confronto, il valore di parallasse osservato da Hipparcos è di 0.29 mas. Da cui si ricava una distanza  $1/0.00029 \approx 3450 \text{ pc}$  (11241 a.l.). I due valori ottenuti sono abbastanza confrontabili tra di loro (circa 16% di differenza) e ci danno un'idea concreta della distanza della stella.*

# Conclusioni

*L'analisi delle frequenze ci ha permesso di determinare il periodo principale di pulsazione di: **7.509853 ± 0.021330** giorni (Peranso - filtro V) e la sua prima armonica, responsabile della **gobba** nella fase discendente della curva di luce.*

*Il valore O-C, ottenuto dalle nostre osservazioni, conferma l'**andamento quadratico** degli O-C pubblicati in letteratura e quindi il **progressivo aumento** del periodo di pulsazione.*

*Tale incremento denota che è in atto un processo evolutivo di espansione degli stati esterni della stella che sta attraversando la striscia di instabilità del diagramma H-R (da sinistra verso destra).*

# Qualche riferimento utile

- *Turner, 1998, JAAVSO, 101, 111*
- *Szabados, L 1980, Commun. Konkoly Obs, Hung. Acad, Sci., Budapest, No.76*
- *GCSV Catalogue ([www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/gcvs](http://www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/gcvs))*
  
- *SkyLive ([www.skylive.it](http://www.skylive.it))*
- *Sezione Stelle Variabili UAI (<http://stellevariabili.uai.it>)*
- *Vademecum per usare skylive per fotometria di BB Her*  
*(<http://stellevariabili.uai.it/images/archive/7/72/20090709083218!VADEMECUM.pdf>)*
- *PERANSO ([www.peranso.com](http://www.peranso.com))*
- *Period04 (<http://www.univie.ac.at/tops/Period04>)*
- *MaximDL ([www.cyanogen.com](http://www.cyanogen.com))*

# Domande

