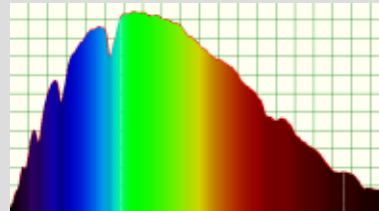


Workshop - Elementi di Spettroscopia amatoriale



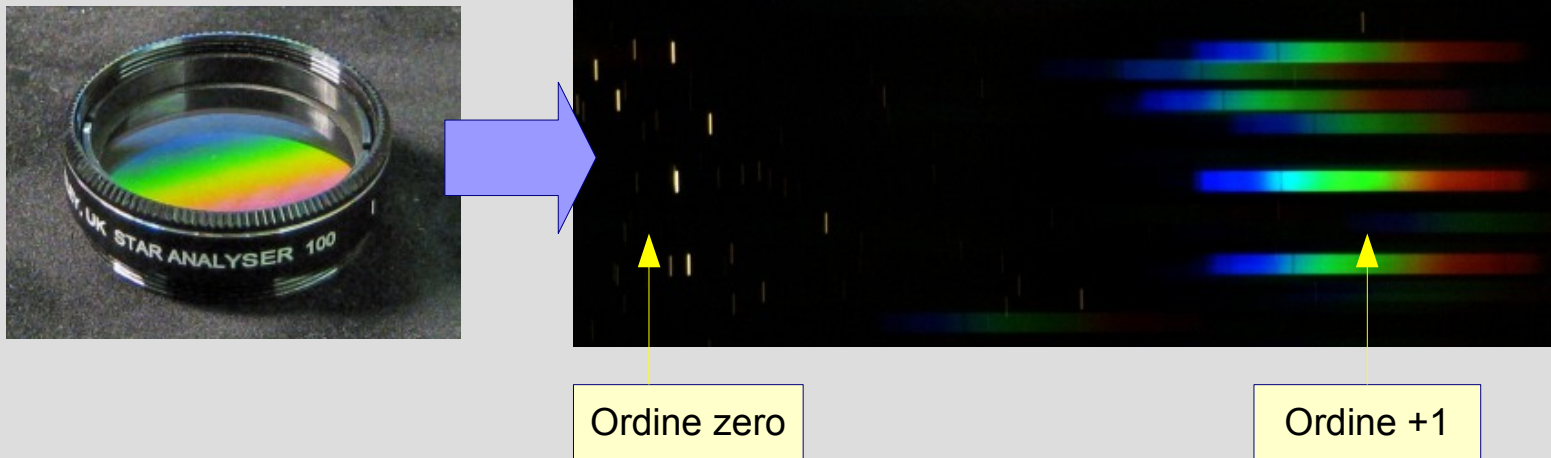
22° Convegno Nazionale del GAD
Ravenna, 11-12 ottobre 2014



- **Lorenzo Franco**
A81 Balzaretto Observatory, Rome

Spettroscopia (introduzione)

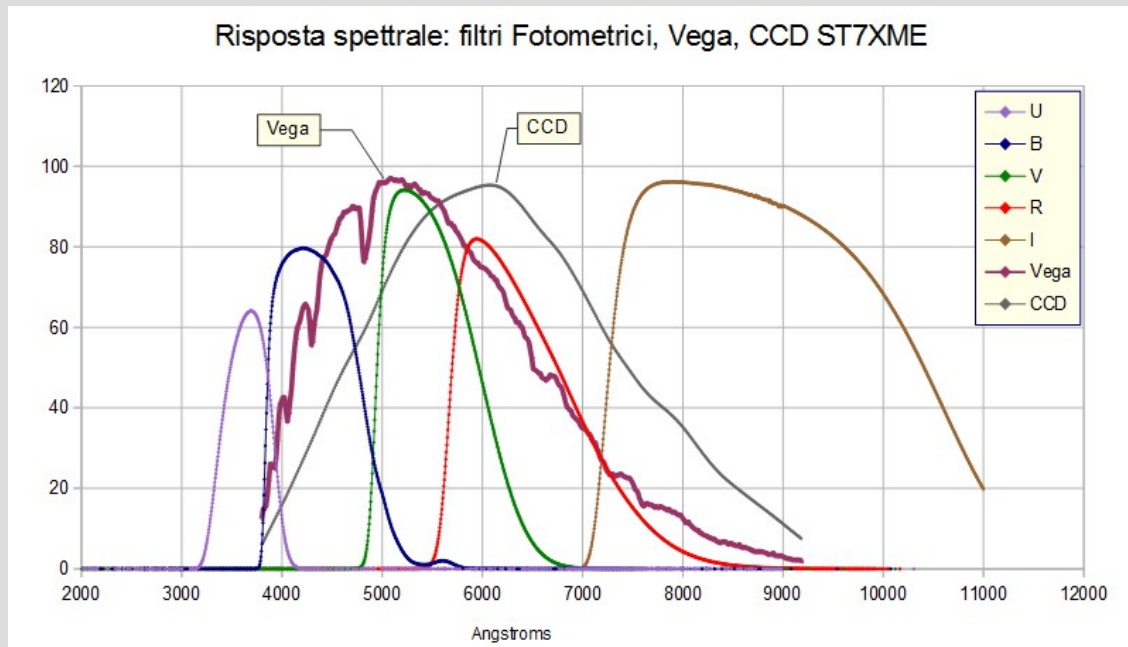
La spettroscopia, fino a non molti anni fa, richiedeva una strumentazione piuttosto complessa e costosa. Oggi attraverso l'uso di un semplice reticolo di diffrazione (Star Analyser) possiamo entrare nel mondo della spettroscopia a bassa risoluzione in modo semplice, immediato e poco costoso.



Il reticolo va anteposto alla camera di ripresa e genera sul sensore CCD l'immagine della stella e del suo spettro (distribuzione di luminosità nei vari colori, dall'indico al rosso scuro).

Spettroscopia a bassa risoluzione

La spettroscopia a bassa risoluzione può essere interpretata come il naturale complemento della fotometria, poiché permette di analizzare la distribuzione del flusso luminoso nei vari colori, in analogia all'uso dei filtri fotometrici.



Rappresenta inoltre un formidabile strumento didattico che ci permette di ripercorrere le principali tappe dell'astrofisica stellare del '900, come la classificazione MK (Morgan e Keenan)

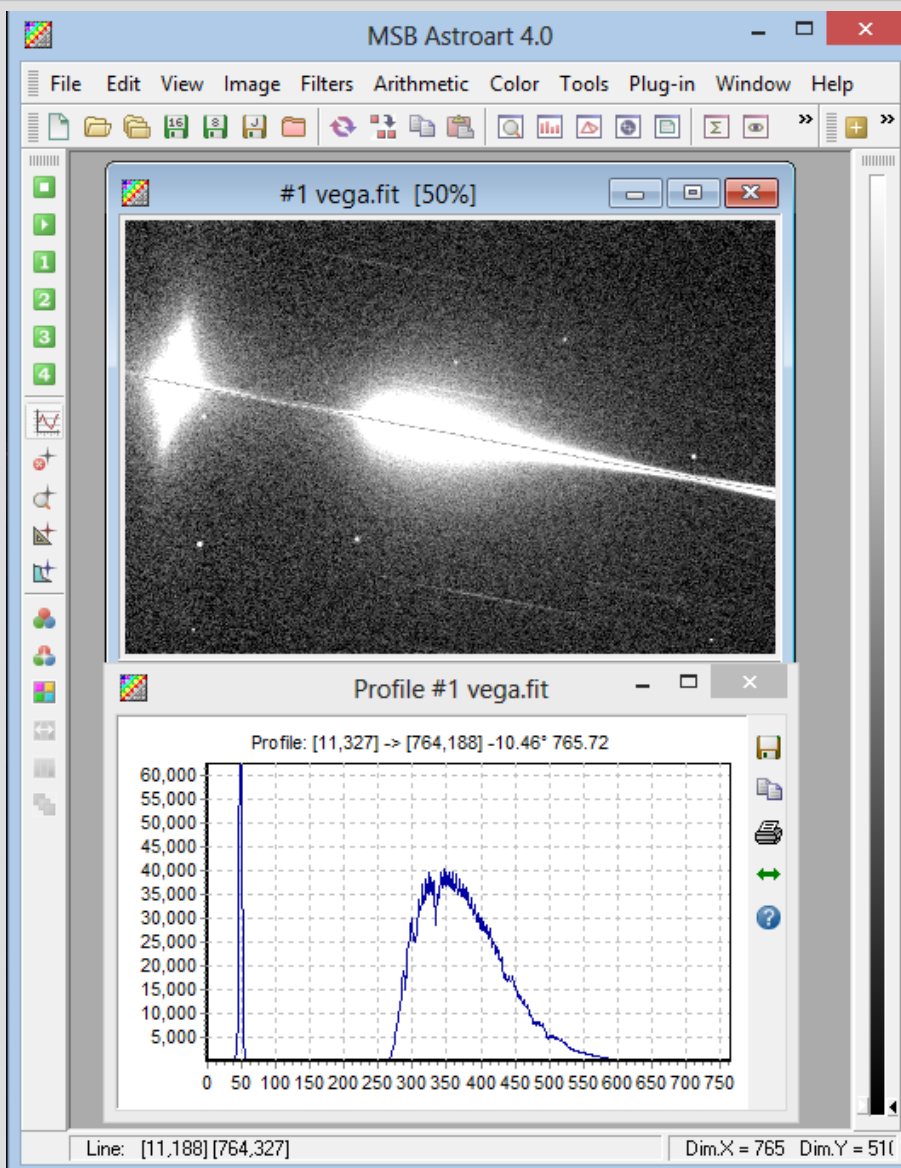


Acquisizione di uno spettro con StarAnalyser

Per riprendere lo spettro di una stella non dobbiamo far altro che puntare una stella luminosa (es: Vega) ed acquisire una sequenza di immagini, avendo cura di non superare i limiti di saturazione del proprio sensore CCD.

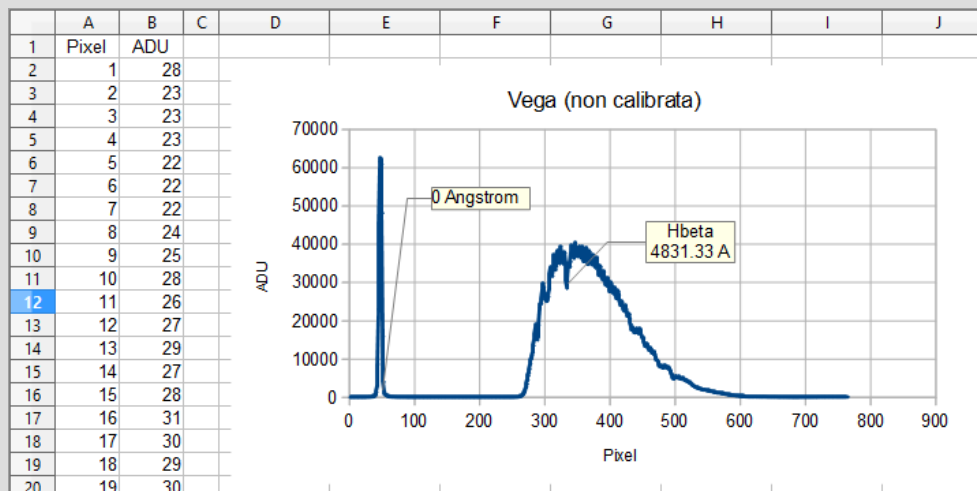
L'immagine mostra la schermata di Astroart subito dopo aver acquisito l'immagine ed averne ottenuto il profilo.

I frame acquisiti vanno pre-trattati con dark e flat frame e mediati, in particolare se si tratta di oggetti poco luminosi per i quali i tempi di esposizione sono particolarmente lunghi.



La calibrazione dello spettro (tramite un foglio di calcolo)

Il profilo spettrale acquisito contiene la distribuzione delle intensità luminose (ADU) rispetto ai pixel, ma non è calibrato rispetto alle lunghezze d'onda (colori).



Per calibrare lo spettro nelle lunghezze d'onda è sufficiente un foglio di calcolo con cui trovare la relazione lineare $f(x)=mx+q$ che lega i pixel alle lunghezze d'onda.

Per farlo abbiamo bisogno di identificare due punti di riferimento caratteristici dello spettro. Nel nostro caso la posizione della stella (ordine 0) e la riga $H\beta$ a 4861.33 Å.

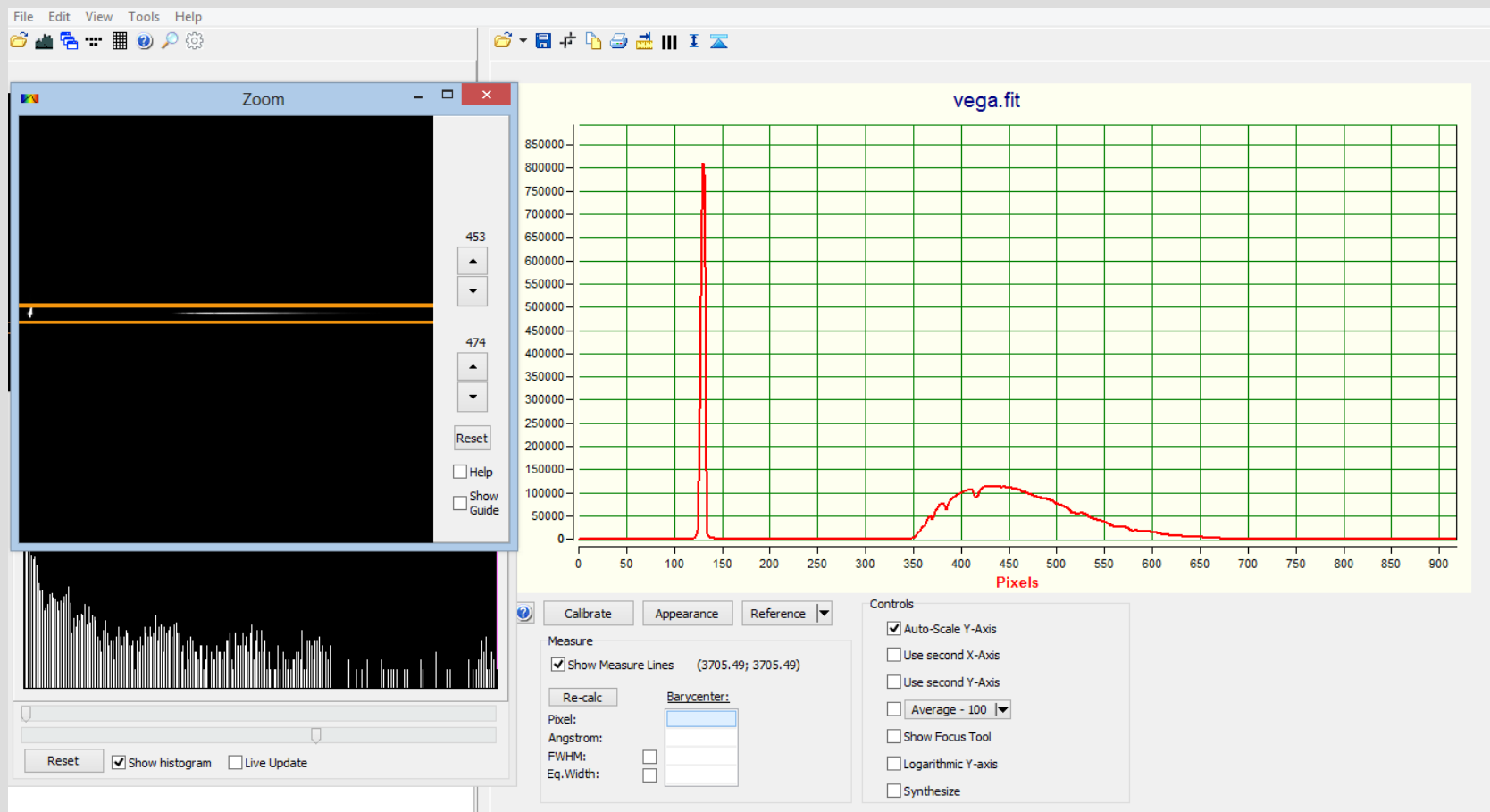
Lo spettro a bassa risoluzione, acquisito con StarAnalyser, si distribuisce linearmente sui pixel.

Per la calibrazione dello spettro è preferibile usare stelle di tipo A0V (come Vega).

Esempio (1)

La calibrazione dello spettro (tramite RSpec)

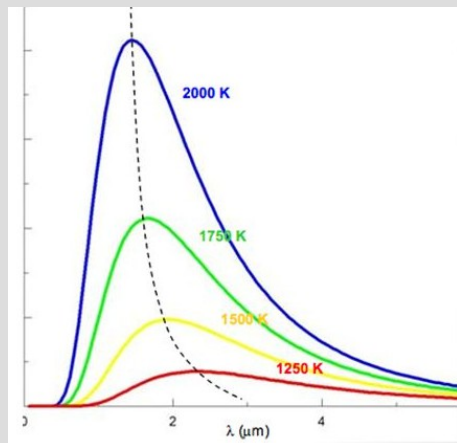
Possiamo ottenere più velocemente e facilmente lo stesso risultato con RSpec.



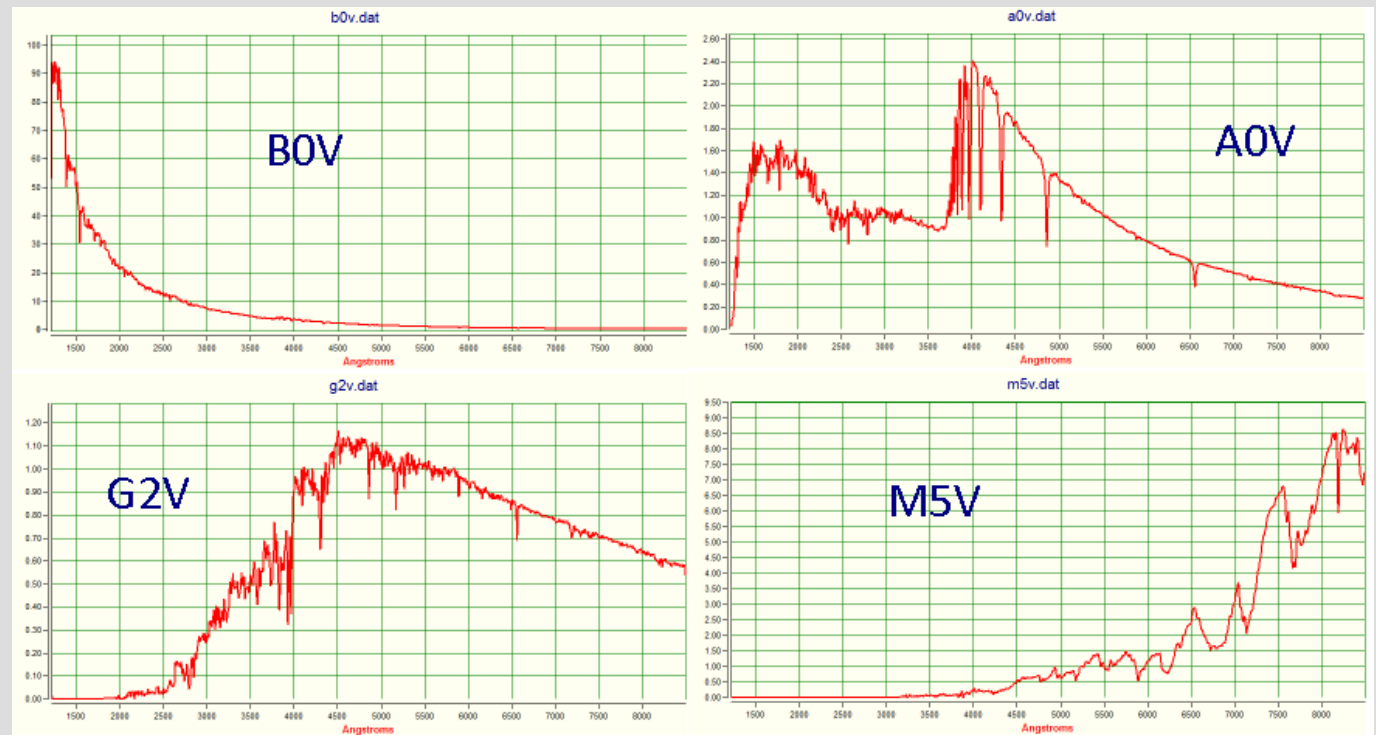
Esempio (2)

Alcuni tipo spettrali

I profili spettrali delle stelle, e le loro caratteristiche, cambiano enormemente da stella a stella sulla base della temperatura superficiale, da quelle più calde a quelle più fredde, approssimando l'andamento caratteristico dell'emissione di un corpo nero (legge di Planck).



Legge di Wien.
Il picco di emissione si sposta in base alla temperatura del corpo.



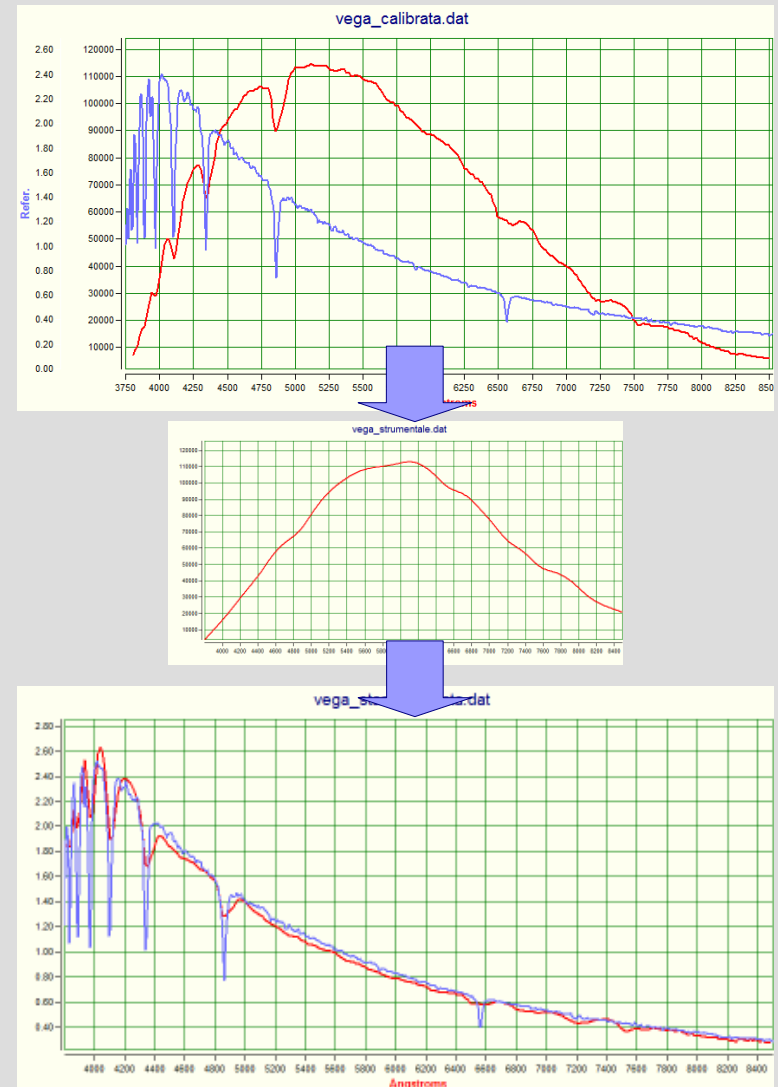
Correzione per la risposta strumentale

Lo spettro acquisito e calibrato nelle lunghezze d'onda della luce (colori) mostra un profilo diverso da quello di riferimento (es: Vega). Questo effetto dipende dalla curva di sensibilità del proprio CCD, poco sensibile alle parti estreme dello spettro visibile.

Compensando per la curva di sensibilità strumentale (efficienza quantica) del sensore CCD.

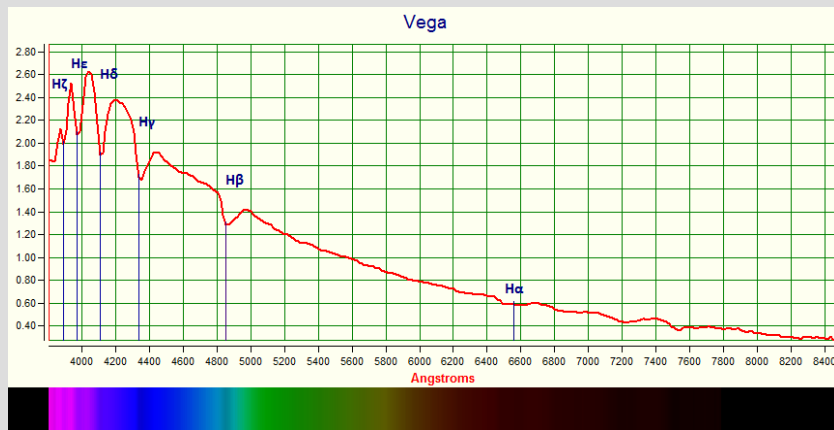
... riusciremo a correggere questo effetto, ottenendo uno spettro con un profilo indipendente dalla strumentazione adottata.

Esempio (3)

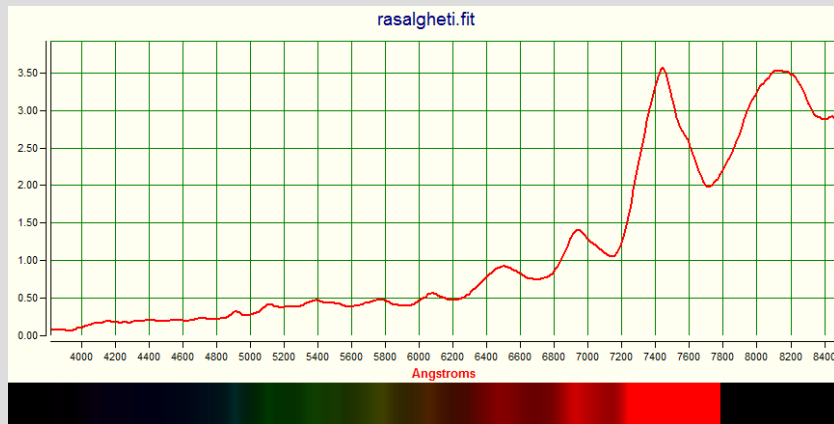


Alcuni spettri stellari

Facciamo adesso una carrellata degli spettri stellari ottenuti con il reticolo di diffrazione StarAnalyser.

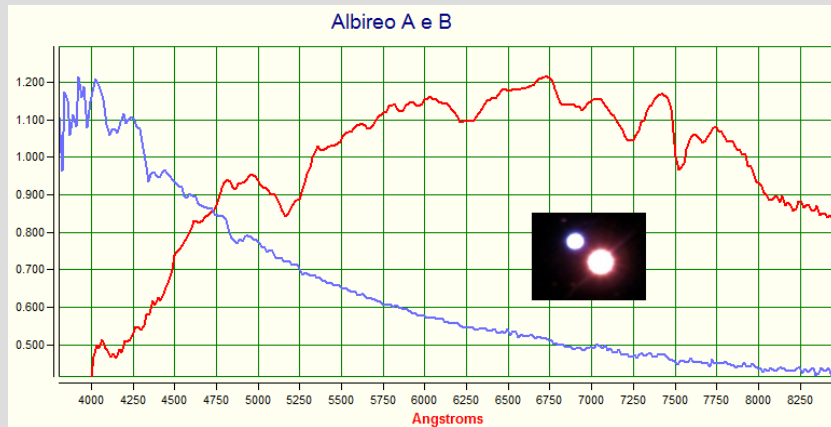


Vega (α Lyrae) è una stella di classe spettrale A0V che si trova ad una distanza di circa 25 a.l. Mostra uno spettro caratterizzato dalle righe di assorbimento della sequenza di Balmer. Stelle di questo tipo sono utili per la calibrazione.

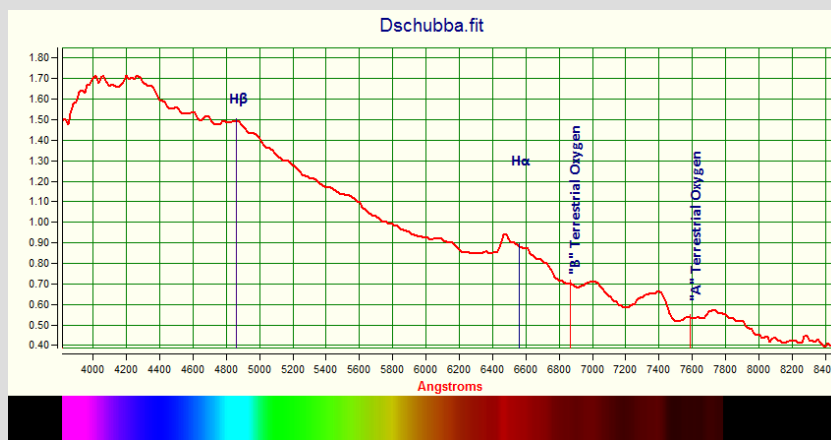


Rasalgethi (α Herculis) è una supergigante rossa di classe spettrale M5II, mostra uno spettro dove sono evidenti delle grosse bande di assorbimento molecolare TiO (Ossido di Titanio).

Alcuni spettri stellari

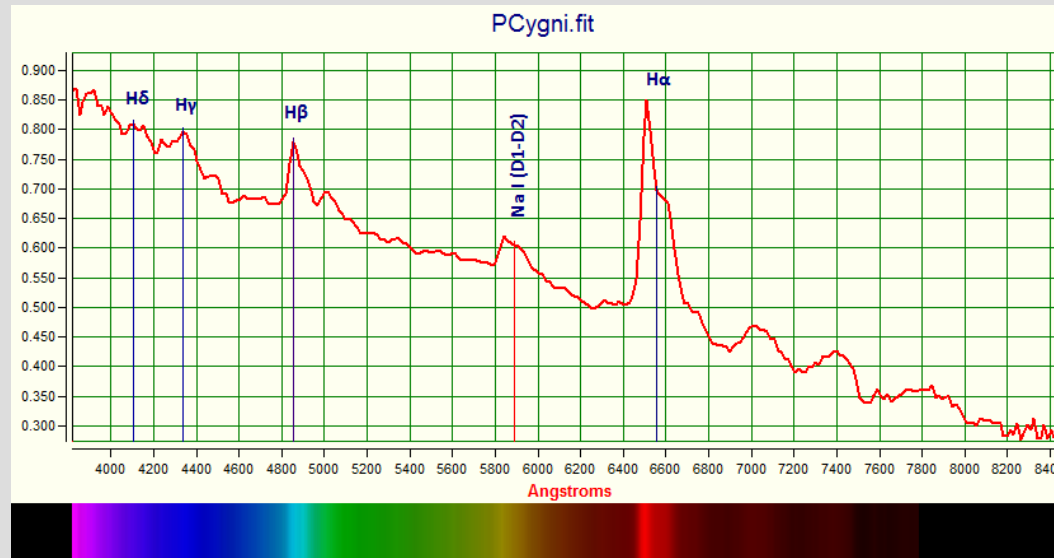


Il sistema doppio *Albireo* (β Cygni) è composto da una gigante arancione più luminosa e meno calda di classe spettrale K3 II e da una stella, meno luminosa e più calda, di colore bianco azzurro e di classe spettrale B8V.



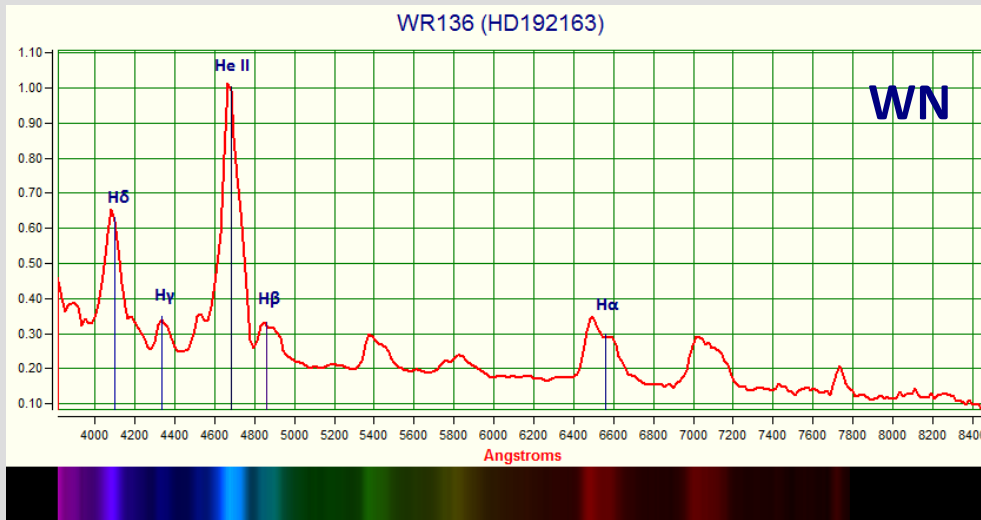
Dschubba (δ Scorpii) è un sistema multiplo con la principale di classe spettrale B0.3IV. Il suo spettro presenta delle righe di emissione dovute ad un disco che circonda la stella in rapida rotazione (Be Star).

Alcuni spettri stellari

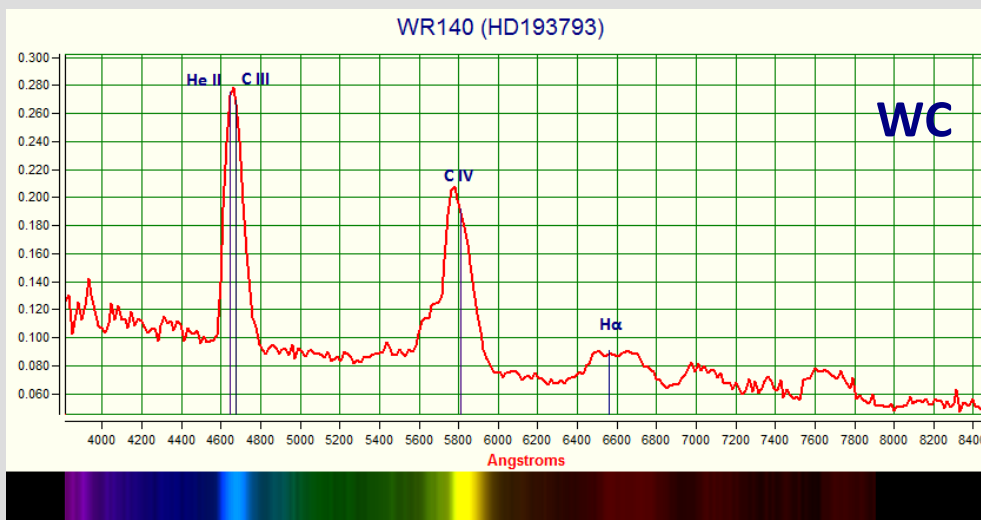


La stella *PCygni* è una luminosa ipergigante **stella blu** di tipo spettrale B2Ia, conosciuta anche come Nova Cygni 1600. Si trova a circa 6000 a.l. con massa e luminosità rispettivamente di 30 e 38.000 volte quella dal Sole. Il suo spettro è caratterizzato da forti righe di emissione (in particolare la riga H α) dal caratteristico profilo (*PCygni*) che denota un guscio di gas in rapida espansione. Potrebbe diventare una supernova in qualsiasi momento.

Alcuni spettri stellari



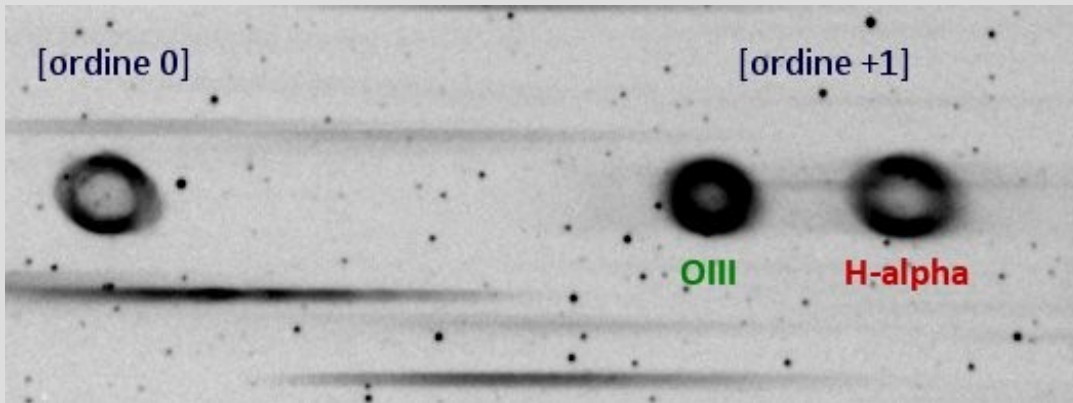
Le stelle di tipo Wolf-Rayet (WR) rappresentano una rara classe spettrale con stelle molto calde e massicce, caratterizzate da forti venti stellari (oltre 2.000 km/sec), accompagnati da una notevole perdita di massa. Il loro spettro è caratterizzato da vistose righe di emissione.



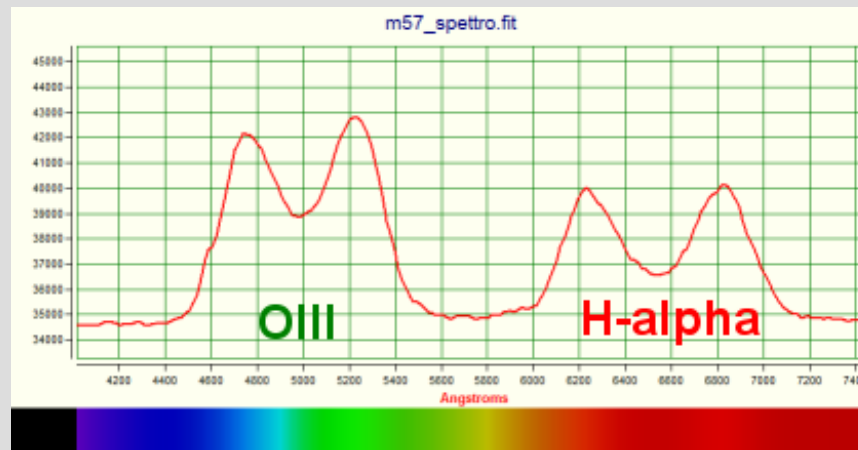
Due tipologie:

- WN (elio e azoto)
- WC (elio e carbonio)

Nebulosa anulare

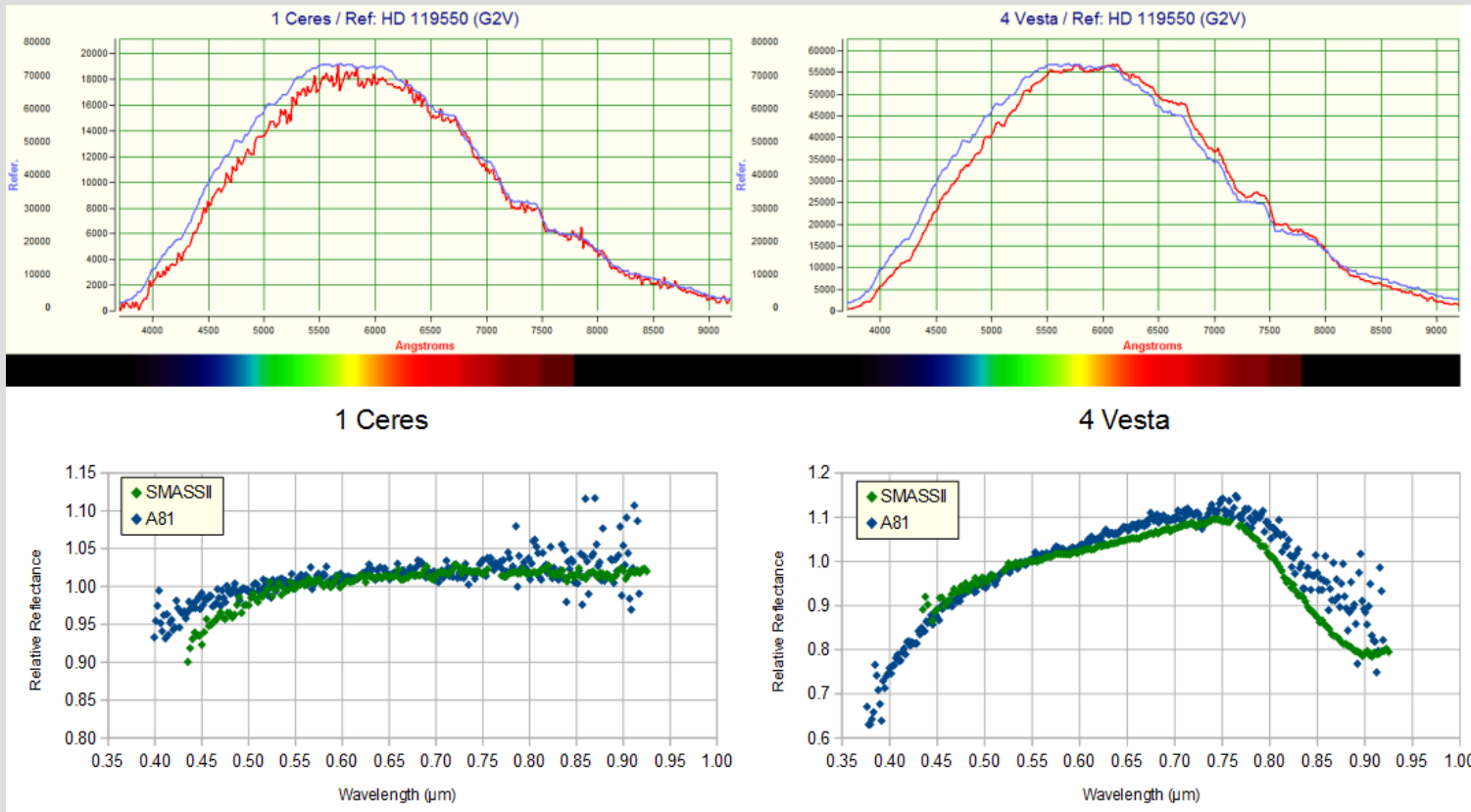


Spettro di emissione della nebulosa anulare M57 nella Lira, ottenuto con StarAnalyser e tre pose da 240 secondi.



Spettri di riflettanza

Gli asteroidi mostrano uno spettro del tutto simile a quello solare, ma con piccole differenze dovute alla tipologia (carbonacei, rocciosi, ...). Queste particolarità sono messe in risalto dallo spettro di riflettanza (rapporto tra lo spettro dell'asteroide e quello di tipo solare G2V).

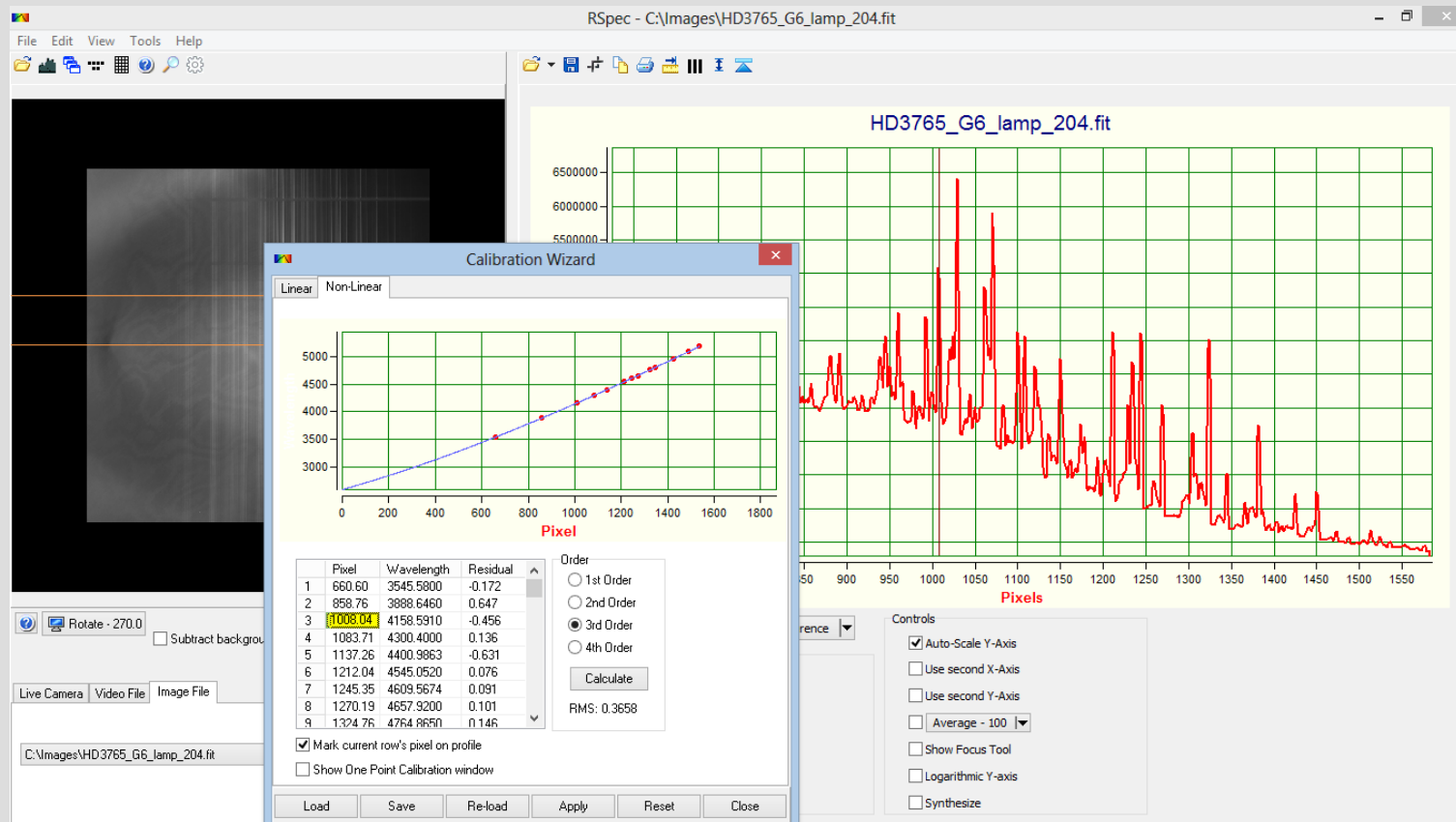


Spettro di Ceres e Vesta (8.3 e 7.0 mag) rapportato con quello di una stella di tipo solare G2V.

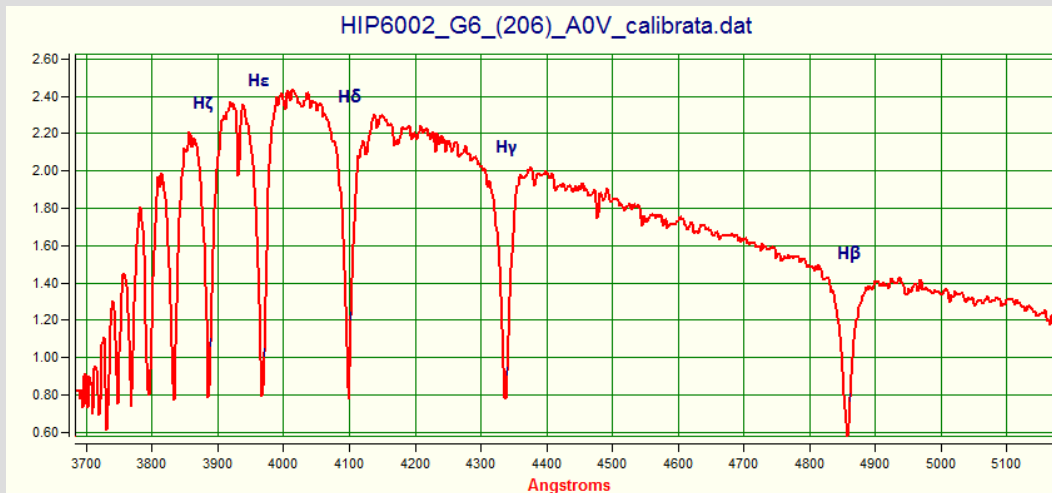
Spettri di riflettanza messi a confronto con quelli SMASS (Small Main-Belt Asteroid Spectroscopic Survey) del 2002.

Spettri ad alta risoluzione

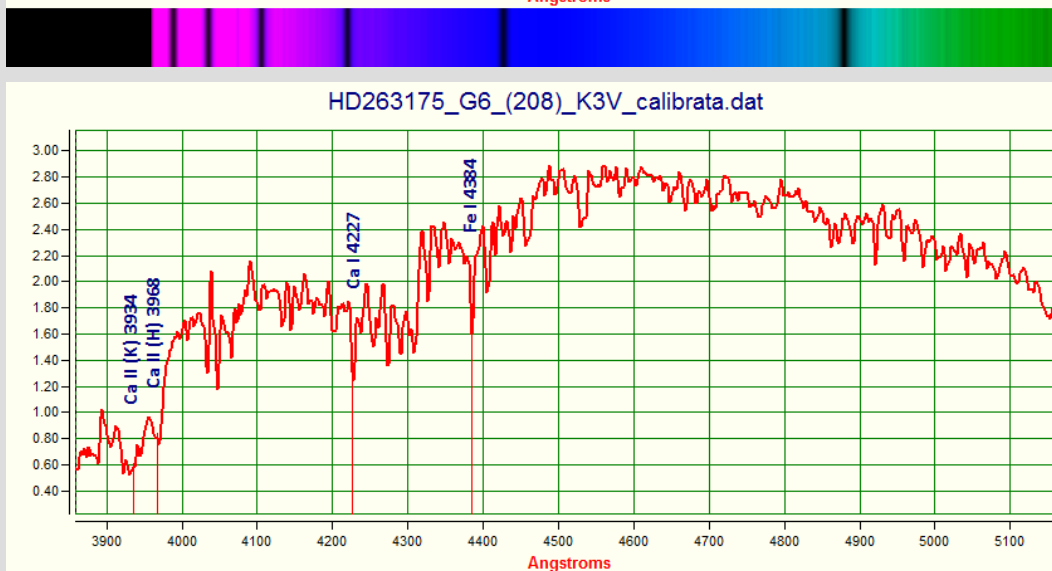
Gli spettri ad alta risoluzione richiedono una calibrazione molto più accurata, basata sulle righe di emissione di un'apposita lampada. La figura mostra la fase di calibrazione dello spettro della lampada.



Spettri ad alta risoluzione



Due esempi di spettri di stelle acquisite a Loiano nel corso della sessione spettroscopia sulla variabile MULac, rispettivamente una stella di tipo A0V ed una di tipo K3V.



La quantità di dettagli e loro visibilità è ben superiore a quella che abbiamo visto prima con gli spettri a bassa risoluzione.

Domande

