Come ridurre gli spettri Star Analyser con BASS Project

Lorenzo Franco (lor_franco@libero.it)

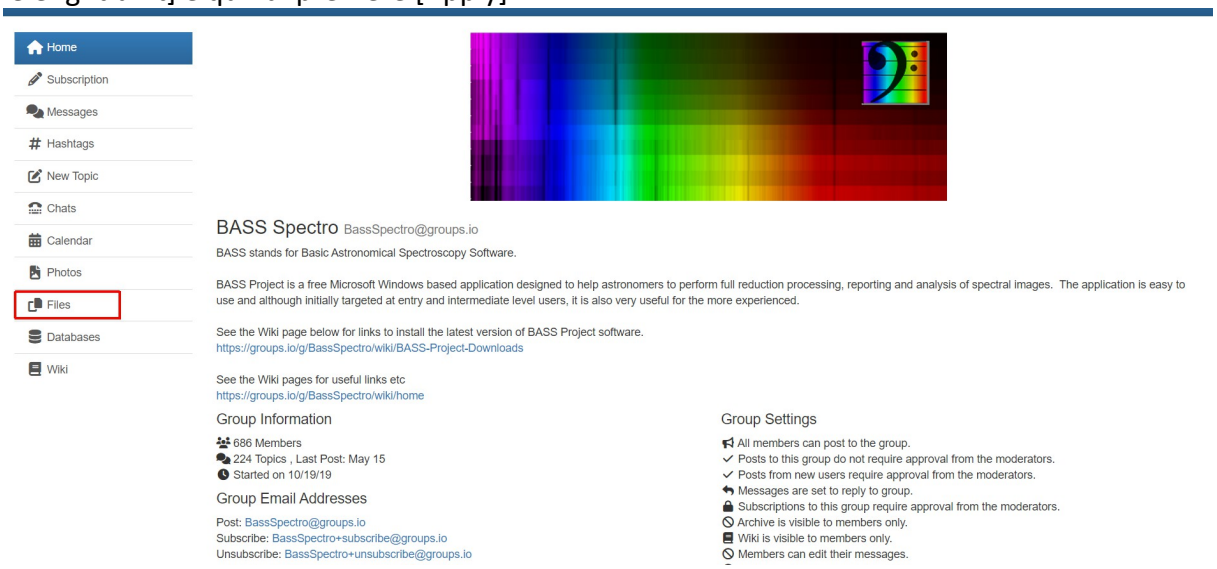
[versione del 30 maggio 2023]

Premessa

Questo breve tutorial si propone di fornire un aiuto agli astrofili che desiderano ridurre gli spettri acquisiti con il reticolo di diffrazione Star Analizer, utilizzando il software gratuito BASS Project. Il tutorial si focalizza sui principali passi operativi seguendo i quali si riesce ad ottenere lo spettro ridotto di una stella. Una minima sessione spettroscopica consiste nell'osservazione del target di interesse e di una stella di riferimento di tipo A0V, collocata vicino al target, che servirà per la calibrazione in lambda e per la correzione per la risposta strumentale. In questo tutorial è stata utilizzata la versione 1.9.7 di BASS Project. Per una panoramica generale sulla spettroscopia con Star Analizer si rimanda alla relazione "Spettroscopia con Star Analyser" presentata al gruppo asteroidi UAI il 4 maggio 2023. https://digidownload.libero.it/A81_Observatory/documenti/Spettroscopia_StarAnalyser_(4mag2023).pdf

Operazioni preliminari

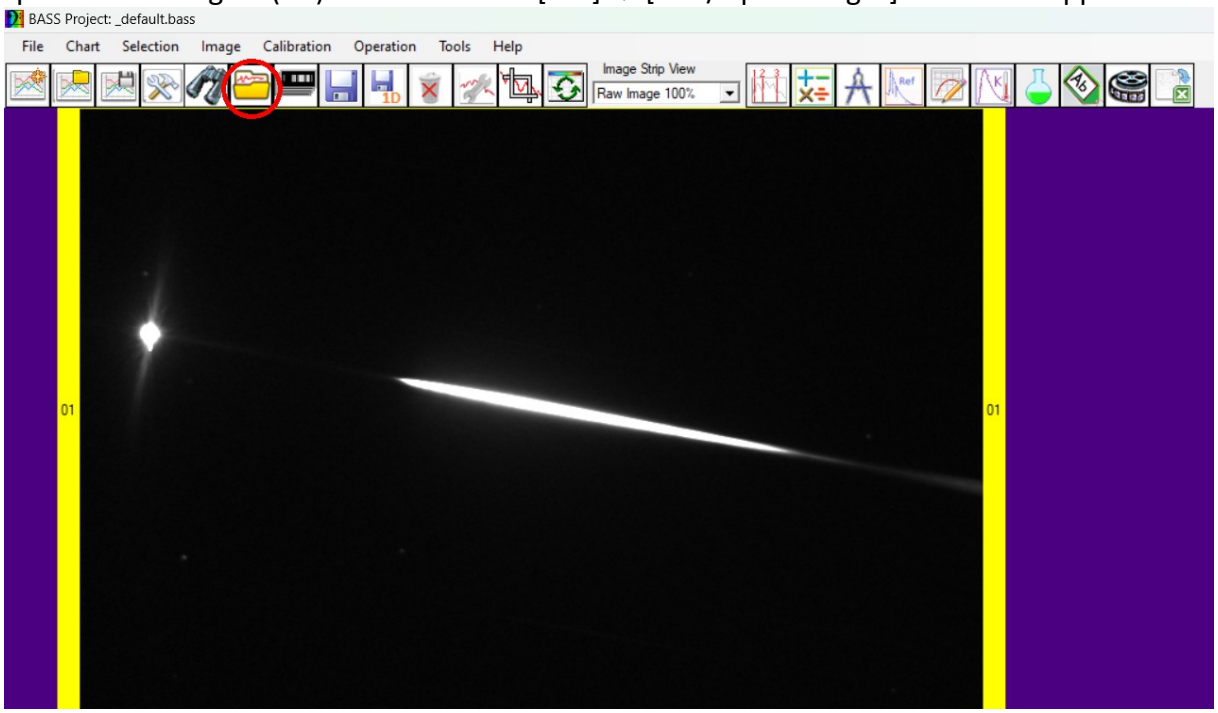
Il software BASS Project può essere scaricato dall'indirizzo https://groups.io/g/BassSpectro → Files. Dopo averlo installato ricordarsi di impostare l'unità di misura in Angstrom per le lunghezze d'onda con la funzione [Chart] → [Project & Chart Settings] → [Advanced], selezionare 'Angstrom' sul menù [Wavelenght unit] e quindi premere [Apply].



Estrazione del profilo spettrale della stella di riferimento

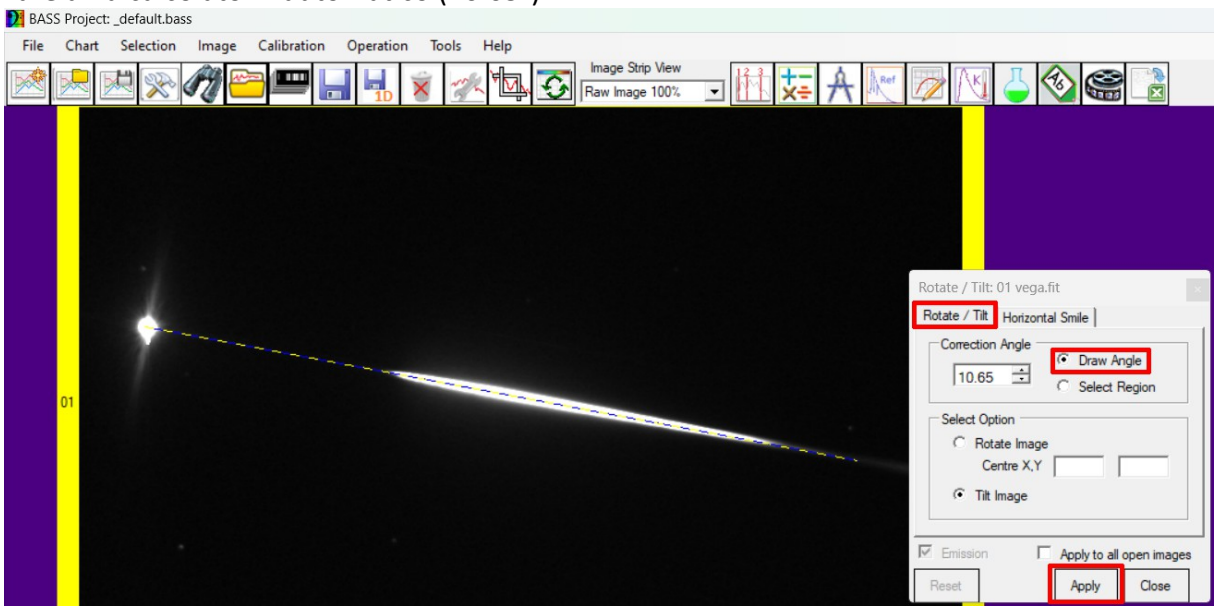
Dopo una sessione osservativa, il primo passo sarà quello di estrarre lo spettro dall'immagine (2D), ottenuta con il telescopio + StarAnalyser + camera ccd/cmos. Per ottenere i migliori risultati si consiglia di acquisire diversi frame di ogni target che andranno poi mediati/sommati, dopo averli pre-trattati con i corrispondenti dark e flat frame, al pari del normale processo di riduzione delle immagini astronomiche.

◊ Importare l'immagine (.fit) con la funzione [File] → [Add/Open Images] o tramite l'apposita icona.

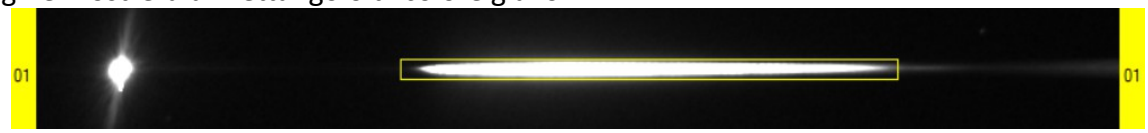


◊ Regolare opportunamente i livelli per evidenziare l'immagine dello spettro con la funzione [Image] → [Black & White Levels].

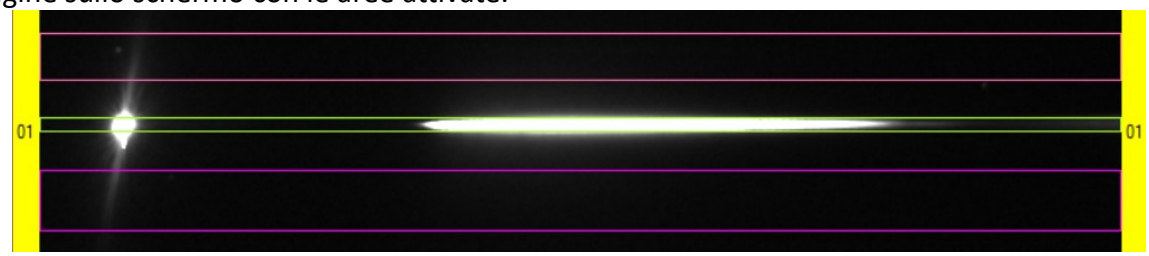
◊ Ruotare lo spettro (se necessario) per renderlo orizzontale, usando la funzione [Image] → [Rotate / Tilt correction]. Selezionare l'opzione "Draw Angle", tracciare una linea partendo dalla stella, tenendo premuto il click sinistro del mouse, e quindi premere [Apply] per compensare la rotazione che il software avrà calcolato in automatico (10.65°).



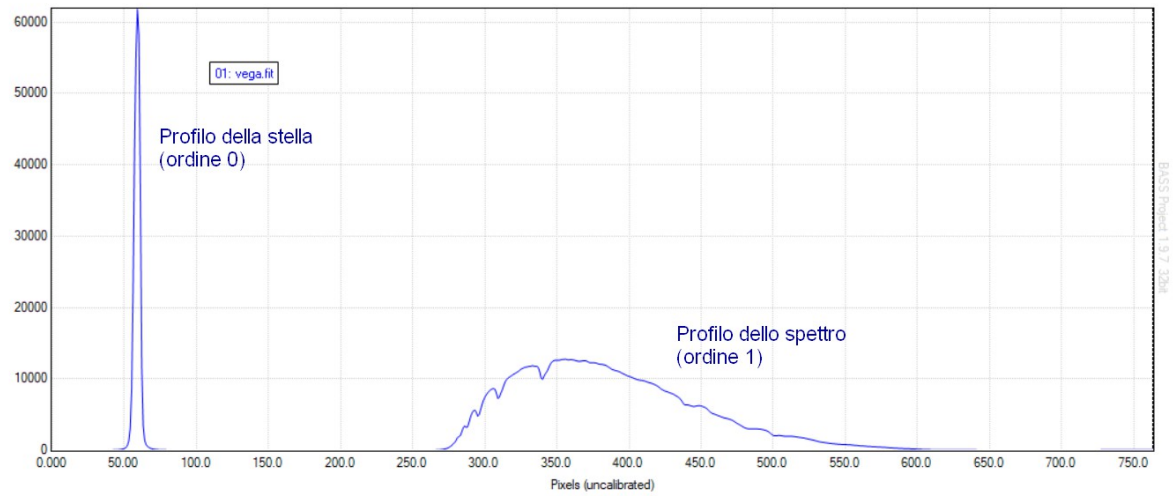
◊ Definire l'area di binning da cui estrarre il profilo spettale, tracciando un rettangolo stretto intorno allo spettro della stella e tenendo premuto il click sinistro del mouse. Una volta rilasciato il mouse, l'immagine mostrerà un rettangolo di colore giallo.



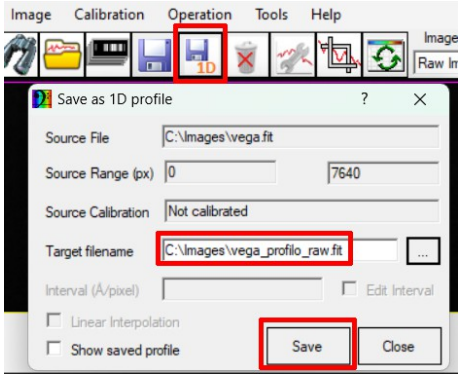
◊ Selezionare la funzione [Selection] → [Set Active Binning Region] per attivare l'area di binning intorno allo spettro. Allo stesso modo selezionare l'area superiore ed inferiore per definire le aree di fondo cielo con le funzioni [Selection] → [Set Subtraction Region 1] e [... Region 2] che serviranno per sottrarre dallo spettro il contributo del fondo cielo. Premere il tasto funzione [F5] per aggiornare l'immagine sullo schermo con le aree attivate.



◊ Nella parte inferiore dello schermo il software riporterà il profilo 1D grezzo estratto dallo spettro. Il grafico riporta sulle ascisse (asse X) i pixel e sulle ordinate (asse Y) i valori ADU corrispondenti. Da notare il profilo a cuspide della stella (ordine 0) ed il relativo spettro (ordine 1), sul quale sono evidenti le lacune in corrispondenza delle righe di assorbimento della serie di Balmer dell'Idrogeno, righe che caratterizzano le stelle di tipo A.



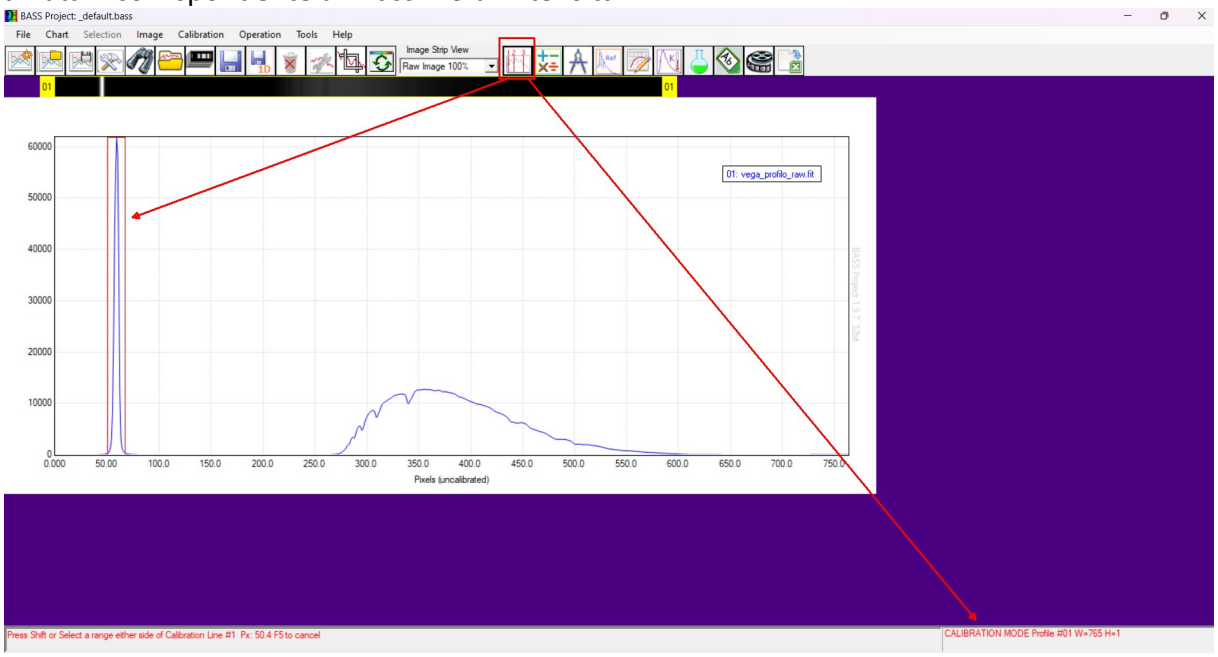
◊ Salvare il profilo grezzo su di un file .fit con la funzione [File] → [Save as 1D Profile] o tramite l'apposita icona.



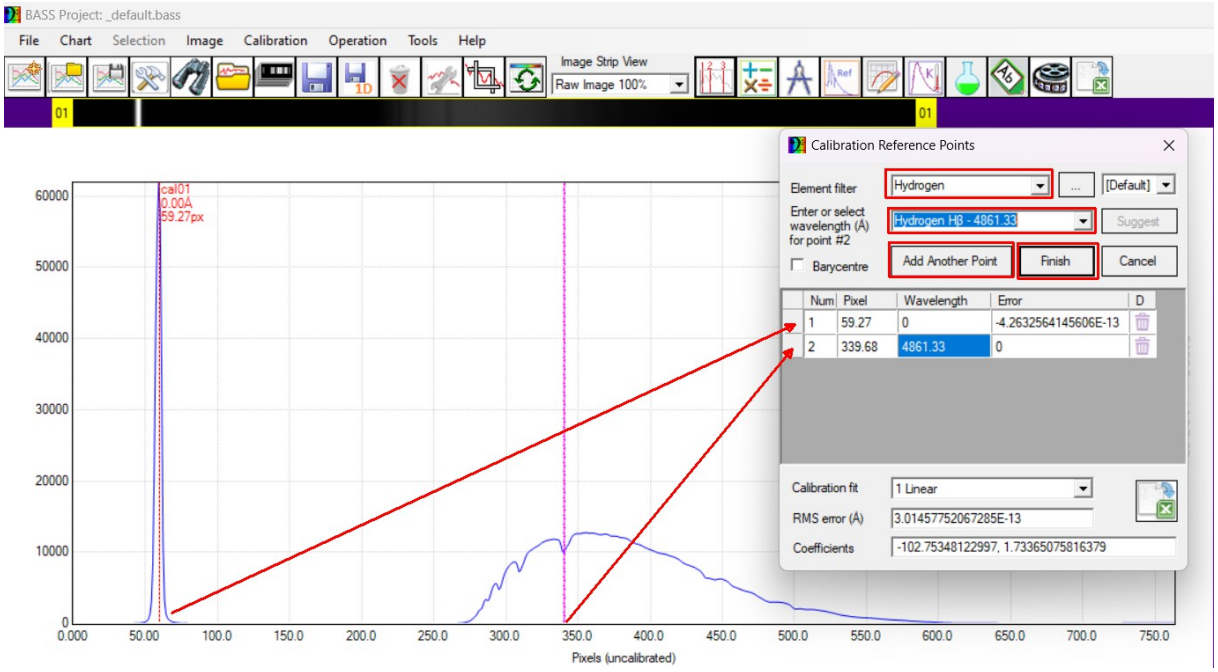
Calibrazione in lambda della stella di riferimento

Per calibrazione in lambda del profilo spettrale si intende la trasformazione della coordinata pixel in Angstrom (lunghezze d'onda). Per farlo occorrerà trovare la relazione lineare che lega i pixel agli Angstrom. La stella (ordine 0) per definizione corrisponde a zero Angstrom. Occorre trovare a quale pixel corrisponderà la riga di assorbimento della riga Hβ a 4861.33 Angstrom. E abbastanza facile individuarla poiché si trova nella parte centrale dello spettro, vicina al picco di sensibilità dei sensori ccd/cmos.

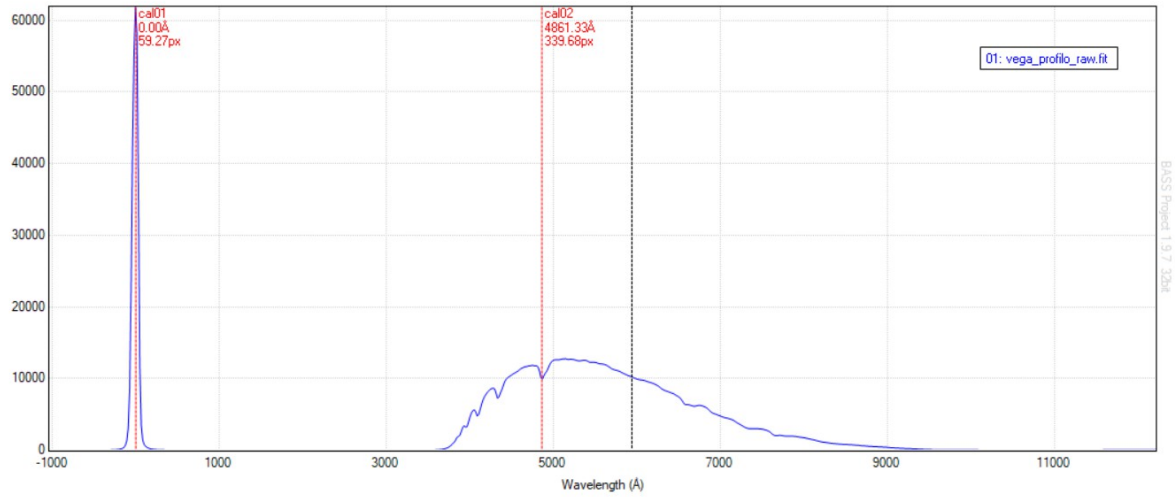
◊ Attivare la funzione [Calibration] → [Create/Edit Calibration] o l'apposita icona per entrare nella modalità "calibration mode, confermata dalla scritte in rosso in fondo al pannello. Selezionare con il mouse l'intervallo intorno al picco della stella (ordine 0) ed automaticamente il software individuerà la coordinata X corrispondente al massimo di intensità.



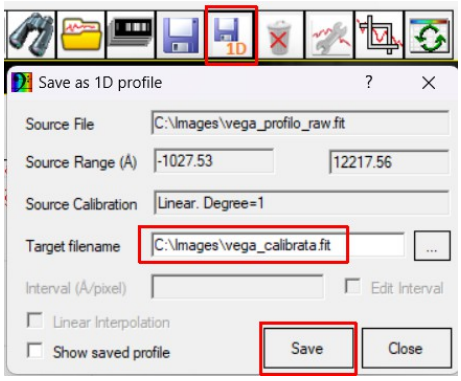
◊ Sulla finestra “Calibration Reference Points” premere il tasto [Add Another Point] e quindi selezionare l'intervallo intorno alla riga Hβ, inserendo opportunamente i dati come in figura. I parametri “Coefficients” sono calcolati automaticamente dal software. Il secondo fattore rappresenta la dispersione espressa in nanometri/pixel ed occorre moltiplicarlo x 10 per ottenere il valore in Angstrom/pixel, nel nostro caso 17.3365075816379. Questo dato sarà da conservare per la successiva fase di calibrazione dello spettro del target. Premere il tasto [Finish] per completare questo passo ed ottenere così lo spettro calibrato in lambda.



◊ Dopo aver premuto [Finish] avremo lo spettro calibrato in lunghezze d'onda e sulle ascisse troveremo le lunghezze d'onda espresse in Angstrom al posto dei pixel.

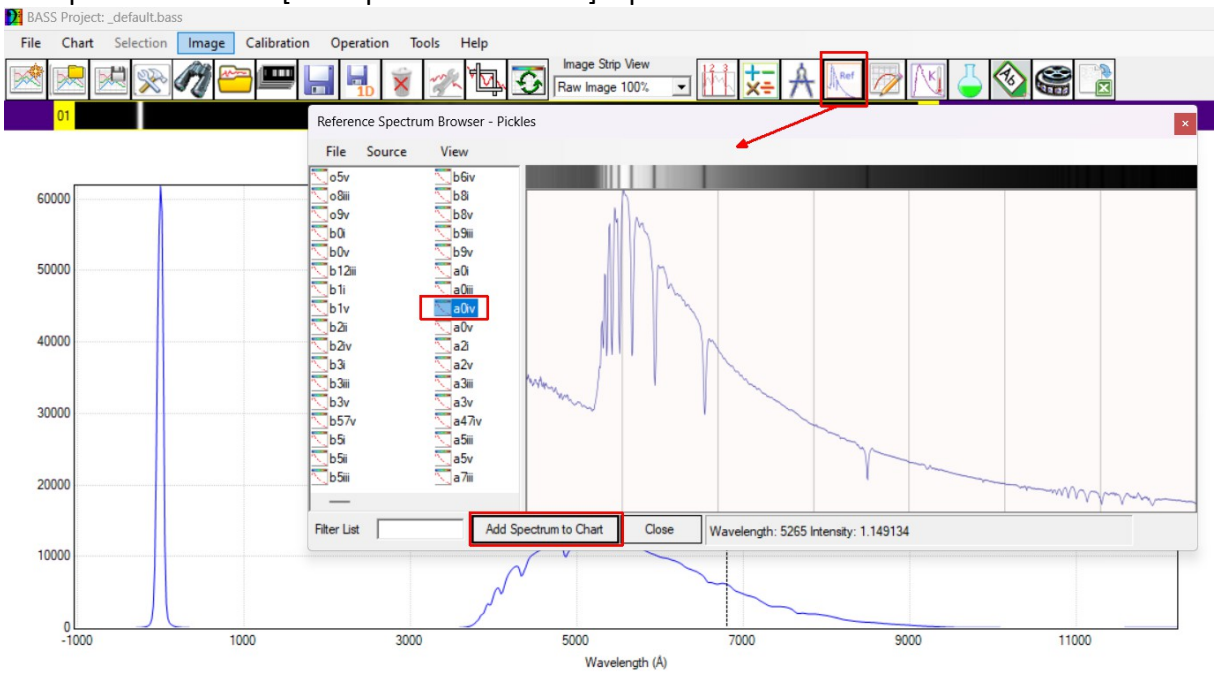


◊ Salvare lo spettro calibrato il lambda con la funzione [File] → [Save as 1D Profile] o tramite l'apposita icona.

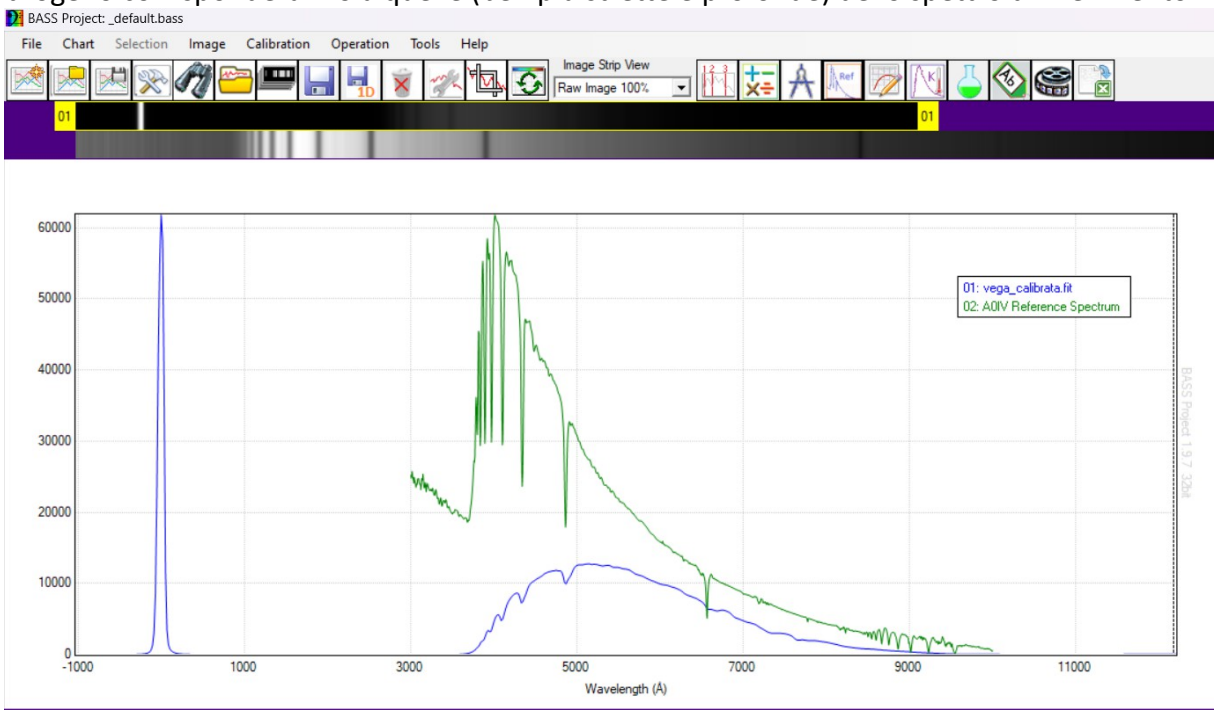


Profilo strumentale

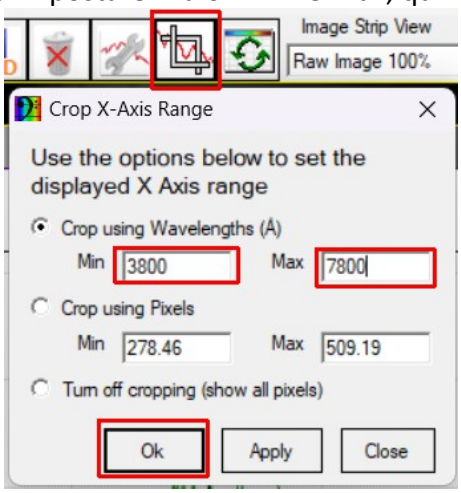
◊ Dopo aver caricato il profilo calibrato in lambda della stella, selezionare la funzione [Tools] → [Reference Spetrum] o l'apposita icona. Selezionare il tipo spettrale della stella di cui si è ripreso lo spettro e premere il tasto [Add Spectrum to Chart] e poi chiudere la finestra.



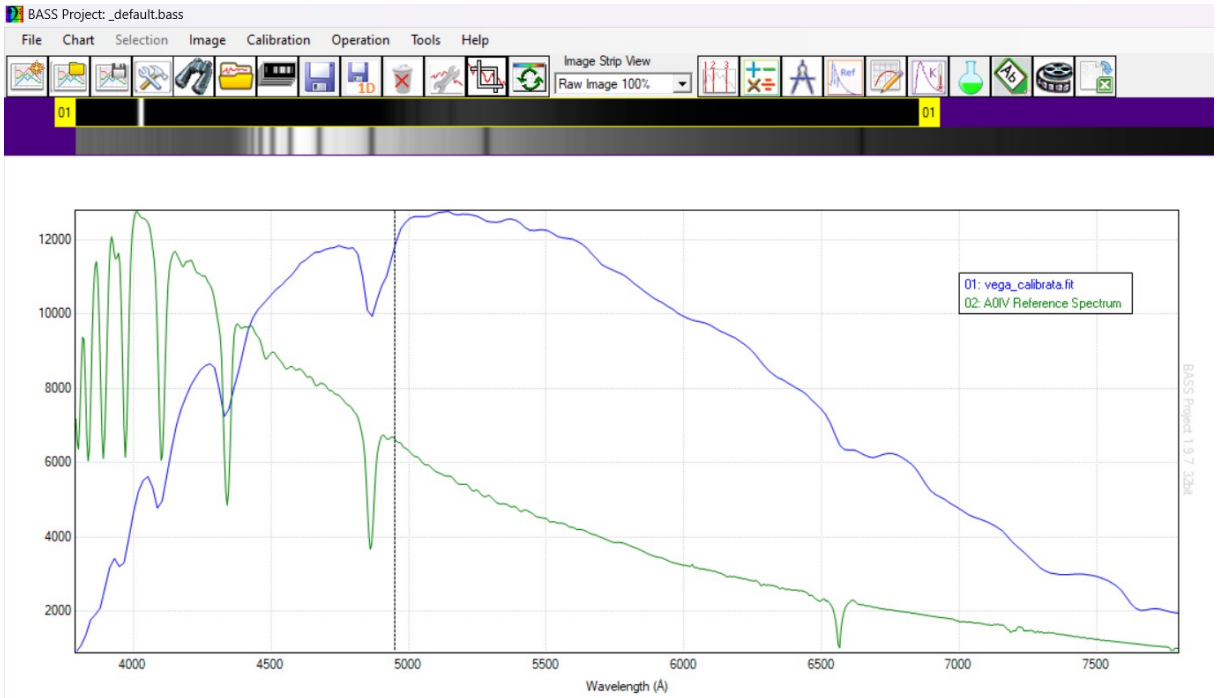
◊ Oltre allo spettro acquisito con Star Analyser, sullo schermo ci sarà anche quello di riferimento di libreria “A0V”. Se la calibrazione in lambda sarà stata fatta correttamente le righe di assorbimento dell'idrogeno corrisponderanno a quelle (ben più strette e profonde) dello spettro di riferimento.



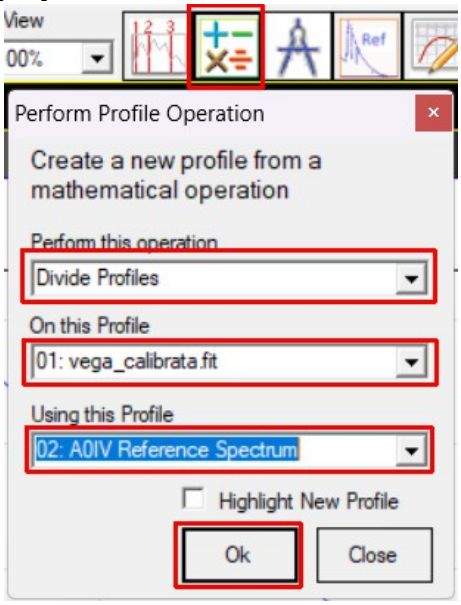
◊ Ritagliare la parte centrale dello spettro tra 3800 e 7800 Angstrom con la funzione [Chart] -> [Crop X-Axis range] o l'apposita icona ed impostare i valori Min e Max, quindi [Ok].



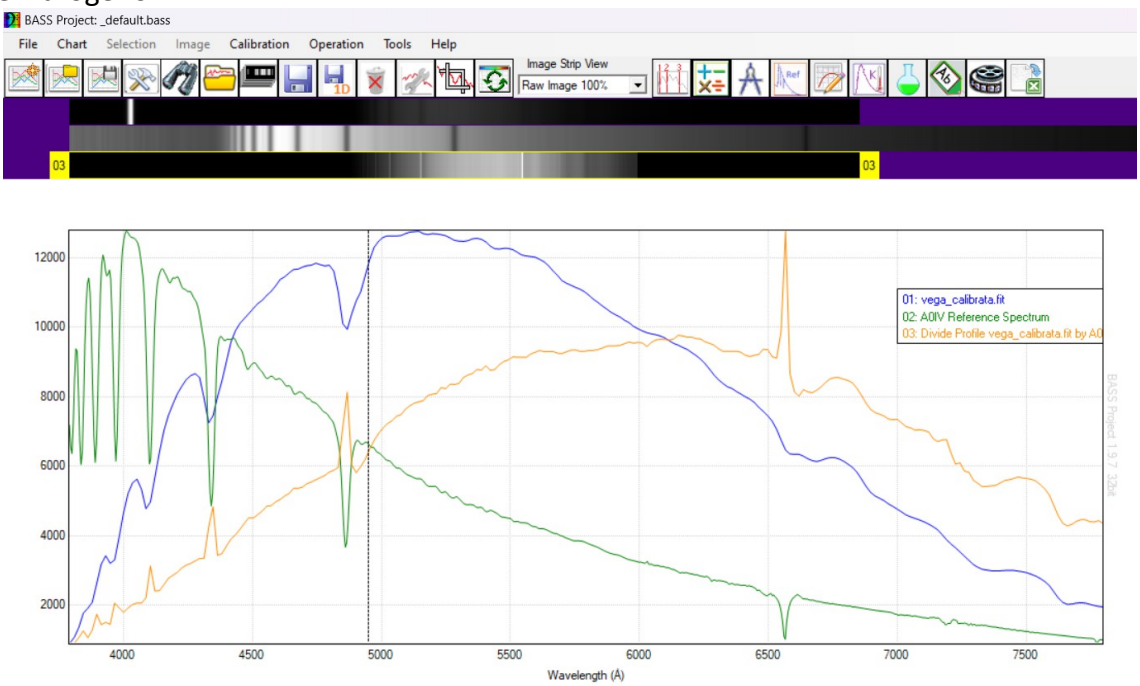
◊ Sul grafico si vedrà solo la parte centrale dello spettro corrispondente alla finestra della luce visibile.



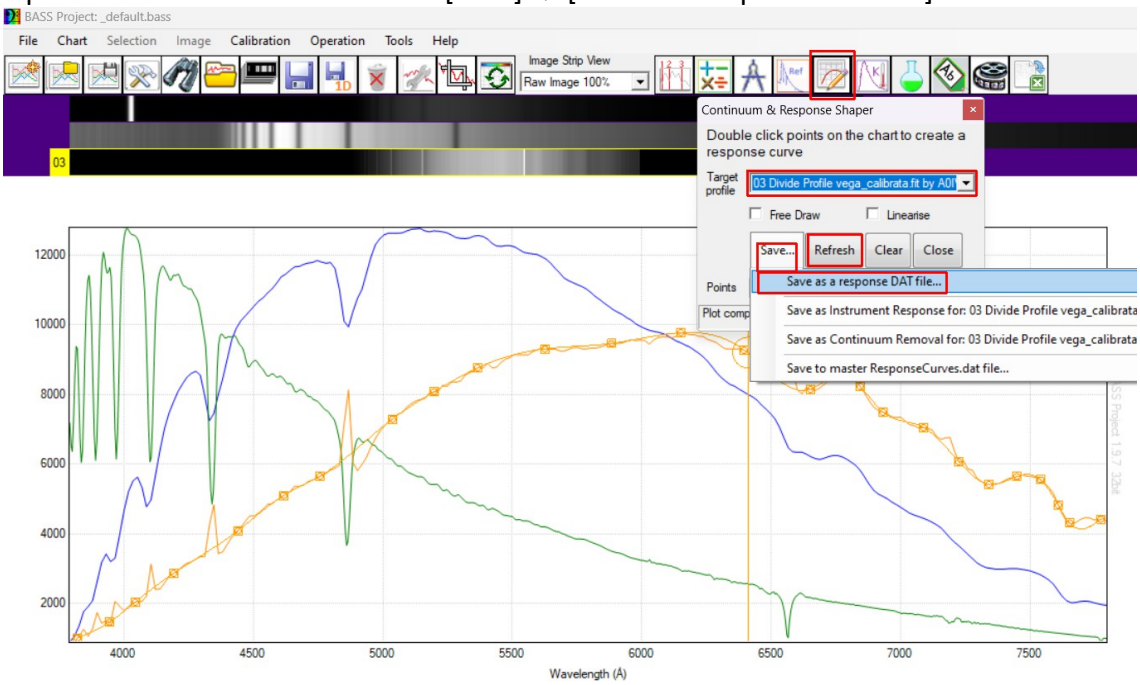
◊ Selezionare la funzione [Operation] → [Divide one profile by another] o l'apposita icona, impostare l'operazione di divisione, il profilo dello spettro calibrato acquisito con Star Analyser ed infine il profilo di riferimento di libreria e quindi [Ok].



◊ Si ottiene il profilo strumentale (profilo 03) con tutta una serie di picchi in corrispondenza delle righe dell'idrogeno.

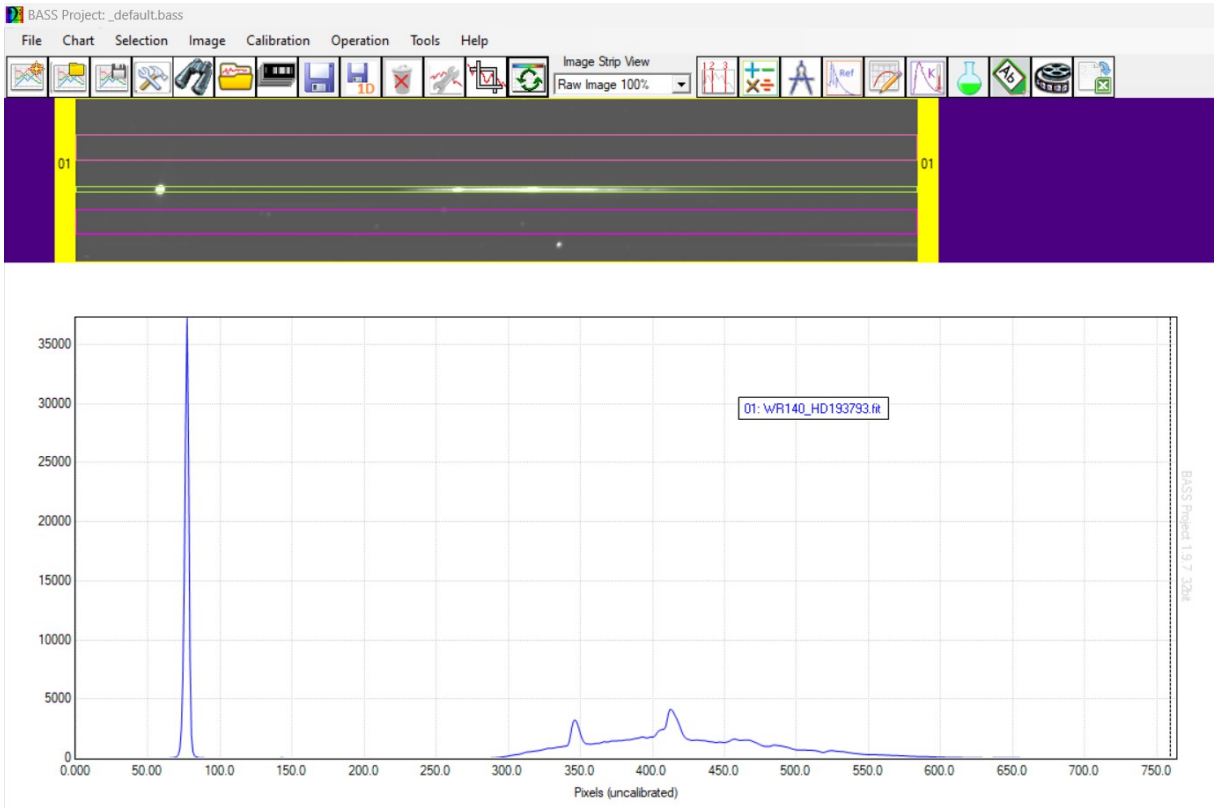


◊ Rimuovere gli artefatti e smussare il profilo con la funzione [Tools] → [Continuum Shaper] o l'apposita icona. Selezionare (con doppio click) i vari punti della curva della risposta strumentale saltando i picchi e seguendo l'andamento generale della curva. Al termine premere il tasto [Refresh] e salvare il profilo ottenuto con la funzione [Save] → [Save as a response DAT file].



Estrazione del profilo spettrale del target

◊ Anche per il target (in questo caso la stella Wolf-Rayet WR140 - HD193793) si procede con l'estrazione del profilo spettrale, come si è visto nella precedente sezione relativa alla stella di riferimento.

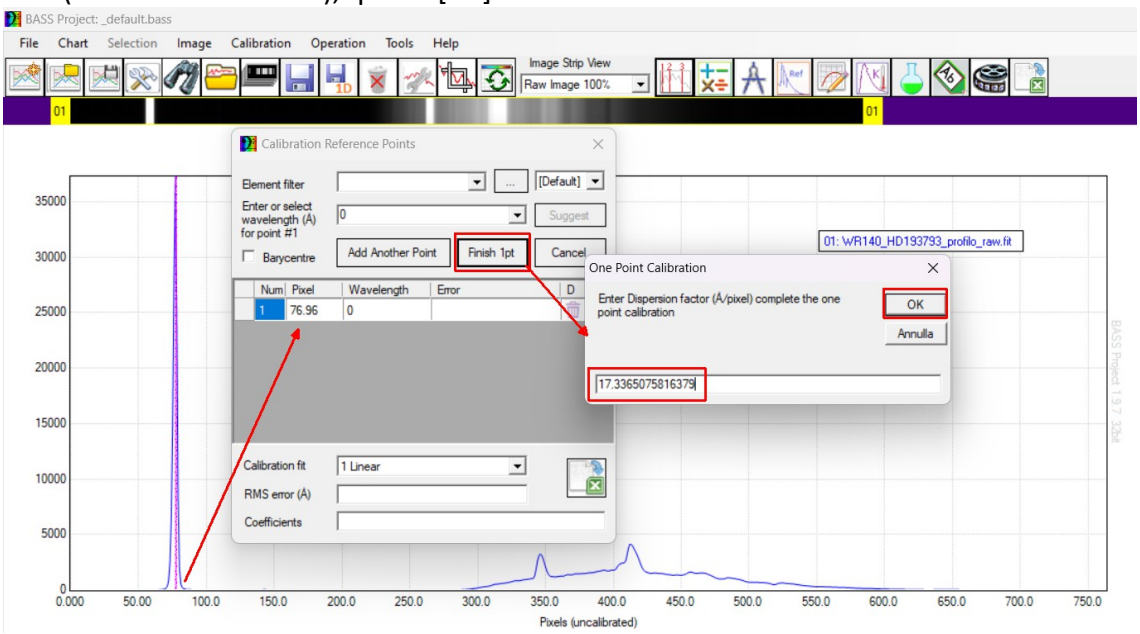


◊ Salvare il profilo [1D] NON calibrato in lambda ('WR140_HD193793_profilo_raw.fit').

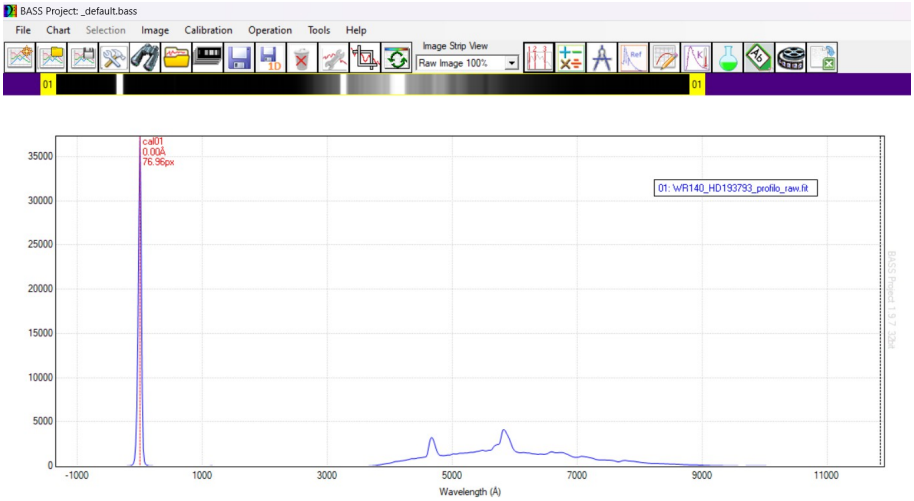
Calibrazione in lambda del target

Per calibrare il target occorrerà usare il fattore di dispersione trovato dalla calibrazione del profilo della stella di riferimento di tipo A.

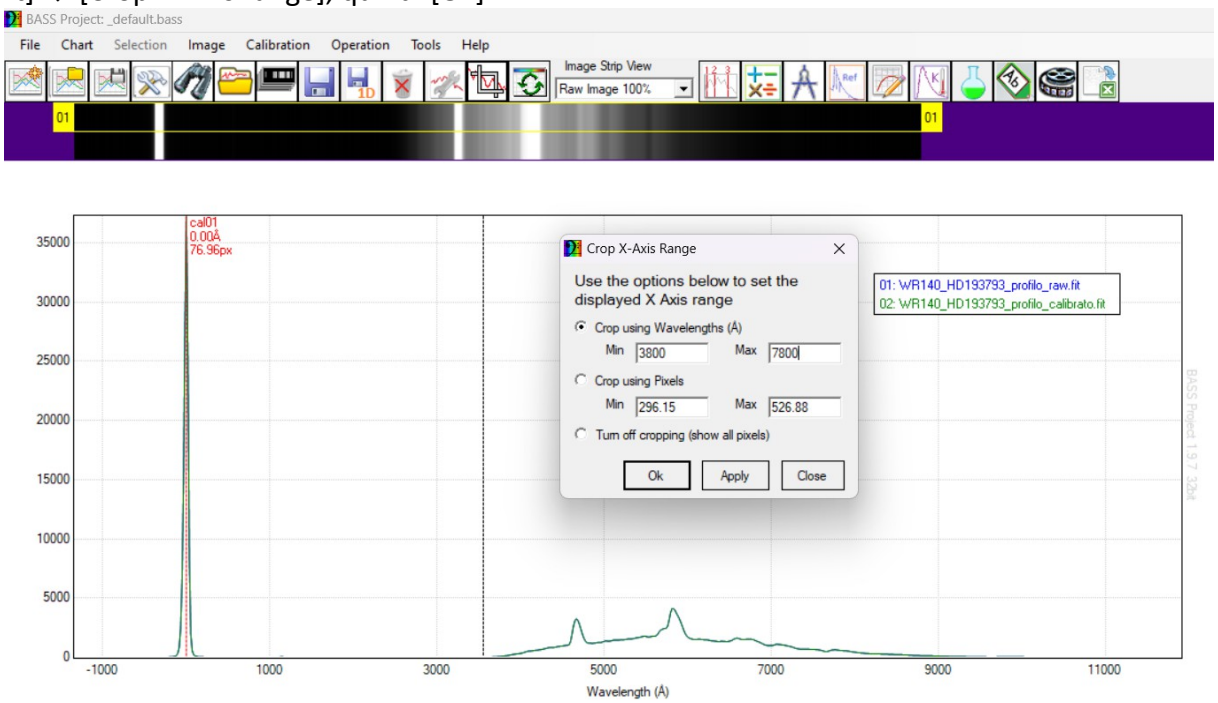
◊ Importare lo spettro 1D del target ('WR140_HD193793_profilo_raw.fit') e procedere con la calibrazione in lambda, impostando il punto di zero in corrispondenza del picco della stella e premere il tasto [Finish 1pt] che permetterà di inserire direttamente il fattore di dispersione trovato in precedenza (17.3365075816379), quindi [Ok].



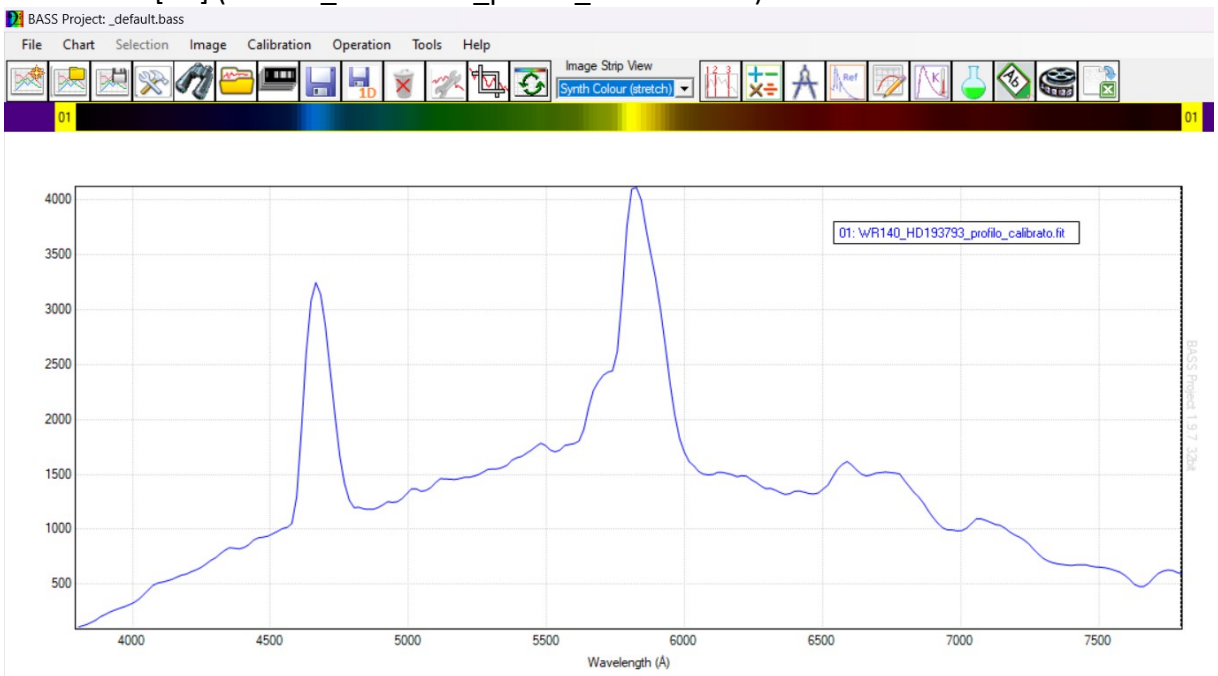
◊ Dopo aver inserito il fattore di dispersione lo spettro del target ed il punto di zero, il profilo spettrale risulterà calibrato in lambda.



◊ Ritagliare la porzione dello spettro visibile tra 3800 e 7800 Angstrom con l'apposita funzione [Chart] → [Crop X-Axis range], quindi [Ok].



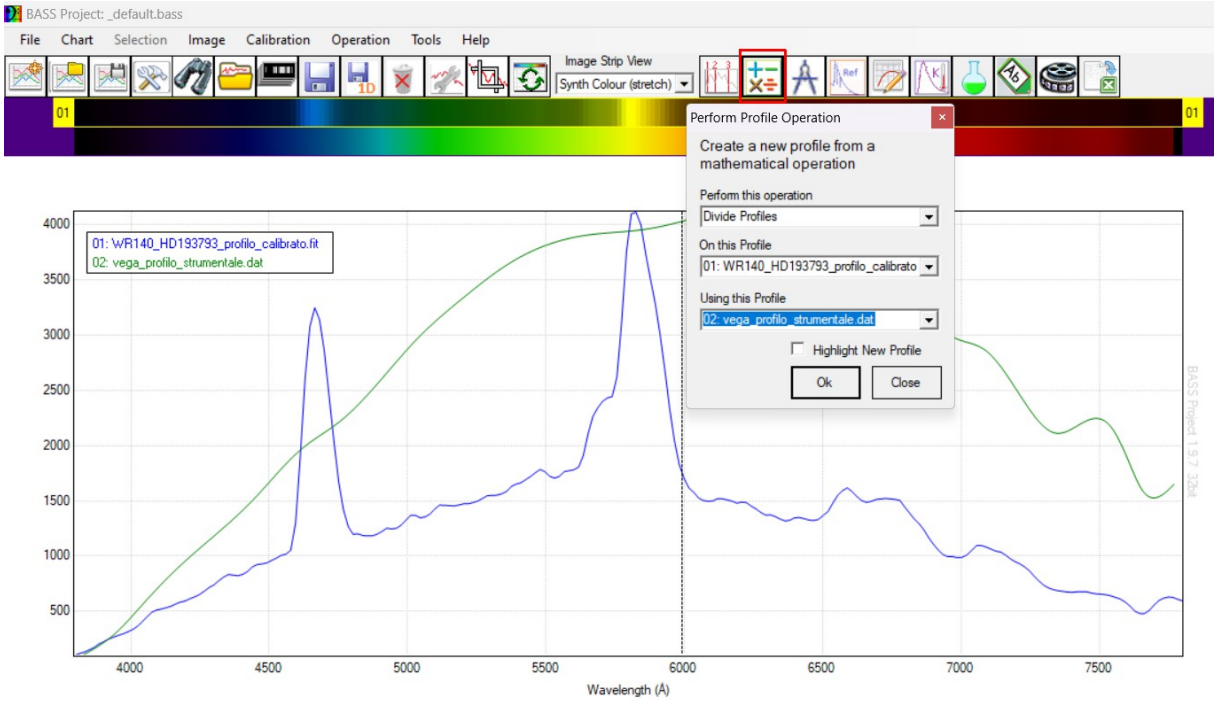
◊ Si ottiene il profilo ritagliato e relativo alla regione della luce visibile che potrà essere salvato con l'apposita icona [1D] (WR140_HD193793_profilo_calibrato.fit'.)



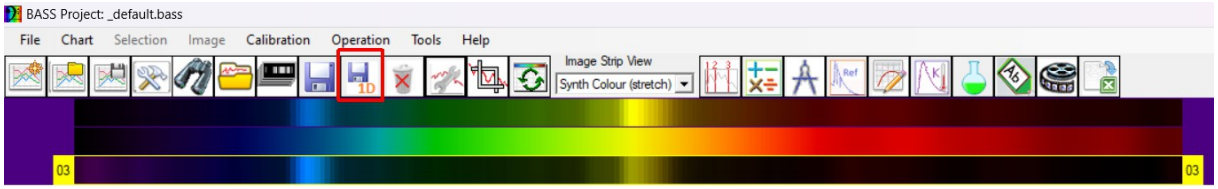
Correzione strumentale al profilo del target

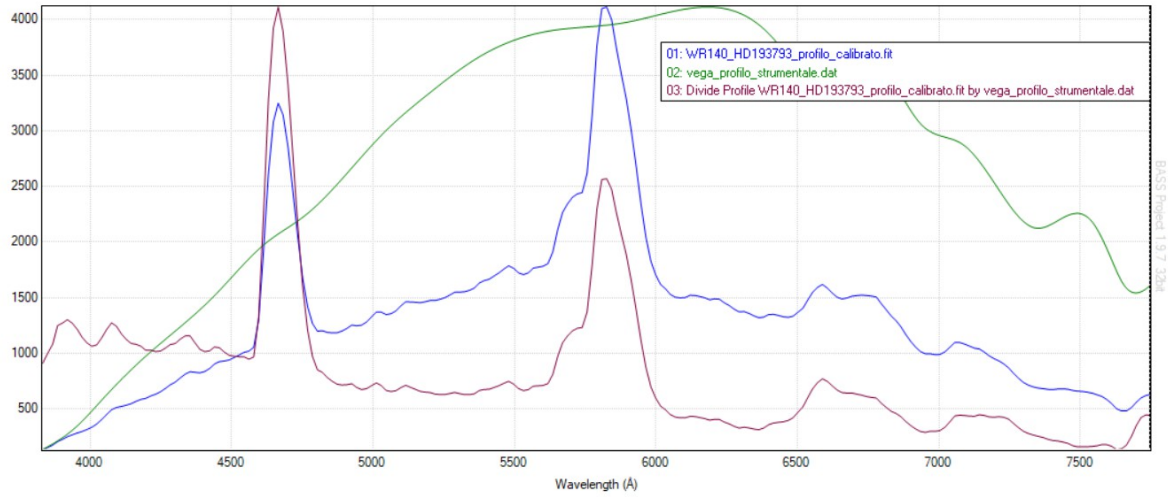
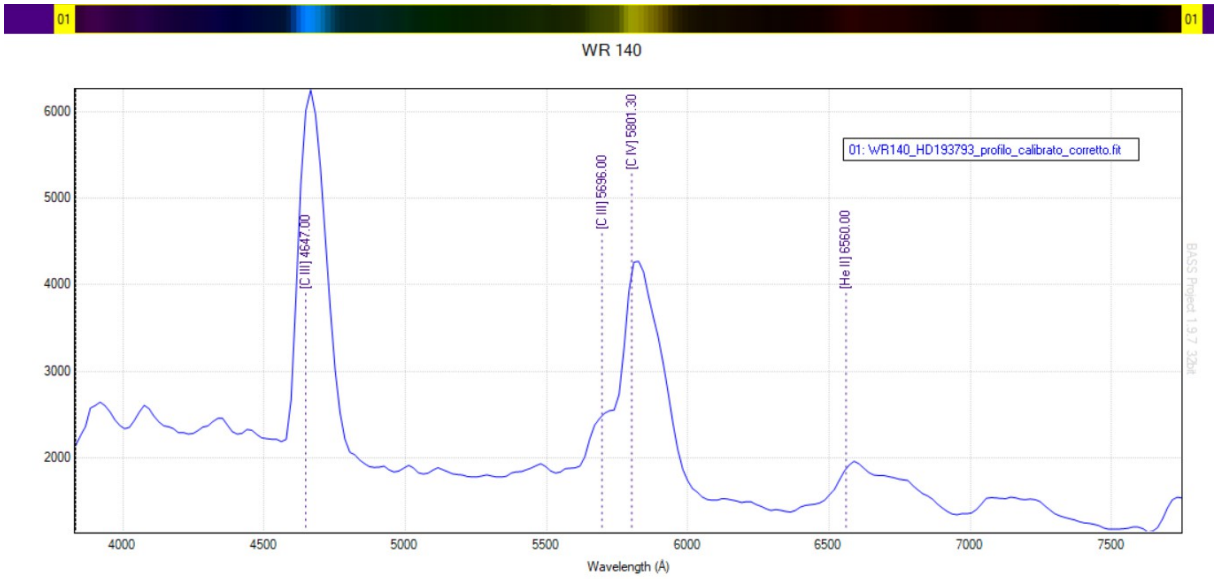
Il profilo del target, salvato al passo precedente, mostra un andamento decrescente ai lati dello spettro in ragione della minore sensibilità del sensore alle bande estreme dello spettro della luce visibile. La correzione strumentale consiste nel correggere questo andamento utilizzando il profilo strumentale ricavato dalla stella di riferimento e salvato in precedenza.

◊ Importare insieme il profilo del target ed il profilo strumentale e procedere con l'operazione di divisione dei due spettri con l'apposita icona “Perform Profile Operation”. Sulla finestra di dialogo inserire l'operatore di divisione tra il profilo del target ed il profilo strumentale, quindi [Ok].



◊ Il risultato dell'operazione sarà un terzo profilo corretto per la risposta strumentale che mostrerà l'andamento reale del flusso luminoso nelle varie lunghezze d'onda. Salvare il profilo con l'apposita icona [1D] ('WR140_HD193793_profilo_calibrato_corretto.fit').





In questo caso particolare il profilo corretto mostra un andamento del continuo preminente nella regione blu dello spettro in ragione dell'alta temperatura della stella. Le righe di emissione del carbonio e dell'elio ionizzato risultano molto allargate per effetto Doppler a causa dall'alta velocità di espansione dei venti stellari intorno alla stella.