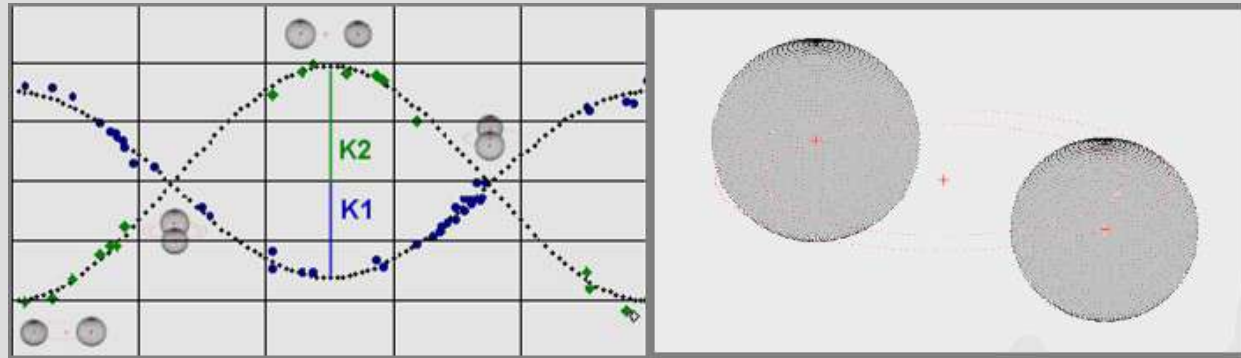


Velocità radiali sigma Aquilae e parametri fisici del sistema



31° Convegno Nazionale del GAD
Firenze, 7 ottobre 2023



Lorenzo Franco (lor_franco@libero.it)

(A81) Balzaretto Observatory, Rome

http://digilander.libero.it/A81_Observatory

<https://www.facebook.com/a81balzarettobservatory>

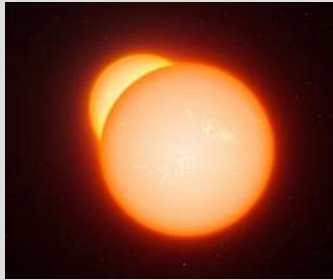
Premessa

In continuità con la relazione dello scorso anno al GAD (“Parametri fisici dei Sistemi Binari ad Eclisse con i dati Gaia”), affronteremo anche quest'anno il tema della modellazione dei sistemi binari a eclisse.

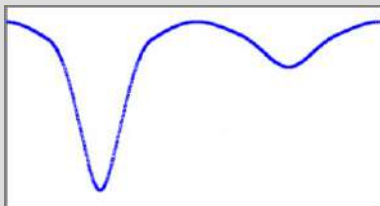
*Questa volta lo faremo nel modo migliore possibile sul sistema binario sigma Aquilae, avvalendoci di dati **fotometrici** (curve di luce) e di dati **spettroscopici** (velocità radiali).*

I dati spettroscopici sono stati acquisiti da Ulisse Quadri e Luca Strabla con la loro strumentazione auto-costruita.

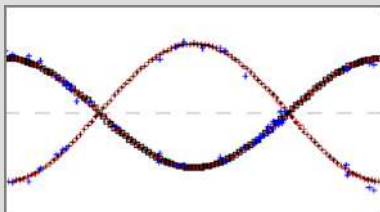
Sistemi binari ad eclisse



I sistemi binari ad eclisse sono l'unico modo con cui è possibile ottenere le masse ed i raggi stellari in modo diretto ed accurato, per mezzo di osservazioni fotometriche e spettroscopiche.



I dati fotometrici fissano i raggi relativi delle due componenti e l'inclinazione dell'orbita.



Le velocità radiali fissano il rapporto delle masse ed il loro limite inferiore (funzione dell'inclinazione dell'orbita).

Sistemi binari ad eclisse

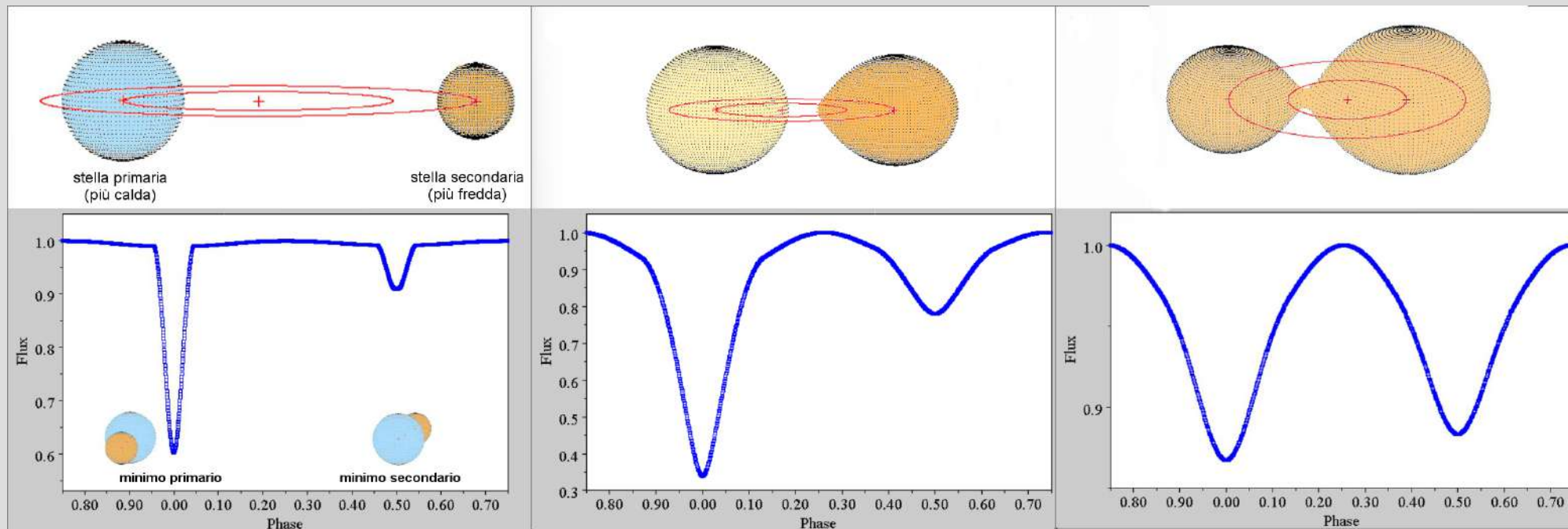
(classificazione fenomenologica)

Le binarie ad eclisse si classificano sulla base dell'aspetto della curva di luce.

Sistemi EA: curve di luce piatte e minimi a V.

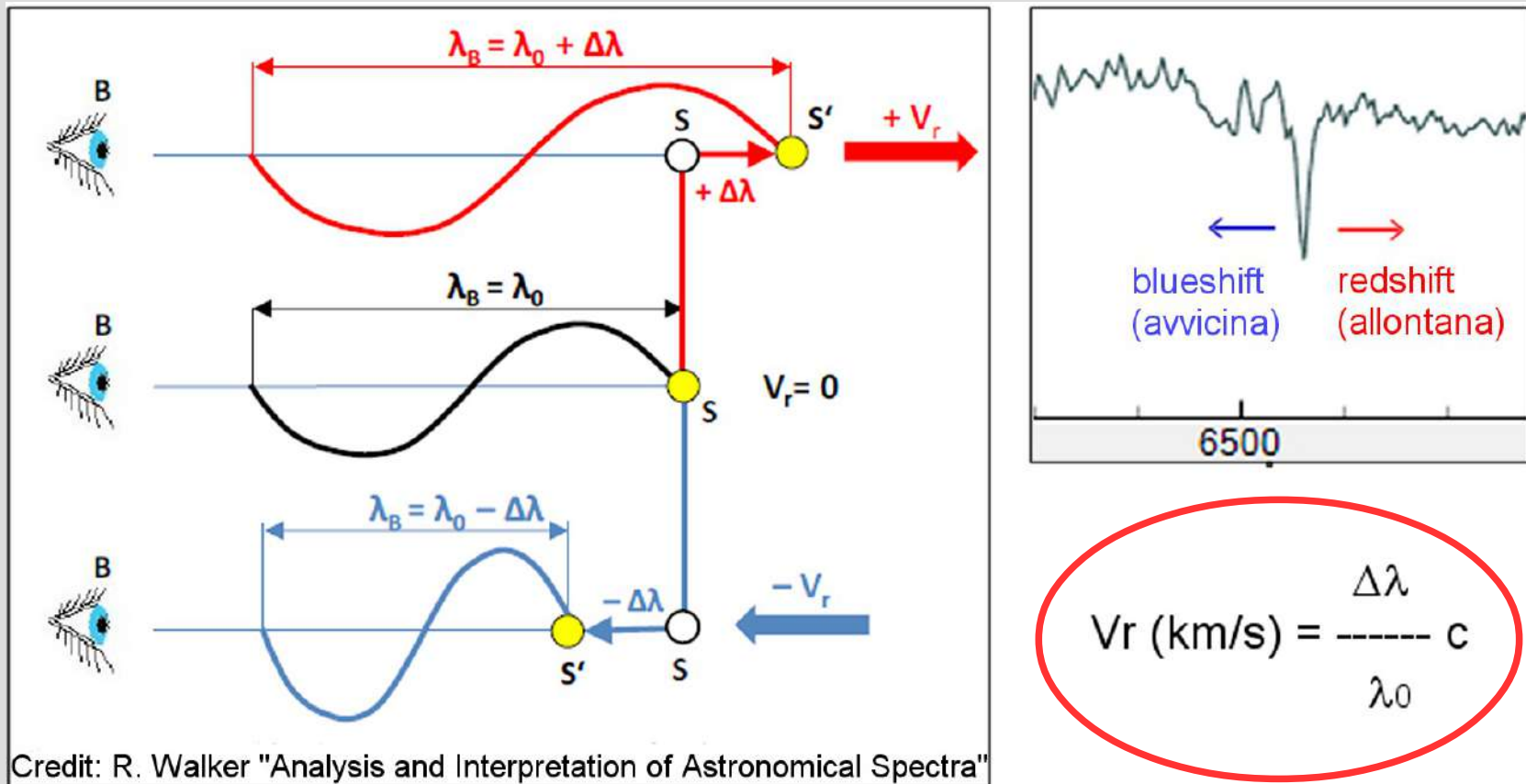
Sistemi EB: curve di luce con continue variazioni di luminosità.

Sistemi EW: curve di luce sinusoidali con minimi di uguale profondità.



Effetto Doppler e velocità radiali

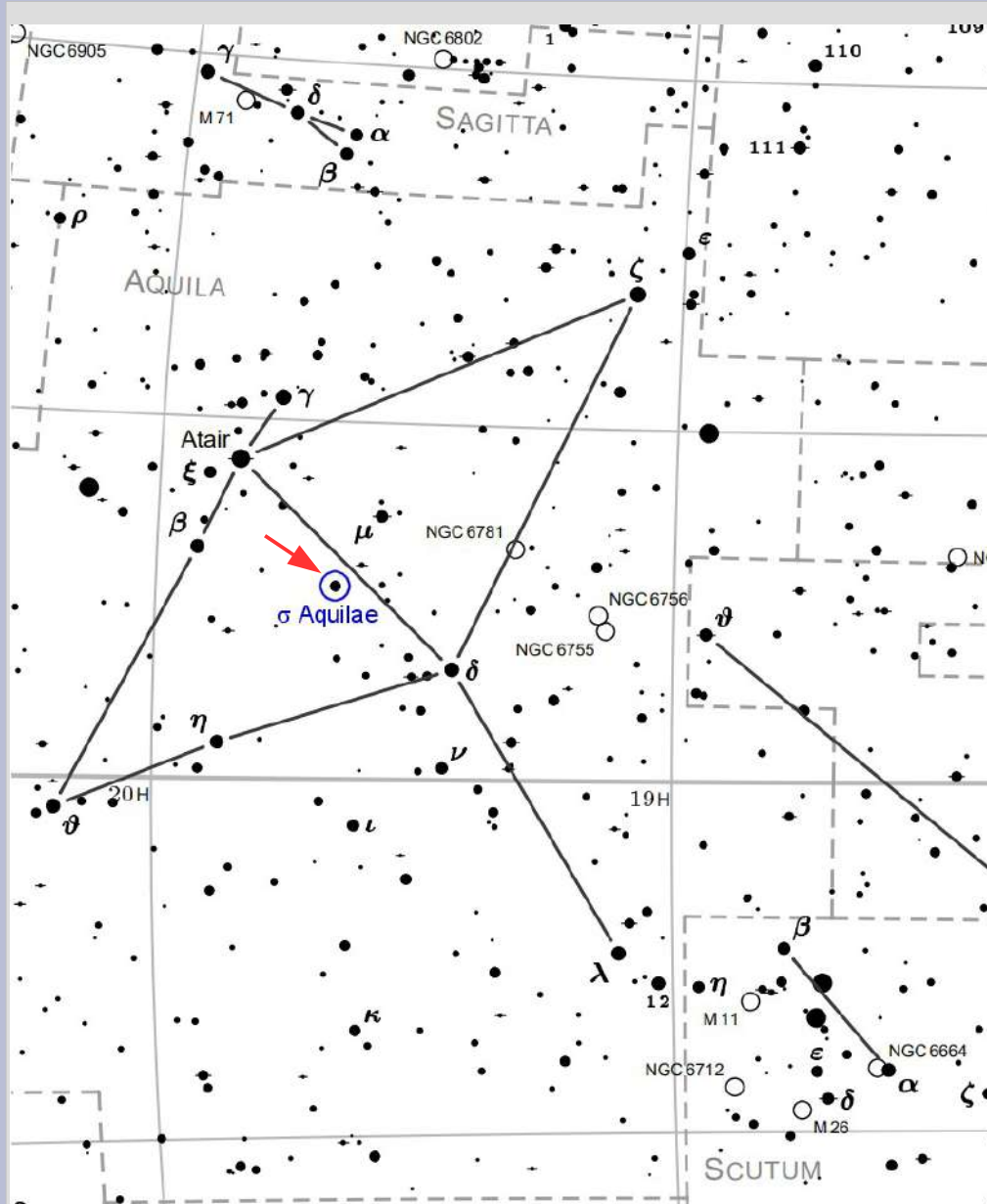
L'effetto Doppler produce variazioni della lunghezza d'onda delle righe spettrali con l'avvicinarsi o l'allontanarsi della sorgente.



Misurando queste variazioni ($\Delta\lambda$) si può calcolare la velocità radiale con cui si sta muovendo la sorgente.

sigma Aquilae

(dove si trova)



Costellazione dell' Aquila

*Magnitudine 5.2, distante 784
anni luce.*

Binaria ad eclisse di tipo β Lyrae.

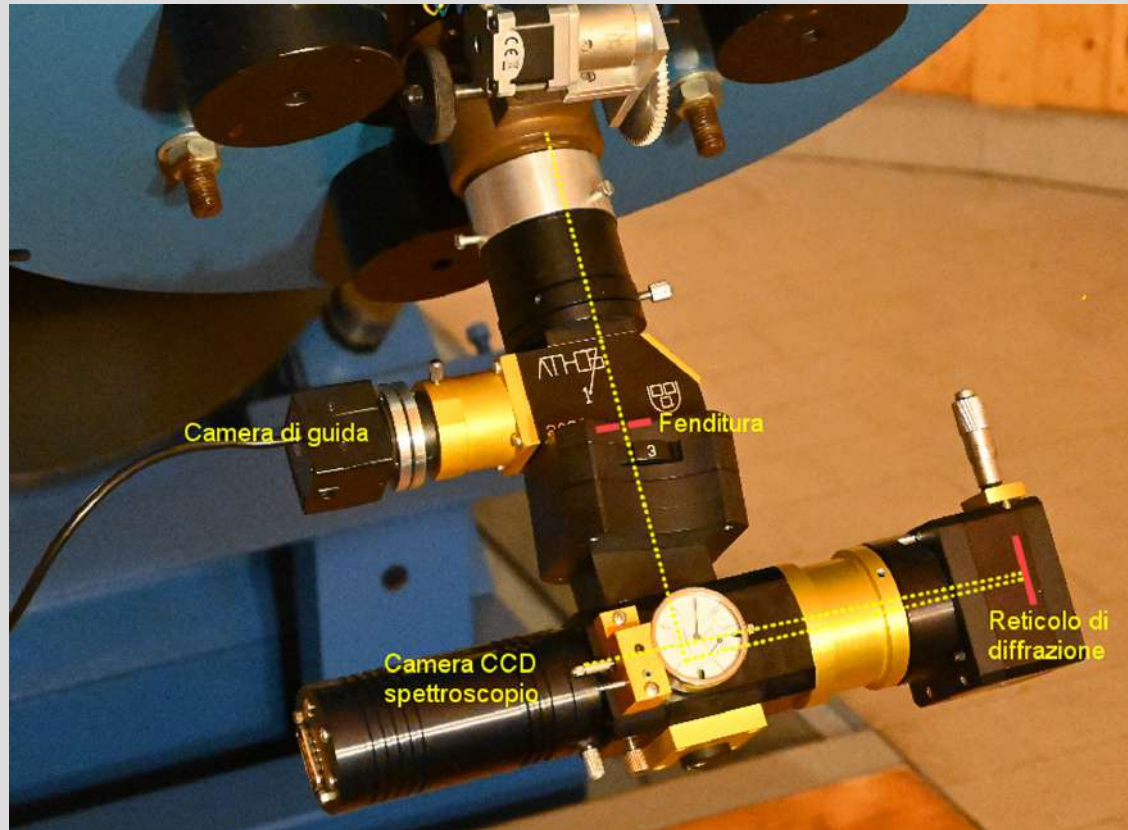
Periodo 1.95 giorni, $A=0.18$ mag.

*Osservazioni spettroscopiche del
1912 a Monte Wilson hanno
rilevato lo sdoppiamento delle
righe spettrali (binaria
spettroscopica).*

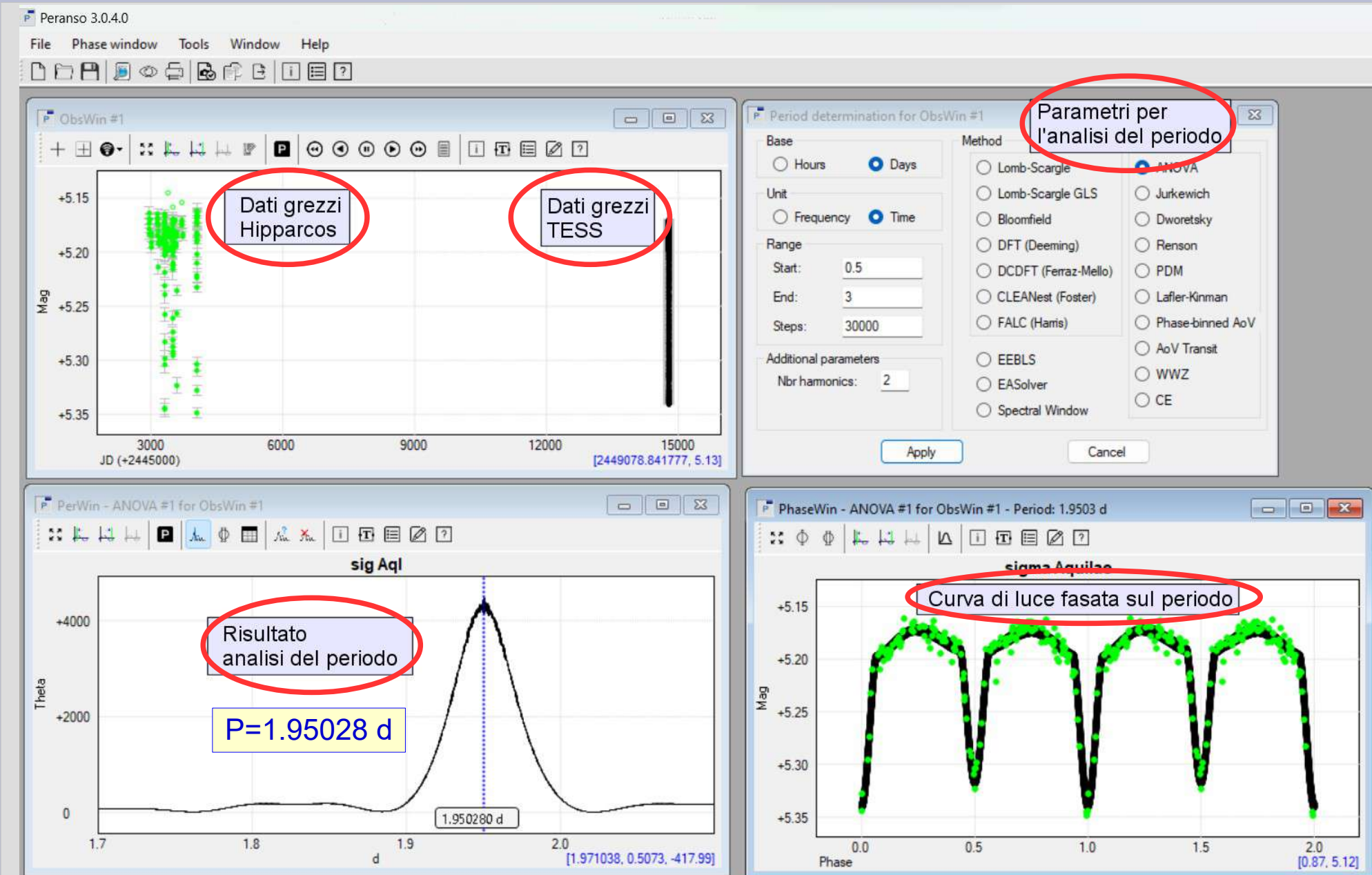
Strumentazione utilizzata (auto-costruita)

*Telescopio da 40 cm (f/10) in
configurazione Schmidt su
montatura a forcilla*

*Spettroscopio in configurazione Littrow ad
alta risoluzione*



I dati fotometrici

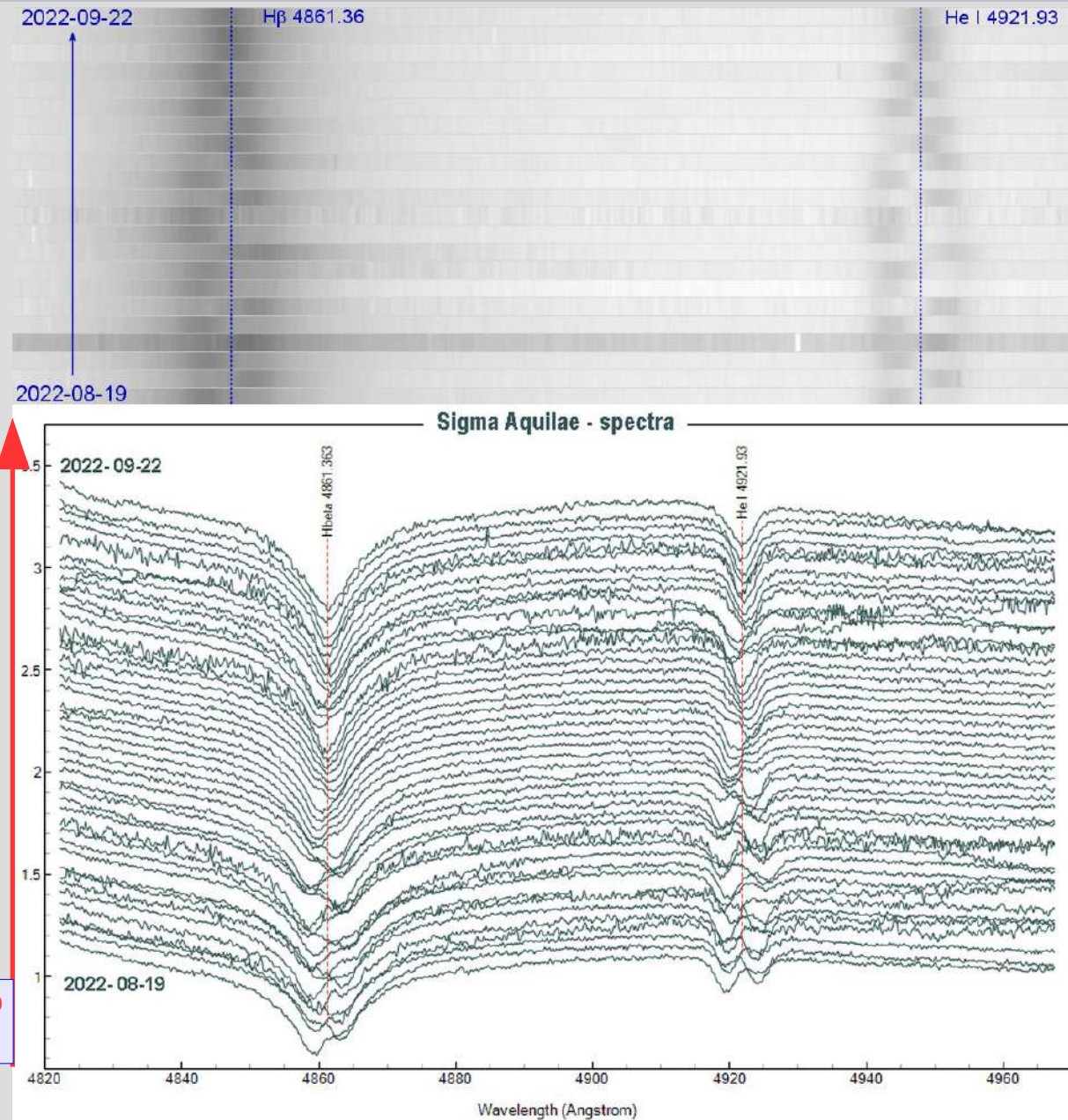


I dati spettroscopici (visione d'insieme)

Osservazioni effettuate in 24 notti (dal 19 agosto al 22 settembre 2022) con tempi di integrazione di 35 min (7 x 5 min).

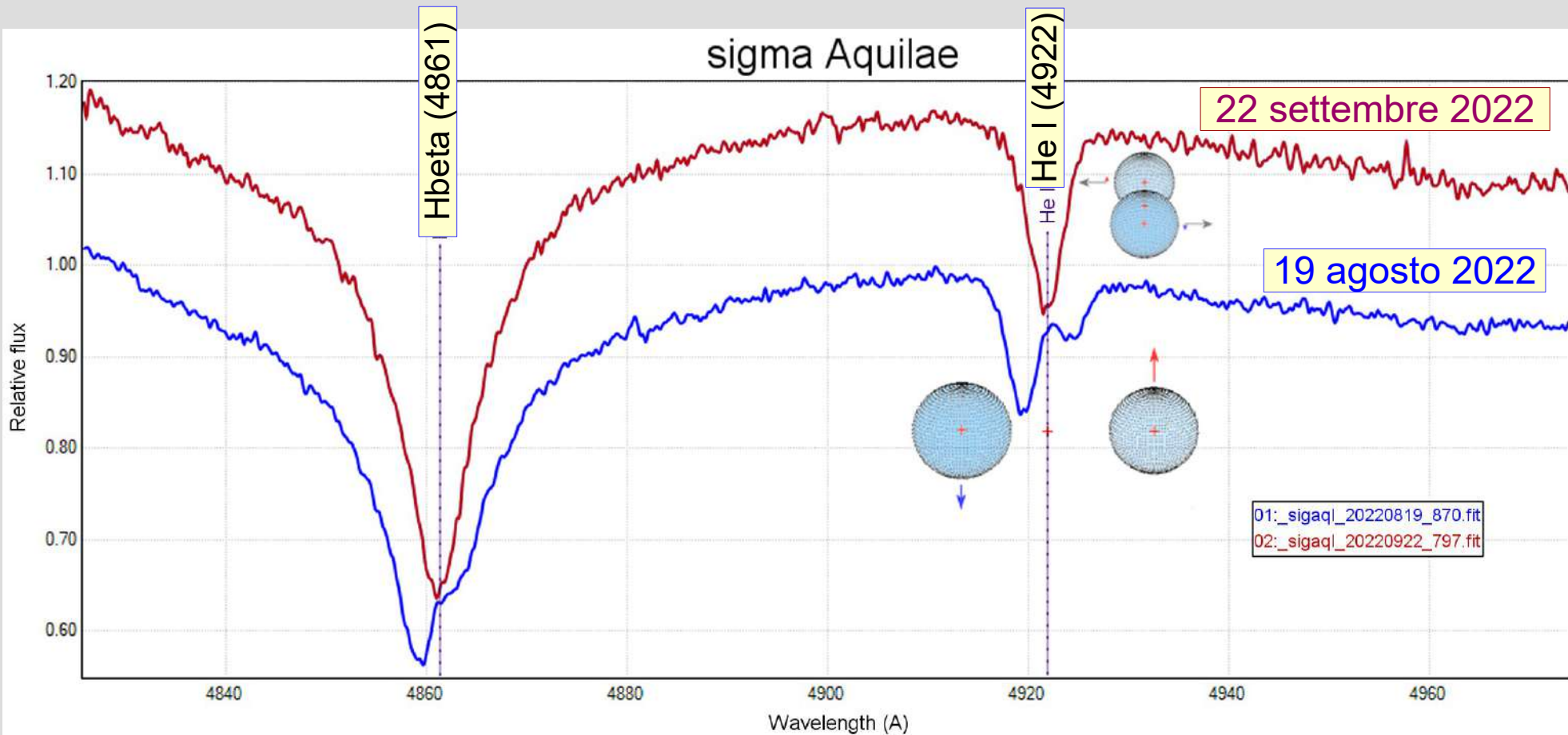
Le righe Hbeta ed He I sono dapprima sdoppiate per poi ricomporsi in un'unica riga.

Date dal basso verso l'alto



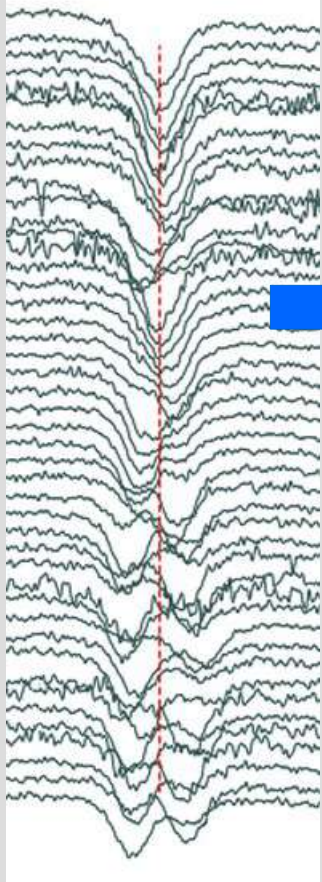
I dati spettroscopici (dettaglio)

Le righe a doppia punta sono causate dalla differente velocità radiale delle componenti, una in avvicinamento (blueshift) e l'altra in allontanamento (redshift).

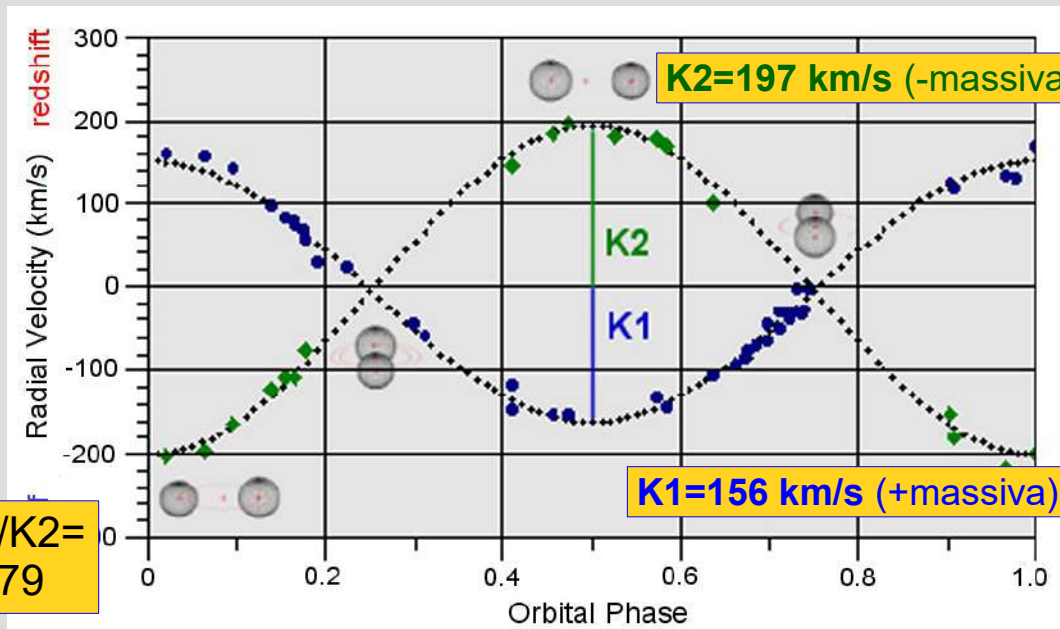
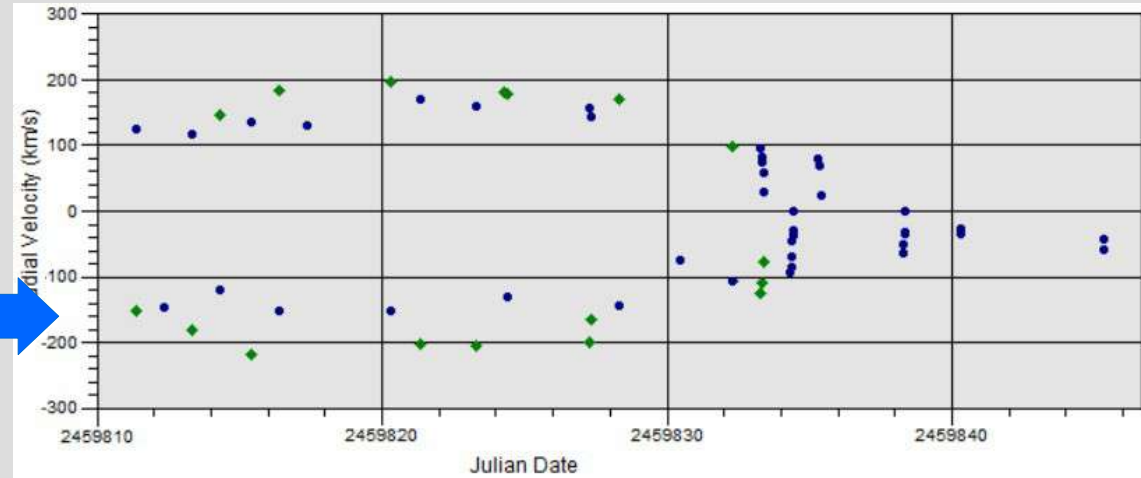


Le velocità radiali (schema sintetico)

He I (4922 Å)



$$V_r \text{ (km/s)} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} c$$



$$q = M_2/M_1 = K_1/K_2 = 156/197 = 0.79$$

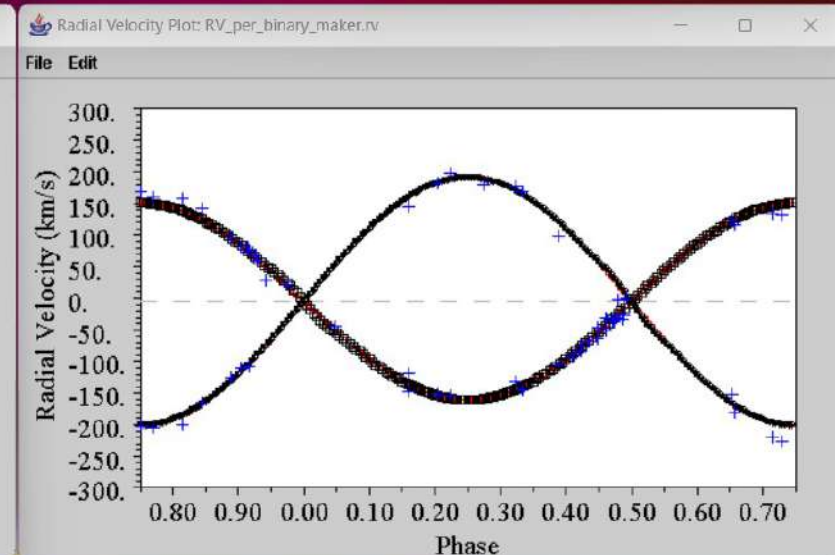
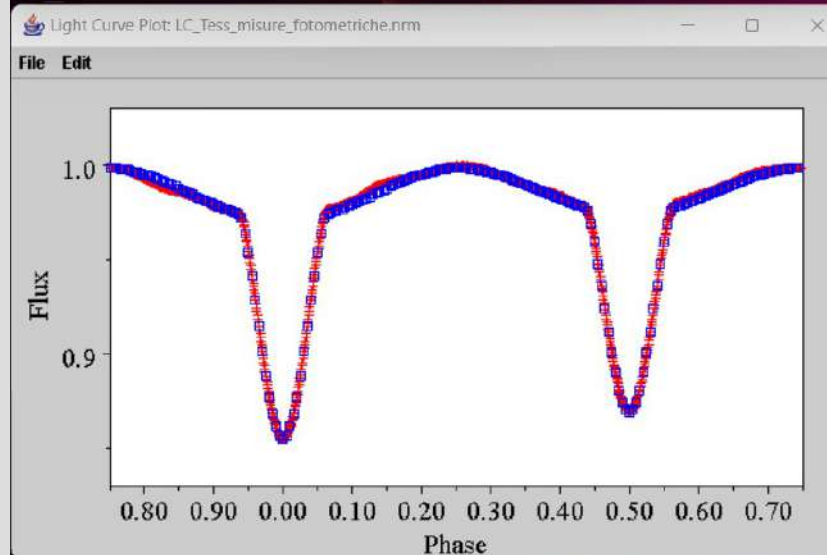
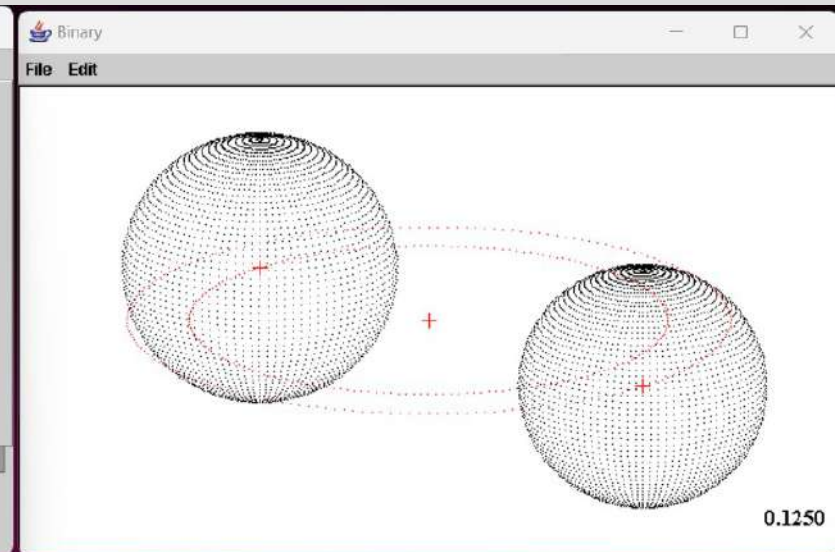
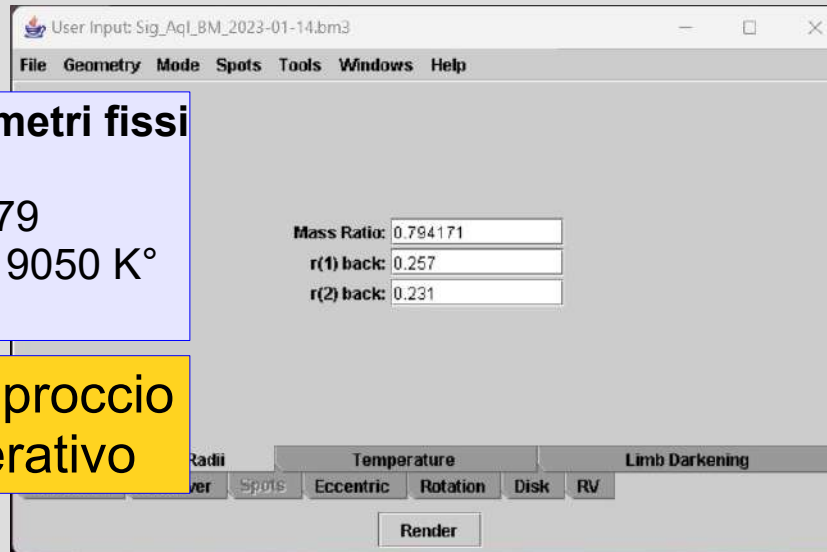
SBS
(Spectroscopic Binary Solver)

Binary Maker 3

Parametri fissi

$q=0.79$
 $T_1=19050 \text{ K}^\circ$
 $e=0$

+ approccio
iterativo



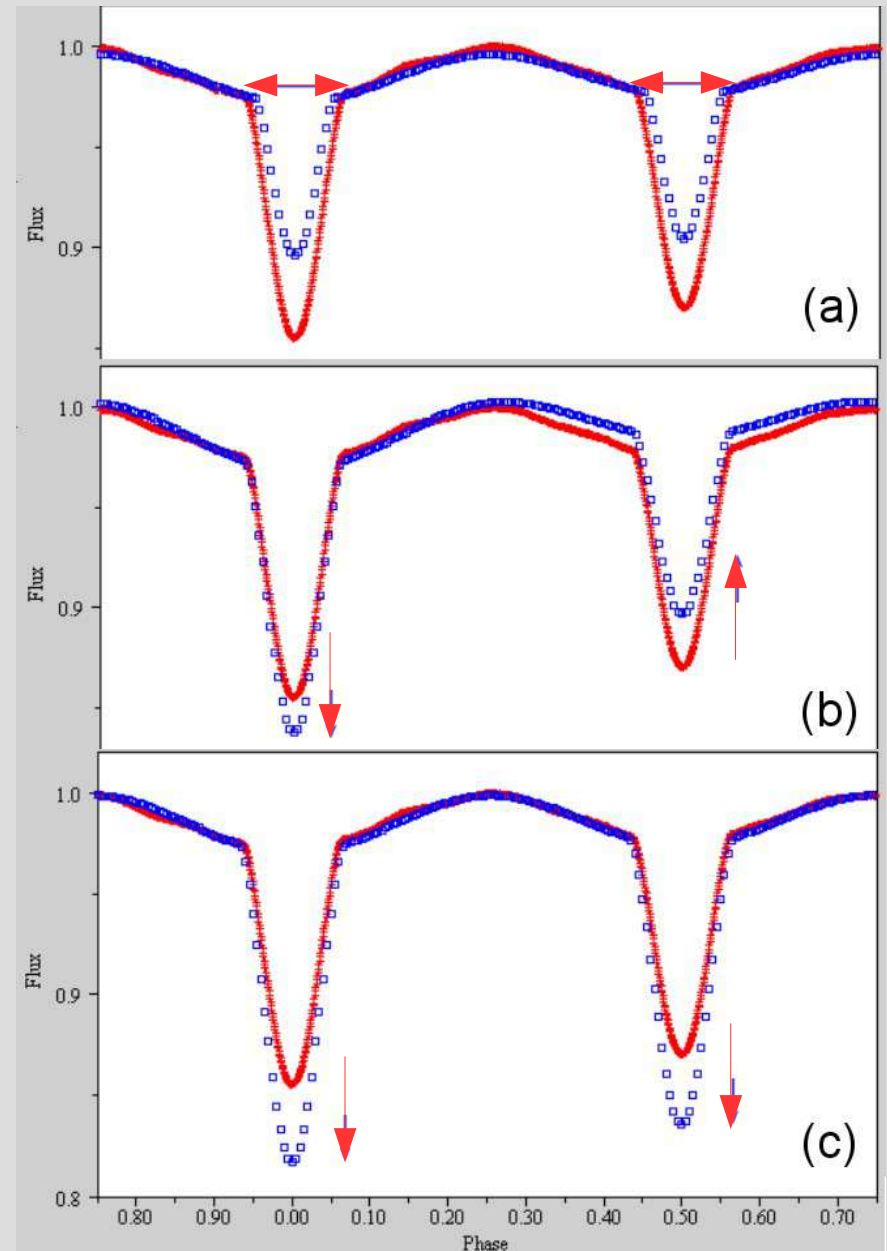
Modello

(approccio iterativo)

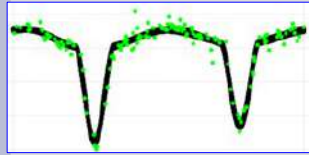
I raggi relativi delle componenti influiscono sulla durata delle eclissi.

La temperatura della stella secondaria influisce sulla profondità relativa dei minimi.

L'inclinazione dell'orbita influisce sulla profondità di entrambi i minimi.



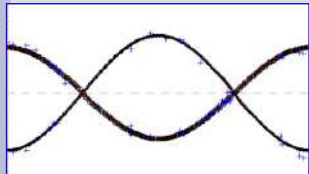
Modello – parametri fisici (schema sintetico)



Dati fotometrici

Peranso

Periodo orbitale
1.95028 d

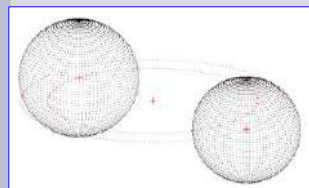


Velocità radiali

SBS

Parameter	Summary
Semi-Amplitude K(1)	156.192 ± 2.880 km/s
Semi-Amplitude K(2)	196.673 ± 3.126 km/s
Systemic Velocity	-4.8323 ± 1.4679 km/s
Mass ratio	0.79
Orbital Period	1.95028 days
Time of Periastron	2459809.62504 ± 0.00399 HJD
a1 sin (i)	4.1888e+06 ± 7.72e+04 km
a2 sin (i)	5.2744e+06 ± 8.38e+04 km
m1 sin ³ (i)	4.9484e+00 ± 7.87e-02 M _☉
m2 sin ³ (i)	3.9298e+00 ± 7.25e-02 M _☉

foglio di calcolo



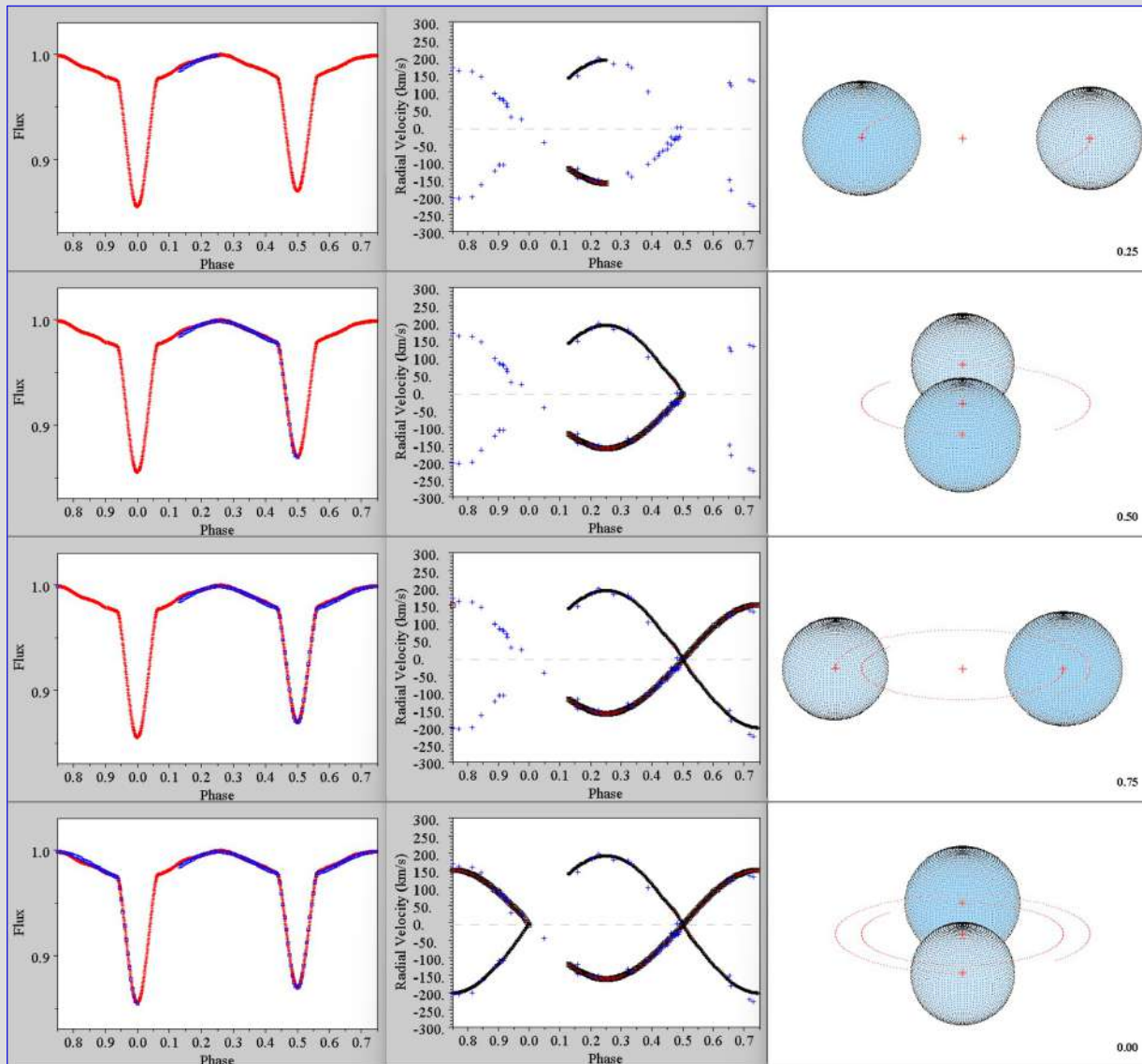
Modello

BM3

Parameter	Value
q (mass ratio)	0.79
i (inclination angle, deg)	71.97
r1 (relative radius [back])	0.257
r2 (relative radius [back])	0.231
T1 (K)	19050
T2 (K)	17860

Parameter	Parametri fisici
M1 = 4.9484 / sin ³ (i)	5.8 ± 0.1 solar masses
M2 = 3.9298 / sin ³ (i)	4.6 ± 0.1 solar masses
a = (74.5 * P ² * (M1+M2)) ^{1/3}	14.3 ± 0.1 solar radii (P is the orbital period in days)
R1 = 0.257 * a	3.7 solar radii
R2 = 0.231 * a	3.3 solar radii

Modello – riepilogo



Parametri fisici

Spectral type	B3V+B3V
T_{eff} primary (K)	19050
Period (days)	1.95028
i ($^{\circ}$)	71.97
e	0
q (M_2/M_1)	0.79
M_1 (M_{\odot})	5.8
M_2 (M_{\odot})	4.6
k (R_2/R_1)	0.90
R_1 (R_{\odot})	3.7
R_2 (R_{\odot})	3.3
a (R_{\odot})	14.3

Conclusioni

Con una strumentazione amatoriale è oggi possibile ottenere dei risultati accurati sui modelli fisici dei sistemi binari ad eclisse. Lo scenario è limitato solo dalla magnitudine limite degli oggetti osservabili in relazione all'apertura del telescopio.

L'articolo scientifico “Spectroscopic and Photometric Study of the Eclipsing Binary Star σ Aquilae” è stato pubblicato su JAAVSO (Journal of the AAVSO) vol. 51-1 (<https://app.aavso.org/jaavso/article/3874/>).

E' possibile leggere anche una versione divulgativa dell'articolo sulla rivista [Coelum](#) (numero 264 di Ottobre/Novembre 2023).

Domande

