

Fotometria col filtro LPR alla nova V5668 SGR

Costantino Sigismondi

(ICRA/Sapienza e IIS F. Caffè, Roma)

Abstract

The nova SGR 2015 no. 2 or V5668 SGR was visually observed with the LPR filter to evaluate the OIII emission. The contributions of B, V, R and Visual components to the LPR magnitude are modeled and compared with the observations in scotopic vision.

Sommario

La nova del Sagittario del 2015 no. 2, V5668 SGR, è stata osservata al filtro LPR visualmente per valutare l'emissione in OIII. I contributi dalle bande B, V, R e Visuale sono calcolati e comparati con le osservazioni in visione scotopica.

Introduzione: lo spettro di una nova ed il filtro LPR

Una nova ha righe di emissione preminenti H α e OIII; una stella è un corpo nero continuo con assorbimenti. Il filtro LPR, Light Pollution Reducer, blocca la luce artificiale diffusa dall'atmosfera (sky glow e righe delle lampade ai vapori di Na e Hg) e lascia passare le righe delle nebulose e delle novae.

Fotometria Johnson e col filtro LPR in visione scotopica

Le bande passanti usate nella fotometria Johnson B, V, R dove l'occhio è sensibile, sono rappresentate nella figura 2, insieme alla risposta spettrale dell'occhio in visione scotopica, al buio.

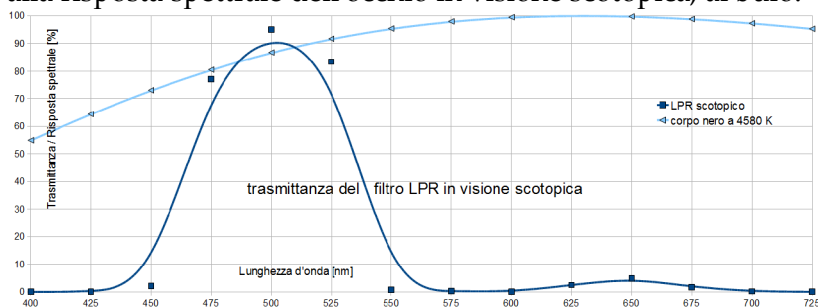


Fig. 1 Bande passanti del filtro LPR in visione scotopica.¹

¹ Dati da <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/bright.html> e http://www.celestron.com/media/795732/graph_uhc_lpr_filter.gif : prodotto

Solo il 5% della radiazione H α a 656 nm è recepito dall'occhio di notte: in termini di magnitudini è $-2.5\log(0.05)=+3.25$ mag.

La nova V5668 SGR e le due stelle di confronto in B, V ed R

La mappa AAVSO 15084AXL usata per le osservazioni visuali ha due stelle di confronto di magnitudini vis. 9.1 e 10.2, sono: HD 171693 B=10.30 V=9.09 tipo spettrale K1 III, con T=4580 K² CD-28 14772 B=11.26 V=10.18 tipo spettrale K 0 (T=5240 K). Il massimo di emissione per il tipo spettrale K1 III è a 596 nm, e per il K0 a 553 nm. Arturo, α Boo, è di tipo K1 III B=1.18, V=-0.05, R=-1.03, V-R=0.98 mag. 70 Oph è una stella K0 V B=4.89, V=4.03, R=3.38, V-R=0.65 magnitudini. Da V-R stimo i flussi R*, assumendo identico il V-R per stelle dello stesso tipo spettrale.

Stima della magnitudine LPR delle stelle di confronto

L'intensità osservabile attraverso il filtro LPR è proporzionale all'integrale del prodotto tra l'emissione del corpo nero e la curva LPR-scotopica in fig. 1. Usando le trasmittanze in fig. 2 ottengo le intensità in B V e R riportate nella tabella seguente.

Banda/Stella	B	V	R*	LPR	Vis
HD 171693 intensità [u.a.]	160	311	377	233	383
CD-28 14772 intensità ["]	73	119	131	95	156
HD 171693 magnitudini	9.81	9.09	8.88	9.4	8.86
CD-28 14772 magnitudini	10.66	10.13	10.03	10.37	9.84
HD 171693 mag SIMBAD	10.3	9.09	8.11*	9.6 oss	9.1
CD-28 14772 magnitudini	11.26	10.18	9.53*	10.6 oss	10.2

Le intensità visuali Vis sono le somme dei prodotti della trasmittanza scotopica per il corpo nero calcolati ogni 25 nm, idem per LPR, mentre in B, V ed R non c'è il fattore scotopico. Il corpo nero è approssimato da $I(z)=Az^5\exp(-z/T)$, $z=hc/\lambda K$. Il modello numerico riproduce bene le osservazioni in LPR e V, male quelle in banda R e B, di cui disponiamo dati AAVSO.

2 <http://www.uni.edu/morgans/astro/course/Notes/section2/spectraltemps.html>

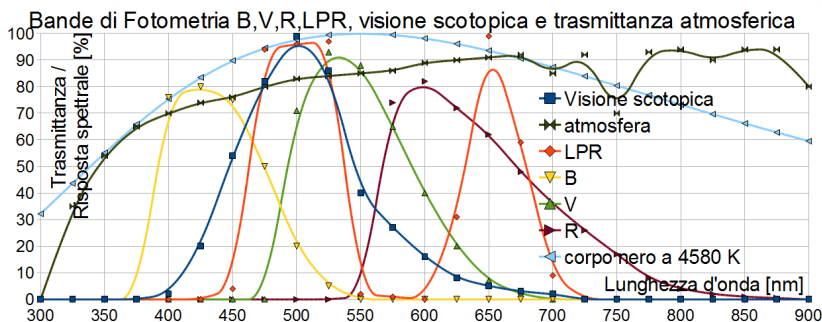


Fig. 2 Trasmittanze e filtri in banda ottica e risposta dell'occhio
La visione scotopica nell'equazione fotometrica per LPR

Dai modelli numerici in figura 1 e 2 si ricava l'equazione per la intensità LPR del corpo nero: $I(LPR)=1.26*I(B)+0.57*I(V)+0.03*I(R)$, che in magnitudini è $B'=B-0.25$, $V'=V+0.61$, $R'=R+3.9$. Per la stella HD 171693 sommo logicamente $\{10.05, 10.70, 12.01\}=9.46$, cioè le tre magnitudini $10^{(-10.05/2.5)}+10^{(-10.70/2.5)}+10^{(-12.01/2.5)} = 10^{(-x/2.5)}$ con $x=9.46$, che corrisponde con il dato in tabella (9.40). Si ricordi che la legge di Pogson delle magnitudini è logaritmica e quando la magnitudine aumenta di 5 l'intensità è 100 volte più debole.

Dati di HD 171693 e V5668 SGR con LPR e in Vis., B, V, R.

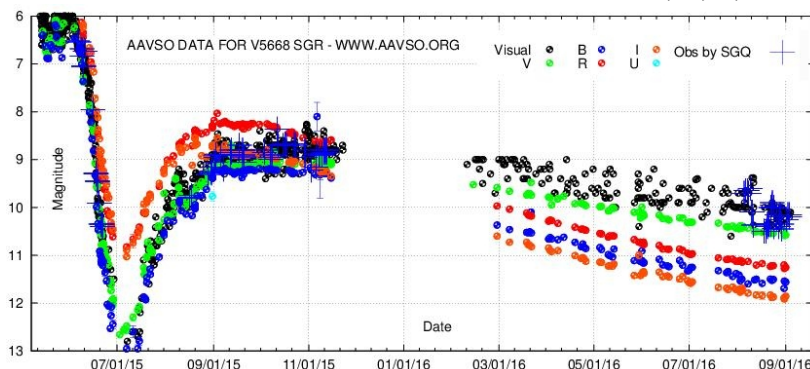


Fig. 3 V5668 SGR, con 105 osservazioni visuali + di SGQ (C. Sigismondi). Le 655 fotometrie B,V R, I sono di Arne Henden. Da marzo a settembre 2016 le osservazioni visuali sono

sistematicamente più brillanti di V, di R e di B nell'ordine, B-R=0.3; R-V=0.6, mentre negli ultimi 4 mesi di visibilità nel 2015 (luglio-ottobre) in banda R era più luminosa di 0.5 magnitudini di Vis, mentre V era leggermente superiore a B: B-R=1.0, R-V=-0.6. La luminosità in B è scesa molto, quella in R prevaleva all'inizio ed ora è scesa sotto quella V ed anche Vis. Alle 20:36 UT del 7/8/2016 la Nova appariva di magnitudine visuale 9.65, intermedia tra le due stelle di confronto, col filtro LPR la Nova aveva la stessa luminosità della HD 171693, l'11/8 in LPR la Nova era inferiore di 0.2 magnitudini ad HD 171693. Applicando l'equazione fotometrica del corpo nero alle magnitudini B, V, R rilevate da HQA per la Nova si otterrebbe: B'=11.25, V'=11.11 e R'=15.15 e mLPR=10.41, in disaccordo con le osservazioni, perché la Nova non ha spettro di corpo nero.³

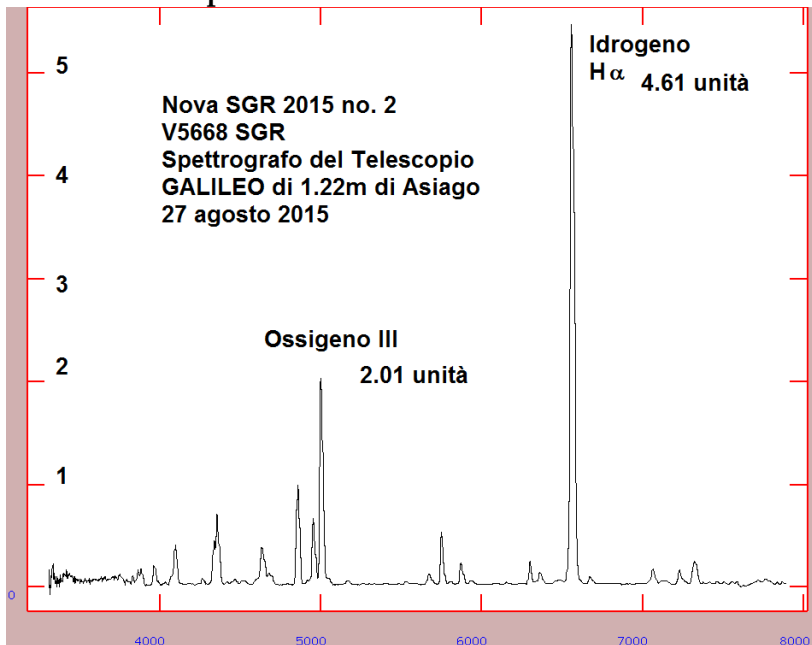
Equazione fotometrica e righe

Siccome l'emissione della Nova è praticamente solo di righe possiamo computare esattamente la sua perdita di luminosità in visione scotopica con il filtro LPR. $H\alpha=656\text{ nm } 5\%$, OIII=501 nm 95%. $I(\text{LPR})=0.05 \cdot I(H\alpha) + 0.95 \cdot I(\text{OIII})$ ed $I(\text{Vis})=0.05 \cdot I(H\alpha) + 1 \cdot I(\text{OIII})$

Per il rapporto tra intensità delle righe considero l'osservazione fatta ad Asiago il 27 agosto 2015 al telescopio di 1.22 m Galileo con Alessandro Siviero. Il rapporto tra le altezze delle righe è quello tra le intensità: $I(H\alpha)/I(\text{OIII})=2.3 \sim 7/3$. Se questo rapporto fosse rimasto costante nel tempo le intensità starebbero ancora $I(\text{LPR})=0.115+0.95=1.065$, $I(\text{Vis})=0.115+1=1.115$ con un calo di solo 0.05 magnitudini, come consta dalle osservazioni. I dati di HQA a fine agosto 2015 danno R-B=0.90 magnitudini, pari a $10^{(0.90/2.5)}=2.3$ di rapporto di intensità e in perfetto accordo con i dati di Asiago. Le misure della nova fatte da Arne Henden (HQA) nel corso del 2016 estrapolate

³ <http://www.astronomerstelegam.org/?read=8753>

all'8 agosto 2016: $B=11.6$, $V=10.5$ e $R=11.3$; il rapporto tra le intensità di $(H\alpha)/(OIII)=10^{(0.3/2.5)}=1.32\sim 4/3$, quindi $I(LPR)=0.066+0.95=1.016$, $I(Vis)=0.066+1=1.066$: ancora 0.05 mag. di scarto. **Il contributo di $H\alpha$ in visione scotopica è trascurabile rispetto all'OIII.**

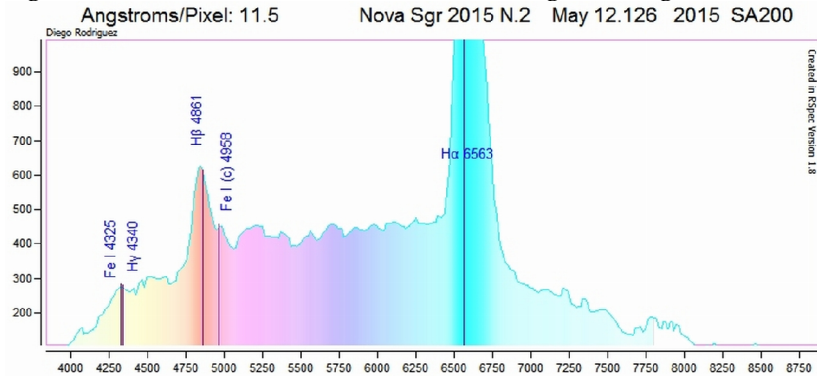


Fotometria di Novae con il filtro LPR

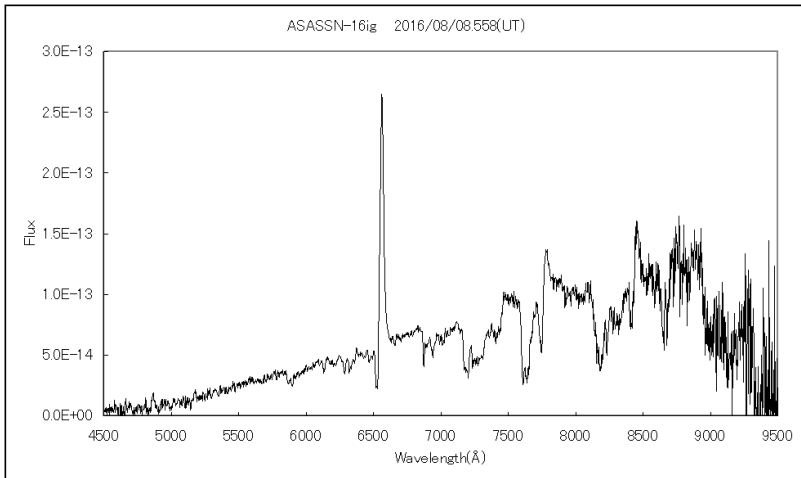
I ragionamenti precedenti ci portano a dire che l'occhio combinato col filtro LPR nel caso di una nova prende l'intensità delle righe OIII, $H\beta$... e nel caso di una stella con spettro continuo coglie il 50% del 35% della sua magnitudine B, cioè 1.9 magnitudini sotto più il 15% del 35% della sua mag. R, cioè 3.2 mag sotto. Così per la nova V5668 SGR il filtro LPR lascia immutata la sua luminosità, mentre per la stella di riferimento HD 171693 ci si aspetta $m_{LPR,B}=12.2$ da $B=10.3$ e $m_{LPR,R}=11.3$ da $R=8.11$, la somma (logaritmica) delle due magnitudini $10^{(12.2/2.5)} + 10^{(11.3/2.5)}=10^{(x/2.5)}$ da'

mLPR=x=10.91.

La Nova dunque perde 0.05 magnitudini con il filtro LPR passando da Vis=9.65 a 9.70, mentre la stella di riferimento HD 171693, che è una gigante K1 III, perde 1.82 magnitudini passando da V=9.09 o Vis=9.1 a mLPR=10.91 e diventando più fioca della Nova, come le osservazioni dei giorni 6, 7 ed 8 agosto 2016 confermano. Adesso devo tenere conto di tutte le righe che sono tra 400 e 500 nm. Sotto Diego Rodriguez:⁴



E poi vediamo che l'inizio della Nova SGR 2016, è tutto H α .



4 <http://www.astrosurf.com/blazar/nova/NovaSgr-2015.html> Anche 27/8!

Dati con LPR dal 6 agosto al 3 settembre 2016 di V5668 SGR

La Nova del Sagittario 2015 n. 2 è stata ri-osservata da Roma, Sud Ovest, con la stella a Sud-Sud Est, usando un telescopio Schmidt Cassegrain di 20.3 cm di diametro e un ingrandimento di 50x. Condizioni particolarmente favorevoli di limpidezza del cielo si sono verificate attorno al 12 agosto e al 22 agosto. La stella TYC6870-982-1 di magnitudine $V=11.23$ e $B=12.12$ era visibile con quel telescopio a 200x ed a 18° sopra l'orizzonte (corrispondente a $mv=4.35$ a occhio nudo e allo zenith, levando l'effetto dell'estinzione atmosferica). Anche la TYC 6870-710-1 di $V=11.15$ e $B=11.99$ era visibile. Il 22/8 la Nova con il filtro LPR aveva la stessa luminosità della stella di magnitudine 9.1 di confronto; il 29/8 la Nova era 0.5 magnitudini più debole della 9.1, che a sua volta appariva con il filtro LPR della stessa intensità della stella di magnitudine visuale 10.2 senza. Il 3/9 la Nova era più debole della 9.1 ancor più di circa mezza magnitudine se osservata con LPR. Il filtro LPR a causa del cielo velato era l'unico modo per individuare la Nova e distingerla dalle altre stelle di sfondo.

Il 27/8 col filtro LPR alle 22 la Nova appariva 0.4 magnitudini più debole della 9.1, alle 23 appariva di uguale luminosità, cambio di trasparenza del cielo, forse, che si è verificato tutte le altre notti agostane.

Conclusioni

Il filtro LPR è stato usato per verificare rapidamente che la stella osservata fosse la Nova: se la sua luminosità usando quel filtro era maggiore che senza filtro.

La Nova e la stella di riferimento di magnitudine 9.1 con LPR apparivano di uguale intensità durante il mese di agosto, mentre alla fine agosto/inizio settembre 2016 la Nova si è affievolita di circa 0.5 magnitudini nel filtro LPR.

La luminosità percepita tramite il filtro LPR è il contributo

delle righe H β , OIII ed altre righe, di lunghezza d'onda minore di circa 525 nm.

Queste osservazioni mostrano che la Nova V5668 SGR è già nella fase nebulare, dove c'è un continuo molto piccolo e tutta la sua luce è dovuta a righe di emissione.

Negli ultimi sei mesi la Nova ha mostrato un'inversione dell'intensità emessa dalle righe blu già osservata a Novembre 2015 con STIS su HST⁵ rispetto a quelle rosse, e questo è riscontrabile anche con le osservazioni LPR.

La banda Ic (806 $\pm$ 149 nm)⁶ mostra questo, e siccome non ci sono linee di emissione in questa banda il suo decrescere è molto simile a quello del continuo.

Gli altri filtri B, V, R sono tutti contaminati da linee di emissione La banda B ha [OIII] a 500.7nm, che è forse il suo maggiore contaminante, sebbene forse un po' di H- β è altresì implicata.

I dati sul sito aavso.org vengono continuamente aggiornati, e in figura 3 ci sono i dati aggiornati al 5/9/2016. Altri dati di fotometria B, V, R, I sono stati presi da HQA ed in attesa di pubblicazione.⁷

L'osservabilità della Nova e della 9.1 con il filtro LPR consente di stimare la magnitudine visuale della Nova, che vale circa 9.6 quando nel filtro LPR appaiono di uguale grandezza, e 10.1 quando la Nova è mezza magnitudine più debole della stella di 9.1.

Il fatto che la Nova sia in fase nebulare rende indispensabile il filtro LPR nelle osservazioni visuali sotto un cielo particolarmente inquinato come quello romano.

5 P. Kuin, et al. <http://www.astronomerstelegam.org/?read=8275>

6 https://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_fotometrico

7 Arne Henden, private communication.