

## Nova Ricorrente RS Oph - outburst 2021

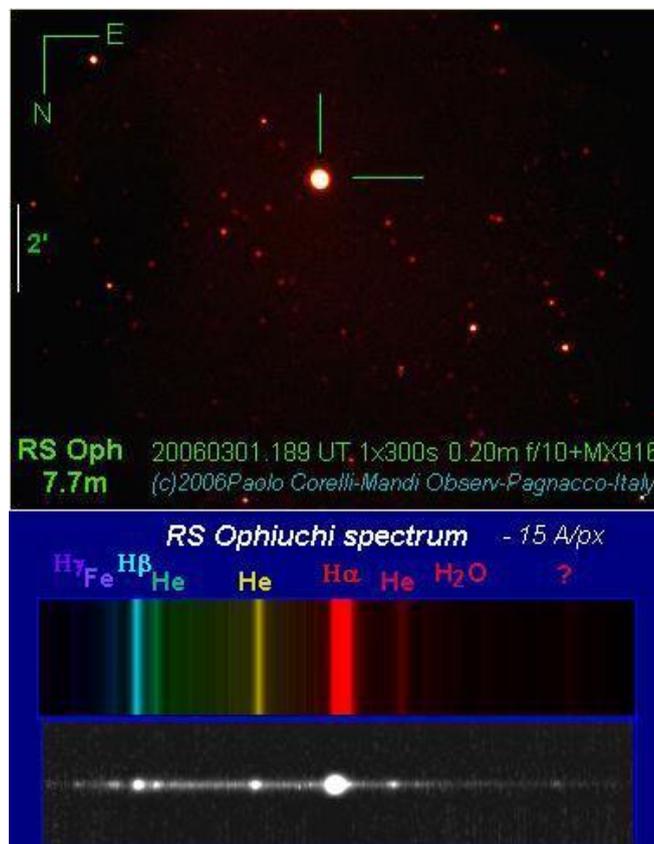
La RS Oph appartiene alla famiglia delle variabili cataclismatiche, sotto classe “novae ricorrenti” che, attualmente, comprende 10 oggetti galattici confermati (2021). Altri 13 oggetti presentano caratteristiche simili ma non sono stati ufficialmente inseriti nella lista delle novae ricorrenti perché, per il momento, si è assistito ad un solo outburst. Novae ricorrenti sono state scoperte anche al di fuori della nostra Galassia, in particolare 4 nella Grande Nube di Magellano e 15 nella galassia M31 in Andromeda. Queste stelle sono nane bianche sulla cui superficie si accumulano grandi quantità di idrogeno strappate da una stella compagna, rossa, di età avanzata, che orbita all’interno del lobo di Roche della nana bianca. Ci sono due sottoclassi: le NRA quando la compagna è una gigante e le NRB quando non lo è (Webbink et Al. 1987, Ap.J., 314,653). Il loro comportamento è situato a metà strada fra Novae classiche, caratterizzate da una rapida ascesa con un aumento medio di 8-15 magnitudini, e le novae nane il cui intervallo è di 2-6 magnitudini. Le Novae ricorrenti presentano un aumento da 4 a 9 magnitudini con periodi dai 10 ai 100 anni. Sulla base del tipo di stella secondaria, della distanza fra le due componenti, della quantità di massa espulsa e della sua velocità di espansione durante l’esplosione, sono state definite tre sottoclassi:

U Sco con 7 componenti (incluse quelle extragalattiche)

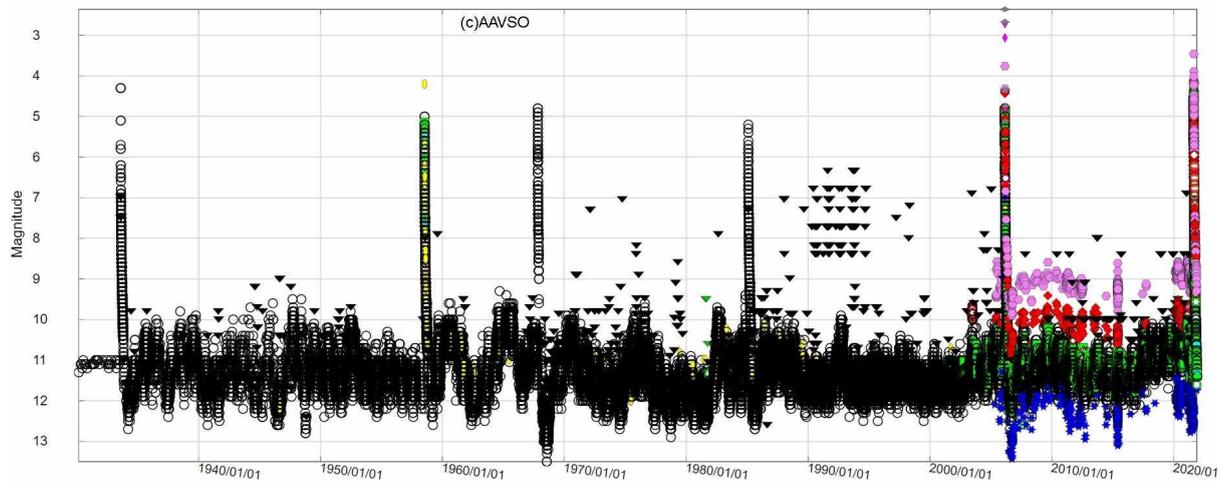
RS Oph con 5 componenti ( “ “ )

T Pyxidis con 3 componenti ( “ “ )

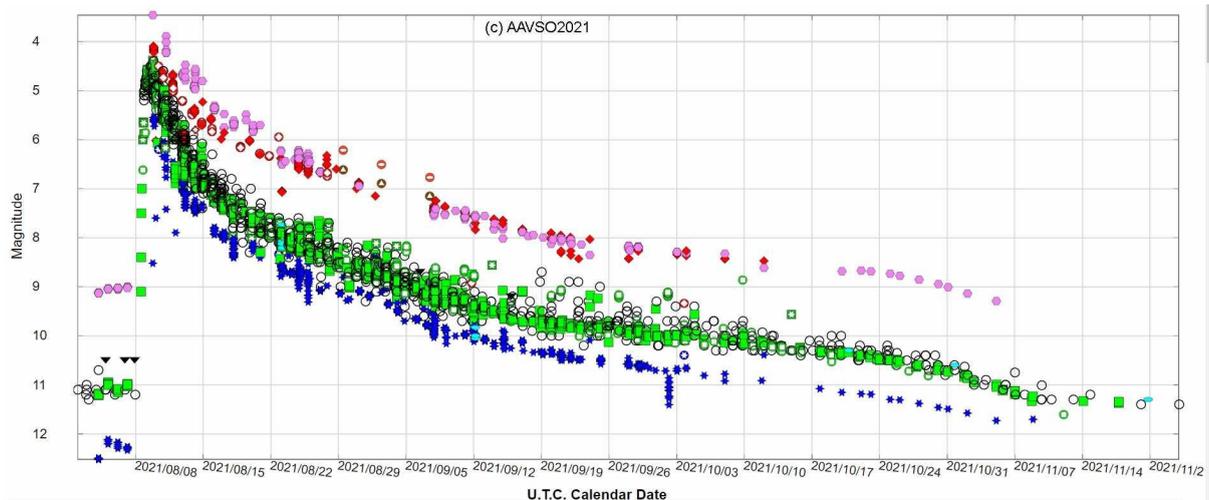
La RS Oph, distante circa 5000 AL nella costellazione dell’Ophiuco, in condizioni di quiescenza, presenta una magnitudine di 12,5 m. Appartiene alla sottoclasse NRA, la sua massa è di 1,2-1,4 masse solari.



Si conoscono 7 outbursts di questa nova, dei quali 6 registrati, i cui dati sono disponibili nell'archivio AAVSO: (1933/1958/1967/1985/2006/2021).

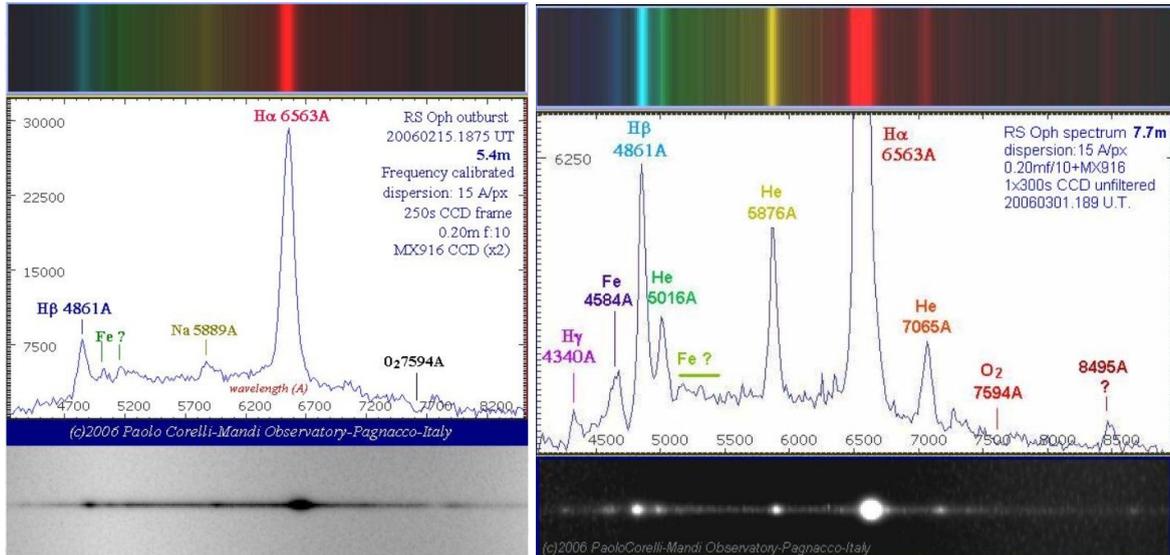


Un outburst precedente, nel 1898, è stato determinato sulla base delle ricerche condotte dalla Williamina Fleming, che nella circolare nr. 99 del 1905 dell'Harvard College Observatory la classificava come nova, confermata poi dallo stesso Pickering che le diede la sigla di Nova Ophiuchi nr. 3. Gli studi sulla curva di luce condotti successivamente da Annie Cannon dimostrarono che la stella era entrata in outburst anche nel 1898. Gli intervalli fra le esplosioni conosciute non sono regolari e vanno da un minimo di 9 anni (1958-1967) a un massimo di 35 anni (1898-1933). Tuttavia entrambi i periodi più lunghi, quello di 35 e 25 anni, potrebbero contenere eventi persi o mal osservati a causa delle due guerre mondiali (1918 e 1945). Il fenomeno esplosivo è molto rapido e si sviluppa nel giro di 24 ore con una rapida risalita di luminosità, dalla magnitudine di 12,5 m a circa 5 m seguita da un primo declino, relativamente veloce, della durata di 40/50 giorni, di un secondo declino più lento, della durata di circa 70/90 giorni e di un terzo con una durata intermedia di 110/130 giorni.

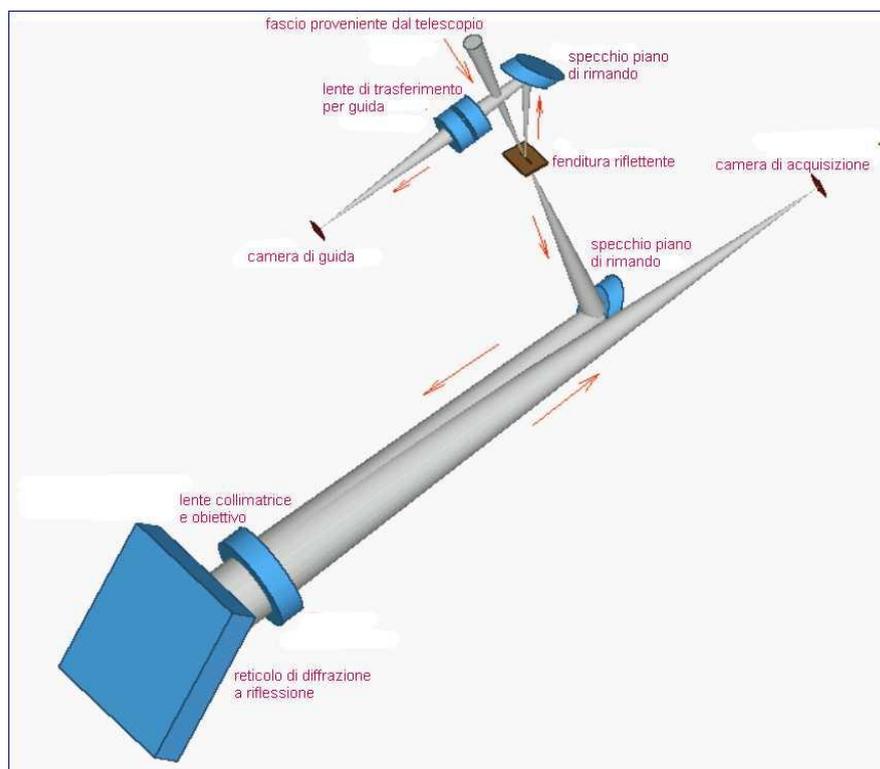


La RS Oph è uno degli oggetti della sua categoria tra i più osservati in assoluto, lo scrivente ha avuto la fortuna di assistere anche all'evento del 2006 ricavandone alcuni spettri a bassa risoluzione.

Comparandoli con quelli dell'evento del 2021 si notano evidenti similitudini sia in riferimento agli elementi identificati che all'intensità delle rispettive righe.



Gran parte delle osservazioni amatoriali sono state acquisite nel campo fotometrico, sia visuale che, a suo tempo, fotografico e ultimamente con i sensori CCD/CMOS. Grazie a questi dispositivi però, negli ultimi vent'anni è stato possibile raccogliere dati amatoriali anche nel campo della spettrografia. Da tempo sono disponibili spettrografi a prezzo contenuto che presentano caratteristiche e prestazioni in grado di fornire dati utili per la ricerca. Chi scrive ha realizzato uno di questi strumenti utilizzando la combinazione Littrow, che prevede un unico obiettivo che opera sia da collimatore per rendere paralleli i raggi verso il mezzo disperdente, che come obiettivo fotografico per trasferire l'immagine dello spettro sul sensore.



I componenti essenziali di questo spettrografo sono:

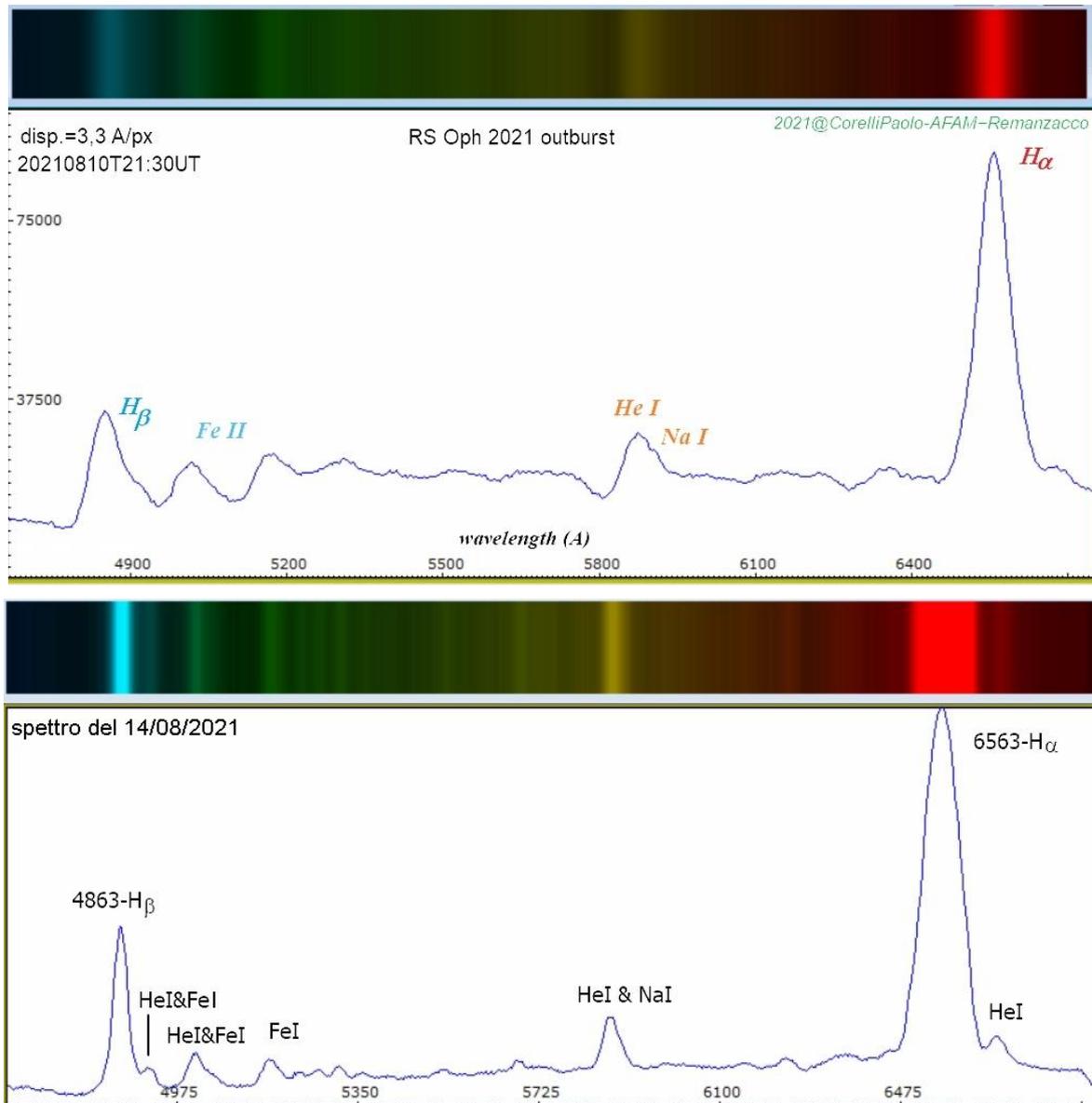
- 1) **Fenditura con superficie riflettente**
- 2) **Sistema ottico di centratura e guida**, necessario per portare l'oggetto in fenditura e guidare lo strumento durante l'esposizione a lunga posa
- 3) **Lente collimatrice e obiettivo**, che trasferisce l'immagine della fenditura sul mezzo disperdente, in questo caso un reticolo di diffrazione a riflessione e, di nuovo, la stessa lente che focalizza lo spettro prodotto dal reticolo sul sensore CCD o CMOS.
- 4) **Elemento disperdente - reticolo di diffrazione a riflessione** da 150 l/mm (intercambiabile)
- 5) **Camera CCD o CMOS guida e camera CCD o CMOS scientifica**, una dedicata alla centratura e guida dell'oggetto studiato e l'altra dedicata alla raccolta dello spettro.

le dimensioni della fenditura determinano la risoluzione dello strumento, cioè il dettaglio più piccolo separabile tra le righe dello spettro, mentre la lunghezza focale dell'obiettivo e il numero di righe per mm, determinano la dispersione, ossia la lunghezza dello spettro sul CCD o CMOS in Å/px.

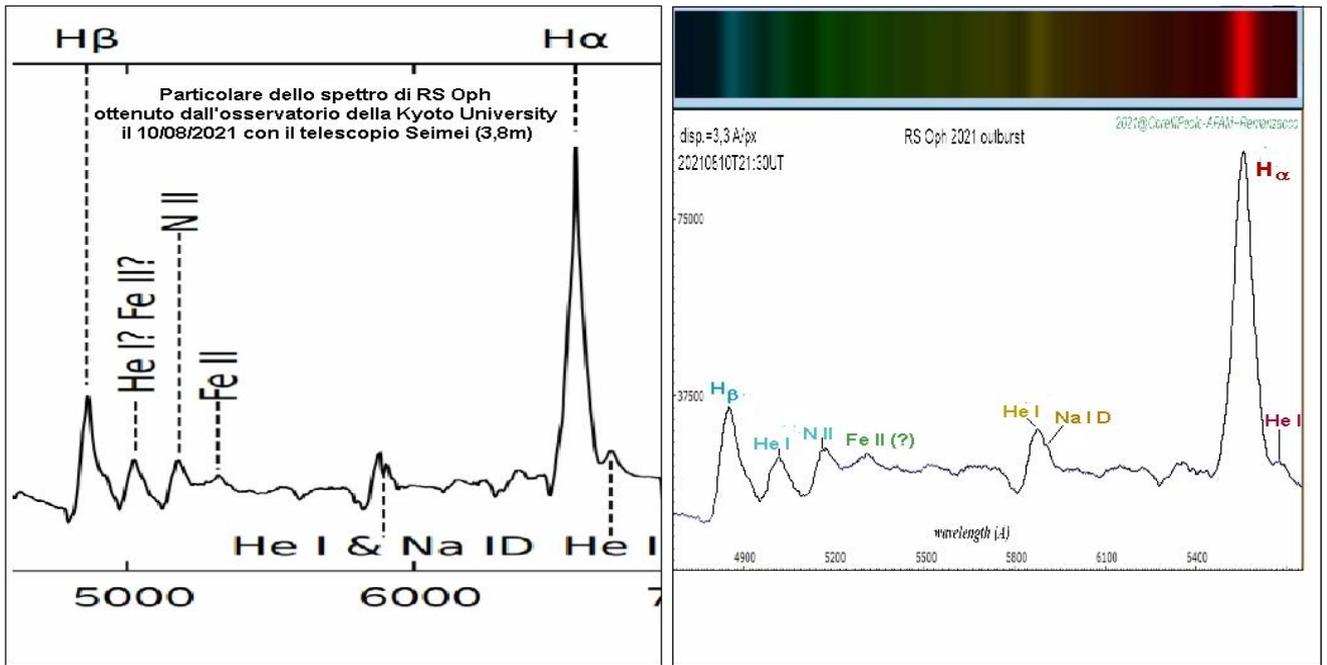
Nel caso specifico la fenditura utilizzata è di circa 30 micron, il reticolo ha 150 linee/mm e l'obiettivo una lunghezza focale di 250 mm. Tenuto conto che il sensore ha 1392 px orizzontali, questa combinazione conferisce allo spettrometro una dispersione di 1,6 Å /px equivalente a circa 250 Å/mm, con una risoluzione di 650, classificandosi come spettrometro a bassa risoluzione. A queste condizioni, lo strumento sarà in grado di risolvere due righe spettrali vicine separate da almeno 10,1Å.



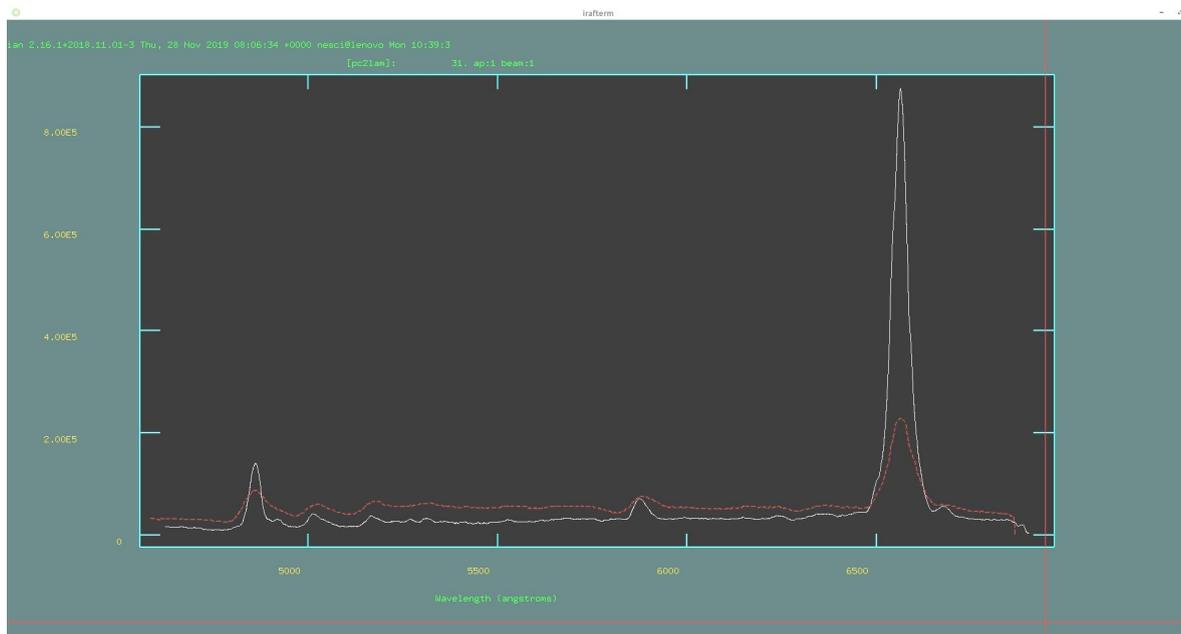
Data la bassa risoluzione dello strumento, lo scopo delle riprese è quello di identificare le righe più importanti e seguire la loro variazione ed evoluzione nel tempo.



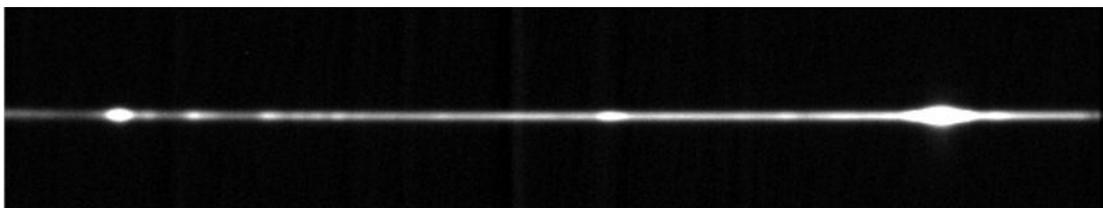
Gli spettri grezzi ottenuti sono stati trattati con bias, dark, flat e calibrati in lunghezza d'onda. Il primo spettro è stato ottenuto il 10 agosto 2021 e il secondo il 14 agosto 2021. Entrambi mostrano l'impronta tipica di una nova in outburst con le due righe principali predominanti della serie di Balmer dell'idrogeno, l' $H\alpha$  a 6563 Å e  $H\beta$  a 4863 Å e di altre strutture come il FeI a 5016 Å e l'HeI e il NaI a 5876 Å. Come confronto è stata presa una parte di uno spettro a bassa risoluzione ottenuto dal telescopio Seimel dell'Osservatorio di Kyoto che è servito per individuare gli elementi principali presenti.



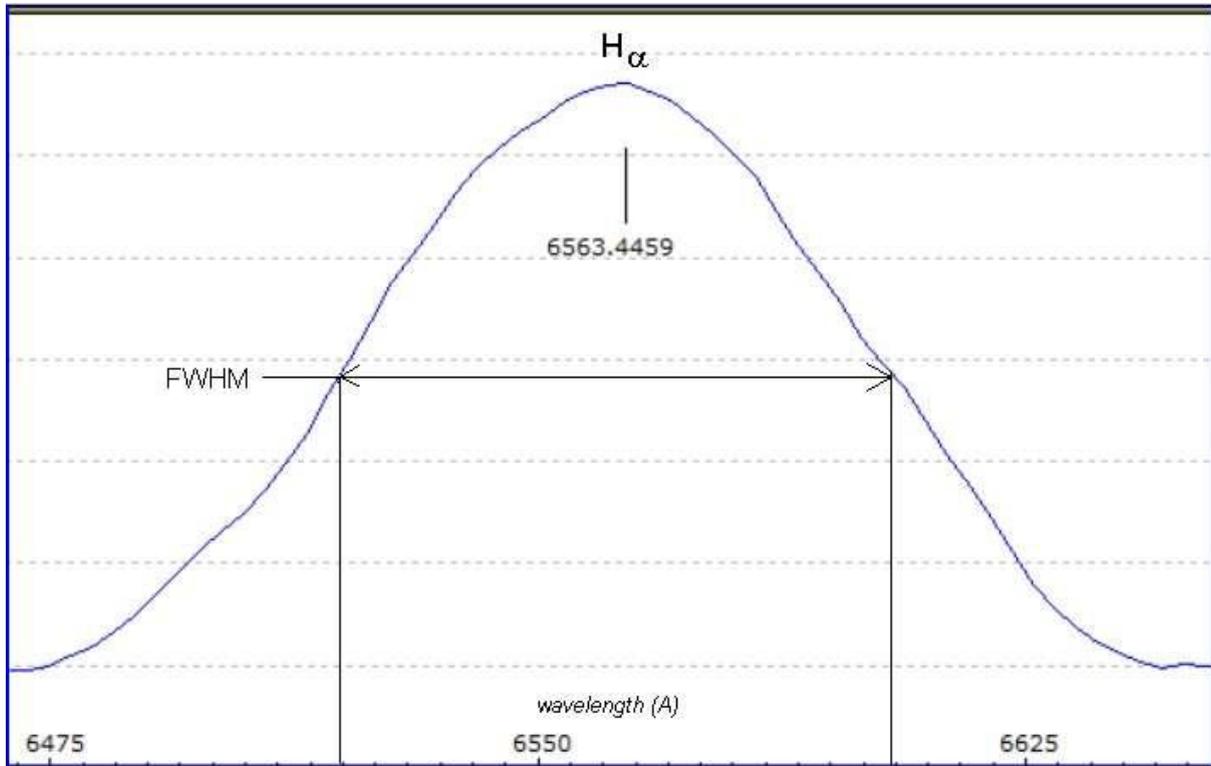
Il professor Nesci ha elaborato entrambi gli spettri utilizzando il software IRAF mettendoli a confronto, per evidenziare l'aumento consistente dell'intensità delle righe principali a distanza di qualche giorno l'uno dall'altro, il rosso è del 10/8 il bianco del 14/8.



Ciò che si può notare facilmente su entrambi gli spettri è il notevole allargamento delle righe principali dovuto all'effetto Doppler degli strati esterni in rapida espansione.



A titolo di esercizio è possibile ricavare la loro velocità di espansione. A tale scopo va misurata la larghezza di una riga a metà della sua altezza (FWHM), ad esempio la principale riga dell'idrogeno l' $H\alpha$ , che nel caso degli spettri ripresi nel 2021 e nell'ordine di  $82 \text{ \AA}$ .



Applicando la relazione

$$v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \times c$$

dove  $\Delta\lambda$  è la larghezza della riga a FWHM,  $\lambda$  la lunghezza d'onda della riga a riposo ( $6563 \text{ \AA}$ ) e  $c$  la velocità della luce, si ottiene:

$$(82 / 6563) \times 300000 = \text{circa } 3748 \text{ km/s}$$

che rientra nei valori medi di velocità di espansione dei gas della Nova (fra i 3000 e i 4000 Km/s).