

# Spettrofotometria AAM

Riccardo Gatti  <sup>4</sup>

<sup>4</sup>AAM, Associazione Astrofili Mantovani, Str. Gorgo, 36, 46027,  
San Benedetto Po, Mantova, Italy

## Abstract

Il progetto mira a introdurre e sviluppare competenze spettrofotometriche all'interno dell'AAM, coinvolgendo soci e pubblico generalista in un percorso formativo e operativo. Attraverso l'acquisizione e l'analisi di spettri stellari, si intende:

1. Formare i partecipanti sui principi della fotometria e spettrometria
2. Acquisire spettri di stelle luminose per identificare righe di assorbimento
3. Determinare la presenza di elementi chimici in funzione della classe stellare
4. Monitorare variazioni spettrali in stelle variabili durante il loro ciclo
5. Analizzare curve di luce e variazioni spettrali tramite trasformate di Fourier (FFT)

## 1 Obiettivi Formativi e Divulgativi

1. Corsi di formazione: Organizzazione di workshop e seminari su:
  - (a) Fondamenti di fotometria e spettrometria
  - (b) Funzionamento e utilizzo di CCD e spettroscopi
  - (c) Interpretazione degli spettri stellari
2. Coinvolgimento del pubblico: Attività divulgative aperte a tutti, per avvicinare i non addetti ai lavori all'astronomia osservativa e all'analisi dei dati.
3. Materiale didattico: Preparare dispense, slide e video tutorial accessibili anche online, per favorire l'autoapprendimento e la partecipazione asincrona
4. Sessioni pratiche: Organizzare serate osservative dedicate all'acquisizione di spettri, con il supporto di tutor esperti, per applicare le conoscenze teoriche apprese

## 2 Attività Scientifiche

1. Acquisizione spettri: Utilizzo di spettroscopi a bassa e media risoluzione per osservare stelle luminose, identificando righe di assorbimento caratteristiche
  - (a) Selezione degli obiettivi: Identificare stelle luminose (magnitudine apparente  $\leq 6$ ) facilmente osservabili con la strumentazione disponibile, come Vega, Betelgeuse o Sirio
  - (b) Utilizzo di spettroscopi a bassa risoluzione: Impiegare spettroscopi come il Star Analyser 100 per ottenere spettri sufficientemente dettagliati da evidenziare le principali righe di assorbimento
  - (c) Calibrazione e acquisizione: Effettuare la calibrazione degli strumenti e acquisire spettri in condizioni ottimali, registrando i parametri di osservazione per una corretta analisi successiva
2. Classificazione stellare: Analisi degli spettri per determinare la classe spettrale delle stelle osservate, posizionandole sul diagramma Hertzsprung-Russell
  - (a) Classificazione spettrale: Analizzare gli spettri acquisiti per determinare la classe spettrale delle stelle osservate, utilizzando le righe di assorbimento caratteristiche di ciascuna classe
  - (b) Identificazione degli elementi: Utilizzare software di analisi spettrale per identificare le righe associate a elementi specifici (es. idrogeno, calcio, sodio) e correlare la loro presenza e intensità alla classe spettrale
  - (c) Posizionamento sul diagramma HR: Collocare le stelle analizzate sul diagramma di Hertzsprung-Russell, confrontando le caratteristiche spettrali con la posizione teorica prevista.
3. Studio di stelle variabili: Monitoraggio di stelle variabili in diverse fasi del loro ciclo, analizzando le variazioni spettrali e fotometriche
  - (a) Selezione delle stelle variabili: Scegliere stelle variabili con periodi inferiori a un mese (es. Delta Cephei, RR Lyrae) per consentire l'acquisizione completa del ciclo in tempi ragionevoli
  - (b) Pianificazione delle osservazioni: Programmare sessioni osservative in corrispondenza delle diverse fasi del ciclo di variabilità, coordinando le attività tra i soci per coprire l'intero periodo
  - (c) Acquisizione e registrazione: Osservazioni spettroscopiche e registrazione della fase in cui ciascuna osservazione viene effettuata
4. Analisi delle curve di luce: Applicazione di tecniche di analisi come la trasformata di Fourier (FFT) per studiare le variazioni di luminosità e delle righe spettrali nel tempo

- (a) Analisi comparativa degli spettri: Confrontare gli spettri acquisiti nelle diverse fasi del ciclo per identificare variazioni nelle righe di assorbimento e nell'intensità del continuo
- (b) Correlazione con la fase del ciclo: Associare le variazioni spettrali osservate alle specifiche fasi del ciclo di variabilità, cercando pattern ricorrenti o anomalie significative
- (c) Interpretazione fisica: Discutere le possibili cause fisiche delle variazioni osservate, come cambiamenti nella temperatura superficiale o nella composizione atmosferica della stella.
- (d) Acquisizione fotometrica: Effettuare osservazioni fotometriche delle stelle variabili selezionate, registrando la luminosità in funzione del tempo con sufficiente frequenza e precisione
- (e) Elaborazione delle curve di luce: Costruire le curve di luce dalle osservazioni fotometriche e applicare la trasformata di Fourier (FFT) per identificare i periodi principali e le eventuali armoniche
- (f) Analisi dei risultati: Interpretare i risultati dell'analisi FFT in termini di struttura e stabilità del ciclo di variabilità, confrontando con dati spettroscopici per una visione integrata
- (g) Misurazione delle righe spettrali: Intensità e la larghezza delle principali righe di assorbimento negli spettri acquisiti nelle diverse fasi del ciclo
- (h) Analisi temporale: Applicare la trasformata di Fourier (FFT) alle serie temporali delle misurazioni delle righe spettrali per identificare periodicità o modelli ricorrenti
- (i) Interpretazione delle variazioni: Correlare le variazioni spettrali periodiche con fenomeni fisici nella stella, come pulsazioni o attività atmosferiche, integrando le informazioni con le curve di luce fotometriche.

### 3 Citizen Science e Collaborazioni

Il progetto si propone di coinvolgere attivamente i soci e il pubblico in attività di citizen science, seguendo l'esempio di iniziative come Galaxy Zoo e HOYS Citizen Science <sup>1</sup>.

1. Partecipazione: I volontari saranno formati per contribuire all'acquisizione e analisi dei dati, con apprendimento pratico e collaborativo
2. Collaborazioni: Possibilità di collaborare con reti internazionali di citizen science, ampliando l'impatto e la visibilità del progetto

---

<sup>1</sup><https://hoys.space> "HOYS Citizen Science"

## 4 Risorse e Strumentazione

1. Strumentazione: Utilizzo di telescopi dotati di spettroscopi e camere CCD, software di analisi spettrale e fotometrica
2. Formazione: Materiale didattico, tutorial e supporto continuo per i partecipanti

Per una valutazione più dettagliata degli sviluppi futuri, vorrei tentare di proporre un setup calibrato a seconda del livello di preparazione dell'appassionato. Questa distinzione è da intendersi a solo scopo indicativo e in alcun modo vincolante ai fini del risultato. Inoltre, evidentemente, il setup di cui l'Associazione dispone è già sufficiente per condurre la ricerca descritta sopra. Si consideri quanto segue.

1. Livello Base. Per chi si avvicina per la prima volta alla spettroscopia, un setup efficace può essere costituito da un telescopio rifrattore da 80 mm di apertura con rapporto focale  $f/7$ , su montatura equatoriale motorizzata. Star Analyser 100, come spettroscopio, rappresenta una scelta interessante: si tratta di un reticolo di diffrazione da 100 linee/mm montato in una cella da 1,25 pollici, facilmente avvitabile come un filtro standard. Questo accessorio permette di ottenere spettri a bassa risoluzione, ed è compatibile con la maggior parte delle camere CCD o CMOS. Una camera monocromatica come la ZWO ASI120MM può essere utilizzata per l'acquisizione delle immagini. Per il controllo della camera e la gestione delle sessioni osservative, software come SharpCap sono adatti, mentre per l'analisi spettrale è possibile utilizzare programmi come RSpec.
2. Livello Intermedio. Per utenti con maggiore esperienza, telescopio Newton da 150 mm di apertura e 750 mm di lunghezza focale, su montatura equatoriale motorizzata. Star Analyser 100 o, in alternative, uno spettroscopio a fenditura permette una maggiore risoluzione spettrale. Una camera monocromatica come la ZWO ASI1600MM dispone di maggiore sensibilità e risoluzione rispetto ai modelli base. Software come NINA per l'acquisizione, Visual Spec per l'analisi spettrale e AstroImageJ per la fotometria. Questo setup permette lo studio delle variazioni spettrali in stelle variabili con periodi inferiori a un mese.
3. Livello Avanzato. Per progetti di ricerca più avanzati, telescopio Schmidt-Cassegrain da 200 mm di apertura o superiore e 2000 mm di lunghezza focale o superiore, su una montatura almeno EQ6-R Pro. Lo spettroscopio Lhires III della Shelyak Instruments è particolarmente indicato: si tratta di uno spettroscopio ad alta risoluzione ( $R=17.000$ ) progettato per l'osservazione dettagliata delle linee spettrali, ideale per lo studio dell'effetto Doppler e dell'attività stellare. Camera CCD della fascia Atik 414EX offre elevate prestazioni in termini di sensibilità e basso rumore di lettura. Software come Maxim DL per l'acquisizione, ISIS per l'analisi spettrale e VStar per l'analisi delle curve di luce. Questo setup consente

l'analisi approfondita delle variazioni delle righe spettrali in funzione della fase delle stelle variabili e lo studio delle curve di luce mediante trasformata di Fourier (FFT).

## **5 Conclusioni**

Questo progetto rappresenta un'opportunità per l'AAM di ampliare le proprie attività scientifiche e formative, promuovendo la citizen science e l'astronomia partecipativa. Attraverso l'acquisizione e l'analisi di spettri stellari, i partecipanti potranno contribuire attivamente alla ricerca astronomica, sviluppando competenze tecniche e scientifiche.