

FOTOMETRIA DI STELLE VARIABILI AD ECLISSE CON LO SMART TELESCOPE SEESTARS50

MANUALE D'USO

Lo scopo del seguente manuale è quello di illustrare passo-passo come utilizzare lo smart-telescopio SeestarS50 per effettuare fotometrie di stelle variabili ad eclisse.

1.0 LO STRUMENTO



Il SeestarS50 è uno Smart-Telescope formato da un telescopio, una montatura e un camera CCD al fuoco del telescopio. Questi strumenti sono stati concepiti per funzionare in grande autonomia sia nel puntamento degli oggetti celesti sia per l'acquisizione delle immagini che possono essere viste attraverso un device come smartphone o tablet.

1.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SEESTARS50

Modello del prodotto	Seestar S50
Sensore	IMX462
Risoluzione	1920 x 1080
Apertura	50 mm
Rapporto focale	f/5
Lente ottica	Tripletto apocromatico
Memoria	64 GB
Modalità di trasmissione	Wi-Fi 5G e 2,4G / USB Type-C / Bluetooth 5.0
Temperatura di lavoro	0~40 °C (Consigliata)
Montatura	Altazimutale
Velocità di inseguimento	1X - 1440X
Posizione zero	Meccanica
Capacità della batteria	6000 mAh
Porta di connessione	3/8“-20“
Peso netto	2.5 kg
Dimensioni	142.5 x 130 x 257
Ingresso di alimentazione	Type-C
Reset Wi-Fi	Supportato
Riscaldatore anticondensa	Si

2.0 SCOPO DEL NOSTRO STUDIO

Partiamo fissando alcuni elementi che ci saranno utili per capire cosa vogliamo osservare. Le stelle variabili ad eclisse rappresentano una tipologia di stelle variabili chiamate estrinseche ovvero la cui variazione luminosa non è dovuta a cambi fisici dello stato della stella (pulsazioni, macchie, flare ecc...) ma piuttosto all'alternarsi di eclissi che si verificano tra due corpi orbitanti attorno a un comune baricentro.

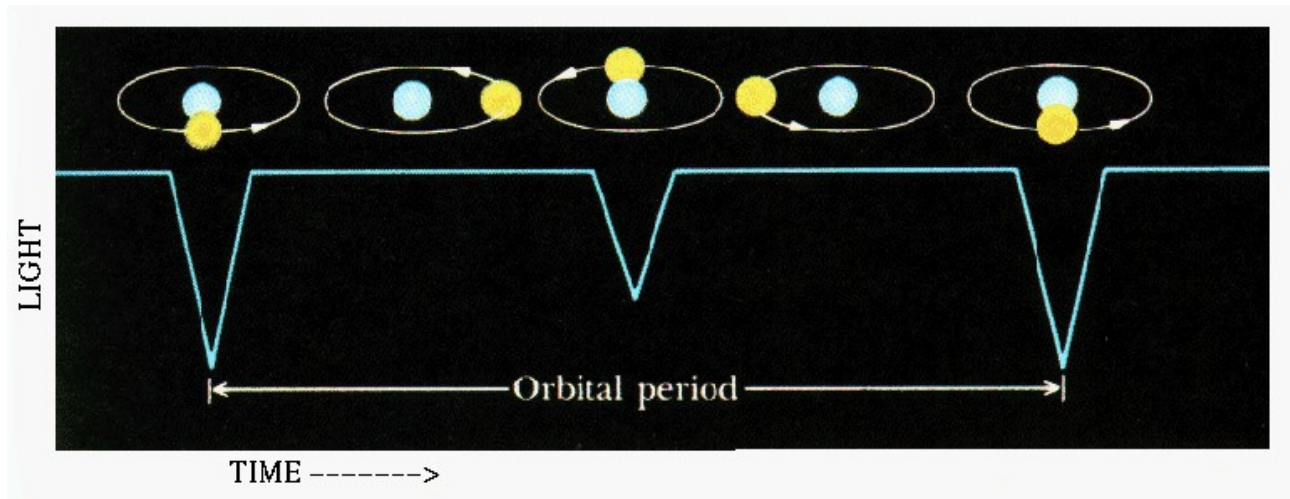


Figura 1

Il caso è il seguente: due astri che ruotano attorno a un comune baricentro. Le stelle, ruotando vicendevolmente una attorno all'altra, si eclisseranno in un periodo p che chiamiamo periodo di variazione od orbitale. Succederà questo, quando la stella meno luminosa passerà davanti alla stella più luminosa, avremo la cosiddetta eclisse primaria e avrò quindi un minimo primario (più profondo), quando invece sarà la stella meno luminosa a passare dietro a quella più luminosa avremo un minimo secondario (e meno profondo). Il periodo orbitale di un sistema siffatto è il tempo che intercorre tra due minimi primari come da figura 1.

Stabiliamo quindi alcune terminologie:

PERIODO: è il tempo che intercorre (solitamente espresso in giorni o frazioni di giorno) tra due minimi primari.

EPOCA: è il momento in cui avviene un minimo primario (per riferimento può essere preso qualsiasi minimo primario in una sequenza) solitamente espresso in Data Giuliana.

RANGE (o Ampiezza): è la variazione luminosa che avviene durante un minimo primario (o secondario) espresso in magnitudini.

Con questi tre dati possono descrivere un sistema di stelle variabili ad eclisse, esempio pratico:

Nome Stella: BZ Del
Periodo: 1,985984 giorni
Epoca: 2460905.497 HJD
Range: 12,84 – 13,14 V

significa che la stella BZ Del ogni 1,99 giorni circa ha una eclisse primaria che la porta a variare dalla magnitudine 12,84 alla magnitudine 13,14 e che uno di questi minimi è avvenuto alla data giuliana 2460905.497 (che corrisponde al 17 Agosto 2025).

2.1 TIPI DI STELLE VARIABILI AD ECLISSE

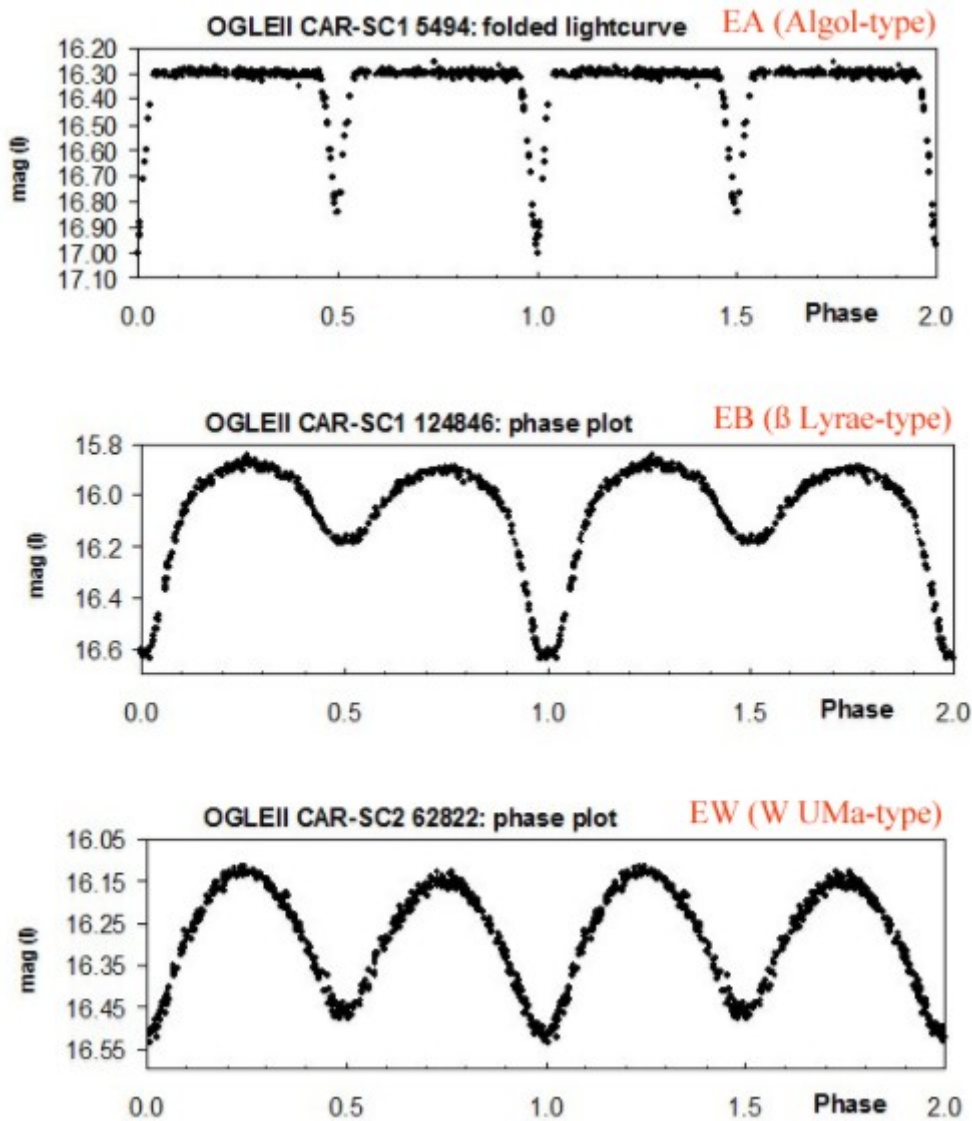


Figura 2

In riferimento alla figura 2 abbiamo 3 tipi di stelle variabili ad eclisse: le EA, le EB e le EW.

EA: Sistemi binari staccati le cui componenti occupano un volume ben all'interno dei propri lobi di Roche, sono quasi-sferiche e la distorsione dovuta agli effetti mareali è minima.

EB: Sistemi binari semi-staccati, una delle due componenti riempie il proprio lobo di Roche ed è distorta dalle forze mareali. Può avvenire scambio di materiale con l'altra componente attraverso il punto di Lagrange più interno.

EW: Sistemi binari a contatto, entrambe le componenti riempiono i rispettivi Lobi di Roche, sono distorte e praticamente a contatto.

NOTA, IL LOBO DI ROCHE: in astronomia, il lobo di Roche è una regione di spazio attorno a una stella che fa parte di un sistema binario, all'interno del quale il materiale orbitante è gravitazionalmente legato a questa stella. Il materiale esterno al lobo può invece cadere sull'altra stella.

2.2 GRAFICO O-C

O-C diagram

$M = 2451478.777 + 0.329519 * E$ (28 records, 1999 - 2025)

VarAstro

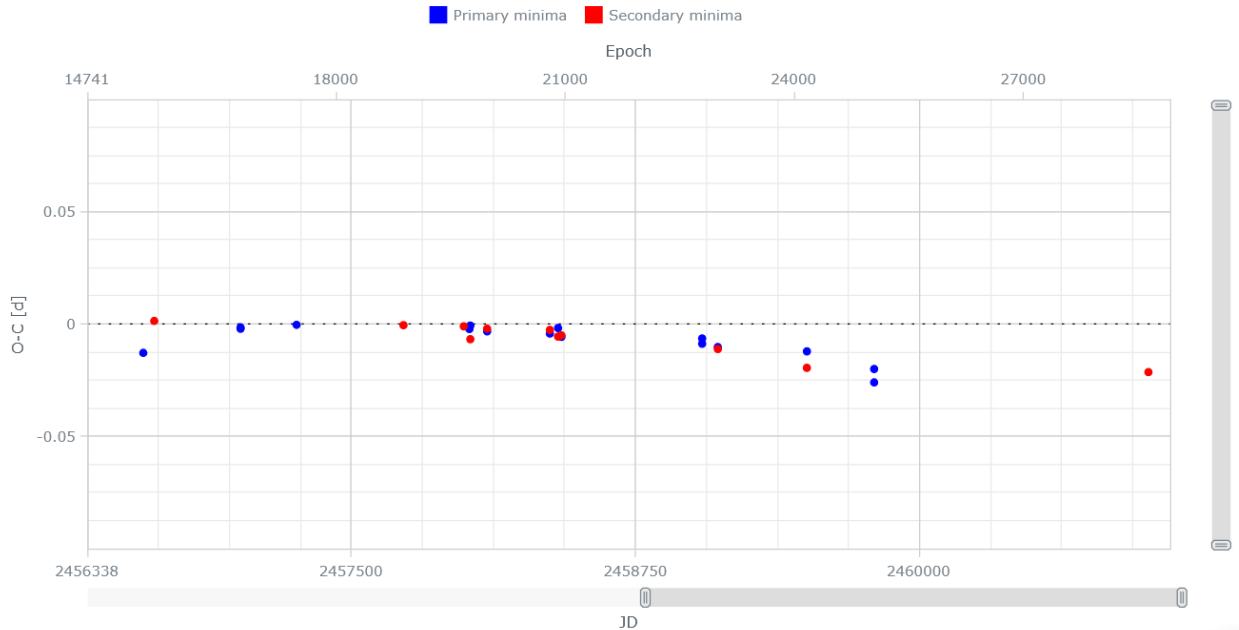


Figura 3

Il grafico O-C è la chiave del nostro studio. Partiamo con il dire che O sta per Osservato e C sta per Calcolato. Tornando all'esempio che abbiamo fatto prima di BZ Del, se il mio modello è corretto ogni 1,985984 giorni avverrà una eclisse primaria in cui mi aspetto di vedere un minimo primario. Osservando queste eclissi nel tempo, se il modello è corretto, la differenza tra ciò che osservo e ciò che ho calcolato dovrebbe essere 0. Nel grafico in figura 3 abbiamo in ascissa il tempo (in data giuliana) e in ordinata invece l'eventuale differenza di tempo (in frazioni di giorno) tra ciò che ho osservato e ciò che ho calcolato. In un sistema stabile i minimi primari dovrebbero avvenire esattamente nel momento che ho calcolato dalle mie effemeridi (previsioni basate dai parametri calcolati del sistema), se ciò non dovesse avvenire il momento del mio minimo primario sarà in un punto diverso dalla linea zero. Se il mio punto si trovasse più basso della linea zero significa che l'eclisse primaria ha anticipato l'effemeride, se si trova nella parte superiore significa che il minimo primario ha avuto un ritardo rispetto alla effemeride.

Esempio pratico, figura 3: questo è il grafico O-C della stella HN Psc. Fino ad un certo punto i minimi osservati sono avvenuti esattamente secondo i tempi calcolati e infatti giacciono in prossimità dello 0. A un certo punto, però, abbiamo iniziato ad osservare che i minimi avvenivano con qualche minuto di anticipo e infatti si collocano sotto la linea dello zero e anzi più passa il tempo più questo divario sembra aumentare.

Quali sono le cause? In questo caso HN Psc è un sistema EW quindi con scambio di materia tra le due stelle e quindi l'equilibrio del sistema è piuttosto fragile. Lo studio di questi grafici O-C aiutano gli astrofisici a capire quali siano le dinamiche all'interno di un sistema complesso come le variabili EW.

Per costruire questi grafici servono anni (nella figura 3 sono 26 anni di osservazioni) ed è quasi esclusivo appannaggio degli astrofili monitorare continuamente questi sistemi.

2.1.1 UN CASO AFFASCINANTE, O-C DI XY LEO

O-C diagram

$M = 2445074.493 + 0.2841029 * E$ (600 records, 1944 - 2025)

VarAstro

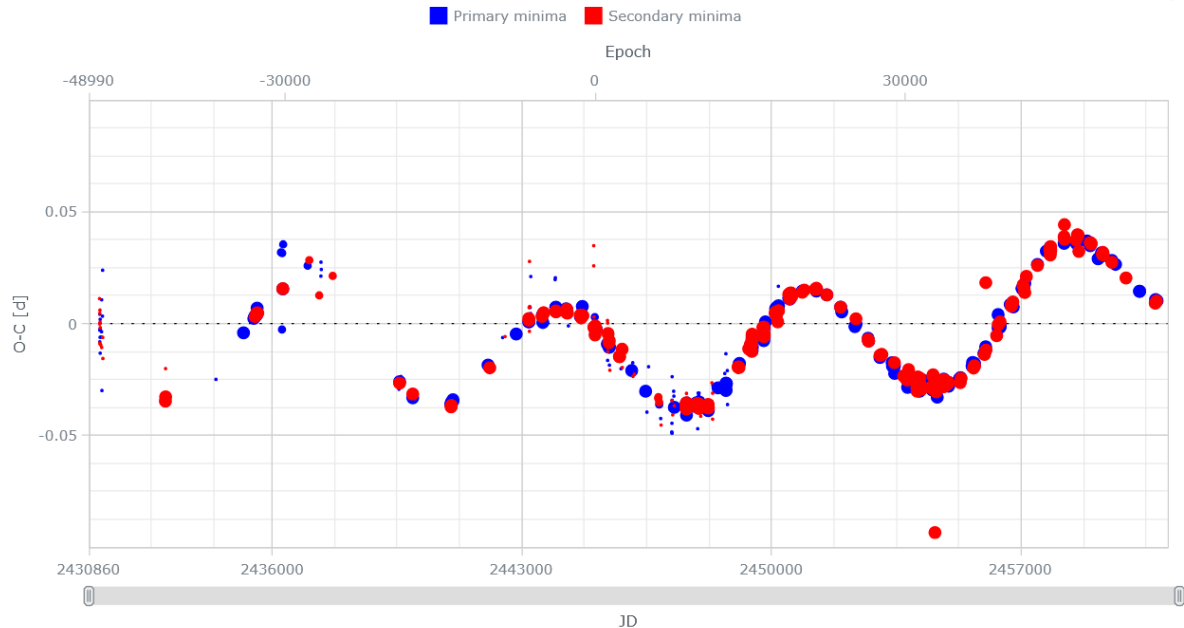


Figura 4

XY Leo rappresenta un caso particolare di grafico O-C. La figura 4 rappresenta tutti i minimi osservati di questa stella dal 1944 al 2025 con gli ultimi 4 punti osservati proprio con il Seestars50. I minimi sono avvenuti a volte in anticipo a volte in ritardo rispetto a una effemeride calcolata, ma non sono avvenuti in maniera casuale bensì sembrano seguire un andamento sinusoidale. Questo tipo di grafico O-C è un importante indizio che probabilmente ciò che fa oscillare continuamente il momento del minimo non è dovuto a un cambiamento fisico del sistema quanto piuttosto a un terzo corpo che non vediamo nella nostra fotometria. Questo tipo di studi può far scoprire nuove stelle precedentemente sconosciute a cui potresti dare un contributo fondamentale!

3.0 COMINCIAMO A PIANIFICARE

Abbiamo quindi capito cosa vogliamo fare, osservare i minimi delle variabili ad eclisse. Ma quali osservare e quando?

La chiave si trova in un sito <https://var.astro.cz/en/Home/ETD>

Questo sito, gestito dalla Società Astronomica Ceca (Czech Astronomical Society, ČAS) è in grado di fornire tutte le informazioni necessarie a pianificare i target da osservare.

Entrati nel sito ci troveremo questa schermata dove in un menù a tendina in alto abbiamo “*what to observe?*” cosa osservare?. Sceglieremo *Eclipsing Binaries Minima*.



Entriamo in questa pagina e ci apparirà questa schermata:

Observer		
Latitude	<input type="text" value="45.0000"/>	Longitude
	<input type="text" value="11.0000"/>	
Input parameters		
Evening date	<input type="text" value="17/12/2025"/>	
Star name	<input type="text" value="Star name"/>	Constellation
	<input type="text" value="Constellation"/>	
Brightness from (Mag)	<input type="text" value="7"/>	Brightness to (Mag)
	<input type="text" value="12"/>	
Minimal depth of minimum (Mag)	<input type="text" value="Minimal depth of minimum (Mag)"/>	Maximal depth of minimum (Mag)
	<input type="text" value="Maximal depth of minimum (Mag)"/>	
Minimal period (d)	<input type="text" value="Minimal period (d)"/>	Maximal period (d)
	<input type="text" value="Maximal period (d)"/>	
Location in the sky at time of minimum		
Minimal altitude (°)	<input type="text" value="Minimal altitude"/>	Maximal altitude (°)
	<input type="text" value="Maximal altitude"/>	

qui basterà compilare i seguenti campi:

LATITUDE e LONGITUDE: ovvero le nostre coordinate di latitudine e longitudine.

BRIGHTNESS FROM – BRIGHTNESS TO: ovvero decido un range di magnitudine entro il quale osservare le stelle.

NOTA: questo parametro mi include o esclude quelle stelle che non potremo osservare con il

Seestars50. Bisogna infatti dire che il Seestars50 è limitato dal piccolo diametro di appena 5 cm che ci farà fotometrare solo stelle entro un certo range di magnitudine. Da esperienza il range ottimale è tra la magnitudine 7 e la magnitudine 12.

Gli altri parametri possiamo lasciarli vuoti e imparare ad usarli nel tempo. Ad esempio possiamo selezionare le stelle variabili solo di una costellazione oppure che abbiano solo un certo periodo oppure che abbiano solo alcuni range... saranno utili quando diventeremo esperti variabilisti per ora rimaniamo su questi due parametri.

Fissati i paletti ecco che ci apparirà una schermata di questo genere:

Show 20 entries Column visib

ID	Entries	Name	Constellation	P/S	Maximum (Mag)	Minimum (Mag)	Phot. band	Variability type	Minimum UTC	Altitude (°)	Azimuth (°)	Sun altitude (°)	Period (d)	Declination
15433	0/3	G3200.01872	Lac	P	9.36	9.76	c	EW	12/17/25, 16:47	79	SW	-12	0.626381	+37 57 41.60
8376	0/19	V0372	And	P	9.048	9.532	V	EA	12/17/25, 16:47	60	E	-12	2.941015	+45 05 34.10
10762	3/189	V0375	Cas	S	10.1	10.6	P	EB	12/17/25, 16:47	71	N	-12	1.473398	+63 00 22.00
16291	0/1	V0559	Lyr	S	11.3	11.3	P	EA	12/17/25, 16:49	33	W	-13	1.01089	+31 21 33.80
19707	0/2	G1828.01853	Tau	S	10.955	10.966	R	EA	12/17/25, 16:50	29	E	-13	1.027541	+29 07 01.80
9401	0/7	V0426	Aur	P	10.553	10.764	V	EB	12/17/25, 16:51	23	NE	-13	1.419103	+35 25 52.00
18429	0/26	SU	Psc	S	10.95	11.3	V	EB	12/17/25, 16:51	53	SE	-13	2.681381	+19 37 40.70
8496	0/6	V0674	And	P	10.67	10.9	c	EA	12/17/25, 16:51	87	NE	-13	2.84822	+46 47 57.50
10581	0/2	G3266.00195	Cas	S	11.67	11.695	B	EW	12/17/25, 16:53	74	E	-13	1.721951	+48 43 33.80
10887	0/24	V1046	Cas	P	11.3	11.7	V	EA	12/17/25, 16:53	72	NE	-13	0.980499	+58 50 53.90
18100	1/389	KW	Per	S	10.5	10.8	P	EB	12/17/25, 16:53	63	NE	-13	0.93126	+53 13 24.90
9075	1/60	HS	Aqr	P	9.35	9.42	V	EB	12/17/25, 16:54	32	SW	-13	0.7101875	-00 35 51.50
16116	2/13	MO	Lyn	P	10.93	11.6	V	EB	12/17/25, 16:55	16	NE	-14	0.5734705	+52 56 58.50

in questa schermata ho tutte le stelle che sono previste andare in eclisse per la data prescelta in ordine temporale.

Possiamo qui trovare: nome della stella, costellazione, magnitudine massima e minima, tipo di variabile ad eclisse (EA, EB, EW), data e ora stimata del minimo e il periodo di variazione. Se clicchiamo sopra il nome di una stella dell'elenco ci apparirà una ulteriore schermata con tanti dati utili come le coordinate della stella, i minimi osservati fino a quel momento, il grafico di fase e il grafico O-C della stella.

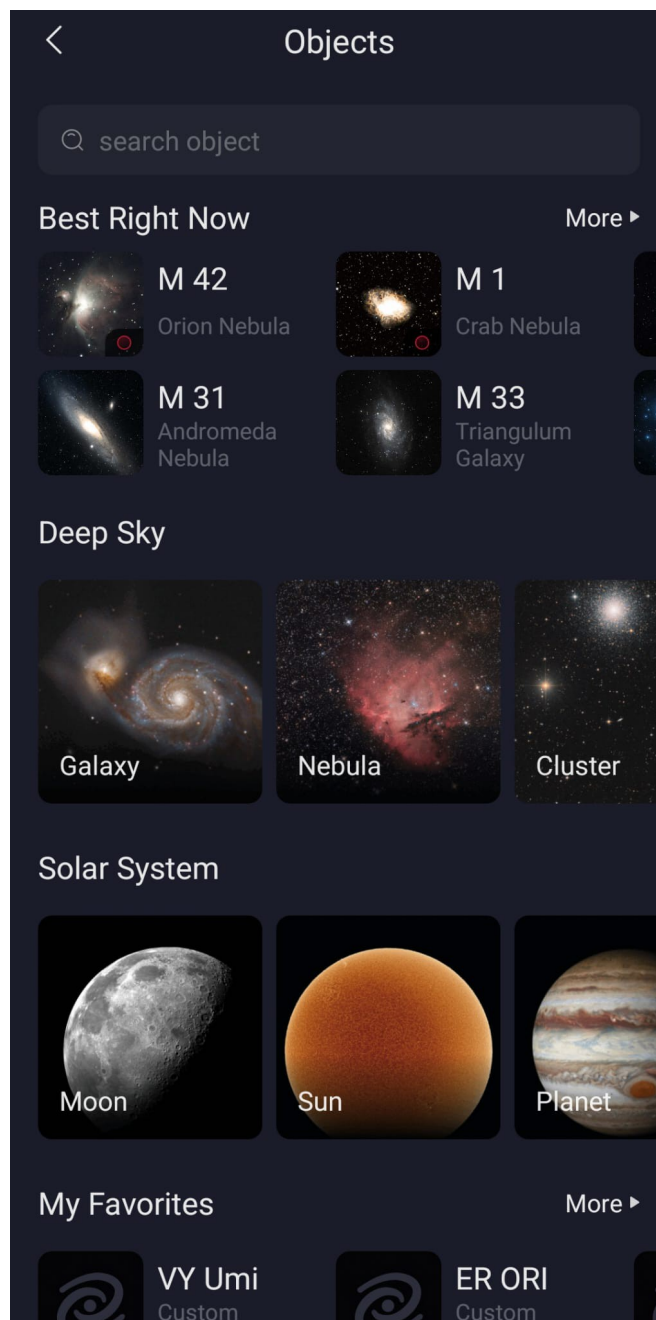
A questo punto abbiamo individuato il nostro target, ora vediamo come fare a fotometrare il minimo della nostra stella variabile con il SeestarS50.

4.0 FOTOMETRIA CON IL SEESTARS50

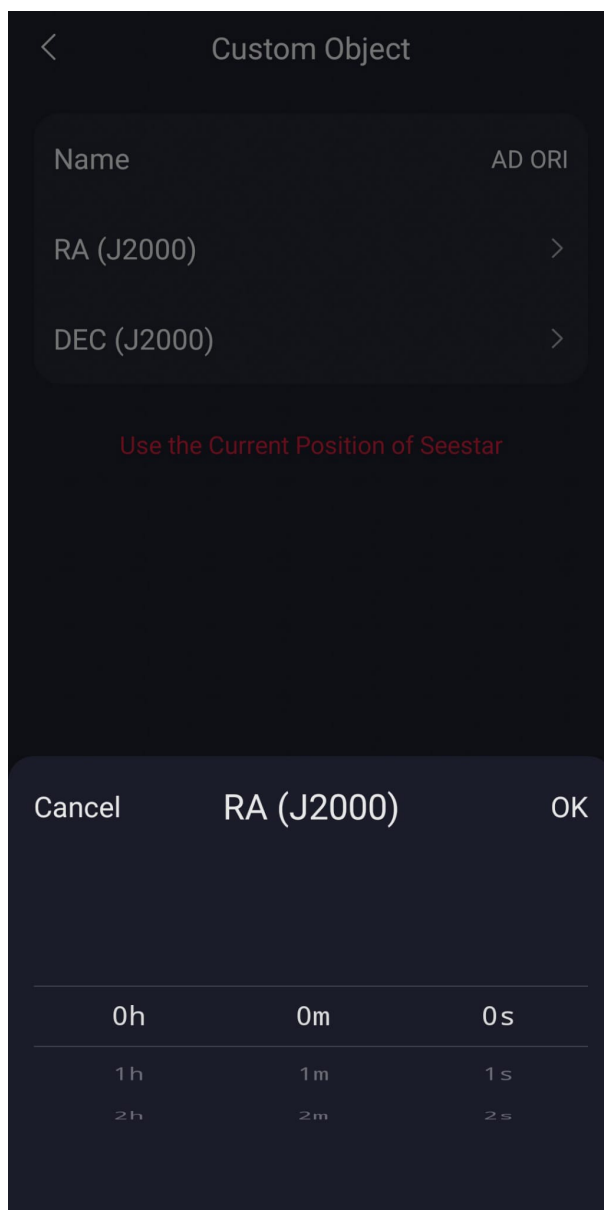
Accendiamo quindi il nostro strumento, colleghiamolo al nostro device (tablet o smartphone), facciamo il Compass Calibration (si trova in Advance Feature > Level & Compass Calibration > Compass Calibration) e mettiamolo in bolla con Adjut Level.

NOTA: non occorre usarlo in modalità equatoriale va benissimo in altazimutale.

A questo punto siamo pronti ma come puntare la nostra stella variabile? Quando andate su SkyAtlas cliccate in alto a destra sulla lente Objects. Qui potrete scegliere i tantissimi oggetti precaricati come nebulose, galassie, ammassi stella ecc... purtroppo però non ci sono le stelle variabili. Andate verso il basso fino a trovare *My Favorite* e quindi *More*:



In questa pagina troverete, in alto a destra, la parola *Customize*, cliccateci sopra vi apparirà la seguente schermata:



Qui avrete la possibilità di inserire un oggetto a vostro piacimento. Scrivete quindi il nome della stella variabile che volete osservare e le coordinate di ascensione retta e declinazione della stella. Dove si trovano queste informazioni? Nella pagina del sito dove avete scelto la stella da osservare, cliccando sul nome vi appariranno molte informazioni tra cui le coordinate AR e Dec.

Una volta salvata la scheda questo oggetto vi apparirà tra i preferiti e basterà quindi richiamarlo e dire al SeestarS50 “Go To” e il telescopio punterà la nostra stella variabile.

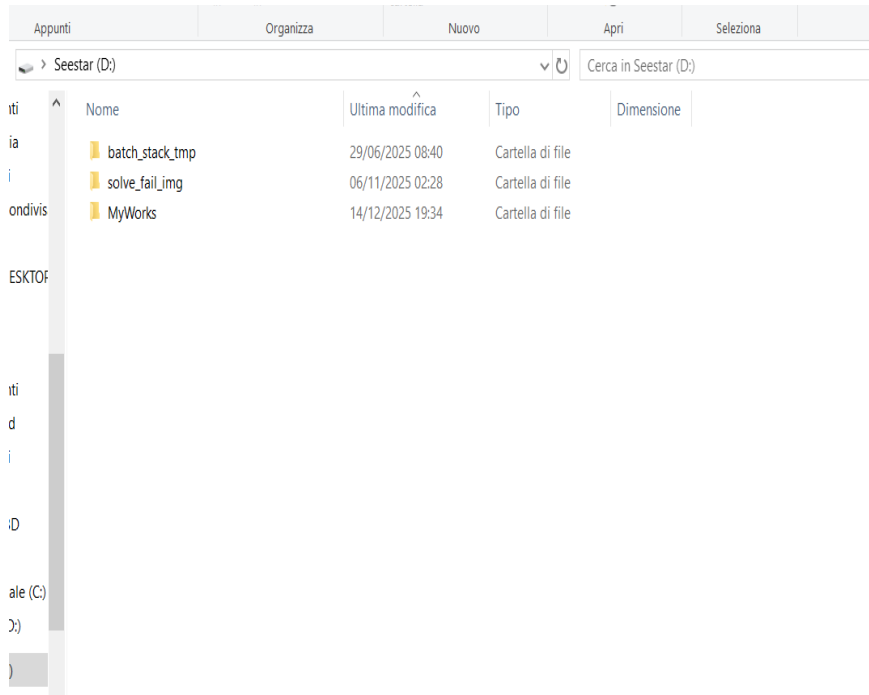
A questo punto non occorre fare più nulla se non aspettare che il SeestarS50 acquisisca per tutto il tempo necessario.

Considerazioni pratiche: potete lasciare il tempo di esposizione a 10 secondi, quanto tempo acquisire? E' buona norma iniziare un'ora prima il tempo presunto del minimo e continuare per un'ora dopo.

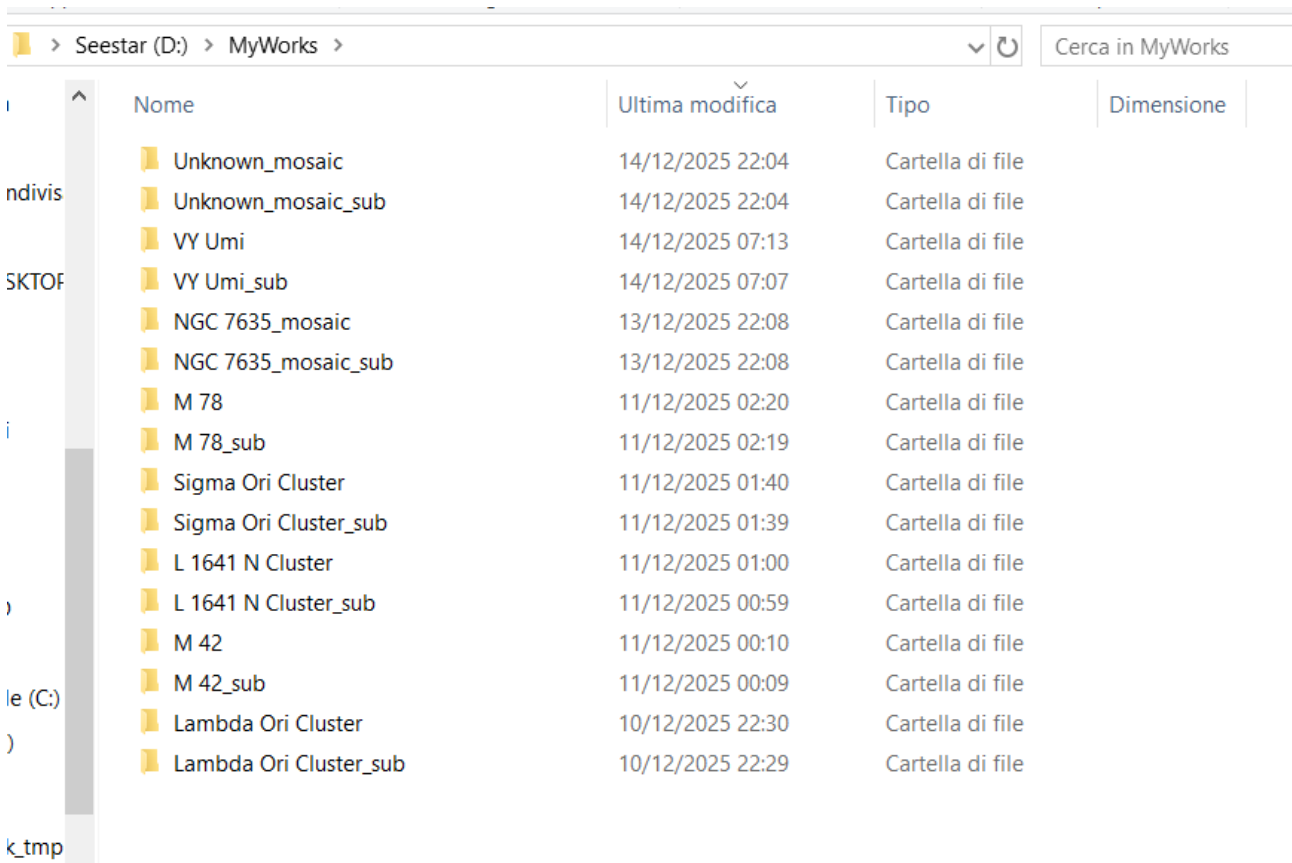
5.0 COME PROCESSARE I DATI

Abbiamo puntato la nostra stella variabile e abbiamo acquisito le immagini per due o tre ore. Dove si trovano ora le immagini?

Collegate il SeestarS50 con un pc vi appariranno le seguenti cartelle:



andate nella cartella Myworks:



Per ogni oggetto osservato troverete due cartelle con il nome oggetto, ad esempio VY Umi e VY Umi_sub. In quest'ultima cartella troverete tutte le singole immagini da 10 secondi sia in .jpeg, che a noi non interessano, sia in .fit che sono le immagini scientificamente utili.

5.1 SOFTWARE DI ANALISI DEI DATI

Siamo quindi giunti al momento in cui vogliamo andare a misurare le immagini acquisite e questo lo si fa con un software dedicato. Esistono sul mercato tanti software che possono fare fotometria ma tratteremo solo un software che si chiama SIPS che ha il vantaggio di essere completamente gratuito e di non difficile comprensione.

Dovrete ovviamente installare il programma sul vostro PC, scaricabile da questo sito: <https://www.gxccd.com/cat?id=146&lang=409>

Non tratteremo tutti gli aspetti di questo software, che sono molti, ma ci limiteremo a fare ciò che ci serve ovvero misurare (da qui in poi chiameremo fotometrare) la nostra stella variabile, partiamo aprendo la pagina principale del programma:

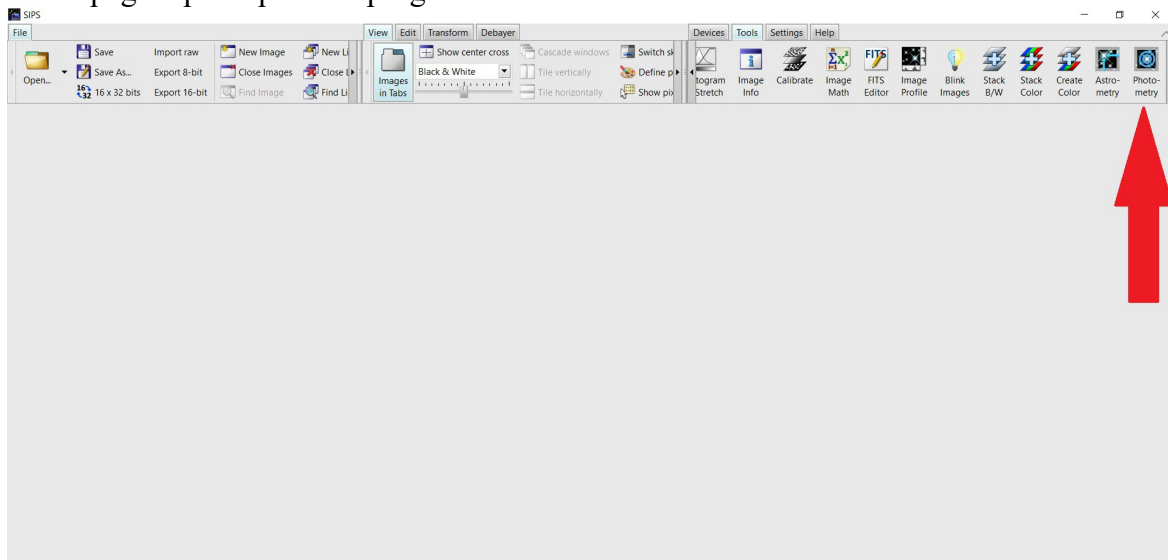


Figura 5

clicchiamo sull'icona in alto a destra *Photometry* (Figura 5) ed entriamo nella sezione dedicata:

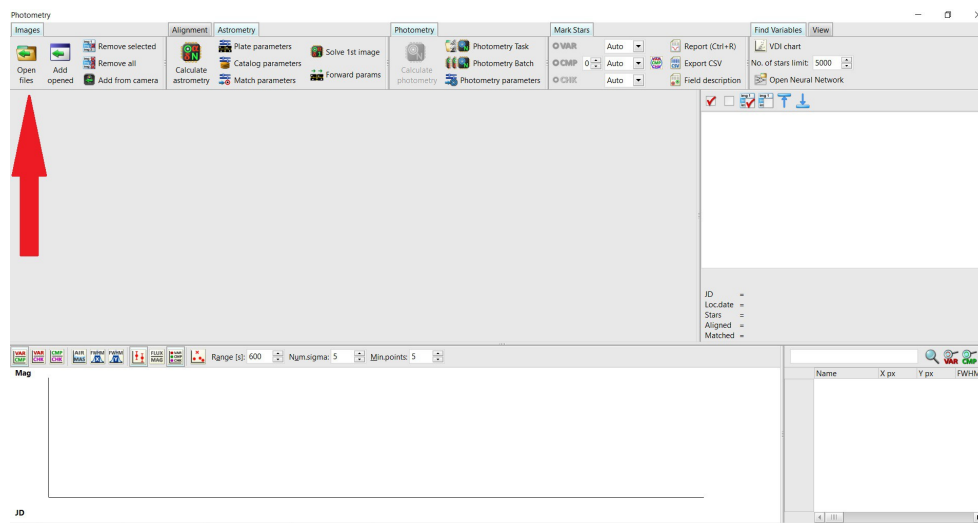


Figura 6

Per prima cosa carichiamo i file da processare, basterà cliccare in alto a sinistra *Open files* e

selezionare tutti i file che vogliamo e attendiamo il caricamento (Figura 6) .

Innanzitutto controlliamo che siano stati caricati tutti i file nella colonna di destra (Figura 7 A), a questo punto dobbiamo dirgli al software di allineare le immagini, clicchiamo quindi su **Alignment** (in alto, Figura 7 B) e quindi **Find Stars**, selezionare **Middle Image** (il software allineerà tutte le immagini prendendo come campione un frame a metà della nostra sequenza) Figura 7 C. Il processo potrebbe richiedere qualche minuto in funzione della velocità del PC.

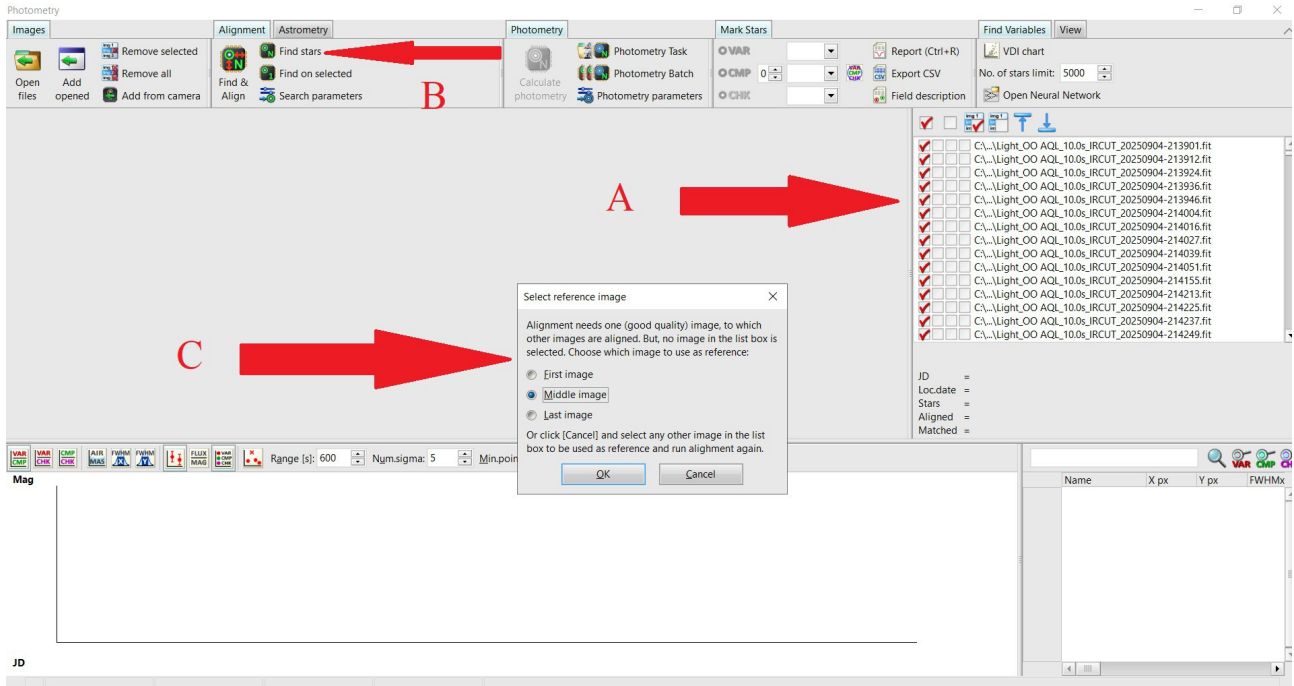


Figura 7

Ora le immagini sono state allineate e nella colonna di destra, accanto alla spunta rossa, apparirà un cerchio verde vedi Figura 8 A.

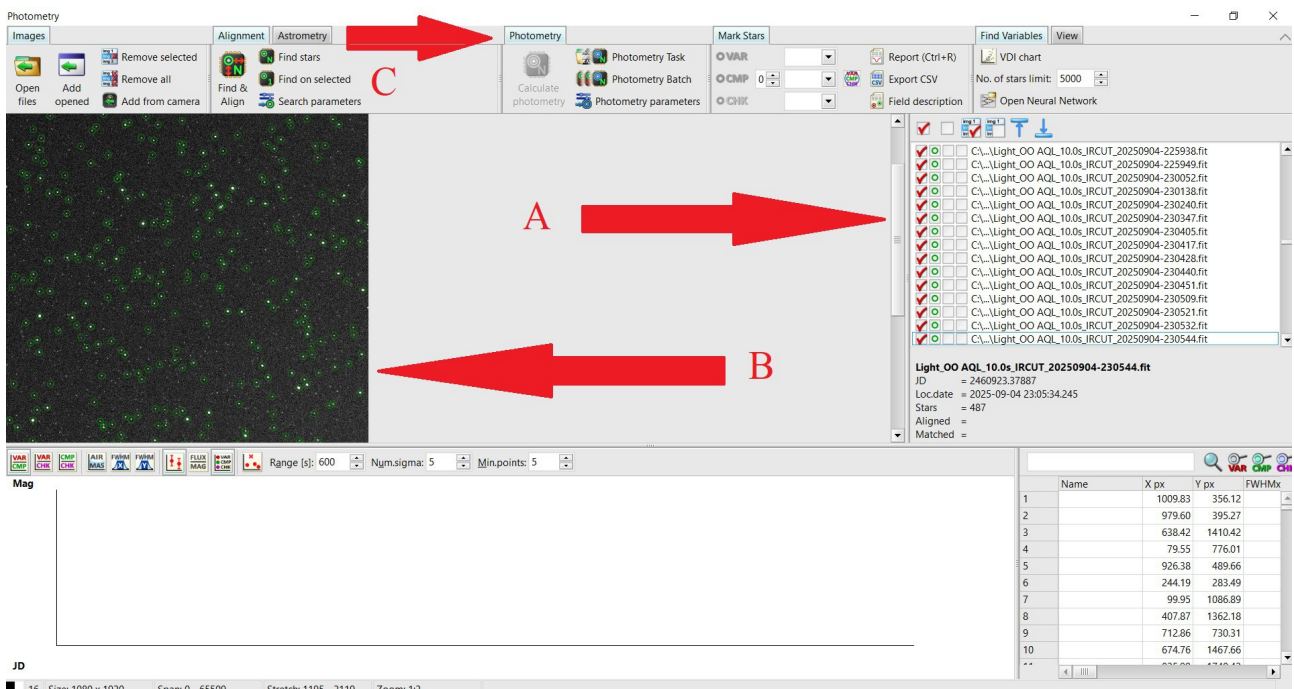


Figura 8

A sinistra apparirà l'immagine campione (Figura 8 B) con il nostro campo stellare e dei cerchi che circondano la stragrande maggioranza delle stelle. Questo significa che quelle stelle sono state individuate in tutti i frame e quindi è possibile fotometrarle.

Passiamo quindi alla fotometria vera e propria: clicchiamo in alto su **Photometry** (Figura 8 C) il tasto **Photometry Batch**. Dovreste vedere il programma fare una serie di operazioni e alla fine apparirà la scritta **Photometry Calculation Complete**. Nella colonna di destra si aggiungerà alla spunta rossa e al cerchio verde, un cerchio blu vicino a ogni frame che ci indica che la fotometria è andata a buon fine.

Lungi dal volere essere esaustivo, introduciamo il principio della FOTOMETRIA DIFFERENZIALE DI APERTURA. Quello che vogliamo fare è misurare la luminosità della nostra stella variabile **VAR** rispetto a una stella che dovrebbe avere luminosità costante e che chiamiamo **CMP** (Comparison Star). Per essere sicuri introduciamo anche una stella di controllo che chiamiamo **CHK** (Check Star)

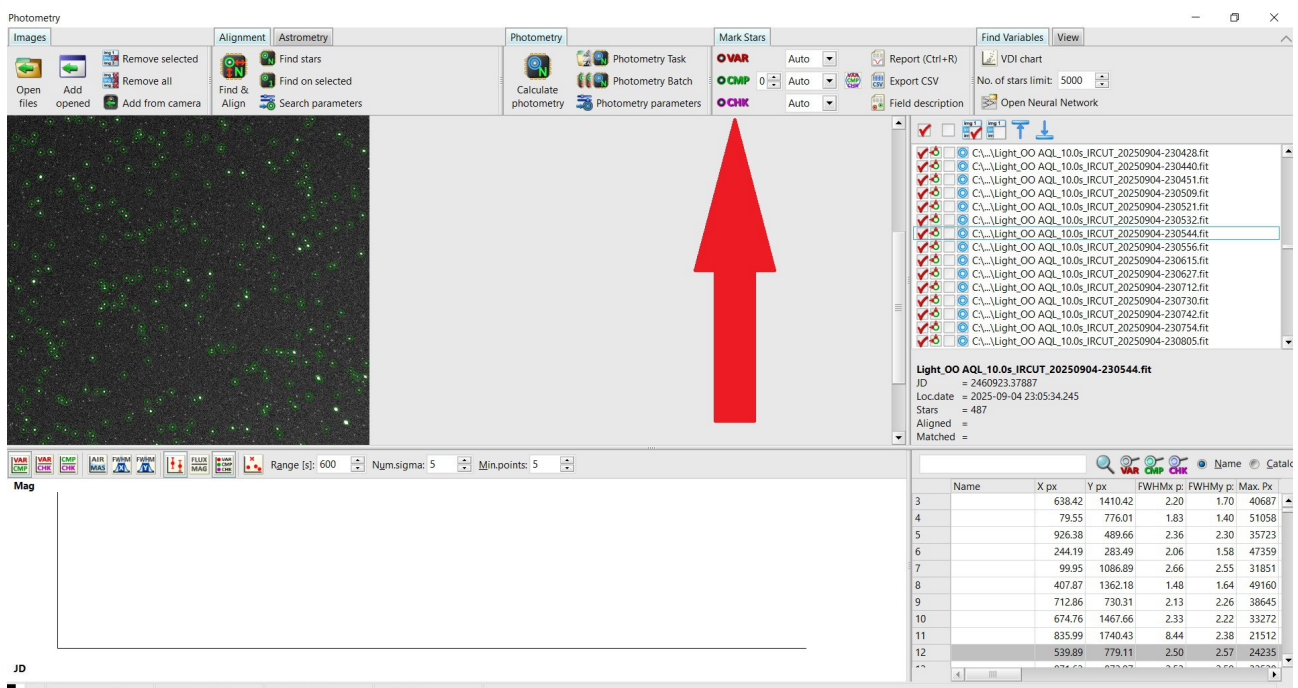


Figura 9

A questo punto, come indicato nella Figura 9, dobbiamo indicare le tre stelle che vogliamo fotometrare ovvero la variabile, la comparison e la check. Clicchiamo su VAR e andiamo con il cursore sopra la stella variabile nell'immagine a sinistra. Ripetiamo l'operazione per la stella CMP e CHK.

A destra dei tasti VAR, CMP e CHK c'è un menù a tendina che permette di selezionare il cerchio di apertura fotometrica. Questi cerchi possono variare in funzione della luminosità della stella, lasciamo decidere al programma il cerchio fotometrico ideale lasciando in AUTO, al 99% SIPS non sbaglia.

Una volta selezionate nell'immagine stellare VAR, CMP, CHK se abbiamo fatto tutto correttamente vedremo questo:

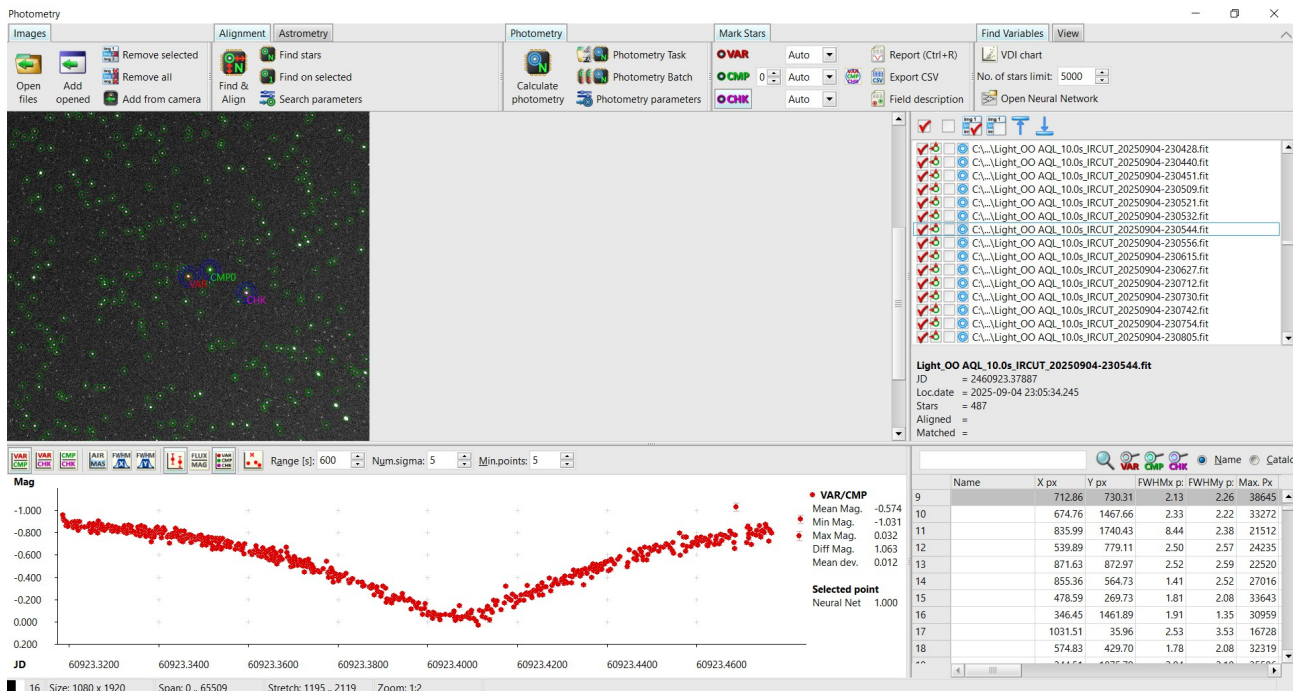


Figura 10

In basso nella Figura 10 troviamo un grafico dove vedremo il nostro minimo della variabile ad eclisse ben definito.

Ora possiamo salvare il nostro lavoro così:

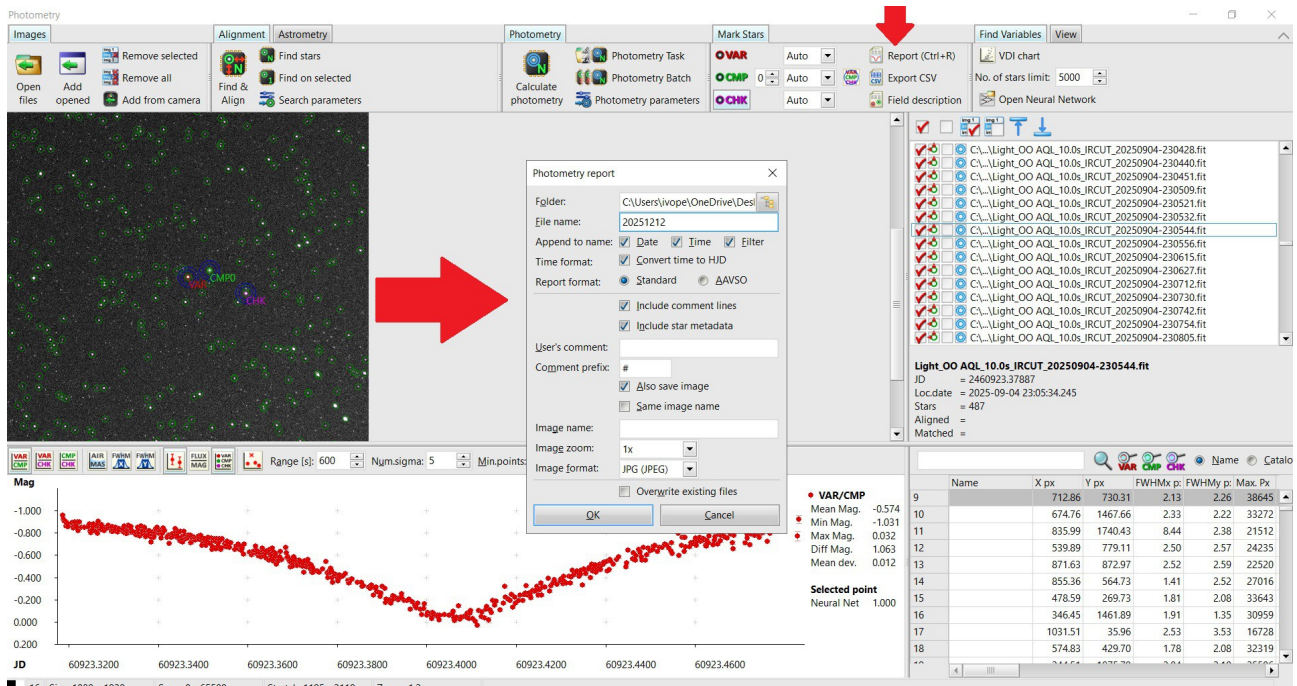


Figura 11

clicchiamo su **Report**, si aprirà una finestra di salvataggio dove dovremo scegliere la cartella di destinazione, il nome del file e **IMPORTANTE** mettete il flag su **Also Save Image** scegliendo il nome per l'immagine, ci servirà in seguito.

6.0 INVIO DATI

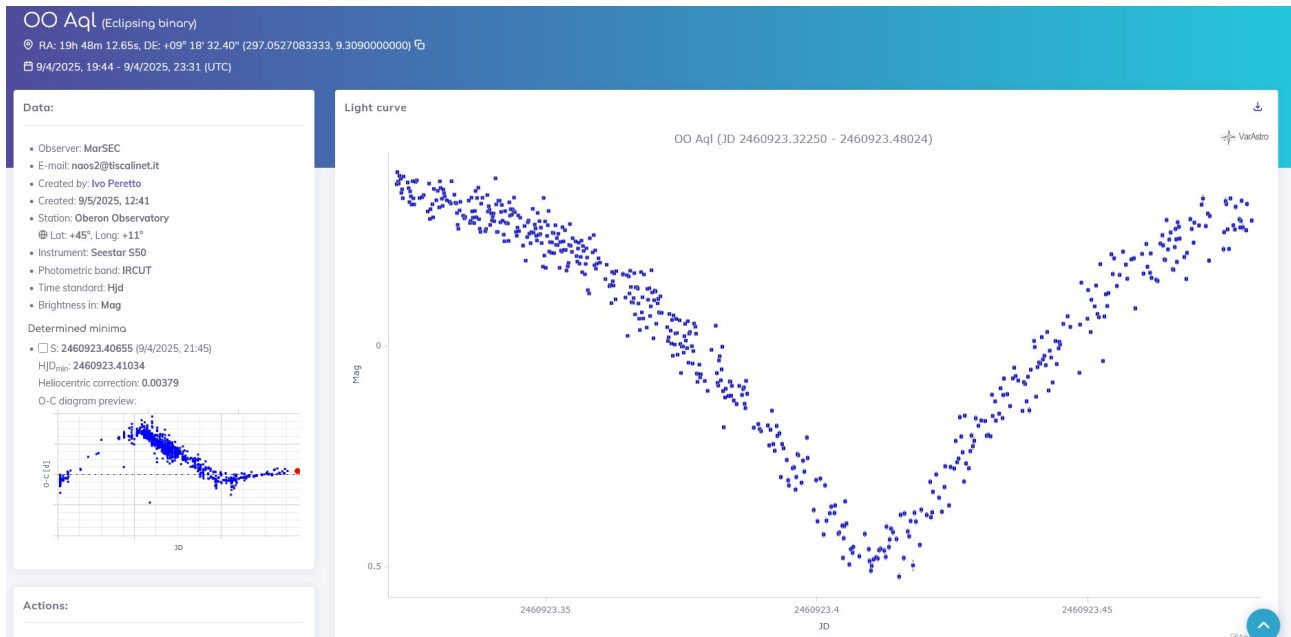
Ora non ci resta che inviare i dati al database e controllare la bontà delle nostre osservazioni. Ricordiamoci che a questo punto dovremo avere due file salvati: un .txt con la fotometria e un .jpeg con l'immagine delle stelle usate per la fotometria.

Apriamo il sito: <https://var.astro.cz/en/Home/ETD> e accediamo al nostro profilo, se non lo avete ancora fatto aprite un profilo a vostro nome. Una volta dentro al vostro profilo in alto a destra vi apparirà Upload Observation:

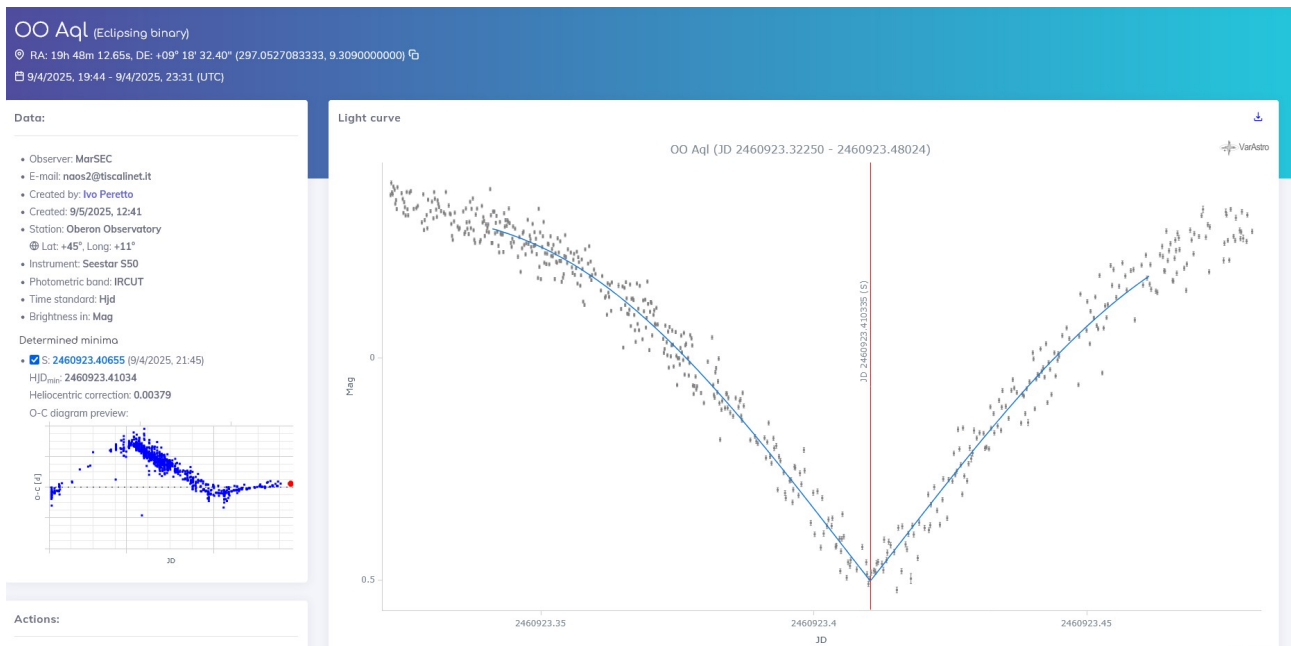


entriamo e ci apparirà questa schermata

dovremmo quindi compilare il nome della stella, la nostra strumentazione e indicare la banda fotometrica usata, nel caso del SeestarS50 mettere IRCUT. A sinistra possiamo caricare il nostro file .txt della fotometria e il jpeg dell'immagine.



Ci apparirà una schermata con la nostra fotometria caricata, in questo caso OO AQL. Ora possiamo dire nel menù a tendina a sinistra “calcola il minimo”, uscirà una finestra mobile che centreremo nei pressi del nostro minimo e a questo punto apparirà:

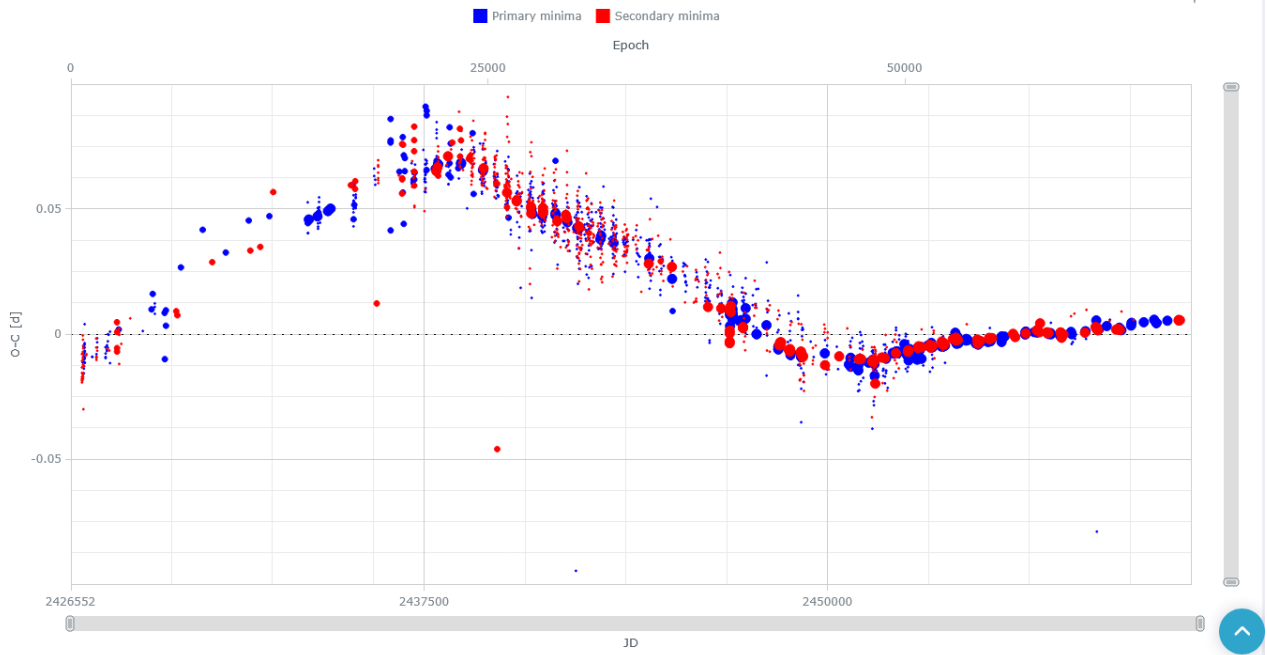


il calcolo del omento del minimo e, più importante ancora, dove si posiziona nel grafico O-C storico a sinistra. In questo caso:

O-C diagram

$M = 2426892.069 + 0.506792 * E$ (1949 records, 1932 - 2025)

VarAstro



l'ultimo punto rosso a destra è quello che abbiamo calcolato con il nostro SeestarS50 (blu minimi primari, rosso minimi secondari). A questo punto avremo prodotto un risultato scientifico utile a tutta la comunità.