



Transito del pianeta extrasolare XO-2b

La sera del 21 dicembre 2007, i soci dell'AAAV – Associazione Astrofili Alta Valdera – Alberto Villa, Enzo Rossi, Emilio Rossi e Paolo Bacci, presso l'osservatorio astronomico di Libbiano (B33) hanno effettuato una seduta operativa con l'intento di riprendere il transito del pianeta extrasolare XO-2b, scoperto nel marzo del 2007 (anche con il contributo di astrofili italiani).

Caratteristiche dell' Oggetto

Il pianeta extrasolare XO-2b ruota attorno ad una stella sita nella costellazione della Lince alle coordinate astronomiche AR 07h48m06s +50°12'33", di magnitudine di 11.2 con un periodo di 2,615 giorni.

Ha una massa di 0,57 M_J (massa di giovè =1), un raggio di 0,973 R_J, semiasse maggiore di 0,037 UA, ed un'inclinazione di circa 88,58°.

La stella che "ospita" il pianeta ha una "gemella" che si trova a soli 30". Dal catalogo USNO A2.0 si ricavano i seguenti dati

XO-2b	Bmag 12,2 Rmag 11.0	Usno nr: 1350-07213891
La compagna	Bmag 12.3 Rmag 11.3	Usno nr: 1350-07213880

L'inizio del transito era previsto per le ore 20.39 (JD 2454456.36), la parte centrale alle ore 22.01 (JD 2454456.42) ed il termine per le ore 23.24 JD 2454456.48) (UT).

Variazione di magnitudine prevista 0,02

Maggiori informazioni sulla scoperta e l'oggetto <http://arxiv.org/abs/0705.0003>

Procedure

L'osservatorio è stato aperto circa un ora e mezza prima del previsto inizio del transito, in modo da poter acclimatare tutta la strumentazione.

Sono stati acquisiti 50 Flat Field da 2,5 sec. ciascuno, 15 dark e bias al fine di realizzare il MASTER FLAT.

Sono stati utilizzati 15 dark da 60 secondi che erano stati acquisiti le sere precedenti.

Sono state acquisite 120 immagini da 60 secondi ciascuna, intervallate da 30 sec. di pausa; il ccd era settato alla temperatura di -30°C.

L'immagine acquisita è stata calibrata, utilizzando le classiche procedure di sottrazione del Master Dark e Master Bias, divisione per il Master Flat Field.

Le immagini sono state riprese collegando il CCD FLI 1024x1024 pixel con dimensioni di 24 um, al fuoco del SC da 50 cm con una risoluzione di 1,12"/pixel.

Per la guida si è utilizzato il rifrattore da 180mm., con tempi di correzione ogni 3 secondi.



Inizio serie

DATE-OBS = '2007-12-21T19:48:48' /YYYY-MM-DDThh:mm:ss observation start, UT
JD = 2454456,32590277
EXPTIME = 60.000000000000000 /Exposure time in seconds
SET-TEMP = -30.000000000000000 /CCD temperature setpoint in C

Fine serie

DATE-OBS = '2007-12-21T23:12:39' /YYYY-MM-DDThh:mm:ss observation start, UT
JD = 2454456,46746527
EXPTIME = 60.000000000000000 /Exposure time in seconds
SET-TEMP = -30.000000000000000 /CCD temperature setpoint in C

Per ogni immagine venivano registrati i valori di picco della stella in esame e di un'altra di confronto, nonché il valore FWHM, al fine di monitorare le condizioni di ripresa.

Le condizioni meteo non erano certo favorevoli, inizialmente una leggera velatura interessava buona parte del cielo, poi a causa delle sopraggiunte nubi si è dovuto interrompere la sessione.

Nonostante il cielo non fosse assolutamente fotometricamente idoneo abbiamo comunque continuato nel nostro programma osservativo.
Siamo stati costretti ben due volte ad interrompere la sequenza di ripresa a causa della presenza della nubi.

In particolar modo a metà del transito verso le ore 20.47 UT, abbiamo interrotto la sezione, poi visto che il cielo sembrava riaprirsi abbiamo continuato ad acquisire immagini. Alla fine abbiamo utilizzato 113 immagini per la riduzione dei dati.

Per la realizzazione della curva di luce abbiamo utilizzato il software MaxIm DL.

Durante la fase di ripresa abbiamo proceduto alla realizzazione della curva di luce mano a mano che si acquisivano le immagini.

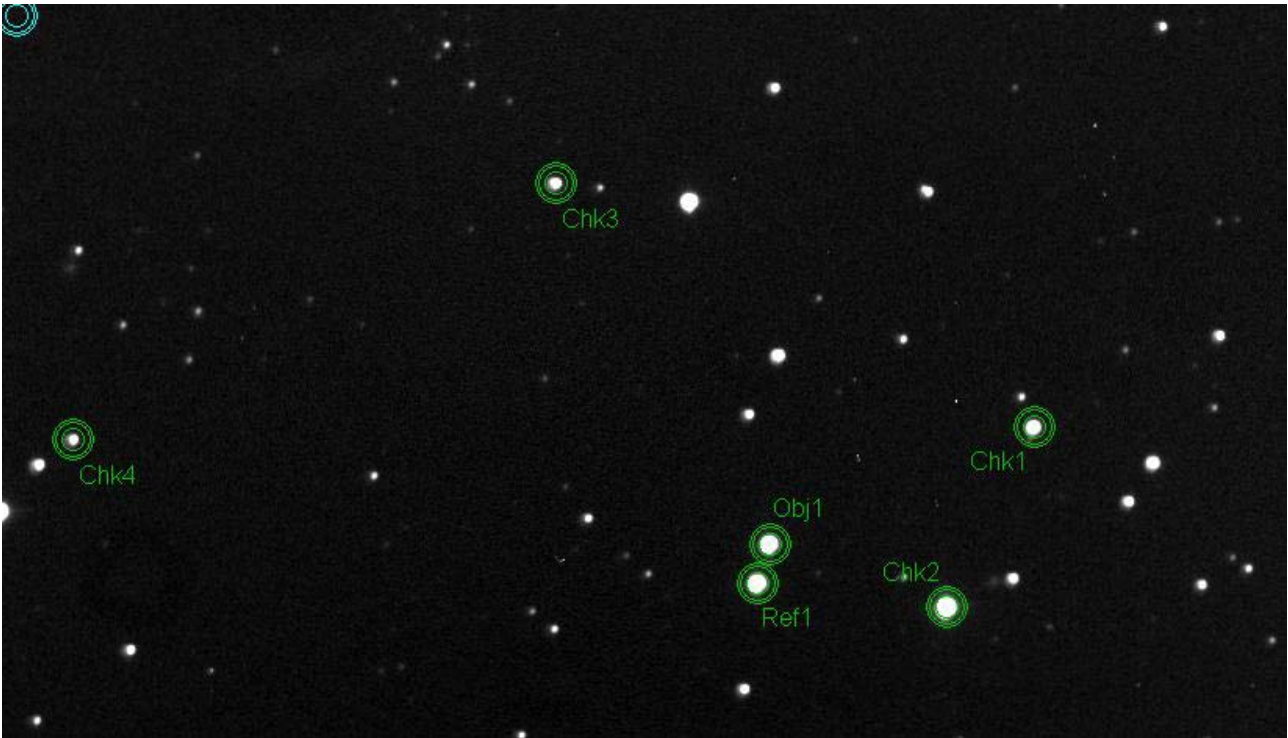


Figura 1 parte del campo inquadrato. Obj1 e la stella oggetto di studio.

Utilizzando come stella di confronto la stella indicata con Chk1 (figura 1), notavamo che l'errore medio nella misurazione superava di gran lunga i valori da misurare stimati in 0,02 magnitudini.

Successivamente come stella di riferimento abbiamo utilizzato la "compagna" indicata nell'immagine con Ref1, ed abbiamo utilizzato un valore di 6 per il raggio di apertura del cerchio fotometrico interno. Questo per evitare al massimo la contaminazione dovuta al fondo cielo la cui luminosità è risulta molto variabile a cause delle citate condizioni atmosferiche, oltre al fatto di voler evitare la contaminazione nei cerchi di riferimento della luminosità delle due stelle prese in esame in considerazione della loro vicinanza.

Risultati

L'inizio del transito era previsto per le ore 20.39 (JD 2454456.36), la parte centrale alle ore 22.01 (JD 2454456.42) ed il termine per le ore 23.24 JD 2454456.48) (UT).

Come detto le nostre riprese sono iniziate alle ore 19.48, ed obbligatoriamente conclusesi alle successive 23:12 (UT) a causa della presenza delle nubi che hanno coperto definitivamente la volta celeste.

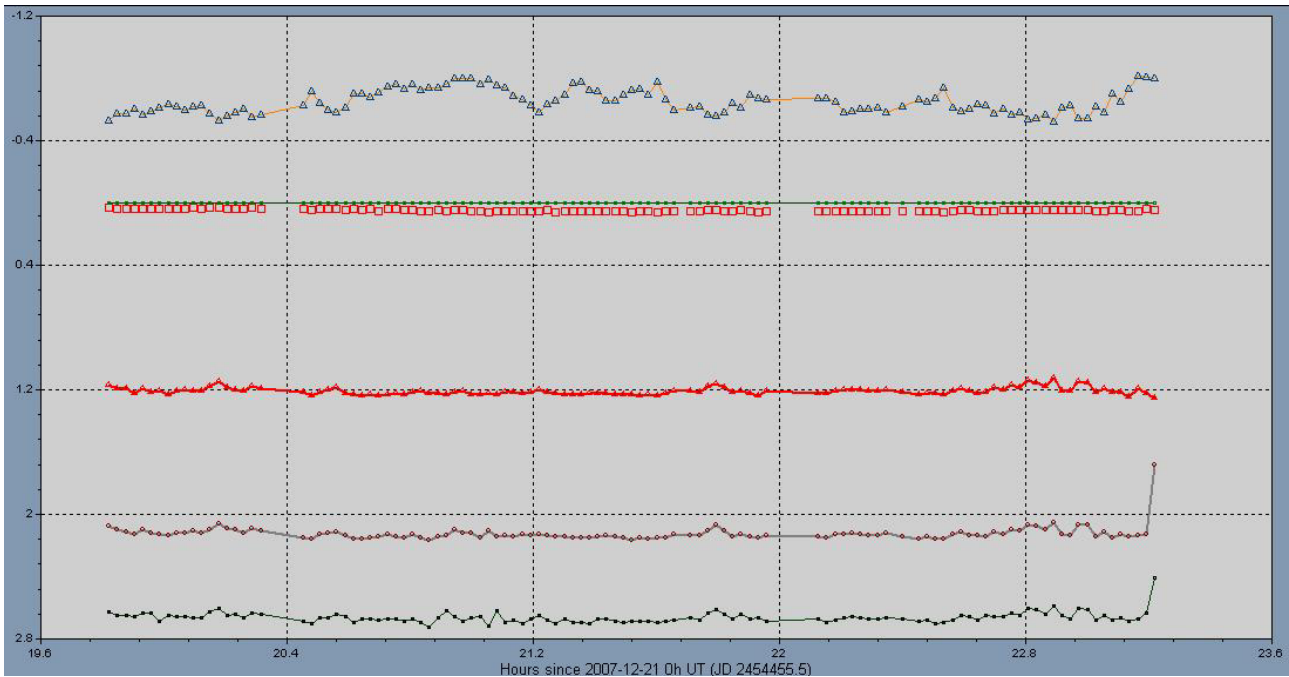


Figura 2 Grafico fotometrico

Al termine della sessione abbiamo realizzato il grafico delle immagini acquisite come in figura 2. In colore rosso e rappresentato dai quadratini è la stella oggetto di studio. Come si può vedere l'andamento è molto più rettilineo rispetto alle stelle di confronto.

Analizzando nel particolare i valori ricavati si ottiene il seguente andamento:

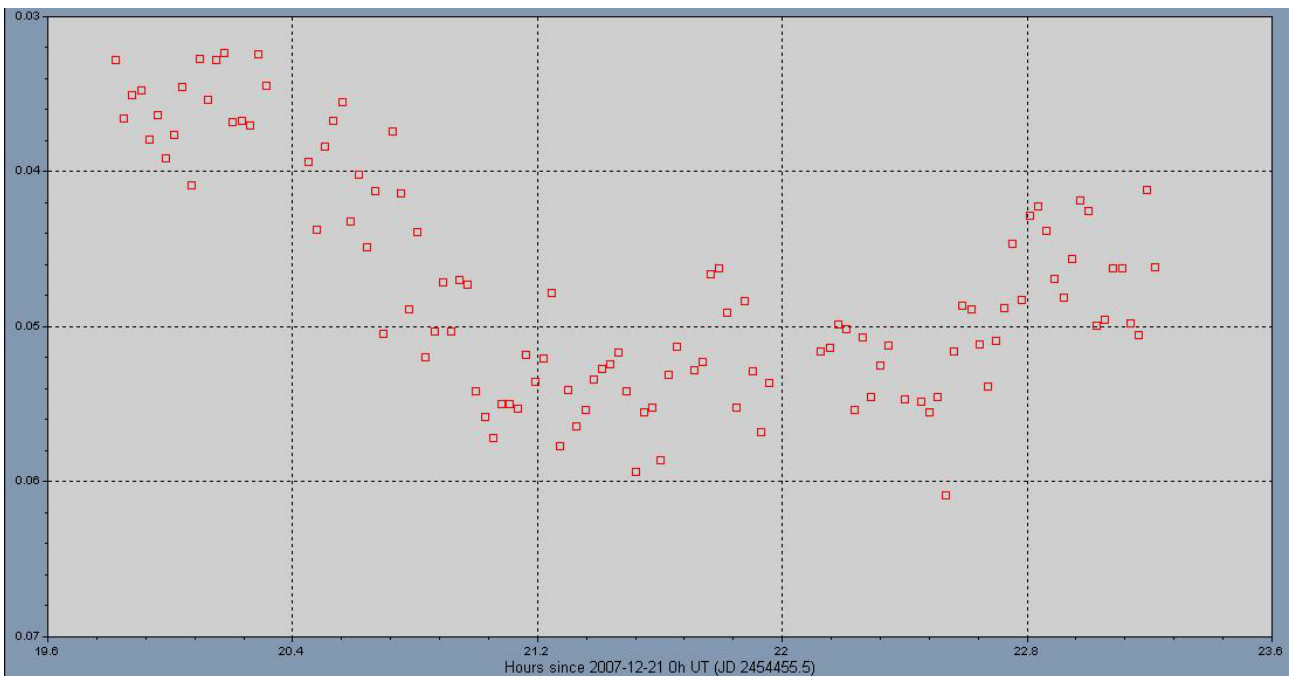


Figura 3 particolare della curva di luce di X0-2b.

Si nota un calo di luminosità di circa 0,02 magnitudini.

I dati così ottenuti sono stati salvati e rielaborati con excel.



Per ogni stella si è calcolato il valore medio, questo è stato sottratto al valore ricavato, al fine di ridurre l'errore nella misurazione.

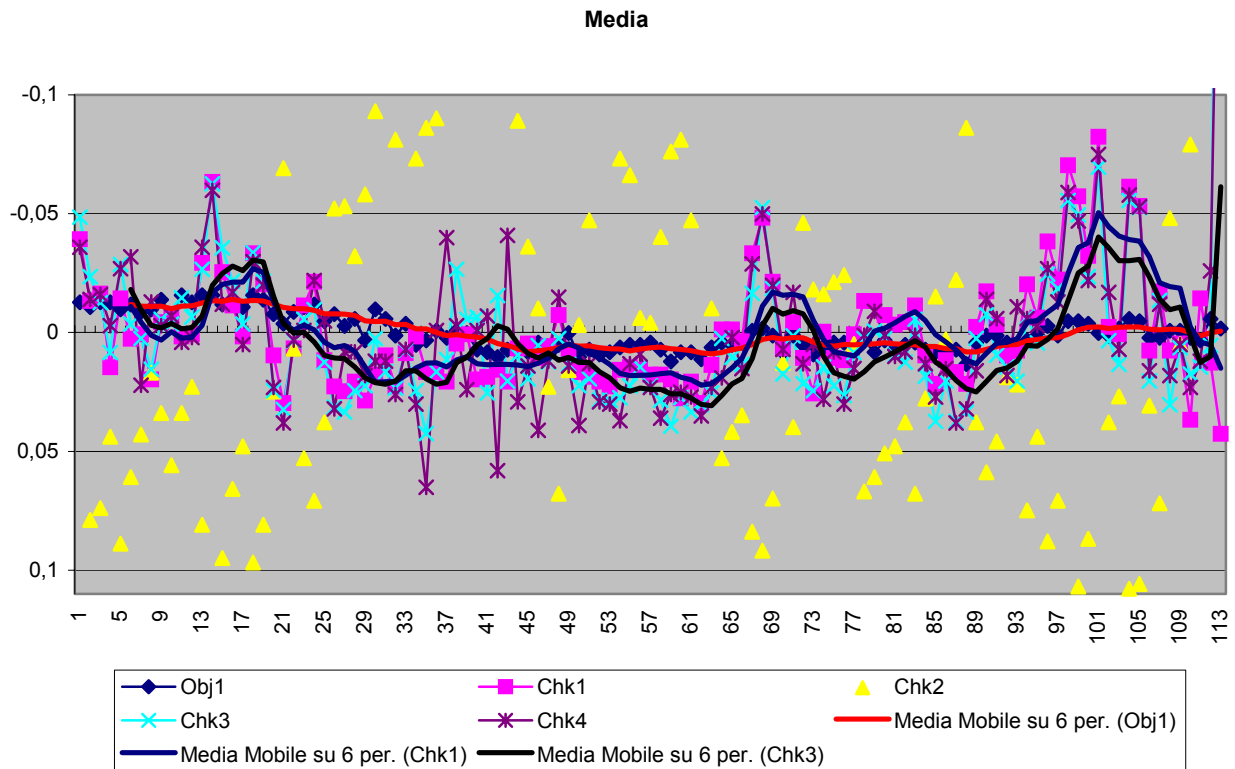


Figura 4 curva di luce mediata

La stella di riferimento Chk2 (punti in giallo) evidenzia elevate variazioni di luminosità che vanno oltre i 0,2 magnitudine. Mentre per le altre i valori sono di +/- 0.05.

I picchi di luminosità sono dovuti alla presenza di nubi nel campo inquadrato.

Si può notare, comunque, che l'andamento medio delle stelle di riferimento è simile

Esaminando i dati Normalizzati riferiti alla stella oggetto di studio e riportandoli in grafico si evidenzia l'andamento fotometrico dell'oggetto.



Obj1Normalizzato

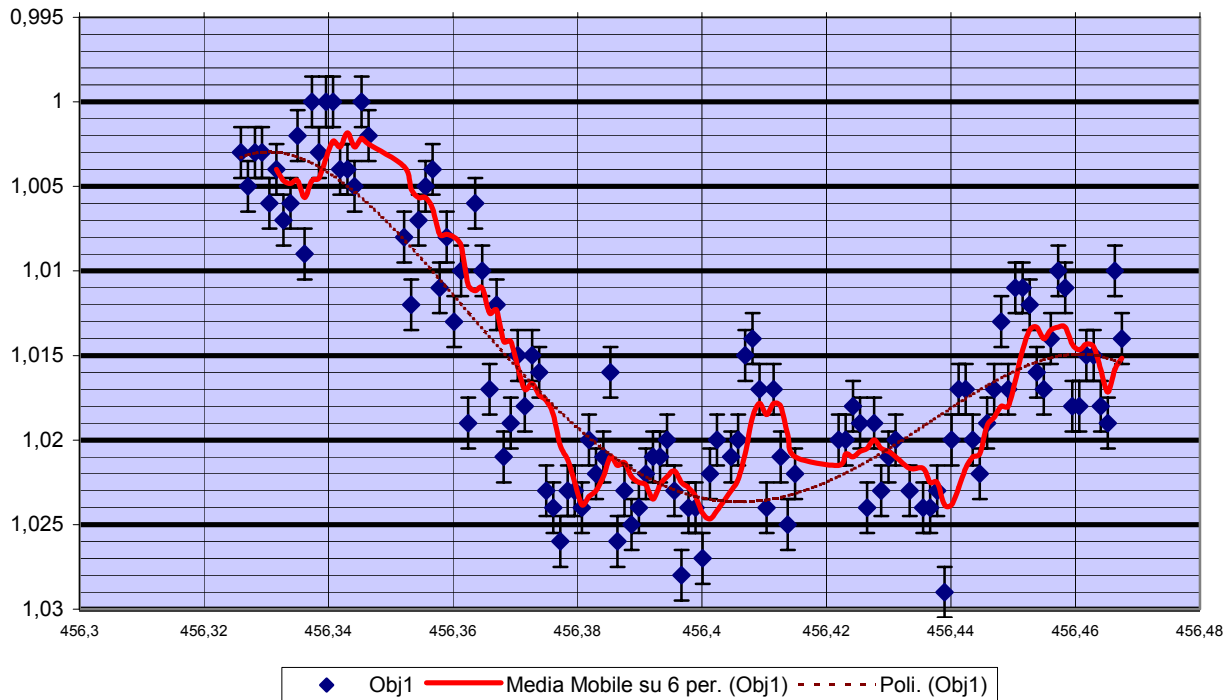


Figura 5 curva di luce mediata ed normalizzata

notiamo che intorno al JD 2454456,36 le misurazioni fotometriche scendono progressivamente di circa 0.05 magnitudini, sono le ore 20:39 circa, cioè l'ora in cui era previsto l'inizio del transito.

Intorno alle ore JD 456,38 il calo di luminosità di assesta, registriamo una diminuzione di circa 21 millesimi di magnitudine.

Seguendo i valori della media mobile (riga rossa) si può rilevare che intorno alle ore JD 456,45 la luminosità della stella inizia ad aumentare progressivamente fino al termine delle riprese cioè alle ore 456,467 (23:12:39) praticamente 12 minuti prima della prevista conclusione del transito JD 456,48.

I dati ricavati sono compatibili con le previsioni, infatti l'ora dell'inizio del transito è pressoché coincidente con quella teorica, la diminuzione di luminosità riscontrata è di circa 0.02 magnitudini in accordo con le previsioni.

La fine del transito, anche se non è stata da noi registrata, potrebbe essere coincidente con il tempo teorico se ammettiamo che risalita della curva sia uguale alla fase iniziale.

In questo caso notiamo che dalle ore JD 456,36 alle ore JD456,38 si ha un calo di circa 0,01 magnitudini, per cui potrebbe essere compatibile un aumento di luminosità identico nel periodo JD 456,46 – JD456,48, appunto coincidente con la fine del transito.



Mettendo in grafico anche le stelle di confronto le cose potrebbero avere una diversa valenza

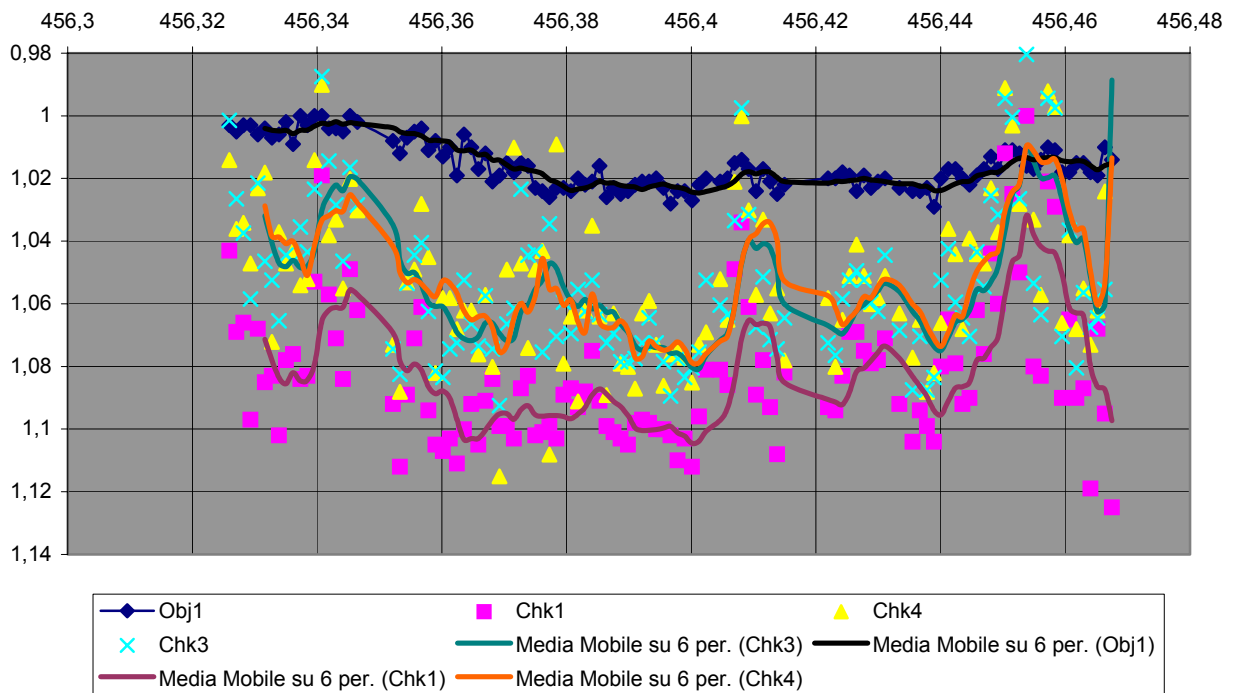


Figura 6 confronto tra le stelle di riferimento

I valori sono stati normalizzati, si è ricavato una media mobile di 6 punti per ogni stella.

Le stelle di confronto (Chkx) nel periodo in esame hanno un andamento simile alla stella XO-2b (Obj1 in blu), anche se con variazioni molto più accentuate.

Notiamo il picco intorno all'epoca 456,41 che mostrano le stelle di confronto nel grafico in figura 6, è molto simile a quello indicato in figura 5 dalla stella oggetto di studio.

Anche l'andamento tra l'epoca 456,34 e 456,38 è simile al quello precedentemente riscontrato.

L'incertezza della misurazione dovute alle pessime condizioni atmosferiche viene evidenziata se si prende in esame altra stella di riferimento (figura 7)

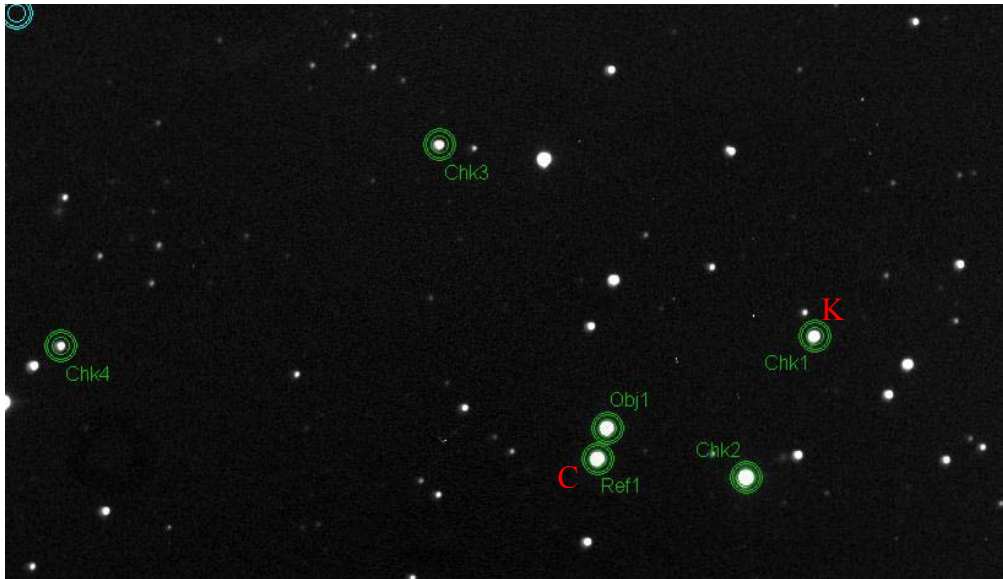


Figura 7 Chk1 è stata utilizzata come stella di riferimento C come stella di confronto

Se prendiamo come stella di riferimento la Chk1 (K in rosso) e come stella confronto la C (in rosso), mediamo i valori e realizziamo un grafico come di seguito indicato

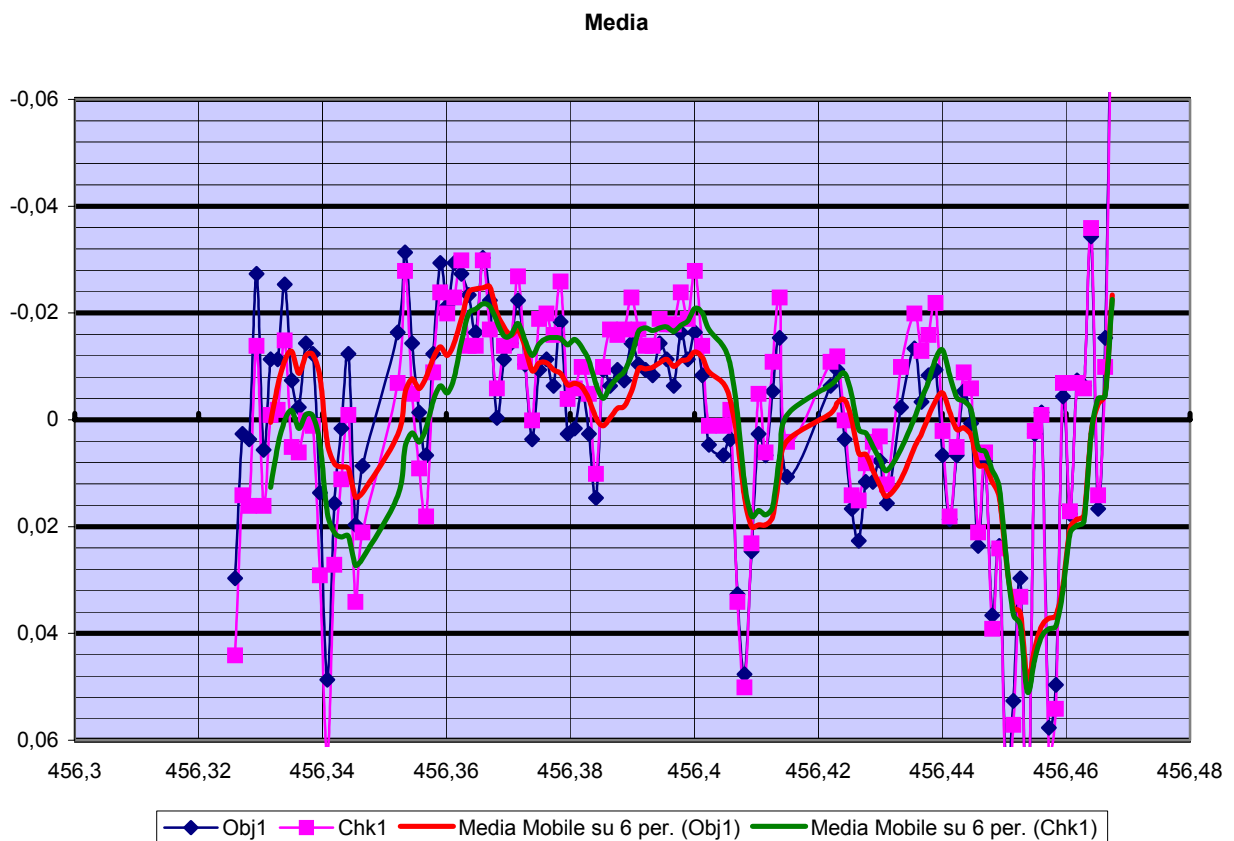


Figura 8 grafico mediato. L'andamento è pressoché simile tra i due oggetti

notiamo che l'andamento di luminosità del nostro oggetto è irregolare con variazione di +/- 0,02 magnitudini, inoltre la sua variazione si comporta in modo simile alla stella gemella (Chk1 nel grafico).



Conclusioni

Le condizioni atmosferiche avverse sicuramente non hanno permesso di raggiungere un risultato ottimale, tant'è che i valori registrati di SRN sono stati molto variabili e questo ha prodotto delle misure falsate in particolar modo per le stelle di confronto.

La fortuna di avere la stella gemella nelle immediate vicinanze di XO-2b ha in qualche modo permesso di registrare una variazione di luminosità che come detto è compatibile con le attese teoriche.

I valori registrati per entrambi gli astri durante l'osservazione dovrebbero aver risentito in modo praticamente identico delle fluttuazioni, in particolare mi riferisco al SRN e intensità massima del punto stellare, tanto da permettere comunque la registrazione del transito, grazie alla vicinanza della stella gemella che ha caratteristiche simili alla stella oggetto di studio sia come magnitudine che classe spettrale.

Comunque questo lavoro è stato un test importante nel quale abbiamo affinato le metodologie di ripresa, acquisizione ed elaborazione dei dati, l'esperienza acquisita potrà essere di aiuto nel prossimo futuro.

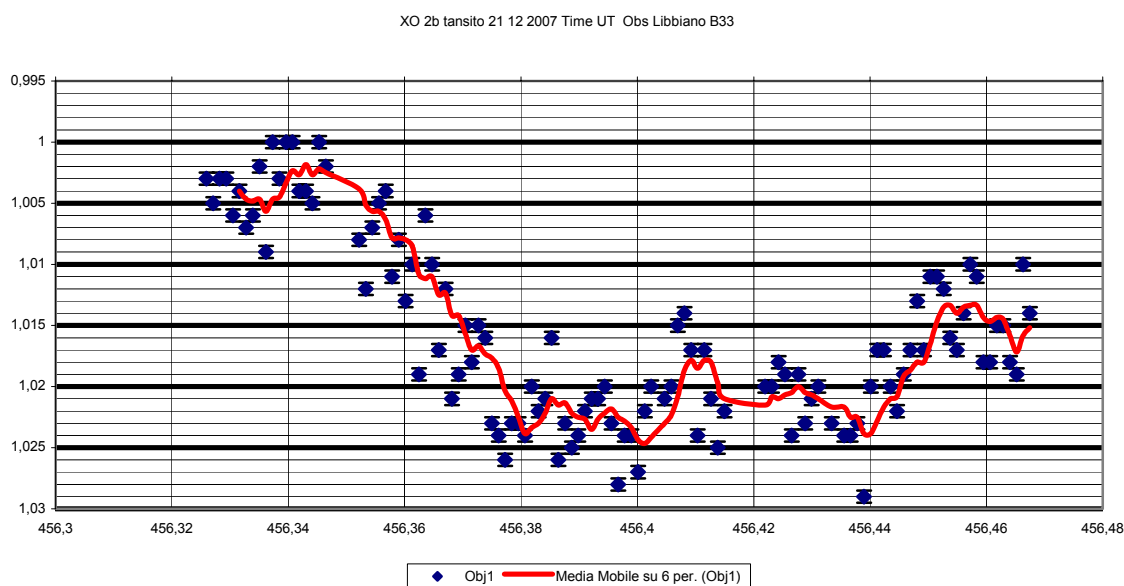


Figura 9 –Ulteriore elaborazione della curva di luce

Anche se, come detto, la variazione si evidenzia soltanto con la stella gemella, e quindi non vi sono altri parametri di confronto, sicuramente l'andamento fotometrico da noi registrato è coincidente con le varie pubblicazioni che si trovano sulla rete.

Vale la pena di sottolineare che il team che ha effettuato la scoperta del pianeta extrasolare ha utilizzato come stella di confronto la stessa da noi utilizzata, e con le stesse procedure – mediando i dati – hanno ricavato la curva di luce di questo straordinario oggetto, che tutto sommato risulta decisamente simile a quella da noi ricavata.

Paolo Bacci

Libbiano, 24/12/2007