

**Infinitamente lontano
LE STELLE VARIABILI**

*Lo studio dei fenomeni astronomici transitori...
...alla portata di tutti, già con un semplice binocolo*

Disegno della rete di Copernico del 1474

Capiremo...

Cosa sono le stelle variabili
e perché si studiano

Scopriremo che...

Ognuno può apportare
un contributo fondamentale
all'astronomia delle stelle variabili
a alla scienza...

... Con risorse e strumenti modesti.

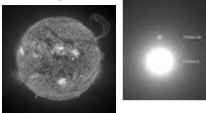
La variabilità

Un fenomeno che coinvolge
tutto l'Universo

04/01/2015 Paolo Botton - Beranno di San Pietro (AT) 3

Le stelle variabili

- ☛ Sono stelle che cambiano di luminosità.
 - ☛ da giovani oppure da molto vecchie.
 - ☛ cause intrinseche
 - espansione, contrazione, eruzione, esplosioni...
 - ☛ fattori esterni
 - eclissi.
- ☛ 30000 stelle variabili
- ☛ 14000 sospette tali
- ☛ Sole (4-8 minuti)
- ☛ Stella Polare
 - ☛ Stella tripla *Variable Cepheide*: una stella pulsante la cui luminosità varia del 16% durante un periodo di 3,97 giorni.



04/01/2015 Paolo Botton - Beranno di San Pietro (AT) 4

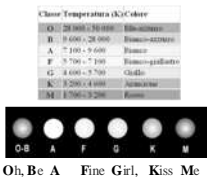
I nomi delle stelle variabili

- ☛ Metodo Argelander (1800)... *Le lettere libere iniziavano dalla R.*
 - ☛ R, S... Z.
 - ☛ RR, RS... RZ.
 - ☛ SS... SZ, ecc. fino a ZZ.
 - ☛ Se non bastano: AA, AB, e via via fino a QZ.
 - ☛ La lettera J è omessa: sono possibili 334 nomi.
- ☛ Dopo QZ, le variabili vengono chiamate V335, V336, e così via.
- ☛ Alle lettere segue il genitivo latino del nome della costellazione...
- ☛ ...e la *Designazione di Harvard*.
 - ☛ indicazione delle coordinate della stella per l'epoca 1900.
- ☛ *Esempi:* U Aurigae = **U Aur 0535+31** TW Acquarii = **TW Aqr 2088-02**

04/01/2015 Paolo Botton - Beranno di San Pietro (AT) 5

Classi spettrali

Classe	Temperatura (K)	Color
O	23 000 - 28 000	Biancoazzurro
B	10 000 - 20 000	Bianco-azzurro
A	7 500 - 9 500	Bianco
F	6 000 - 7 500	Bianco-giallo
G	5 000 - 6 000	Giallo
K	3 500 - 5 000	Arancione
M	2 500 - 3 500	Rosso

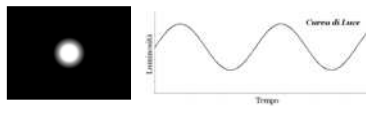


O, Be A Fine Girl, Kiss Me

04/01/2015 Paolo Botton - Beranno di San Pietro (AT) 6

Classi di stelle variabili

- ☛ **intrinseche o fisiche**
 - ☛ pulsanti
 - ☛ cataclismiche (eruttive)
- ☛ **ottiche o pseudo-variabili**
 - ☛ binarie ad eclisse
 - ☛ stelle rotanti




Altis o delta Cephei. Periodo: 5,28 ore e 45 min. Variazione di $M_V = 3,6 - 4,4$

04/01/2015 Paolo Botton - Beranno di San Pietro (AT) 7

Curva di luce

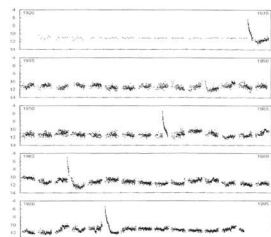
Quali informazioni contiene?

- ☛ Periodo orbitale delle binarie ad eclisse
- ☛ Grado di regolarità (o irregolarità) delle eruzioni stellari.
- ☛ Masse o le dimensioni delle stelle.
- ☛ Diversi anni o decenni di dati osservativi...
 - ☛ rivela una variazione nel periodo di una stella, che può essere un indizio di una variazione nella struttura della stella stessa.



04/01/2015 Paolo Botton - Beranno di San Pietro (AT) 8

Curva di luce

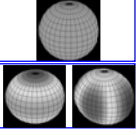


RS Ophiuchi
Nova ricorrente
Esplosioni multiple
Variazione My: 7-9
Luminosità: s3800
Media giornaliera dal 1920-1995

04/01/2015 Paolo Botton - Beranno di San Pietro (AT) 9

Variabili PULSANTI


- **Espansione e Contrazione periodica degli strati superficiali.**
 - ☑ radiali
 - rimane di forma sferica
 - ☑ non radiali
 - deformazione
- **Elementi da correlare:**
 - ☑ periodo di pulsazione
 - ☑ massa
 - ☑ stadio evolutivo della stella
 - ☑ caratteristiche delle pulsazioni



04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 10

Variabili Pulsanti

SS Cyg: incremento di +3,5 mag (15 volte più luminosa)

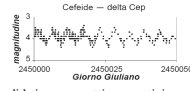


Fotogrammi ripresi con CCD
3 immagini esposte per 30s
2006-06-15 #128034-36, V Mag +13.0
2006-06-25 #129134-36, V Mag + 9.0
2006-07-17 #130025-27, V Mag +13.2

04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 11

Pulsanti a breve periodo

- **Cefeidi**
 - ☑ Pulsano con periodi tra 1 e 70 giorni.
 - ☑ Variazioni luminose tra 0.1 e 2 magnitudini.
 - ☑ Stelle massicce, luminosità elevata, tipo spettrale F al massimo e tra G e K al minimo.



- Buoni candidati per progetti osservativi per studenti poiché sono luminose ed hanno periodi brevi.

04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 12

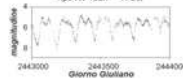
Pulsanti a breve periodo

- **Stelle RR Lyrae**
 - ☑ Pulsano con periodi da 0.05 a 1.2 giorni.
 - ☑ Variazioni luminose da 0.3 a 2 magnitudini.
 - ☑ Sono stelle giganti bianche, di classe spettrale A. Più vecchie e meno massicce delle Cefeidi.
- Buoni candidati per progetti osservativi per studenti poiché sono luminose ed hanno periodi brevi.

04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 13

Pulsanti a breve periodo

- **Stelle RV Tauri**
 - ☑ I periodi, definiti come l'intervallo di tempo tra due minimi profondi, vanno a 30 a 150 giorni.
 - Variazione luminosa caratteristica con minimi alternativamente più o meno profondi. Alcune di queste stelle mostrano variazioni cicliche a lungo termine da centinaia a migliaia di giorni.
 - ☑ Le variazioni luminose possono arrivare a 3 magnitudini.
 - ☑ Sono supergiganti gialle di classe spettrale da G a K.



04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 14

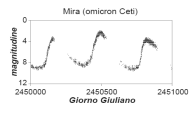
Variabili pulsanti a lungo periodo

- **LPV Long Period Variables**
 - ☑ Hanno periodi tra 30 e 1000 giorni.
 - ☑ Sono giganti o supergiganti rosse di tipo spettrale M, R, C o N.
 - ☑ Esistono due sottoclassi:
 - ☑ Mira
 - ☑ Semiregolari.

04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 15

Variabili pulsanti a lungo periodo

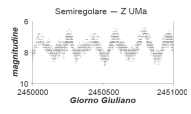
- **Mira**
 - ☑ Variano con periodi tra 80 e 1000 giorni.
 - ☑ Variazioni luminose visuali di oltre 2.5 magnitudini.
 - ☑ Sono giganti rosse.



04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 16

Variabili pulsanti a lungo periodo

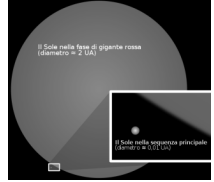
- **Semiregolari**
 - ☑ I periodi vanno da 30 a 1000 giorni
 - Periodicità apprezzabile accompagnata ad intervalli di variazione semiregolare o irregolare.
 - ☑ Variazioni luminose visuali inferiori a 2.5 magnitudini.
 - ☑ Sono giganti e supergiganti rosse.



04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 17

Variabili pulsanti irregolari

- ☑ Comprendono la maggior parte delle giganti rosse
- ☑ Mostrano variazioni di luminosità con periodicità assente o appena apprezzabile.



04/04/2015 Paolo Butta - Barassi di San Pietro (AT) 18

Variabili CATACLISMICHE

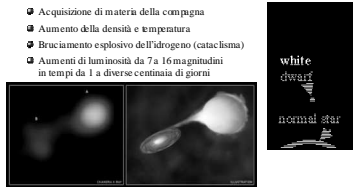
- Note anche come **variabili eruttive**.
- Subisono occasionali, violente esplosioni non distruttive.
 - oppure
- Drammatici e conclusivi aumenti di luminosità (esplosioni distruttive)
- Causa: processi termonucleari
 - negli strati superficiali
 - in quelli interni.

04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 19

Variabili Cataclismiche

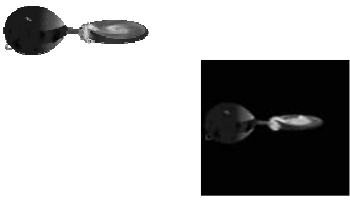
Novae

- Nana bianca in un sistema binario
- Acquisizione di materia della compagna
- Aumento della densità e temperatura
- Bruciamento esplosivo dell'idrogeno (cataclisma)
- Aumenti di luminosità da 7 a 16 magnitudini in tempi da 1 a diverse centinaia di giorni



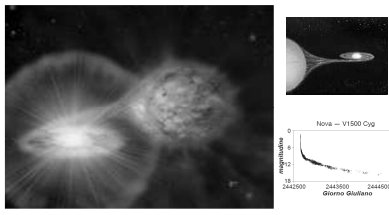
04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 20

Variabili cataclismiche: Novae



04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 21

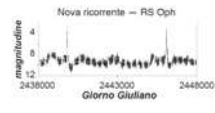
Variabili cataclismiche: Novae



04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 22

Variabili cataclismiche: Novae ricorrenti


- Simili alle novae
- Mostrano due o più esplosioni di ampiezza leggermente minore nella loro storia conosciuta.



04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 23


Variabili cataclismiche: Novae NANE

- Sistemi binari stretti
- Nana rossa (un po' più fredda del nostro Sole)
- Nana bianca circondata da un disco di accrescimento.



- L'aumento da 2 a 6 magnitudini è dovuto all'instabilità nel disco a seguito del deflusso del gas sulla nana bianca.

Esistono **tre sottoclassi principali** delle novae nane: le stelle **U Gem**, **Z Cam** e **SU UMa**.

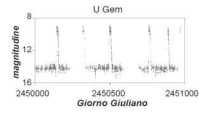


04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 24

Variabili cataclismiche: Novae NANE

U Geminorum

- Dopo periodi di quiescenza al minimo di luminosità, queste stelle brillano improvvisamente.
- L'eruzione avviene ad intervalli tra 30 e 500 giorni
- Durata di solito tra 5 e 20 giorni.

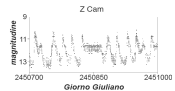


04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 25

Variabili cataclismiche: Novae NANE

Z Camaleopardis

- Simili alle U Gem.
- Mostrano variazioni cicliche, interrotte da intervalli di luminosità costante chiamati "intervalli di stabilità".
- Gli intervalli durano l'equivalente di diversi cicli, con la stella bloccata ad una luminosità a un terzo della strala dal massimo al minimo.

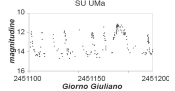


04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 26

Variabili cataclismiche: Novae NANE

SU Ursae Majoris

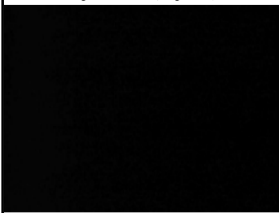
- Simili alle U Gem.
- due distinti tipi di esplosione:
 - una debole, frequente e breve, con una durata tra 1 e 2 giorni
 - una (*superesplosione*) è luminosa, meno frequente, e lunga, con una durata tra 10 e 20 giorni. Durante le superesplosioni appaiono piccole modulazioni periodiche (*superorbite*).



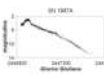
04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 27

Variabili CATACLISMICHE

✦ *Supernovae (Tipo II)*



Esplosioni distruttive



Aumenti di luminosità, fino a 20 o più magnitudini.

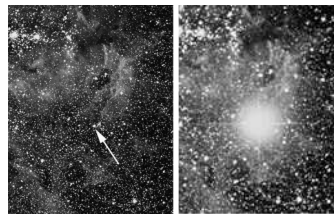
04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 28

Supernova SN1987A

23 Feb 1987 - Grande Nube di Magellano (LMC)

Distanza: ~50 kpc (~163.000 A.L.)

Stella progenitrice: Sanduleak 69° 202a (Sk-69 202), supergigante blu, M ~18M_☉




04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 29

Esteliquero, Alpha Orionis

Candidata a diventare una Supernova

Supergigante rossa variabile pulsante semiregolare, Dista da Sole 600 640 A.L.

Raggio: molti 990-1000 R_☉, massa 15-20 M_☉, età stimata 8.5 × 10⁶ anni



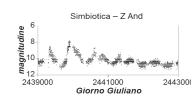
04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 30

Variabili cataclismiche:

Stelle SIMBIOTICHE

- ✦ Sistemi binari stretti
- ✦ gigante rossa + stella blu calda immerse in nebulosità.
- ✦ Mostrano delle esplosioni semi-periodiche simili alle novae, fino a 3 magnitudini in ampiezza.

Simbiotica - Z And



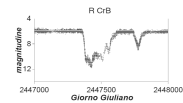
04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 31

Variabili cataclismiche:

R Coronae Borealis

- ✦ Supergiganti rare, luminose, povere di idrogeno e ricche di carbonio.
- ✦ Passano gran parte del tempo alla massima luminosità, indebolendosi occasionalmente fino a 9 magnitudini ad intervalli irregolari.
- ✦ Tornano alla massima luminosità dopo un periodo da alcuni mesi ad un anno.
- ✦ Le stelle di questo gruppo hanno tipi spettrali da F a K ed R.

R CrB



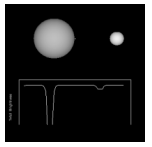
04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 32

Stelle Binarie ad Eclisse

- ✦ Sistemi binari di stelle con un piano orbitale vicino alla linea di vista dell'osservatore.
- ✦ Le componenti del sistema si eclissano periodicamente l'un l'altra

 - diminuzione della luminosità apparente del sistema così come viene visto dall'osservatore.

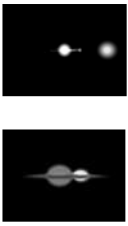
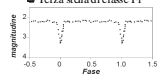
- ✦ Il periodo dell'eclisse, (periodo orbitale del sistema), può andare dai minuti agli anni.



04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 33

Stelle Binarie ad Eclisse

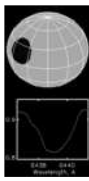
- ✦ **Algol o beta Persei**
 - 96 A.L.
 - Primaria centrale bianco-blu
 - Secondaria giallo-rossa
 - Terza stella di classe F1
- ✦ **Sheliak o beta Lyrae**
 - Deformazione reciproca
 - Dischi di accrescimento
 - Mv 3.3 - 4.1 in 12gg 21.8h

04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 34

Variabili Rotanti

- ✦ Variazione luminosa dovuta a:
 - Chiazze opache o brillanti
 - Gruppi di macchie stellari superficiali
- ✦ Sovente sono sistemi binari



04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 35

Siamo tutti ricercatori

Perché contribuire...
...e con quali strumenti

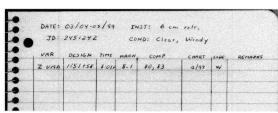
Coraggio! Ogni passo in avanti ci porta più vicini allo scopo e, anche se non potremo raggiungerlo, possiamo almeno lavorare affinché i posteri non ci biasimino per essere stati inerti o disadatti che non ne abbiamo quanto meno fatto uno sforzo per spianare loro la strada.

Friedrich Argebander, 1844

04/04/2015 Paolo Botton - Berano di San Pietro (AT) 36

Annottazioni giornaliere

☛ **Questione di metodo...**



W = tempo, vento, scatenate visibilità in generale

☛ **...Pazienza, umiltà e perseveranza.**

☛ **I risultati arrivano.**

04/04/2015 Paolo Buttin - Barano di San Pietro (AT) 46

Rapporto via WebObs

WebObs Observations by IAU

Enter a Visual Observation

Star Identifier: 2454702.1234,10.9,na,110,113,070613,na

Star Name: 2454702.1234,10.9,na,110,113,070613,na

Comment: 2454702.1234,10.9,na,110,113,070613,na

Observations Submitted by WebObs

Time	Filter	Mag	Phase	Phase	Phase	Phase	Phase	Phase	Phase	Phase
1	1234	10.9	na	110	113	070613	na			
2	1234	10.9	na	110	113	070613	na			
3	1234	10.9	na	110	113	070613	na			
4	1234	10.9	na	110	113	070613	na			

04/04/2015 Paolo Buttin - Barano di San Pietro (AT) 47

Rapporto mensile: upload - molti dati

- ☛ #TYPE=VISUAL
- ☛ #OBSCODE=PA063
- ☛ #SOFTWARE=Notepad++
- ☛ #DELIM=,
- ☛ #DATE=JD
- ☛ #NAME,DATE,MAG,COMMENTCODE,COMP1,COMP2,CHART,NOTES
- ☛ SS CYG,2454702.1234,10.9,na,110,113,070613,na
- ☛ SS CYG,2454702.2341,-11,1,U,111,113,070613,Partly cloudy

04/04/2015 Paolo Buttin - Barano di San Pietro (AT) 48

Rapporto mensile: upload - molti dati

PCOBs Data Entry

AAVSO Data Entry for the PC

Star: 2454702.1234,10.9,na,110,113,070613,na

Mag: 10.9

Phase: na

Phase: 110

Phase: 113

Phase: 070613

Phase: na

04/04/2015 Paolo Buttin - Barano di San Pietro (AT) 49

Rapporto cartaceo mensile

AMERICAN ASSOCIATION OF VARIABLE STAR OBSERVERS

Variable Star Observation Form

Star Name: 2454702.1234,10.9,na,110,113,070613,na

Mag: 10.9

Phase: na

Phase: 110

Phase: 113

Phase: 070613

Phase: na


04/04/2015 Paolo Buttin - Barano di San Pietro (AT) 50

Frequenza di osservazione

* ogni notte serena per osservare passi di pulsazioni di piccola ampiezza di queste stelle

Tipo di stella variabile	Frequenza di osservazione
Cefeidi	ogni notte serena
RR Lyrae	ogni 10 minuti
RV Tauri	una volta per settimana
Mira	una volta per settimana
Semiregolari	una volta per settimana
Catodiche	ogni notte serena
Simbiotiche*	una volta per settimana
R Ceb* - di massimo	una volta per settimana
R Ceb* - di minimo	ogni notte serena
Eclisse	ogni 10 minuti durante un'eclisse
Rotanti	ogni 10 minuti
Irrregolari	una volta per settimana
Sopette	ogni notte serena

04/04/2015 Paolo Buttin - Barano di San Pietro (AT) 51



Gratuito

Vieni a
di
osservazioni astronomiche
gratuite

SidereoCRID

Informazioni date su:
<http://astronomia.com.it/>

04/04/2015 Paolo Buttin - Barano di San Pietro (AT) 52