

 **TELESCOPIO
NAZIONALE
GALILEO**

 **INAF**
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTRONOMIA



CONCORSO GIOVANI ASTRONOMI AL TELESCOPIO NAZIONALE GALILEO

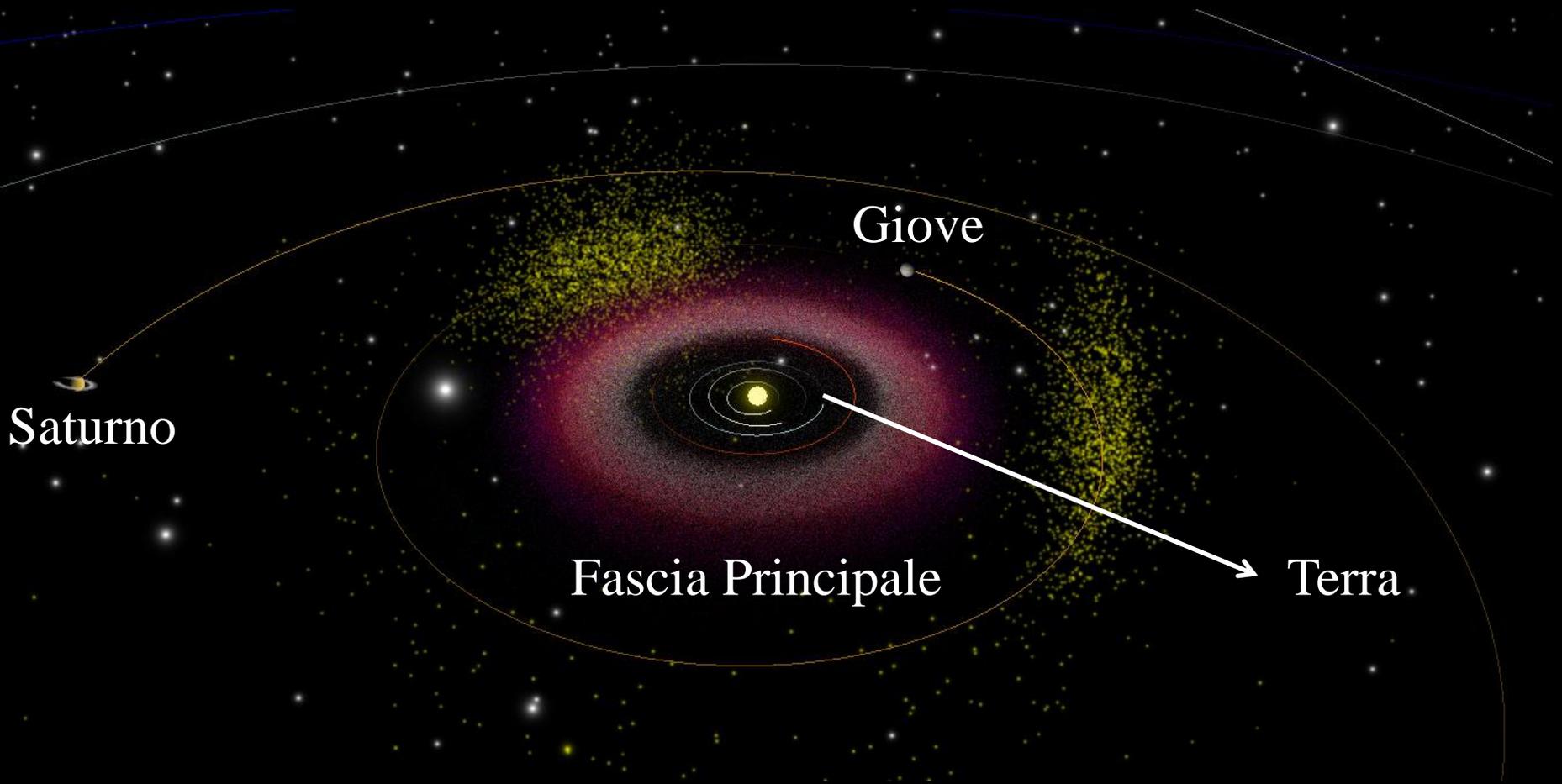
II EDIZIONE, 2025

**ALBINO CARBOGNANI PRESENTA
ASTERIODI NEAR-EARTH**

10 APRILE, ORE 10:30

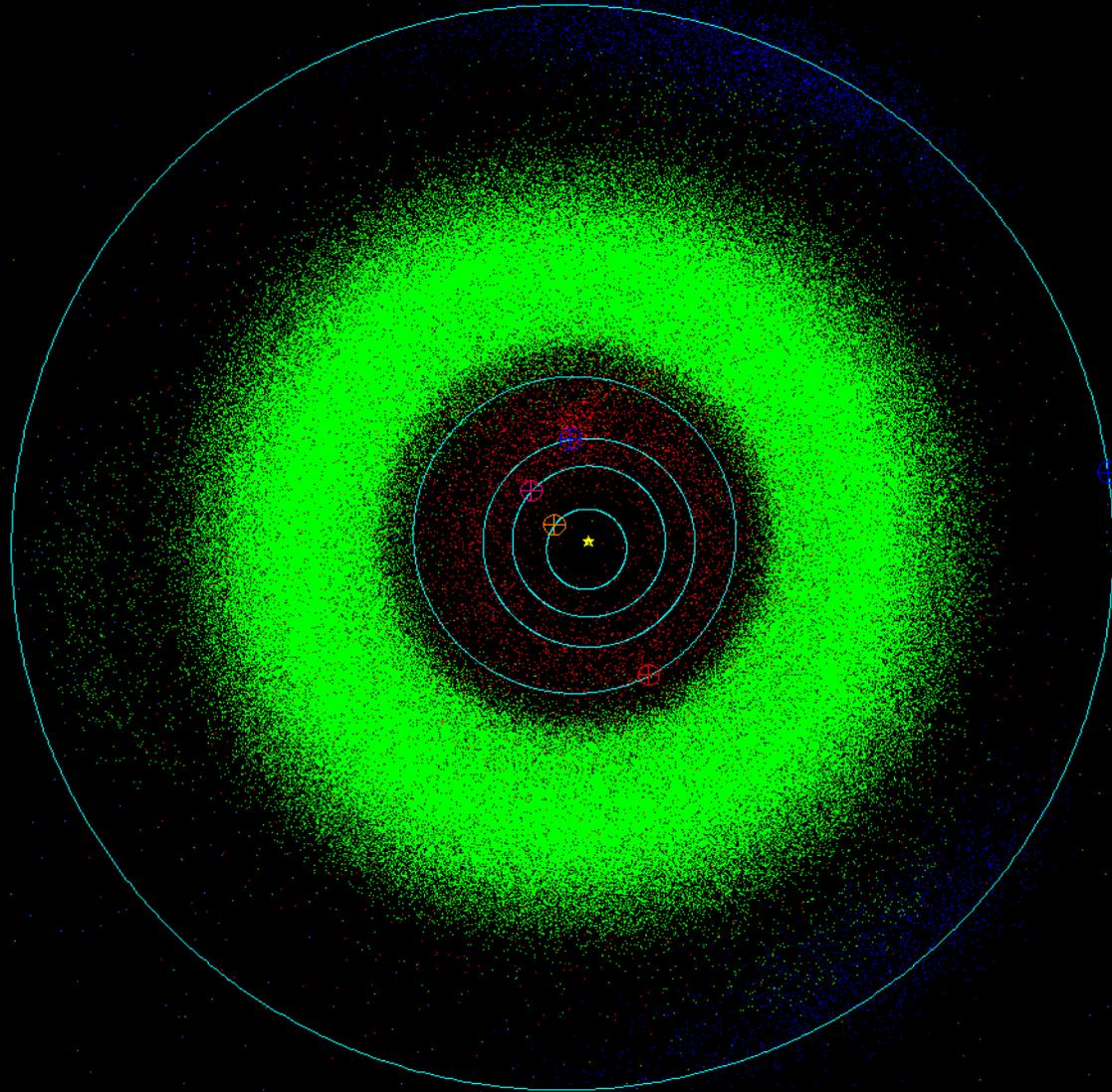
Gli asteroidi nel Sistema Solare

1 au = 150 milioni di km



Comete e asteroidi sono oggetti relativamente primordiali, i resti dei planetesimi da cui si sono formati i pianeti e i loro satelliti circa 4,75 miliardi di anni fa.

La main belt dal polo nord dell'eclittica



Gli asteroidi sono in orbita attorno al Sole e individuarli in cielo non basta, bisogna seguirli per mesi e anni prima di determinare con accuratezza l'orbita.

Gli asteroidi sono soggetti all'evoluzione collisionale...



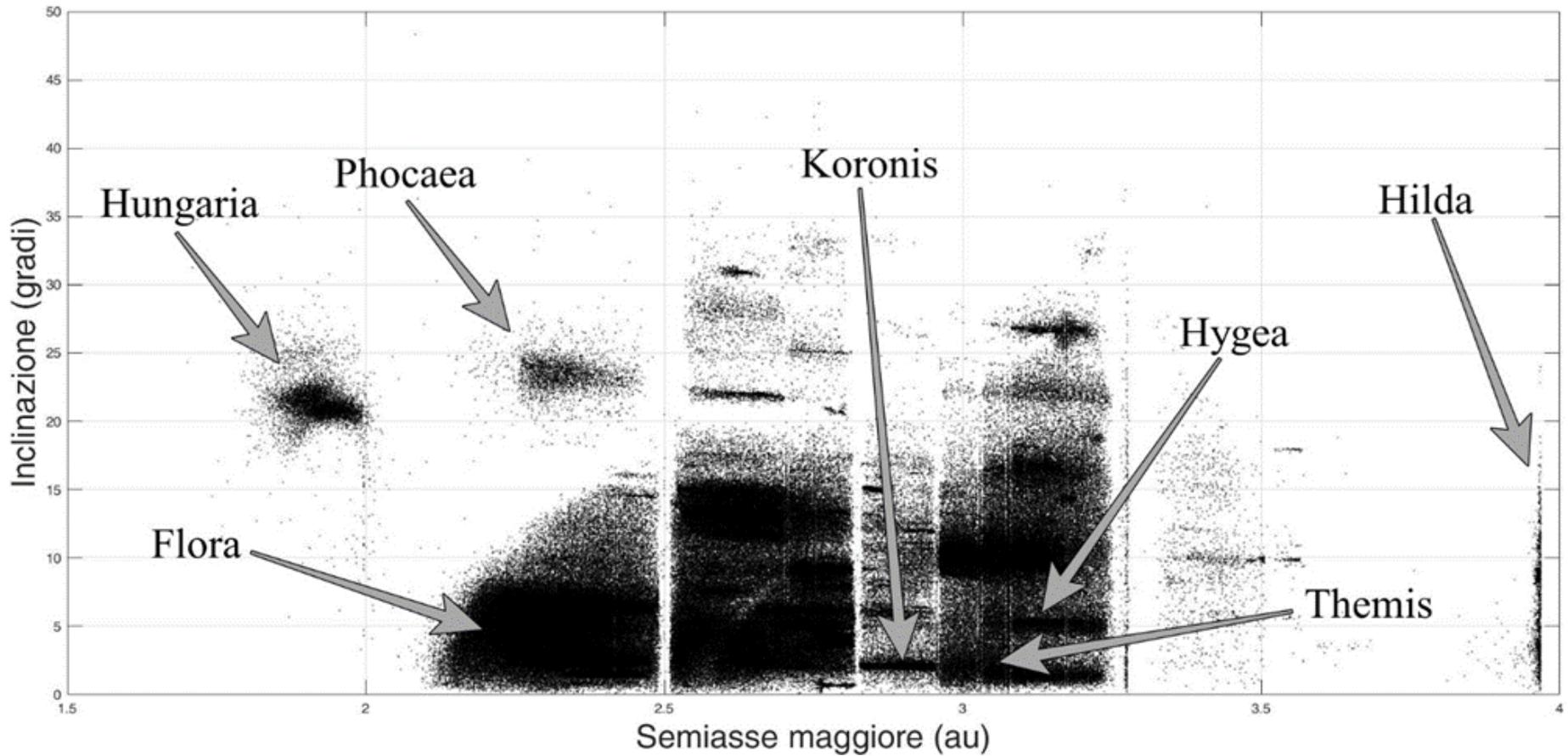
Che prove abbiamo delle collisioni catastrofiche fra asteroidi?

Un esempio di evoluzione collisionale: (253) Mathilde

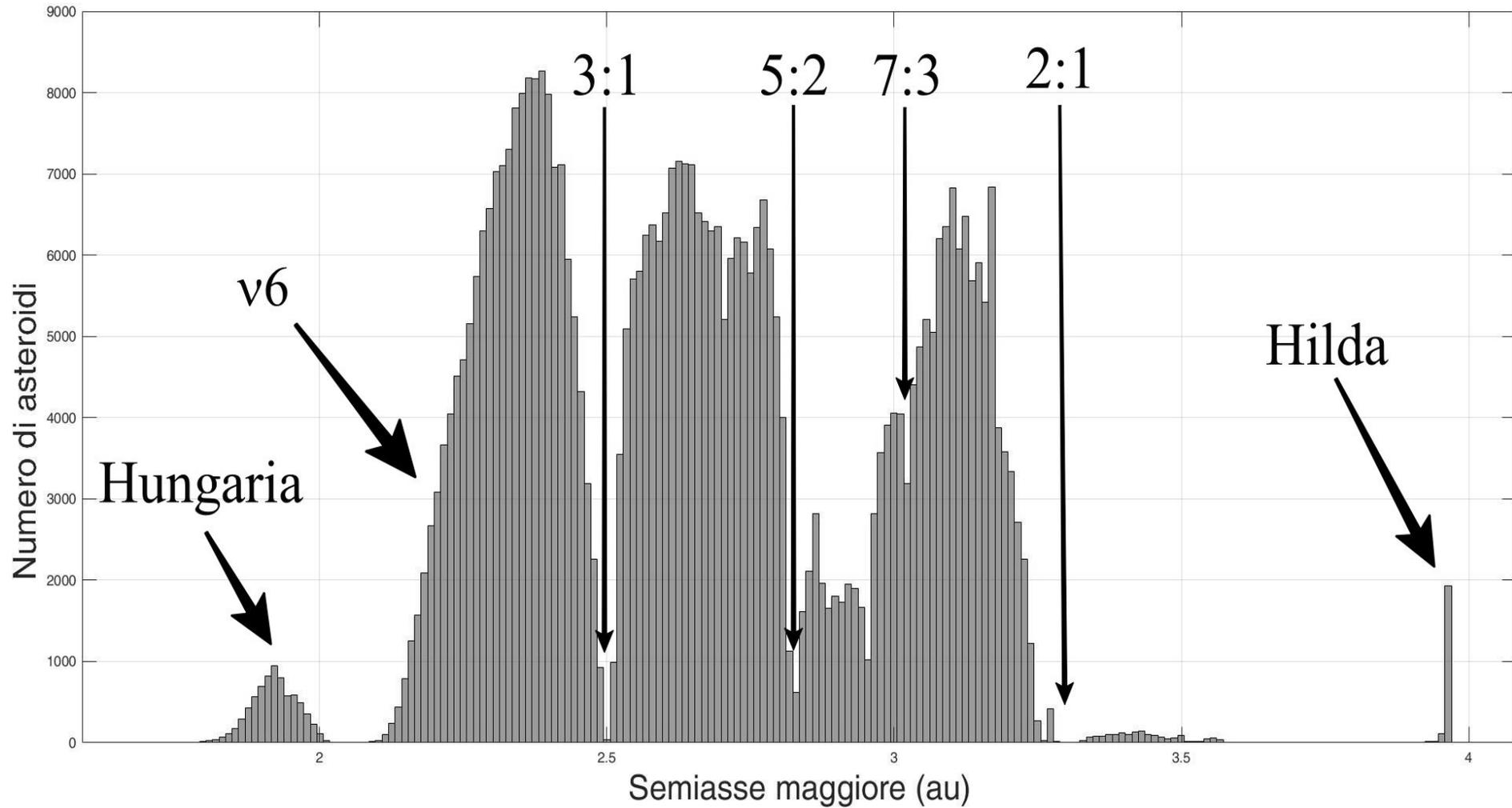


253 Mathilde è un asteroide di tipo C della fascia principale del diametro medio di circa 52,8 km, visitato dalla sonda Near Earth Asteroid Rendezvous nel giugno del 1997, durante il suo viaggio verso 433 Eros. Questo oggetto è caratterizzato dalla presenza di alcuni enormi crateri da impatto, con diametro paragonabile all'asteroide stesso.

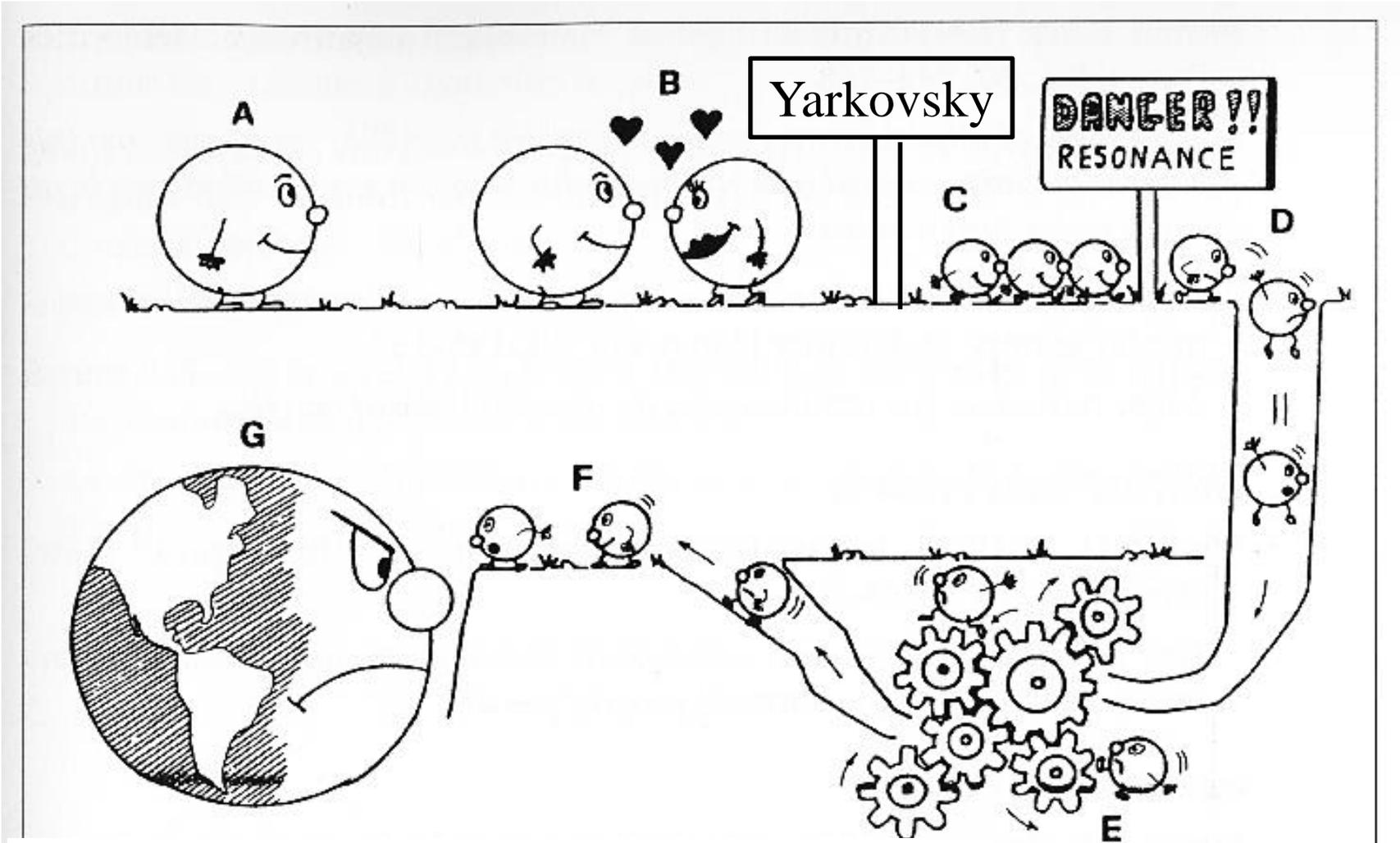
Le famiglie di asteroidi



Le lacune di Kirkwood

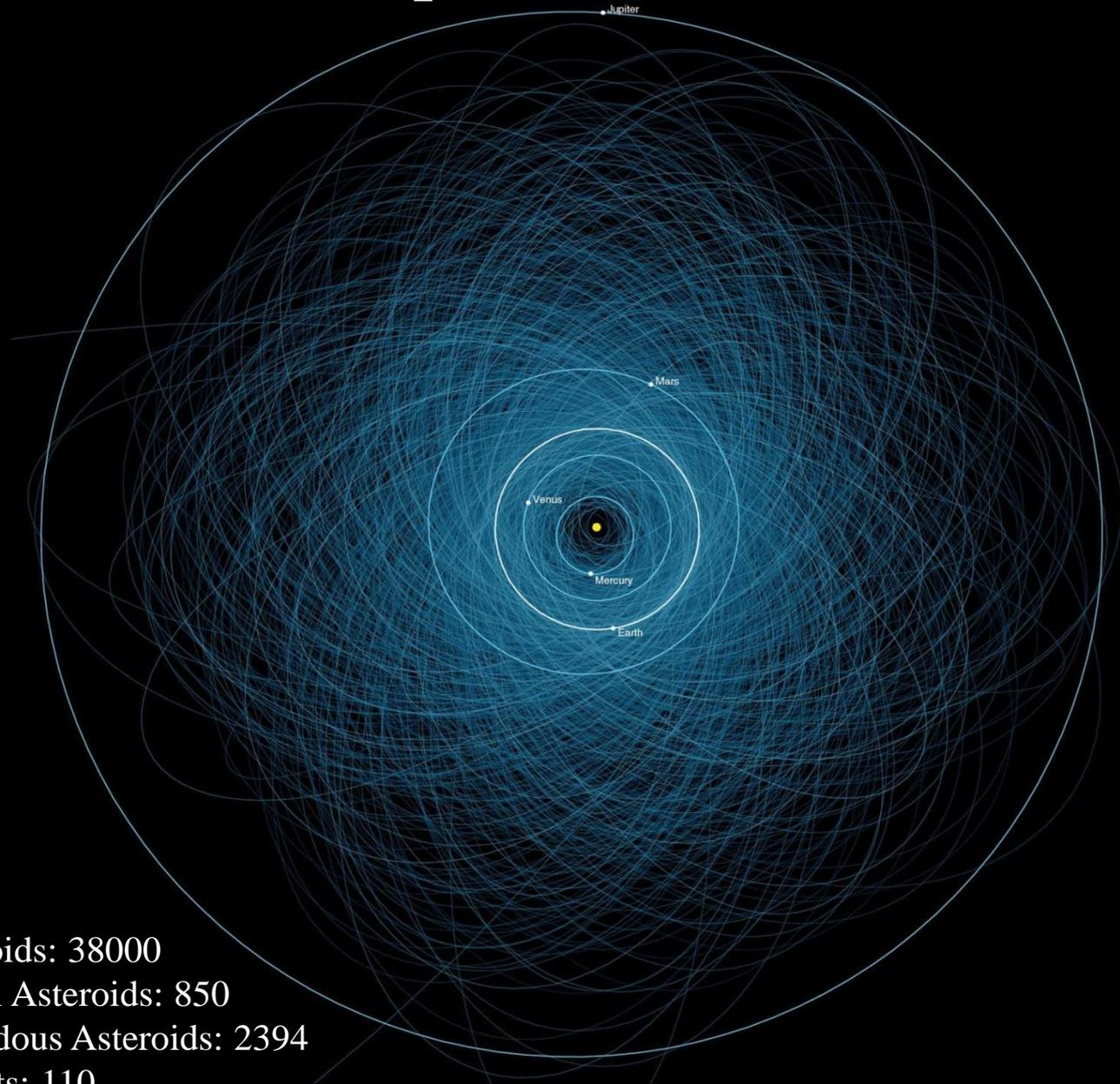


Perché ci sono le lacune di Kirkwood? Colpa della gravità di Giove che, insieme alla luce del Sole, genera la popolazione di asteroidi near-Earth



Disegno di Vincenzo Zappalà (INAF-OATo)

Asteroidi «pericolosi»: i NEA



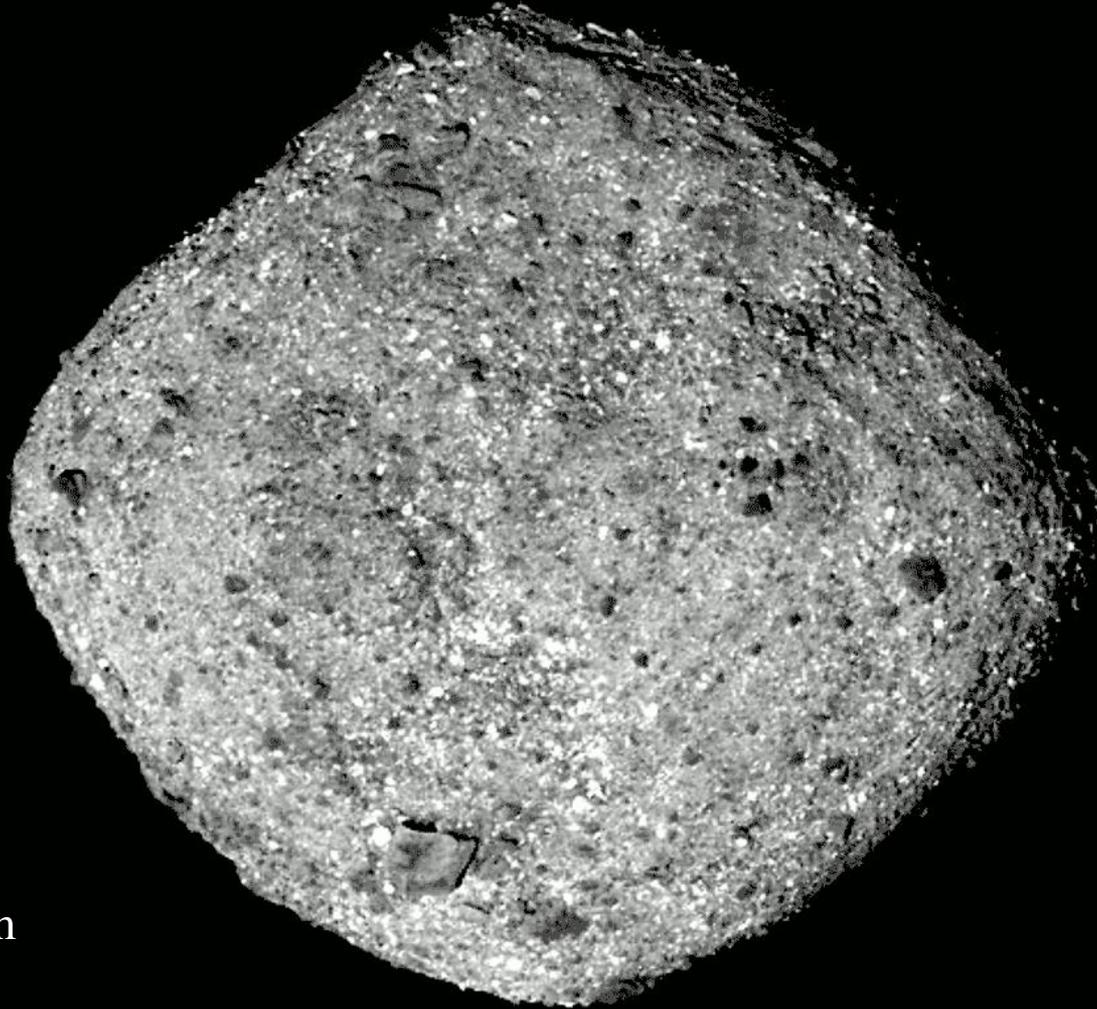
Near-Earth Asteroids: 38000

1+ km Near-Earth Asteroids: 850

Potentially Hazardous Asteroids: 2394

Near-Earth Comets: 110

L'asteroide (101955) Bennu

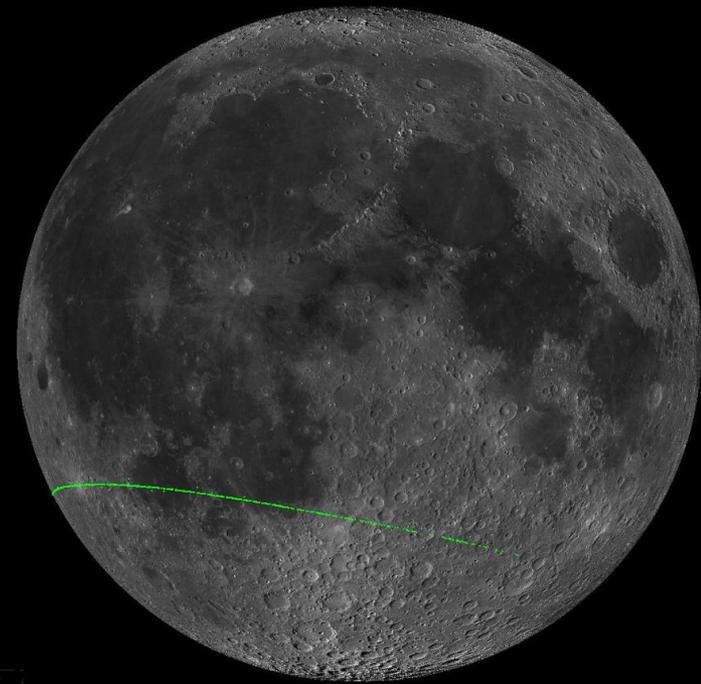
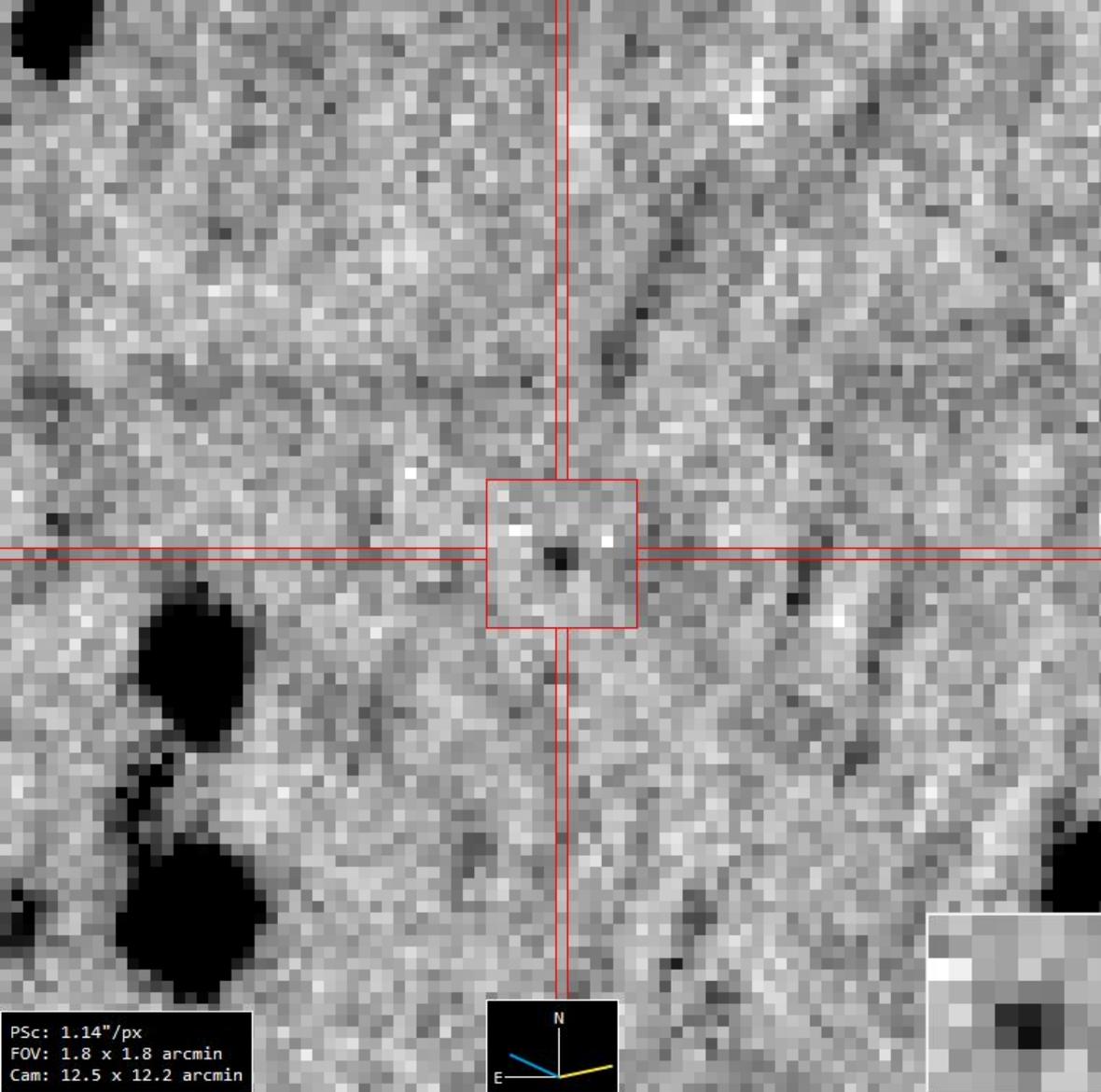


Diametro = 0,5 km

Periodo = 4,28 h

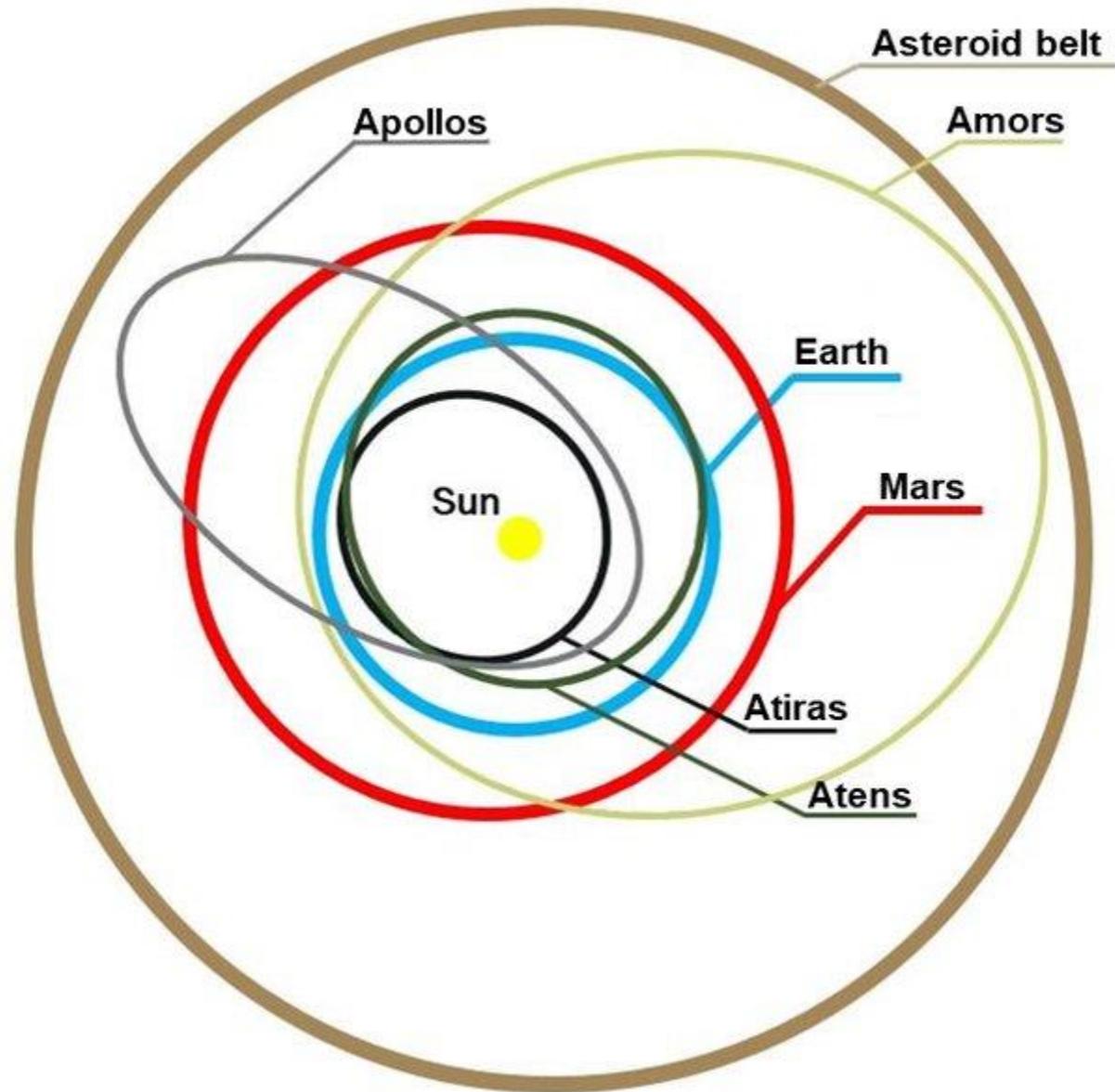
Struttura = rubble pile

OSIRIS-Rex (NASA)

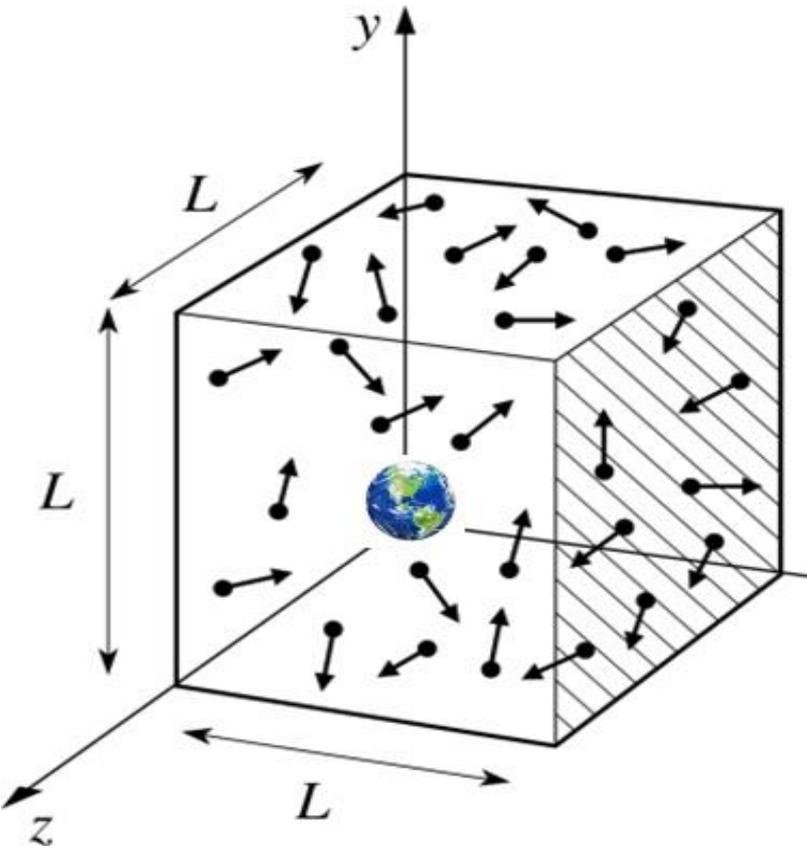


L'asteroide 2024 YR4 ripreso il 29 gennaio 2025
con il telescopio «Cassini» della Stazione Astronomica di Loiano

Tipi di orbite per i near-Earth



Frequenza di collisione fra near-Earth e Terra

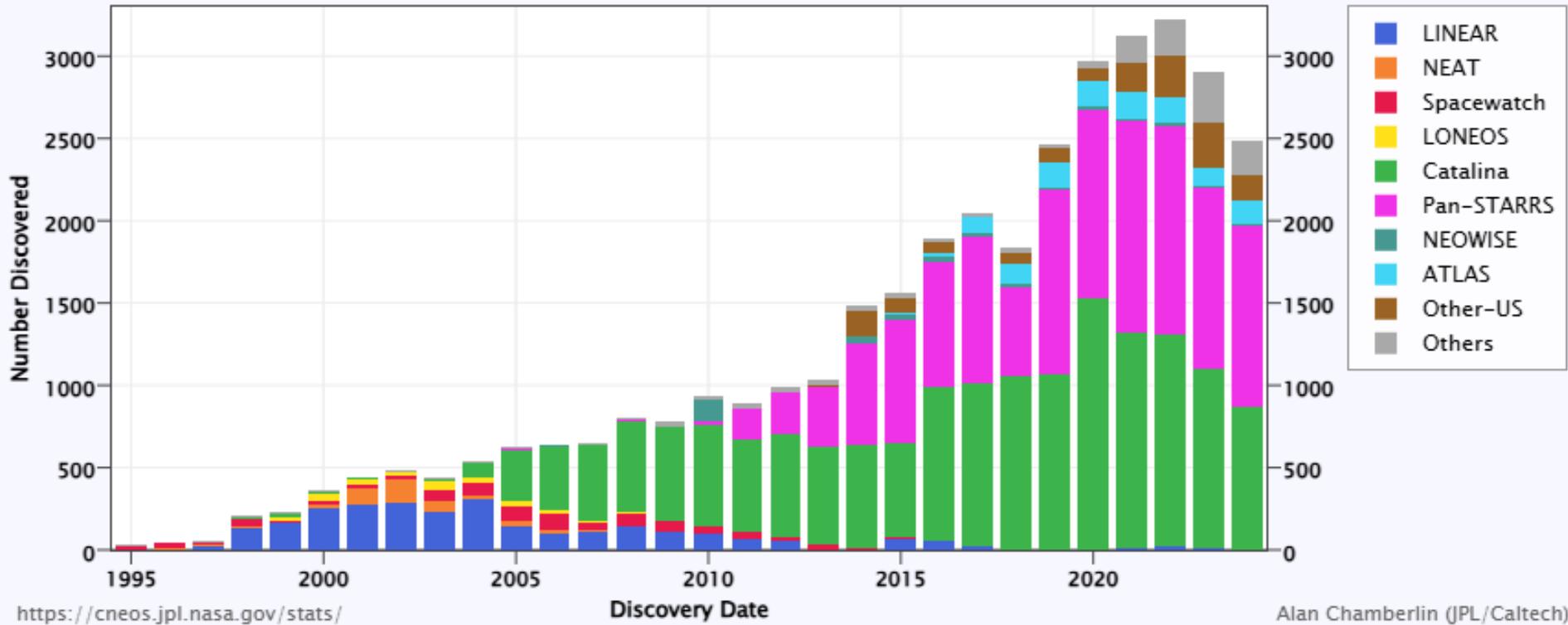


Diametro minimo	Evento	Intervallo medio di collisione (anni)	Effetto	Energia totale
10 m		10	Airburst	42 kt
20 m	Chelyabinsk	60	Airburst	340 kt
50 m	Tunguska	600	Airburst	5,3 Mt
100 m		3600	Cratere, 1,4 km	42 Mt
140 m		8000	Cratere 2,3 km	10^2 Mt
0,5 km		200.000	Cratere 7 km	$5 \cdot 10^3$ Mt
1 km		1.000.000	Cratere 13 km	$4 \cdot 10^4$ Mt
5 km		60.000.000	Cratere 56 km	$5 \cdot 10^6$ Mt
10 km	Estinzione dinosauri	360.000.000	Cratere 103 km	$4 \cdot 10^7$ Mt

Regola aurea: più piccoli sono gli asteroidi, maggiore è il loro numero, di conseguenza è molto più probabile la collisione della Terra con i piccoli asteroidi.

Near-Earth Asteroid Discoveries by Survey

All NEAs (as of 2024-Nov-18)



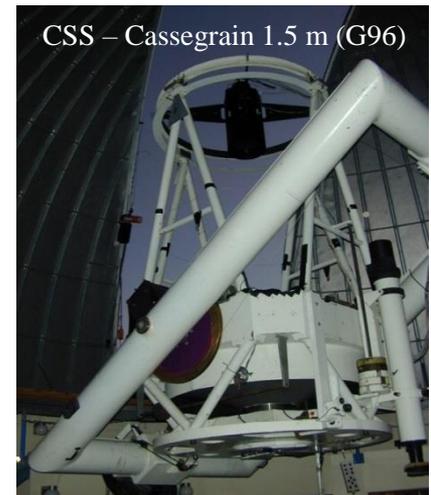
Pan-STARRS (F51)



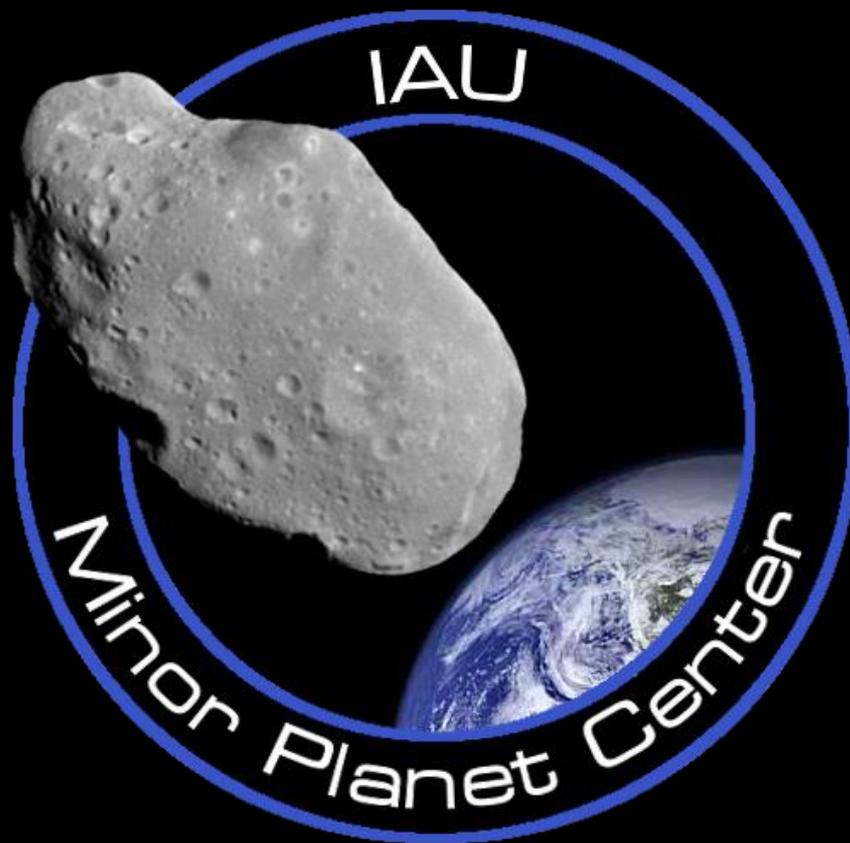
CSS – Schmidt 68 cm (703)



CSS – Cassegrain 1.5 m (G96)

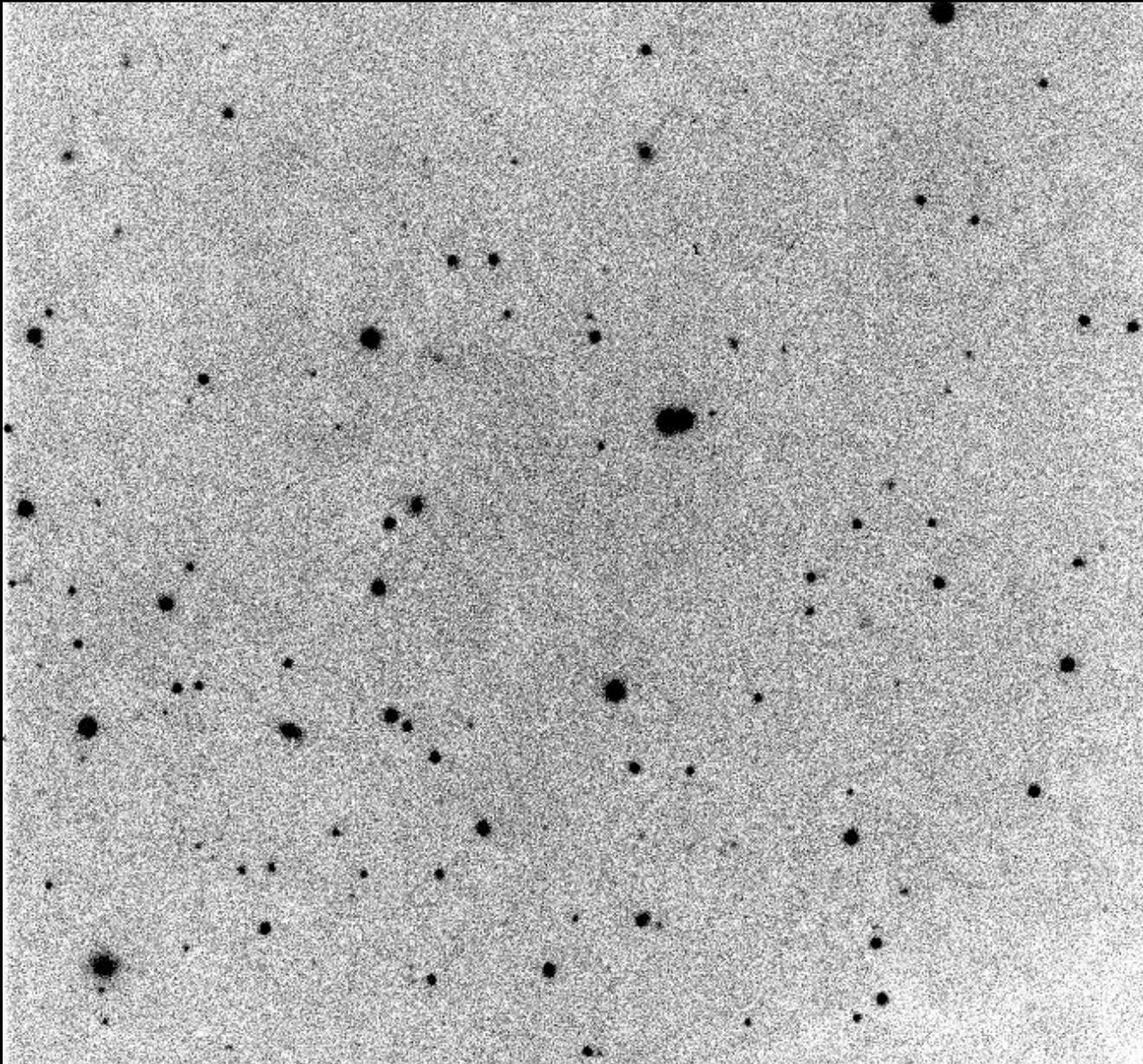


Chi coordina? Il Minor Planet Center



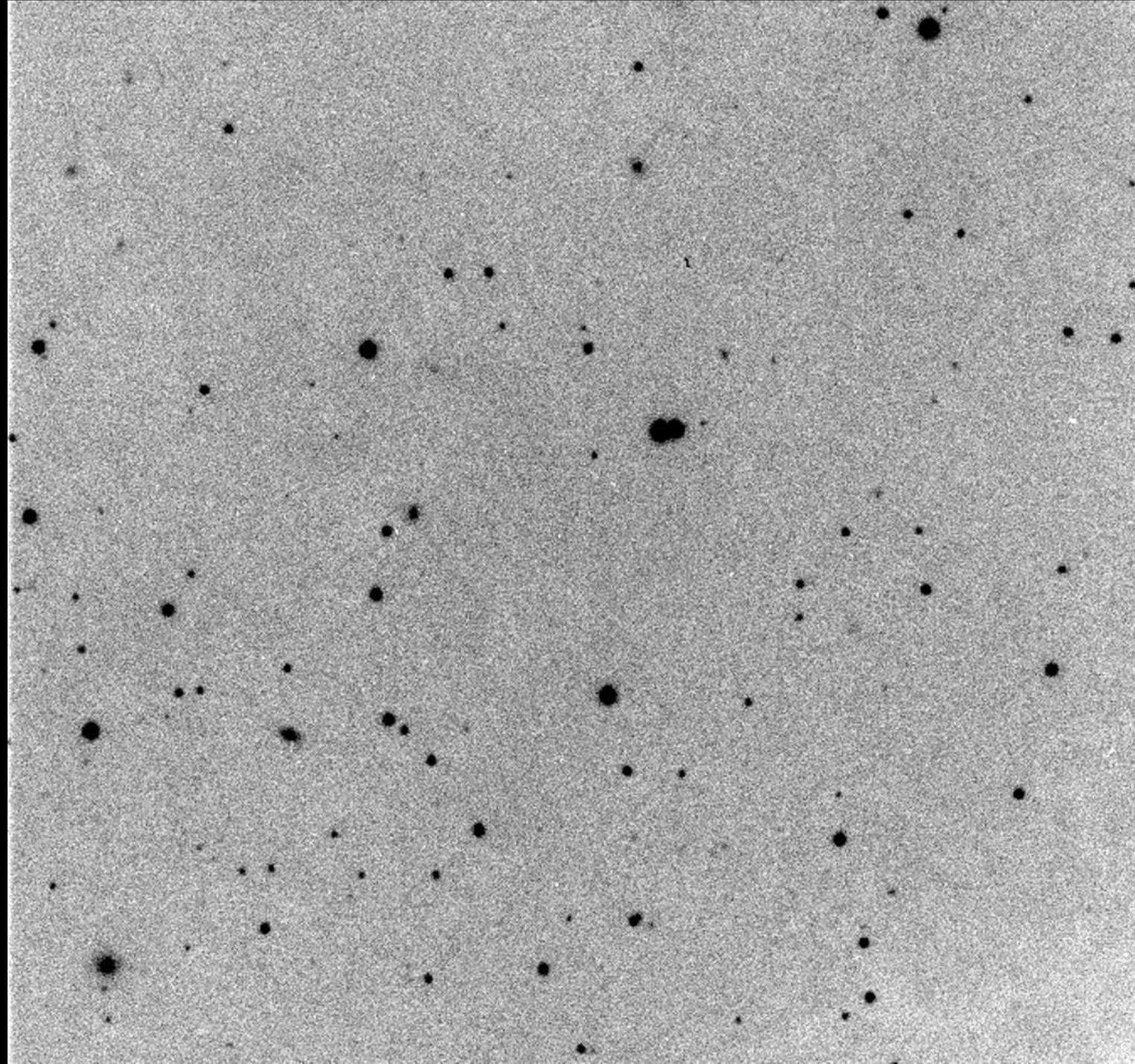
Il punto di arrivo delle misure di posizione astrometriche sui NEO è il Minor Planet Center (MPC), che si trova a Cambridge presso lo Smithsonian Astrophysical Observatory (Massachusetts, USA), fondato nel 1947. Il MPC è responsabile per l'identificazione, la denominazione e il calcolo dell'orbita di asteroidi, comete e satelliti irregolari dei pianeti.

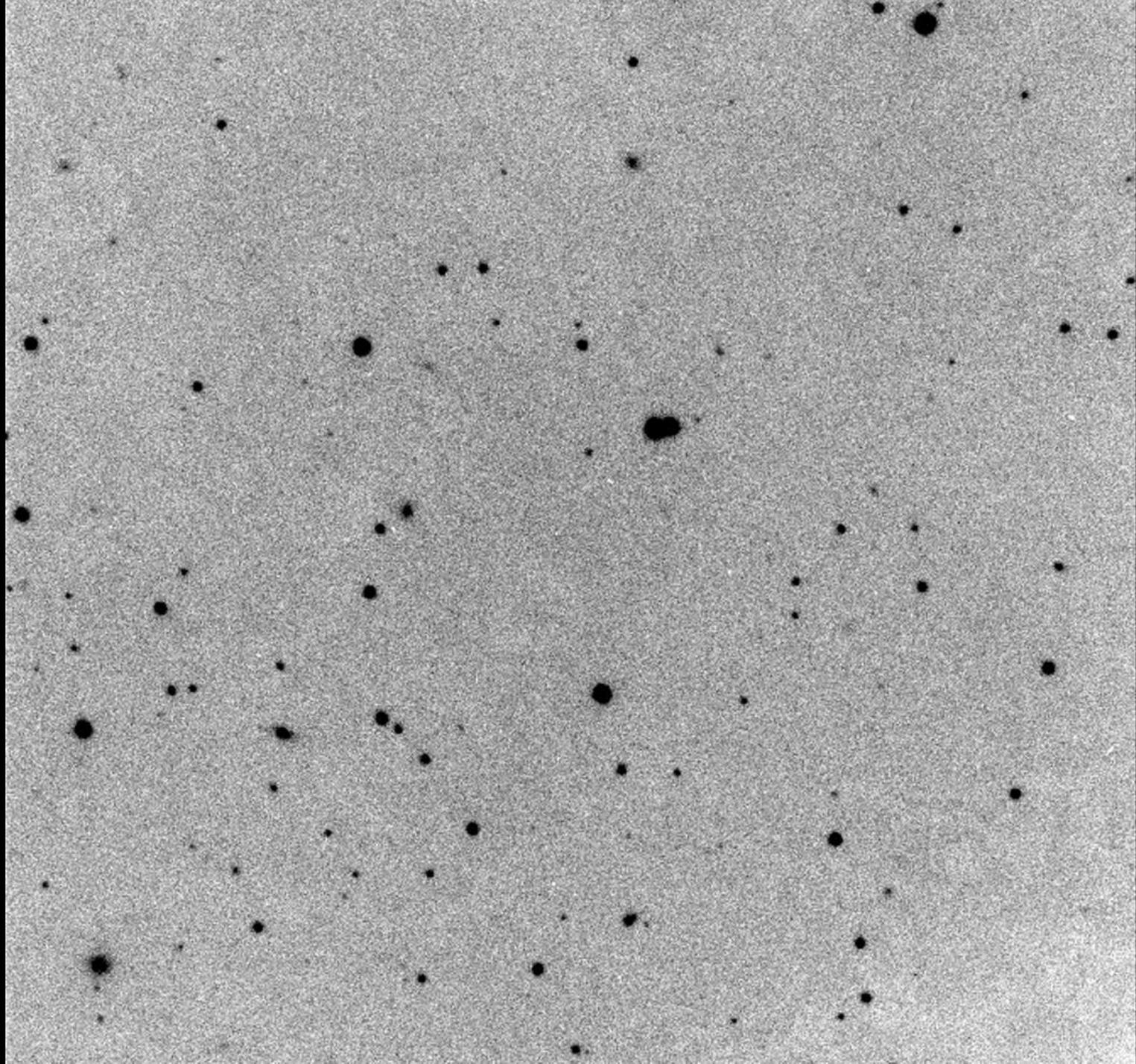
Dov'è l'asteroide?



NEA 2020 LK, scoperto l'11 giugno 2020 a 4,5 milioni di km dalla Terra. Diametro 75 m.

N.B. Gli asteroidi ripresi al telescopio sono di aspetto puntiforme, di fatto indistinguibili dalle stelle di campo.





La Catastrofe di Tunguska (30 giugno 1908)



Tunguska, Siberia (Russia)
Data: 30 giugno 1908
Ore 7:14 locali (00:14 UT)
Esplosione di un corpo cosmico di 50-60 m di diametro a 8 km di quota
Inclinazione traiettoria: 35°
Boato udito fino a 1200 km di distanza
Area devastata: 2.150 km²
Energia cinetica rilasciata: 12,5 Mt
Bomba Hiroscima: 16 kt (rapporto=800)

DON
DAVIS
6/10/08

Chelyabinsk (2013)

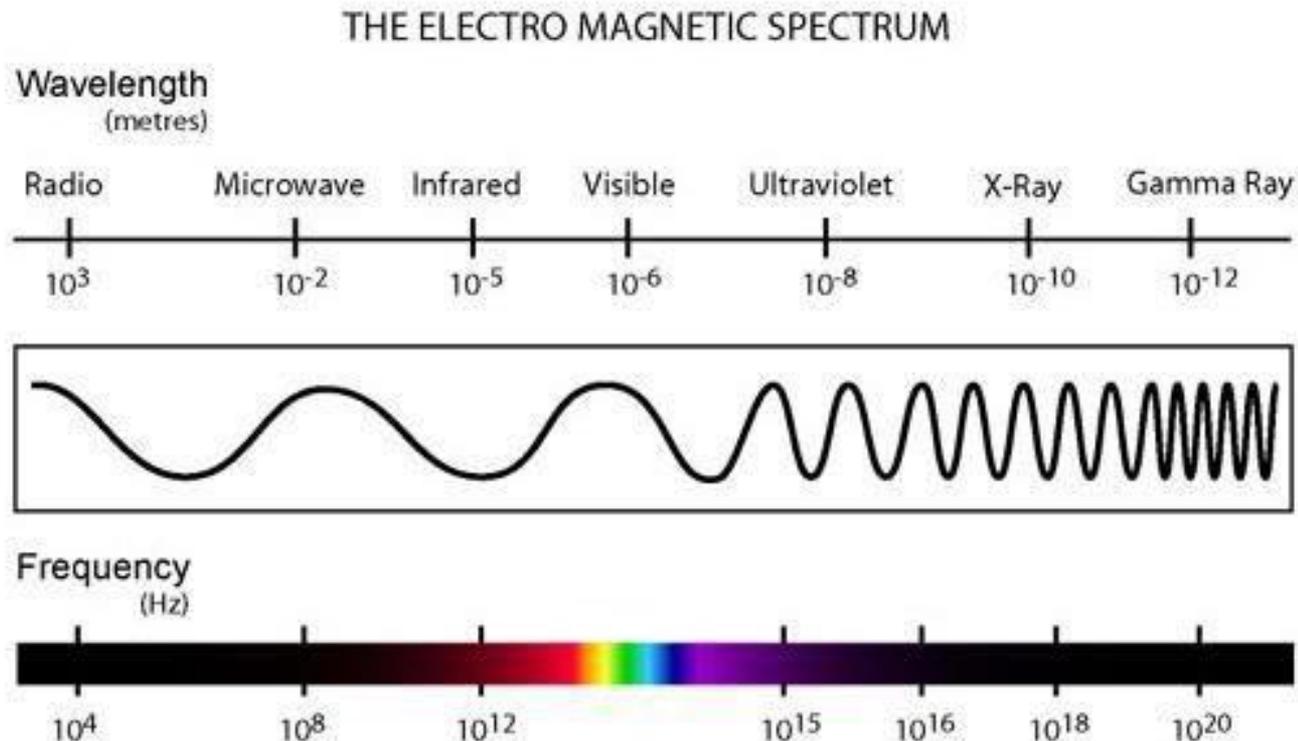
2013/02/15 09:20:33



Caduta di un asteroide di circa 20 m di diametro presso la città russa di Chelyabinsk il 15 febbraio 2013. Velocità media di 19 km/s, esplosione a 30 km di quota con un rilascio di energia cinetica pari a 500 kt (rapporto=30).

La fotometria degli asteroidi

In astrofisica con il termine **fotometria** si indica lo studio della **radiazione ottica** emessa da un corpo celeste. Poiché i corpi celesti emettono radiazione elettromagnetica anche a lunghezze d'onda non visibili, il termine da usare in questo caso è **radiometria**.



La fotometria visuale



Una rozza fotometria visuale fu introdotta per la prima volta dall'astronomo greco **Ipparco di Nicea** (190-120 a.C. circa). **Ipparco compilò il suo catalogo stellare di 1080 stelle esprimendone la luminosità in magnitudini** (Nicea è l'attuale città turca di Iznik). *Nella scala di Ipparco le stelle di prima magnitudine erano quelle più brillanti come Vega, Capella, Arturo, mentre quelle appena visibili ad occhio nudo erano di sesta.*

La formula di Pogson

Nel 1856 l'astronomo inglese Robert Pogson (1829-1891), espresse in modo quantitativo la scala delle magnitudini (**sensazione**), legandole al flusso luminoso f ricevuto al suolo (**stimolo**):

$$m = C - 2,5 \text{Log}_{10}(f)$$

Qui C è una costante che segna il “punto zero” della scala, mentre f è il flusso luminoso ricevuto dalla stella, misurato in Watt/m². La relazione precedente si può calibrare assegnando un valore di m a una stella assunta come riferimento e misurandone il flusso, come ad esempio Vega che è, quasi per definizione, di magnitudine 0.

$$m_1 - m_2 = -2,5 \text{Log} \left(\frac{f_1}{f_2} \right)$$

Con la definizione di Pogson, 2 stelle che differiscono di 5 magnitudini hanno un rapporto fra i flussi esattamente pari a 100.

Perché Pogson usò proprio il logaritmo?

Flamsteed e Celsius all'inizio del 1700 si erano accorti che **la differenza di magnitudine di due stelle era la stessa indipendentemente dall'apertura del telescopio usato.**

Quindi se $m=F(f)$, dove F è la funzione incognita che lega la magnitudine al flusso luminoso, si può scrivere:

$$F(f_1) - F(f_2) = F(kf_1) - F(kf_2)$$

Ma questa è proprio una proprietà della funzione logaritmica:

$$\log\left(\frac{A}{B}\right) = \log\left(\frac{kA}{kB}\right) = \log(A) - \log(B) = \log(kA) - \log(kB)$$

Quindi la funzione più generale che possiamo scrivere fra m e f è questa:

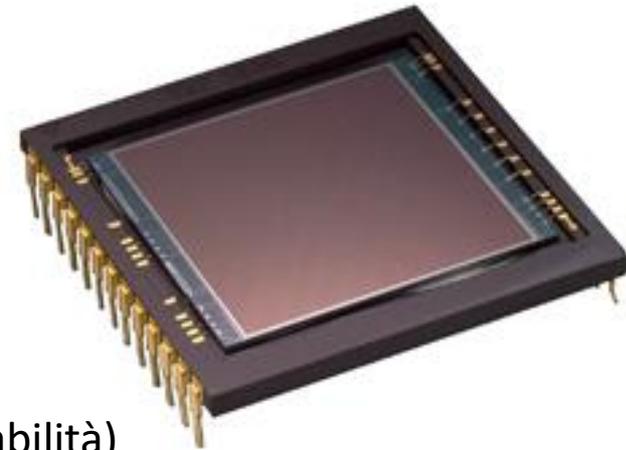
$$m = C + K \log(f)$$

Lo strumento di misura: la camera CCD



Caratteristiche di una camera CCD:

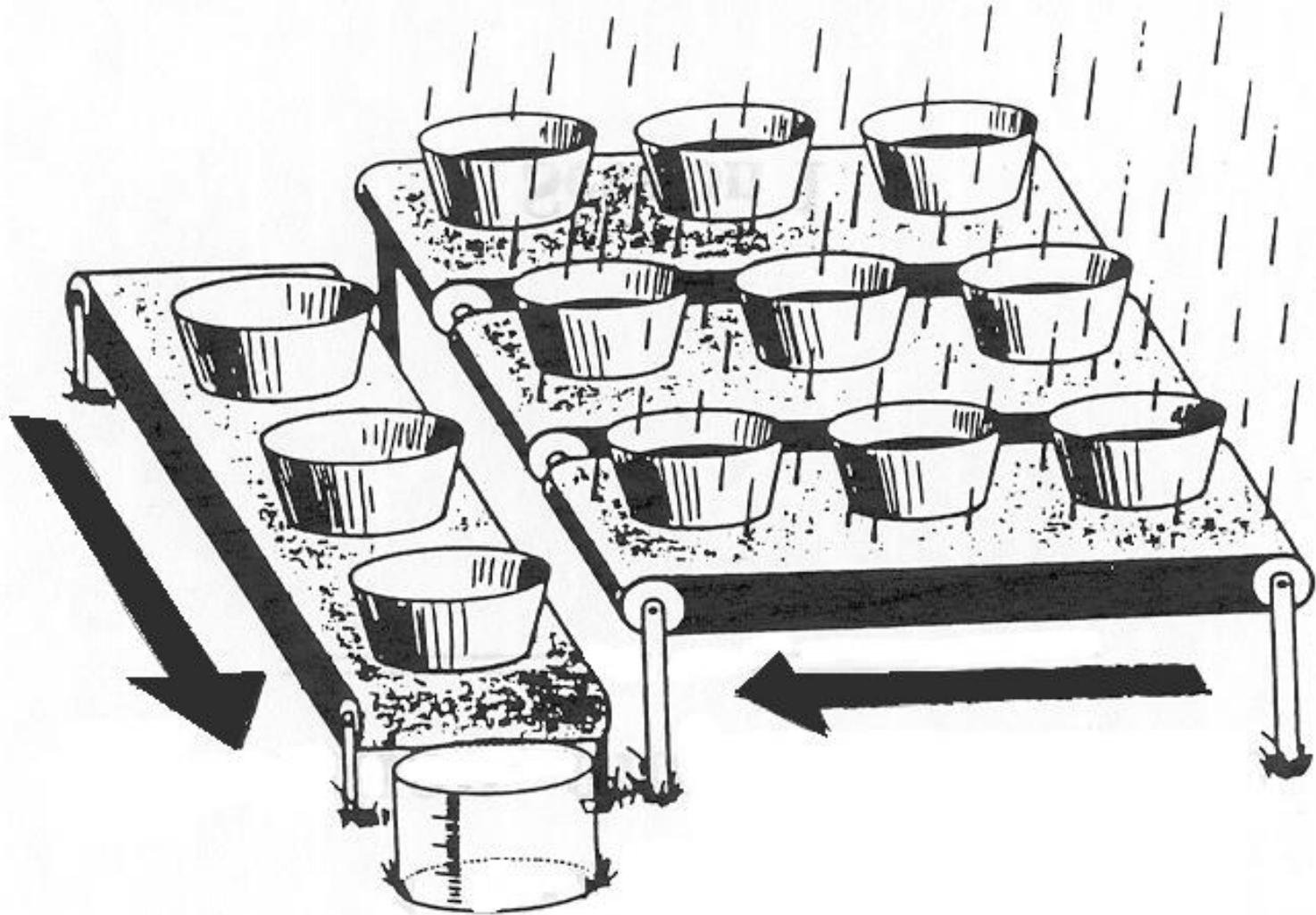
1. Linearità
2. Buona dinamica (16 bit, 65536 livelli di grigio)
3. Ottima efficienza quantica di picco (80-90%)
4. Risoluzione spaziale uniforme



Caratteristiche auspicabili per un CCD «fotometrico»:

1. Monocromatico (per massimizzare la sensibilità)
2. Controllo elettronico della temperatura (per una migliore stabilità)
3. No sistema antiblooming (riduce sensibilità del sensore)
4. Campo di vista di almeno 10×10 primi d'arco (per avere un buon numero di stelle di confronto)

Principio di funzionamento di un CCD



La magnitudine strumentale

La misura della **magnitudine strumentale** di un corpo celeste si può ottenere riprendendo un'immagine CCD dell'oggetto.

Il CCD è un dispositivo a risposta lineare quindi l'intensità I di una stella (ottenuta sommando l'intensità di tutti i pixel che compongono l'immagine della stella), espressa in elettroni estratti ($\text{ADU} \cdot \text{Gain}$), è direttamente proporzionale al flusso luminoso ricevuto. Al segnale S va ovviamente tolto il valore del fondo cielo che indichiamo con b :

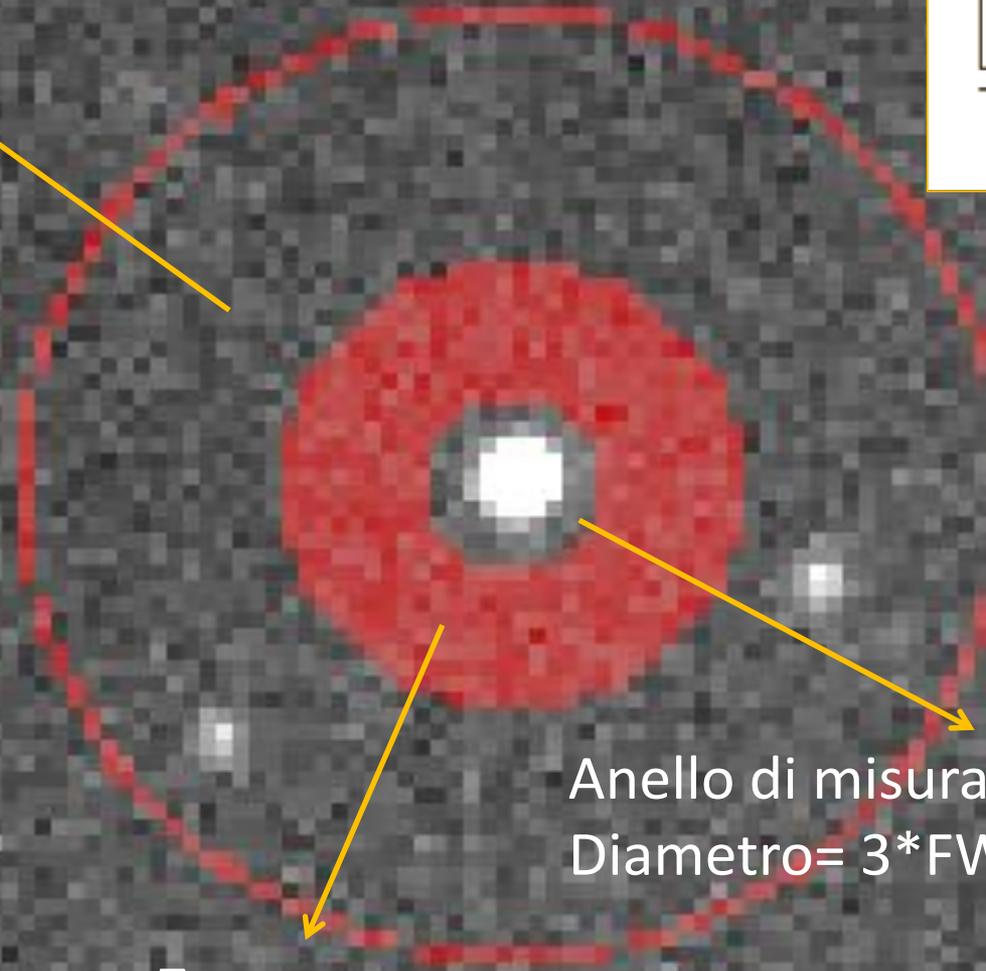
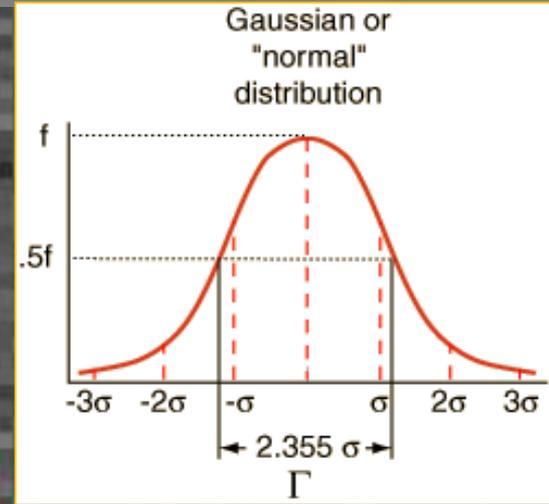
$$I = S - b$$

$$m_{str} = -2,5 \log \left(\frac{I}{\Delta t} \right)$$

Qui Δt è il tempo di posa dell'immagine. In questo modo si possono confrontare magnitudini strumentali riprese con tempi diversi.

La fotometria d'apertura

Anello di misura del fondo cielo



Anello di misura del segnale.
Diametro = $3 * FWHM = 7,1 * \sigma$

Zona morta

La fotometria differenziale

La fotometria differenziale consiste nel misurare la **differenza di magnitudine** fra il target e due o più **stelle di confronto**.

Rispetto alla fotometria all-sky non richiede **condizioni di trasparenza costanti del cielo** e fornisce una buona accuratezza quando si tratta di misurare piccole variazioni di magnitudine ($< 0,1$ mag), perché la luce sia del target sia dei confronti attraversano la **stessa airmass** e, se hanno **colore simile**, subiscono gli **stessi effetti di estinzione atmosferica** (Sole: $B-V=0,66$; $V-R=0,53$).

Altro grande vantaggio è che, nelle condizioni di cui sopra, **si può lavorare sulle differenze delle magnitudini strumentali** perché saranno uguali alle differenze delle magnitudini vere.

$$\Delta M = (m_{target} - m_{comp}) + K(CI_{target} - CI_{comp})$$

NOTA: nel caso degli asteroidi il set di stelle di confronto cambia da una sera all'altra

Il SNR (rapporto segnale rumore)

Per un qualsiasi pixel il valore I letto al termine dell'esposizione è:

$$I = \text{Signal} + \text{Background} + \text{Thermal} + \text{Readout}$$

L'intensità del pixel è una somma di eventi (fotoni in arrivo, elettroni estratti e letti) che capitano a caso ma con una media temporale definita, quindi ubbidiscono alla **distribuzione di Poisson**, la cui incertezza è data dalla radice quadrata del numero di eventi, quindi:

$$\sigma = \sqrt{\sigma S^2 + \sigma B^2 + \sigma T^2 + \sigma R^2} = \sqrt{S + B + T + \sigma R^2}$$

Per definizione il **rapporto segnale rumore** è dato da:

$$SNR = \frac{S}{\sigma} = \frac{S}{\sqrt{S + B + T + \sigma R^2}}$$

S, B e T crescono linearmente con il tempo di esposizione. Raddoppiando l'esposizione, S aumenta di un fattore 2 mentre le incertezze di un fattore $\sqrt{2}$, quindi **il SNR aumenta di un fattore $\sqrt{2}$.**

Il SNR e l'incertezza sulla magnitudine

SNR	Incertezza	SNR	Incertezza
200	0,005	25	0,043
100	0,011	10	0,110
50	0,022	5	0,220

La tecnica osservativa

La **selezione del target** avviene in base alla **magnitudine apparente**, alla **velocità angolare**, al **range di air mass** e al **numero di ore** che un asteroide può essere osservato (più sono e meglio è):

1. **Gli asteroidi si spostano sulla sfera celeste, non sono target statici! Tempo di esposizione (minuti)=FWHM(arcsec)/velocità angolare (arcsec/minuto).**
Esposizioni tipiche: MBA ~ 240-180 s, NEA ~ 15-120 s.
2. **Target ad almeno 25° di altezza sull'orizzonte** (air mass=2,4)
3. **SNR ≥ 50**, quindi incertezza di 0,02 mag
4. Osservazione su **almeno 2 notti consecutive** per target con periodo sconosciuto.
5. File di **calibrazione** necessari:
 - **Master dark**: mediana di 20 dark frame alla stessa temperatura ed esposizione.
 - **Master Flat**: media di 20 flat frame singoli.
6. Analisi fotometrica dei file fits con il **software MPO Canopus (V10)**:
<https://minplanobs.org/BdwPub/php/displayhome.php>

Calcolo del tempo di posa per un asteroide

DOLORES (Device Optimized for the LOw RESolution) is a focal reducer instrument installed at the Nasmyth B focus of the TNG. The detector is a **2048 x 2048** back-illuminated CCD with a **pixel size of 13.5 μm** . The scale is **0.252 arcsec/px** which yields a field of view of about **8.6 x 8.6 arcmin**.

Dal sito web del **Minor Planet Center** si calcolano le effemeridi per l'asteroide che interessa inserendo come **Observatory code Z19** che è il codice IAU del TNG: <https://minorplanetcenter.net/iau/MPEph/MPEph.html>

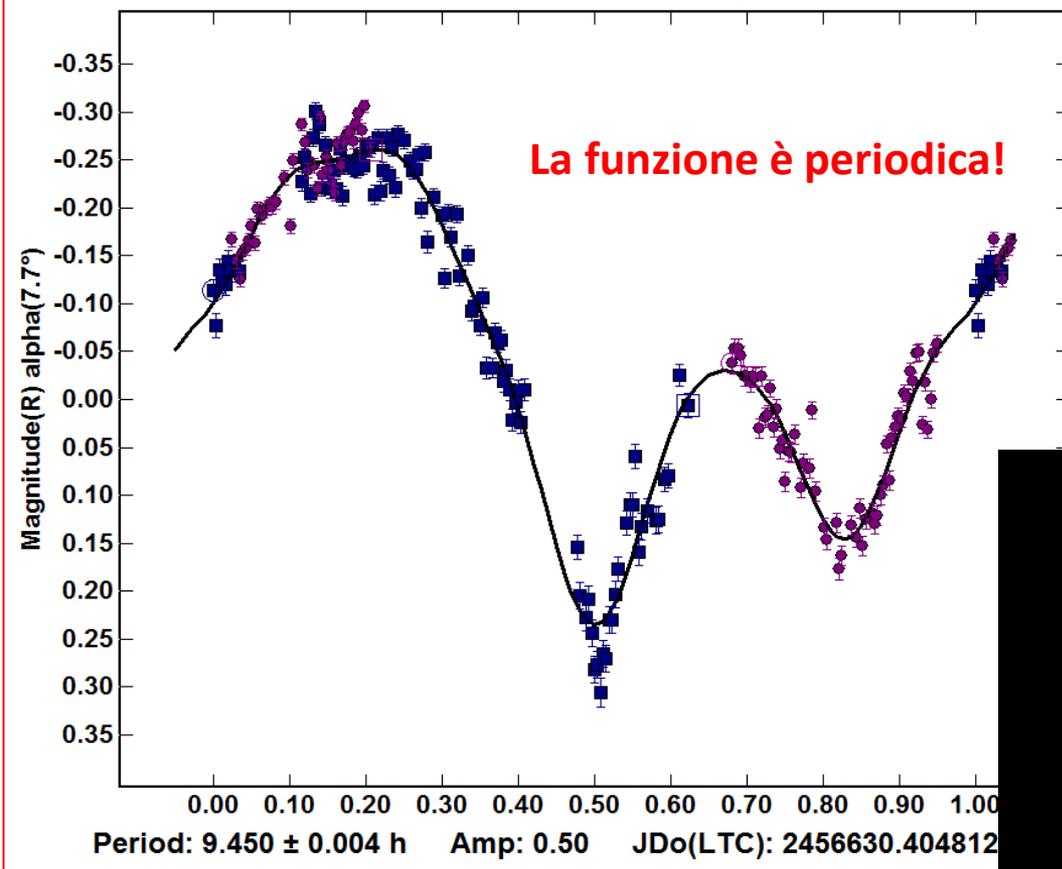
Ogni asteroide ha un valore di **velocità angolare v in cielo** (colonna **Sky Motion**, espresso in arcsec/minuto)

Il tempo di posa massimo, in secondi, per contenere l'immagine dell'asteroide entro un paio di pixel sul sensore sarà:

$$t = \frac{d}{v} = 60 \cdot \frac{0.505}{v}$$

Il risultato: la curva di luce

Phased Plot: 2834 Christy-Carol



La tipica curva di luce di un asteroide è **bimodale**, cioè presenta **due massimi** e **due minimi**, come ci si aspetta da un generico corpo irregolare di forma allungata. **Ma non sempre è così.**

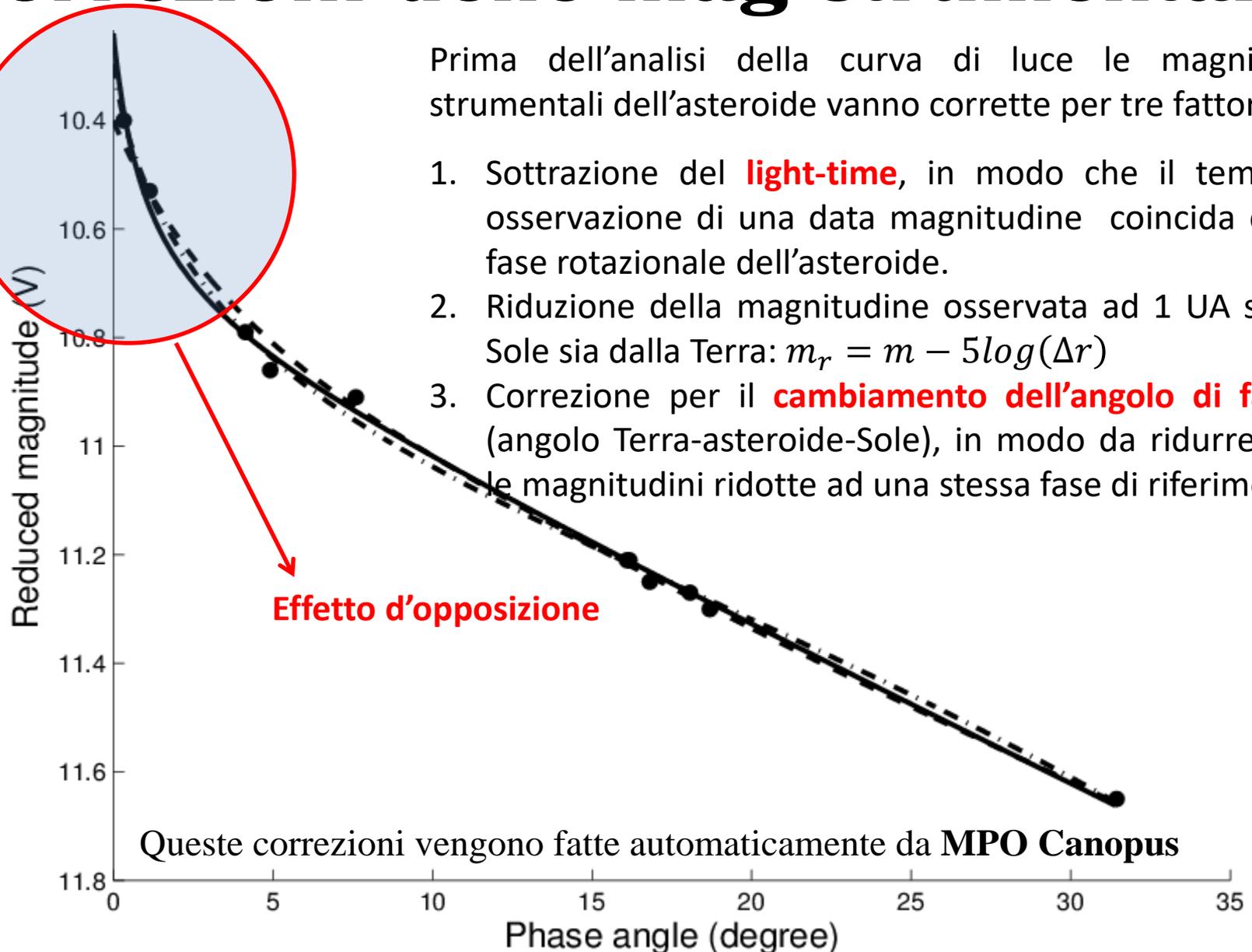


Come si ottiene una curva di luce?

Correzioni delle mag strumentali

Prima dell'analisi della curva di luce le magnitudini strumentali dell'asteroide vanno corrette per tre fattori:

1. Sottrazione del **light-time**, in modo che il tempo di osservazione di una data magnitudine coincida con la fase rotazionale dell'asteroide.
2. Riduzione della magnitudine osservata ad 1 UA sia dal Sole sia dalla Terra: $m_r = m - 5\log(\Delta r)$
3. Correzione per il **cambiamento dell'angolo di fase α** (angolo Terra-asteroide-Sole), in modo da ridurre tutte le magnitudini ridotte ad una stessa fase di riferimento.



Queste correzioni vengono fatte automaticamente da **MPO Canopus**

I dati pronti per l'analisi..matematica

Condensed Observation Data for Session: 61

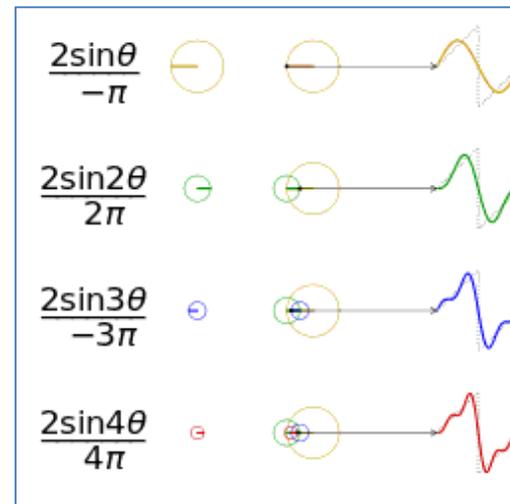
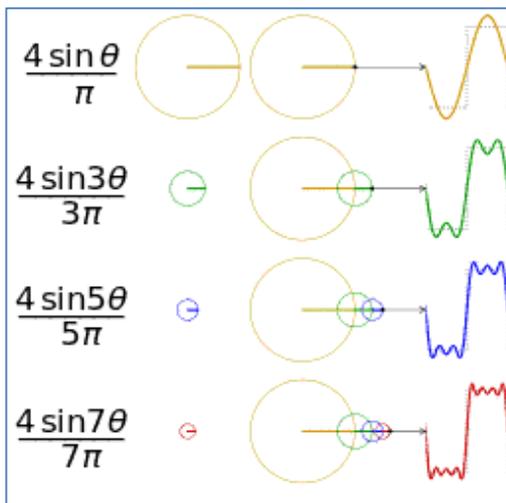
U	J.D.	Obj-CAvg	Err
Y	2454511.42032	-0.069	0.003
Y	2454511.42120	-0.070	0.004
Y	2454511.42208	-0.053	0.003
Y	2454511.42296	-0.071	0.003
Y	2454511.42384	-0.068	0.003
Y	2454511.42472	-0.070	0.003
Y	2454511.42560	-0.070	0.004
Y	2454511.42648	-0.087	0.004
Y	2454511.42736	-0.077	0.004
Y	2454511.42824	-0.089	0.004
Y	2454511.42912	-0.088	0.004
Y	2454511.43000	-0.089	0.004
Y	2454511.43088	-0.084	0.004
Y	2454511.43176	-0.097	0.004
Y	2454511.43264	-0.086	0.004
Y	2454511.43352	-0.079	0.004
Y	2454511.43440	-0.080	0.004
Y	2454511.43528	-0.073	0.004
Y	2454511.43616	-0.073	0.004
Y	2454511.43704	-0.073	0.004
Y	2454511.43792	-0.071	0.004

La serie di Fourier

La serie di Fourier fornisce una rappresentazione di una qualsiasi funzione **periodica** di periodo P , $f(x)=f(x+P)$, mediante una combinazione lineare di funzioni sinusoidali. **Teorema di Fourier (1822)**: qualsiasi funzione periodica può essere rappresentata tramite la serie di Fourier:

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{P} + b_n \sin \frac{n\pi x}{P} \right)$$

Le funzioni sinusoidali sono dette **armoniche** e l'insieme delle armoniche è detto **spettro**. Quella con $n=1$ si chiama **armonica fondamentale**. I numeri a_n e b_n sono noti come **coefficienti di Fourier**. La $f(x)$ avrà lo stesso periodo della armonica fondamentale ma non sarà sinusoidale.



Il periodo di rotazione con il metodo di Harris (1989)

I dati fotometrici con le magnitudini ridotte **di ogni sessione** vengono fittate con una **serie di Fourier di grado m finito** (Harris et al., Icarus 77, 1989):

$$H(\alpha, t) = \bar{H}(\alpha) + \sum_{n=1}^m \left(a_n \cos \frac{2\pi n}{P} (t - t_0) + b_n \sin \frac{2\pi n}{P} (t - t_0) \right)$$

La soluzione fornisce, per ogni singola curva di luce ottenuta, la magnitudine media ridotta della sessione all'angolo di fase α , un insieme di coefficienti di Fourier, il periodo di rotazione e una stima delle incertezze per tutte queste quantità. Da questi valori si può ottenere una curva di luce composita con un unico periodo P .

Il residuo O-C (osservato-calcolato) della i -esima osservazione $V_i(\alpha)$ è dato da:

$$\frac{\delta_i}{\varepsilon_i} = \frac{V_i(\alpha) - H(\alpha, t_i)}{\varepsilon_i}$$

Qui ε_i è l'errore in magnitudini della i -esima osservazione.

Lo spettro dei periodi

Per trovare il periodo P che meglio fitta tutte le sessioni osservative si fa una **scansione di possibili periodi**, con piccoli incrementi all'interno di range ragionevoli, e grado della serie di Fourier, **minimizzando** la seguente varianza:

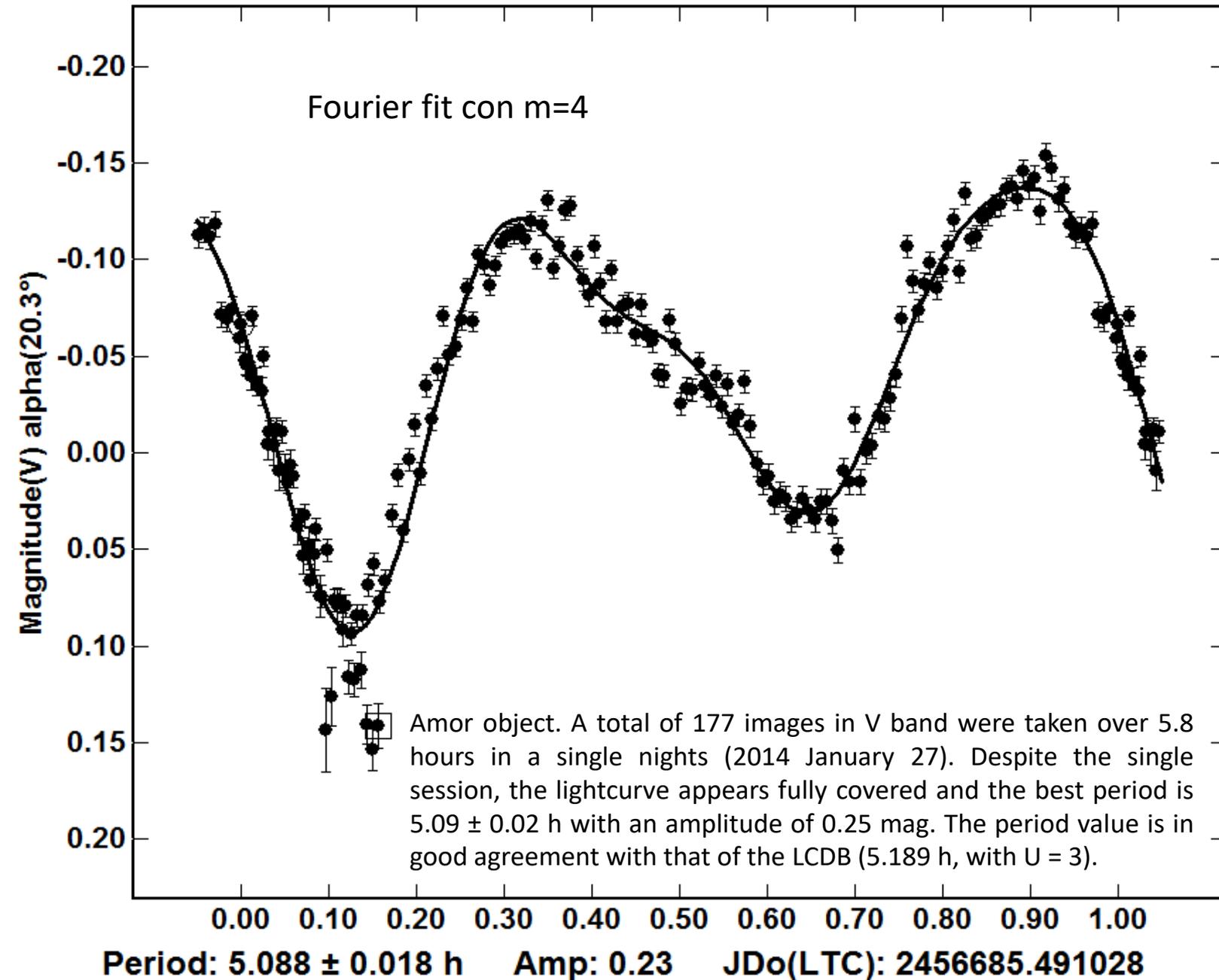
$$s^2 = \frac{1}{n - k} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\delta_i}{\varepsilon_i} \right)^2$$

Dove n è il numero di osservazioni mentre $k=2m+p+1$ è il numero totale di **parametri liberi della soluzione**: m è il grado della serie di Fourier, p il numero di giorni di osservazione e «+1» è il periodo di rotazione P . Quindi **$n-k$** è il **numero di gradi di libertà** del sistema.

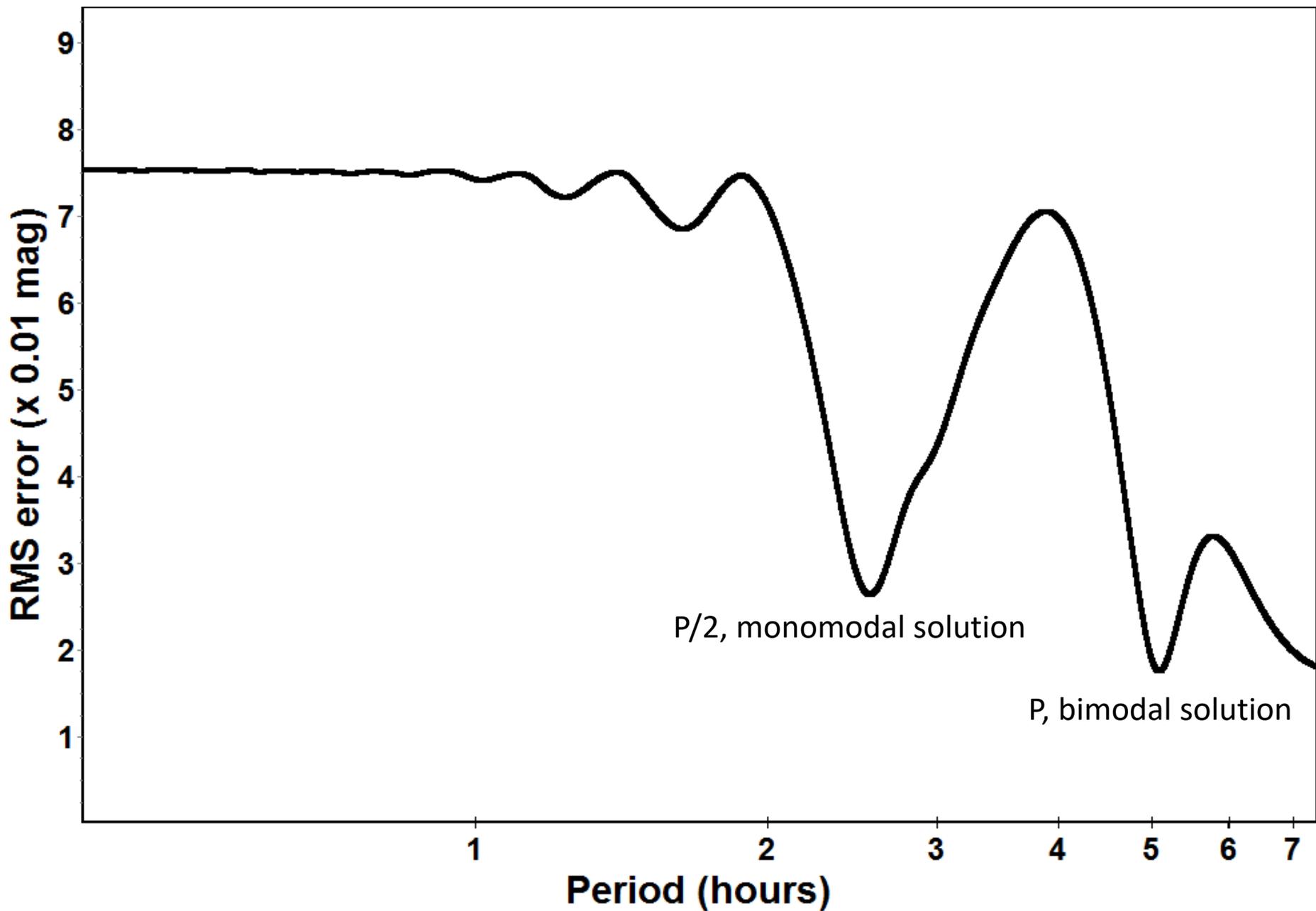
Minimizzare il valore di s^2 non garantisce l'unicità della soluzione per P , specie se la curva di luce è simmetrica, cioè massimi e minimi sono uguali o i dati incompleti!

Phased Plot: (53435) 1999 VM40

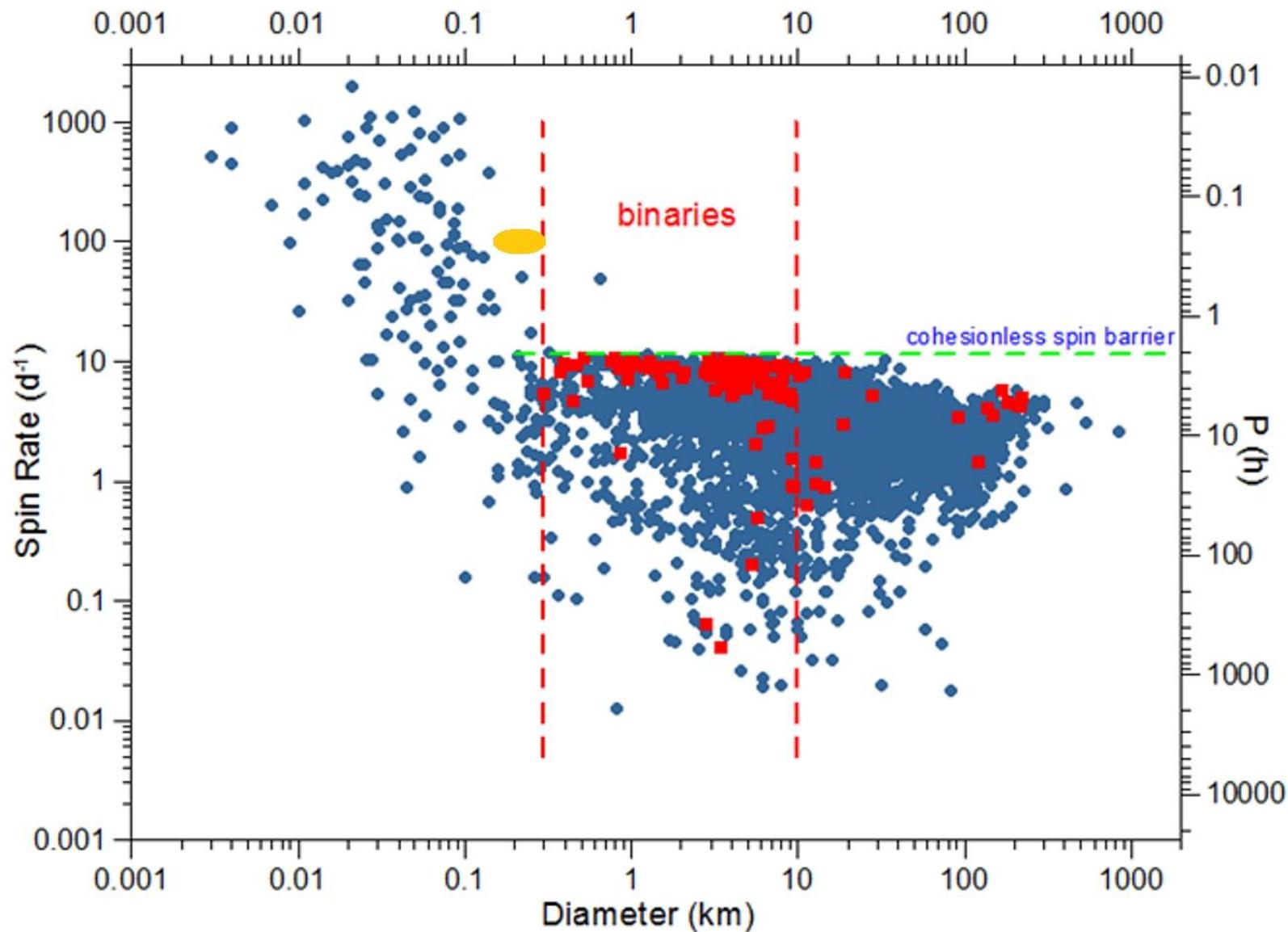
Year: 2014
● 521 - 01/28



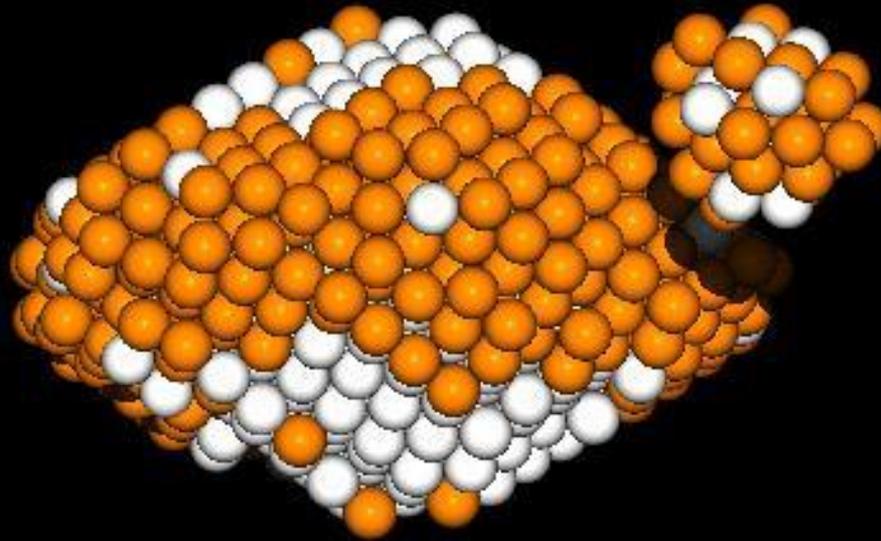
Period Spectrum: (53435) 1999 VM40



Perché si determina il periodo? Il curioso andamento dello spin-rate vs il diametro



La cohesionless spin-barrier



Per spiegare l'andamento dello spin-rate vs diametro per gli asteroidi si ipotizza che gli oggetti più piccoli di circa 150 m di diametro siano blocchi monolitici, mentre i corpi più grandi sarebbero oggetti fratturati dalle collisioni e composti da blocchi più piccoli, non coesi fra di loro, ma tenuti insieme solo dalla reciproca forza di gravità (struttura a "rubble pile" senza coesione).

Il periodo limite per la spin-barrier (senza coesione)

Il periodo limite al di sotto del quale si ha la frammentazione, P_{lim} , si trova imponendo che l'accelerazione superficiale dovuta alla rotazione dell'asteroide (supposto di raggio R e massa totale M), sia pari a quella di gravità del corpo.

In questo modo si impone la condizione che i blocchi superficiali di cui è fatto l'asteroide rubble-pile seguano un'orbita circolare con raggio pari a quello del corpo stesso:

$$\frac{v^2}{R} = \frac{GM}{R^2}$$



$$P_{lim} = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$$

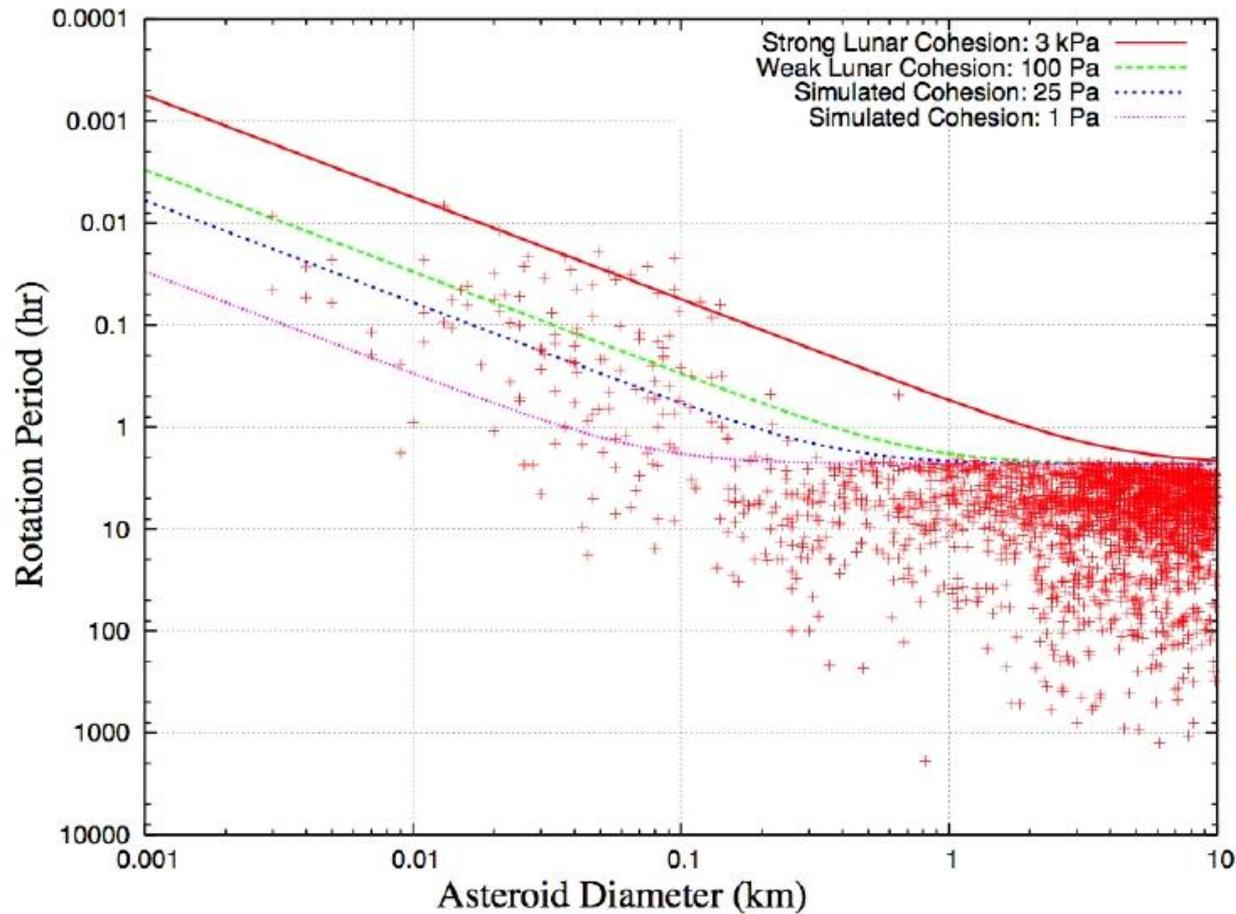
Se il periodo di rotazione diminuisce al di sotto di P_{lim} , l'equilibrio si rompe e l'asteroide si separa in blocchi distinti. Notare come il risultato sia indipendente dal diametro dell'asteroide.

Cosa succede se un asteroide rubble-pile ruota troppo veloce?



Quando la rotazione di un asteroide rubble pile avviene con un periodo al di sotto delle 2,2 ore (circa), si ha la scissione del corpo e la formazione di un sistema binario.

La spin-barrier per i rubble-pile coesi



$$\omega^2 \leq \omega_{\alpha}^2 + \frac{\sigma_Y}{\rho \alpha^2}$$

Forza di coesione

Raggio dell'asteroide

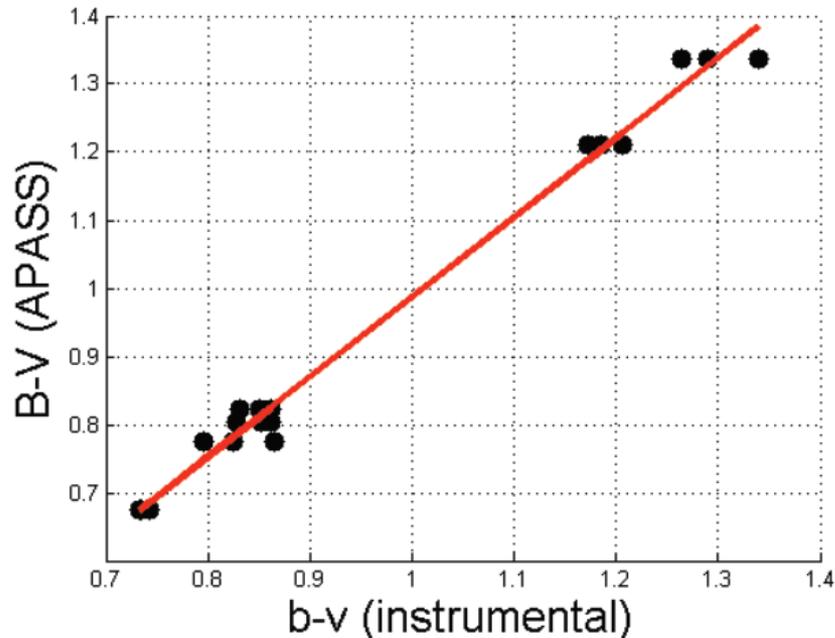
Tipi di asteroidi (classi di Tholen)

1. **Tipo C:** asteroidi carbonacei, sono il tipo più primitivo e indifferenziato. Hanno una superficie molto scura e sono il 75% degli asteroidi noti.
2. **Tipo S:** sono asteroidi composti principalmente da silicati, rappresentano il 17% della popolazione totale.
3. **Tipo X:** tutto quello che non rientra nelle altre classi
4. **Tipo D:** asteroidi scuri che si trovano nella main-belt esterna.
5. **Tipo V:** asteroidi con la stessa composizione di 4 Vesta (vestoidi).

Tipo	pV		B-V	V-R	V-I
C	0,071		0,698	0,376	0,744
S	0,208		0,846	0,475	0,889
X (E, M, P)	0,098		0,697	0,410	0,818
D	0,086		0,734	0,464	0,960
V	0,297		0,810	0,413	0,651

Referenze: Carbognani, 2016; Dandy et al., 2003; Usui et al., 2013;

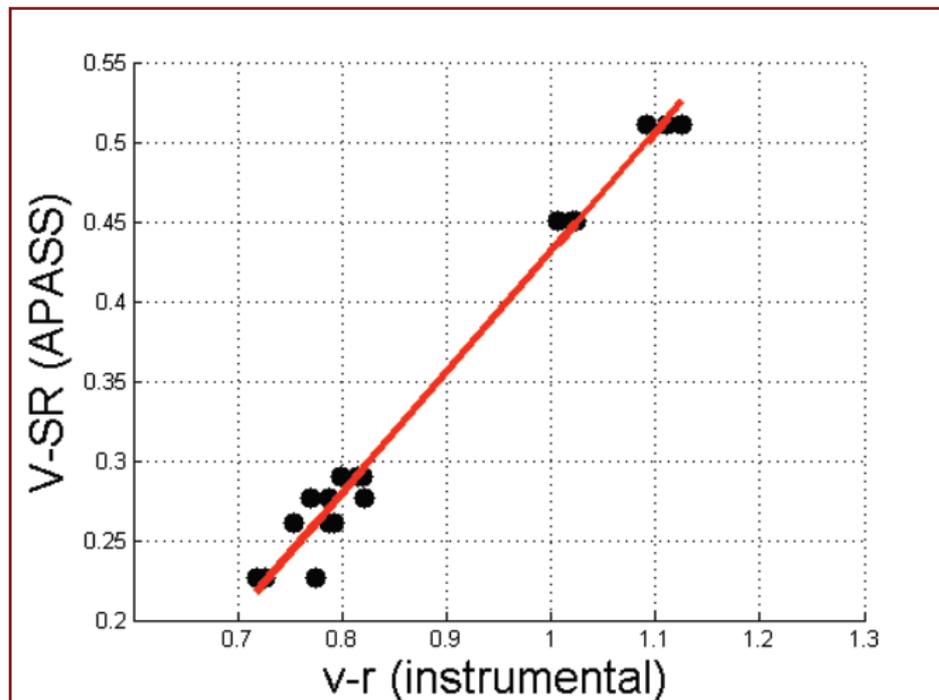
Come si determina l'indice di colore?



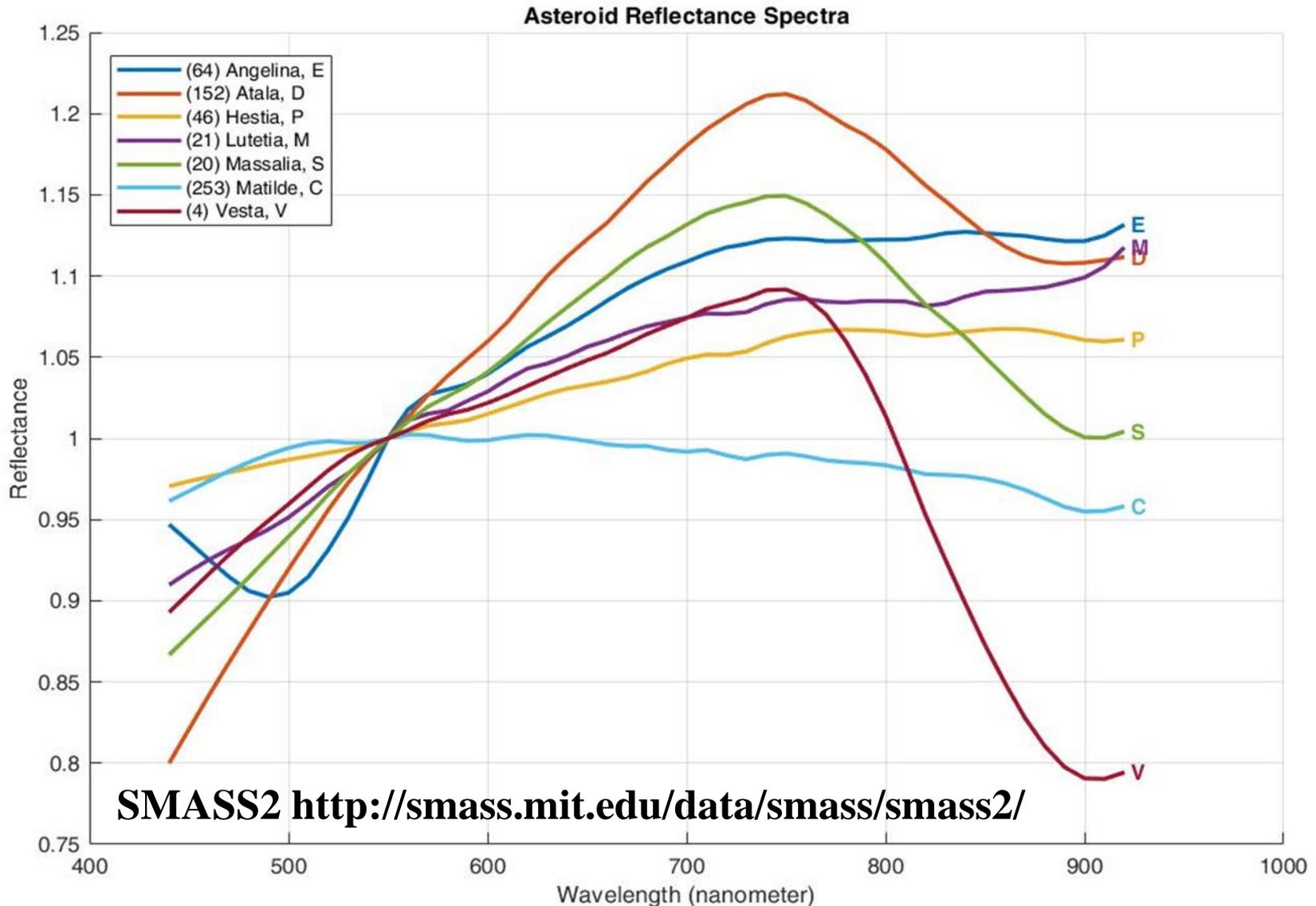
Per avere le magnitudini delle stelle nei diversi colori, cataloghi stellari adatti sono l'APASS (AAVSO Photometric All-Sky Survey) oppure l'UCAC4 (U.S. Naval Observatory CCD Astrograph Catalog).

Per la visualizzazione dei cataloghi si può usare il software **Aladin Sky Atlas**:
<https://aladin.cds.unistra.fr/>

Il modo più semplice è usare gli indici di colore noti delle stelle di campo alla stessa altezza e con lo stesso airmass dell'asteroide.

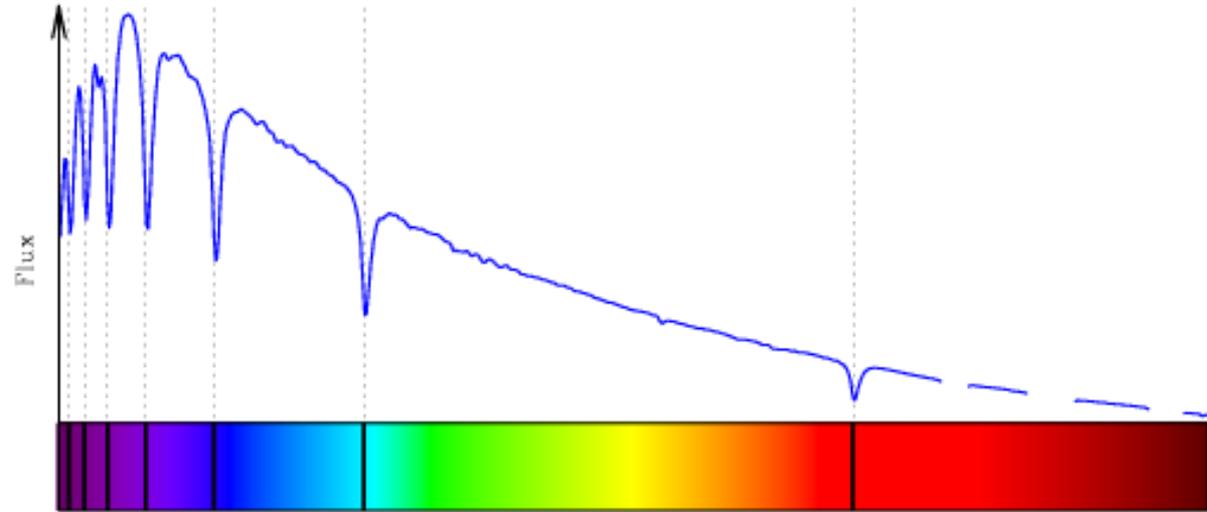


Lo spettro di riflettanza degli asteroidi

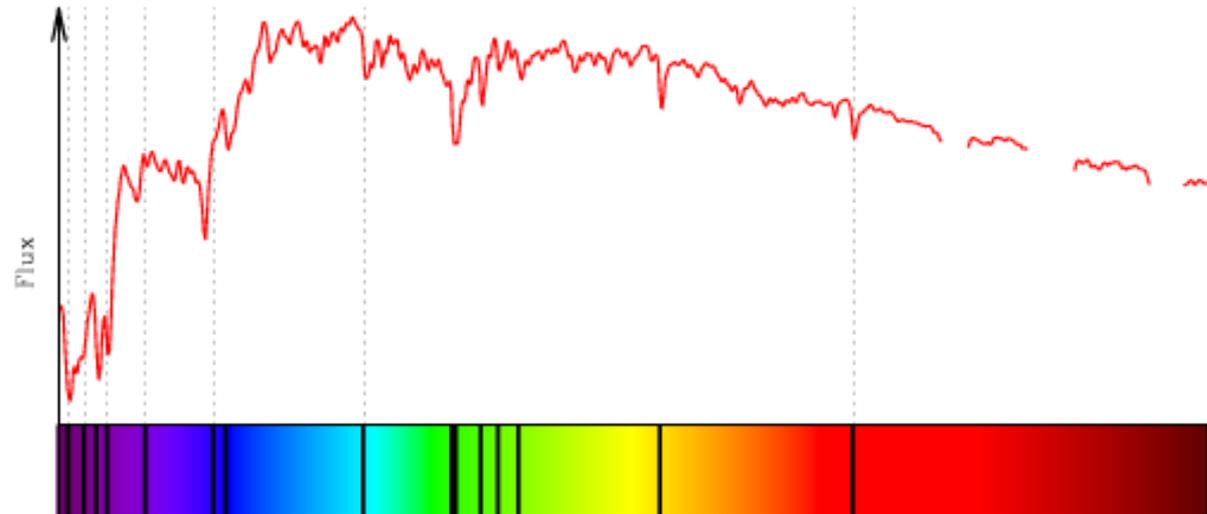


Quando la radiazione elettromagnetica emessa dal Sole incide sulla superficie di un corpo opaco come un asteroide, una parte è assorbita dagli atomi e molecole componenti, mentre il rimanente è riflesso nello spazio. La quantità di radiazione riflessa in funzione della lunghezza d'onda determina la luminosità dell'asteroide e il suo colore.

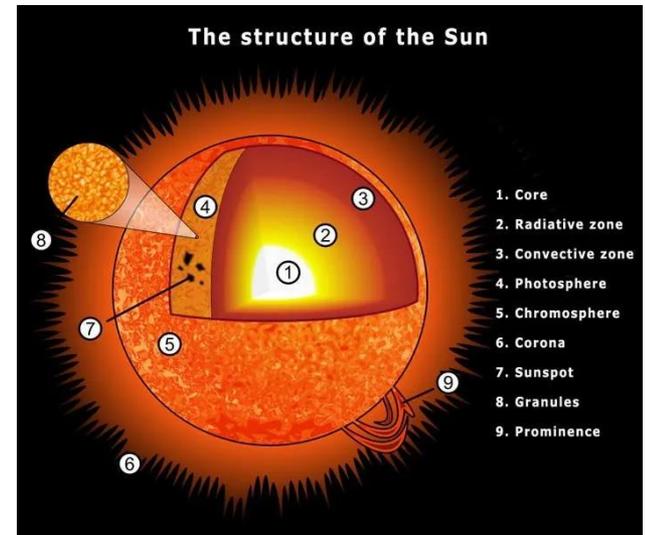
Spettri stellari



A-star spectra show strong hydrogen absorption features (marked with dotted lines).

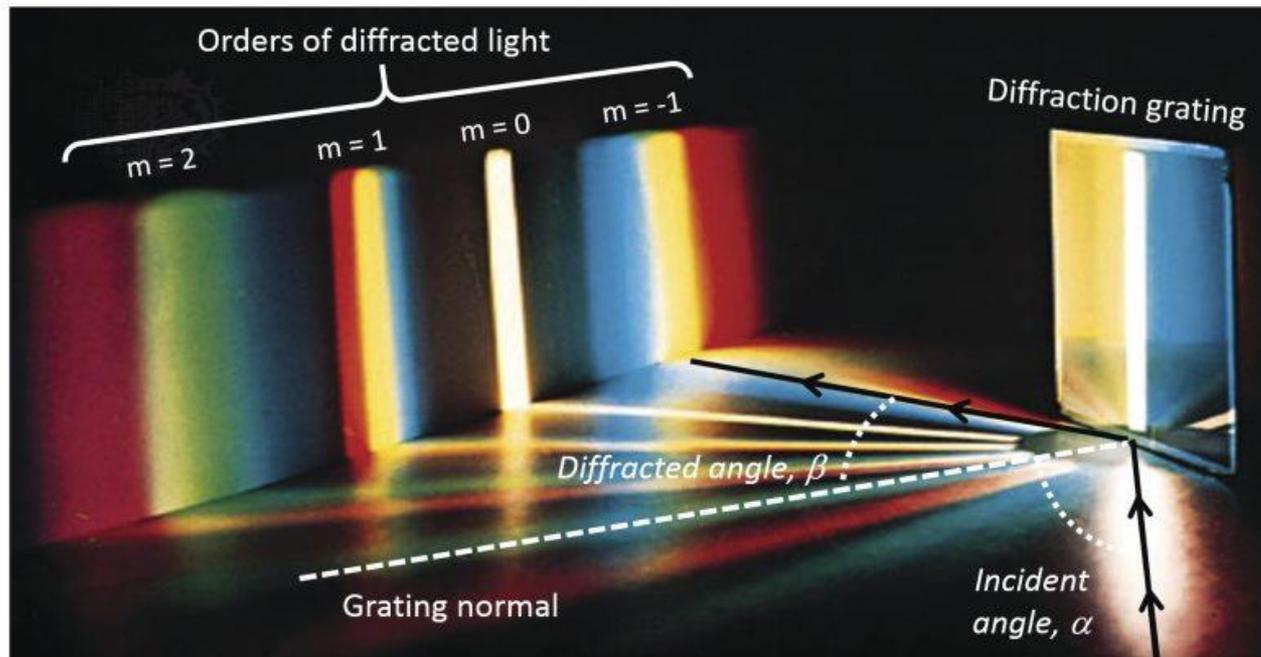


G-star spectra have weak hydrogen features, and also lines from many other elements.



Procedura per la ripresa di uno spettro di riflettanza di un NEA:

1. Riprendere lo **spettro dell'asteroide**
2. Riprendere uno **spettro di calibrazione** (ad esempio una stella di tipo A0 che hanno le righe della **serie di Balmer dell'idrogeno** molto intense, oppure quello interno allo spettroscopio)
3. Lo spettro dell'asteroide va **diviso** per lo **spettro di una stella di tipo solare (G2)** per ottenere lo spettro di riflettanza. La stella di tipo solare deve essere alla stessa altezza sull'orizzonte e prospetticamente vicino all'asteroide in modo da subire lo stesso assorbimento di luce da parte dell'atmosfera.
4. Per convenzione la **riflettanza vale 1 alla lunghezza d'onda di 550 nm**. Per l'analisi delle immagini fits con gli spettri si può usare il **software Rspec** (trial di 30 giorni):
5. <https://rspec-astro.com/>



<https://www.newport.com/n/diffraction-grating-physics>

Possibili target per ottobre 2025 – gennaio 2026

Nome	Tipo/Periodo	Minima distanza (au)	Data	mag
1998 FW4	?/17,38 h	0,026	29/09/2025	+14,6
2007 DK	?/?	0,13	05/10/2025	+18,3
2001 SD170	?/?	0,13	16/10/2025	+15,3
2010 OF101	?/?	0,10	24/10/2025	+19,0
(3361) Orpheus	S/3,533 h	0,038	19/11/2025	+16,4
2016 DP	?/?	0,032	24/11/2025	+15,9
2008 MB5	?/?	0,14	03/01/2026	+17,0
2000 XK47	?/2,57 h	0,13	07/01/2026	+16,9
2005 UK1	?/63,8 h	0,08	12/01/2026	+17,1
2007 AG	?/?	0,12	22/01/2026	+18,8

Attenzione: le condizioni di osservabilità alla minima distanza potrebbero **non essere ottimali**. Va trovato, con il calcolo delle effemeridi, il **periodo migliore: asteroide alto sull'orizzonte** (almeno 30°), **velocità angolare minima** (il FoV del CCD è di soli 8,4 primi) e che sia ancora **abbastanza luminoso**. Per il calcolo delle effemeridi si può usare il sito del Minor Planet Center, inserendo il **codice Z19 per il Telescopio Nazionale Galileo**.

Modulo di presentazione della proposta

1. Titolo della proposta:

[inserire il titolo della proposta]

2. Caso scientifico:

[selezionare con una X l'area tematica della proposta]

- Galassie e cosmologia
- Stelle e popolazioni stellari
- Pianeti extra-solari
- Sistema solare

3. Riassunto (massimo 1000 caratteri, spazi inclusi)

[scrivere un breve riassunto della proposta, evidenziandone la rilevanza scientifica]

4. Strumenti utilizzati:

[per ogni strumento richiesto, inserire il numero di ore necessarie per portare a termine la proposta; se uno strumento non è necessario, non indicare nulla]

- DOLORES: ...
- NICS: ...
- HARPS-N: ...

5. Descrizione della proposta (massimo 10.000 caratteri, spazi inclusi):

[descrivere la proposta in relazione ai criteri riportati nel bando. Esplicitare gli obiettivi che ci si prefigge di raggiungere con le osservazioni. È possibile inserire grafici o immagini per completare la descrizione, così come la bibliografia utile]

6. Vincoli sulle osservazioni (massimo 800 caratteri, spazi inclusi):

[assumendo che le osservazioni verranno fatte tra ottobre e dicembre 2025, indicare un intervallo di date in cui fare l'osservazione e la fase lunare ideale per il buon esito delle osservazioni]

7. Lista dei target e tempi di esposizione

[indicare il nome dei target, le coordinate e i tempi di esposizione richiesti su singolo target, compilando una tabella con la seguente struttura]

Nome	α	δ	Epoca	Magnitudine	Tempo	Note
------	----------	----------	-------	-------------	-------	------

8. Strategia osservativa e calcolo dei tempi di esposizione

[indicare la strategia osservativa ed il calcolo dei tempi di esposizione riportati nella tabella precedente, necessari per portare a termine la proposta]

9. Elaborazione e interpretazione dei dati osservativi

[descrivere come si intendono analizzare i dati osservativi raccolti durante la campagna al TNG, eventualmente insieme a quelli d'archivio, e interpretare i risultati]

Bibliografia

<https://asteroidiedintorni.blog/perche-fare-la-fotometria-degli-asteroidi/>

Carbognani A., 2016. *The B-V and V-R Color Indices on the Surface of NEA (214088) 2004 JN13*. Minor Planet Bulletin, Vol. 43, No. 4, pp. 290-295. <https://arxiv.org/abs/1904.04183>.

Dandy C.L. et al., 2003. *Optical colors of 56 near-Earth objects: trends with size and orbit*. Icarus 163, p.363–373.

Harris, A.W., et al., 1989. *Photoelectric observations of asteroids 3, 24, 60, 261, and 863*. Icarus 77, 171–186

Usui, F. et al., 2013. *Albedo Properties of Main Belt Asteroids Based on the All-Sky Survey of the Infrared Astronomical Satellite AKARI*. The Astrophysical Journal 762, p.56.

Siti Web

Sorvegliati Spaziali (INAF): <https://sorvegliatispaziali.inaf.it/comete-e-asteroidi-near-earth/>

Progetto NEOROCKS: <https://www.neorocks.eu/>

JPL Small-Body Database Lookup: https://ssd.jpl.nasa.gov/tools/sbdb_lookup.html

Minor Planet Center: <https://cgi.minorplanetcenter.net/>

NEOCC (ESA): <https://neo.ssa.esa.int/>

CNEOS (NASA): <https://cneos.jpl.nasa.gov/>

Software

MPO Canopus (V10): <https://minplanobs.org/BdwPub/php/displayhome.php> (fotometria)

Aladin Sky Atlas: <https://aladin.cds.unistra.fr/> (atlante stellare)

Rspec (trial di 30 giorni): <https://rspec-astro.com/> (spettroscopia)

Astrometrica: <http://www.astrometrica.at/> (astrometria)

AI CONFINI DELLA VIA LATTEA

Una guida per spiegarvi tutto quello che avreste voluto sapere sull'astronomia, ma non avete mai osato chiedere

ALBINO CARBOGNANI



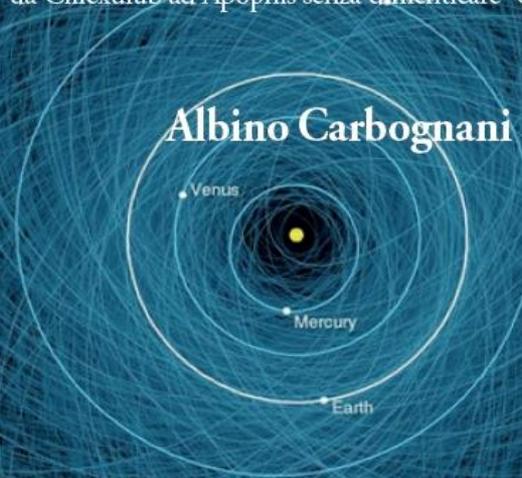
1

in riga
edizioni  astronomia

L'asteroide di Sodoma e Gomorra

Gli asteroidi e il rischio di collisione con la Terra:
da Chicxulub ad Apophis senza dimenticare 'Oumuamua

Albino Carbognani



numero
2

in riga 
edizioni astronomia

AGGIORNAMENTO
2023