

Se guardo il tuo cielo, opera delle tue dita,  
la luna e le stelle che tu hai fissate,  
che cosa è l'uomo perché te ne ricordi  
e il figlio dell'uomo perché te ne curi?



**So bene di essere un mortale, la creatura di un giorno. Ma se la mia mente segue i ricurvi cammini delle stelle allora il mio piede non poggia più sulla Terra ma in piedi accanto a Zeus prendo il calice d'ambrosia, la bevanda degli dei.**

Tolomeo (astronomo del II secolo d.C.)

## Una serata fra le stelle

Se le stelle, anziché brillare continuamente sul nostro capo, si potessero vedere da un solo punto della Terra, gli uomini non cesserebbero di recarvisi per contemplare ed ammirare le meraviglie dei Cieli

Seneca

***"Lo duca e io per quel cammino ascoso  
entrammo a ritornar nel chiaro mondo;  
E senza cura aver d'alcun riposo,  
salimmo su, el primo e io secondo,  
tanto ch'io vidi delle cose belle  
che porta 'l ciel, per un pertugio tondo;  
e quindi uscimmo a riveder le stelle"***

**D.Alighieri, *La Divina Commedia* (Inferno, Canto XXXIV)**

**Giancarlo Buccella - 2015**

# *All'inizio Qualcuno si è dato da fare*



“La creazione del mondo” (particolare)

Duomo di Monreale

# Le stelle sono in cielo basta alzare lo sguardo

*Sembrerebbe che se si possa toccare per coglierne una, eppure sono inaccessibili e misteriose. È proprio questo fascino che porta giovani e anziani all'aperto ad ammirare quei puntini succicanti e che può far nascere una profonda passione che accompagna lo scienziato quanto il profano per tutta la vita.*

*Non fu davvero diverso per i nostri antenati, che attratti dalla bellezza del cielo stellato iniziarono una strada lunga e irta di difficoltà, ma anche meravigliosamente coinvolgente, che porta alla comprensione di cosa siano in realtà le stelle, come nascano e come muoiano, come siano intimamente legate alle nostre origini. **Infatti noi siamo figli delle stelle!!!***

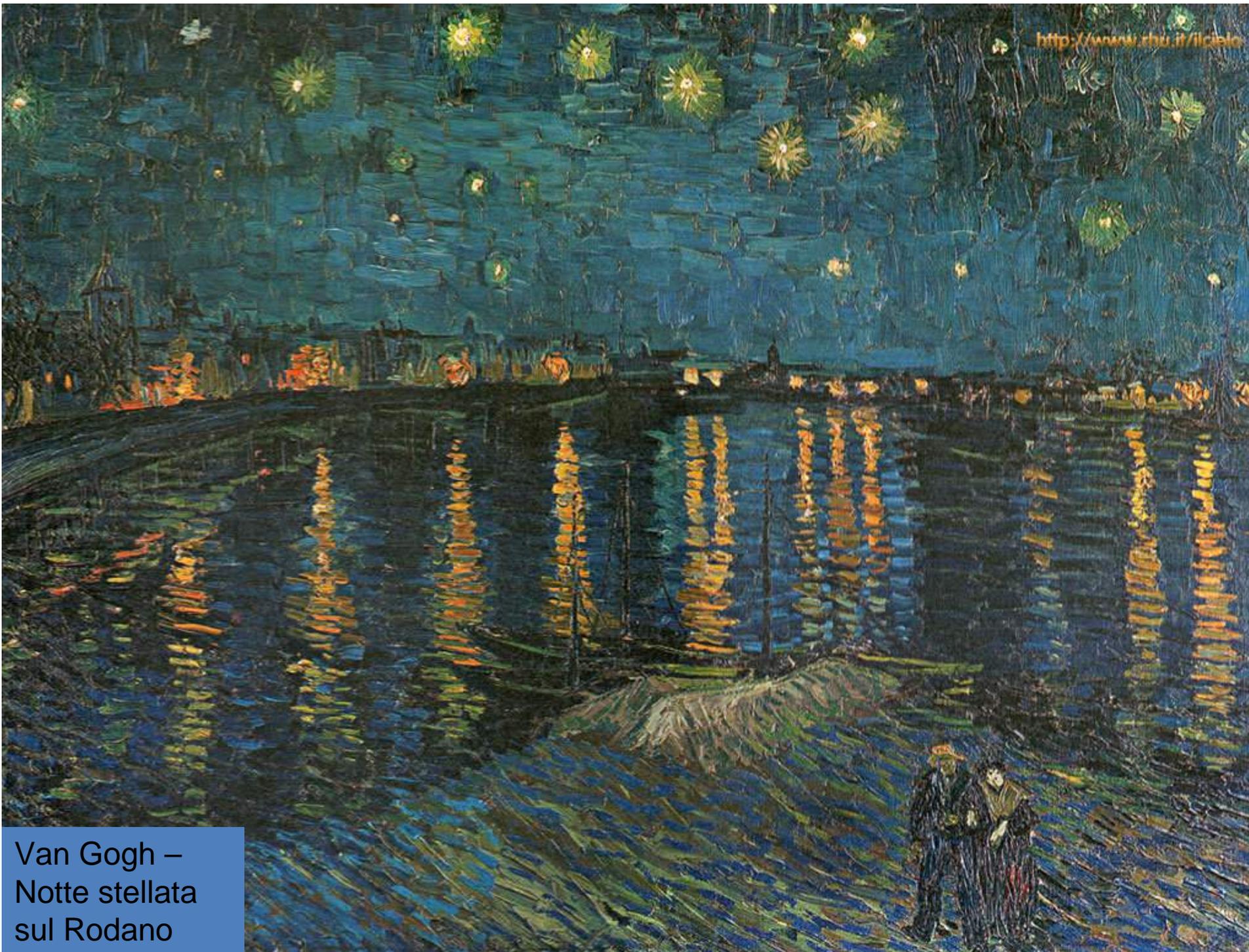
Vediamo come alcuni pittori si  
sono lasciati tentare dal fascino  
del cielo notturno



Van Gogh -  
[Terrazza del caffè  
la sera, Place du  
Forum, Arles](#)



Kandinskij -  
Blu di cielo



Van Gogh –  
Notte stellata  
sul Rodano



<http://www.rhu.it/ilcielo>

Van Gogh –  
Notte stellata

Da dove partiamo?  
Da casa ovviamente



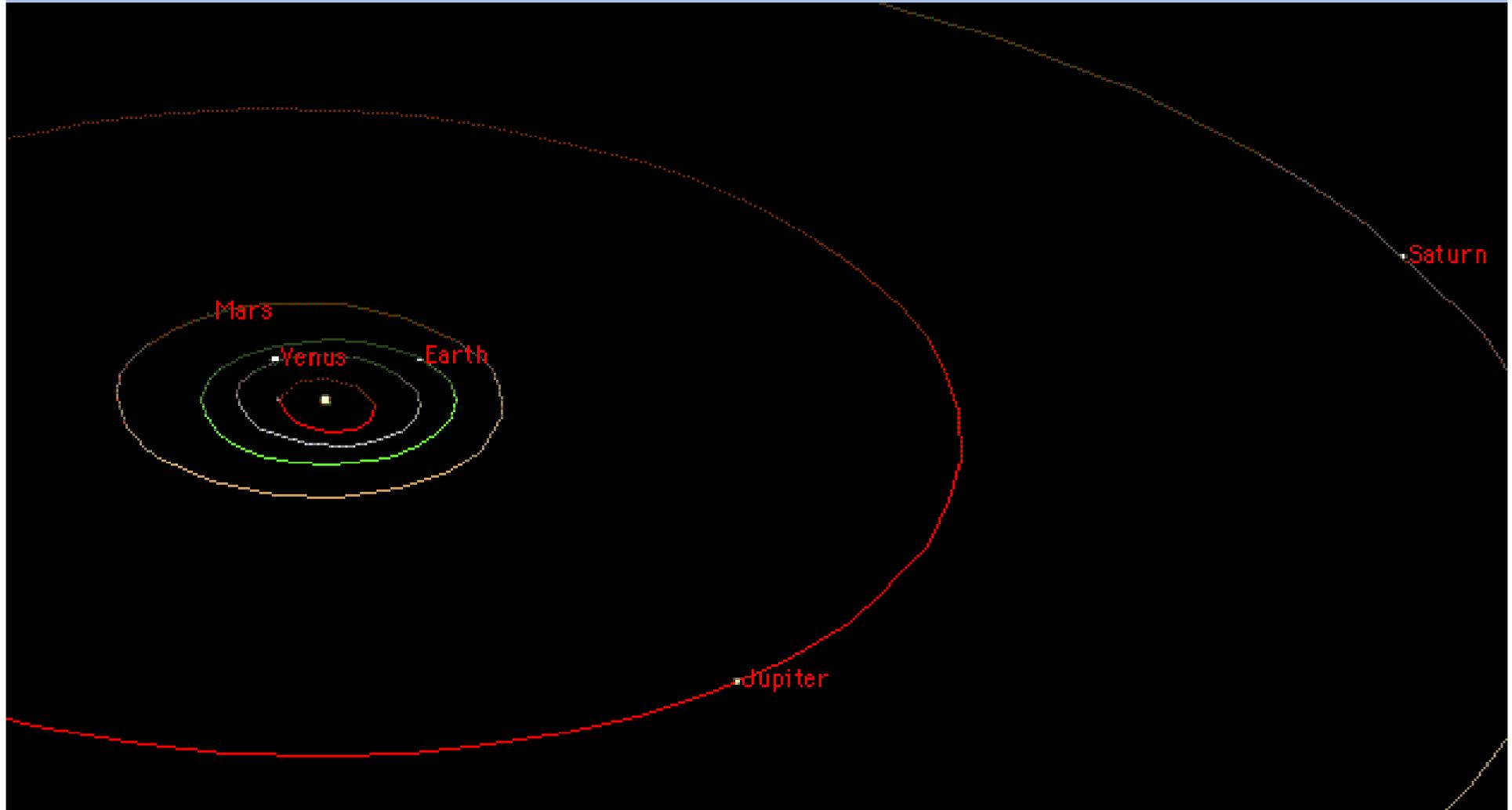
# Inizia il volo

- Lasciamo il nostro mondo...



# I Pianeti

# Orbite sistema solare (1)



# Mercurio



**Mercurio** è quasi privo di atmosfera e la sua superficie è simile a quella della Luna, tutta butterata da crateri. **Massa** (Terra=1 Kg) = 60 g      **Diametro** (Terra=1m) = 40 cm  
**Temperatura** sup. illuminata oltre i 400 °C  
quella oscura circa -200 °C  
**Un giorno = 58 giorni** terrestri      **Un anno=88** giorni terrestri

# Venere



**Venere** è circondata da una **densa** atmosfera (96% di CO<sub>2</sub> e 3,5% di N) che ha nascosto la sua superficie fino a quando le sonde sovietiche e americane non sono riuscite a scandagliarla, giungendo fino al suolo e rivelando la sua natura di deserto bollente. Questa opaca coltre produce un effetto serra che fa arrivare le temperature al suolo a circa 500 gradi e una pressione di circa 100 atm.

**Massa** (Terra=1Kg) = 0,8 Kg  
**Diametro** (Terra=1m) = 0,9 m  
**Temperatura** circa 500°C  
**Moto** retrogrado (da est verso ovest) : **Un giorno** = 243 giorni terrestri

**Un anno**=225 giorni terrestri

Casa dolce casa!



Terra

# Alcuni dati sulla Terra

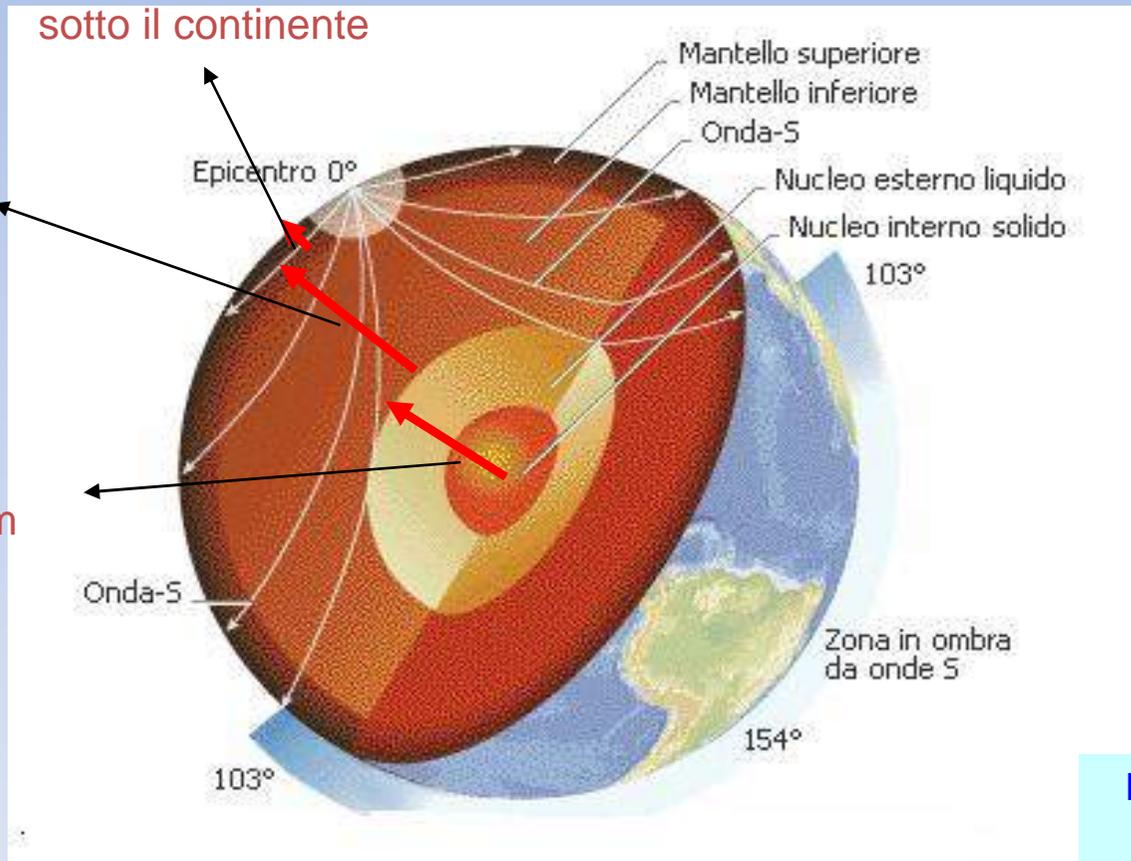
- **Terra** è il terzo pianeta del sistema solare in ordine di distanza dal Sole; unico pianeta, allo stato attuale delle conoscenze, che ospiti la vita. Ha una composizione prevalentemente rocciosa e una forma irregolare, riconducibile in prima approssimazione a un ellissoide. Presenta una struttura a strati, con un nucleo pesante, un mantello intermedio e una crosta più leggera. Possiede un campo magnetico statico la cui origine non è del tutto nota, i cui valori vanno dai 20  $\mu\text{T}$  dell'equatore ai 70  $\mu\text{T}$  dei poli. Attinge energia principalmente dalla sua stella, il Sole, e per le sue complesse dinamiche da una riserva di calore immagazzinata al suo interno (radioattività). Compie un complicato sistema di moti periodici nello spazio, i più importanti dei quali sono la rotazione intorno al proprio asse e la rivoluzione intorno al Sole.
- **Età : 4.5 miliardi di anni    densità media 5.5 g/cm<sup>3</sup>**
- Composizione :
- 1) Nucleo di ferro e nichel (parte centrale solido parte periferica liquida)
- 2) Mantello di silicati di ferro e magnesio e dal minerale detto olivina (mantello superiore, liquido) e da una miscela di ossidi di magnesio silicio e ferro (mantello inferiore, solido)
- 3) Crosta continentale composizione prossima a quella del granito(età di 4 miliardi di anni), invece la crosta oceanica ha una composizione basaltica (età di 200 milioni di anni)
- 4) Atmosfera non esiste un limite netto in quanto essa si rarefa con l'aumentare dell'altezza, alcuni fissano tale limite a 10 000 Km altri a 500 km ma una cosa è certa la metà della sua massa è compresa fino a circa 6 Km e comunque tutti i fenomeni meteorologici (quelli che interrano la vita) avvengono sotto i 20 Km.

# Struttura della terra

crosta: 10 km sotto gli  
oceani; fino a 100 km  
sotto il continente

mantello:  
~3000 km

nucleo:  
~ 3000 km



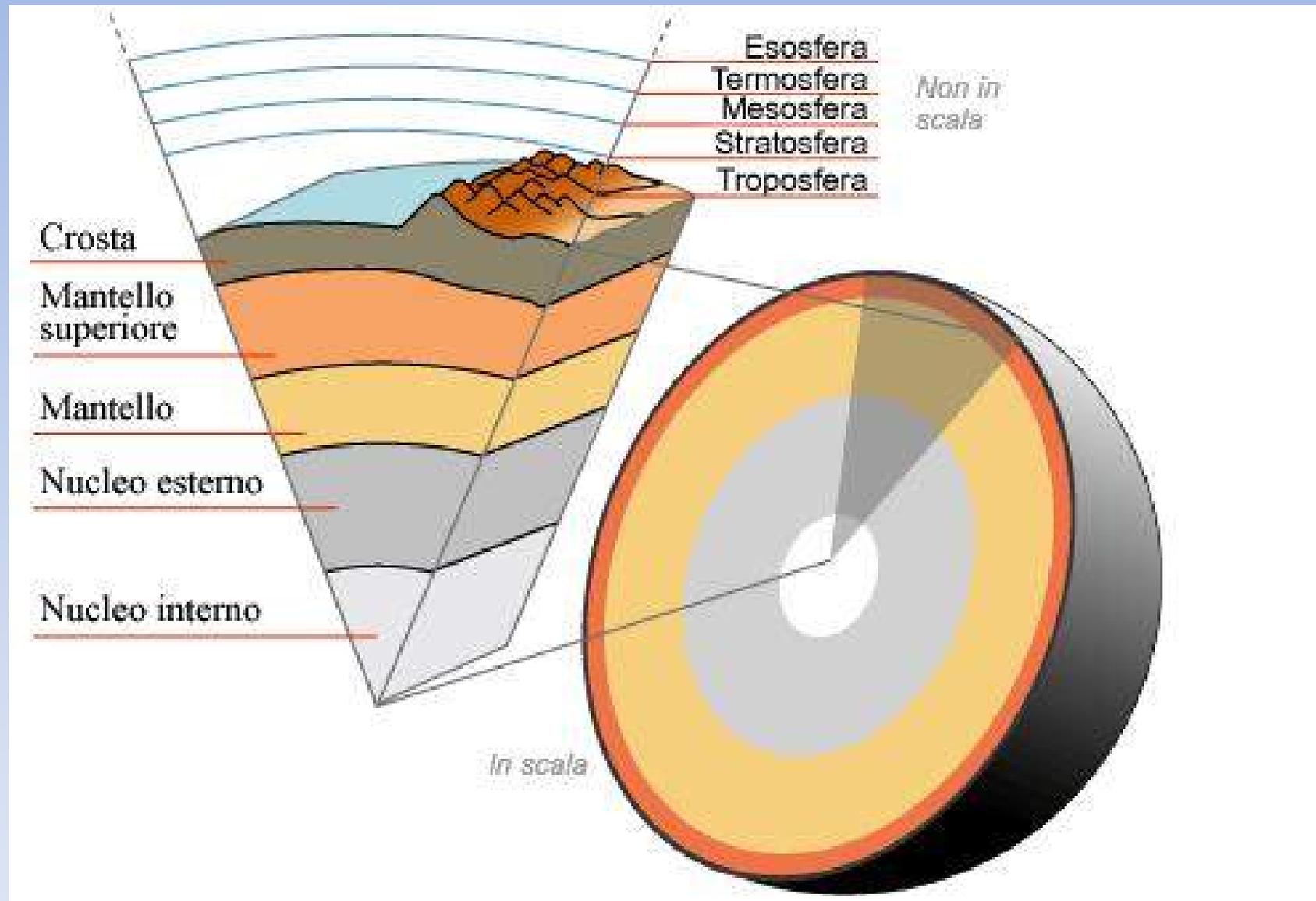
Età = 4.5 miliardi di anni

Massa =  $6 \times 10^{24}$  Kg

R = 6400 Km

Densità media =  $5.5 \text{ g/cm}^3$

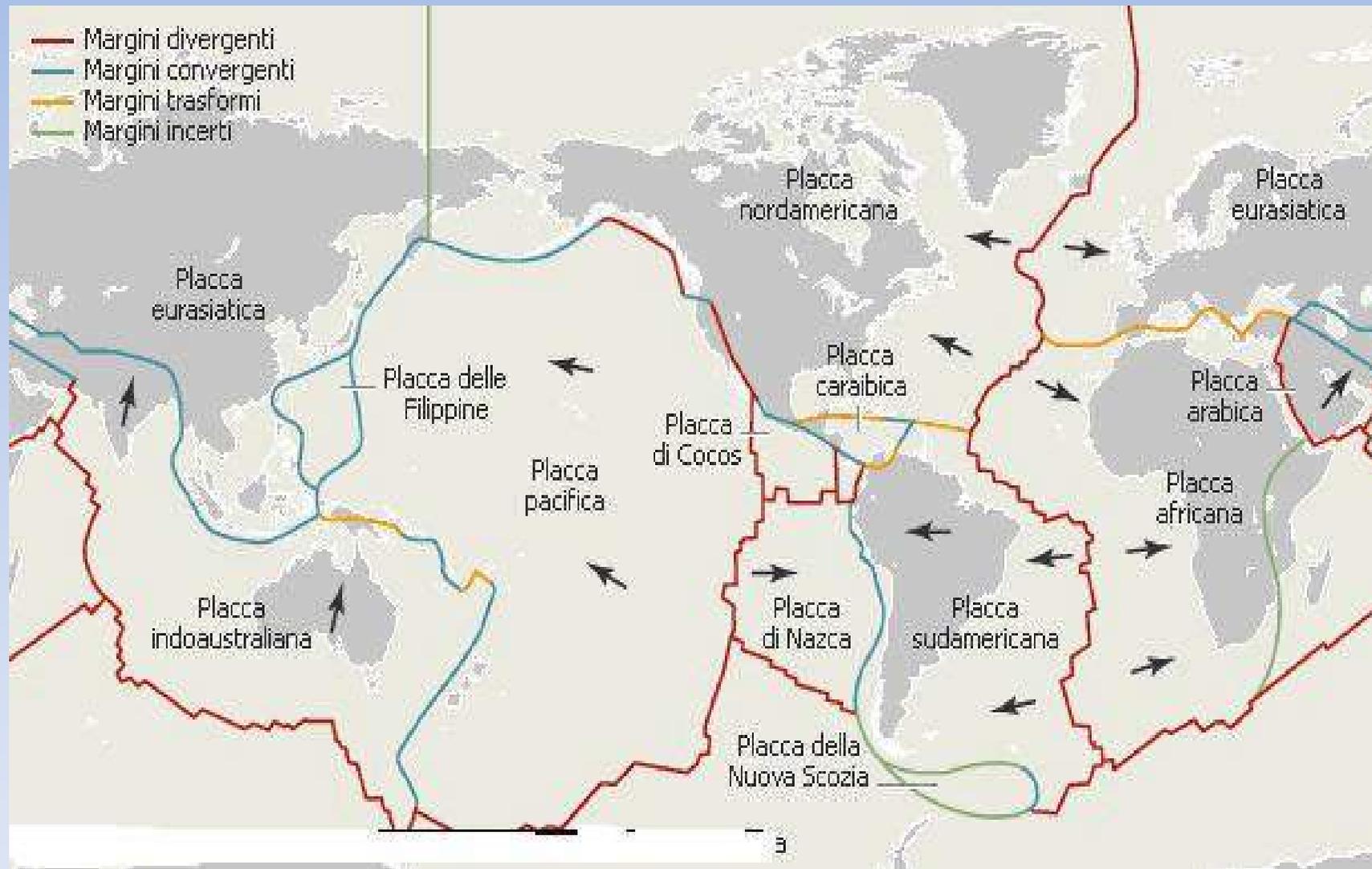
## Struttura generale della Terra



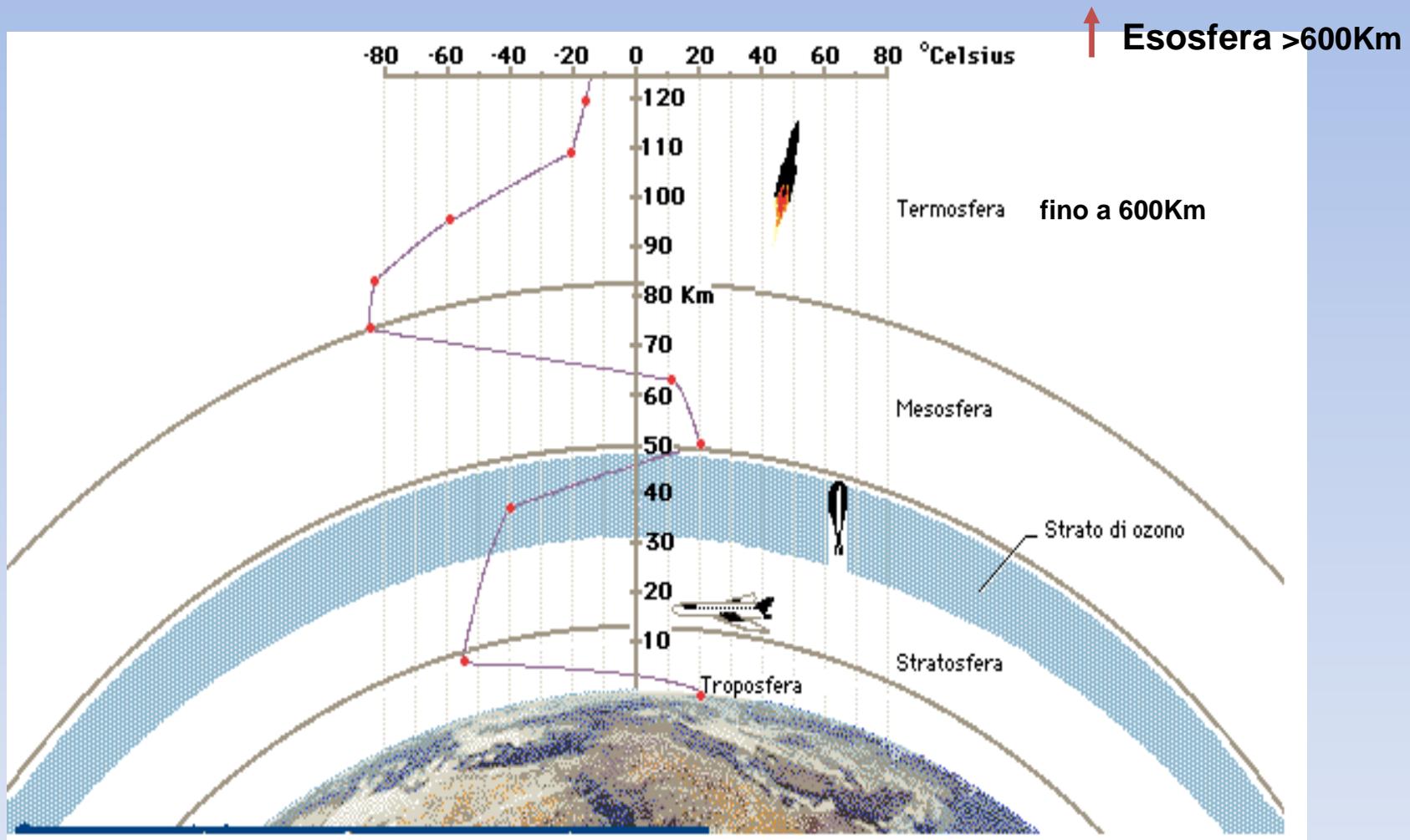
# Alcuni dati sulla litosfera

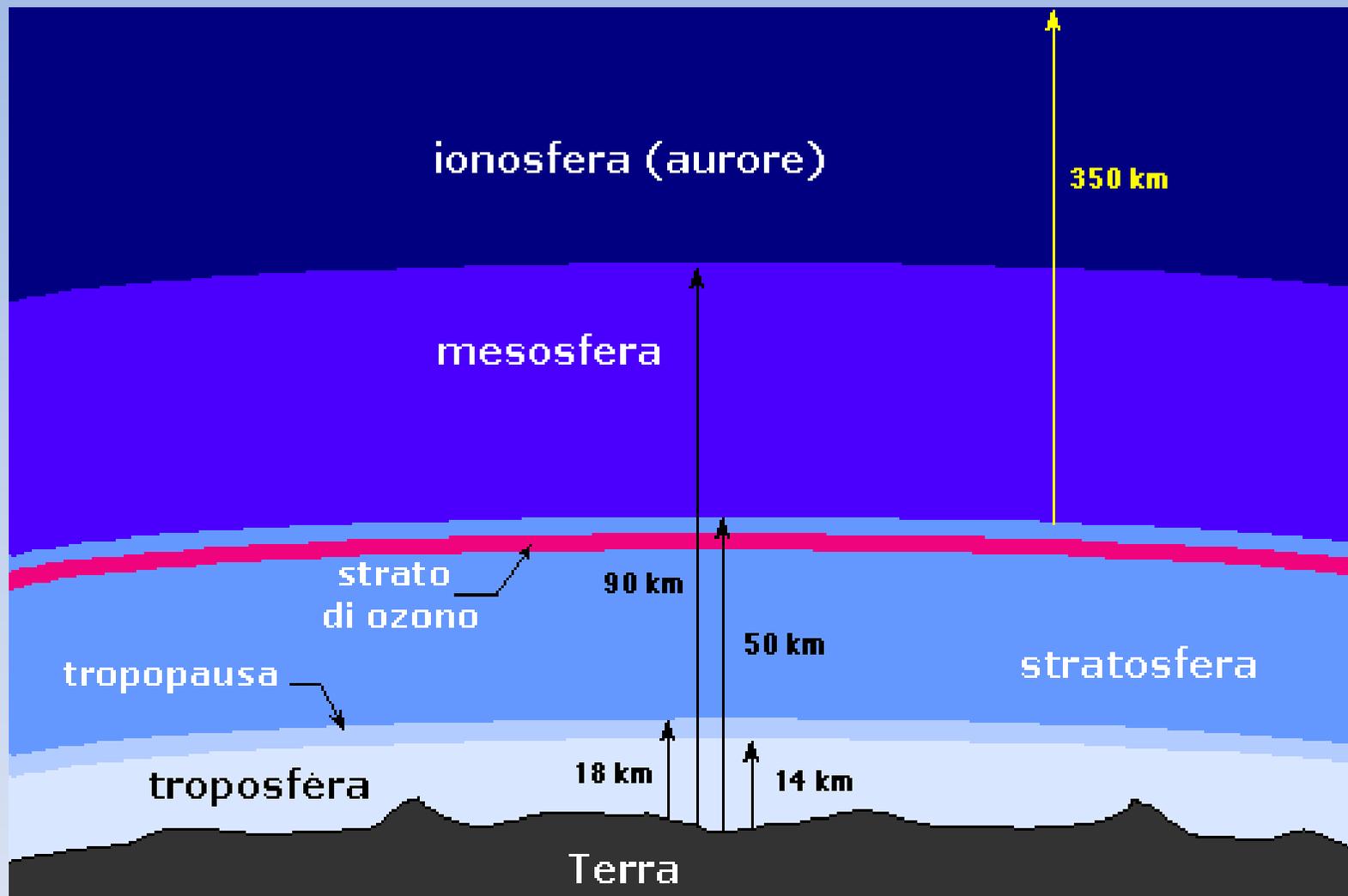
- **Litosfera**
- La litosfera è lo strato del pianeta profondo fino a 100 km, che comprende la crosta – rocciosa – e la parte del mantello caratterizzata da un comportamento rigido. Il mantello a comportamento plastico e il nucleo costituiscono invece la parte interna del pianeta e rappresentano la maggior parte della sua massa. Le rocce della crosta terrestre hanno una densità media di  $2,7 \text{ g/cm}^3$  e sono perlopiù costituite da undici elementi, che complessivamente rappresentano circa il 99,5% della massa crostale. Il più abbondante di essi è l'ossigeno (circa il 46,60% della massa totale), seguito da silicio (circa il 27,72%), alluminio (8,13%), ferro (5,0%), calcio (3,63%), sodio (2,83%), potassio (2,59%), magnesio (2,09%), titanio, idrogeno e fosforo (complessivamente in quantità minori dell'1%). Inoltre sono presenti tracce di altri elementi quali carbonio, manganese, zolfo, bario, cloro, cromo, fluoro, zirconio, nichel, stronzio e vanadio. Questi elementi si trovano nella litosfera generalmente in forma di composti e solo raramente allo stato puro.
- La litosfera non ricopre uniformemente il globo, ma è frammentata in una molteplicità di placche rigide in movimento relativo convergente o divergente le une rispetto alle altre. Le interazioni tra le zolle litosferiche sono all'origine di tutta la dinamica della crosta terrestre, vale a dire del sollevamento delle catene montuose, dell'espansione dei fondi oceanici, dei fenomeni sismici e vulcanici. Il complesso di questi fenomeni è spiegato da una teoria sviluppata nel corso del XX secolo e nota come tettonica a zolle

# Le placche: la tettonica a zolle



# L'atmosfera







# L'atmosfera (1)

L'atmosfera può essere divisa in diversi strati. Quello più basso, **la troposfera**, si estende **fino a circa 15 km** di quota nelle regioni tropicali e fino a circa 10 km alle latitudini temperate ed è caratterizzato da una diminuzione costante della temperatura di circa 5,5 °C per chilometro; è in questa fascia che si forma la maggior parte delle nubi e dove avvengono tutti i fenomeni meteorologici.

**Alla troposfera si sovrappone la stratosfera (fino a 50 km)**. Nella parte bassa di questa fascia, la temperatura rimane pressoché costante all'aumentare della quota (aumenta leggermente nelle regioni tropicali); quindi, all'interno dello strato di ozono (ozonofera), cresce più rapidamente e, al limite superiore della stratosfera, a circa 50 km di altitudine, raggiunge valori prossimi a quelli registrati sulla superficie terrestre. **Lo strato compreso tra 50 e 80 km di quota, detto mesosfera**, è caratterizzato da una marcata diminuzione della temperatura con la quota.

Lo studio della propagazione e della riflessione delle onde radio ha mostrato che, a partire da circa 80 km di quota, la radiazione ultravioletta, i raggi X e i fasci di particelle provenienti dal Sole hanno un effetto ionizzante sui gas che costituiscono l'atmosfera, aumentandone la conducibilità elettrica e la capacità di riflessione di onde radio di una certa lunghezza d'onda. A causa della concentrazione relativamente alta degli ioni nell'aria, **lo strato che si estende fino a circa 640 km di altezza è detto ionosfera**. Tuttavia, in riferimento alle elevate temperature che vi si registrano (fino a circa 1200 °C alla quota di 400 km), **la stessa regione viene talvolta indicata come termosfera**. La zona situata al di sopra della ionosfera, detta esosfera, si estende fino a circa 800 km d'altezza; al di sopra di questa quota inizia la magnetosfera, la regione dello spazio dove si trovano ioni di gas atmosferici rarefatti che risentono fortemente del campo magnetico terrestre e del vento solare.

# L'atmosfera (2)

## **pressione atmosferica**

La densità dell'aria secca al livello del mare è circa 1/800 volte inferiore alla densità dell'acqua, ma salendo in quota essa diminuisce rapidamente, in modo direttamente proporzionale alla pressione e inversamente proporzionale alla temperatura. La pressione atmosferica normale a livello del mare è pari a circa 760 torr, cioè 760 mm di mercurio (1 torr equivale alla pressione esercitata da una colonna di mercurio alta 1 mm), ma all'aumentare della quota diminuisce rapidamente, dimezzandosi ogni 5,6 km circa; a 80 km essa è approssimativamente uguale a 0,007 torr. **Questo significa che la metà dell'intero contenuto d'aria dell'atmosfera si trova al di sotto dei 6 km di altitudine**

Il contenuto percentuale di vapore acqueo nell'aria varia notevolmente a seconda della temperatura e viene espresso in termini di umidità relativa. Il 100% di umidità relativa, corrispondente alle condizioni di saturazione, implica un contenuto di vapore acqueo pari a 190 ppm (parti per milione) alla temperatura di -40 °C e pari a 42.000 ppm a 30 °C.

## **fattori inquinanti**

Gli ossidi dell'azoto e dello zolfo e altre sostanze che vengono immesse nell'atmosfera dagli scarichi industriali e dai motori degli autoveicoli costituiscono oggi un grave problema ambientale: molteplici sono infatti gli effetti dannosi sulla flora e la fauna. Uno dei più vistosi è quello delle piogge acide, che possono compromettere la salute di interi ecosistemi. Inoltre, esiste la fondata possibilità che l'aumento dei livelli atmosferici di anidride carbonica determinato dal consumo dei combustibili fossili possa provocare un'alterazione globale del clima terrestre, attraverso il cosiddetto effetto serra.

All'effetto serra contribuirebbe del resto anche il gas metano: dal 1978 a oggi il livello di questo gas nell'atmosfera ha avuto un incremento di circa l'11%.

# L'atmosfera (3)

- L'analisi dei campioni d'aria mostra che fino a circa 100 km di quota la composizione dell'atmosfera è sostanzialmente uguale a quella che si rileva al livello del mare; ciò significa che il continuo rimescolamento prodotto dalla dinamica atmosferica contrasta la tendenza dei gas pesanti ad affondare e concentrarsi verso il basso. L'ozono – una forma allotropica dell'ossigeno costituita da molecole triatomiche di questo elemento – è presente di norma in concentrazioni ridotte nella bassa atmosfera, mentre si trova in concentrazioni assai maggiori nello strato di atmosfera compreso fra i 20 e i 50 km di quota, dove può raggiungere le 10 ppm (parti per milione). La presenza di questo strato, denominato anche ozonosfera, è di importanza critica per lo sviluppo e il mantenimento delle forme di vita alla superficie terrestre: l'ozono è infatti in grado di intercettare gran parte della radiazione ultravioletta proveniente dal Sole. In mancanza di questo filtro i raggi solari potrebbero danneggiare seriamente gli organismi viventi. Negli anni Settanta fu dimostrato che alcune sostanze chimiche ampiamente usate dall'industria (perché ritenute inerti), come i clorofluorocarburi (CFC), potevano causare la distruzione progressiva dell'ozonosfera. Questi composti erano prevalentemente utilizzati come gas refrigeranti nei frigoriferi e come propellenti nelle bombolette spray. Per ridurre l'entità del problema, i paesi industrializzati hanno sostituito i CFC in quasi tutte le loro applicazioni. Gli studi sull'atmosfera non hanno ancora raggiunto risultati definitivi riguardo alla minaccia effettiva che le attività umane rappresentano per lo strato di ozono, e la discussione rimane aperta.
- La troposfera e la maggior parte della stratosfera possono essere esplorate direttamente per mezzo di palloni sonda equipaggiati con sofisticati strumenti per la misurazione della pressione e della temperatura dell'aria e con radiotrasmettitori per inviare i dati a una stazione ricevente a terra. Razzi equipaggiati con strumenti meteorologici hanno esplorato l'atmosfera fino a circa 400 km di altezza. Lo studio della forma e dello spettro delle aurore polari fornisce informazioni sull'atmosfera fino a 800 km.

# La compagna fedele della Terra: la Luna



Distanza dalla Terra: circa 400.000 km

Raggio: 1.700 km

Gravità: 1,6 m/s<sup>2</sup>

Periodo di rivoluzione: 27 giorni

Età: 4,5 miliardi di anni

Coordinate: Declinazione 28°

Caratteristica: periodo di rotazione sincro con quello della Terra per cui la Luna gli volge sempre la stessa faccia

# L'uomo sulla luna (21 luglio 1969 ore 5:56 in Italia) (video 1)

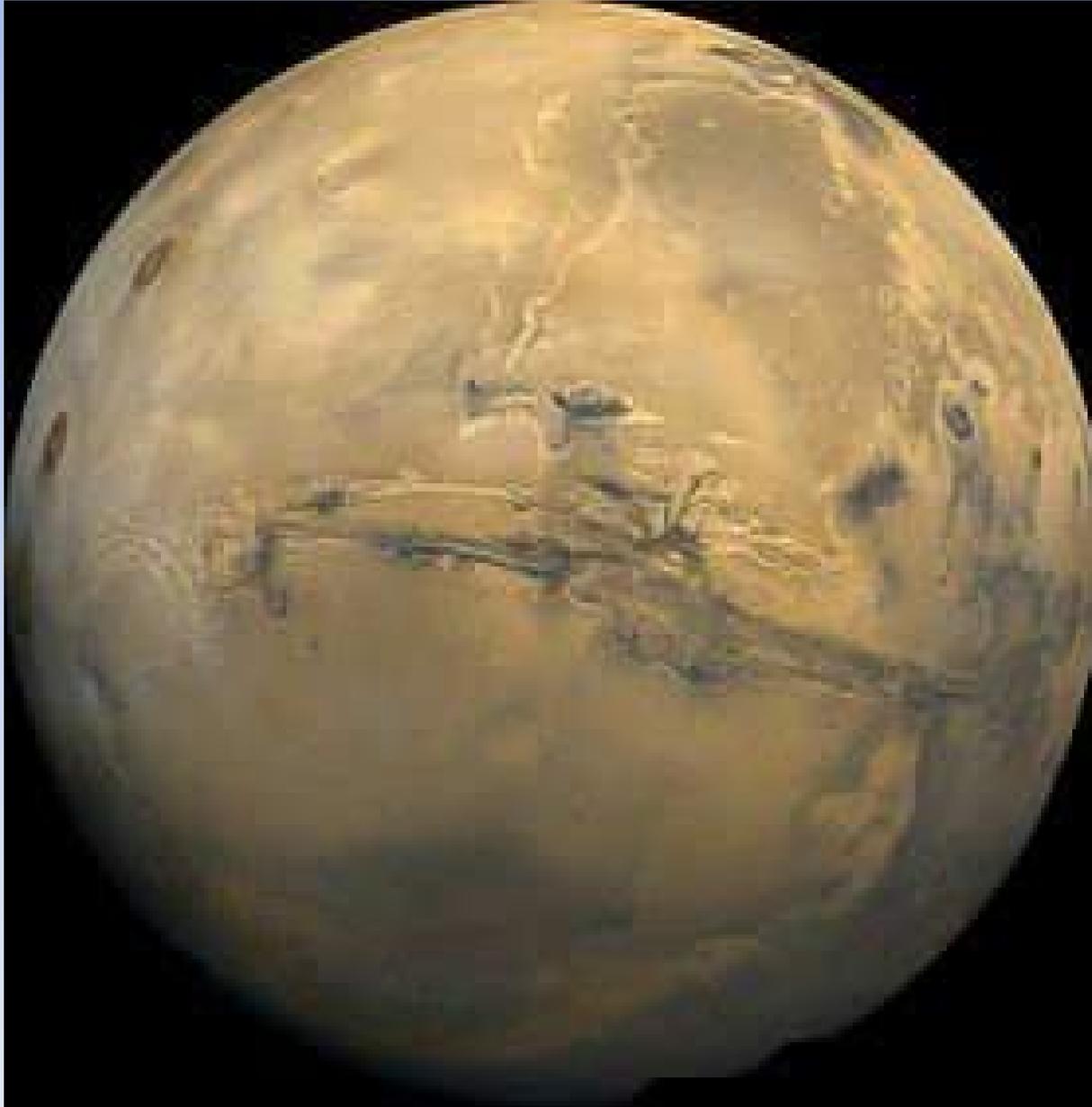


# L'origine della luna

video 13



# Marte



**Marte** ha un'atmosfera molto **rarefatta** composta per il 95% di CO<sub>2</sub> e il 3% di N.

**Massa** (Terra=1Kg) = 100 g

**Diametro** (Terra=1m) = 0,5 m

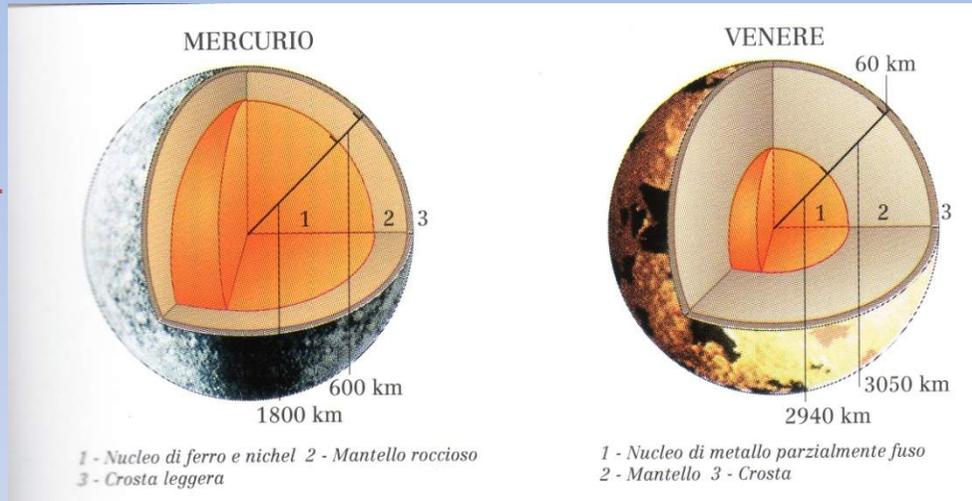
**Temperatura**

**Moto: Un giorno** dura circa un giorno terrestre

**Un anno**=circa 2 anni

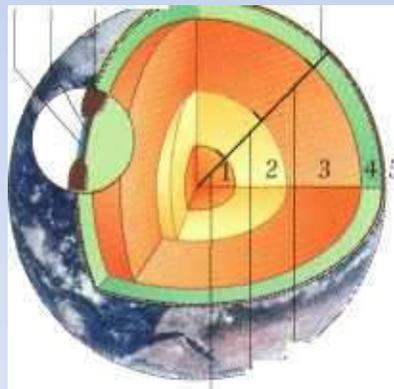
# Pianeti terrestri

$$R_{\text{mercurio}}=0.4$$

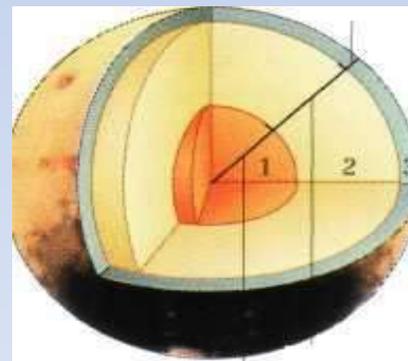


$$R_{\text{venere}}=0.9$$

$$R_{\text{terra}}=1$$



TERRA



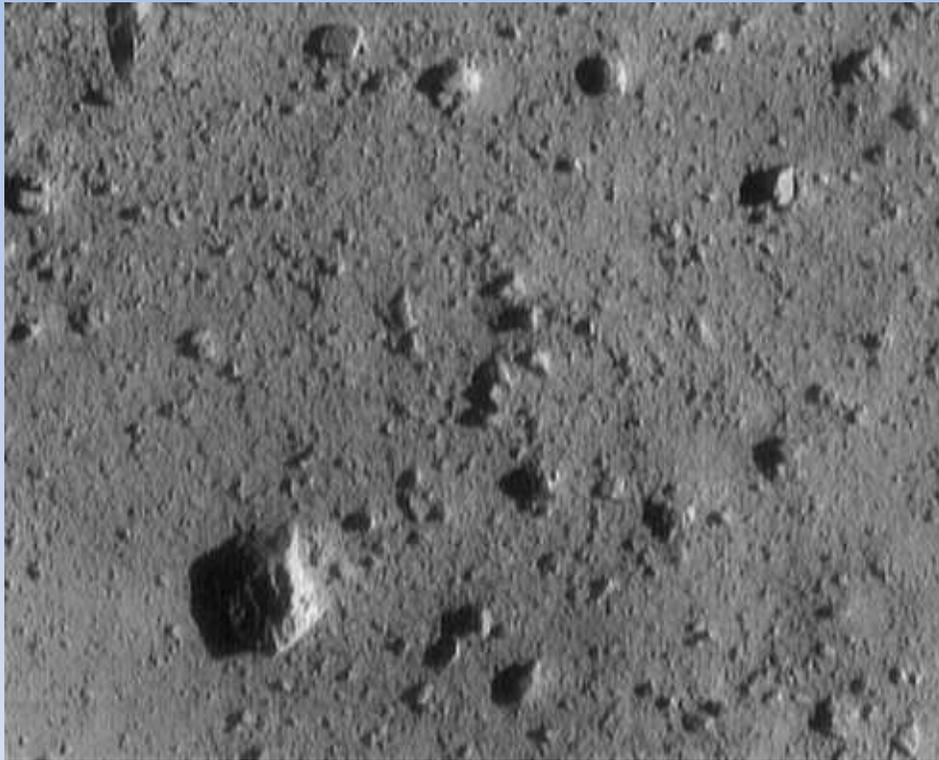
Marte

$$R_{\text{marte}}=0.5$$

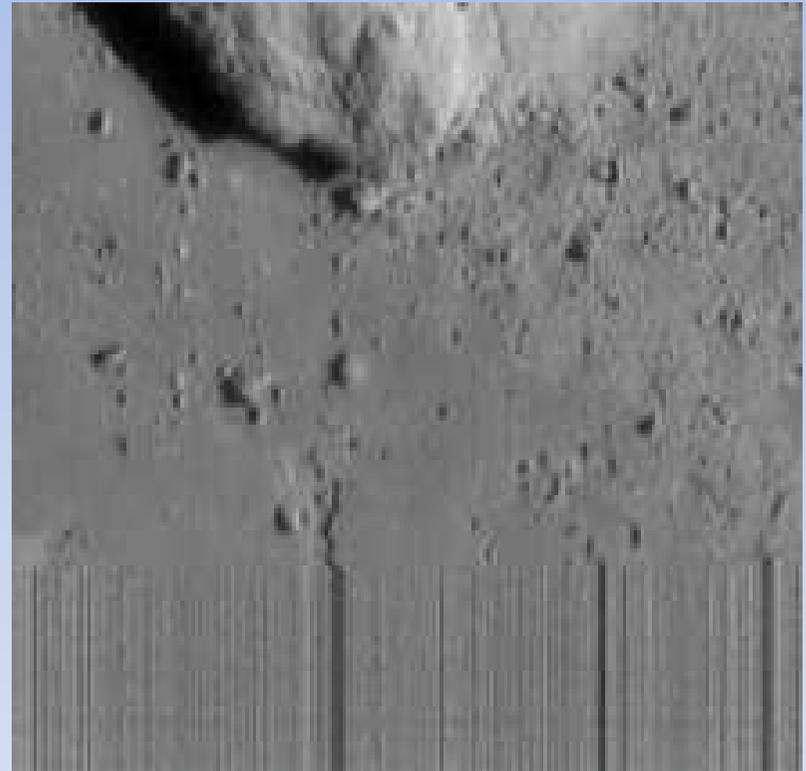
Oltre Marte : la fascia degli asteroidi  
Uno dei meteoriti più famosi: Eros



## Due immagini ravvicinate di Eros (1991)



54 m



6 m

## Un altro meteorite: Febe

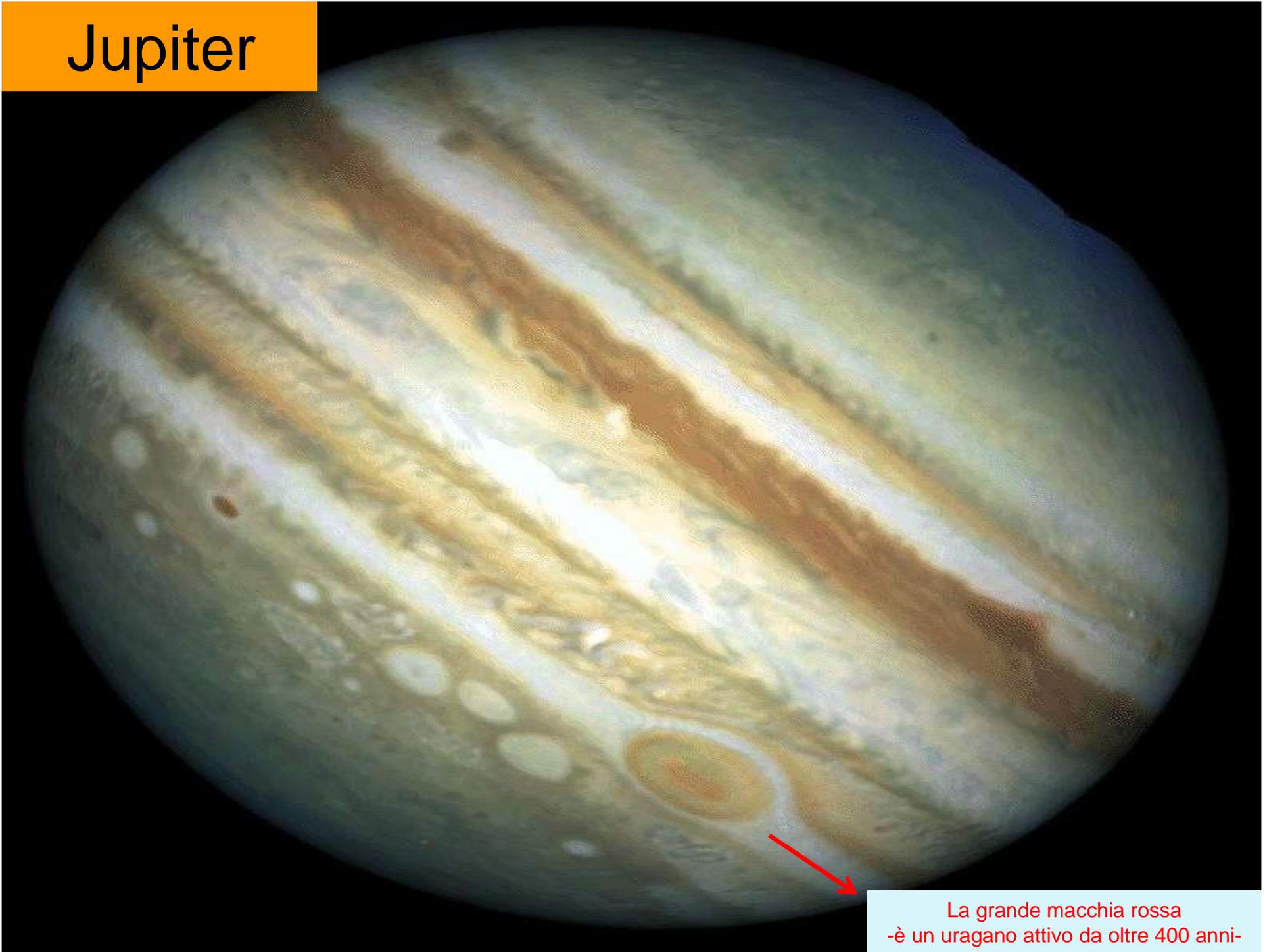


# Gaspra – il primo ad essere fotografato-

(sonda Galileo 1981)

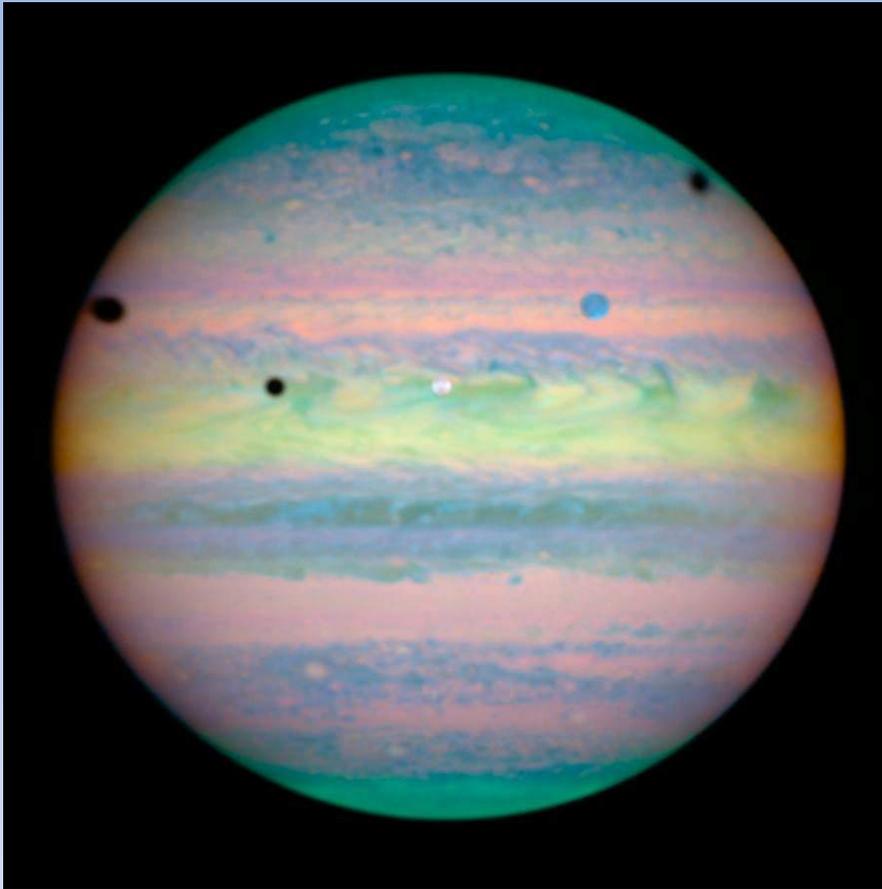


# Jupiter



La grande macchia rossa  
-è un uragano attivo da oltre 400 anni-

# Giove in falsi colori



**Giove** è il pianeta gigante giustamente dedicato al signore dell'Olimpo. La sua **atmosfera** è composta dall'88% di idrogeno molecolare e l'11% di elio con tracce di metano ammoniaca ed acqua, e zolfo. Quest'ultimo combinandosi con l'idrogeno tinge le nubi dei vari bellissimi colori che si vedono nella foto.

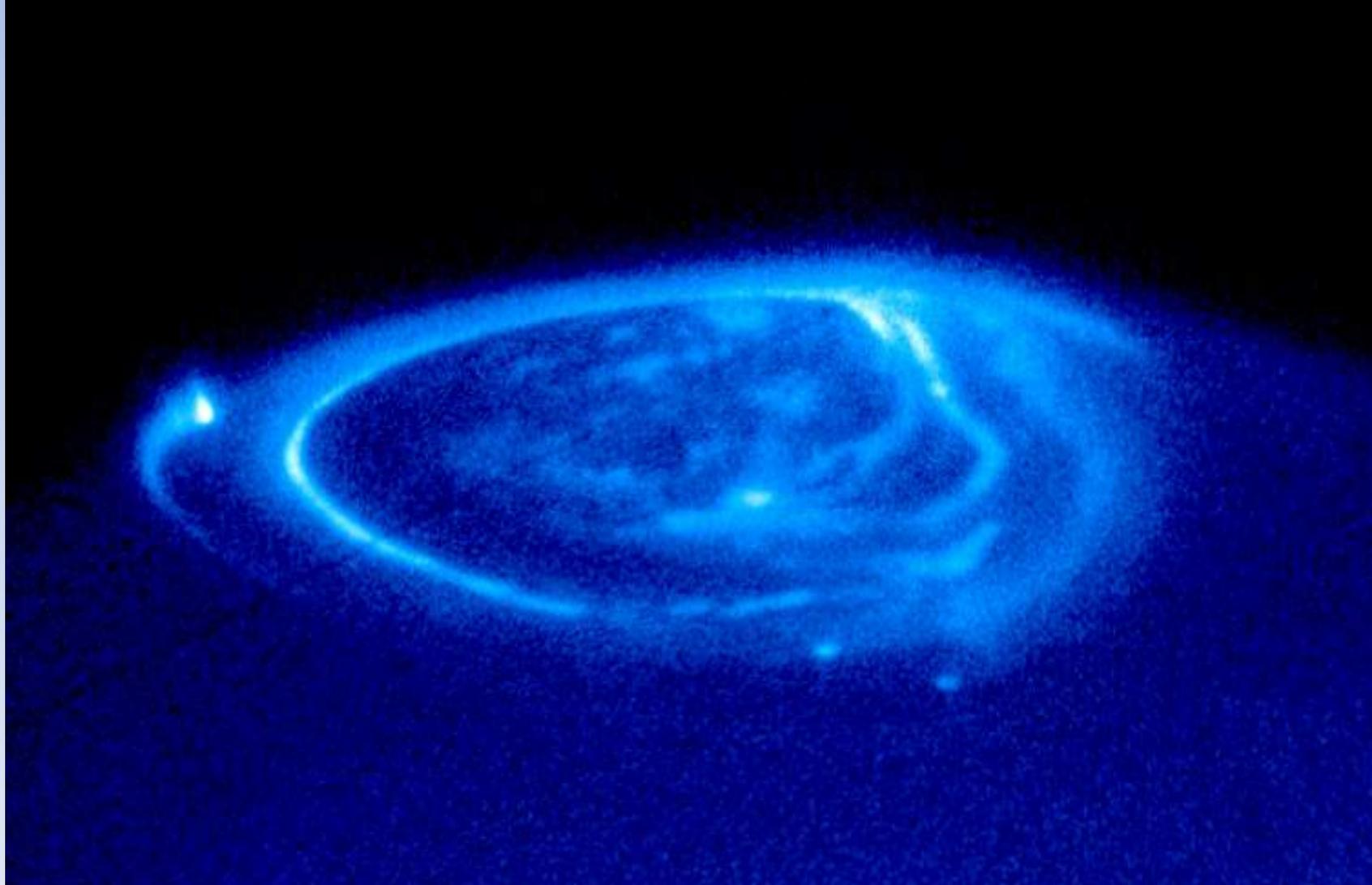
**Massa** (Terra=1Kg) = 317 Kg (è il 70% della massa complessiva degli altri pianeti)

**Diametro** (Terra=1m) = 11 m (nel suo volume potrebbe contenere circa 300 Terre!)

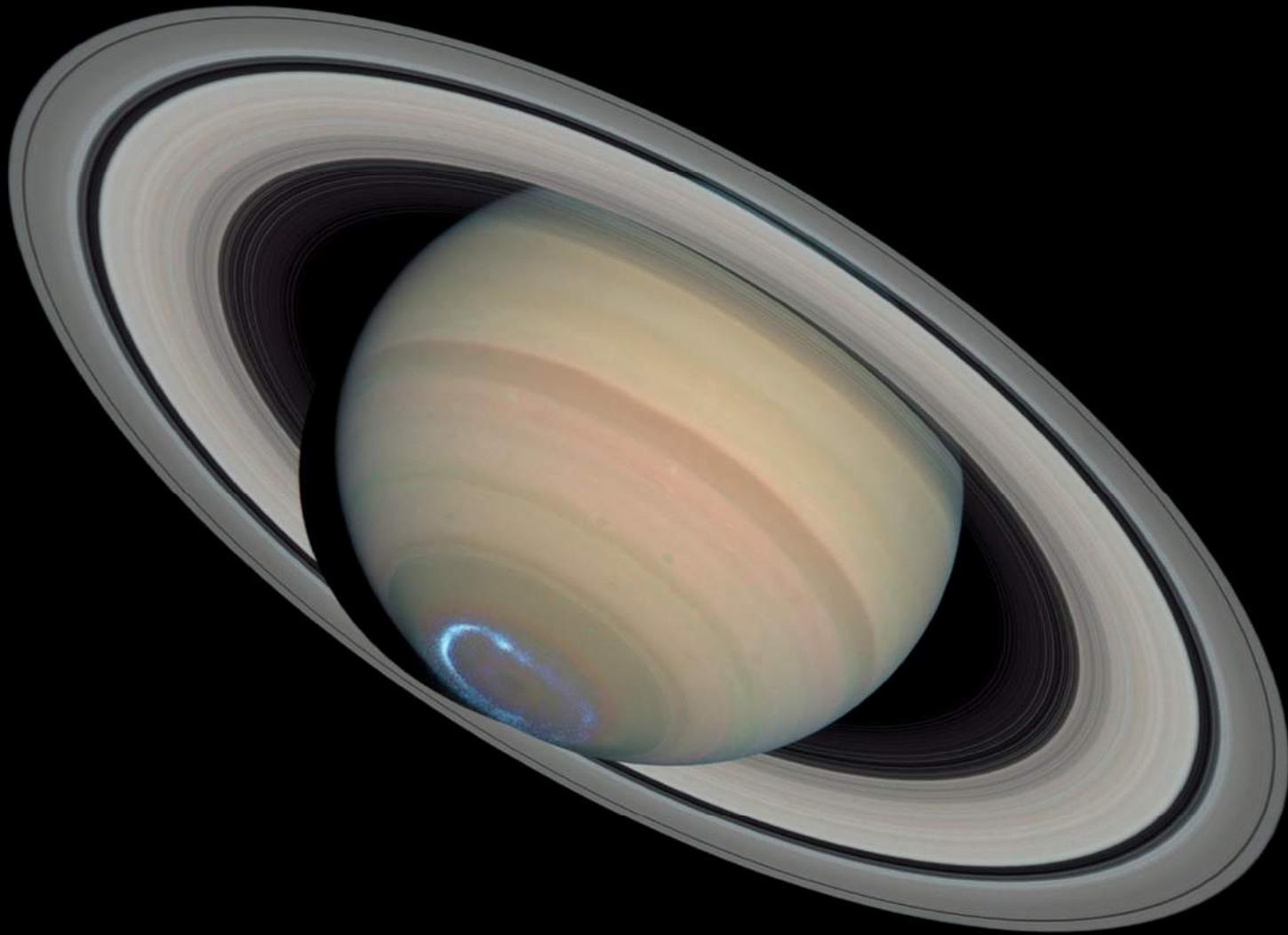
**Temperatura** Alla sommità delle nubi più alte (formate da cristalli ghiacciati di ammoniaca) è di circa  $-150^{\circ}\text{C}$  scendendo la temperatura aumenta e ad un centinaio di Km sotto il livello corrispondente ad una pressione di un'atmosfera è di circa  $100^{\circ}\text{C}$

**Moto:** **Un giorno** dura circa 10 ore terrestri **Un anno**=circa 12 anni

# Un'aurora boreale di Giove



# Saturno



# Saturno il più bello?



- **Saturno** è difficile dire dove sia la base dell'atmosfera (96% di idrogeno molecolare poi elio e metano), infatti pressione e temperatura variano con la profondità in modo tale che non esiste una netta separazione fra le regioni in cui l'idrogeno molecolare e l'elio sono allo stato gassoso e quelle in cui passano allo stato liquido.
- **Massa** (Terra=1Kg) = 100 Kg  
**Diametro** (Terra=1m) = 10 m  
**Temperatura** -200°C alla quota di riferimento (punto di inversione della temperatura) a 300 Km sotto tale riferimento la temperatura sale fino a zero gradi.
- **Moto:** **Un giorno** dura circa 10 ore terrestri **Un anno**=circa 30 anni

# Urano



**Urano** l'atmosfera (composta dall'85% di idrogeno molecolare e dal 15% di elio) è molto estesa e si valuta che rappresenti il 30% del raggio del pianeta, essa sovrasta un oceano di acqua, ammoniaca e metano a pressione e temperature molto elevate (200atm. e 2000°C)

**Massa** (Terra=1Kg) = 14 Kg

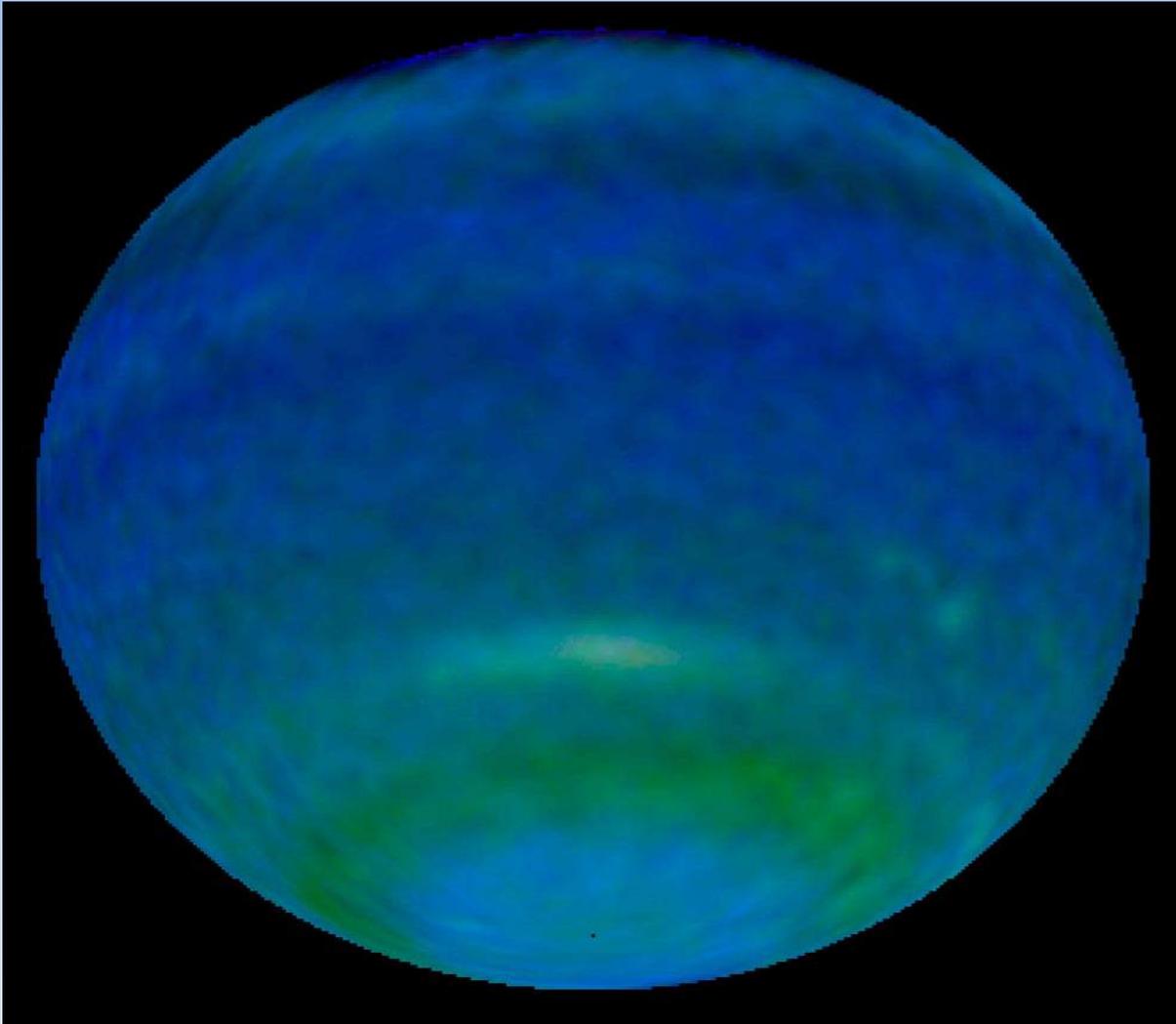
**Diametro** (Terra=1m) = 25 m

**Temperatura** -200°C alla quota di riferimento (punto di inversione della temperatura)

**Moto:** **Un giorno** dura circa 17 ore terrestri

**Un anno**=circa 84 anni

# Nettuno



**Nettuno** ha un'atmosfera simile a quella di Urano ed anche i valori di pressione e temperatura sono analoghi.

**Massa** (Terra=1Kg) = 17 Kg

**Diametro** (Terra=1m) = 25 m

**Temperatura** -200°C

alla quota di riferimento (punto di inversione della temperatura)

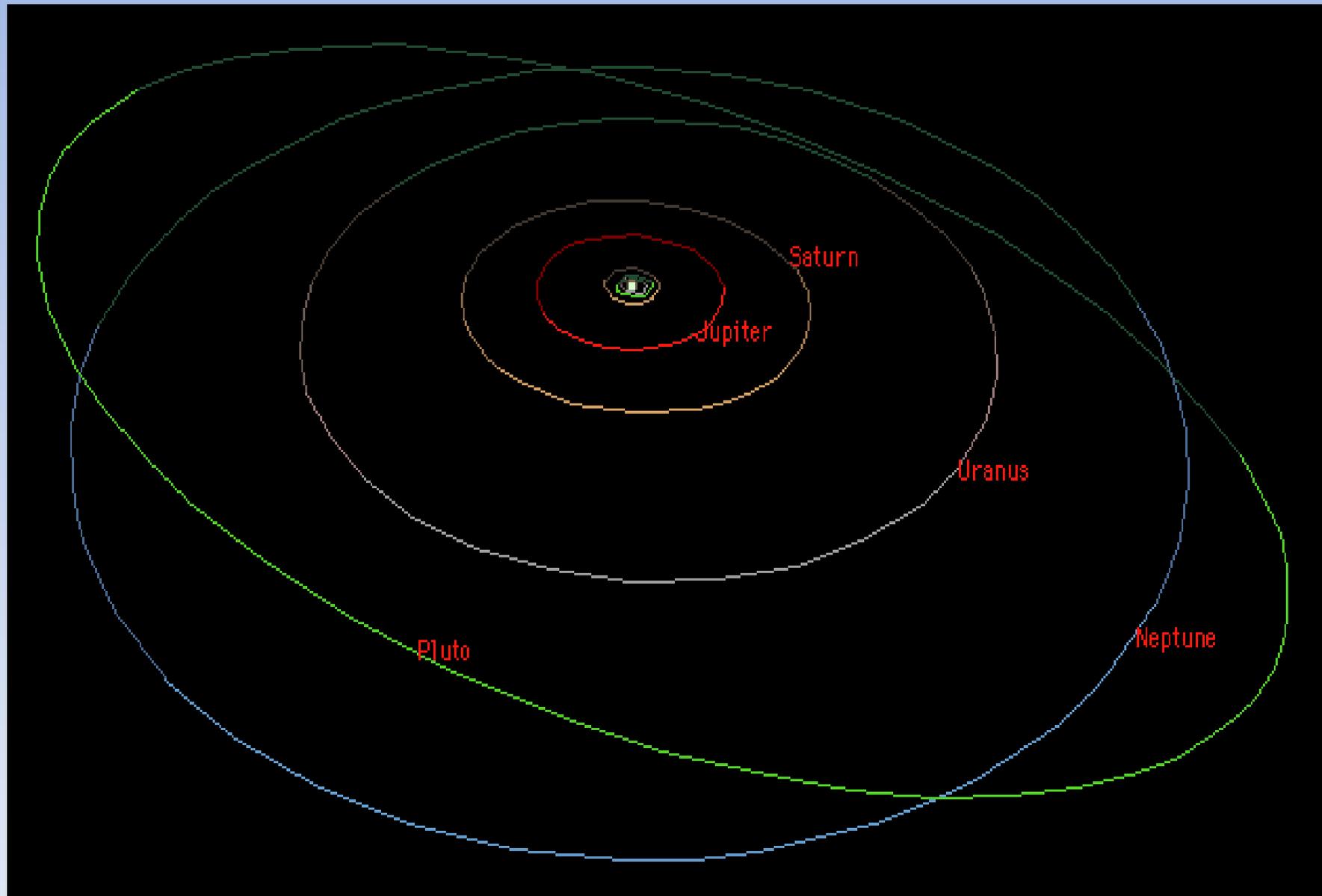
**Moto:** **Un giorno** dura circa 16 ore terrestri **Un anno**=circa 165 anni

Date le caratteristiche della sua orbita in relazione a quella di Plutone si ha che in alcuni periodi esso risulti il pianeta più lontano dal Sole.

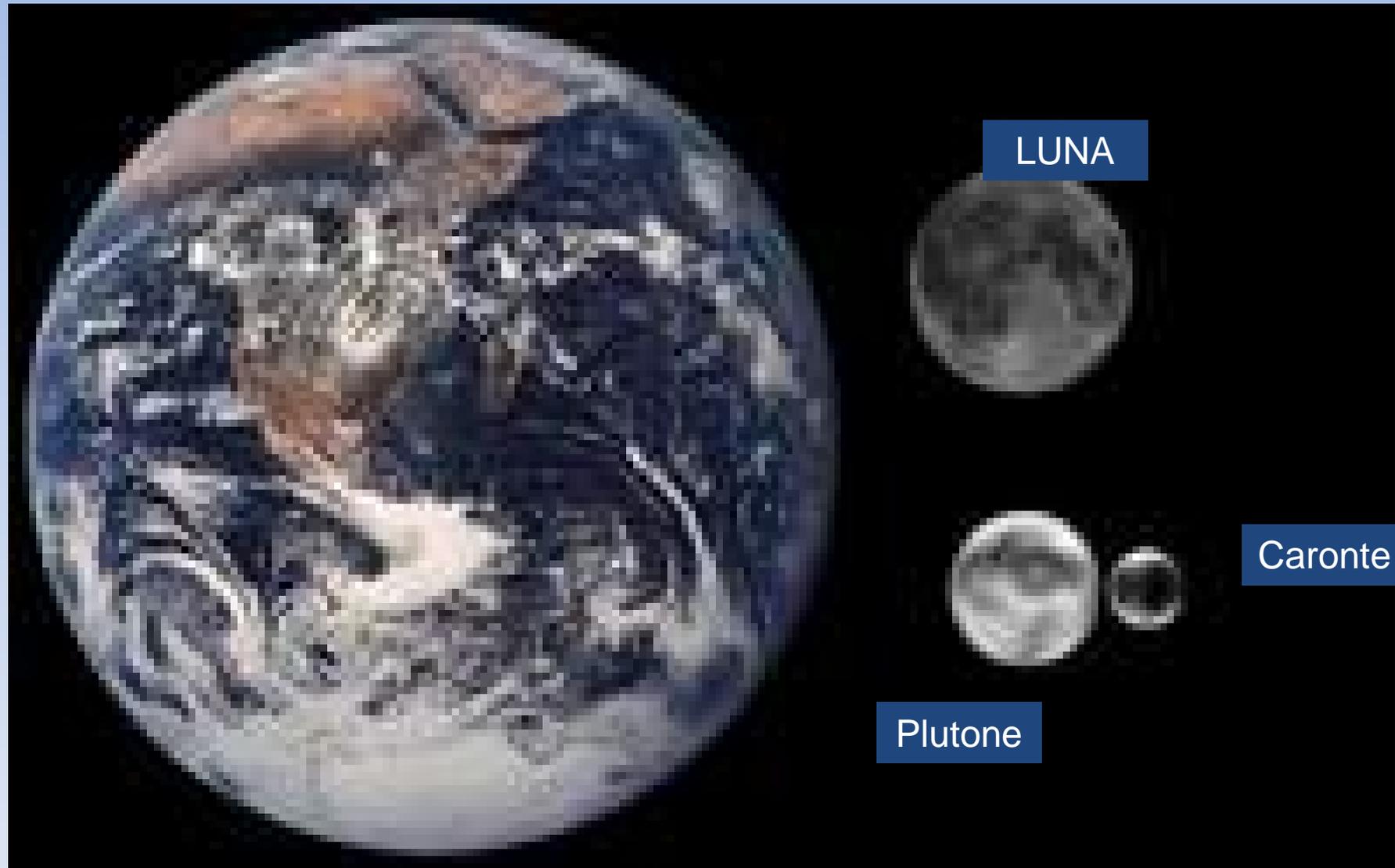
Nerituno



## Orbite sistema solare (2)



# Confronti fra vari corpi celesti



# Plutone l'ex pianeta

(dal 2006 è denominato pianeta nano)



Foto dal Satellite New Horizon – 2015  
a circa 800 mila chilometri di distanza

**Plutone** la sua debole atmosfera sarebbe composta da metano, azoto e monossido di carbonio (sono osservazioni molto difficili) Non si conosce la composizione di Plutone, ma probabilmente esso è formato per l'80 % di roccia e per il 10 % di acqua ghiacciata.

Il pianeta è ricoperto di azoto, metano e monossido di carbonio ghiacciati

**Caronte** scoperto solo nel 1978 come perturbazione (leggero rigonfiamento del disco di Plutone) sono recentemente Hubble ci ha permesso di avere una foto che separi i due oggetti celesti.

**Massa** (Terra=1Kg) = 2 g

**Diametro** (Terra=1m) = 20 cm (più piccolo della Luna)      **Temperatura**  
- 200°C

**Distanza dal Sole circa 40 UA = 5 ore luce**      **Moto:** **Un giorno** dura circa 6 giorni terrestri      **Un anno**=circa 250 anni

## Plutone e il suo satellite:Caronte (foto di Hubble)



- La missione della Nasa **New Horizons** ha esplorato il nano-pianeta nel 2015. La sua debole atmosfera sarebbe composta da metano, azoto e monossido di carbonio (sono osservazioni molto difficili)
- Non si conosce la composizione di Plutone, ma probabilmente esso e' formato per l'80 % di roccia e per il 10 % di acqua ghiacciata. Il pianeta e' ricoperto di azoto, metano e monossido di carbonio ghiacciati
- *E' stato riclassificato come nano-pianeta nel 2006.*
- *Caronte (satellite di Plutone) scoperto solo nel 1978 come perturbazione (leggero rigonfiamento del disco di Plutone) sono recentemente Hubble ci ha permesso di avere una foto che separi i due oggetti celesti.*

# Pianeti nani

- Un **pianeta nano** è un [corpo celeste](#) di tipo planetario orbitante attorno ad una [stella](#) e caratterizzato da una massa sufficiente a conferirgli una forma sferoidale, ma che non è stato in grado di "ripulire" la propria fascia orbitale da altri oggetti di dimensioni confrontabili.
- Nonostante il nome, un pianeta nano non è necessariamente più piccolo di un pianeta. In teoria non vi è limite alle dimensioni dei pianeti nani. Si osservi inoltre che la classe dei pianeti è distinta da quella dei pianeti nani, e non comprende quest'ultima.
- Il termine **pianeta nano** è stato introdotto ufficialmente nella nomenclatura astronomica il [24 agosto 2006](#) da un'assemblea dell'[Unione Astronomica Internazionale](#), in mezzo a molte discussioni e polemiche. Tra le altre cose, si è fatto notare che il termine è fuorviante e che i criteri non sono oggettivi (nessun corpo può ripulire completamente la propria fascia orbitale, né esiste una soglia obbiettiva su quando un corpo è sferoidale o no). Tuttavia, la necessità di creare questa classe di oggetti per distinguerla dai pianeti tradizionali esisteva, ed è probabile che il nome resti

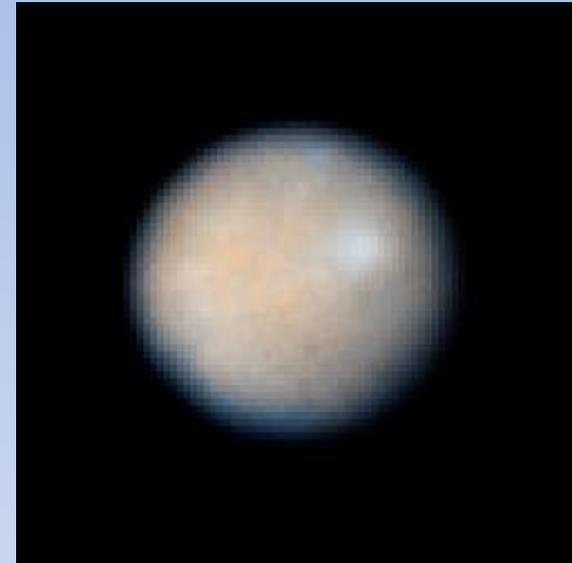
# Cosa vediamo ad occhio nudo

Pertanto il Sistema Solare ha **otto pianeti che sono: Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno, tutti visibili ad occhio nudo eccetto Nettuno** (*l'occhio umano riesce a vedere fino ad una luminosità magnitudine di circa +6, (Urano è intorno a +7).*

# I tre nano-pianeti



Plutone –  
diametro 2300  
km-  
fotografato da  
Hubble



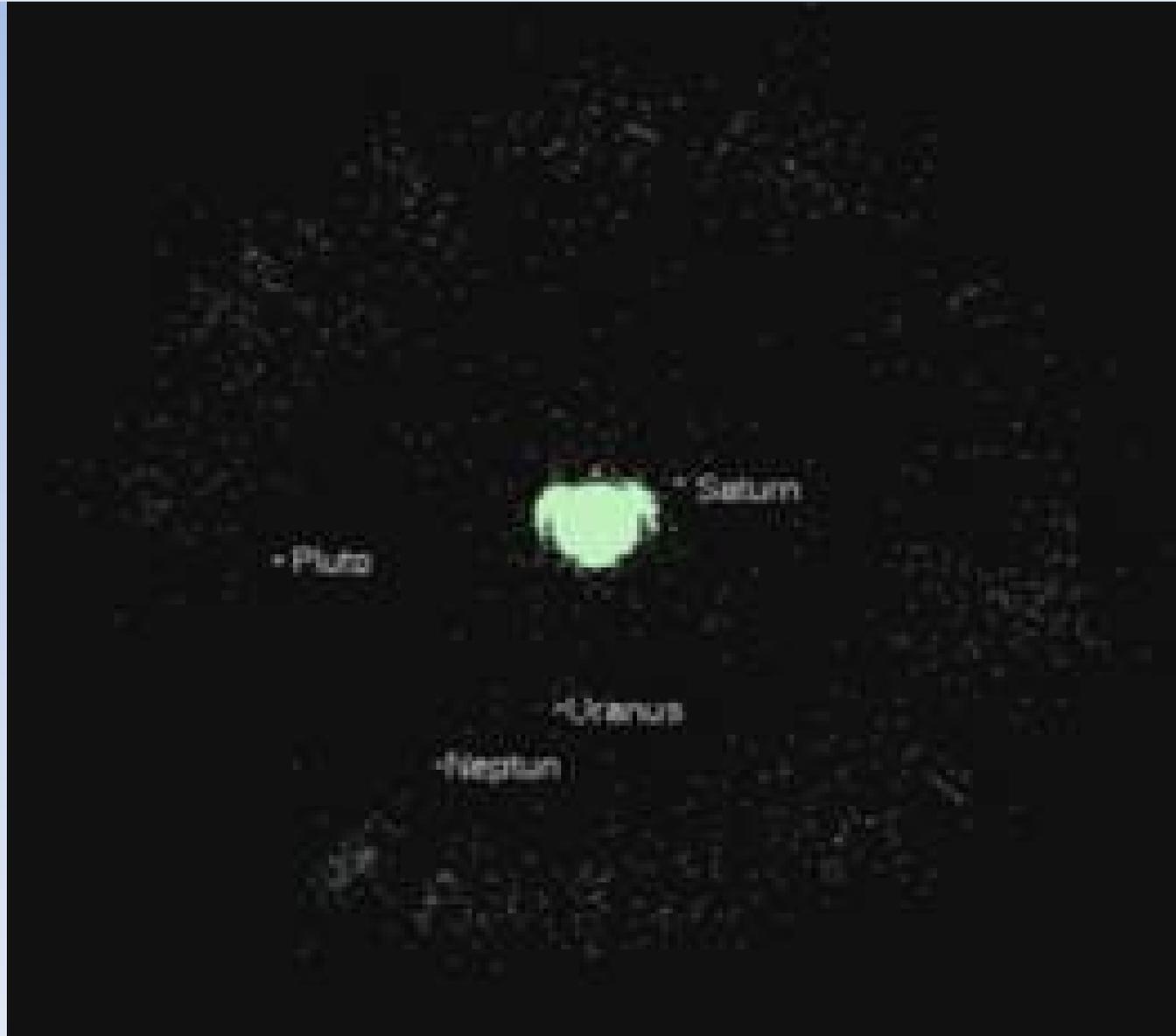
Cerere (asteroide più  
massiccio della fascia  
principale –circa 1000 km  
di diametro) fotografato da  
Hubble



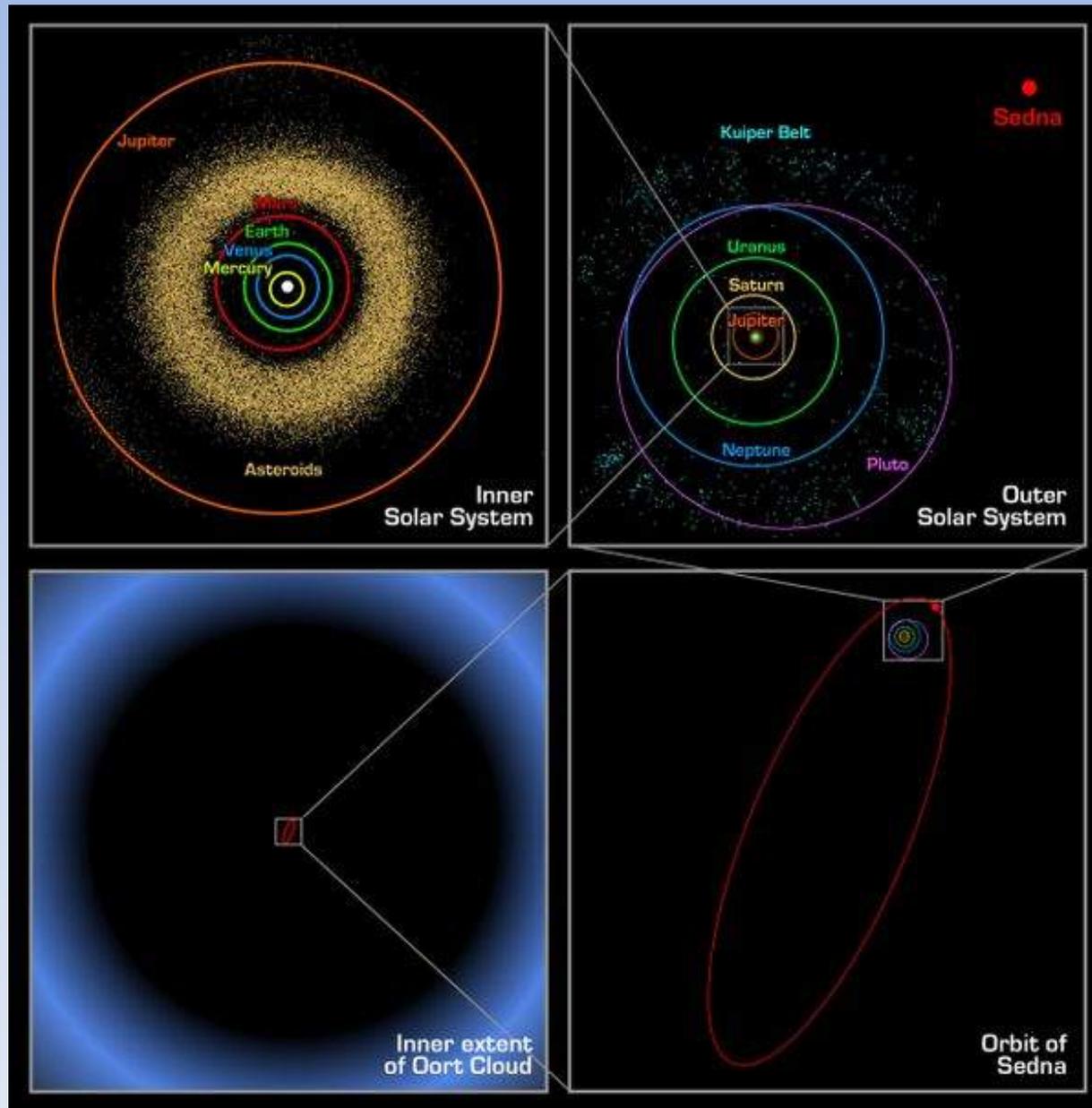
Eris (fascia di Kuiper  
– diametro circa  
2400 km)  
- È il più grande  
corpo orbitante dopo  
Nettuno -fotografato  
da Hubble

## Oltre l'orbita di Nettuno...la Fascia di Kuiper (da 20 a 80 U.A.)

(da essa provengono circa la metà delle comete, l'altra metà proviene dalla nube di Oort)



# Molto oltre Plutone..la nube di Oort

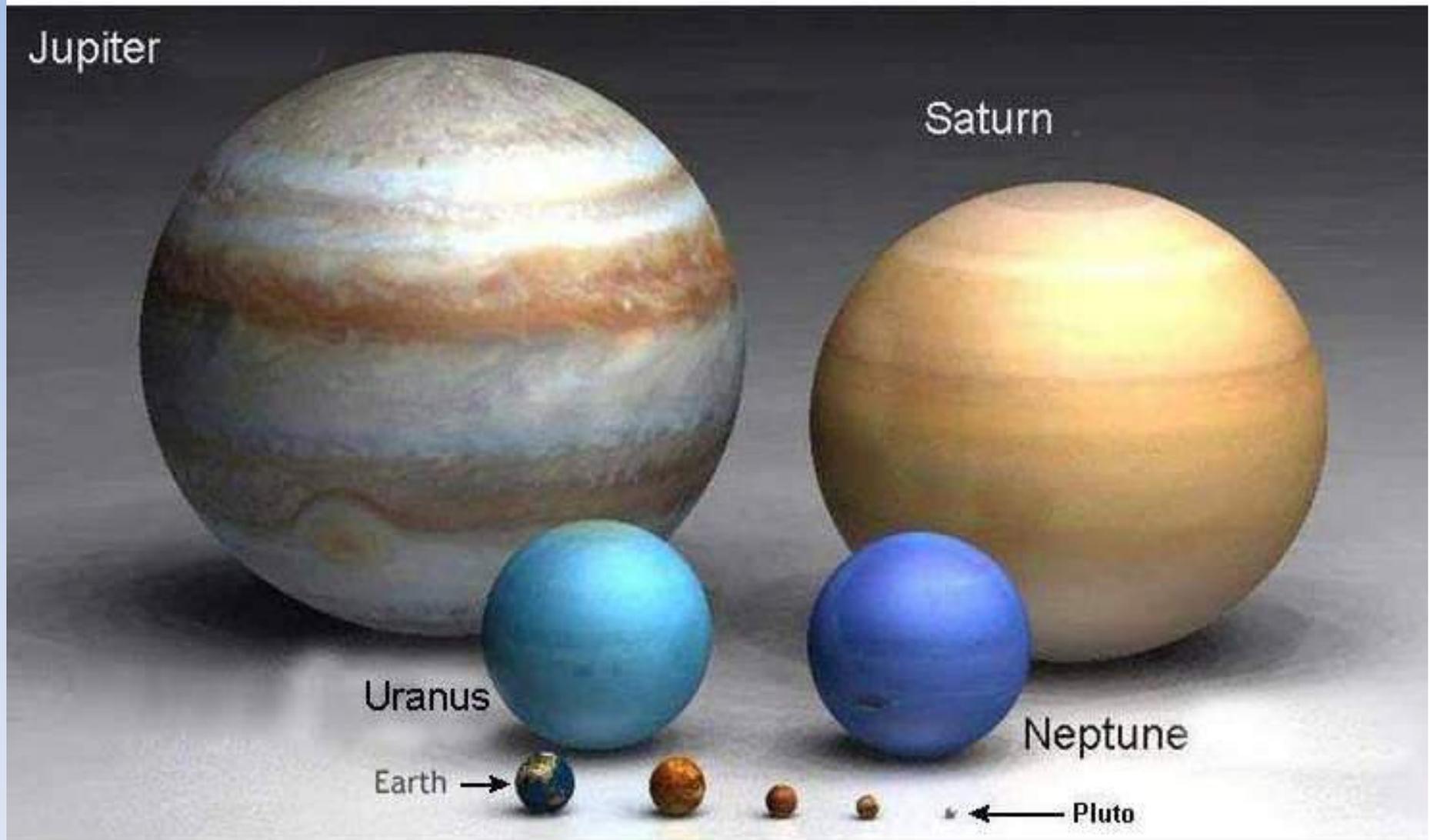


La **nube di Oort** è un'ipotetica nube di comete posta tra 0,3 e 1,5 anni luce dal Sole, cioè circa 2400 volte la distanza tra il Sole e Plutone.

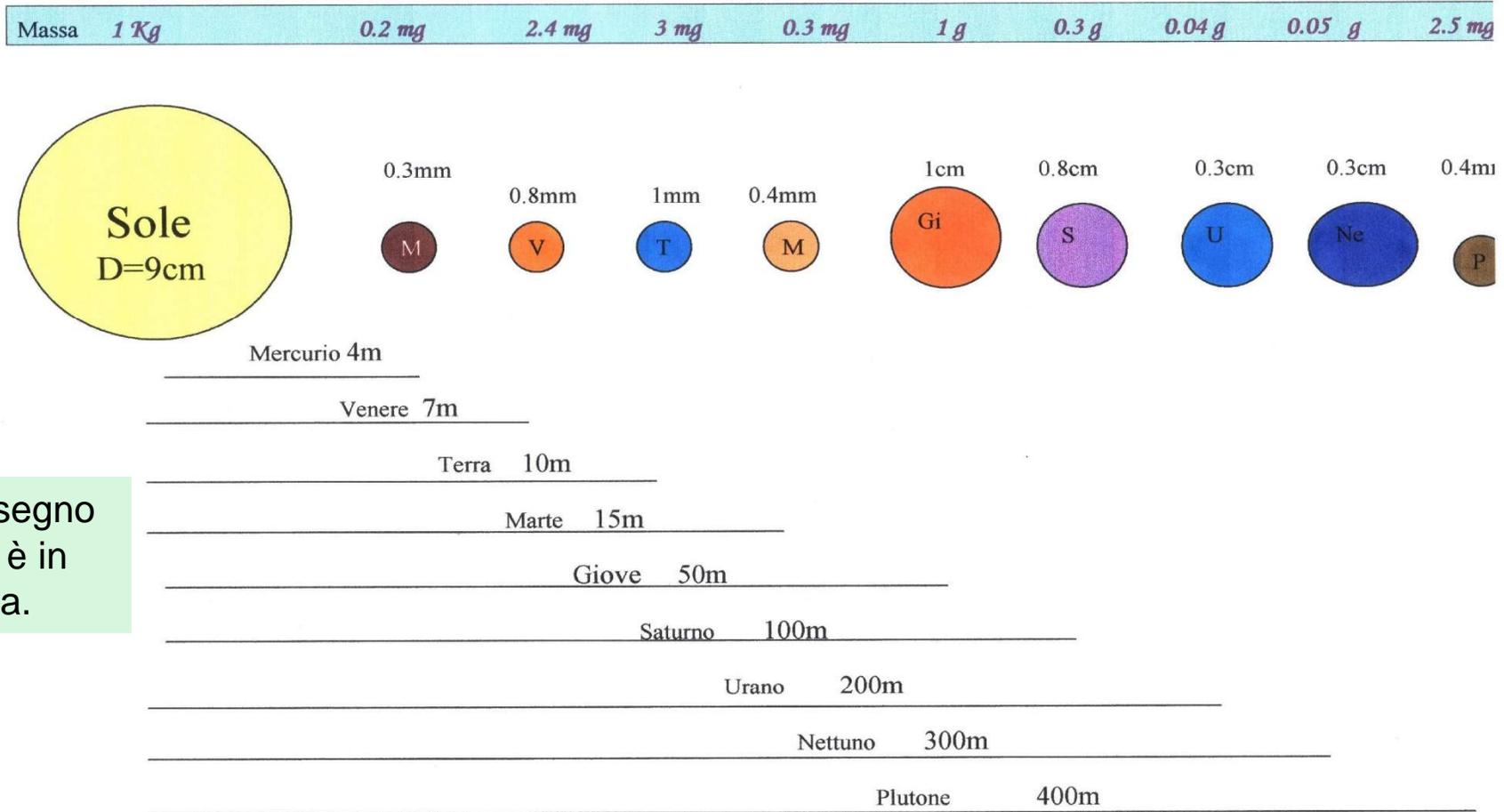
Questa nube non è mai stata osservata perché troppo lontana e buia perfino per i telescopi odierni, ma si ritiene che sia il luogo da cui provengono le comete di lungo periodo (come la Hale-Bopp e la Hyakutake, recentemente avvistate) che attraversano la parte interna del Sistema Solare.

Le comete dette di corto periodo (tra le quali la Halley è la più famosa) potrebbero invece venire dalla fascia di Kuiper

# Un modellino dei pianeti



# Il Sistema solare: uno sguardo d'insieme



Il disegno non è in scala.

Scala : Distanze  $1.5 \cdot 10^{10} \text{ m} = 1 \text{ m}$   
 Masse  $2 \cdot 10^{30} \text{ Kg} = 1 \text{ Kg}$

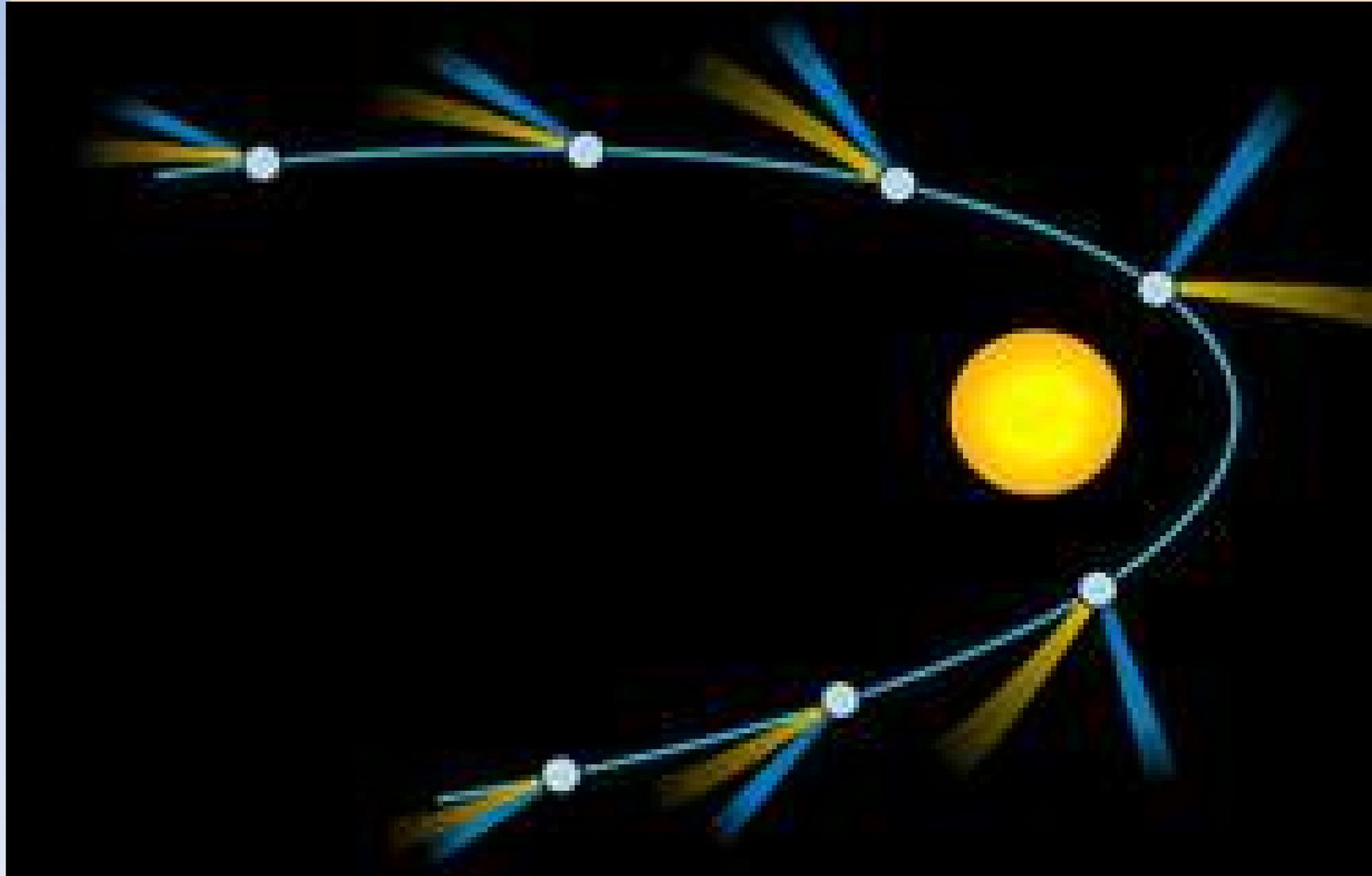
By gian

# Nascita del sistema solare Filmato 2



# **Le Comete**

Tra gli i corpi celesti visibili ad occhio nudo il più bello!



# Caratteristiche di una cometa

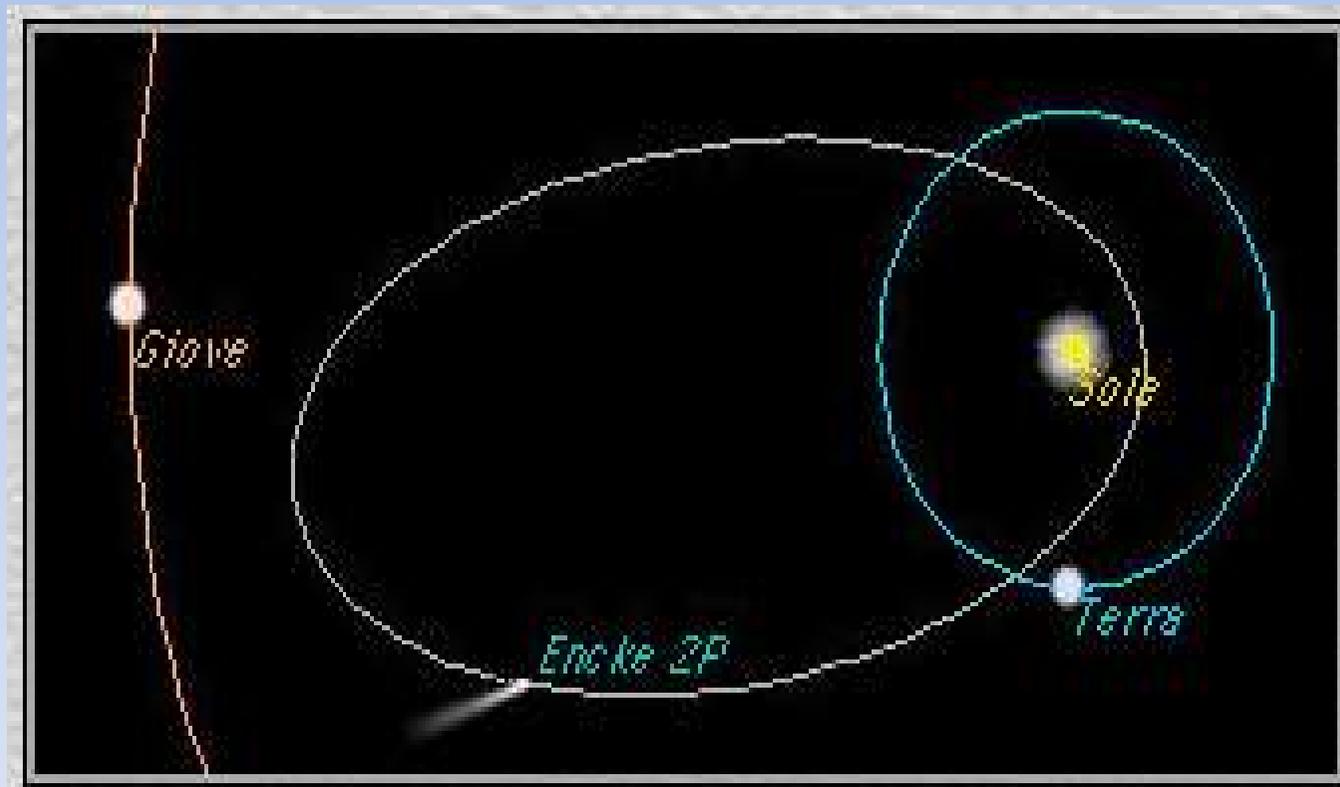


# Le comete video 12



## Le Comete: palle di neve sporca.

Si tratta della cometa più osservata, 53 passaggi (periodo di soli 3.3 anni)-non visibile ad occhio nudo -



Una cometa è un oggetto celeste relativamente piccolo, simile ad un asteroide ma composto prevalentemente di ghiaccio. Nel Sistema Solare, le orbite delle comete si estendono oltre quelle di Plutone. Le comete che entrano nel sistema interno, e si rendono quindi visibili ai nostri occhi, hanno spesso orbite ellittiche. Spesso descritte come "palle di neve sporche", le comete sono composte per la maggior parte di sostanze volatili come biossido di carbonio metano e acqua ghiacciati, con mescolati aggregati di polvere e vari minerali. La sublimazione delle sostanze volatili quando la cometa è in prossimità del Sole causa la formazione della coda.

# Cometa di Halley



La cometa di Halley ci fa visita ogni 75 anni. Sono visibile due code, la prima di gas la seconda di polveri dovute alla lenta disintegrazione del nucleo. La coda di gas è plasmata dal vento solare che la avvolge dal proprio campo magnetico costringendola in un cilindro che si estende per milioni di chilometri.

# La missione Giotto incontra la Halley (1986)



# Missione Giotto (1)

Il 13 marzo 1986, Giotto si avvicina a 596 chilometri di distanza dal nucleo della cometa.

La sonda *Giotto* dell'Agenzia Spaziale Europea è progettata per studiare la cometa di Halley. La sonda prende il nome dal pittore medioevale Giotto. Egli osservò la cometa di Halley nel 1301 e da questa prese l'ispirazione per la stella di Betlemme raffigurata nella natività della cappella degli Scrovegni.

Originariamente doveva esservi una sonda degli Stati Uniti d'America con Giotto ma tagli di bilancio hanno costretto la NASA ad eliminare la sonda e ad accontentarsi di utilizzare una sonda già progettata per effettuare delle misure da lontano. Erano previste misurazioni scientifiche utilizzando attrezzature installate a bordo dello Shuttle quando la cometa di Halley si sarebbe trovata in prossimità della Terra ma il disastro del Challenger ha impedito la missione.

Giotto passò ad appena 600 chilometri dal nucleo il 14 marzo 1986 e a dispetto delle aspettative sopravvisse all'incontro nonostante i molti frammenti che colpirono la sonda. Effettivamente la sonda iniziò a ruotare sul proprio asse e per un certo periodo l'antenna non fu più puntata verso la terra e gli strumenti non furono protetti dallo schermo ma dopo 32 minuti la sonda si ristabilizzò e riprese a raccogliere dati scientifici.

Un impatto distrusse l'Halley Multicolor Camera ma non prima che lo strumento avesse memorizzato spettacolari immagini ravvicinate del nucleo.

La traiettoria di Giotto venne modificata per permetterne il ritorno alla Terra e gli strumenti scientifici vennero spenti il 15 marzo 1986 alle 02:00 UTC.

Nel 1990 Giotto venne riattivata il 2 luglio sulla Terra e venne fatta uscire dall'orbita per un nuovo incontro con un'altra cometa.

Giotto ha viaggiato fino a incontrare la Cometa Grigg-Skjellerup il 10 luglio 1992, arrivando ad una distanza di 200 chilometri. Successivamente il 23 luglio 1992 gli strumenti vennero nuovamente spenti.

# Missione Giotto (2)

Nel 1999 Giotto ha raggiunto nuovamente la Terra ma non è stata più riattivata

Le immagini hanno mostrato che il nucleo della cometa è formato da un corpo scuro a forma di arachide lungo 15 km e spesso 10 km. Solo il 10% della superficie era attiva con tre violenti getti nel lato illuminato dal Sole. Le analisi hanno determinato che la cometa si è formata 4.5 miliardi di anni dall'accumularsi di ghiaccio su polvere interstellare e che dalla sua formazione il nucleo è rimasto sostanzialmente immutato.

Del materiale espulso da Halley l'80% del volume è acqua, il 10% è ossido di carbonio e il 2.5% è un insieme di metano e ammoniaca. Sono state individuate tracce di idrocarburi ferro e sodio.

Il nucleo della cometa è più scuro della fuliggine il che fa credere che il nucleo sia più polvere che acqua ghiacciata.

La superficie del nucleo era porosa e la densità massima stimata era di 0.3 kg/m<sup>3</sup>.

La quantità di materiale espulso dalla cometa era di circa 3 tonnellate per secondo dai sette getti, la ridotta quantità di materiale espulso dalla cometa le ha consentito una lunga vita.

La polvere espulsa dalla cometa aveva una densità paragonabile a quella del fumo di sigaretta, i frammenti più maggiori pesavano circa 40 milligrammi. Anche se non si è potuto misurare il peso del frammento che ha fatto roteare Giotto si stima che il frammento pesasse tra 0.1 e 1 grammo.

Due tipologie di polvere sono state individuate. La prima era composta da carbone, idrogeno, ossigeno e azoto, l'altra era formata da calcio, ferro, magnesio, silicio e sodio.

La velocità di abbandono degli elementi leggeri della cometa escluso l'azoto (idrogeno, carbonio, ossigeno) era la stessa del Sole quindi, i costituenti della cometa sono le sostanze primordiali che hanno generato il sistema solare.

# Temple 1

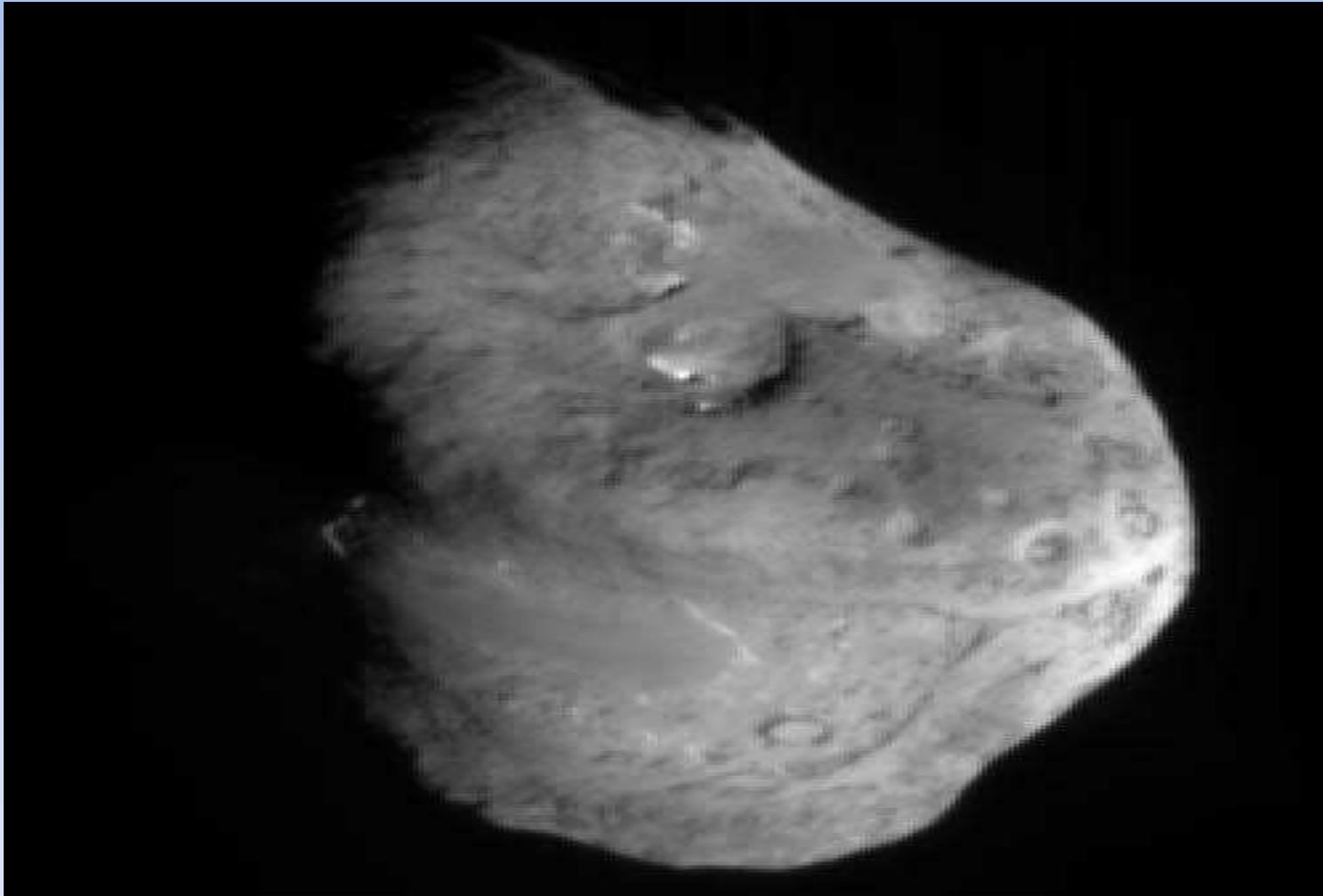


Cometa 9P (Tempel) campo 19' x18'  
F.Romanello, Talmassons, Italy  
data 12/05/2005, 19:49 TU  
NW 350/1750, ccd ST9e  
esp. 30x60s filtro Rc  
[www.castfvg.it](http://www.castfvg.it)  
<http://cara.uai.it>



# Temple 1

Periodo orbitale 5.5 anni – ultimo passaggio 2005



## Impatto del proiettile su Temple 1 (luglio 2005)



# Missione Deep Impact (1)

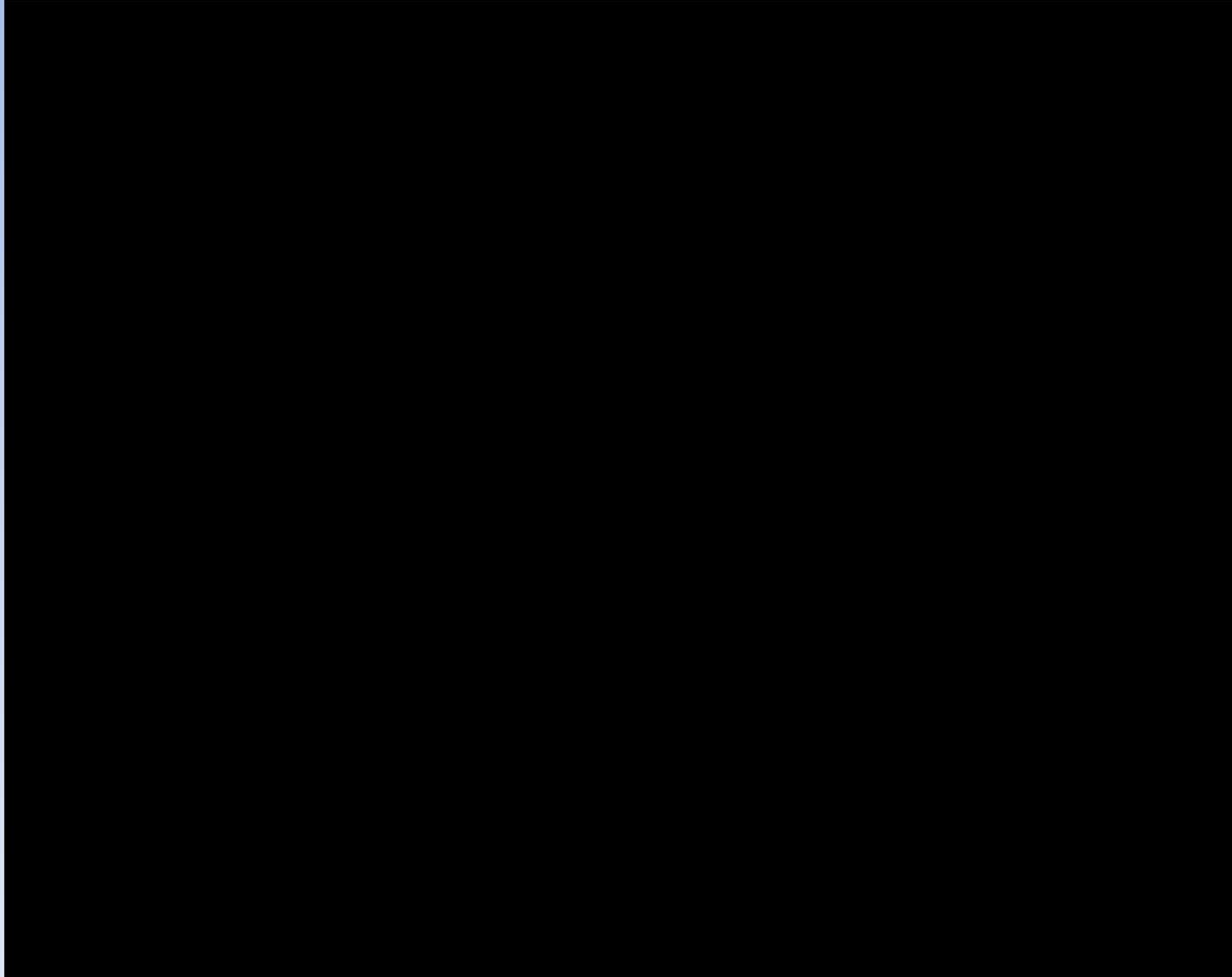
(Di Franco Gamicci) Avvenire 6 luglio 2005

- Il primo esperimento di "tiro a segno spaziale" (Deep Impact) si è concluso felicemente secondo le previsioni. Ieri mattina, infatti, alle 7.52 (ora italiana), un lungo applauso dei tecnici della Nasa a Pasadena ha salutato con soddisfazione l'impatto del proiettile "Smart Impactor" con la cometa Tempel 1, così com'era stato calcolato: «Fantastico!», ha esclamato uno dei responsabili della missione spaziale -. Abbiamo colpito proprio nel punto esatto». Di fronte al successo della missione il direttore del Jet Propulsor Laboratory ha invece commentato: «C'è una cometa in cielo che si sta chiedendo: che cosa è successo?». E in effetti la cometa, che stava tranquillamente girando attorno al Sole, si è vista venire addosso un proiettile rivestito di rame che ha causato una deflagrazione pari allo scoppio di 5 tonnellate di tritolo.  
L'alto grado raggiunto dalla tecnologia e la precisione delle leggi matematiche che regolano il movimento dei corpi celesti ci hanno abituato ormai a non stupirci troppo di fronte alla riuscita di certe imprese, ma una riflessione su alcuni numeri che hanno caratterizzato la missione aiuterà meglio a capirne la portata. Dietro all'impatto, infatti, c'è un viaggio di 173 giorni, iniziato il 12 gennaio 2005 da Cape Canaveral e che ha consentito alla sonda "Deep Impact" di viaggiare per 431 milioni di chilometri per giungere con precisione quasi millimetrica al rendez vous con la cometa.  
Il proiettile, grande quanto una lavatrice, si è abbattuto su Tempel 1, un blocco di roccia e di ghiaccio a forma di banana lungo 6,4 chilometri, provocando un cratere grande come un campo di calcio e profondo una ventina di metri.  
L'urto violento (il proiettile è arrivato a una velocità di 37mila chilometri l'ora) ha sollevato una nuvola di ghiaccio, polvere e detriti che sarà analizzata dalle strumentazioni della sonda, a bordo della quale erano stati sistemati strumenti per seguire l'evento da una distanza di appena 500 chilometri. A partire da l momento dell'impatto "Deep Impact" aveva solamente un quarto d'ora di tempo per riprendere l'evento e trasmettere a terra i dati. Già abbiamo visto le prime immagini nonostante la fotocamera sia stata colpita da particelle di polvere che l'hanno investita a una velocità di 10 Km/sec. Gli strumenti, però, osserveranno la cometa almeno fino ai primi di agosto.  
Tempel 1, che compie una rivoluzione attorno al Sole ogni cinque anni e mezzo, fu scoperta nel 1867 dall'astronomo Ernst Wilhelm Liebrecht Tempel, che in seguito sarebbe diventato un collaboratore del grande studioso italiano Giovanni Virginio Schiaparelli, direttore dell'Osservatorio di Brera.  
L'impresa è costata complessivamente 333 milioni di dollari ed è stata considerata una prova generale per un "tiro a segno" che in un futuro potrebbe salvare la Terra da eventuali impatti con corpi (comete e asteroidi) in rotta di collisione. "Smart Impactor" ha solamente fatto deviare di pochi metri l'orbita della cometa e non l'ha certo fatta esplodere.

# Missione Deep Impact (2)

- La nube di polvere sollevata, invece, ha fatto notevolmente aumentare la "magnitudine" della cometa che in questo modo potrebbe anche essere osservata ad occhio nudo nella costellazione della Vergine, dove si vedono Giove e la stella Spica. I nostri cieli troppo illuminati e inquinati non consentono una facile visione, che comunque sarà possibile solamente dopo le 23 e per poco tempo, perché la costellazione a quell'ora sta tramontando
- Non tutti, però, si sono allineati al coro dei consensi. Margherita Hack, considerando questa avventura spaziale, ha dichiarato che già nel 1986 l'Agenzia spaziale europea aveva mandato verso la Halley una videocamera per studiarne la composizione e che il tutto era avvenuto con grande discrezione, senza "guastare" la composizione della cometa. Secondo l'astronoma italiana, le comete devono essere studiate con attenzione perché nella loro struttura sono ancora conservati i segreti sui materiali primordiali che hanno formato il nostro sistema solare, ma per il loro studio si devono utilizzare mezzi non invasivi e per questo si devono preferire missioni come "Rosetta", che nel 2014 porterà una sonda ad atterrare delicatamente su Churyumov-Gerasimenko per studiarne a fondo la sua composizione.
- Il 4 luglio 2005 la sonda della NASA Deep Impact (vedi Coelum n. 85 pag 31, giugno 2005) sarà in prossimità della Cometa 9P/Tempel 1 e rilascerà un veicolo da impatto del peso di 360 kg, che con un motore proprio punterà diritto sul nucleo della cometa. L'impatto avverrà alla velocità di 37.000 km/h e scaverà un cratere di circa 100 metri di raggio. L'energia che si svilupperà nell'urto sarà pari all'esplosione di 4.5 tonnellate di tritolo e produrrà una enorme nuvola di gas e polvere attorno al nucleo della cometa, che avendo dimensioni di circa 9 km sull'asse maggiore e 3 su quelli minori non verrà distrutto.

## Temple 1(Missione: Deep Impact) – video 3



# Una delle più spettacolari, la Hale Bopp

Passaggio al perielio: 1997 - fu visibile per ben 18 mesi, dall'estate 1996 all'inverno del 1997



Arrivederci al 4400 ...



**La cometa Hale-Bopp (C/1995O1)** è stata scoperta il 23 luglio 1995 da due astrofili statunitensi, Alan Hale e Thomas Bopp. Le prime misure rivelarono che la cometa era lontanissima (oltre Giove a 7 U.A.) e quindi molto brillante in valore assoluto, a dispetto della sua undicesima magnitudine apparente.

Noi del C.A.S.T. la inquadrammo alla fine di agosto 1995, Francesco Scarpa 3 giorni prima degli altri, e persino con un Newton da 200 mm di diametro appariva veramente piccola e debole da osservare. Dopo la congiunzione col Sole, le misurazioni del telescopio spaziale Hubble le diedero un valore di 40 km di diametro per il nucleo, facendola diventare una cometa di dimensioni eccezionali, anzi la più grande mai scoperta, per di più rispettando le previsioni di luminosità. Nel giugno 1996 la osservammo nuovamente: era più luminosa e si vedeva un getto di gas "sparato" dal nucleo.

## Perseidi, scienza e poesia nelle notti delle "stelle cadenti"



La tenue scia di una "Perseide" dalla terrazza dell'Osservatorio di Campo dei Fiori. (foto di Marco De Candido del 12 Agosto 2000 - pellicola KODAK T- MAX P3200 ISO tirata a 25000 ISO; esposizione 35 sec. f/2,8). Occorrono cieli molto bui, molta pazienza, prontezza di riflessi e anche un po' di "fortuna" per cogliere l'attimo durante il quale la tenue "scia di una stella cadente" compare in cielo.

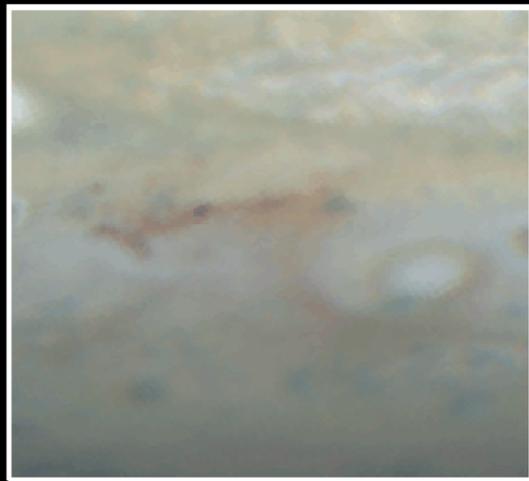
Una foto nel complesso abbastanza difficile da ottenere.

# Lo schianto della cometa Shoemaker-Levy 9 su sua maestà Jupiter

Jupiter

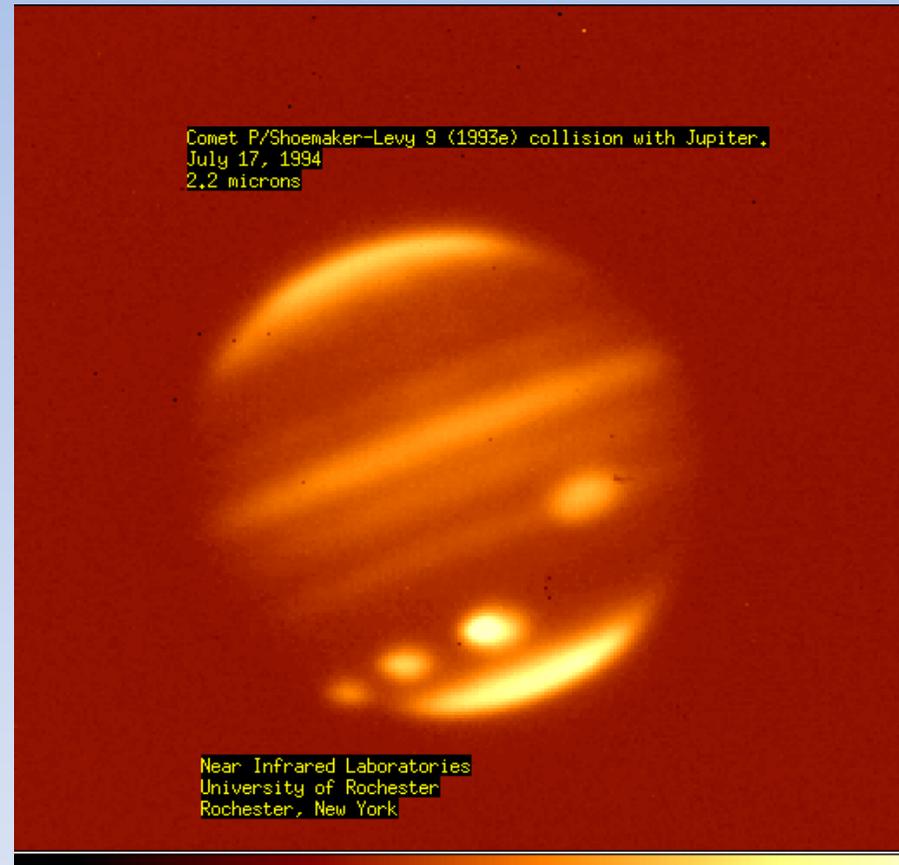
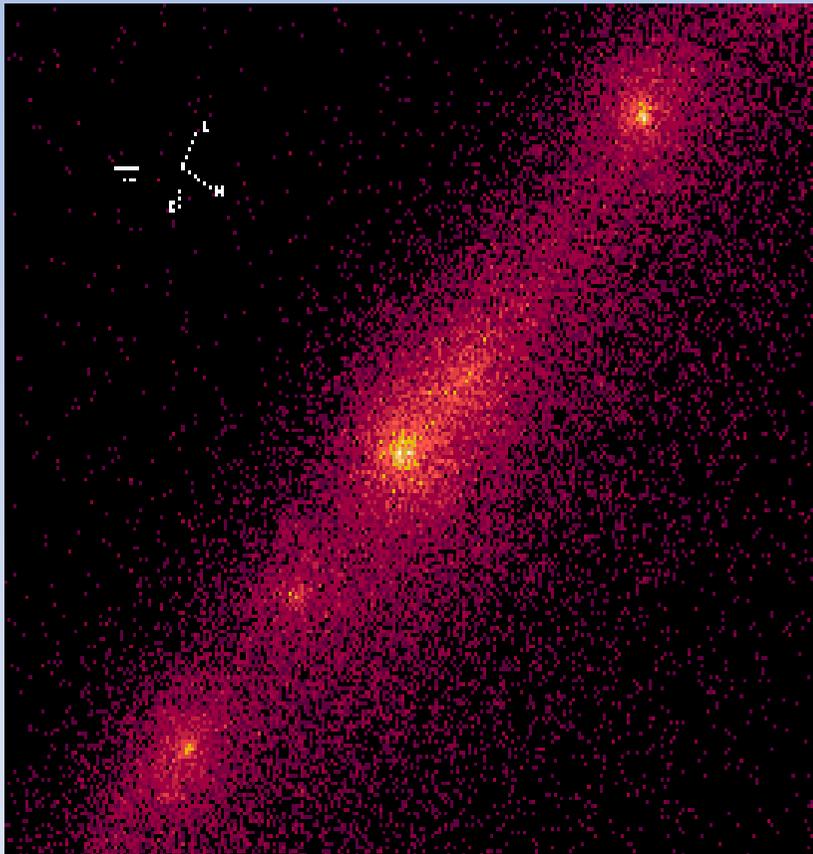
22 July 1994

"A" impact site  
after 5.5 days



Hubble Space Telescope  
Wide Field Planetary Camera 2

# Gli effetti dell'impatto



## Un po' di storia

- Le stelle cadenti si possono osservare durante tutto l'anno con una media di circa una per ogni quarto d'ora, purchè ci si trovi sotto un cielo buio e pulito, come ormai è difficile trovare, persino in alta montagna, a causa del cattivo uso dell'illuminazione notturna che spesso disperde verso l'alto la maggior parte della propria luce (come nel caso delle illuminazioni a globo) rischiando il cielo, non la terra, con enorme spreco energetico. Fino all'inizio dell'800 le stelle cadenti non destarono particolare curiosità negli astronomi che erano piuttosto propensi a ritenerle un fenomeno atmosferico, meteorologico o quasi, tanto da essere indicate come meteore, nome scientifico che portano tuttora. Anche se nella tradizione popolare era noto forse da secoli che le stelle cadenti erano più abbondanti nel mese di Agosto, tanto da attribuirle al pianto di S. Lorenzo, martirizzato il 10 Agosto del 258 DC, solo attorno al 1830 vennero raccolte prove statistiche che dimostravano la ricorrenza annuale del fenomeno. L'attenzione del pubblico e degli scienziati verso il fenomeno delle stelle cadenti fu certamente galvanizzato dall'eccezionale pioggia meteorica del Novembre 1833 quando in poche ore migliaia di meteore solcarono i cieli, evento che si è ripetuto nella notte tra il 17 e il 18 Novembre 1999, quando i fortunati spettatori convenuti sulla terrazza dell'Osservatorio di Campo dei Fiori poterono contare fino a 9000 meteore all'ora. Finalmente nel 1838 indipendentemente Adolphe Quetelet direttore dell'osservatorio di Bruxelles e l'astronomo dilettante Edward Herrick, dagli Stati Uniti, annunciavano la scoperta di numerose ricorrenze annuali di sciami meteorici, tra cui spicca per quantità e continuità quello del 10 di Agosto. Cosa fossero, restava un mistero. Il primo a comprendere la natura del fenomeno fu [Giovanni Virgilio Schiaparelli](#), eclettico astronomo piemontese, per molti anni Direttore dell'Osservatorio Astronomico di Brera a cui è dedicato l'Osservatorio varesino, in onore anche al suo talento di divulgatore scientifico.

**Dipinto del passaggio della cometa Swift-Tuttle del 1862 -  
Questa cometa origina Le Perseidi  
-periodo orbitale 135 anni - ultimo passaggio 1992**



Le meteore  
(volgarmente dette “stelle cadenti”)

# Le meteore video 4



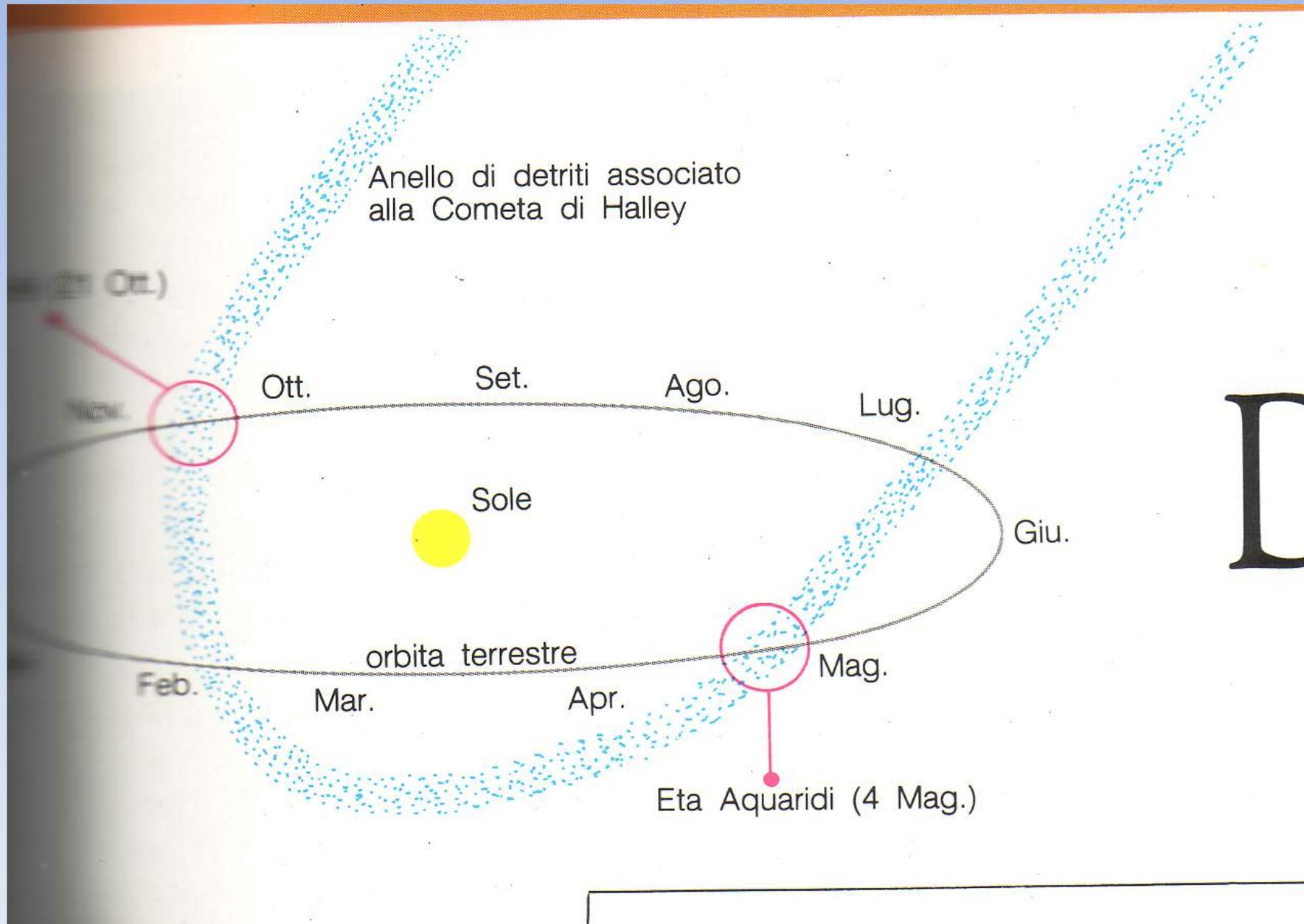
# Cosa sono le meteore?

- **Meteora:** fenomeno luminoso provocato dall'ingresso di un corpo solido nell'atmosfera di un pianeta; per effetto dell'aumento di temperatura determinato dall'attrito con l'aria, il corpo (meteoroido) vaporizza rapidamente, consumandosi prima di giungere al suolo e rendendosi visibile sotto forma di scia luminosa. Le meteore brillanti, note come bolidi, sono fenomeni rari e consistono di un nucleo luminoso seguito da una scia di luce simile a una cometa che persiste per alcuni minuti; alcune esplodono accompagnate da un suono simile a un tuono. Le meteore deboli, dette stelle cadenti, sono generalmente fenomeni singoli e sporadici. Vi sono però dei periodi dell'anno in cui, nell'intervallo di pochi giorni o addirittura di poche ore, si vedono migliaia di meteore, che sembrano provenire da una stessa regione del cielo detta quadrante. Questi sciame sono detti piogge meteoritiche e prendono il nome dalla costellazione in cui si trova il quadrante. Alcuni di essi appaiono ogni anno nello stesso giorno e sono detti piogge periodiche; altri si verificano irregolarmente. I periodi delle piogge meteoritiche coincidono generalmente con quelli di alcune comete. La maggior parte dei meteoroidi si disintegrano in volo e, sulla Terra, cadono solo delle polveri; i frammenti di meteoroidi che riescono a raggiungere la superficie terrestre o di un altro pianeta sono detti meteoriti.

## Schiaparelli aveva ragione

- La teoria di Schiaparelli, poi rivelatasi esatta, ipotizzava che le comete, durante i loro avvicinamenti al sole, che le portano ad evaporare formando una lunga coda di gas e polveri spazzata dal vento solare, lasciassero dietro di sé, pressappoco sulla stessa orbita, numerosissimi detriti (pezzetti di ghiaccio, sassolini, polveri). Quando la Terra, viaggiando nello spazio, attraversa queste regioni, i minutissimi detriti entrano nell'atmosfera terrestre ad altissima velocità (fino a 50 Km/secondo, oltre 50 volte la velocità di un proiettile di un fucile), ed evaporano a causa del forte attrito e surriscaldamento lasciando talvolta anche una scia colorata, dovuta alla ionizzazione dell'aria. Il tratto di orbita più prossimo alla cometa è naturalmente quello più ricco di polveri e quindi negli anni più vicini al transito della cometa, l'attività dello sciame meteorico si accentua. La [cometa Swift-Tuttle](#), dopo essere stata osservata per 3 mesi nel 1862 è stata riscoperta nel 1992 dopo essere stata cercata infruttuosamente per quasi 10 anni poiché l'orbita era stata leggermente modificata dai getti di gas, un po' come avviene per i satelliti artificiali. All'avvicinamento della cometa hanno fatto da contorno degli sciame meteorici particolarmente intensi nel 1980 e attorno al 1992. Impossibile prevedere esattamente quale sarà l'intensità della pioggia delle stelle cadenti quest'anno ma in passato raramente si sono potute contare più di un centinaio di meteore/ora anche in condizioni ottimali, sotto cieli molto scuri e puliti e senza il chiarore lunare. **Effetti sulla Terra:** Le stelle cadenti, che d'ora in poi chiameremo **meteore** - questo è il nome corretto - sono degli oggetti innocui per la Terra perché, in ogni caso, non riescono a raggiungere la superficie terrestre, ma si disgregano già negli strati più alti dell'atmosfera, a circa 90-120 km dal suolo (mesosfera). Tuttavia il nostro pianeta subisce un bombardamento incessante da parte di questi piccoli oggetti: da calcoli fatti pare che ne cadano ogni giorno una quantità pari a 400 tonnellate!

# Intersezione delle orbite Halley-Terra



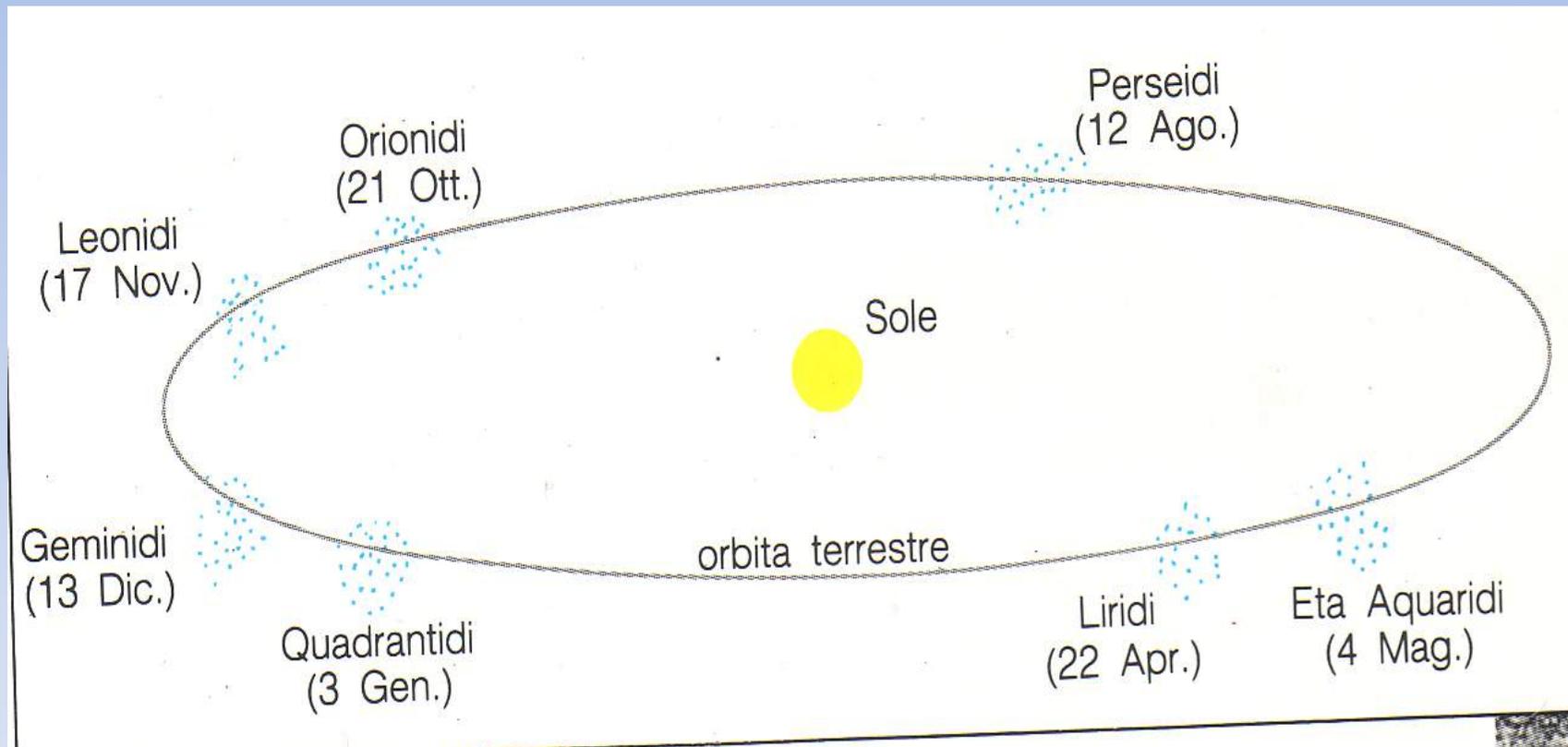
# Gli "sciami meteorici"

- Poichè il Sistema Solare è ricco di comete, la Terra attraversa un gran numero di "scie" residue, che prendono il nome di "sciami meteorici": convenzionalmente se ne contano più di 200!

Ci sono sciami più o meno ricchi di corpi, più o meno famosi, questo dipende essenzialmente dalla portata dello sciame detritico lasciato dalla cometa.

Le due "piogge" più importanti sono quella che ci apprestiamo ad osservare in questi giorni, le cosiddette "**Perseidi**" e quella novembrina delle "**Leonidi**", che negli ultimi anni ci ha regalato nottate di vera emozione.

# Date dei vari sciami meteorici



# Alcuni dati sulle meteore (1)

- Le stelle cadenti, o **meteore**, sono le scie luminose prodotte dall'evaporazione nell'atmosfera di piccole particelle di roccia, ghiaccio o polvere. Queste si trovano in grande abbondanza nello spazio intorno alla Terra, rilasciate soprattutto dalle comete lungo la propria orbita. Quando il nostro pianeta le investe, nel suo moto orbitale attorno al Sole, esse vengono distrutte. Si tratta di particelle veramente minuscole: le più grandi pesano appena un decimo di grammo, ma sono in grado di produrre tracce tanto luminose quanto le stelle più brillanti. Vengono rilasciate nello spazio dalle comete nel loro passaggio attorno al Sole, consumate dal suo calore e dal vento solare, un flusso di ioni molto energetico emesso dalla nostra stella.
- Ma come avviene in pratica il fenomeno delle meteore ?  
Queste particelle cadono sulla Terra a velocità vertiginose (tipicamente intorno ai 50 Km/s ma arrivano fino a 72 km/s, ben 260mila Km all'ora !), e ad un'altezza di circa 100 Km. Per questo motivo risentono di un enorme attrito con la nostra atmosfera, attrito che li riscalda a temperature elevatissime. I frammenti più piccoli vaporizzano, producendo reazioni fisico chimiche che creano scie luminose di 5-20 Km di lunghezza.

# Alcuni dati sulle meteore (2)

- Questo fenomeno avviene durante tutto l'anno, ma in alcuni periodi è più frequente perchè la Terra, nel suo moto attorno al Sole, incontra nubi di detriti più dense, quelle perdute da una cometa per esempio, così si può avvistare un maggior numero di meteore. Quest'anno l'orbita terrestre incrocerà la nube un po' più tardi del solito, quindi il massimo degli avvistamenti di meteore si avrà più tardi.  
Oltre allo sciame delle Perseidi (9-14 agosto), i più famosi sono quello delle Leonidi (17- 18 novembre) e delle Orionidi (intorno al 21 ottobre).
- Le stelle cadenti di uno sciame sembrano provenire dallo stesso punto del cielo, detto "radiante". Questo è solo un effetto di prospettiva: in realtà tutti i corpi dello sciame si muovono parallelamente fra loro, in direzione della superficie terrestre, ma dato che li osserviamo dal basso sotto una certa angolazione, le meteore sembrano percorrere un arco nel cielo.
- Inoltre la pioggia di meteore non è limitata alle notti intorno al San Lorenzo, ma comincia alla fine di luglio e termina oltre il 20 agosto, anche se solo durante il picco massimo del 12 agosto si possono scorgere fino a un centinaio di meteore all'ora: negli altri giorni il numero è decisamente minore, ma comunque superiore alle 5-10 meteore l'ora che si vedono nelle notti "normali".
- Consigli di osservazione
- Il massimo numero di meteore si dovrebbe avere nelle notti del 12 e del 13 agosto. Le ore migliori per l'osservazione sono quelle fra le due di notte e l'alba. Naturalmente è meglio recarsi in un luogo buio, lontano dalle luci della città. Tenete presente che al nostro occhio occorrono una ventina di minuti per adattarsi bene al buio e distinguere luci anche deboli.

## Cos'è il radiante

- Il **nome delle "piogge"** viene attribuito dalla costellazione dalla quale le meteore sembrano provenire; pertanto la "pioggia di San Lorenzo", che sembra provenire dalla costellazione del **Perseo**, è stata chiamata pioggia delle **Perseidi**, quella novembrina si chiama "delle Leonidi" poiché sembra provenire dalla costellazione del Leone.
- Questo punto nel cielo è detto "**radiante**".

Lo sciame delle Perseidi che si verifica annualmente in genere non è di grande portata.

Non aspettiamoci, quindi, di vedere uno "spettacolo" pirotecnico, ma solo rare e tenui scie effimere come un pensiero.

La loro fama deriva, probabilmente, non dalla loro spettacolarità, bensì da un insieme di fattori: tradizione popolare legata al martirio di San Lorenzo (il 10 Agosto), la celebre poesia del Pascoli, che immortala in versi, "il pianto" del cielo e, non ultimo, forse, quel desiderio che anima la gente, in periodo di caldo estivo e clima di vacanze, di evadere dal consueto e riscoprire, in cielo, qualcosa di nuovo e di antico.

# La poesia più famosa sulle “stelle cadenti”

- **X AGOSTO**  
**di Giovanni Pascoli**

San Lorenzo, io lo so perché tanto  
di stelle per l'aria tranquilla  
arde e cade, perché si gran pianto  
nel concavo cielo sfavilla.  
Ritornava una rondine al tetto:  
l'uccisero: cadde tra i spini;  
ella aveva nel becco un insetto:  
la cena dei suoi rondinini.  
Ora è là, come in croce, che tende  
quel verme a quel cielo lontano;  
e il suo nido è nell'ombra, che attende,  
che pigola sempre più piano.  
Anche un uomo tornava al suo nido:  
l'uccisero: disse: Perdono;  
e restò negli aperti occhi un grido:  
portava due bambole in dono.  
Ora là, nella casa romita,  
lo aspettano, aspettano in vano:  
egli immobile, attonito, addita  
le bambole al cielo lontano.  
E tu, Cielo, dall'alto dei mondi  
sereni, infinito, immortale,  
oh! d'un pianto di stelle lo inondi  
quest'atomo opaco del Male!



## La cometa Swift Tuttle 1992t

fotografata al suo ultimo passaggio ravvicinato alla Terra

(foto F.Bordignon, F.Paglia,

Osservatorio Schiaparelli -13.11.1992)



# La cometa Swift Tuttle 1992t

fotografata al suo ultimo passaggio ravvicinato alla Terra



Arrivederci al  
2126

# Stelle cadenti viste dallo spazio



## Immagine pittorica dello sciame del 1833



# Che cos'è uno sciame meteoritico ?

Queste particelle cadono sulla Terra a velocità vertiginose (tipicamente intorno ai 50 Km/s ma arrivano fino a 72 km/s, ben 260mila Km all'ora !), e ad un'altezza di circa 100 Km. Per questo motivo risentono di un enorme attrito con la nostra atmosfera, attrito che li riscalda a temperature elevatissime. I frammenti più piccoli vaporizzano, producendo reazioni fisico chimiche che creano scie luminose di 5-20 Km di lunghezza.

Questo fenomeno avviene durante tutto l'anno, ma in alcuni periodi è più frequente perché la Terra, nel suo moto attorno al Sole, incontra nubi di detriti più dense, quelle perdute da una cometa per esempio, così si può avvistare un maggior numero di meteore. Quest'anno l'orbita terrestre incrocerà la nube un po' più tardi del solito, quindi il massimo degli avvistamenti di meteore si avrà più tardi. Oltre allo sciame delle Perseidi (9-14 agosto), i più famosi sono quello delle Leonidi (17- 18 novembre) e delle Orionidi (intorno al 21 ottobre).

Le stelle cadenti di uno sciame sembrano provenire dallo stesso punto del cielo, detto "radiante". Questo è solo un effetto di prospettiva: in realtà tutti i corpi dello sciame si muovono parallelamente fra loro, in direzione della superficie terrestre, ma dato che li osserviamo dal basso sotto una certa angolazione, le meteore sembrano percorrere un arco nel cielo.

Inoltre la pioggia di meteore non è limitata alle notti intorno al San Lorenzo, ma comincia alla fine di luglio e termina oltre il 20 agosto, anche se solo durante il picco massimo del 12 agosto si possono scorgere fino a un centinaio di meteore all'ora: negli altri giorni il numero è decisamente minore, ma comunque superiore alle 5-10 meteore l'ora che si vedono nelle notti "normali".

- **Consigli di osservazione**

Il massimo numero di meteore si dovrebbe avere nelle notti del 12 e del 13 agosto. Le ore migliori per l'osservazione sono quelle fra le due di notte e l'alba. Naturalmente è meglio recarsi in un luogo buio, lontano dalle luci della città. Tenete presente che al nostro occhio occorrono una ventina di minuti per adattarsi bene al buio e distinguere luci anche deboli.

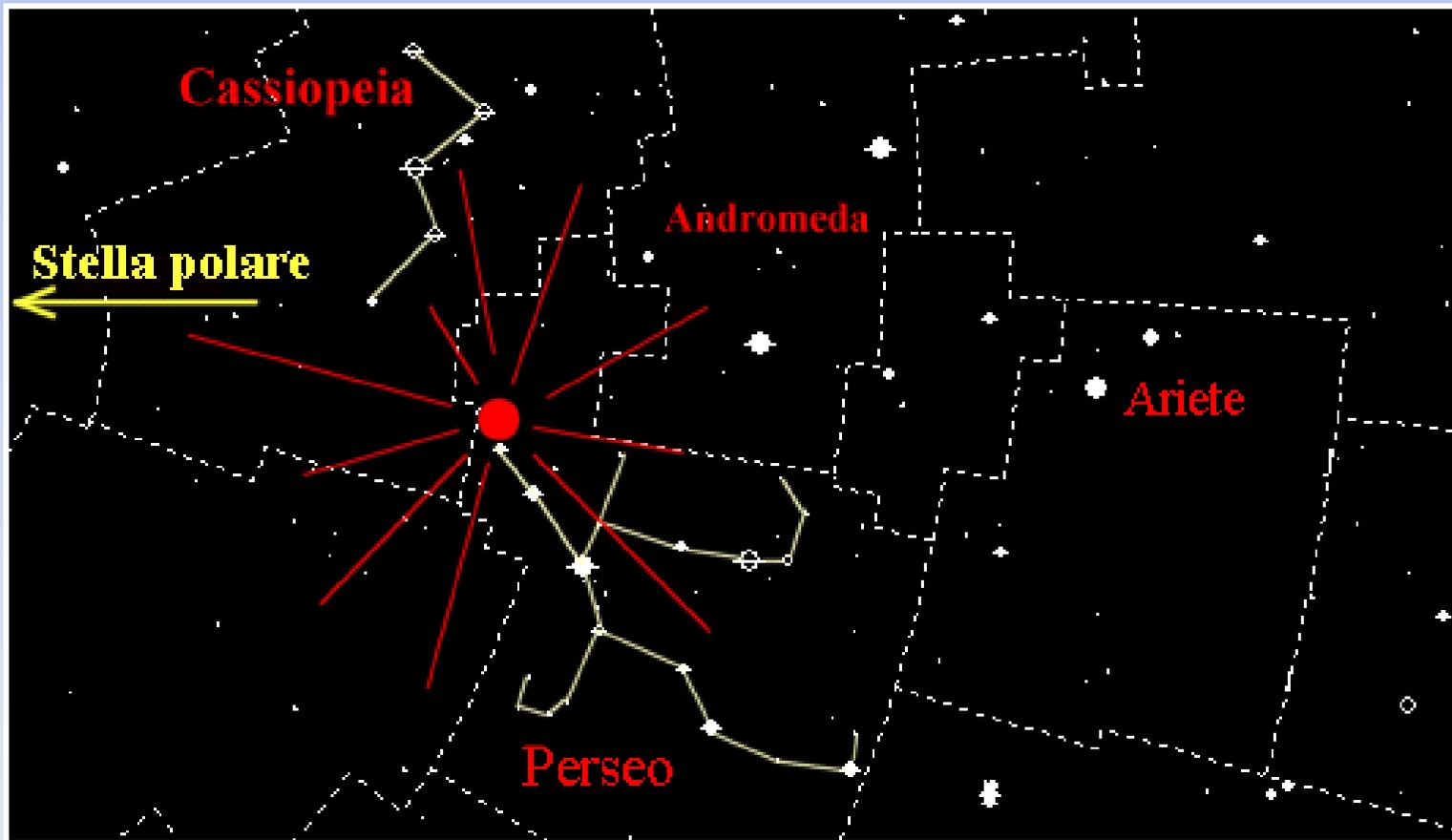
Dopo aver individuato il radiante con l'aiuto della mappa (foto sopra), spostatevi con lo sguardo a circa 40° da quel punto, in qualunque direzione. In questo modo potrete sfruttare la sensibilità alla luce della parte esterna della retina.

Una meteora fotografata allo Yosemite National Park. (cortesia Dirk Obudzinski, August 12, 2004)



## Dove guardare?

Per cercare le meteore, utilizzate la mappa qui sotto. Il cerchio rosso è il radiante, cioè il punto dal quale le stelle cadenti sembrano provenire. Si trova nella costellazione del Perseo, perciò queste meteore prendono il nome di Perseidi. Se avete difficoltà a scorgerla cercate prima la caratteristica è più visibile W della costellazione di Cassiopeia, la sua "vicina di cielo" .



Le Stelle in cielo brillano...

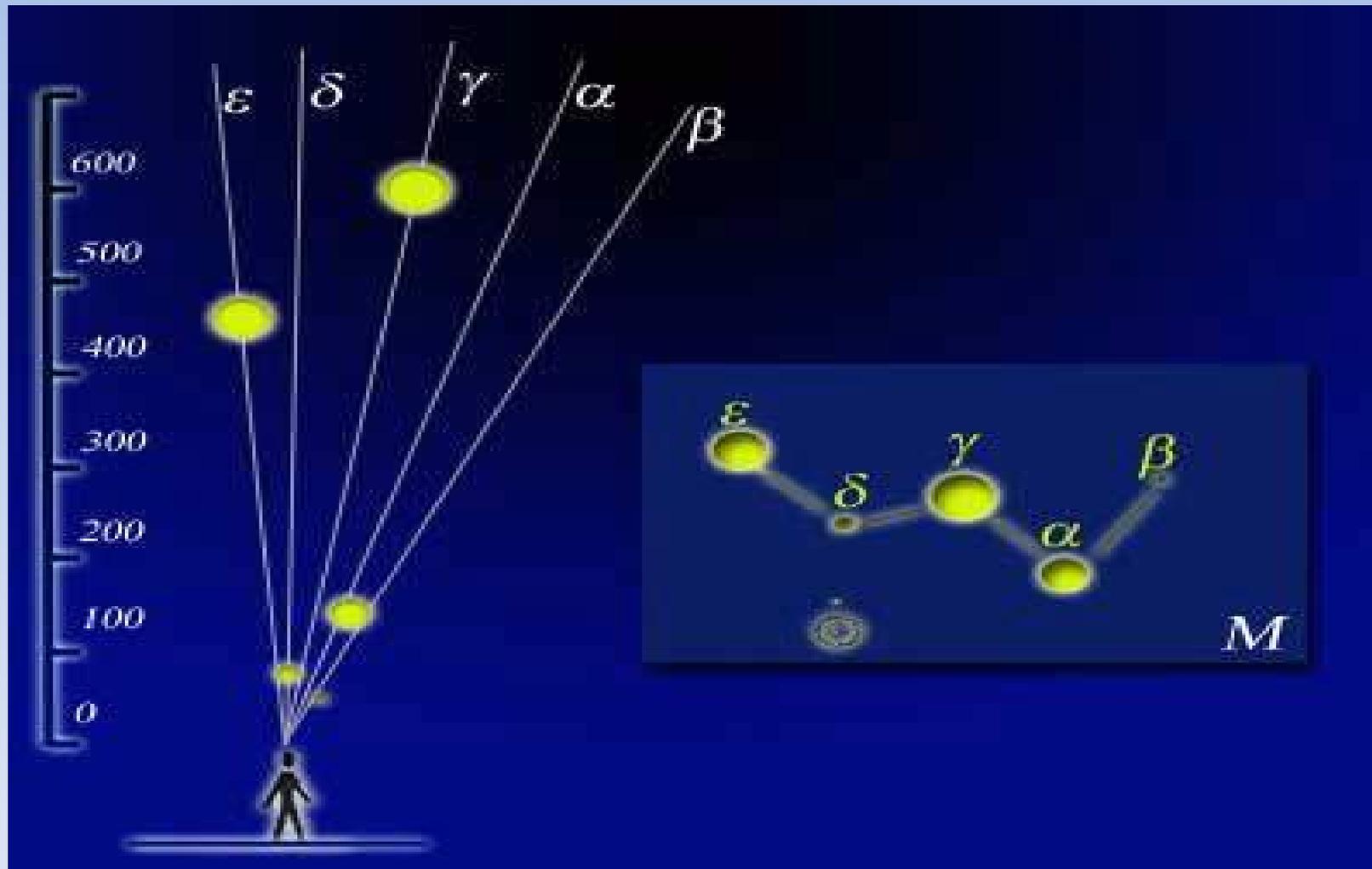
# Le stelle

- **Le Stelle** sono altrettanti soli: corpi celesti brillanti di luce propria e generalmente così lontani da noi che sembrano immobili, mentre invece si spostano assai rapidamente.  
**Numero.** Nelle notti più chiare si scorgono circa 2.000 stelle. Col mutare delle stagioni altre le sostituiscono, così che in un anno è possibile vedere a occhio nudo 6.000 stelle circa. L'insieme delle stelle della nostra Galassia si conta a miliardi e ciò nonostante lo spazio è quasi vuoto. Se il Sole fosse grande come il puntino di una "i", la stella più vicina sarebbe un puntino situato a 16 km e le altre stelle sarebbero punti più o meno microscopici, alcune soltanto grandi come un pisello, distanti centinaia di migliaia di chilometri.  
**Distanza.** La stella più vicina a noi, il Sole, dista 150 milioni di chilometri. Invece del chilometro, unità di misura insufficiente per tali distanze, si usa l'anno luce, cioè la distanza che percorre la luce in un anno, alla velocità di 300.000 chilometri al secondo. La stella più vicina, eccettuato il Sole, si trova a 4,3 anni luce. Sirio, la stella più luminosa, è a 8,7 anni luce. Altre stelle distano da noi migliaia di anni luce.  
**Luce.** Tutte le stelle brillano di luce propria, luce che può essere prodotta in seguito a reazioni nucleari simili a quelle della bomba a idrogeno. Quando gli atomi di idrogeno si trasformano in atomi di elio, e questa reazione avviene nella maggior parte delle stelle, l'1% circa della massa si trasforma in energia (500 grammi di idrogeno liberano una energia pari a quella che possono svolgere circa 11.000 tonnellate di carbone). Questa energia mantiene la temperatura interna della stella a milioni di gradi. Alla superficie la temperatura varia da 3.000 a più di 30.000 gradi a seconda della natura della stella. Sono milioni di tonnellate di materia che producono un tale spaventoso quantitativo di energia.  
**Luminosità.** Il Sole è una stella media sia per grandezza che per luminosità; altre stelle sono brillanti da 600.000 volte più a 550.000 volte meno del Sole. Per la maggior parte la luminosità è compresa tra 1/10.000 e 10.000 in rapporto alla luminosità del Sole. Lo splendore osservato dipende dalla distanza e dalla luminosità reale o assoluta della stella.  
**Dimensioni.** La maggior parte delle stelle è così lontana che la loro grandezza non può essere che misurata indirettamente. Le supergiganti rosse sono le stelle più grandi. Il sistema solare compreso sino all'orbita del pianeta Marte conterrebbe a fatica la stella Antares, il cui diametro è infatti 390 volte quello del Sole. Le stelle più piccole sono le nane bianche.

# Attenzione alle distanze!!!

- Le stelle sembrano tutte poste alla stessa distanza da noi, come se qualcuno le avesse cucite nel manto regale del cosmo!
- Ma non è così, è una falsa percezione. Esse sono a distanze variabili fra pochi a.l. e migliaia di a.l.
- **Guardare le stelle significa fare un viaggio indietro nel tempo!!**
- **Infatti la luce impiega del tempo per arrivare fino a noi!**

# Falsa percezione visiva



# Le stelle di colore sono?

La fotosfera di una stella ha un colore che dipende dalla sua temperatura: se è molto calda, la stella apparirà bianca, se è più fredda potrà essere giallo-arancio, se è ancora più fredda sarà rossa. Qui sotto puoi vedere a quali temperature della fotosfera corrispondono all'incirca i vari colori.

## Temperatura - Colore

- 30-50.000 : azzurro
- 10-30.000 : azzurro-bianco
- 8-10.000 : bianco
- 6-8.000 : bianco-giallo
- 5-6.000 : giallo
- 3.800-5.000 : arancio
- 2.700-3.800 : rosso

Se osserviamo il cielo in una notte scura, lontano dalle luci della città, possibilmente con un piccolo telescopio, distingueremo il colore di alcune fra le stelle più luminose del firmamento.

## Stella (costellazione) Colore

- Aldebaran (Toro) **Rosso** - Antares (Scorpione) **Rosso** - Capella (Auriga) **Giallo**  
Rigel (Orione) Bianco - Betelgeuse (Orione) **Rosso** - Sirio (Cane Maggiore) Bianco  
- Procyon (Cane Minore) **Bianco-giallo** - Bellatrix (Orione) **Bianco-azzurro** -  
Arturo (Bootes) **Arancio** - Vega (Lira) Bianco Deneb (Cigno) Bianco

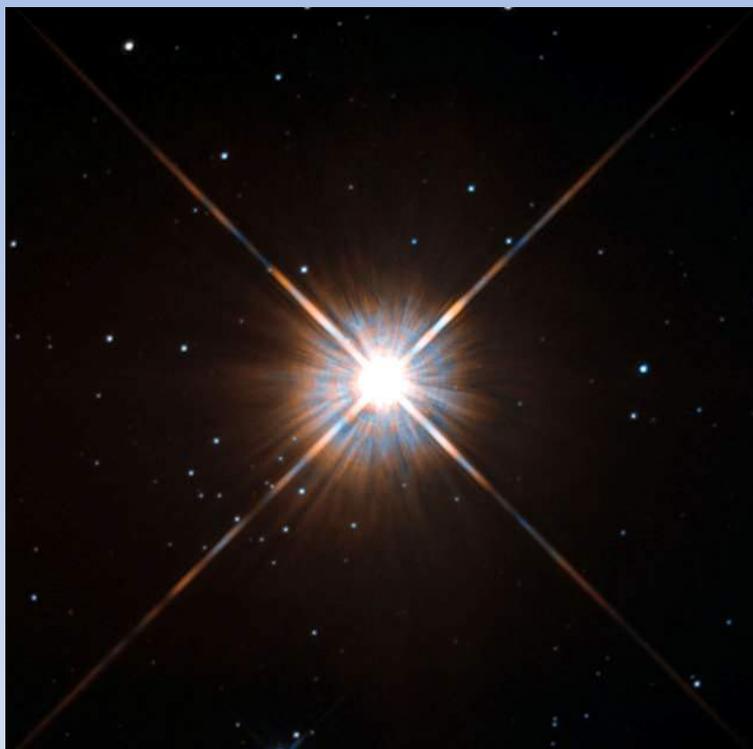
# Partiamo dal buon vicinato

- **La stella più vicina è...**

**Il Sole, naturalmente!**

- **L'astro dopo il Sole più vicino alla Terra è Proxima Centauri, distante 4,2 anni luce da noi e visibile solo col telescopio dall'emisfero Sud.**
- **Segue la stella di Barnard distante "solo" sei anni luce, ma non visibile ad occhio nudo dato che la sua magnitudine è appena di 9,5 (l'occhio vede solo fino alla 6<sup>a</sup> magnitudine).**
- **La stella più vicina visibile ad occhio nudo (mag. ass. + 1.40-stella di prima grandezza-) è anche quella più luminosa di tutte: Sirio.**

# Proxima Centauri



La nana rossa Proxima Centauri è lontana ben 13.000 unità astronomiche dalla binaria Alpha Centauri, e, se effettivamente si trova in orbita attorno a questa, avrebbe un periodo di 500.000 anni o più. Per questo motivo, Proxima è a volte chiamata Alpha Centauri C. Il consueto nome Proxima indica la sua vicinanza relativa al nostro Sistema Solare, rispetto alla binaria Alpha Centauri. Non è chiaro se Proxima stia davvero orbitando attorno alle altre due, ma il legame con esse sembra provato dal fatto che condivide con loro lo stesso [moto proprio](#) nello spazio.

- Alpha Centauri è un sistema stellare triplo. Consiste di due stelle principali, [Alpha Centauri A](#) e [Alpha Centauri B](#) (che formano una [stella doppia](#)), e una [nana rossa](#) più debole chiamata [Proxima Centauri](#).

# Tabella delle stelle più vicine

<b>Sole</b>	<b>8 minuti luce</b>
<b>Proxima Centauri</b>	<b>4,22 a.l.</b>
<b>Alfa Centauri A</b>	<b>4,36 a.l.</b>
<b>Alfa Centuari B</b>	<b>4,36 a.l.</b>
<b>Stella di Barnard</b>	<b>5,96 a.l.</b>
<b>Wolf 359</b>	<b>7,78 a.l.</b>
<b>Lalande21185</b>	<b>8,29 a.l.</b>
<b>Sirio A</b>	<b>8,58 a.l.</b>
<b>Sirio B</b>	<b>8,58 a.l.</b>

# Il nostro amato Sole : una palla infuocata

GRANDEZZA DELLA TERRA

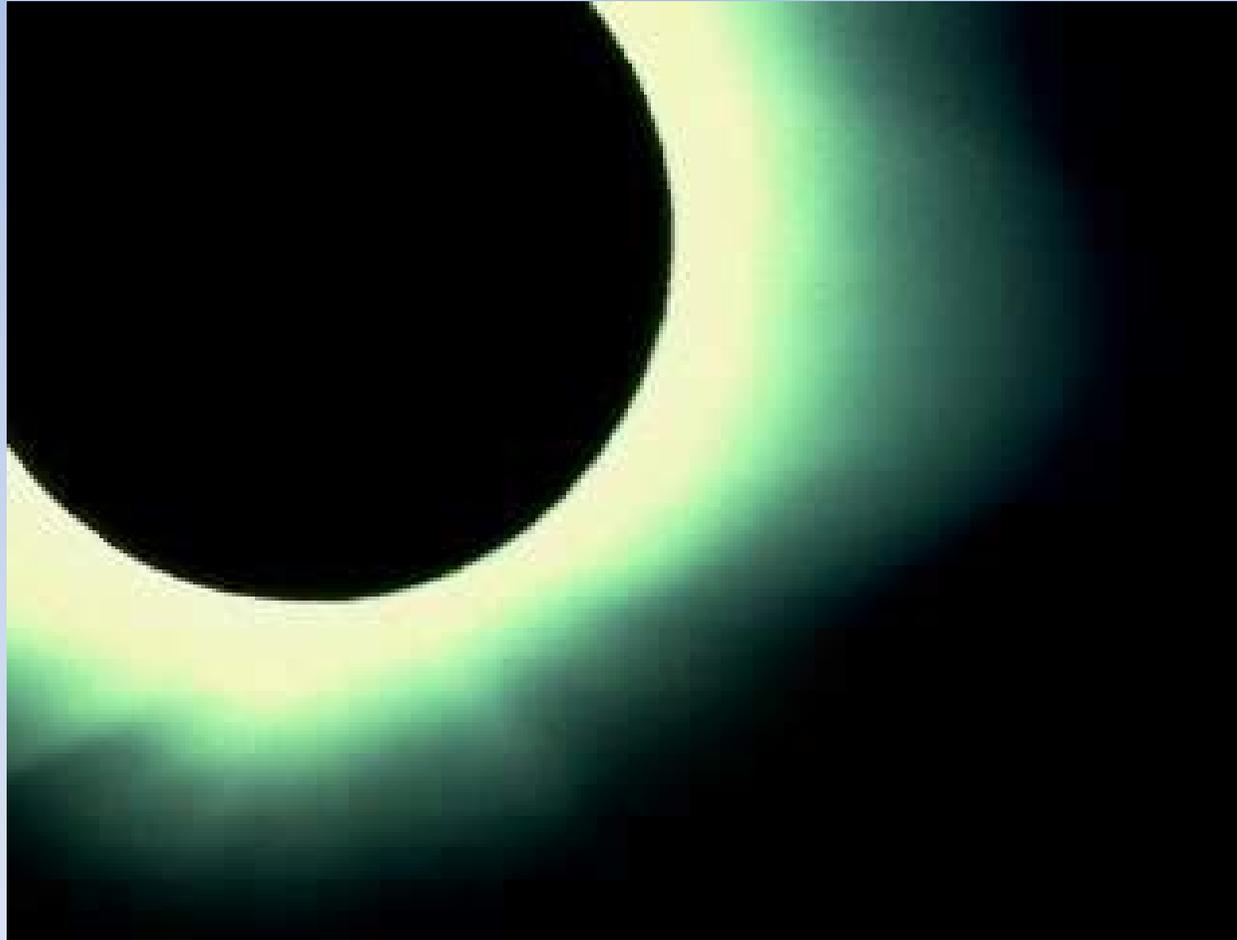


$M = 2 \cdot 10^{30} \text{Kg}$  (300000 volte la terra)

oltre 700 volte la massa di tutti i pianeti

$R = 7 \cdot 10^5 \text{ Km}$  (100 volte la terra)

# Il vento solare video 5



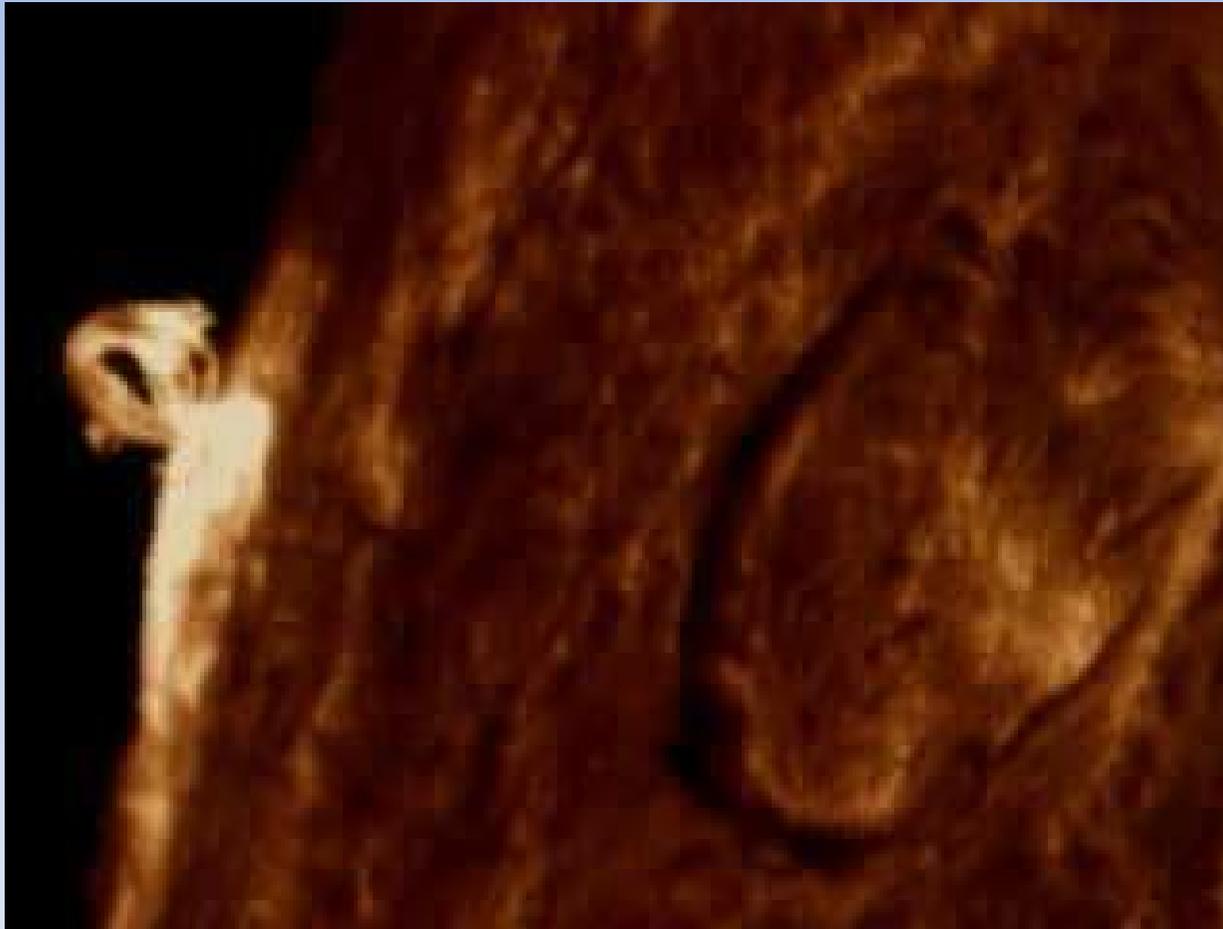
# Le protuberanze video 6



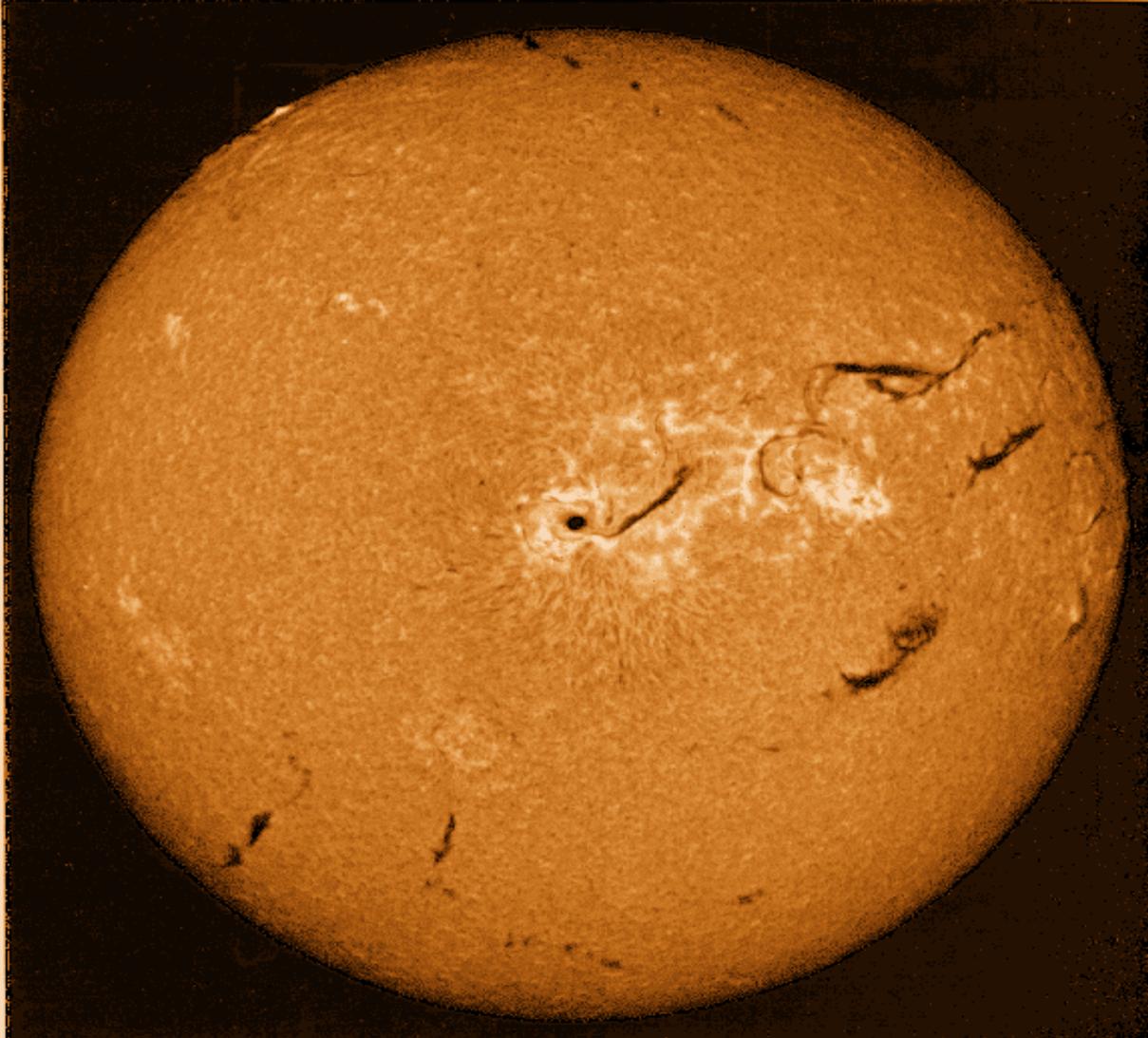
# Le macchie solari video 7



# La fotosfera video 8



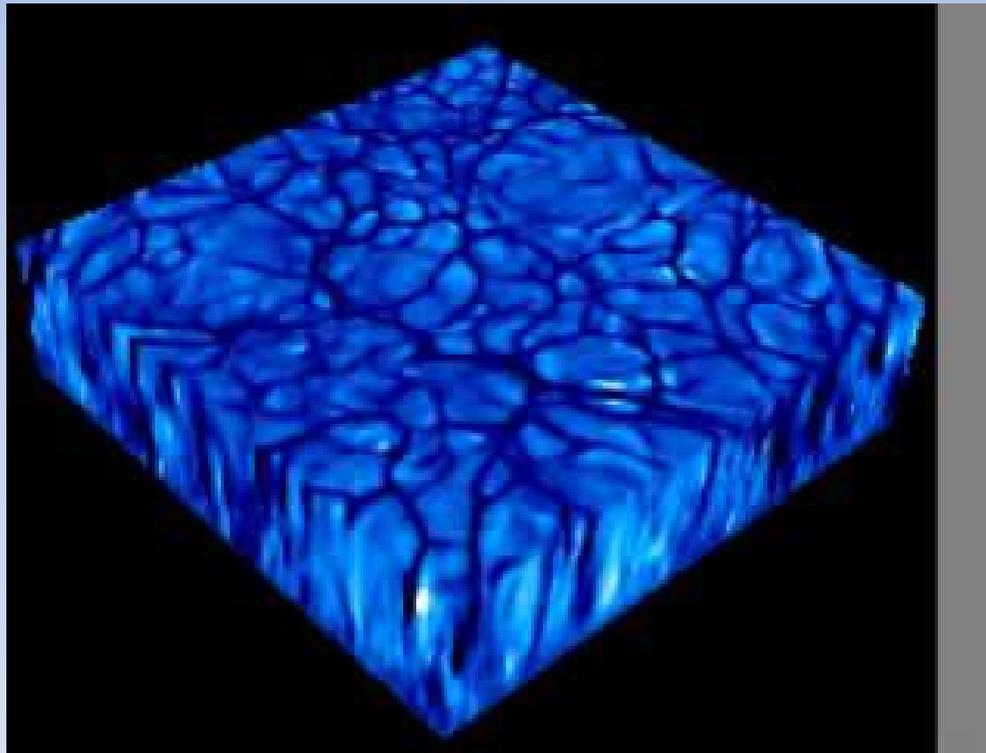
# Il sole fotografato in banda H $\alpha$



è una particolare riga di emissione (o di assorbimento) dell'idrogeno alla lunghezza d'onda di 6562,81  $\text{\AA}$ .

Transizione elettronica tra i livelli  $n=3$  e  $n=2$

# Il sole bolle! moti di convezione video 9

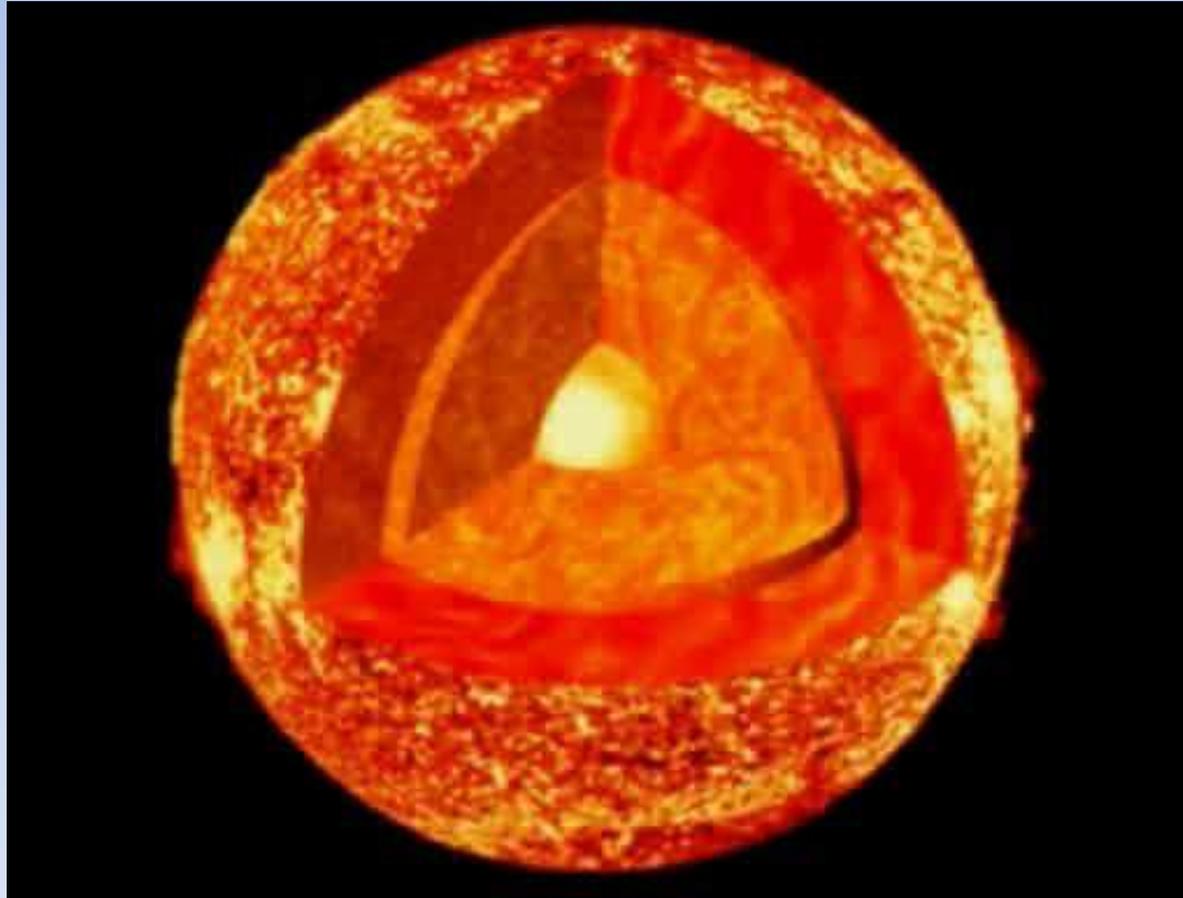


# IL Sole visto ai raggi X



L'immagine del Sole nei raggi X evidenzia buchi e archi coronali.

# Uno spaccato del Sole video 14



# Il Sole video 10

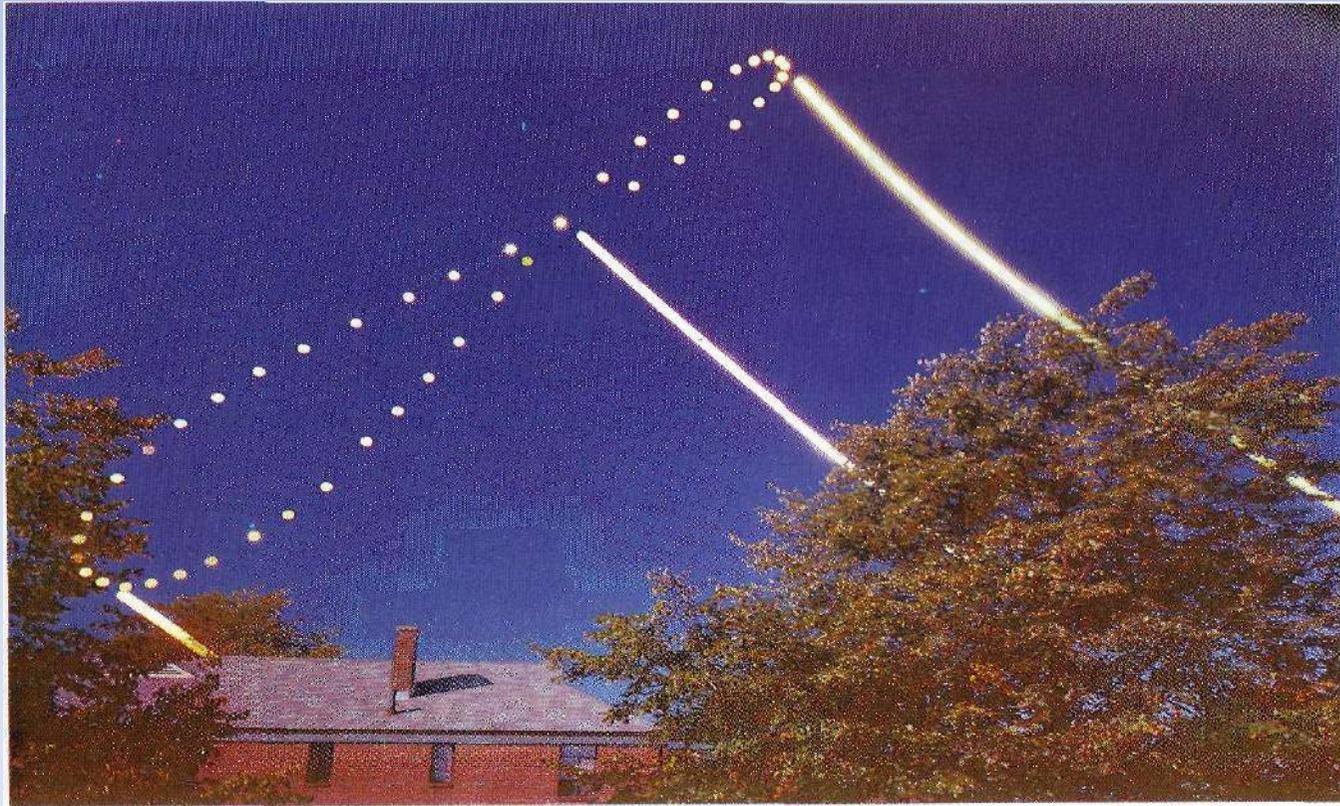


# Le eclissi video 11

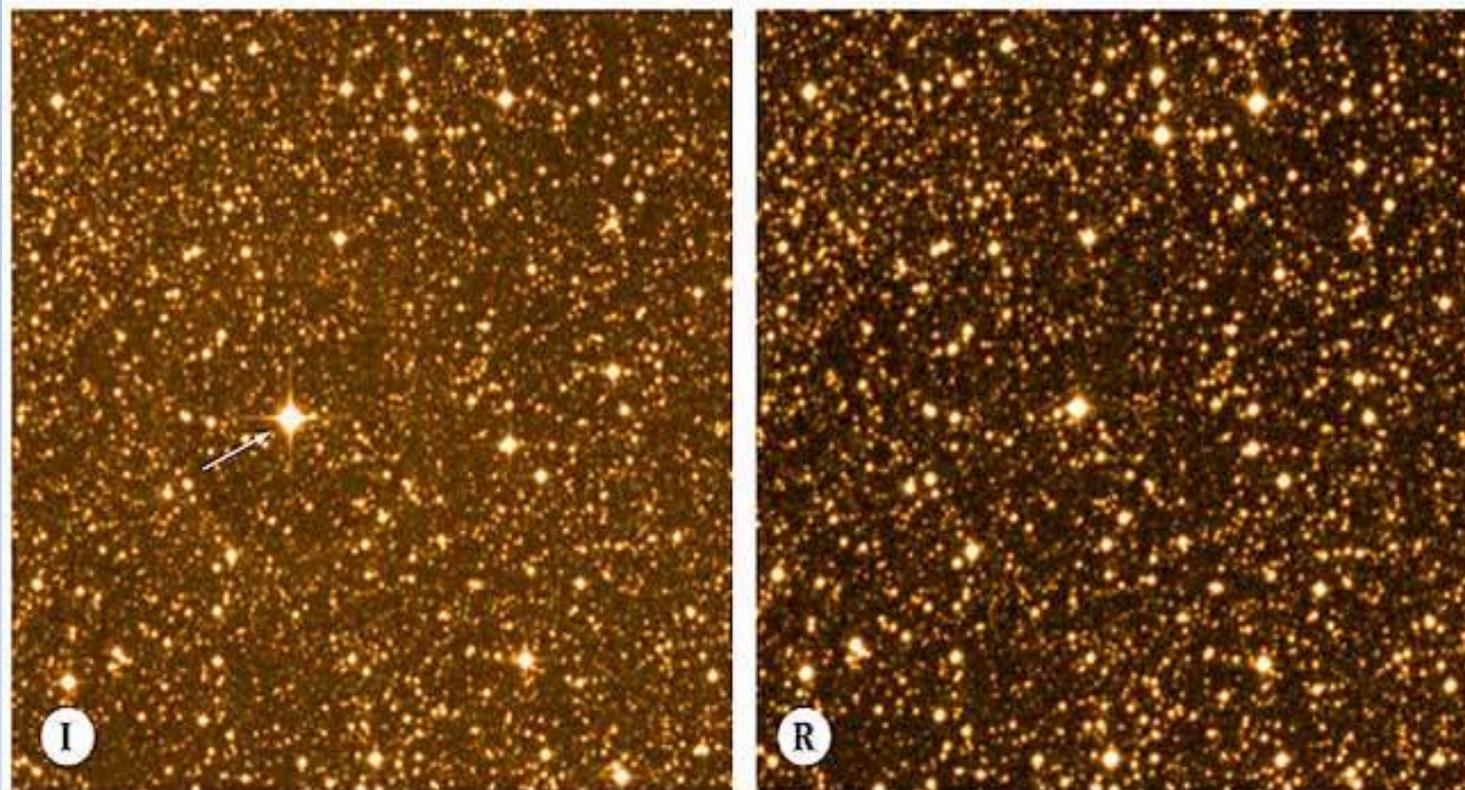


## Una piccola digressione a proposito del sole: cos'è un analemma?

- Il Sole fotografato per un anno intero ad intervalli di dieci giorni, sempre allo stessa ora disegna un analemma, una figura geometrica che spesso si vede riprodotta sui quadranti solari.



# Proxima Centuri (la vicina di casa)



Proxima Centauri - the Nearest Star

ESO PR Photo 27a/02 (29 November 2002)

© European Southern Observatory



# Un po' di chiacchiere...

- Minuscole fessure attraverso cui si intravede il fuoco celeste, diamanti incastonati nel firmamento, laghetti che risplendono nelle nere praterie della notte, come pensano gli eschimesi: ogni notte il cielo si adorna di migliaia di stelle visibili a occhio nudo. Per riconoscerle, una notte dopo l'altra, gli uomini si abituarono presto a radunare le più luminose in figure geometriche di varie dimensioni. Ovunque, in seno alle grandi civiltà così come presso i più esigui raggruppamenti umani, nascono le costellazioni. A ogni latitudine della Terra, le più alte sull'orizzonte ritornano ogni notte, sempre identiche a se stesse: sono le [stelle circumpolari](#). Senza mai tramontare, girano attorno a un punto fisso del cielo: la [Stella Polare](#), per chi abita nell'emisfero boreale. Per color che vivono nell'emisfero australe, il cielo si muove invece attorno a una zona oscura, priva di stelle visibili. Altre stelle sorgono a oriente e salgono in cielo, dove percorrono un lungo arco, e scompaiono dietro l'orizzonte. Sono visibili solo in certi periodi dell'anno, ma la loro scomparsa non significa affatto che siano spente, bensì che attraversano il cielo quando è inondato dalla luce del giorno, davanti alla quale persino gli astri più luminosi impallidiscono fino a scomparire. Il raggruppamento delle stelle in costellazioni è un'operazione del tutto arbitraria; ciascuna cultura compone le sue figure, dà loro nome, anima, storia secondo la propria fantasia. Esistono, però, alcuni grandi agglomerati ben caratterizzati o, all'opposto, aggregati piccoli ma ben delineati, comuni a tutte le civiltà presso cui sono visibili: l'[Orsa Maggiore](#), [Orione](#), le [Pleiadi](#) e i [Gemelli](#)

# Le prime della classe (2015): **R 136 a1** **La più massiva e luminosa**

Scoperta nel 2010

**Massa: 260 volte il sole**

**Luminosità: 8 milioni di volte il sole**

**Raggio: 30 volte il Sole**

**Distanza: 160.000 a.l.**

**Costellazione: Dorado (Tarantola)**

**Galassia: Grande Nube di  
Magellano**

Si riteneva finora che stelle  
più massive di 130 volte il  
sole non potessero esistere.

*La realtà è sempre più  
grande del nostro pensiero!*



A near infrared image of the R136 cluster, obtained at high resolution with the MAD adaptive optics instrument at ESO's Very Large Telescope. R136a1 is resolved at the

Le prime della classe (2015): **UY Scuti**

## La più grande

Raggio: **1700 volte il Sole**  
(poco prima si Saturno)

Massa: **30 volte il Sole**

Luminosità: **0.3 milioni di volte il Sole**

Distanza: **10.000 a.l.**

Costellazione: **Scudo**

Galassia: **Via Lattea**

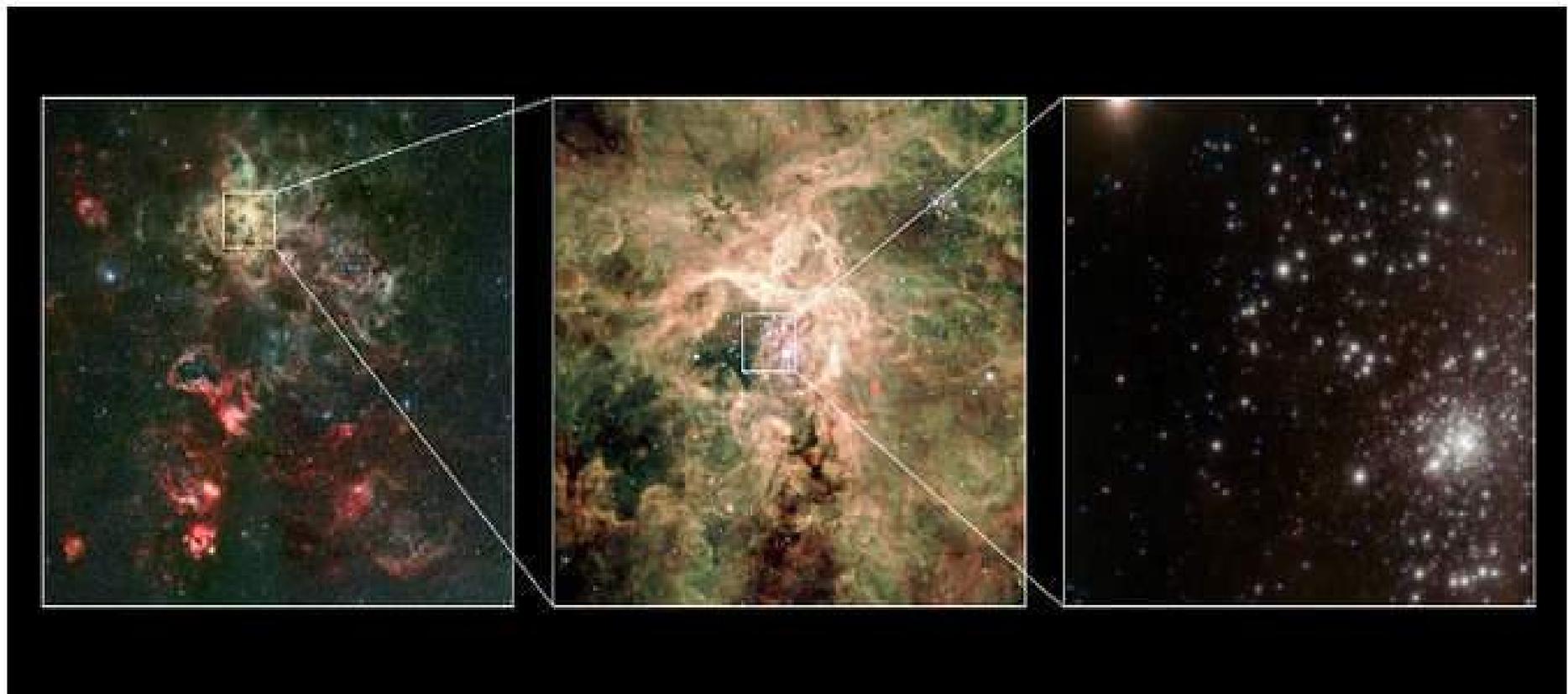


eso1030it — Comunicato Stampa Scientifico

## Il Concetto di Stella si fa Più Grande

Scoperta una Stella 300 Volte la Massa del Sole

21 Luglio 2010



# La più luminosa e massiva: R136a1

- È la stella più massiva che sia mai stata scoperta: si chiama R136a1, la sua massa è pari a circa 265 volte quella del Sole e la sua luminosità è 10 milioni di volte maggiore. Gli astronomi ritenevano che non potessero esistere stelle con una massa superiore a 130 volte il Sole. Ora la fisica dovrà essere rivista, anche perché si stima che «il mostro stellare» in realtà quando ha iniziato a brillare aveva una massa addirittura pari a 320 volte quella solare, che ha perso in quanto l'ha utilizzata per brillare come 10 milioni di soli, come ha confermato l'astrofisico Paul Crowther, docente all'Università di Sheffield, che ha guidato lo studio.
- R136a1 è stata individuata utilizzando una combinazione di strumenti del [Very Large Telescope dell'Eso](#), l'osservatorio astronomico europeo che si trova in Cile. Gli astronomi hanno scoperto un intero gruppo di stelle dello stesso tipo in due ammassi: NGC 3603 ed RMC 136. Il primo, a 22 mila anni luce da noi, è una specie di «incubatrice cosmica» per stelle neonate. Il secondo ammasso è un'altra nube di stelle giovani, supercalde e supermassive, che si trova nella Nebulosa della Tarantola, nella Grande Nube di Magellano distante 165 mila anni luce. Queste grandi stelle in incubazione, milioni di volte più luminose del Sole, sono relativamente giovani, e nel tempo perdono massa in seguito all'azione dei venti solari. Il gruppo di Crowther ha scoperto diverse stelle con temperature di oltre 40 mila gradi, più di sette volte più calde del Sole. «Sono stelle che brillano molto, sono gigantesche ma le più grandi "vivono" solo 3 milioni di anni».

# Le più luminose

Nome	Magnitudine apparente	Magnitudine assoluta	Luminosità ( $L_{\odot}$ )
Eta Carinae (Massimo del 1843)	-0,8	-20,26	55.000.000
R136a1	12,77	-12,6	8.700.000
HD 93162	8,08	-12,25	6.300.000 <sup>[1]</sup>
Cygnus OB2-12	11,40	-12,2	6.000.000
HD 93129A	6,97	-12,1	5.500.000
Eta Carinae (attuale)	tra 3,9 e 10,5	-12,1	5.500.000
Melnick 42	12,6	-11,6	3.500.000
WR 102ka (Stella Peonia)	8,8	-11,6	3.200.000
VFTS 682	16,1	-11,6	3.200.000
HD 5980	11,52	-11,5	3.000.000
WR 102ea	8,8	-11,2	2.500.000
Alfa Camelopardalis	4,29	-11,2	2.300.000 <sup>[2]</sup>
Arches-F6		-11,1	2.200.000
Arches-F9		-11,1	2.200.000
HDE 269810	12,28	-11,1	2.200.000 [1] <a href="#">↗</a>
Var 83 (in M33)		-11,1	2.200.000 [2] <a href="#">↗</a>
LBV 1806-20	8,6	-	2.000.000 [3] <a href="#">↗</a>
Arches-F4		-11,0	2.000.000
Arches-F7		-11,0	2.000.000
Arches-F1		-11,0	2.000.000
Wray 17-96		-10,9	1.800.000 [4] <a href="#">↗</a>
V4650 Sgr		-10,9	1.770.000
Stella Pistola (Modello basso)		-10,8	1.700.000
Arches-F12		-10,8	1.600.000
AF And (in M31)		-10,8	1.600.000 [5] <a href="#">↗</a>
Arches-F15		-10,6	1.400.000
Arches-F3		-10,5	1.300.000

# Le più grandi

Nome stella ↕	Diametro (Sole = 1) ↕	Galassia di appartenenza ↕
UY Scuti	1708	Via Lattea
NML Cygni	1650	Via Lattea
WOH G64	1540 - 1730	Grande Nube di Magellano
Westerlund 1-26	1530 (2544)	Via Lattea
VX Sagittarii A	1520	Via Lattea
V354 Cephei A	1520	Via Lattea
KW Sagittarii	1460	Via Lattea
VY Canis Majoris	1420	Via Lattea
KY Cygni	1420	Via Lattea
Mu Cephei (la <b>Stella granata</b> di Herschel)	1420	Via Lattea
V766 Centauri A	1315	Via Lattea

# Stella Pistola

## **Una delle stelle più luminose è la Stella Pistola**

- **Distanza 25 000 anni luce**
- **Massa circa 100 masse solari**
- **Luminosità circa 1.6 milioni di volte quella del sole**
- **Raggio medio 300 raggi solari**
- **Con il suo guscio esterno raggiunge un diametro di 4 anni luce, più o meno la distanza che c'è tra il Sole e la stella a lui più vicina. Si trova nella costellazione del Sagittario e, nonostante l'enorme distanza, risulterebbe un astro di 4° magnitudine se in mezzo non si frapponessero una gran quantità di materiale stellare e di polveri che la rendono praticamente invisibile dalla Terra.**

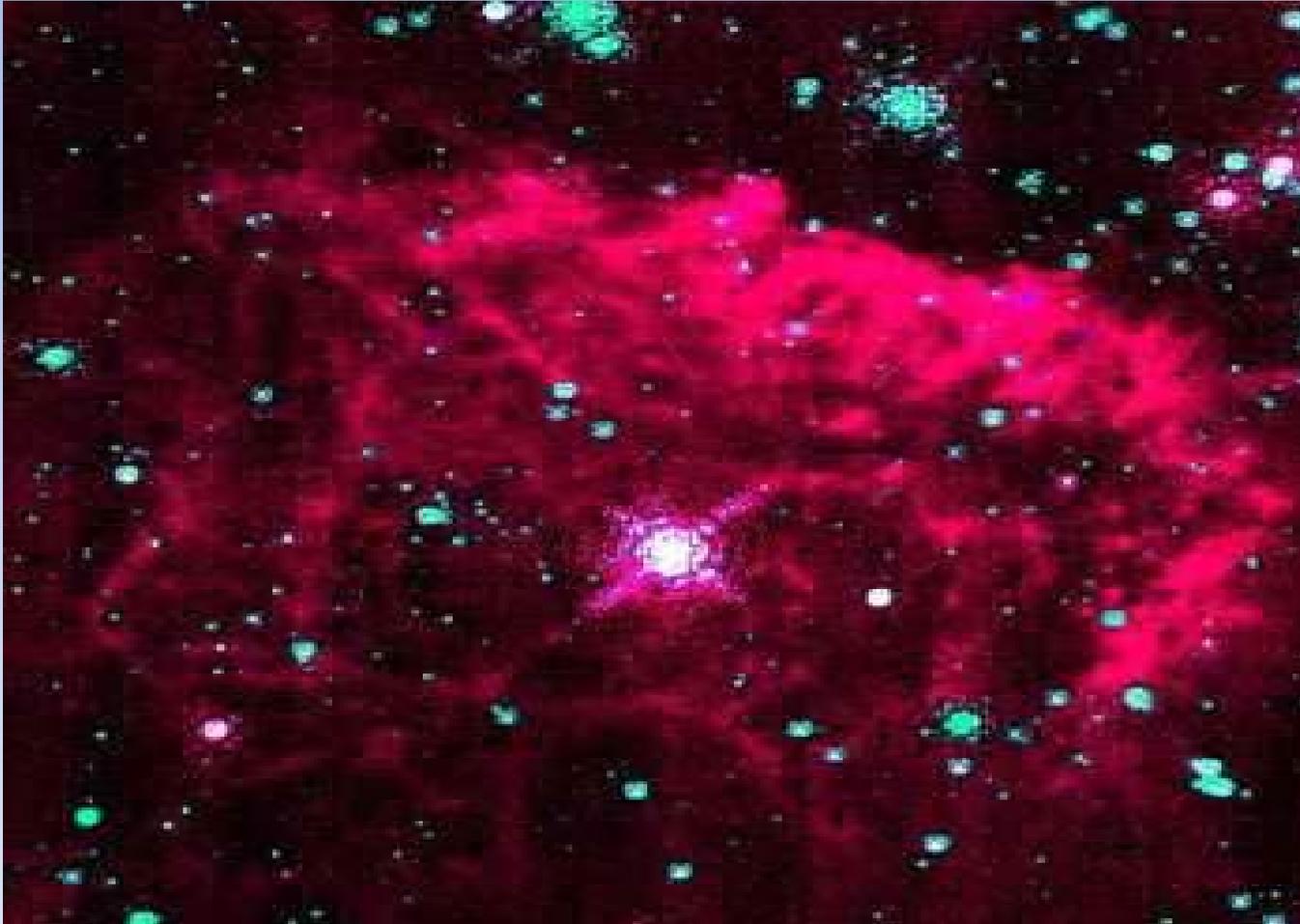
# Alcune note sulla Stella Pistola (1)

- La Stella Pistola fu notata agli inizi del 1990 da astronomi giapponesi e sudafricani, ma la sua luminosità e la sua relazione con la nebulosa non furono definite fino al 1995 quando Finger propose in una sua tesi che i passati stadi esplosivi della stella potevano aver creato la nebulosa. I risultati ottenuti grazie allo spettrometro dell'Hubble hanno confermato quelle conclusioni.
- Gli astronomi credono che la nebulosa a forma di pistola fu creata da eruzioni avvenute negli strati superiori della stella che espulse oltre 10 masse solari di materiale nel corso di grandiose esplosioni avvenute tra i 4000 e i 6000 anni fa. La stella continuerà a perdere ancora massa fino a mettere a nudo il suo nucleo che arde alla temperatura di 100.000 gradi.
- Bruciando con questa velocità, la Stella Pistola è destinata ad una morte sicura, con fase di supernova, entro i prossimi tre milioni di anni al massimo. "Le stelle massicce sono destinate a sperperare le proprie energie fino alla fine; sono così luminose che consumano il loro carburante con una rapidità eccessiva, bruciando velocemente e spesso dando luogo ad eventi drammatici quali le esplosioni di supernovae" ha detto Mark Morris, un professore di astronomia dell'UCLA che partecipa alla ricerca. "Durante la loro evoluzione, queste stelle emettono una porzione notevole della loro atmosfera e, come nel caso della Stella Pistola, producono una nebulosa e un vento stellare di estrema intensità, pari a dieci milioni di volte quello solare.
- per il grande telescopio [Keck](#) di 10 metri delle Hawaii. Il nuovo strumento sarà utilizzato per misurare le velocità di espansione dei gusci di gas.

# Alcune note sulla Stella Pistola (2)

- La Stella Pistola potrebbe essere visibile a occhio nudo come una stella di magnitudine 4 (il che è abbastanza impressionante data la sua distanza di 25.000 anni luce) se non fosse per le nubi interstellari, costituite da sottili particelle, che si trovano tra la Terra e il centro della Via Lattea, le quali assorbono la lunghezza d'onda visibile della sua luce. Nemmeno il più potente telescopio può distinguere la Stella Pistola alle lunghezze d'onda del visibile. Comunque il dieci per cento della luce infrarossa che viene emessa dalla stella raggiunge la Terra e questo fatto la rende visibile ai telescopi all'infrarosso che, come il NICMOS, hanno avuto un rapido perfezionamento tecnologico negli ultimi anni.
- La Stella Pistola era così massiccia quando si è formata, che diventa necessario rivedere le attuali ipotesi sulla formazione delle stelle. Nella visione attuale, le stelle si formano all'interno di grandi nubi di particelle che si contraggono per effetto della loro stessa gravità, aggregandosi alla fine in nuclei così caldi da innescare il processo di fusione nucleare dell'idrogeno.
- La stella può irradiare una tale quantità di energia da controbilanciare la ricaduta gravitativa del materiale, così da limitare l'aumento di massa. La massa iniziale della Stella Pistola può avere oltrepassato questo limite teorico. "Forse non è un caso che questa stella di massa estrema sia stata trovata proprio al centro della Galassia" ha detto Morris. "Gli indizi attuali ci portano a credere che il processo di formazione stellare può favorire la formazione di stelle con massa molto maggiore del nostro modesto Sole".
- Entro i prossimi anni il team utilizzerà il nuovo spettrometro per il vicino infrarosso che il gruppo di Ian S. McLean sta costruendo all'UCLA

# “Pistol star”



la Stella Pistola è destinata ad una morte sicura, con fase di supernova, entro i prossimi tre milioni di anni al massimo, perché **un stella più è massiva più muore velocemente (qualche milione di anni).**

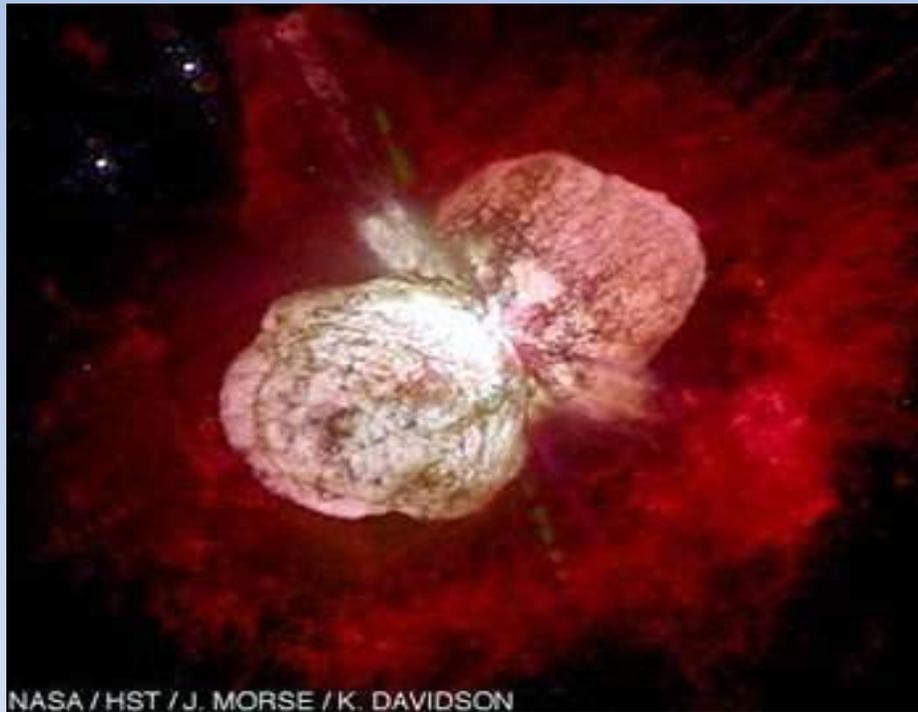
# Eta carinae: un caso parte



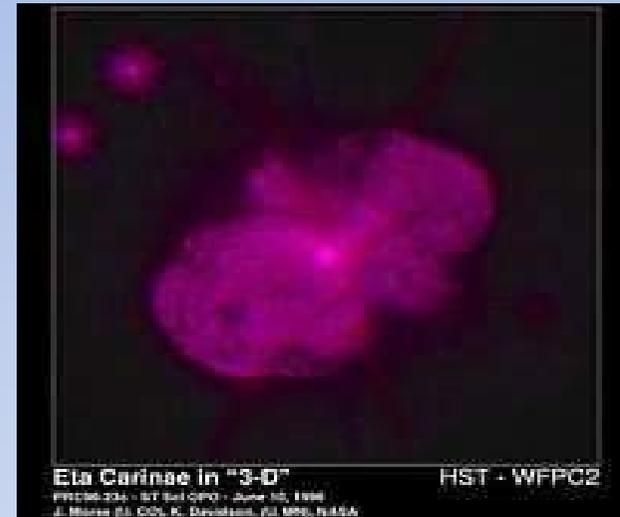
# Alcune notizie su Eta Carinae

- **Eta Carinae** è una [stella](#) molto grande (100-150 volte più del [Sole](#)) e molto luminosa (4 milioni di volte più del Sole), nella [costellazione](#) della [Carena](#) ([ascensione retta](#) 10h 45.1 m, [declinazione](#) -59°41m). La stella è circondata da una [nebulosa](#) grande e luminosa, conosciuta come [Nebulosa di Eta Carinae](#), o Nebulosa Buco della Chiave, o [NGC 3372](#).
- Un aspetto molto peculiare di Eta Carinae è la sua luminosità variabile. Quando fu catalogata per la prima volta nel 1677 da [Edmond Halley](#), era di quarta [magnitudine](#). Negli anni successivi divenne più luminosa, raggiungendo il massimo nell'aprile 1843 quando, nonostante la sua enorme distanza (7000-1000 [anni luce](#)), con una magnitudine di -0,8 era la seconda stella più brillante del cielo (dopo [Sirio](#)). In seguito si affievolì, e tra il 1900 e il 1940 era solo di ottava magnitudine, quindi invisibile ad occhio nudo. Riprese poi a salire lentamente, ed oggi (2004) è di magnitudine 5 o 6, dopo un inatteso raddoppio della sua luminosità tra il 1998 e il 1999.
- L'ambiente attorno ad Eta Carinae mostra tracce di grandi esplosioni, l'ultima avvenuta attorno al suo massimo di luminosità nel 1841. La ragione è sconosciuta, ma la possibilità più accreditata è che si verifichino a causa della [pressione di radiazione](#) accumulata dall'enorme luminosità della stella. Il materiale soggetto a questi fenomeni energetici forma una nebulosa che circonda la stella, che in una spettacolare immagine dell'[HST](#) ha la forma di una grande clessidra. Tale forma è tipica di nebulose formate per espulsione di materia dalla stella: la direzione preferenziale è dai poli, ed essi [precedono](#) come in una trottola, descrivendo un cerchio nello spazio. La materia espulsa dai poli nord e sud va quindi a formare una clessidra. La nebulosa più esterna, che i primi astronomi descrissero come un buco di una chiave, è invece ben più lontana ed non è stata formata da Eta Carinae. La luce della stella però la illumina (rendendola una [nebulosa a emissione](#)), e i suoi cambiamenti di luminosità hanno causato anche una variazione nell'aspetto della nebulosa.
- Stelle molto grandi come Eta Carinae consumano molto velocemente il loro "carburante" nucleare, e la vita prevista della stella è di appena un milione di anni, dopo i quali terminerà come una [supernova](#) (per confronto, il Sole ha una vita prevista di 10 miliardi di anni, la metà dei quali già passati).
- Osservazioni recenti sembrano indicare che Eta Carinae è in realtà una [stella binaria](#), con una compagna non troppo vicina che le orbita attorno in 5 anni e mezzo.

# Galleria fotografica di Eta Caninae



Dati: 100-150 volte la massa del sole,  
luminosità 4 milioni di volte il sole



## La classifica delle stelle visibili (ad occhio nudo) più luminose

<i>Nome</i>	<i>Costellaz</i>	<i>Magnitudine</i>	<i>Distanza a.l.</i>
<b><i>Sirio</i></b>	Canis Maioris	-1,5	8,7
<b><i>Canopo</i></b>	Carinae	-0,7	116
<b><i>Rigel</i></b> ( $\alpha$ Centauri)	Centauri	-0,3	4,3
<b><i>Arturo</i></b>	Bootis	-0,04	36
<b><i>Vega</i></b>	Lyrae	+0,03	26
<b><i>Capella</i></b>	Aurigae	+0,08	42
<b><i>Rigel</i></b>	Orionis	+0,12	

# Sirio (1)

- **Sirio** ( $\alpha$  [Canis Majoris](#), conosciuta anche come la Stella del Cane) è la [stella](#) più luminosa del cielo notturno ([magnitudine apparente](#) -1,46 e [magnitudine assoluta](#) +1,40 ). Questa stella può essere vista da tutte le regioni abitate della Terra e, nell'emisfero nord, è uno dei vertici del cosiddetto [Triangolo Invernale](#).
- Sirio si trova ad una distanza di 8,6 [anni luce](#), ed è perciò una delle [stelle più vicine alla Terra](#) (questo è il motivo principale della sua luminosità). È una stella di [sequenza principale](#), con [tipo spettrale](#) A0 o A1 ed ha una massa di circa 2,4 volte quella del [Sole](#). Ha una compagna, una [nana bianca](#) chiamata [Sirio B](#), che orbita attorno alla principale ad una distanza compresa tra 8,1 e 31,5 [UA](#), con un periodo di circa 50 anni. Fu la prima nana bianca ad essere scoperta. Di conseguenza, la primaria è a volte chiamata Sirio A.
- Storicamente, molte culture hanno dato un significato speciale a Sirio. Era adorata nella valle del [Nilo](#) molto prima che [Roma](#) fosse fondata, e molti templi degli antichi [Egizi](#) furono costruiti orientandoli in modo che la luce della stella potesse illuminare i loro altari interni. Gli Egizi inoltre basarono il loro [calendario](#) sul [sorgere eliaco](#) di Sirio, che accadeva poco prima dell'annuale piena del Nilo e dell' [equinozio di primavera](#). Nella [mitologia greca](#), il cane di [Orione](#) divenne Sirio. I Greci inoltre associarono Sirio con il caldo dell'estate: il nome Sirio deriva da Seirios, che significa "lo scottatore".
- **C'è una terza compagna?**
- Ci sono alcune questioni irrisolte riguardo Sirio. La prima è la possibile esistenza di una terza compagna, molto piccola, che è stata desunta da osservazioni astrometriche ma non confermata da osservazioni ottiche. In questi ultimi anni l'ipotesi sembra essere confermata al 90%. La vicinanza di questo ipotetico terzo corpo (Sirio C) a Sirio A ostacola fortemente l'osservazione ottica. La massa attribuibile a Sirio C sarebbe molto piccola, 0.05 volte quella solare; sarebbe quindi una minuscola [nana rossa](#) o anche una [nana bruna](#). L'[orbita](#) sarebbe di 6.3 anni attorno a Sirio A. La sua luminosità non supererebbe la 15° magnitudine.
- **Il colore di Sirio nell'antichità**
- Un'altra questione irrisolta è quella del colore di Sirio. Diversi autori dell'antichità e tra questi [Cicerone](#), [Orazio](#), [Seneca](#) e soprattutto [Claudio Tolomeo](#) nel suo [catalogo stellare](#) descrivono Sirio come una stella rossa; Seneca la definisce addirittura più rossa di [Marte](#), mentre oggi Sirio è incontestabilmente bianca. Di questo apparente cambiamento di colore e dei suoi possibili motivi si discute da secoli.

# Sirio (2)

- *Quali spiegazioni sono possibili? Ne sono state proposte molte, nessuna delle quali pienamente convincente, in particolare:*
- *È un falso problema: non c'è stato alcun cambiamento di colore; i sostenitori di questa tesi pensano che non si debba dare troppo peso alle fonti antiche, e che sia tutto un equivoco nato da errori di traduzione e di interpretazione, licenze poetiche, interpolazioni di copisti ecc.ecc.*
- *Il cambiamento di colore c'è stato; gli antichi vedevano Sirio B, una [gigante rossa](#) giunta al suo ultimo stadio prima di trasformarsi nell'attuale nana bianca. Il problema è che questa trasformazione sarebbe avvenuta nel giro di pochi secoli un tempo troppo breve secondo l'attuale teoria dell'[evoluzione stellare](#); inoltre dovrebbero essere rimasti segni evidenti nell'ambiente astronomico circostante; ma, come tutte le teorie scientifiche, anche quella dell'evoluzione stellare non è definitiva e sono possibili revisioni e ampliamenti futuri, dunque questa ipotesi, che sarebbe per molti versi la più calzante, non può certo essere accantonata.*
- *Il cambiamento di colore c'è stato ma è dovuto a qualche altro fattore: alcuni hanno proposto l'idea che Sirio B pur essendo già degenerata in nana bianca nell'antichità possa aver subito una momentanea eruzione di idrogeno dal nucleo che l'avrebbe riportata per qualche secolo a uno stato simile a quello di gigante rossa; altri hanno riesumato l'ipotesi ottocentesca che davanti a Sirio possa essere transitata una nube di polvere cosmica che avrebbe per qualche tempo arrossato il colore della stella.*
- **Sirio e l'enigma dei Dogon**
- *Un terzo mistero è il cosiddetto enigma dei [Dogon](#), una tribù dell'Africa che sapeva già dei dettagli astronomici di Sirio senza avere alcuno strumento astronomico, e pare prima ancora che la scienza del XIX secolo li scoprisse. Alcuni speculano che dei visitatori [extraterrestri](#) avrebbero rivelato loro queste cose, come raccontato nel libro *The Sirius Mystery* di [Robert Temple](#). Altri lo spiegano con missionari che avrebbero portato ai Dogon le conoscenze scientifiche del tempo.*
- *La distanza da Sirio A alla quale un pianeta dovrebbe trovarsi per avere condizioni fisiche favorevoli alla vita è [4.7UA](#), circa 700 milioni di chilometri. Tuttavia ad una simile distanza non potrebbe avere un'orbita stabile, a causa delle perturbazioni dovute alla vicina [Sirio B](#), e sarebbe stato distrutto dall'espansione degli strati più esterni di quest'ultima quando la stella era una [gigante rossa](#). Anche se il pianeta si fosse formato in seguito, sarebbe probabilmente sottoposto ad un'incessante pioggia di [comete](#) e [asteroidi](#) (nel sistema di Sirio è stato rilevato un disco di polveri simile a quello che occupava il [Sistema Solare](#) nelle prime fasi della sua storia).*

# CANOPO

- **Canopo** ( $\alpha$  [Carinae](#), chiamata a volta col nome latino **Canopus**) è la seconda [stella](#) più brillante del cielo notturno, con una [magnitudine apparente](#) di -0,72. Si trova nell'emisfero australe, ad una [declinazione](#) di  $-52^\circ 42'$  (epoca 2000), ma è visibile sull'orizzonte meridionale anche in alcuni posti dell'emisfero boreale come gli Stati Uniti del sud o la costa africana del [Mediterraneo](#).
- **Arturo** o **Artcurus** (Alpha [Boötis](#)), è la quarta [stella](#) più brillante del cielo, con una [magnitudine](#) di -0,05. È una stella [gigante rossa](#), di [tipo spettrale](#) K1 IIIpe. Le lettere p ed e stanno rispettivamente per peculiare ed emissione, indicanti cioè che lo [spettro](#) elettromagnetico della luce emessa dalla stella è inusuale e pieno di [linee di emissione](#). In realtà non sono caratteristiche strane per una gigante rossa, ma Arturo è un caso particolarmente strano. Arturo ha una luminosità 110 volte superiore a quella del [Sole](#), ma questo numero è sottostimato perché buona parte della luce emessa dalla stella è nell'[infrarosso](#). Tenendo conto anche di questo, Arturo è 180 volte più luminoso del Sole.
- Secondo le recenti osservazioni del satellite [Hipparcos](#), Arturo è distante 36,7 [anni luce](#) (corrispondenti a 11,3 [parsec](#)), cioè è una stella piuttosto vicina. Le osservazioni del satellite ci hanno anche fornito due dati prima sconosciuti. Per prima cosa, si è trovato che Arturo è lievemente variabile, cambiando luminosità di 0,04 magnitudini in un periodo di 8,3 giorni. Si pensa che la superficie della stella oscilli lievemente, una caratteristica comune nelle giganti rosse. Nel caso di Arturo, il fatto interessante è che si sa già che più rossa è una gigante, più variabile sarà (i casi estremi come [Mira](#) variano di decine di volte la propria luminosità nell'arco di alcuni mesi). Arturo non è molto rossa, e si colloca proprio sul confine tra la variabilità e la stabilità.
- [Hipparcos](#) ha inoltre suggerito che Arturo sia una [stella binaria](#), con una compagna circa venti volte più debole della primaria, e orbitante attorno ad essa così da vicino da porsi ai limiti della nostra capacità di rilevarla. Tuttavia, studi più recenti tendono a favorire l'ipotesi che sia una stella singola.
- Il nome della stella deriva dal [Greco](#) Arktouros, che significa il guardiano dell'orso, o più probabilmente la coda dell'Orsa da Arktos (orsa) e ourà (coda). È un riferimento al suo essere la stella più luminosa del [Boötes](#) (il cacciatore), e vicina alle due orse ([Ursa Major](#) e [Ursa Minor](#)): visivamente è il prolungamento dell'arco formato dal [Gran Carro](#) dell'[Orsa Maggiore](#), la coda dell'Orsa.

# VEGA

- **Vega (Alpha Lyrae)** è la [stella](#) principale della [costellazione](#) della [Lira](#), che si trova quasi allo [zenit](#) durante l'estate delle medie-alte latitudini. È una stella piuttosto vicina a noi, posta a soli 25 [anni luce](#) di distanza, e insieme ad [Arturo](#) e [Sirio](#) è una delle stelle più luminose nelle vicinanze del [Sole](#). Vega è anche uno dei vertici del cosiddetto [Triangolo Estivo](#).
- Il suo [tipo spettrale](#) è A0V (Sirio, di tipo A1V, è appena meno luminosa), e si trova nella [sequenza principale](#) dove, come la maggior parte delle altre stelle, sta convertendo il suo [idrogeno](#) in [elio](#) per mezzo della [fusione nucleare](#). Poiché le stelle più luminose utilizzano il loro combustibile nucleare più velocemente delle altre, la vita di Vega è lunga un solo miliardo di anni (contro i dieci del Sole). Vega è due volte e mezzo più massiccia del Sole, ed è circa 50 volte più luminosa.
- Vega ha attorno a sé un disco di polveri e gas, scoperto dal satellite [IRAS](#) alla metà degli [anni '80](#). Questo significa che Vega ha dei pianeti, o che essi potrebbero formarsi tra breve. Un disco di questo tipo viene chiamato appunto [disco protoplanetario](#), perché precede la formazione dei pianeti stessi, e non sopravvive a lungo se si sono formati dei [giganti gassosi](#) come [Giove](#) o [Saturno](#). Tuttavia, se si formano solo piccoli pianeti, il disco può durare un certo tempo anche dopo la loro formazione.
- Si prevede che, grazie al movimento della Terra detto [precessione degli equinozi](#), nell'anno 14.000 dopo Cristo Vega prenderà il posto della [stella Polare](#) come stella posizionata al polo nord.

# La più luminosa e bella del cielo

- Sirio - nella costellazione del Cane Maggiore –

Nelle notti invernali alzando gli occhi al cielo è impossibile non rimanere colpiti dallo scintillio vivacissimo di una stella dal color bianco, la più brillante di tutta la volta celeste. Tale primato le deriva da due fatti, la vicinanza (circa 8.6 anni luce) e la sua luminosità intrinseca (circa 20 volte il sole).

Gli egizi la collegavano al suo sorgere eliaco alle benefiche inondazioni del Nilo. Orazio e Seneca la declamavano con l'attributo di "rossa", ma anche il grande Tolomeo la classificò come stella rossa: questo è un bel problema da risolvere, ammesso che effettivamente 2000 anni fa Sirio apparisse rossa perché il suo colore è cambiato? Infatti nessuna teoria prevede che una stella possa cambiare così radicalmente colore in soli 2000 anni.



D=8.6 al  
Lum=20 Sole

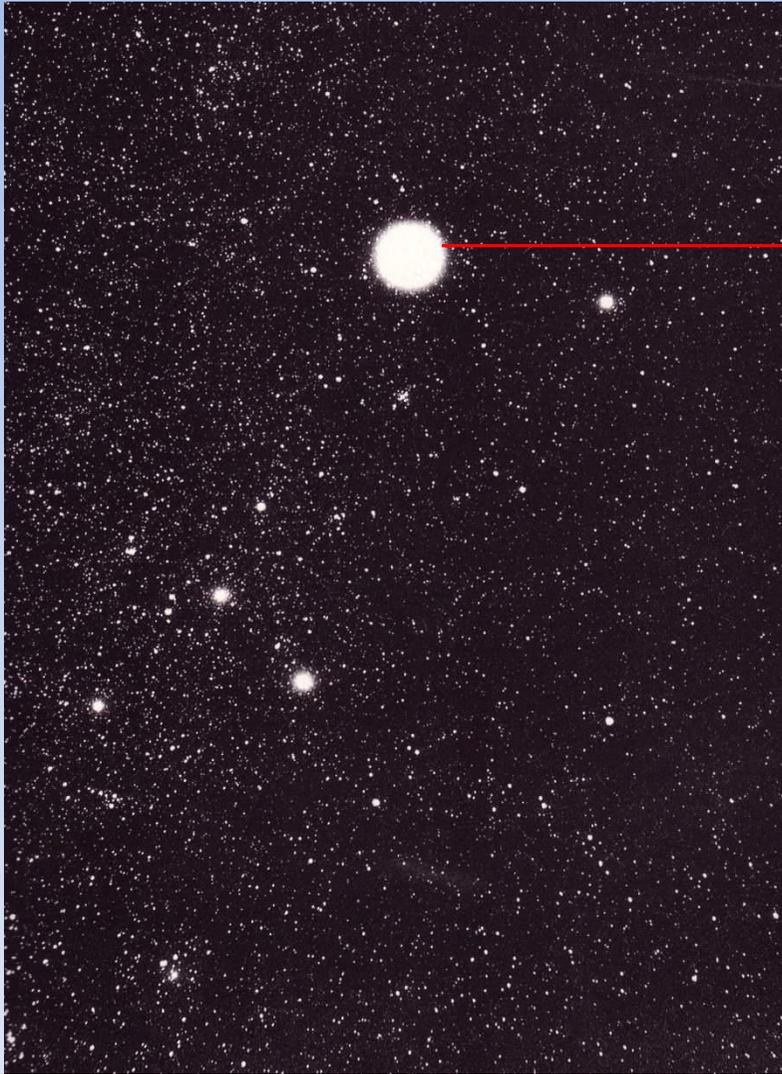
# Sirio e Orione (quello che si vede con pochi ingrandimenti)



Orione

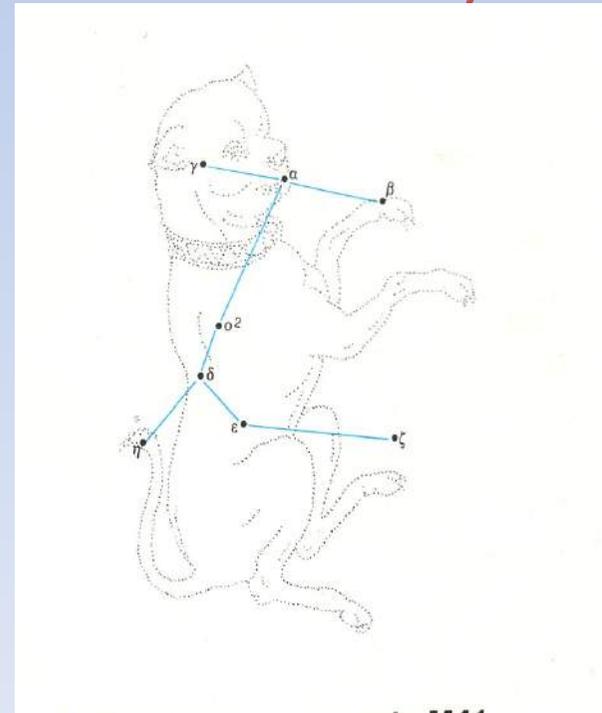
Sirio

## Quello che si vede con un buon binocolo



Sirio

Si vedono le stelle della  
costellazione cui appartiene Sirio:  
Canis major



**Quello che si vede con un telescopio da 1.5 metri:  
Sirio non è sola ha un compagno!**

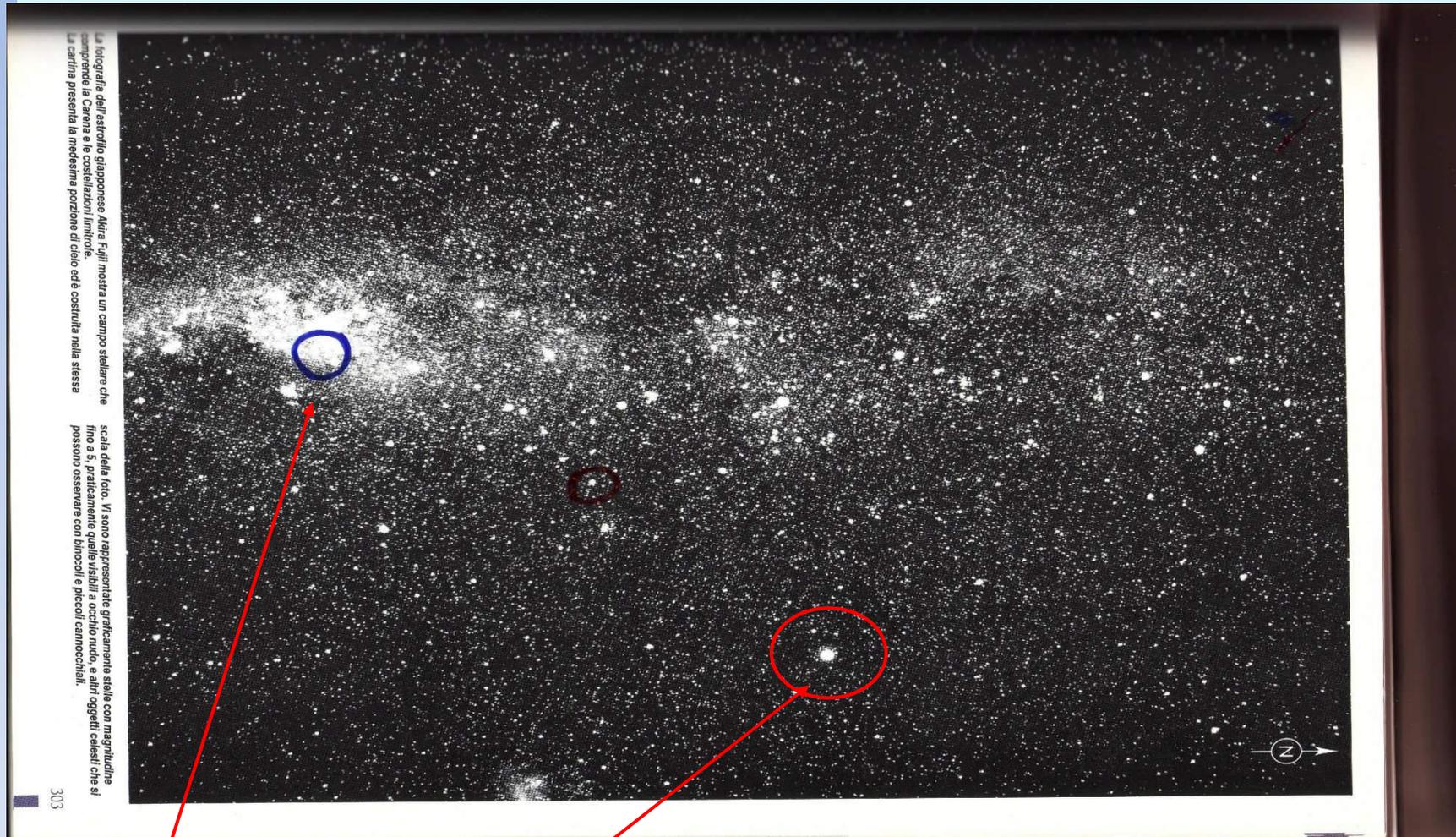


**Sirio A e**

**Sirio B** (la piccolina in basso)

È una nana bianca (massa paragonabile  
a quella del Sole concentrata nel volume  
della Terra!)

# Canopo (emisfero australe)

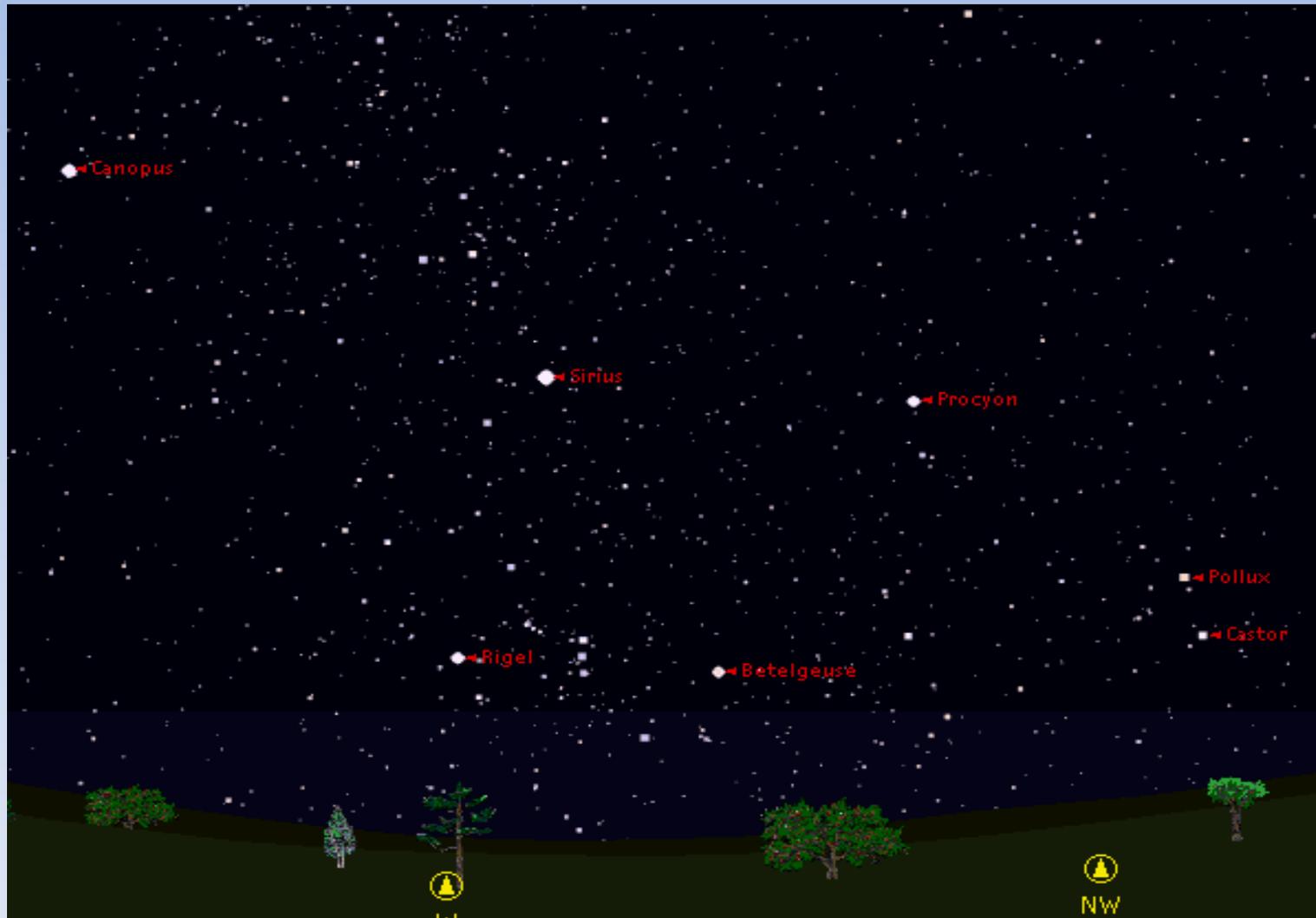


Eta carinae

canopo  
Supergigante  
azzurra

D = 310 al  
Lum = 30000 Sole  
R = 70 raggi solari

# Canopo e compagnia...



# Arturo (la coda dell'Orsa)



Arturo è una  
Gigante rossa

D=37 al  
Lum=180 Sole  
R=20 Sole

# Sir Artur...

- **Arturo** (Alpha [Boötis](#)), è la quarta [stella](#) più brillante del cielo, con una [magnitudine](#) di -0,05.
- È una stella [gigante rossa](#), Arturo è 180 volte più luminoso del Sole.
- Secondo le recenti osservazioni del satellite [Hipparcos](#), Arturo è distante 36,7 [anni luce](#) (corrispondenti a 11,3 [parsec](#)), cioè è una stella piuttosto vicina. Le osservazioni del satellite ci hanno anche fornito due dati prima sconosciuti. Per prima cosa, si è trovato che Arturo è lievemente variabile, cambiando luminosità di 0,04 magnitudini in un periodo di 8,3 giorni. Si pensa che la superficie della stella oscilli lievemente, una caratteristica comune nelle giganti rosse. Nel caso di Arturo, il fatto interessante è che si sa già che più rossa è una gigante, più variabile sarà (i casi estremi come [Mira](#) variano di decine di volte la propria luminosità nell'arco di alcuni mesi). Arturo non è molto rossa, e si colloca proprio sul confine tra la variabilità e la stabilità.
- *Hipparcos* ha inoltre suggerito che Arturo sia una [stella binaria](#), con una compagna circa venti volte più debole della primaria, e orbitante attorno ad essa così da vicino da porsi ai limiti della nostra capacità di rilevarla. Tuttavia, studi più recenti tendono a favorire l'ipotesi che sia una stella singola.
- Il nome della stella deriva dal [Greco](#) *Arktouros*, che significa *il guardiano dell'orso*. È un riferimento al suo essere la stella più luminosa del [Boötes](#) (il cacciatore), e vicina alle due orse ([Ursa Major](#) e [Ursa Minor](#)).
- Arturo può essere facilmente trovata in cielo seguendo l'arco formato dal [Gran Carro](#). Continuandolo, è possibile trovare sia Arturo che [Spica](#) ( $\alpha$  [Virginis](#)

# Vega nella Lira (ora nell' euro?!!)



D=27 al  
Lum=58Sole  
R= 3 Sole



A causa delle precessione degli equinozi Vega fu la Stella Polare circa 14 000 anni fa e lo diverrà di nuovo fra 12 000 anni

Vega è di poco meno luminosa di Arturo, ma a causa del suo intenso colore (bianco ripetto all'arancio di Arturo) risulta più brillante

# Deneb nel Cigno(Croce del Nord)

“Al Dhanab al Dajajah” (coda dell’oca)

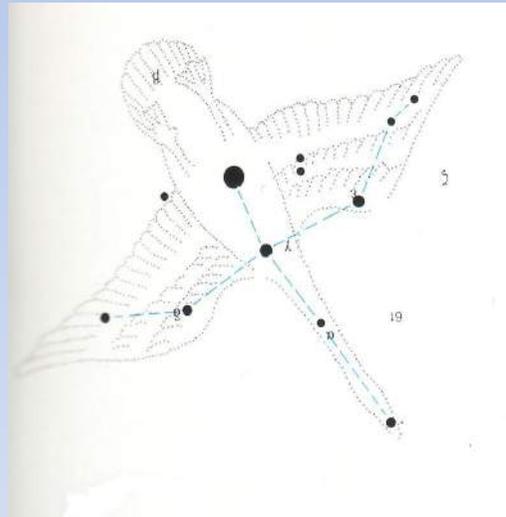


D = 1600al

Lum = 60.000 Sole

R = 100 Sole

(supererebbe l’orbita di mercurio)



E' la stella più lontana fra i primi 100 astri più luminosi. Occupa il 19° posto della classifica delle magnitudini apparenti. Esso è uno degli astri più intrinsecamente brillanti. Tra 200 mila anni esploderà come supernova divenendo in poche ore centinaia di migliaia di volte più brillante di oggi, sarà visibile anche in pieno giorno. Chissà se ci sarà qualcuno a godersi lo spettacolo!!!

# La luminosità delle stelle

- La luminosità delle stelle si indica con la **Magnitudine**, dal latino *Magnitudo*, che vuol dire intensità o grandezza.
- La prima scala di **Magnitudine apparente** è stata definita da Ipparco nel II sec.a.C. e comprende sei classi di splendore delle stelle visibili ad occhio nudo; la prima magnitudine corrisponde a quella delle stelle più luminose, la seconda a quelle meno e così a diminuire fino alla sesta magnitudine.
- Dalla prima alla sesta magnitudine c'è una differenza di luminosità di 100 volte, quindi da una classe all'altra la differenza è di 2,5 volte che corrisponde alla radice quinta di 100.
- La scala di Ipparco è ancora in uso anche se, per maggiore precisione sono state introdotte classi di luminosità di valori negativi per gli astri più luminosi; per cui Sirio, la stella più luminosa del cielo, ha una magnitudine di  $-1,46$ , il Sole ha magnitudine  $-26,86$ .
- La Luna piena ha magnitudine  $-12,7$ .
- Oltre la Magnitudine apparente delle stelle è stata costruita con i potenti strumenti di cui si dispone oggi una scala di **Magnitudine assoluta**, che è quella che avrebbe la stella se fosse collocata a una distanza standard di 32,6 anni-luce. In questa scala il sole ha una Magnitudine assoluta di appena 4,71 che corrisponde a una Magnitudine apparente di quinta classe, quella delle stelle meno visibili ad occhio nudo.
- **E' evidente che la luminosità apparente delle stelle dipende, oltre che dalle loro caratteristiche intrinseche come grandezza e temperatura, anche dalla vicinanza o meno alla terra.**

# Come si classificano le stelle

- **LE CLASSIFICAZIONI ITALIANE**

Il primo tentativo di classificare le stelle venne compiuto da Angelo Secchi attorno al 1865, ma il suo sistema fu sostituito nel 1890 da quello elaborato a Harvard, negli Stati Uniti.

In origine si era progettato di disporre i tipi di stelle in una sequenza alfabetica a seconda della forma dei loro "spettri": ogni stella emette, infatti, luce di tutte le lunghezze d'onda...ma con alcuni "buchi", che variano da stella a stella.

L'insieme delle lunghezze d'onda presenti e mancanti forma lo spettro della stella.

Ben presto, però, ci si rese conto che gli spettri sono lo specchio delle **temperature** stellari superficiali e dunque si preferì puntare a una classificazione che tenesse conto di questo parametro.

- **IN ORDINE DI TEMPERATURA**

Le stelle sono classificate in base alla loro temperatura superficiale, che può andare da 2 mila a 100 mila gradi. È la temperatura a determinare anche il colore della stella, che va dall'azzurro, al bianco, al giallo, al rosso.

Esiste uno speciale diagramma ideato nel 1911 da Ejnar Hertzsprung e, indipendentemente nel 1913 da Henry Russell. Nel diagramma H-R ogni stella è ordinata a seconda della magnitudine assoluta (luminosità intrinseca) e della temperatura superficiale. La maggior parte delle stelle si dispone lungo una linea che attraversa diagonalmente il diagramma, chiamata **sequenza principale**. In alto a sinistra vi sono le stelle caldissime di tipo O e B, in basso a destra trovano posto le nane fredde del tipo M.

**Le eccezioni.** In alto a destra ci sono stelle giganti e supergiganti fredde (intorno ai 3.000 OC) ma molto luminose: la loro grande superficie irradia più energia. In basso a sinistra, si trovano stelle bianche molto calde, ma piccole e quindi poco luminose.

- **I NOMI IN UNA FILASTROCCA**

Per non perdere le classificazioni già fatte, si introdusse un espediente mnemonico che permise di mettere in ordine le stelle dalle più calde alle più fredde.

Nacque così la seguente frase: "Wow! Oh! Be A Fine Girl, Kiss Me Right Now Sweetie" (Uau! Oh! Sii una gentile ragazza, baciami subito dolcezza), dove a ogni iniziale corrisponde un gruppo di stelle con una certa temperatura.

A queste lettere si aggiunsero poi la P per le **nebulose gassose** e la Q per le **novae**.

Fino all'inizio del 1800 tutto ciò che non era evidentemente una stella era classificato come "nebulosa". Questo creò molta confusione. L'inglese William Herschel, dopo averne individuate quasi 2.400 (prima se ne conoscevano solo 103), capì che esistevano vari tipi di nebulose, alcune delle quali (da lui chiamate macchiettate) erano raggruppamenti di stelle.

# Nomi delle stelle

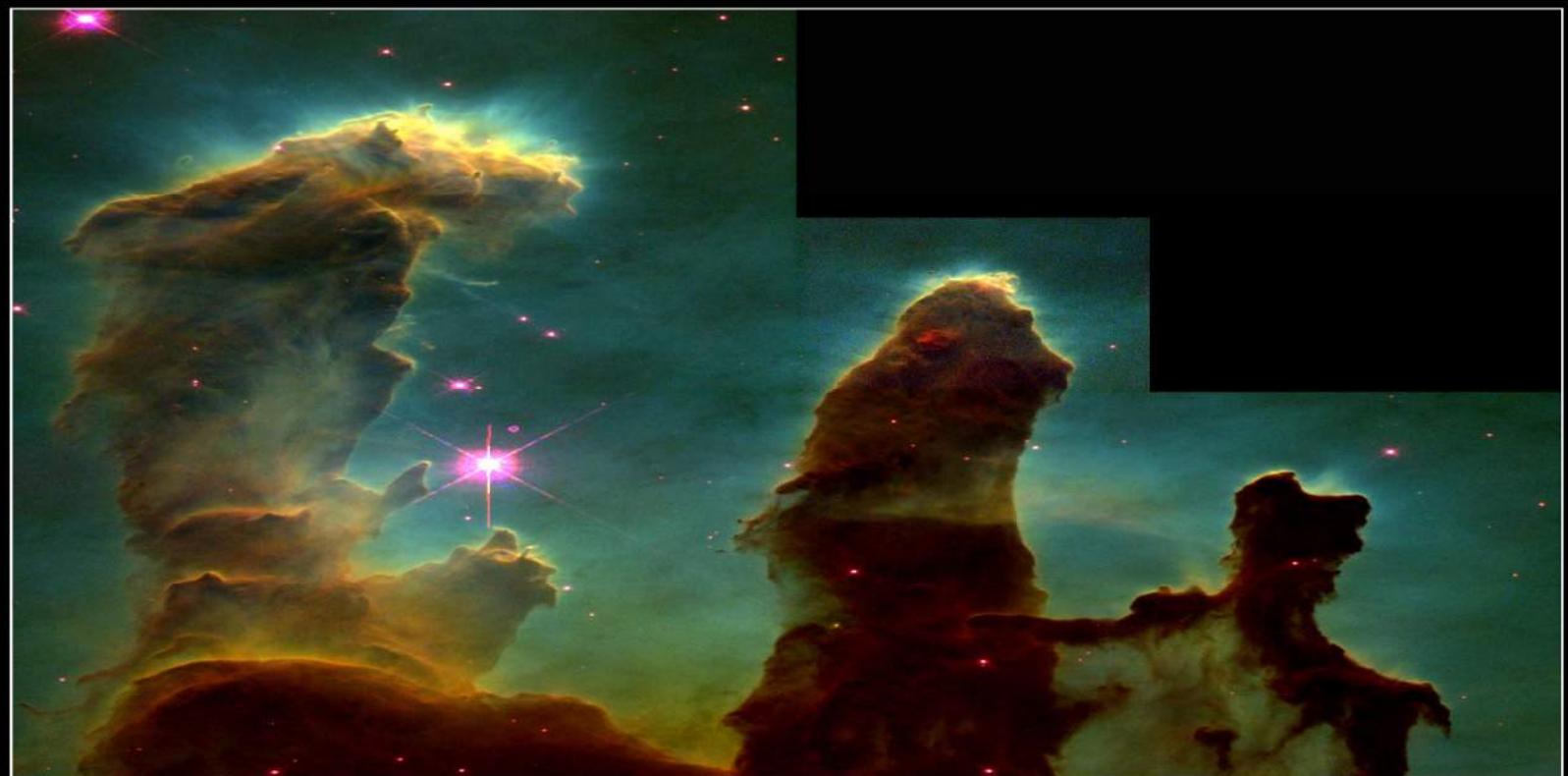
Le stelle sono indicate in diversi modi. Le stelle più splendide hanno conservato nella tradizione il nome di origine che può essere:

- **arabo**, come *Altair* della *Aquila* che significa Aquila che vola,
  - **greco**, come *Sirius* del *Canis majoris*, che vuol dire Stella che manda faville,
  - **latino**, come *Regulus* del *Leo*, che vuol dire Piccolo Re.
- 
- Un altro tipo di nomenclatura utilizza le lettere greche dell'alfabeto in ordine di luminosità, per cui la più luminosa di una costellazione sarà la alfa, quella meno la beta e così via. *Sirius* per esempio è anche chiamata alfa *Canis Majoris*. Il primo che utilizzò tale sistema fu il cartografo tedesco *Johann Bayer* nel 1603, per cui le lettere greche per nominare le stelle vengono dette appunto *Lettere di Bayer*.
  - Le stelle non nominate con i metodi precedenti sono indicate con numeri, utilizzati per la prima volta dal francese *Joseph-Jérôme Le Français de Lalande* su un catalogo dall'Astronomo reale inglese *John Flamsteed* nel 1783, per cui si chiamano Numeri di *Falmsteed*.
  - Per le costellazioni si utilizza il nome latino.

# Un anno fa...pardon un anno luce fa!

- E' questo il problema principale dell'esplorazione spaziale: l'immensità dello spazio vuoto esistente tra un corpo celeste e l'altro. Ritornando al nostro modellino del sistema solare, constatiamo che esso occupa lo spazio di una sfera del diametro di 400 metri (fino all'orbita di Plutone), ma in esso è racchiusa una quantità insignificante di materia: una pallina di 3 cm. e nove granellini di circa 1 millimetro, senza contare il vuoto completo che si trova fino alla prossima stella (12 mila chilometri).
- Uscendo dal sistema solare diventa praticamente impossibile esprimersi in chilometri (la distanza tra noi e la stella più vicina sarebbe un numero composto da 14 cifre), e viene quindi usata l'unità di misura detta **anno-luce**, che rappresenta la distanza percorsa dalla luce in un anno e, dato che la luce percorre circa 300 mila km. al secondo, corrisponde a circa 9.460.800.000.000 km.
- Possiamo così dire che la stella più vicina dista da noi 4,3 anni-luce, che la stella Polare è distante 350 anni-luce, che la galassia di Andromeda è distante 2,2 milioni di anni-luce, e che i più lontani oggetti visibili con i più potenti telescopi si trovano a oltre 10 miliardi di anni-luce da noi.
- Secondo questo sistema di misura, la distanza della Terra dal Sole (149.675.000 km.) è di 8 minuti-luce, e quella dalla Luna è di circa un secondo-luce.

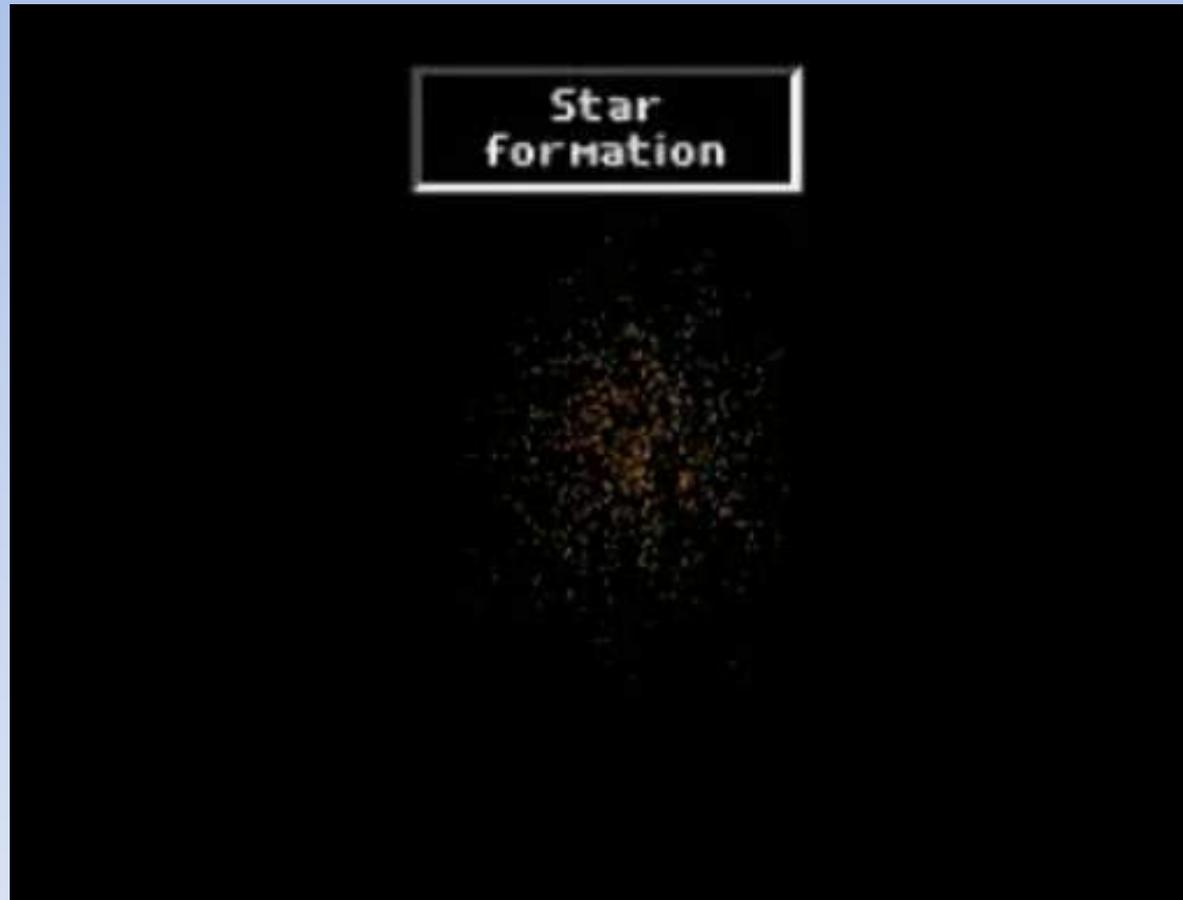
Ecco come nasce una stella!



**Gaseous Pillars in M16 - Eagle Nebula**  
Hubble Space Telescope - WFPC2

PRC95-44a - ST ScI OPO - November 2, 1995 - J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA

Ecco come si evolve una stella!! Video 16



## Ecco come muore una stella!!!

Scoppio di una stella che diventa così una Supernova ecco l'ultima osservata (2005)



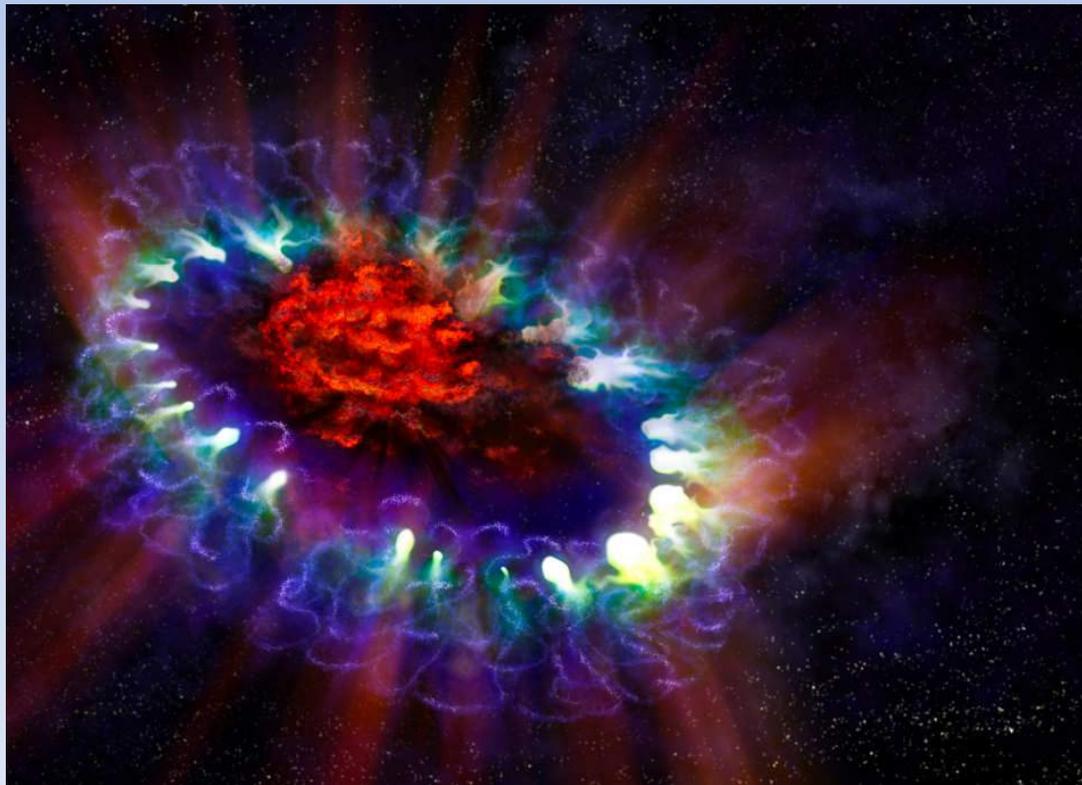
ESO 420-G3 SN 2005 ag Bento Monard

La stella muore in tre modi diversi a secondo del valore della sua massa :

- 1) buco nero
- 2) Nana bianca
- 3) Stella di neutroni

# Supernove (video)

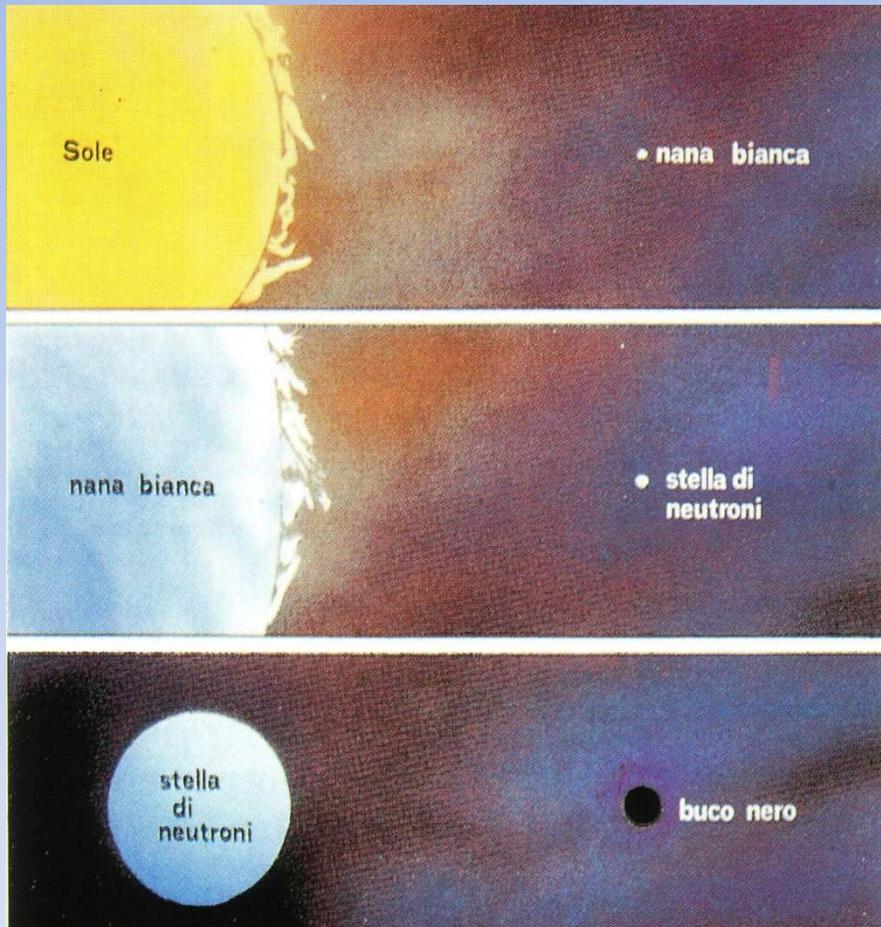
- Ultima fase di vita di una stella



**Supernova  
1987A**

**Scoperta  
nel 1987**  
(grande Nube di  
Magellano)

# Le triplice scelta



Questa è la fine di stelle con massa "tipo Sole" – fino a 1.4 masse solari-

Questa è la fine di stelle con masse comprese fra 1.4 e 3.4 volte il Sole

Questa è la fine di stelle con massa oltre 3.4 volte il Sole

# Quant'è grande l'universo!!!

- Supponendo il Sole della stessa scala usata precedentemente (una pallina del diametro di 9 cm), la stella più vicina sarebbe distante circa 3 mila chilometri (la distanza tra Roma e Reykjavik).
- **Altri 100 o forse 200 miliardi di stelle, sempre separate press'a poco da questo spazio, formano la nostra Galassia.** In questa scala avrebbe le dimensioni del diametro orbitale terrestre (circa 300 milioni di Km).
- **Miliardi di Galassie, separate da distanze immensamente più grandi, formano l'Universo. Si stima attualmente la presenza nell'Universo di 100 – 500 MILIARDI di Galassie.**

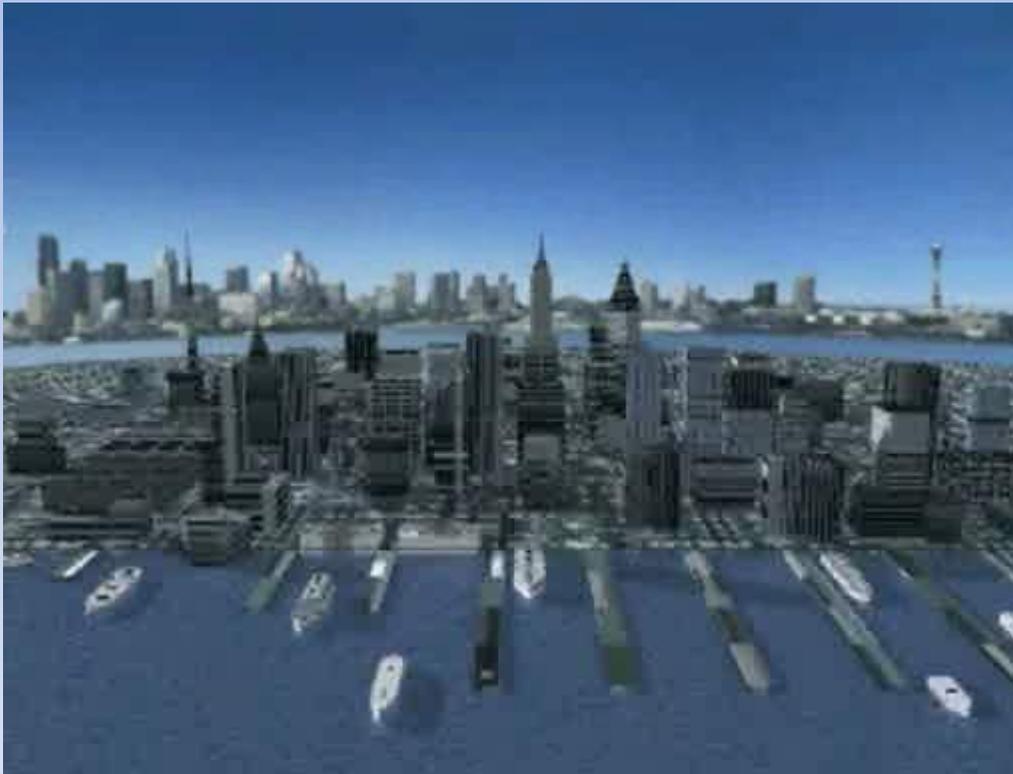
# Notiziucole cosmologiche

## ***Età dell'universo : circa 15 miliardi di anni***

- Formazione dei nuclei: dopo qualche minuto dal Bing-Bang
- Formazione degli atomi: dopo 300.000 anni
- Formazione delle Galassie : dopo 2 miliardi di anni
- Stelle: dopo qualche centinaio di migliaia di anni dalla formazione delle galassie (praticamente contemporanee alla nascita delle galassie)
  
- **Stelle con massa 1/10 del sole vivrebbero 100 volte di più (vita del sole circa 10 miliardi di anni) ossia circa 1000 miliardi di anni, tali stelle dall'inizio dell'universo non sono ancora morte;**
- **quelle con massa 10 volte il sole vivono 100 volte meno ossia 10 /100 circa 0.1 miliardi di anni ossia 100 milioni di anni,, quindi supponendo che la formazione della nostra galassia sia avvenuta circa 10 miliardi di anni fa ed assumendo tale data contemporanea alla formazione delle prime stelle di questo tipo si sarebbero succedute 100 generazioni di stelle.**
- **masse minori di 1/100 quella solare non accendono la stella**
- **limite max non chiaro, sono state osservate stelle di circa 100-150 volte la massa del sole (Eta Carinae, Pistol star, LBV 186-20...)**
- **la radiazione visibile ad occhio nudo che ci raggiunge dalla nostra galassia proviene da una sfera di raggio 10 000 a.l. circa (ad es. eta carinae (al limite della visibilità) nell'emisfero australe dista 8000 a.l.)**
- **Se poniamo la durata della terra (5 miliardi di anni) uguale ad un giorno (24 ore) allora l'apparizione dell'uomo (3-4- milioni di anni fa) risalirebbe all'ultimo minuto, se consideriamo invece l'uomo "storico" (10 000 anni fa) risalirebbe agli ultimi 17 centesimi di secondo!!**

# πάντα ρεῖ οὐδεν μένει (tutto scorre nulla è immobile)

video 15



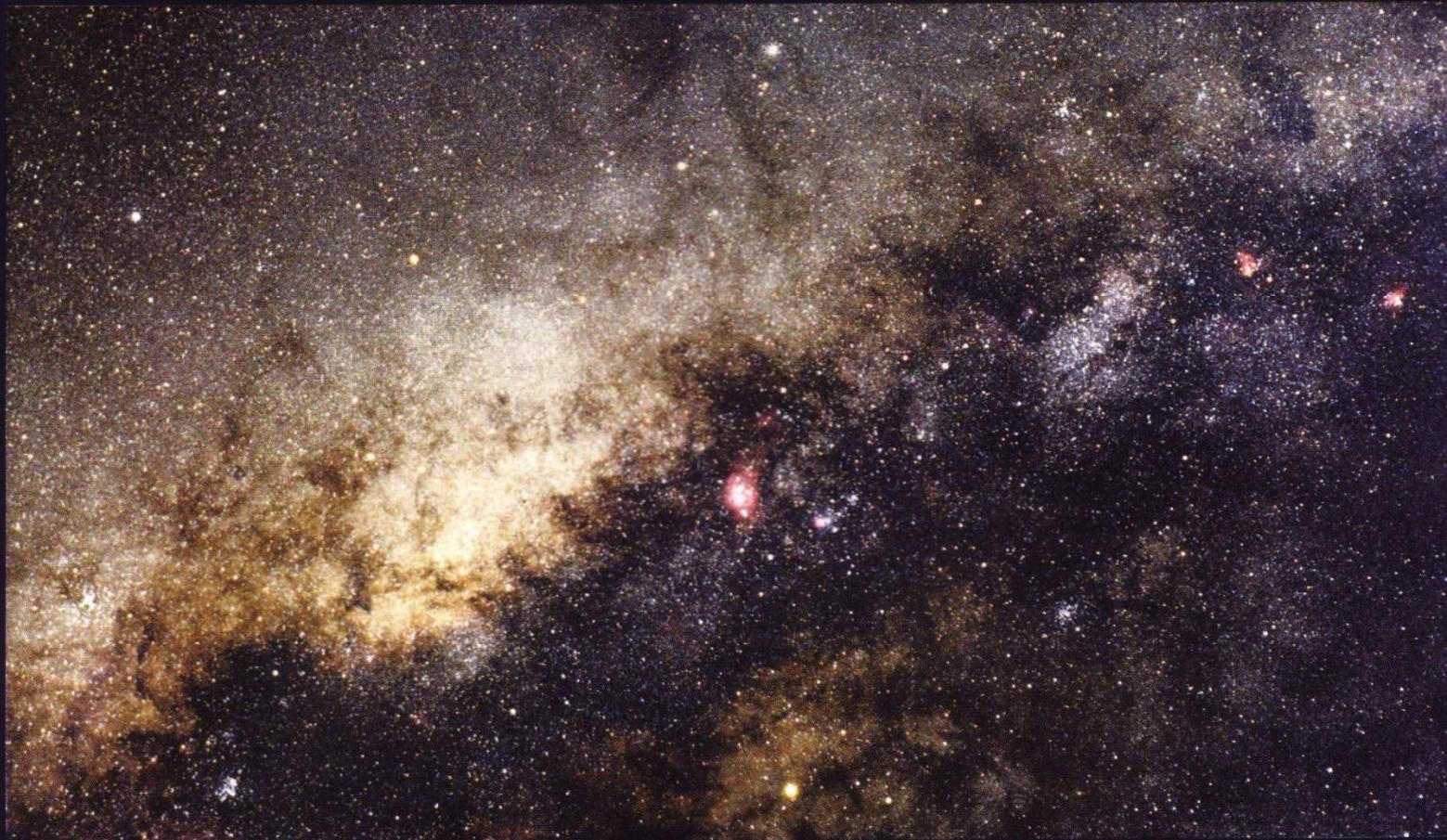
## ***La terra si muove:***

- 1) Girando su se stessa in 24 ore (velocità lineare all'equatore di circa 0.5 Km/s (1700 Km/h alle nostre latitudini è di 1000 Km/h)
- 2) Girando intorno al sole in 365 e 1/4 giorni (velocità di 30 Km/s)
- 3) Si sposta con tutto il sistema solare verso Ercole a 20 Km/s
- 3) Girando con tutto il sistema solare intorno al centro della nostra galassia in 250 milioni di anni (velocità di 250 Km/s) Cioè dall'inizio della formazione della terra circa 20 giri.
- 4) Infine muovendosi con tutta la Galassia intorno al centro di massa del Gruppo Locale: verso Andromeda (2 milioni di al) a 300 Km/s
- 5) Infine tutto il Gruppo Locale si muove a circa 300 Km/s verso l'ammasso della Vergine, distante da noi 60 milioni di anni luce.

# Avventuriamoci fra le costellazioni Una carta d'epoca!

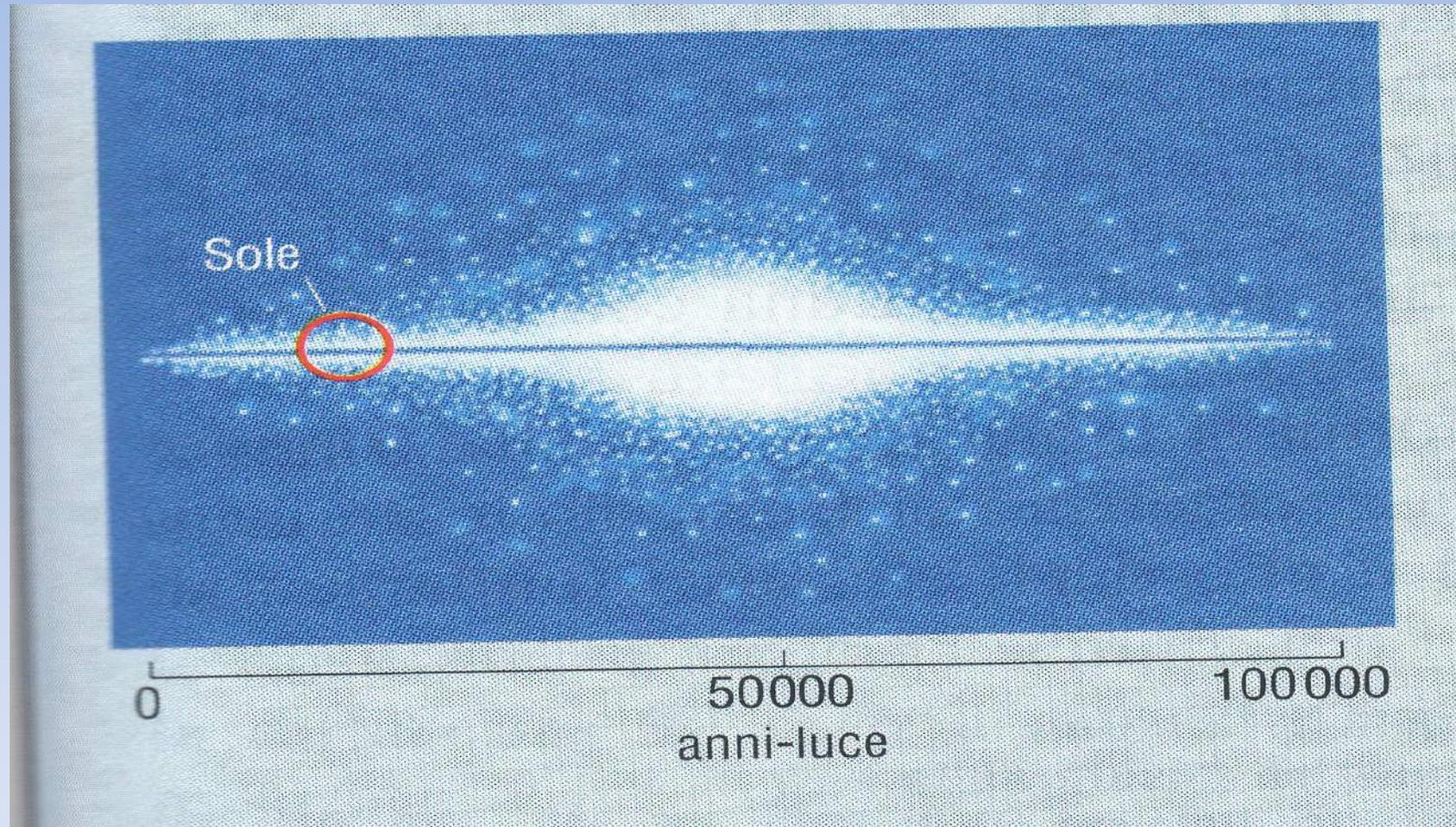


# La Via Lattea



Un milione di stelle ci appare in questo scorcio di Via Lattea. La nostra non è altro che un minuscolo puntino, che però porta con sé un tesoro straordinario...

# Dov'è il Sole?



Spessore al centro di  
circa 16000 a.l.

# La nostra bella Galassia



# La nostra Via Lattea



Alle nostre latitudini il momento migliore per osservare la Via Lattea è durante le notti estive limpide e senza luna, quando appare come una banda luminosa e irregolare che attraversa il cielo da nord-est a sud-ovest, estendendosi tra le costellazioni di Perseo, Cassiopea e Cefeo. Nella regione della Croce del Nord, nella costellazione del Cigno, essa si divide in due parti. La parte occidentale è particolarmente luminosa proprio nella regione della Croce del Nord, si indebolisce verso Ofiuco (il Serpentario) per la presenza di dense nubi di polvere, e riappare nello Scorpione. La parte orientale, invece, è più brillante a sud dello Scudo e del Sagittario. Il centro galattico è nella direzione del Sagittario a una distanza di circa 26.000 anni luce dal Sole.

- La Via Lattea ruota attorno a un asse che passa per i poli galattici. Immaginando di osservare dal polo nord galattico, la rotazione avviene in senso orario e trascina i bracci a spirale. Il periodo di rotazione aumenta con la distanza dal centro della galassia; nei pressi del sistema solare esso è di oltre 200 milioni di anni. La velocità del sistema solare dovuta a questo moto è di circa 270 km/s.



*Le origini della Via Lattea, del Tintoretto (ca. 1518-1594).*

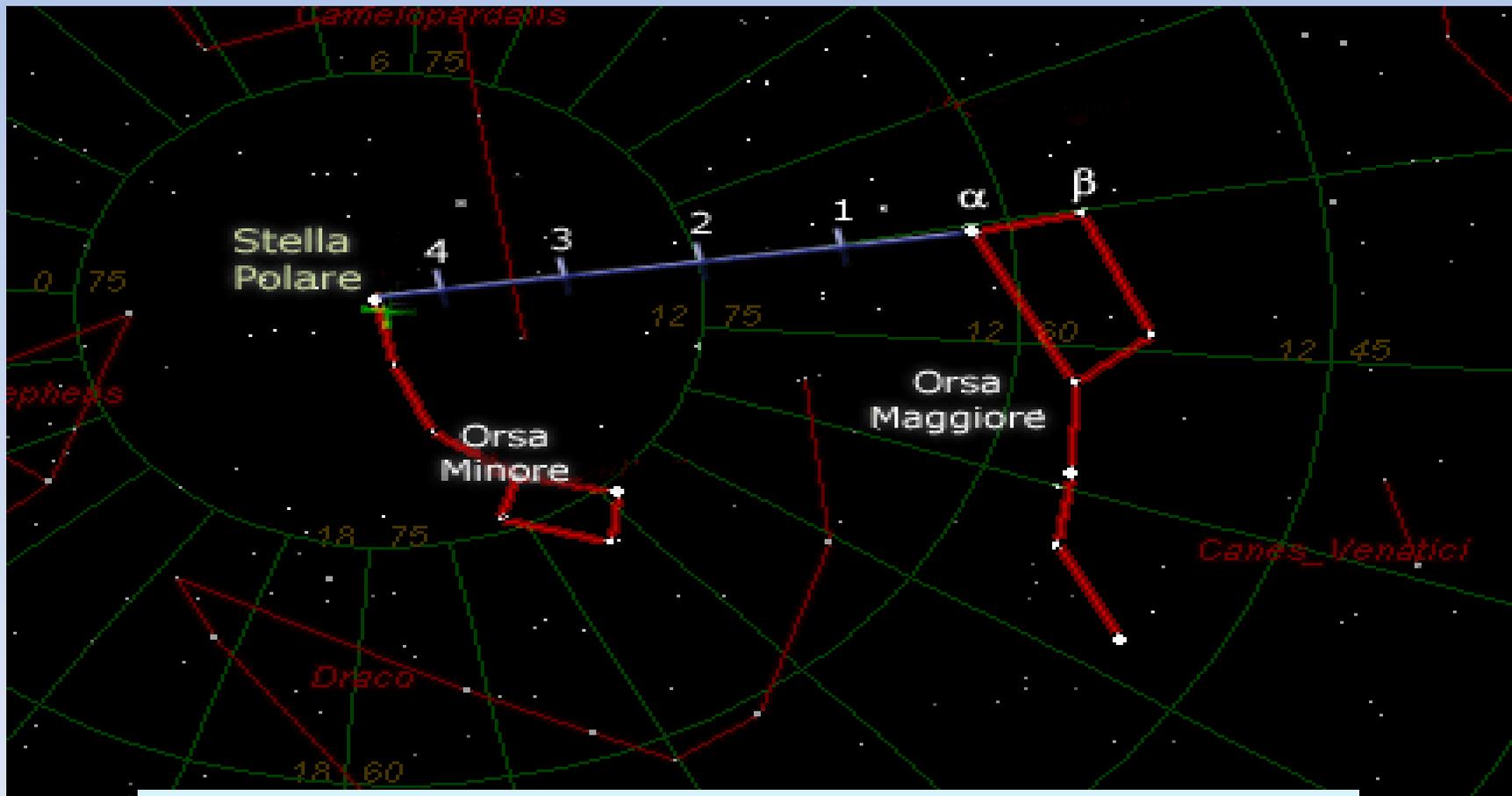
Zeus, invaghitosi di Alcmena, dopo avere assunto le fattezze del marito, il re di Trezene Anfitrione, ebbe un rapporto con lei e la ingravidò. Nacque Eracle, che Zeus decise di porre, appena nato, al seno della moglie Era addormentata, cosicché il bambino potesse berne il latte divino e diventare così immortale. Ma Era si svegliò, s'accorse che stava nutrendo un bambino sconosciuto, e lo respinse; il latte, sprizzato dalle mammelle, schizzò e bagnò il cielo notturno, originando la "Via Lattea"

## • Costellazioni e mitologia

- Il cielo delle mappe stellari è diviso in 88 aree definite di stelle che prendono il nome di costellazioni. In realtà le costellazioni sono raggruppamenti di stelle assolutamente arbitrari, perché le stelle non sono quasi mai vicine, anzi a volte sono lontanissime l'una dall'altra, né hanno alcun rapporto fisico tra loro.
- Esse sono catalogate con un *nome latino* e hanno forme e dimensioni diverse. La costellazione più grande è Hydra, il serpente marino, dalla forma allungata e sinuosa che occupa una porzione di cielo circa 19 volte più grande della Croce del Sud, Crux, che è la più piccola, presente nell'area del Polo Sud celeste.
- Le figure mitologiche, rappresentate da gruppi di stelle, hanno popolato i cieli degli antichi uomini che attribuivano ad esse i nomi e le forme corrispondenti alle divinità, eroi o animali significativi della loro tradizione.
- Di tutte le costellazioni quelle ritenute più importanti erano quelle della fascia dello Zodiaco dove è visto proiettato il sole dalla terra, nel suo cammino di rivoluzione. Ancora oggi è molto attiva la fantasia popolare pre-scientifica dell'influenza degli astri e dei segni zodiacali sulla vita degli uomini che fa la fortuna degli astrologi inventori di oroscopi. .
- La maggior parte delle costellazioni come ora le conosciamo ci sono state tramandate dai greci e il testo base è l'*Almagesto* di Tolomeo del 137 d.C., di cui è giunta a noi la copia in greco. In esso sono descritte le 48 costellazioni dell'emisfero boreale e un migliaio di stelle. Ricerche storiche hanno evidenziato come l'origine delle costellazioni in realtà è ancora più antica ed risale ai popoli della Mesopotamia del VI sec. A.C.
- La suddivisione dello Zodiaco in 12 costellazioni è comune a diversi popoli, come egizi, babilonesi, persiani e indiani.
- La sua testimonianza più antica è "*il planisfero di Dendera*" del 1800 a.C. trovato da un ufficiale di Napoleone tra le rovine del tempio di Iside a Tentyra e conservato alla Biblioteca nazionale di Parigi.
- La prima mappa stellare conosciuta risale al II Sec.a.C. ed è l'*Atlante Farnese*, un globo scolpito portato sulle spalle da Atlante, conservato al Museo archeologico nazionale di Napoli, mentre la più antica carta celeste conosciuta è il *Planisfero di Geruvigus* del II sec.d.C. che riproduce le costellazioni descritte da Arato.
- Dal medioevo in poi le carte celesti dei cartografi si moltiplicarono, spesso con "conflitti" di attribuzione di stelle alle costellazioni o con l'invenzione di nuove costellazioni.
- Il catalogo delle costellazioni si è arricchito con la scoperta del cielo australe, grazie in particolare alle ricognizioni dei navigatori; nel 1750 l'astronomo francese Nicolas Louis de Lacaille osservò per un anno le posizioni di quasi 10.000 stelle e disegnò nuove costellazioni presentando la sua carta celeste all'Accademia reale delle scienze nel 1754. Da allora molti altri si cimentarono nell'invenzione di nuove costellazioni e carte.
- Per cui, per porre ordine definitivamente, nel 1930 l'*Unione Astronomica Internazionale*, dopo due anni di lavoro di una apposita commissione insediata a Leida, ufficializzò i confini esatti e i nomi latini delle 88 costellazioni in cui veniva suddiviso il cielo stellato.
- 48 costellazioni furono riprese dalle *classiche* del cielo boreale e 40 *nuove* furono individuate nel cielo australe; le nuove costellazioni del cielo australe non hanno legami con la mitologia e dimostrano la poca fantasia dei loro inventori, infatti sono per lo più strumenti di osservazione e misura come Microscopio, Sestante, Orologio, Bussola o soggetti vari come Pittore, Reticolo, Croce del Sud e così via.
- Il cielo quindi è stato suddiviso in 88 aree che corrispondono alle costellazioni e tutte le stelle di ogni area vengono considerate appartenenti a quella determinata costellazione. .

# Come trovare la polare

- Si tracci una linea ideale fra la alfa e beta dell'orsa maggiore:  
a circa 5 volte la loro distanza c'è la polare



La Polare ha una distanza di 430 a.l. ed è una supergigante  
in realtà è un sistema triplo (le due compagne sono molto più piccole)

# Come localizzarla?

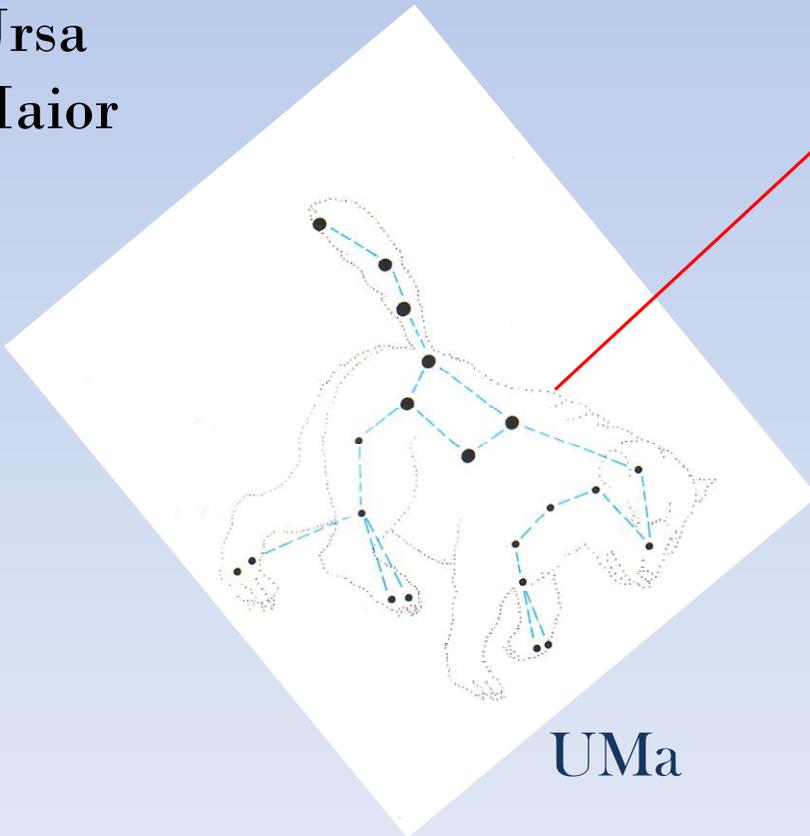
Sapete trovare in cielo l'Orsa Minore oppure ahimè siete tra quelli che, avendo sentito parlare del Piccolo carro lo confondono con il Grande Carro o peggio con le Pleiadi? La domanda è meno provocatoria di quel che sembri. Un contadino della mesopotamia di 4000 anni fa un navigatore fenicio di 3000 anni fa o un pellerossa di 1000 anni fa non avrebbero mai commesso un così macroscopico errore, ma nella metropoli tecnologica di oggi che ci cancella il cielo notturno con le sue potenti luci non c'è da meravigliarsi se i bambini e a volte i meno bambini, non hanno mai visto una lucciola e non hanno mai alzato gli occhi al cielo!

La stella Polare è la più luminosa della costellazione ed appartiene alla classe delle Cefeidi che oscilla di poco intorno alla magnitudine 2 con un periodo di circa 4 giorni. La alfa UMi si è guadagnato l'appellativo di Polare solo negli ultimi 3000 anni a causa del moto di precessione dell'asse di rotazione terrestre che impiega circa 26000 anni a compiere una rotazione completa.

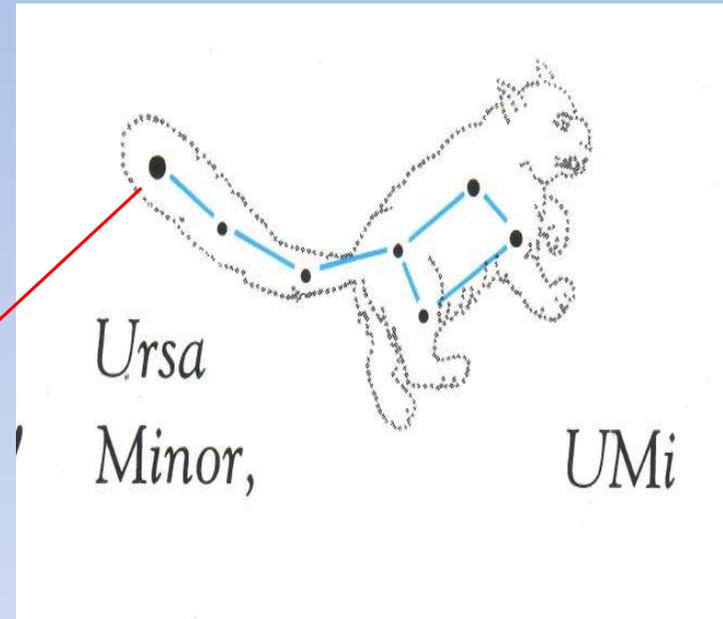
Il nome è stato dato dai soliti Greci nel VII secolo a.C. In tutta la costellazione le stelle più luminose della quarta magnitudine (cioè quelle che normalmente date le condizioni di osservabilità riusciamo a vedere) sono solo tre:  
la alfa la delta e la gamma.

# Ecco le Orse brr... che paura!

Ursa  
Maior



UMa



Ursa  
Minor,

UMi

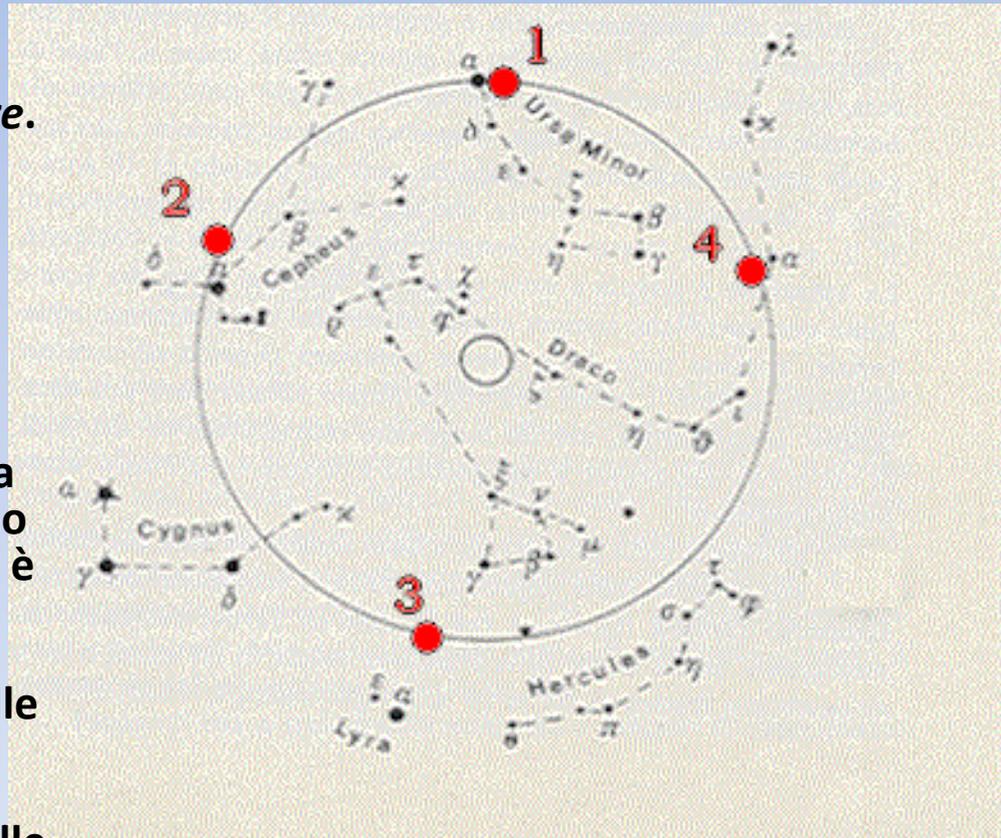
Ursa  
Minor

La Polare è una Cefeide che oscilla di poco sulla magn. 2, con periodo di circa 4 giorni.

E' la "polare" solo da tremila anni.

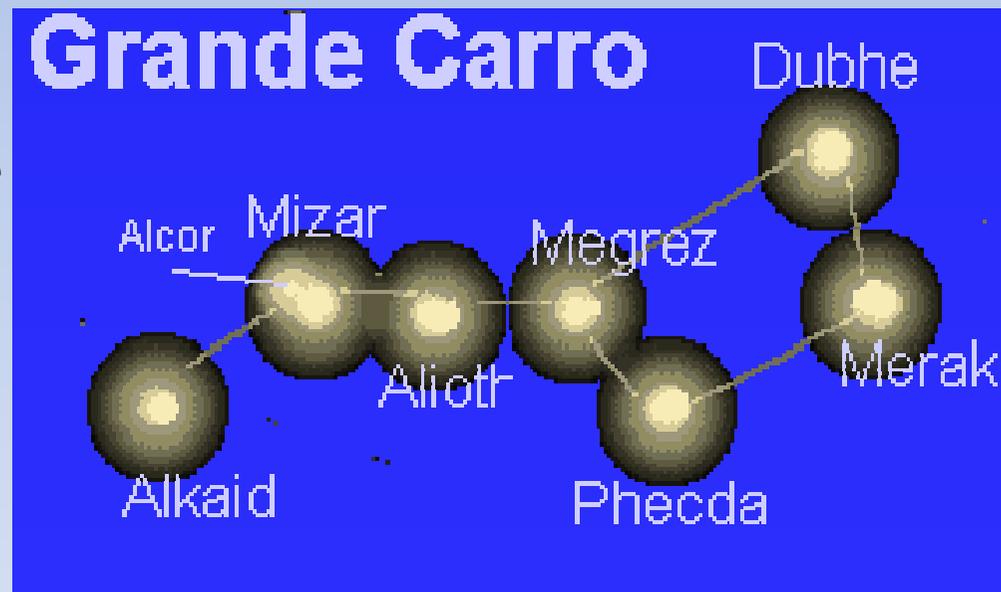
# Avanti un'altra...

- 1 Attualmente il Polo Celeste Nord, individuato dal pallino rosso, si trova vicinissimo (circa un grado) alla stella alfa della costellazione dell'Orsa Minore, detta per questo *Stella Polare*.
- 2 Fra circa 6500 anni il ruolo di stella polare spetterà alla stella alfa della costellazione di Cefeo.
- 3 Fra circa 12000 anni toccherà alla stella  $\alpha$  Vega, la stella alfa della costellazione della Lira.
- 4 Fra circa 20000 anni toccherà alla stella alfa della costellazione del Drago. Sono passati circa 26000 anni e il cerchio si è chiuso: il ruolo di Stella polare torna alla stella alfa dell'Orsa Minore. Ricordiamoci però che le stelle non sono immobili ma hanno moti propri che nel corso dei millenni provocheranno una deformazione delle costellazioni.



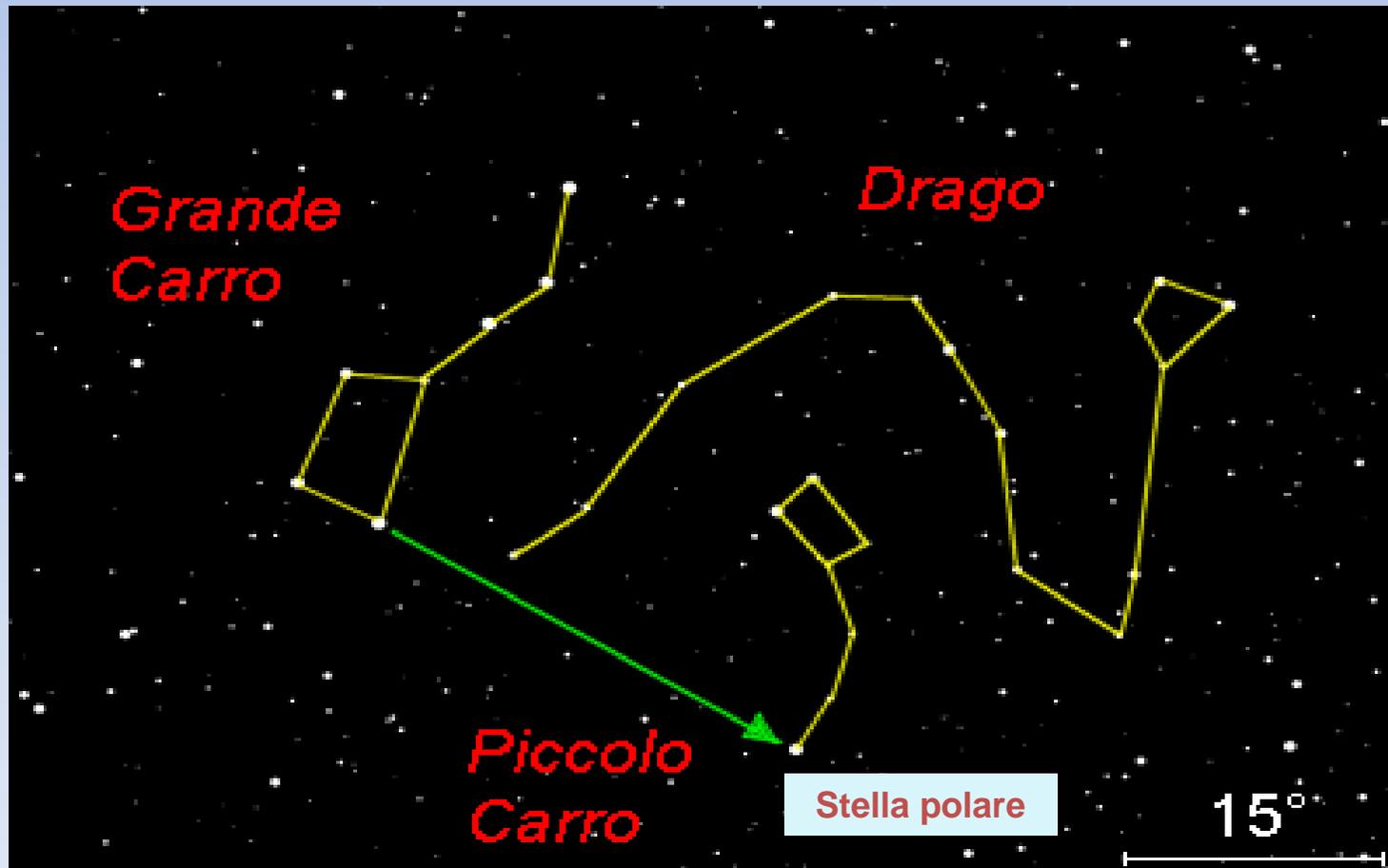
# I nomi delle stelle del Grande Carro

E' facile riconoscere in questa costellazione la figura di un carro più difficile riconoscere la sagoma di un ippopotamo (per gli egizi) di un cinghiale (per i galli) e soprattutto di un'orsa come l'hanno vista i Greci, che immaginavano che l'Orsa fosse la ninfa Callisto che, sedotta da Zeus, fu per questo punita da Artemide: dapprima la dea la trasformò in un'orsa e poi la aizzò contro i cani. Intervenne allora Zeus che volle sottrarla da un così triste destino trasferendola in cielo. Anche per i fenici, gli arabi e per le tribù Irochesi del Nord America le sette stelle raffiguravano un orso.

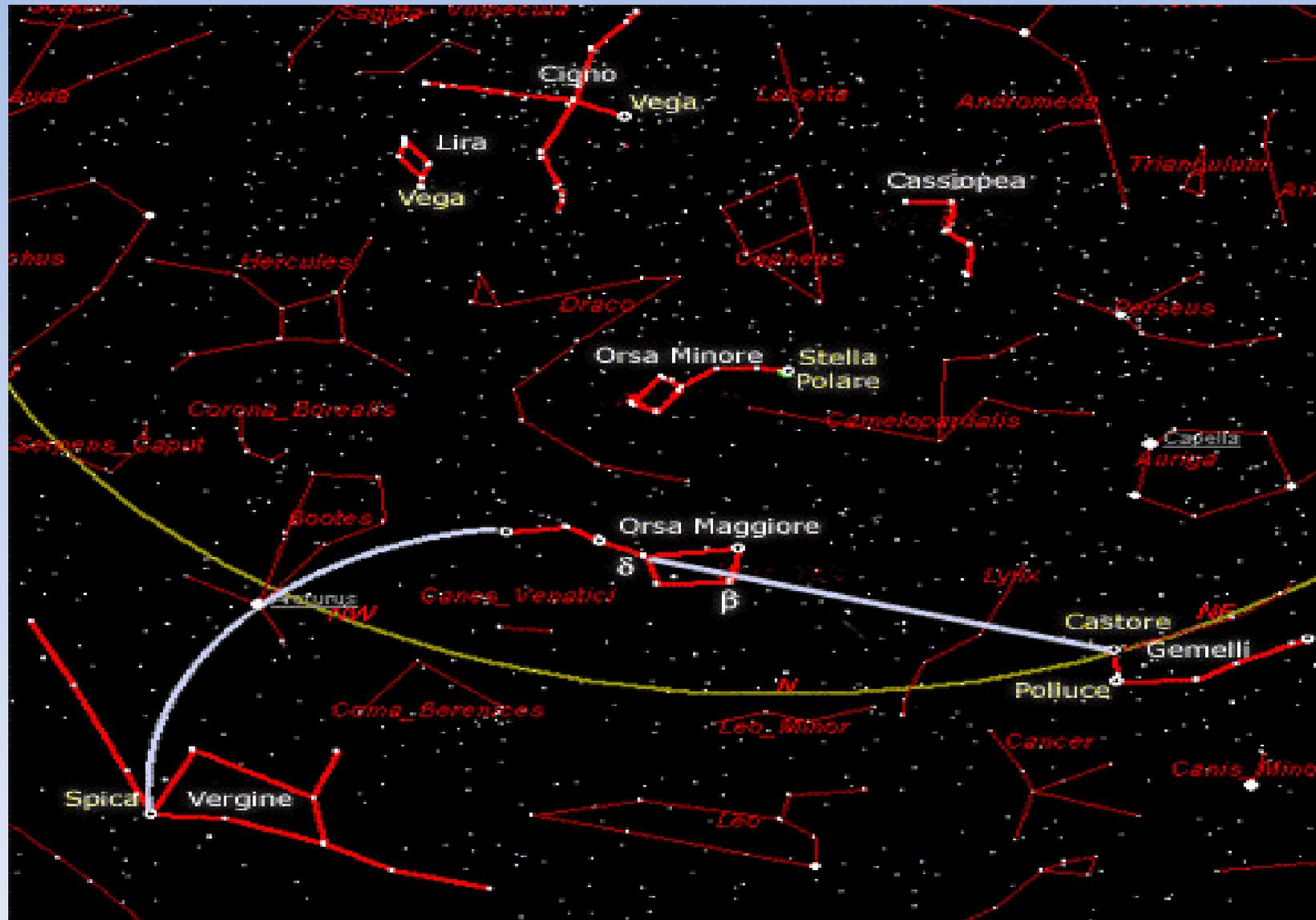


# Il Drago

- Fra le due Orse c'è un Drago!

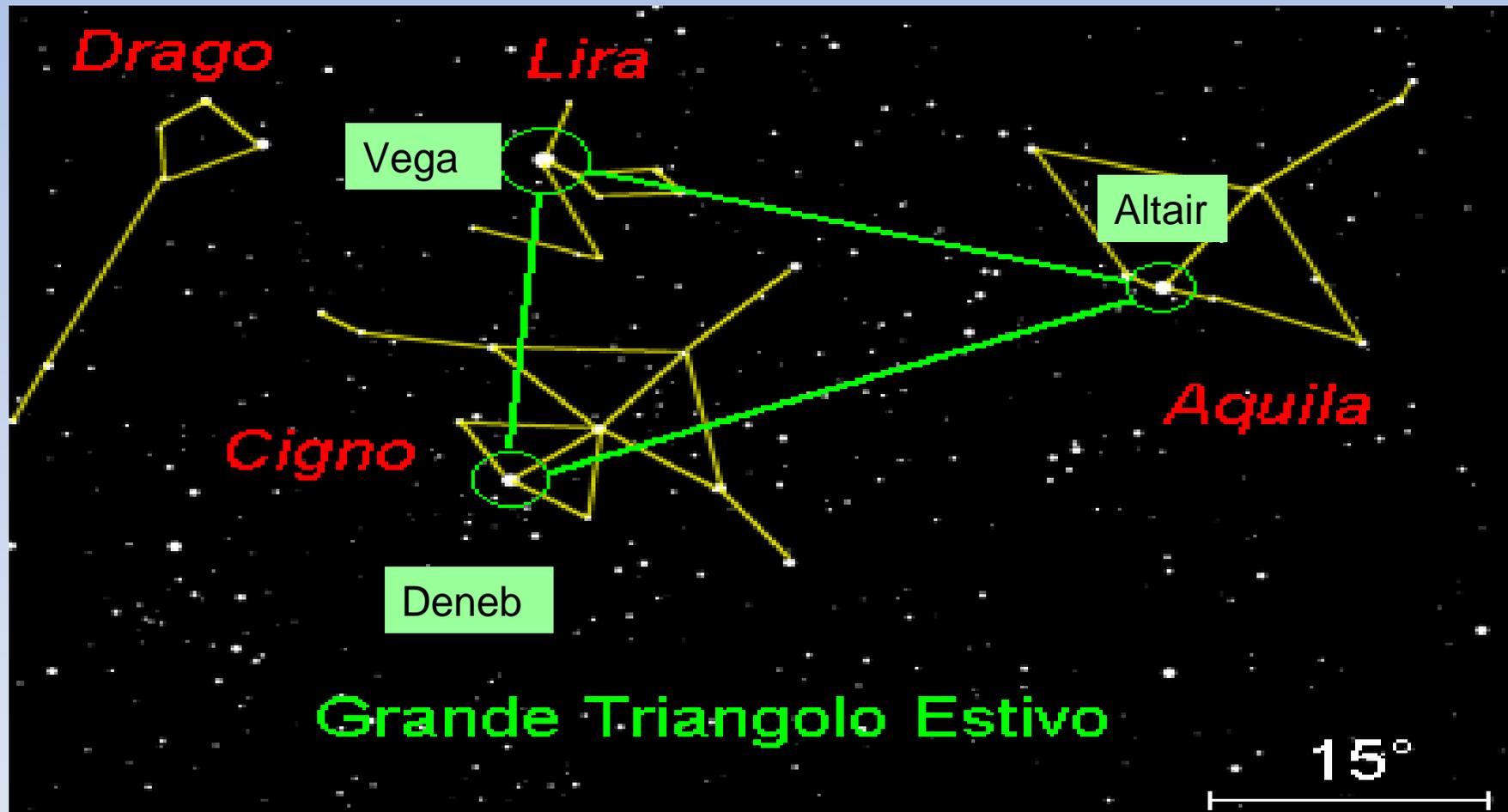


# Il Cigno, La Vergine e altri...

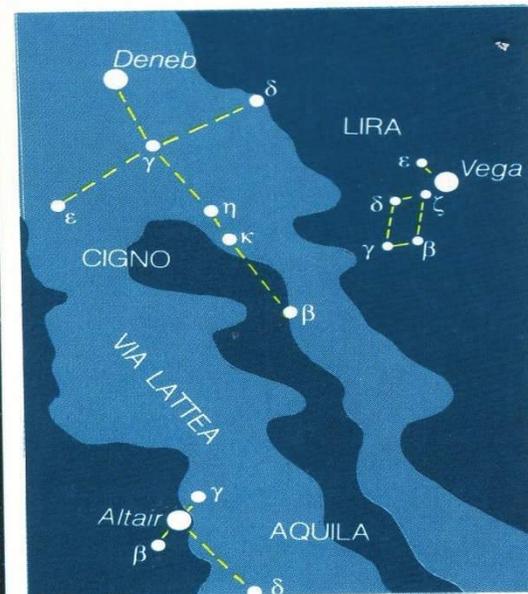
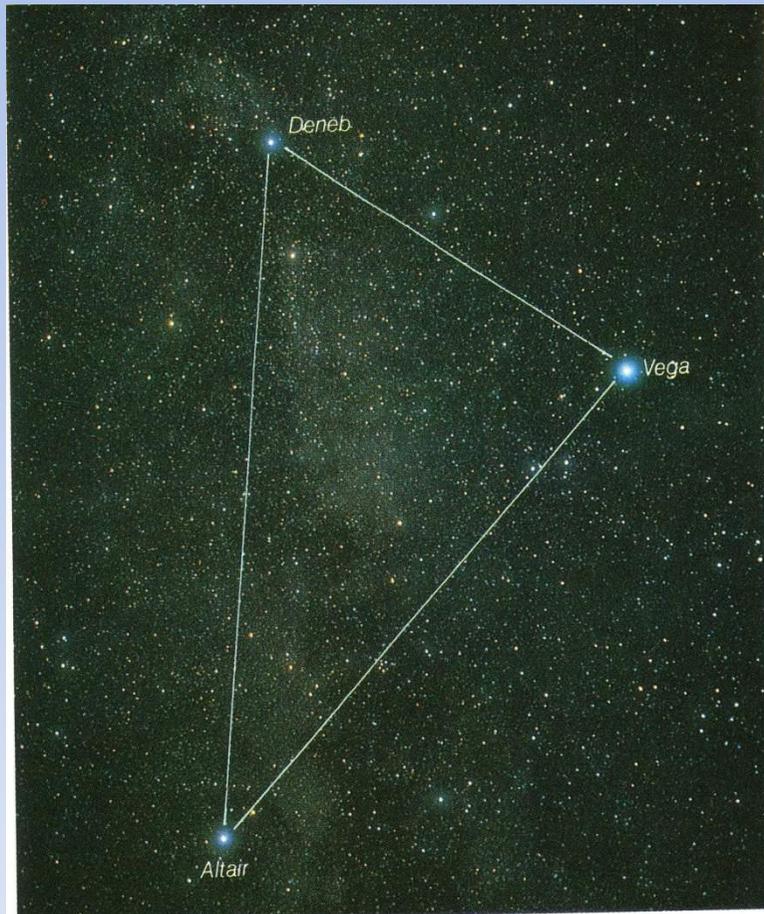


Il triangolo no...non l'avevo considerato!

Ecco il triangolo estivo:

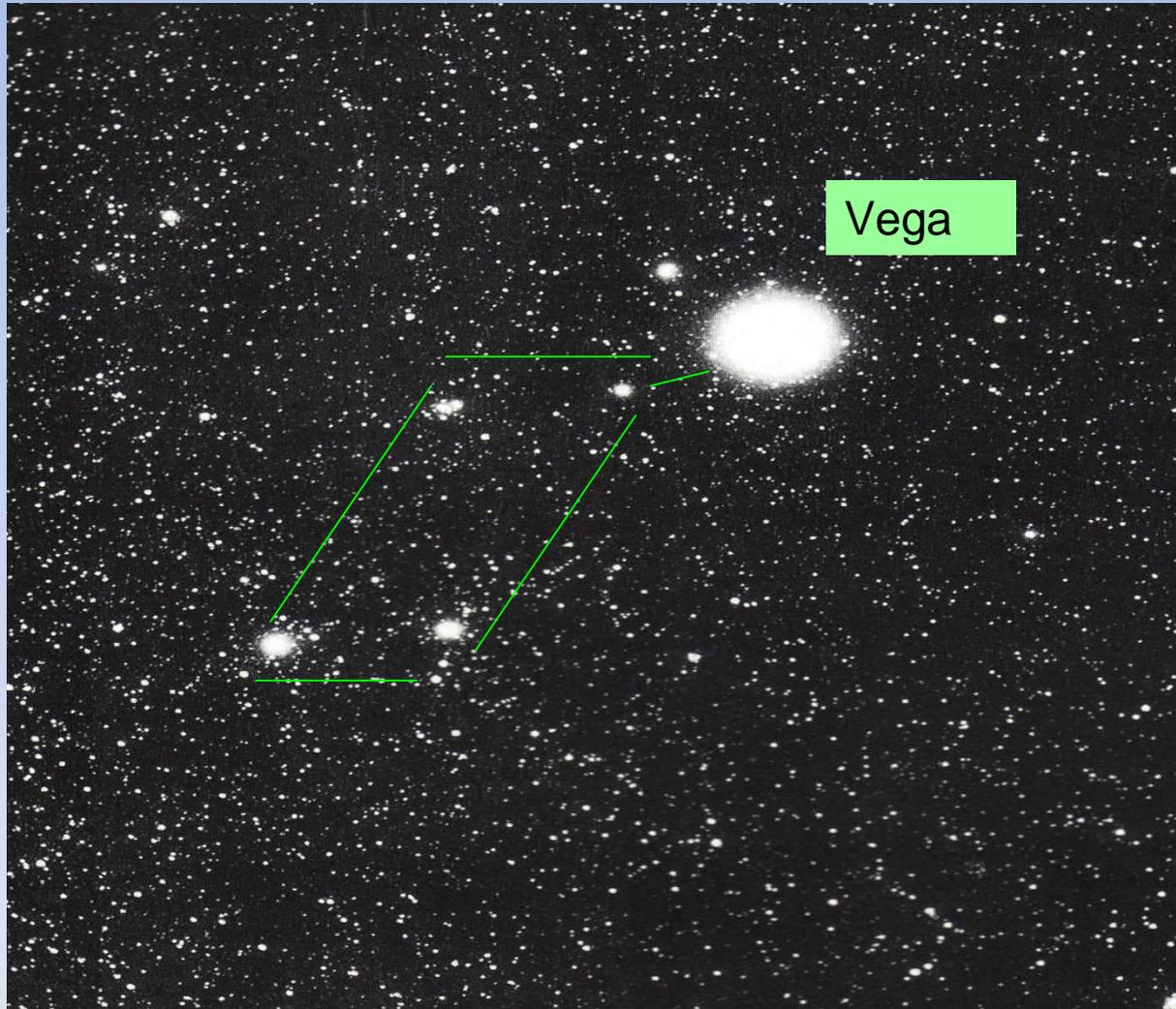


# I magnifici tre del triangolo



**A lato. Il “triangolo estivo” formato da Deneb, la stella più luminosa della costellazione del Cigno, Vega (alfa Lyrae) ed Altair (alfa Aquilae). (foto Akira Fujii, da l’astronomia)**

## Costellazione del vecchio conio... ossia della Lira

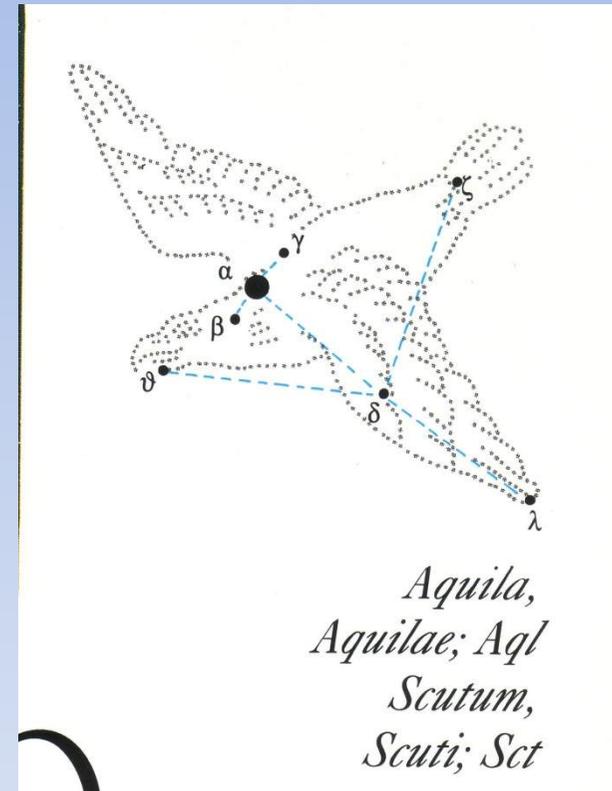
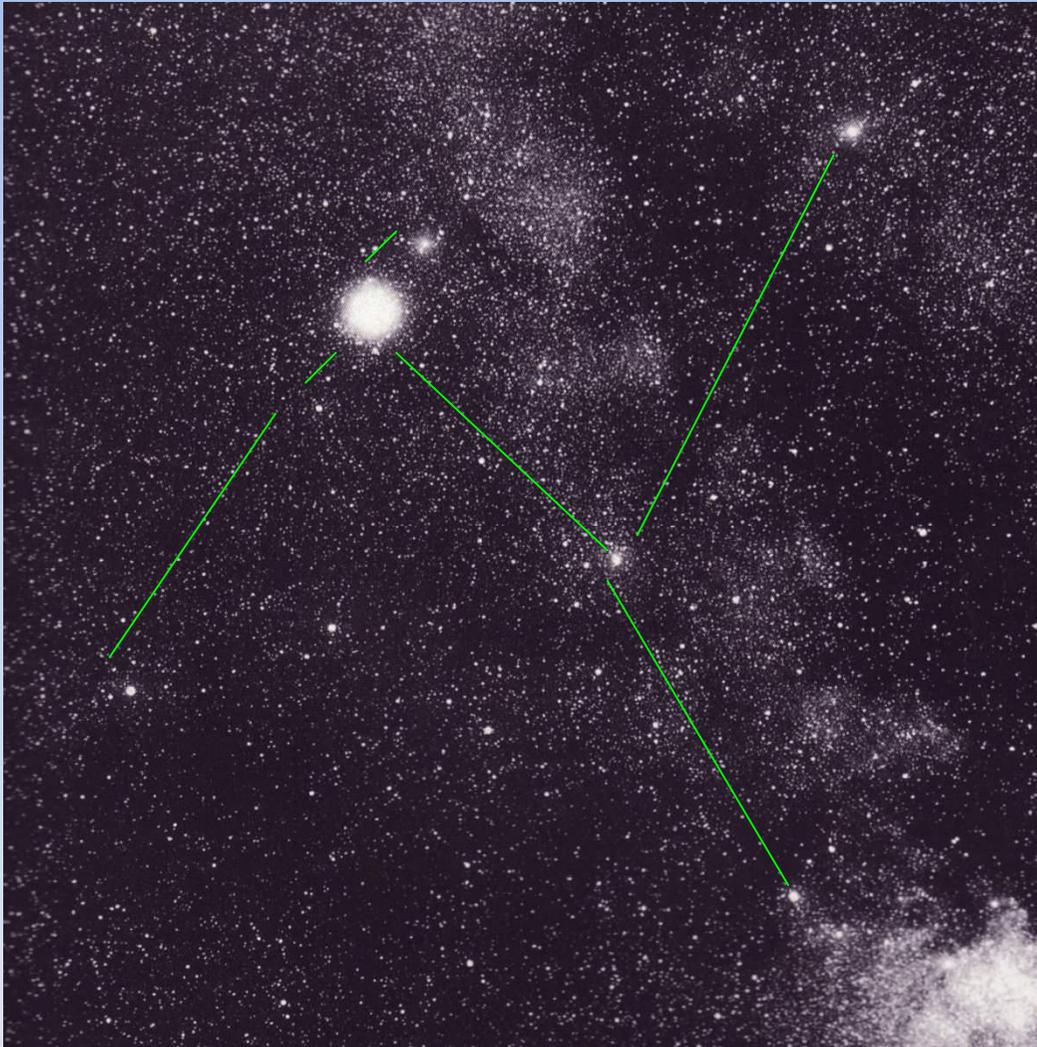


Vega è la stella più luminosa nel cielo estivo, mentre in assoluto la stella più luminosa è Sirio (visibile alle nostre latitudini in inverno).

# Vega

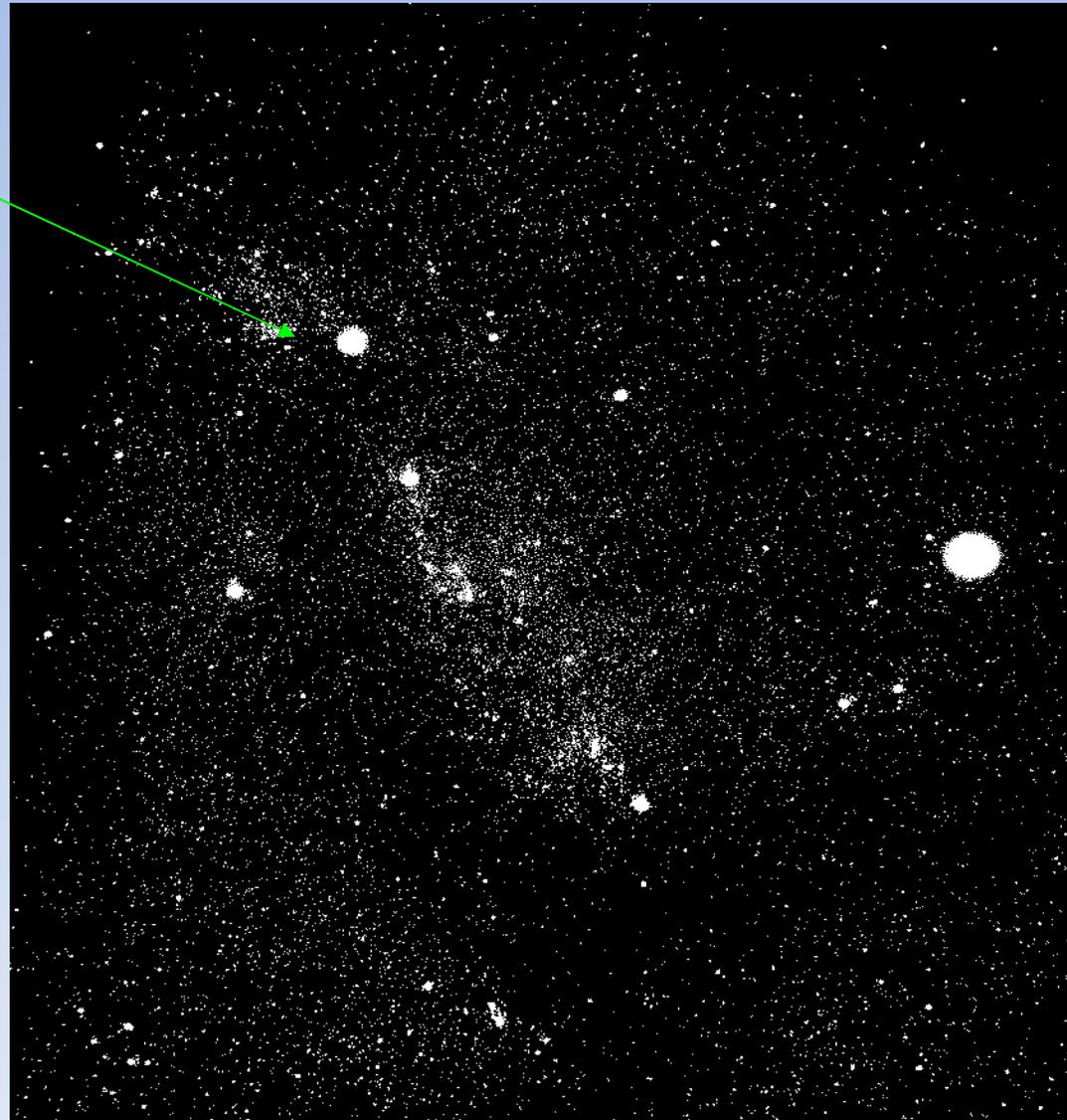
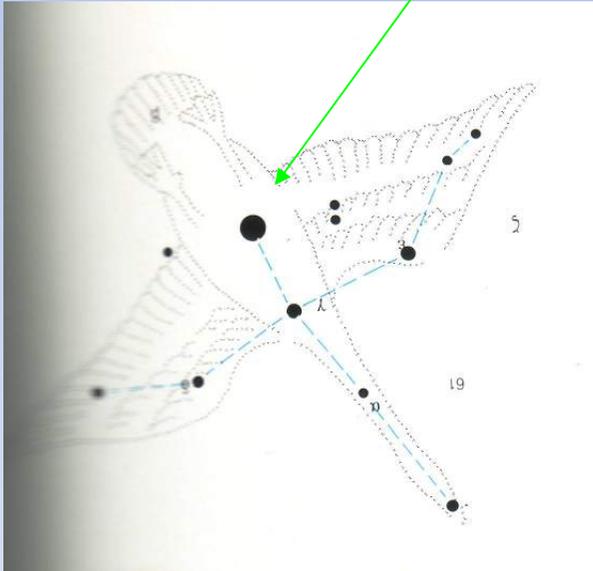
- **Vega (Alpha Lyrae)** è la stella principale della costellazione della Lyra, che si trova quasi allo zenit durante l'estate delle medie-alte latitudini. È una stella piuttosto vicina a noi, posta a soli 25 anni luce di distanza, e insieme ad Arturo e Sirio è una delle stelle più luminose nelle vicinanze del Sole. Vega è anche uno dei vertici del cosiddetto Triangolo Estivo. La vita di Vega è lunga un solo miliardo di anni (contro i dieci del Sole). Vega è due volte e mezza più massiccia del Sole, ed è circa 50 volte più luminosa.
- **Vega** ha attorno a sé un disco di polveri e gas, scoperto dal satellite IRAS alla metà degli anni '80. Questo significa che Vega ha dei pianeti, o che essi potrebbero formarsi tra breve. Un disco di questo tipo viene chiamato appunto disco protoplanetario, perché precede la formazione dei pianeti stessi, e non sopravvive a lungo se si sono formati dei giganti gassosi come Giove o Saturno. Tuttavia, se si formano solo piccoli pianeti, il disco può durare un certo tempo anche dopo la loro formazione.
- A Vega è stata assegnata una magnitudine visuale pari esattamente a zero.

# L'Aquila



# Il Cigno vola alto nel cielo estivo

Deneb



# Deneb

Deneb merita un'attenzione particolare: tra le stelle brillanti del cielo, essa è la più lontana visibile ad occhio nudo: essa dista oltre 1600 anni luce da noi! Questo significa che la luce che percepiamo è stata emessa 16 secoli fa, poco prima del crollo dell'Impero Romano, e dopo aver viaggiato per anni ed anni nel vuoto, solo adesso è giunta ai nostri occhi! Per confronto, Altair dista solo 16 anni luce - 100 volte meno di Altair - e Vega circa 27 anni luce. Questi ultimi due astri sono quindi luminosi principalmente per effetto della loro distanza relativamente piccola. Deneb è invece una cosiddetta "supergigante azzurra", con un diametro pari a oltre 150 volte quello del Sole ed una luminosità di decine di migliaia di volte superiore.

# Orione e Betelgeuse

- La gigantesca stella alfa di Orione, conosciuta anche come [Betelgeuse](#), vince questo primato. Betelgeuse è così gigantesca che, se si trovasse al posto del Sole, gli strati esterni della sua atmosfera si estenderebbero oltre l'orbita di Giove.



Betelgeuse

Supergigante rossa

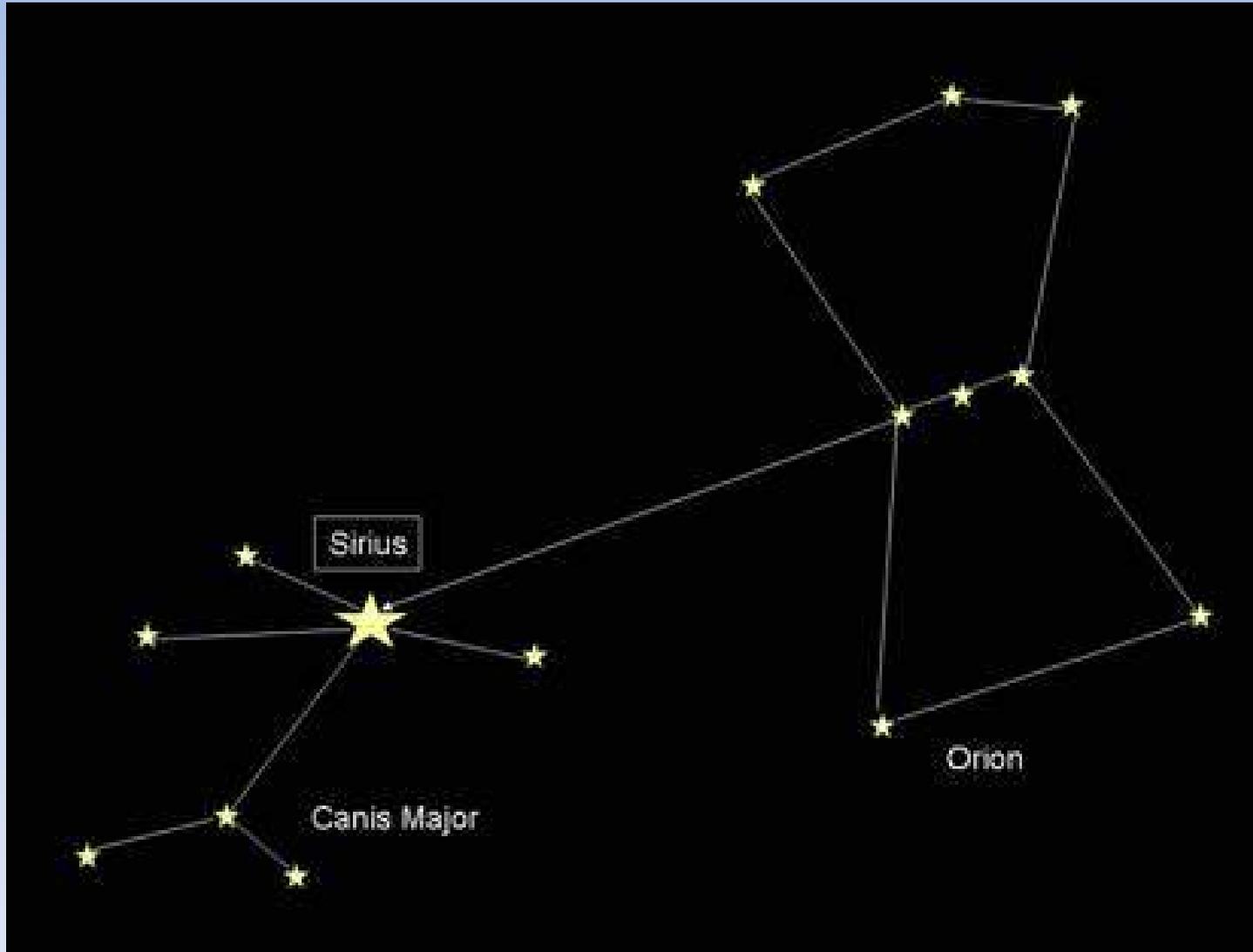
Distanza=600 al

Massa=20 Sole

Raggio =1000 Sole

Luminosità=130 000 Sole

# Come trovare Orione e Sirio

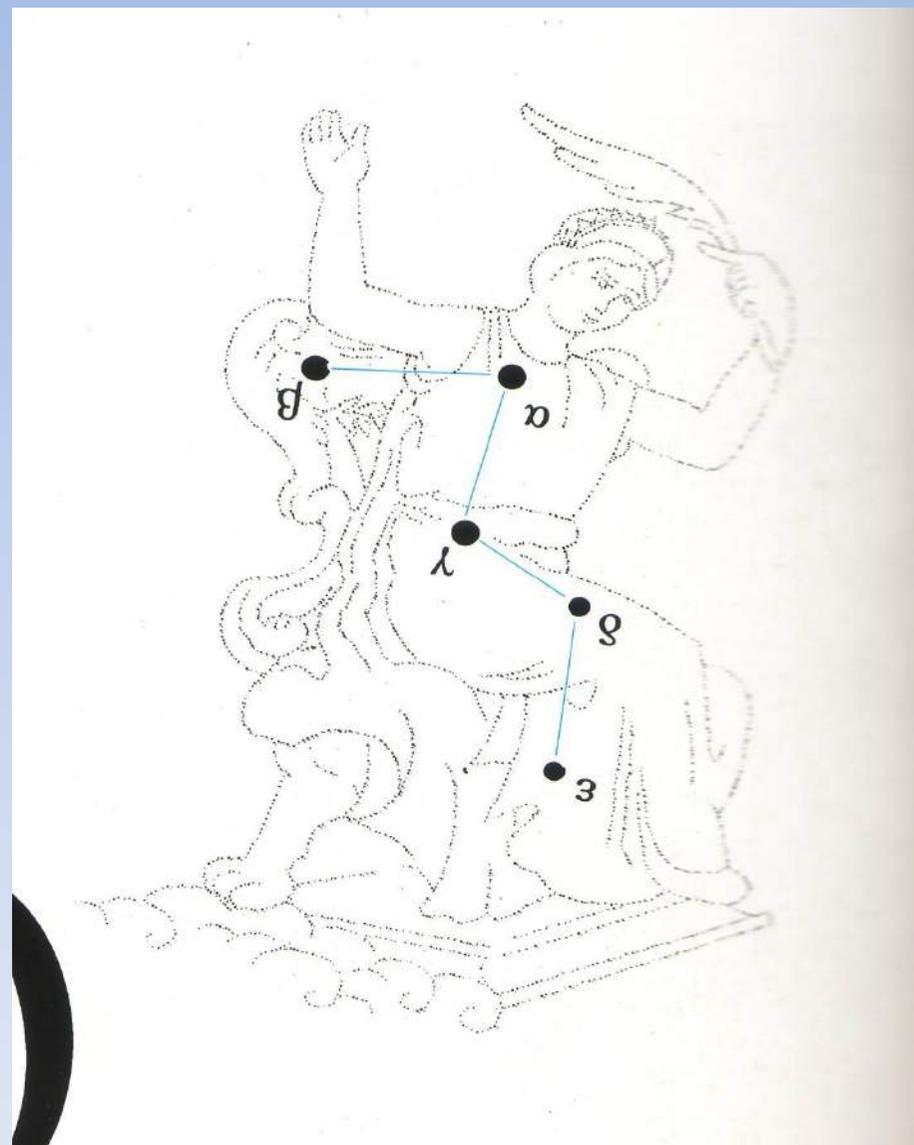


# La regina Cassiopea

ALLE NOSTRE LATITUDINI, questa costellazione si presenta circumpolare, cioè non tramonta mai; essa copre 598 gradi quadrati della volta celeste. È piuttosto nota perché è facilmente riconoscibile la posizione a W (o ad M, a seconda dell'orientazione) di cinque delle sue stelle più luminose di seconda e terza magnitudine.

[doveroso qui ricordare che in Cassiopea apparve la famosa *novella* del 1572, osservata da Tycho Brahe e riportata addirittura dal Bayer nel suo *Atlante* H 1603, un paio di gradi a sud-ovest della stella *kappa* essa è una delle quattro supernovae osservate nella nostra galassia e superò in brillantezza Bacco Venere: vista dapprima da Simon Stevin il 6 novembre 1572, venne accidentalmente ridiscoverta da Simon Stevin il giorno 11; aumentò di splendore per circa tre settimane, poi iniziò la lenta fase, per sparire alla vista dopo circa 16 mesi.

Passando alla mitologia, le stelle più luminose dovrebbero delineare il corpo della regina Cassiopea seduta sul trono: il suo nome appare nel libro IV delle *metamorfosi* di Ovidio, dove si narra che proprio Cassiopea è all'origine del mito, quando dichiarò di essere più bella delle Nereidi; queste si rivolsero a Nettuno perché la punisse ed egli mandò un mostro (la Balena) a devastare le coste del regno di Cefeo, marito dell'incauta donna. Per placare le ire del dio, Cefeo dovette incatenare la figlia Andromeda ad uno scoglio, in offerta al mostro. Qui intervenne al momento giusto Perseo, col suo cavallo alato Pegasus e salvò la fanciulla. Tutti, compreso il mostro, furono portati in cielo affinché noi le potessimo ammirare nelle notti stellate!



# Nube oscura di Barnard



La nube oscura Barnard 86, luogo di formazione stellare, si staglia sulla Via Lattea.

# Omega Centauri

il più grande di tutti gli ammassi globulari, che consiste in un milione di stelle raggruppate in una regione sferica avente le dimensioni apparenti di circa 0.5 gradi



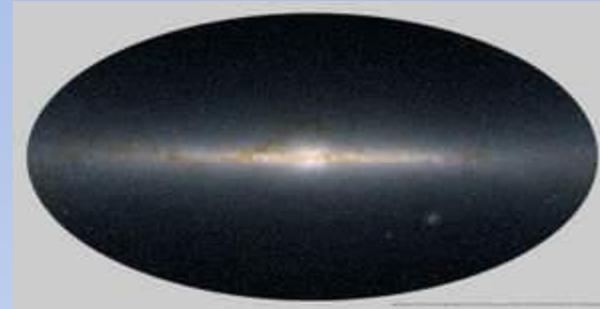
- Lasciamo la nostra Galassia ... sic!

# Le galassie sono...

- Le galassie sono degli agglomerati di 100-300 miliardi di stelle: nell'Universo ce ne sono miliardi, (se ne stimano 50 miliardi) distanti tra loro alcuni milioni di anni-luce. La forma delle galassie è generalmente quella di un disco appiattito con un rigonfiamento centrale, e spesso il disco appiattito è costituito da una spirale con molti "bracci" che partono dal nucleo centrale, attorno al quale ruota tutta la galassia.
- La galassia nella quale si trova il nostro sistema solare, e alla quale appartengono tutte le stelle visibili ad occhio nudo, è chiamata "**Via Lattea**". Poichè noi ci troviamo all'interno di essa, non ci è possibile percepirne la forma, ma studi approfonditi permettono di affermare che la nostra galassia ha la classica forma "a spirale" e che il Sole si trova in un "braccio" abbastanza distante dal suo centro.
- La Via Lattea, cioè quella striatura biancastra che attraversa il cielo nelle limpide notti, è appunto la nostra galassia così come la vediamo dall'interno: essendo la galassia di forma appiattita, quando guardiamo in direzione del suo piano la vediamo molto densa e luminosa, quando invece guardiamo verso il suo "esterno" vediamo solo poche stelle e relativamente vicine a noi.
- Ad occhio nudo, la Via Lattea sembra una macchia lattiginosa, ma se la osserviamo con un binocolo possiamo vedere che è costituita da una miriade di stelle (singole o raggruppate in ammassi), la cui massima concentrazione si trova nella zona tra la costellazione dell'Aquila e quella del Sagittario: è in questa direzione che si trova il centro della nostra galassia.
- La galassia più vicina alla nostra è quella denominata M31, nella costellazione di Andromeda, ed è l'unica già visibile ad occhio nudo in notti particolarmente limpide: la vediamo quasi "di taglio", per cui appare di forma allungata con un rigonfiamento centrale. Con un binocolo, invece, possiamo ad esempio osservare "frontalmente" M33 nella costellazione del Triangolo. Ma, a causa della loro lontananza e quindi della loro scarsa luminosità, solo nelle fotografie a lunga posa è possibile vedere nei dettagli la forma delle galassie.

# Il Gruppo Locale (circa 20 Galassie)

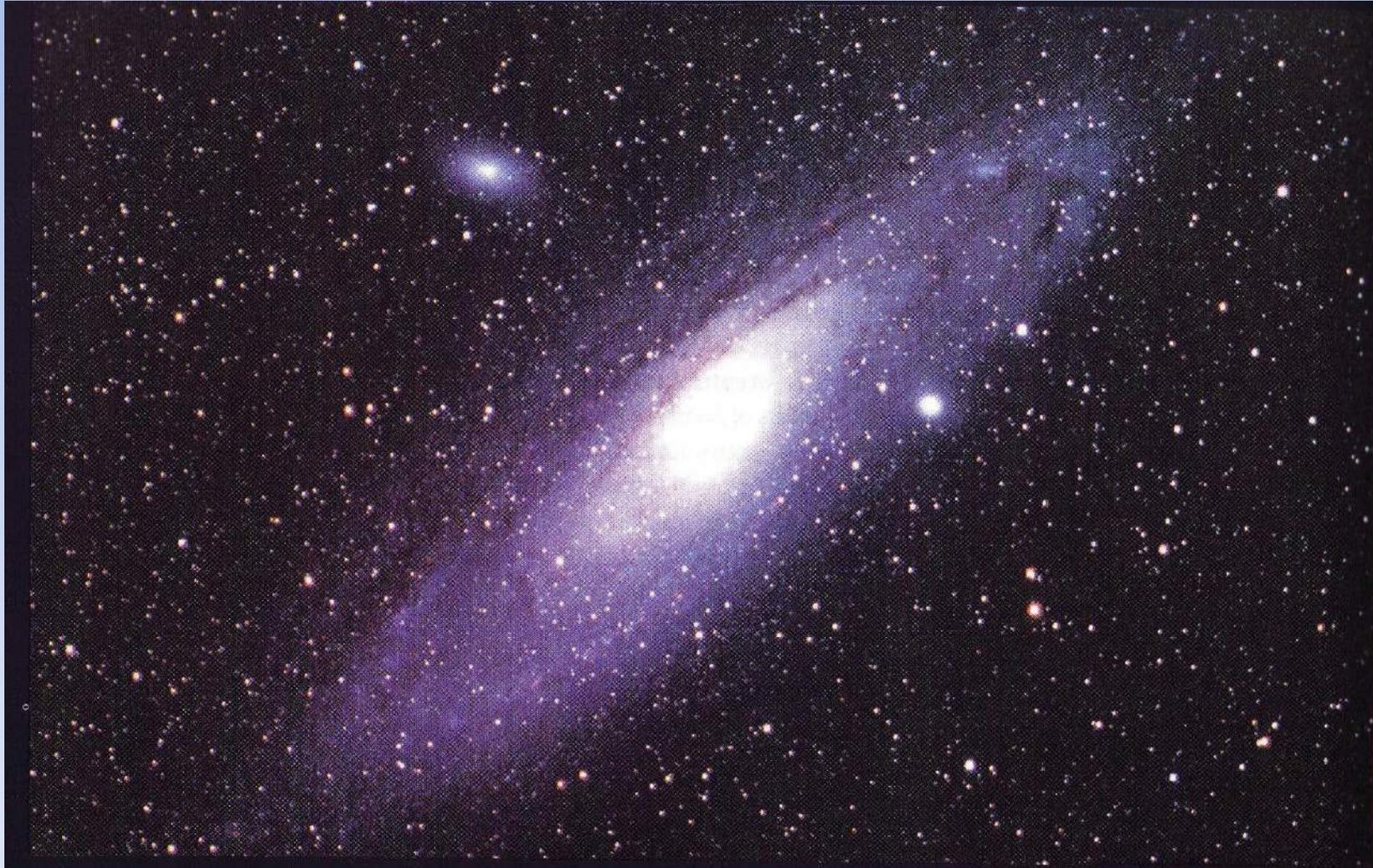
- Il gruppo locale è formato da tre sottogruppi
- Le tre capogruppo sono la Via Lattea, Andromeda e il Triangolo attorno alle quali orbitano gruppi di galassie minori



# Via Lattea



# Andromeda



La galassia di Andromeda, distante 2,2 milioni di anni luce, è un sistema simile alla nostra Galassia.

# Galassia Triangolo



L'altra importante galassia a spirale del gruppo locale è la galassia del Triangolo, che dista da noi circa 2 milioni di anni luce ed è **l'oggetto più lontano osservabile a occhio nudo**. La galassia del Triangolo è molto più piccola della nebulosa di Andromeda e della nostra galassia. La sua massa infatti è di "appena" quindici miliardi di soli, ma appare più grande nel cielo della galassia di Andromeda perché è in posizione frontale rispetto alla Terra (Andromeda si presenta invece quasi di taglio). Anche la galassia del Triangolo ha nelle sue vicinanze due piccole galassie ellittiche.

Il gruppo locale si presenta quindi costituito da sottogruppi di galassie centrati attorno alle tre galassie dominanti: la nostra, Andromeda e la galassia del Triangolo. Tutte e tre queste galassie, con il loro stuolo di galassie satelliti, ruotano attorno a un baricentro comune (che si trova pressappoco a metà strada fra la nostra galassia e quella di Andromeda). Per effetto di questo moto alcune galassie sembrano avvicinarsi a noi, altre, come le Nubi di Magellano, sembrano allontanarsi a velocità comprese fra i 200 e i 300 km/s.

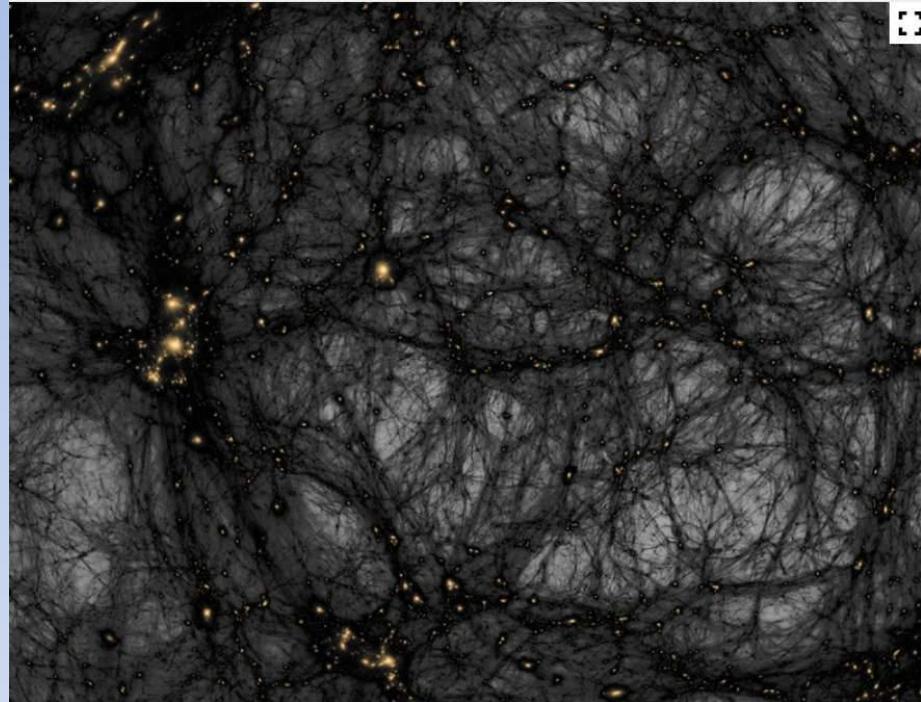
Conoscendo la massa e la velocità - e quindi l'energia cinetica - delle galassie appartenenti a un gruppo, è possibile risalire alla massa dinamica dell'insieme. Nel caso del gruppo locale, il valore della massa dinamica così calcolata è di circa 2500 miliardi di masse solari. La massa luminosa ottenuta semplicemente addizionando le masse dei singoli componenti del gruppo locale è invece quattro volte più piccola della massa dinamica. In altri gruppi di galassie sono stati trovati valori di massa dinamica anche dieci volte superiori a quella luminosa. **Si è quindi portati a supporre l'esistenza di una massa - che non emette alcun tipo di luce ma che pure esiste gravitazionalmente - a cui si dà il nome di massa oscura o materia oscura.**

# Lo stato attuale della conoscenza o dell'ignoranza...

- Due sono principalmente gli interrogativi in cosmologia, essi riguardano:
- La materia oscura
- L'energia oscura

# Materia oscura

- **La materia oscura** è l'ipotetica componente di [materia](#) che non è direttamente [osservabile](#) in quanto non emette né assorbe radiazione e si manifesta unicamente attraverso gli effetti [gravitazionali](#).



# Energia oscura

L'**energia oscura** è un'ipotetica forma di [energia](#) non direttamente rilevabile, diffusa omogeneamente nello spazio.

L'ingrediente preponderante e più misterioso del modello standard attuale è senza dubbio la cosiddetta energia oscura, che contribuisce a circa **il 75% della densità di materia/energia dell'Universo** e ne provoca l'attuale espansione accelerata. L'evidenza più diretta di tale accelerazione viene dall'osservazione di "candele standard" a distanze cosmologiche, ovvero oggetti la cui luminosità intrinseca può essere calibrata a priori e la cui distanza quindi misurata direttamente dalla luminosità apparente. E' questo il caso delle cosiddette Supernove di tipo Ia, che alla fine degli anni '90 hanno permesso di evidenziare per la prima volta la presenza di accelerazione.



# Le nubi di Magellano: due piccole galassie satellite della Via Lattea

Piccola e Grande Nube di  
Magellano



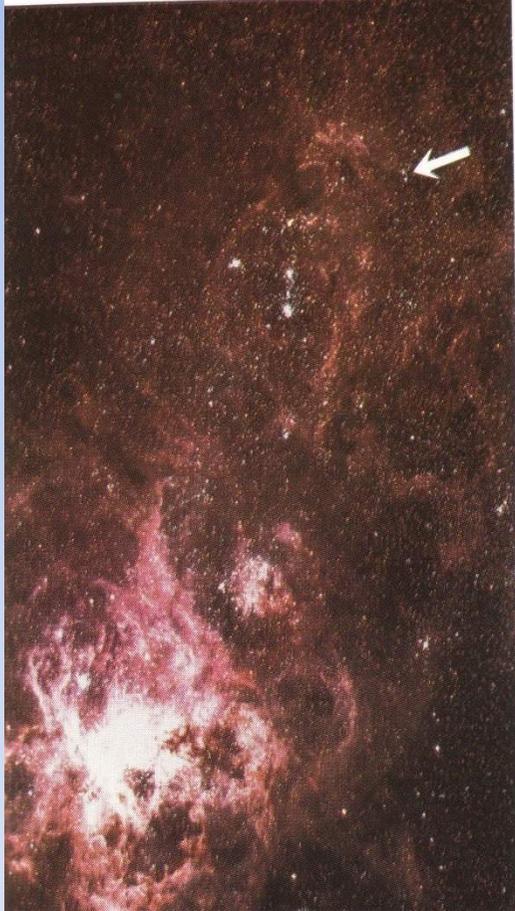
# Grande Nube di Magellano



# Piccola Nube di Magellano



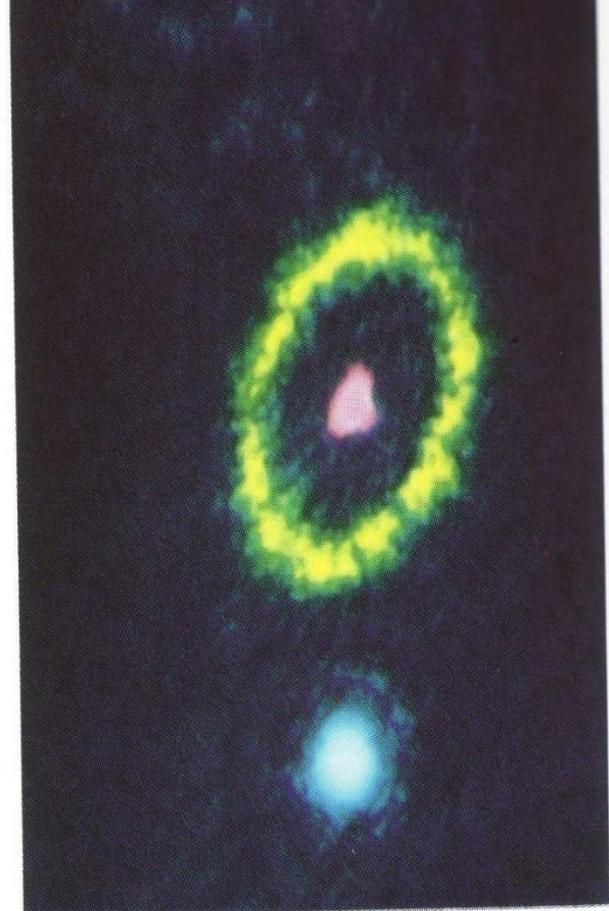
**Una classe speciale di stelle le Supernove**  
Supernova 1987 A nella Grande Nube di Magellano.



Fotografia del  
Gennaio 1987



Fotografia del  
Febbraio 1987



Due anni dopo  
(fotografata da Hubble)

# Quante galassie vediamo?

- Con i moderni telescopi, compreso il telescopio spaziale Hubble, si stima che siano visibili circa **100 (o forse 500) miliardi di galassie**, delle quali solo alcune migliaia sono state studiate. Ognuna di queste galassie contiene tantissime stelle: quelle più grandi ne contengono infatti migliaia di miliardi, e quelle più piccole, cioè le galassie "nane" ne contano milioni.

Mediamente una galassia come la Via Lattea ne contiene da 100 a 200 miliardi.

## Curiosità: L'oggetto più lontano

- Si tratta forse di una galassia, ed è stato osservato nel 1977 dallo spettrografo STIS di Hubble.
- La sua distanza potrebbe essere di 11,4 miliardi di anni-luce, corrispondente ad un'età dell'universo del pari al 5% di quella attuale.

Vogliamo stare vicini vicini... gli ammassi di galassie.



Gli ammassi di galassie sono i mattoni di base dell'Universo. Questo, situato nella costellazione di Ercole, è gravitazionalmente legato dai tempi della sua formazione, avvenuta circa 13 miliardi di anni fa.

E per finire godiamoci in silenzio le  
bellezze del cosmo...

( sottofondo musicale: Aria sulla quarta  
corda di J.S. Bach)

# Gum Nebula



La Gum Nebula nella costellazione delle Vele, è uno dei pochi esempi di supernova i cui resti stellari collassati siano stati identificati.

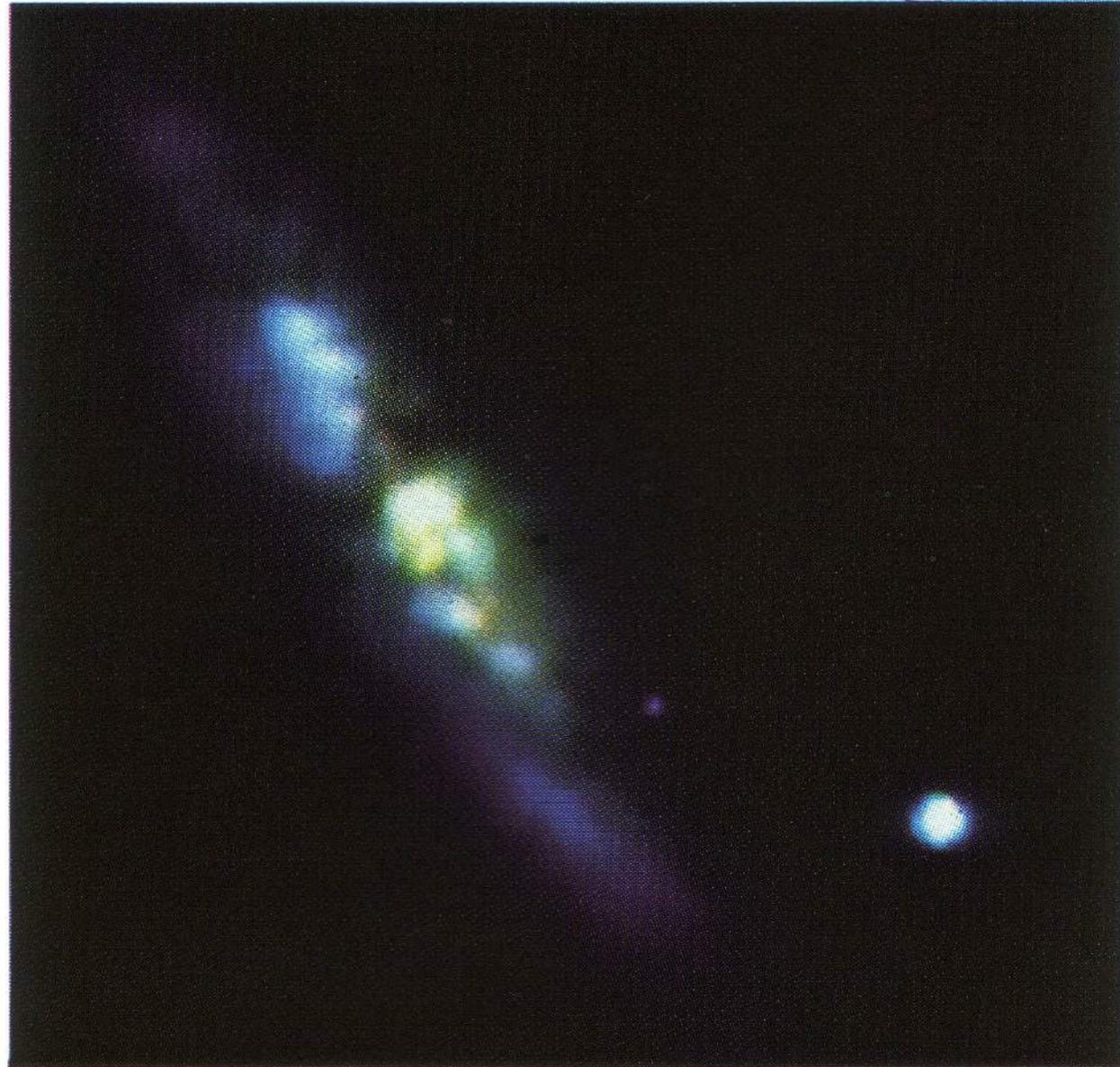




**M 8**



# M 82



La galassia *starburst* M82 è ricca di polvere interstellare. Le singole stelle non vengono risolte in questa ripresa.

M 1 Nebulosa del Granchio  
ciò che resta della supernova del avvistata nel 1051-



# M 83



La galassia M83 mostra stelle di Popolazione I azzurrine nel disco e nei bracci di spirale, mentre quelle di Popolazione II conferiscono un colore arancio al *bulge* centrale. Nel disco si riconoscono anche numerose nubi rossastre di gas ionizzato da stelle blu calde.

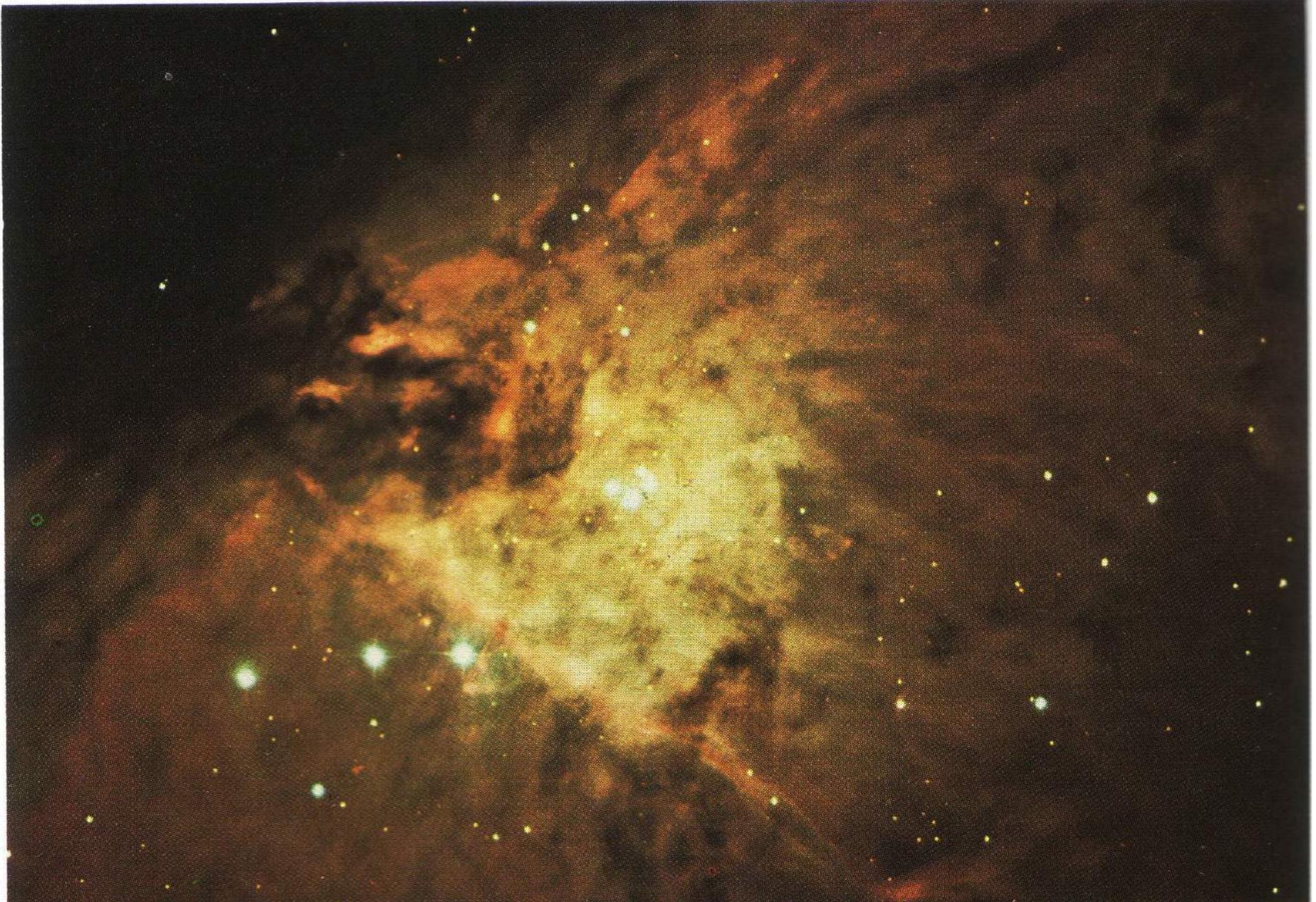
# Nebulosa Trifida



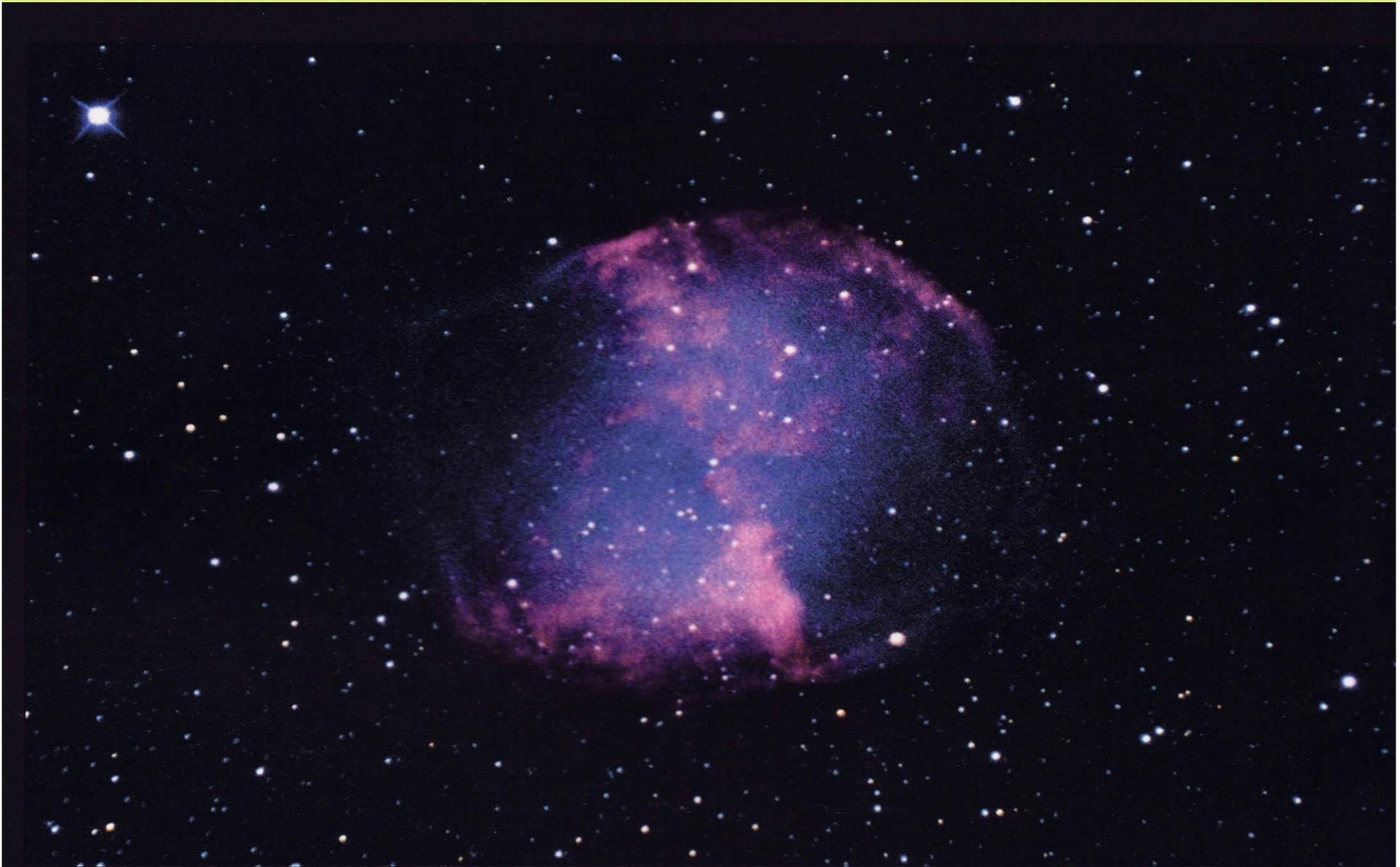
# Nebulosa Trifida (part.)



# Nebulosa di Orione



# Nebulosa del Manubrio



La Dumbell Nebula, o Nebulosa Manubrio: splendido esempio di nebulosa planetaria.



La spirale barrata NGC 1365.

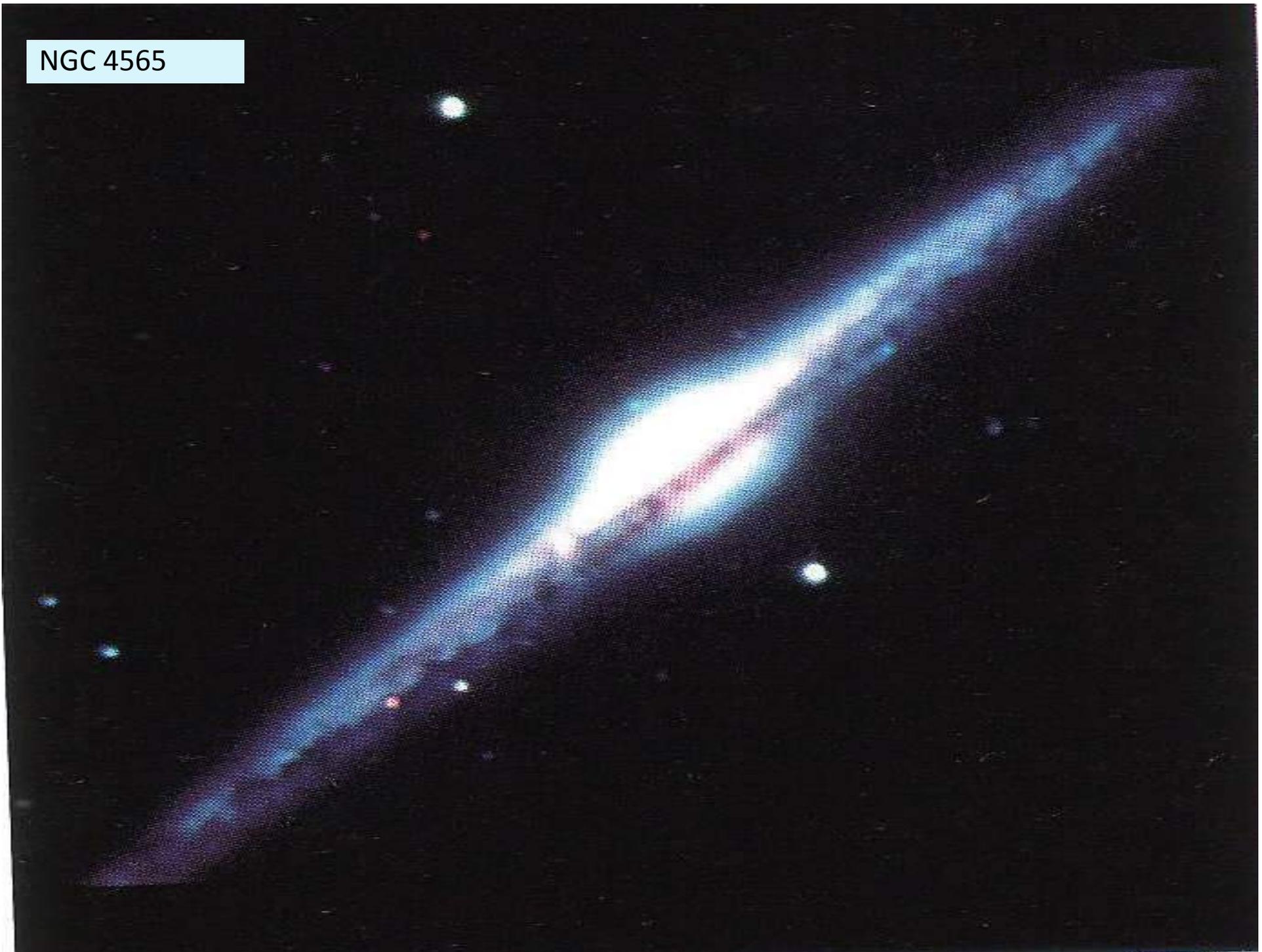


**L'ammasso aperto  
NGC 3293** è molto  
giovane e per questo ha  
quasi tutta la sua  
sequenza principale  
ancora intatta

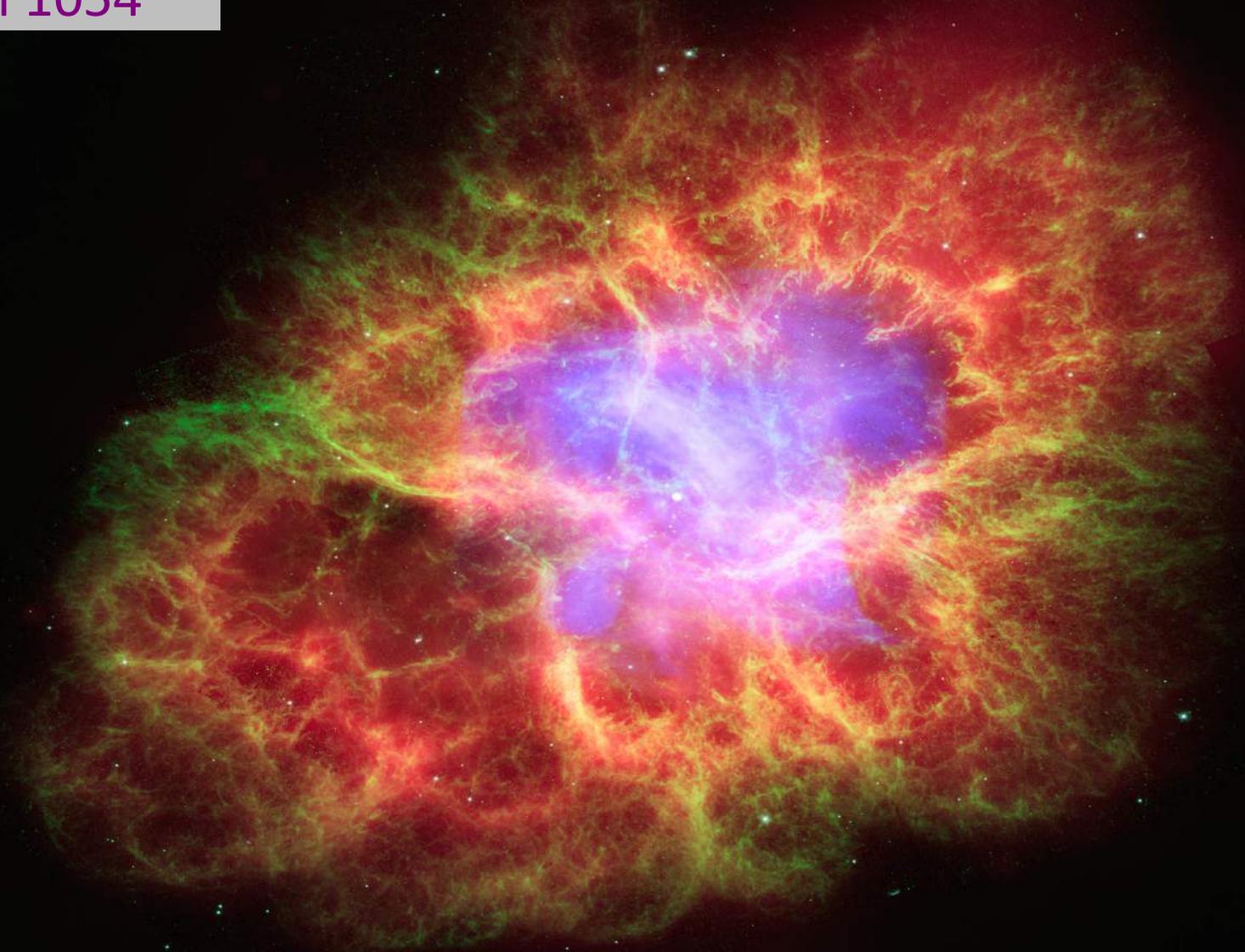
M 33



NGC 4565



Supernova  
del 1054











Nebulose B33+IC435, C8 f6.3 (29-11-91) S. Gusme'







Whirlpool Galaxy • M51



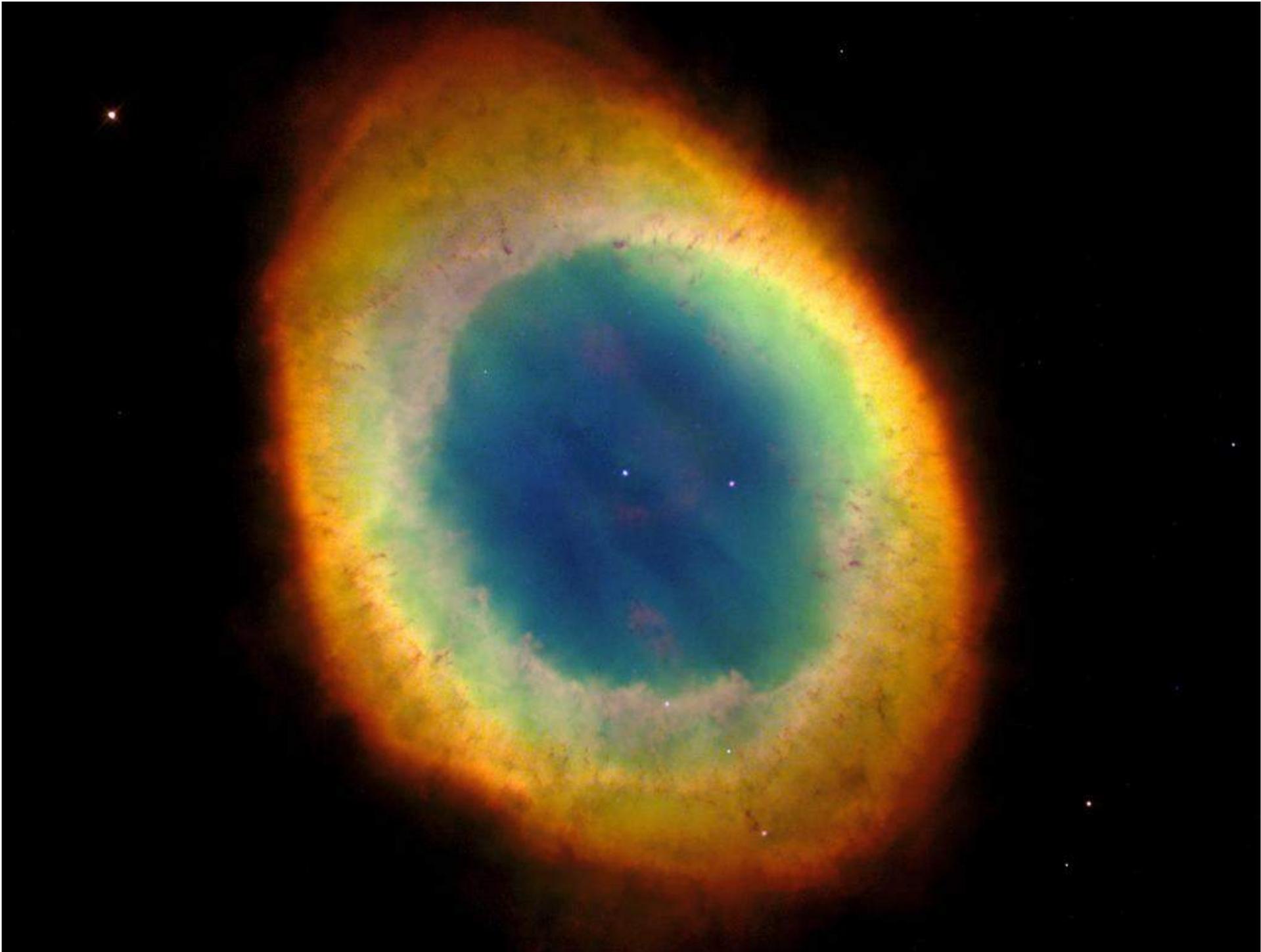
NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)  
Hubble Space Telescope WFPC2 • STScI-PRC01-10

Hubble  
Heritage





The Orion Nebula

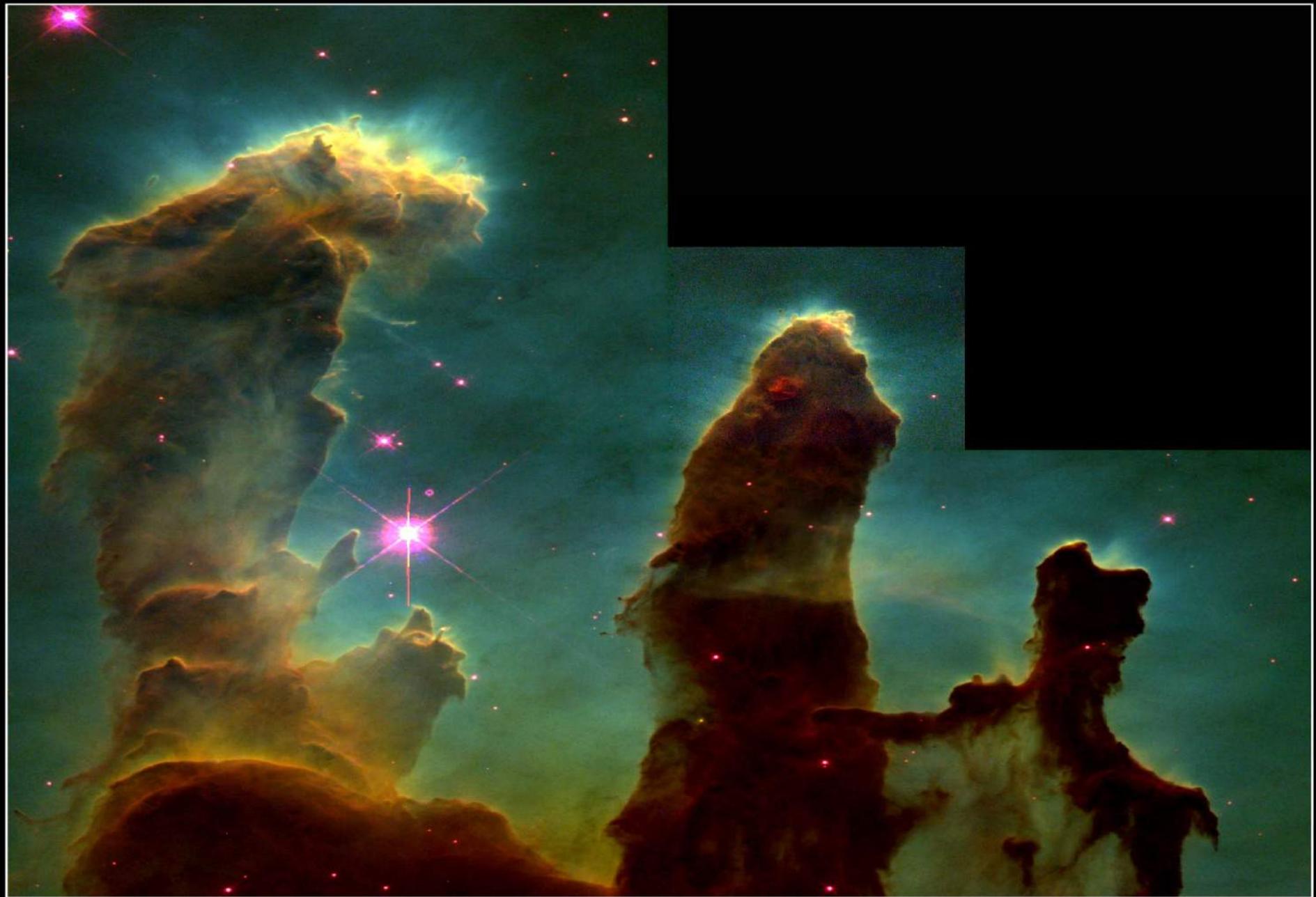


Sombrero Galaxy • M104



Hubble  
Heritage





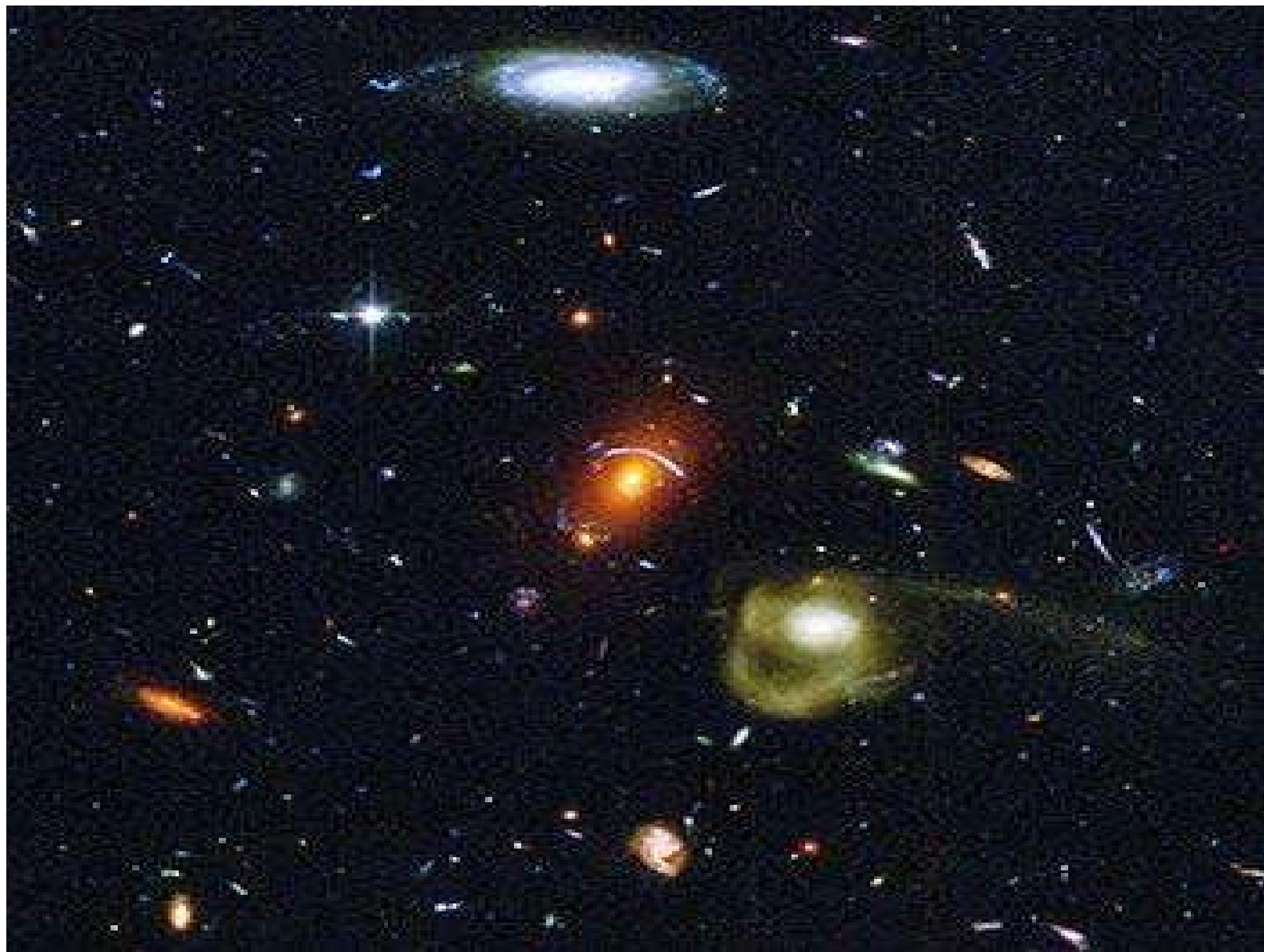
**Gaseous Pillars in M16 · Eagle Nebula**

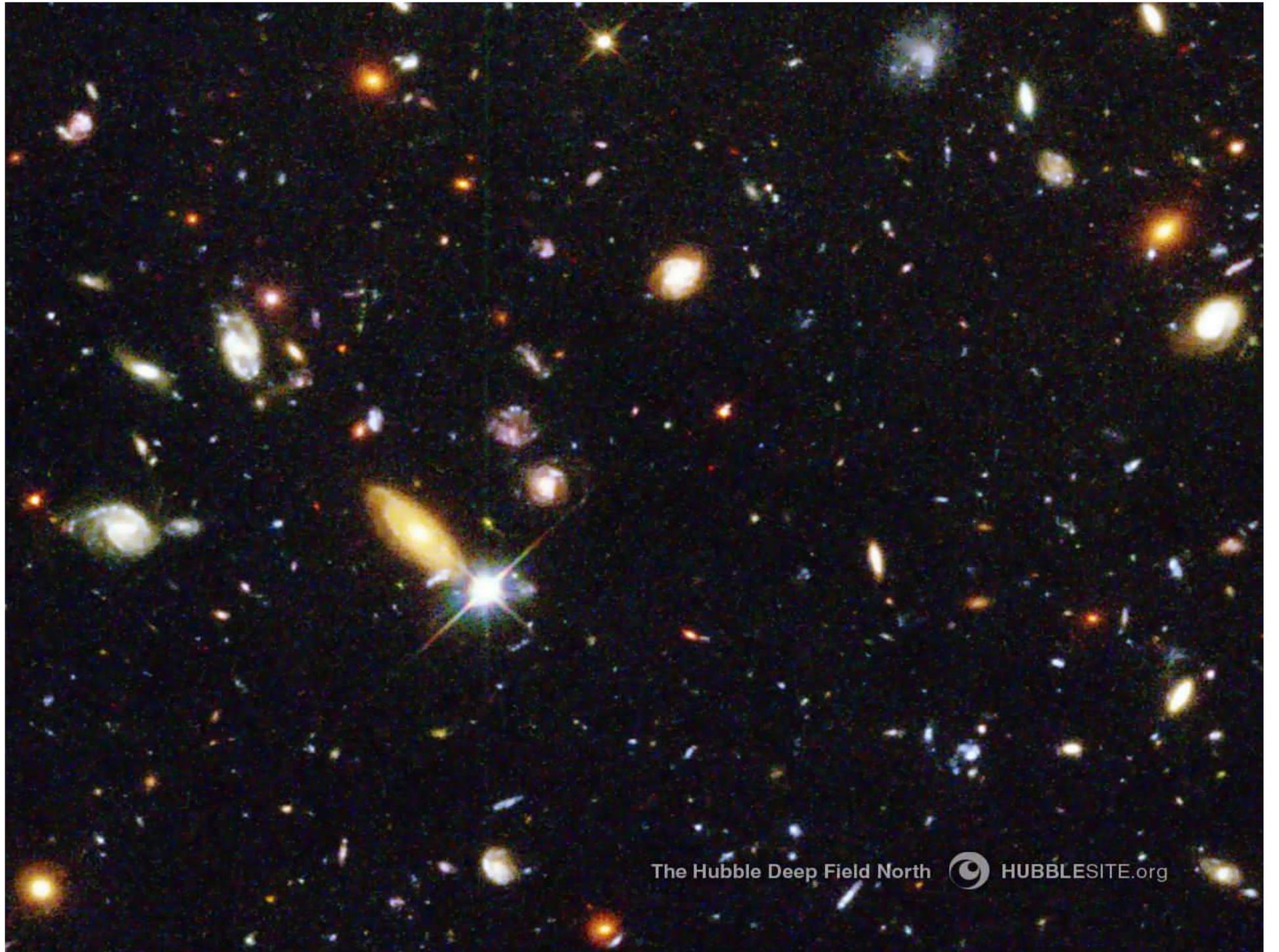












The Hubble Deep Field North  HUBBLESITE.org

*Il nostro viaggio è terminato.  
Rimane accresciuto il nostro stupore per tanta  
bellezza!!!*

