

*Corso di aggiornamento UNICAM per docenti di Scuola
Secondaria Superiore
Camerino (MC)
Febbraio - Maggio 2011*

Il Sistema Solare



DEFINIZIONI

Il Sistema Solare è costituito da:

- ✓ Una *stella*
- ✓ 8 (OTTO!) *pianeti*
- ✓ Alcune decine (?) di *pianeti nani*
- ✓ Qualche centinaio (?) di *satelliti*
- ✓ Centinaia di miliardi (?) di *corpi minori*

DEFINIZIONI

Il 24 agosto 2006, a Praga, l'IAU (International Astronomical Union) ha stabilito che un **planeta** è un corpo celeste che:

- a) *è in orbita intorno al Sole*
- b) *ha massa sufficiente per trovarsi in equilibrio idrostatico (e assumere quindi una forma tendenzialmente sferica)*
- c) *è l'unico corpo presente nelle immediate vicinanze della sua orbita a soddisfare le condizioni a) e b)*

Il Sistema Solare ha dunque **OTTO** pianeti:

Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno.

DEFINIZIONI

Il 24 agosto 2006, a Praga, l'IAU (International Astronomical Union) ha stabilito che un **planeta nano** è un corpo celeste che:

- a) *è in orbita intorno al Sole*
- b) *ha massa sufficiente per trovarsi in equilibrio idrostatico
(e assumere quindi una forma tendenzialmente sferica)*
- c) NON *è l'unico corpo celeste presente nelle immediate vicinanze della sua orbita a soddisfare le condizioni a) e b), e non è neppure un satellite di un altro pianeta.*

Sono pianeti nani:

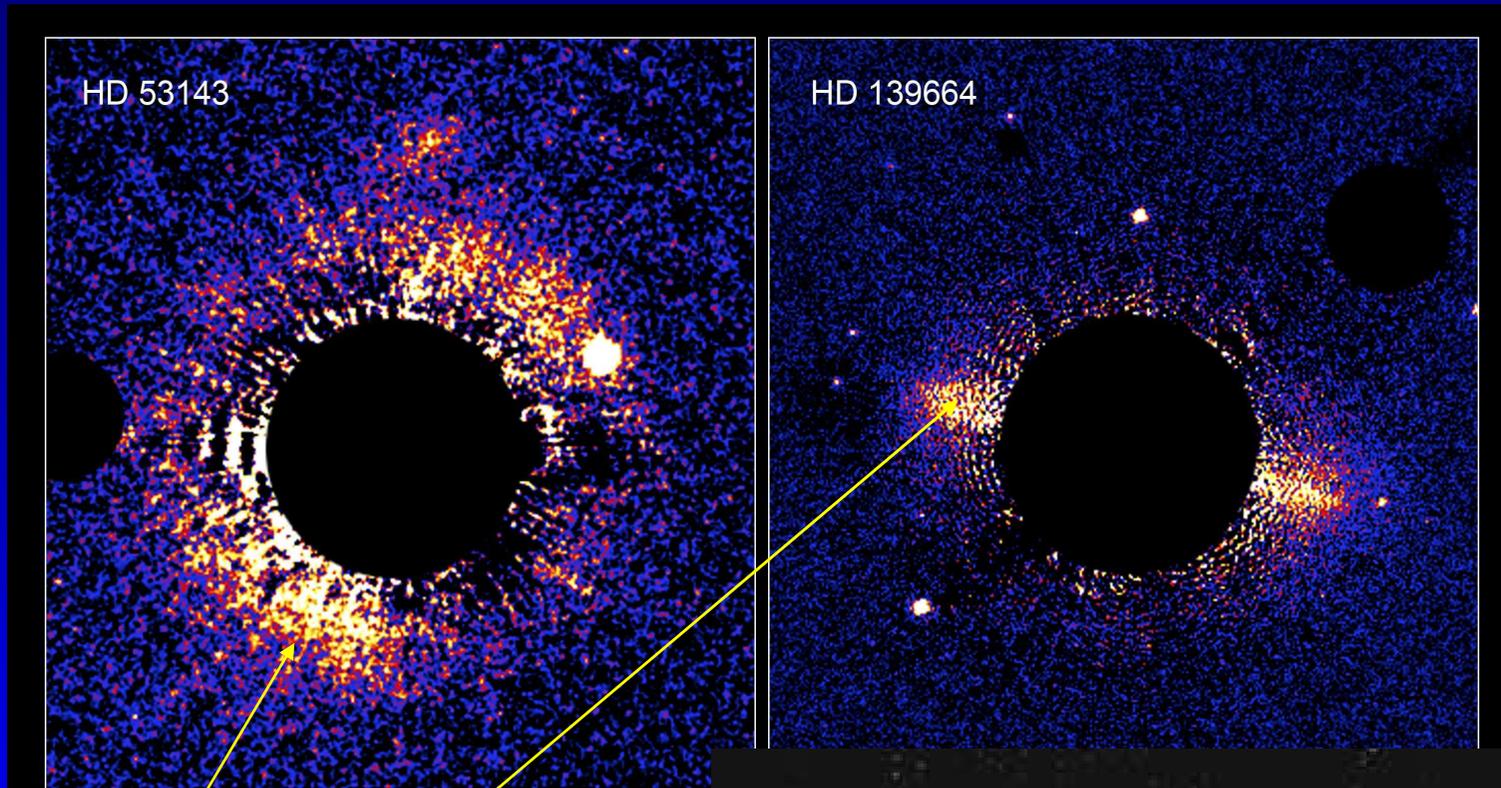
Plutone, Caronte, Cerere, Vesta, Sedna, Quaoar, Eris,

DEFINIZIONI

Oltre ai pianeti "classici" e a quelli "nani", tutti gli altri oggetti presenti nel sistema solare sono

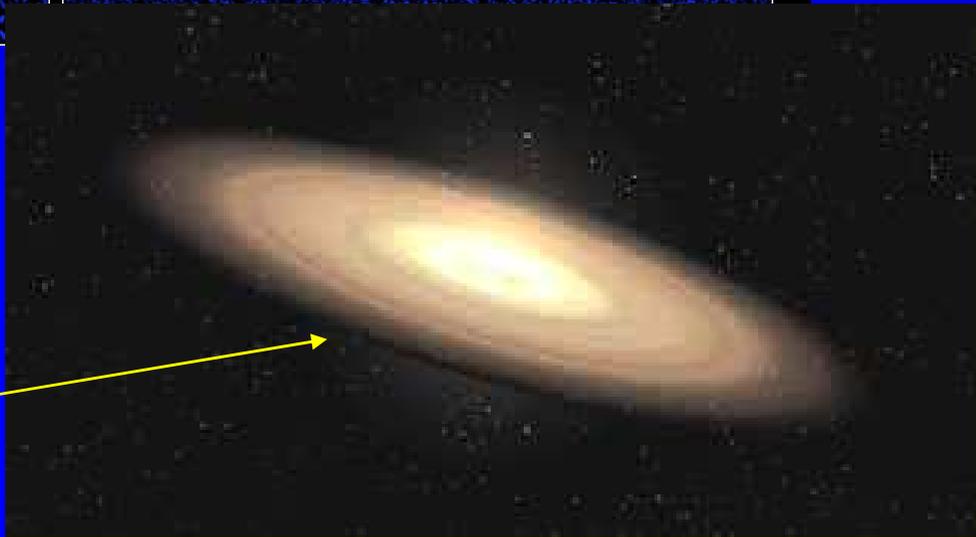
- Satelliti, che orbitano intorno ai pianeti (normali o nani);
- Corpi minori del Sistema Solare (*Small Solar System Bodies*), cioè la maggior parte degli asteroidi e tutte le comete.

FORMAZIONE DI UN SISTEMA PLANETARIO



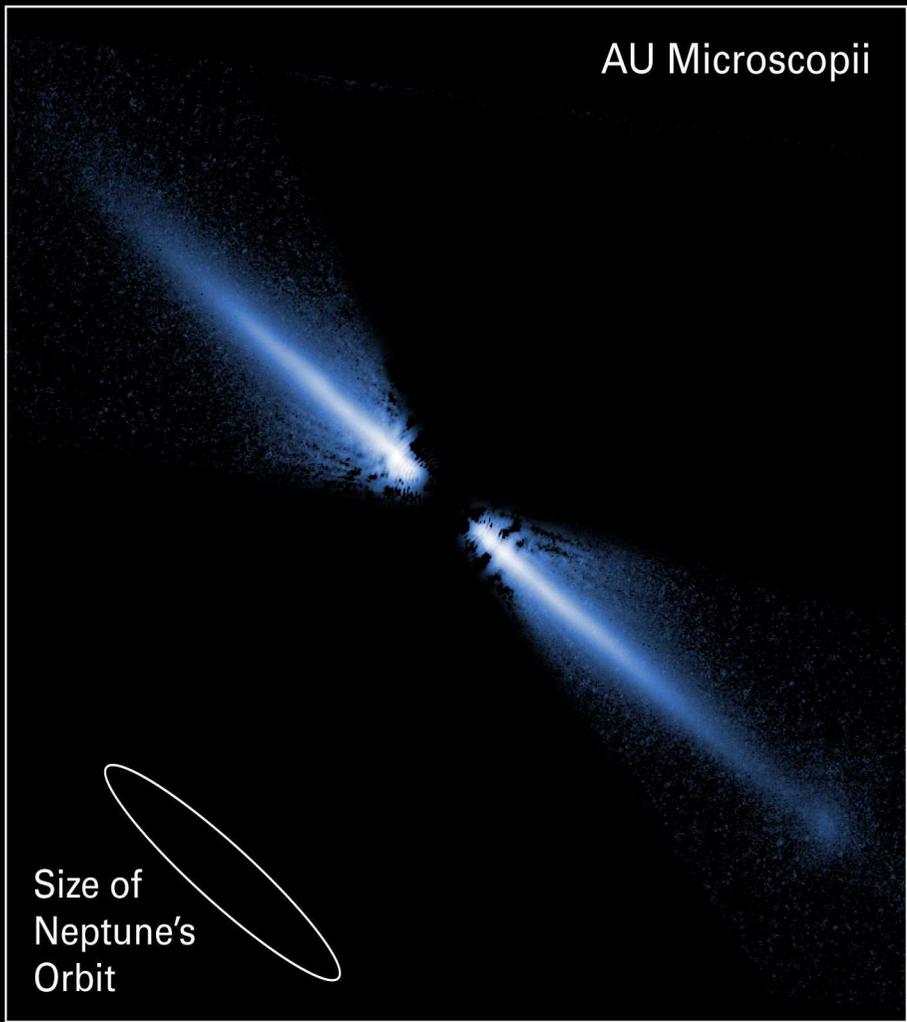
Dischi di materiale attorno ad altre stelle

Modello di un disco protoplanetario

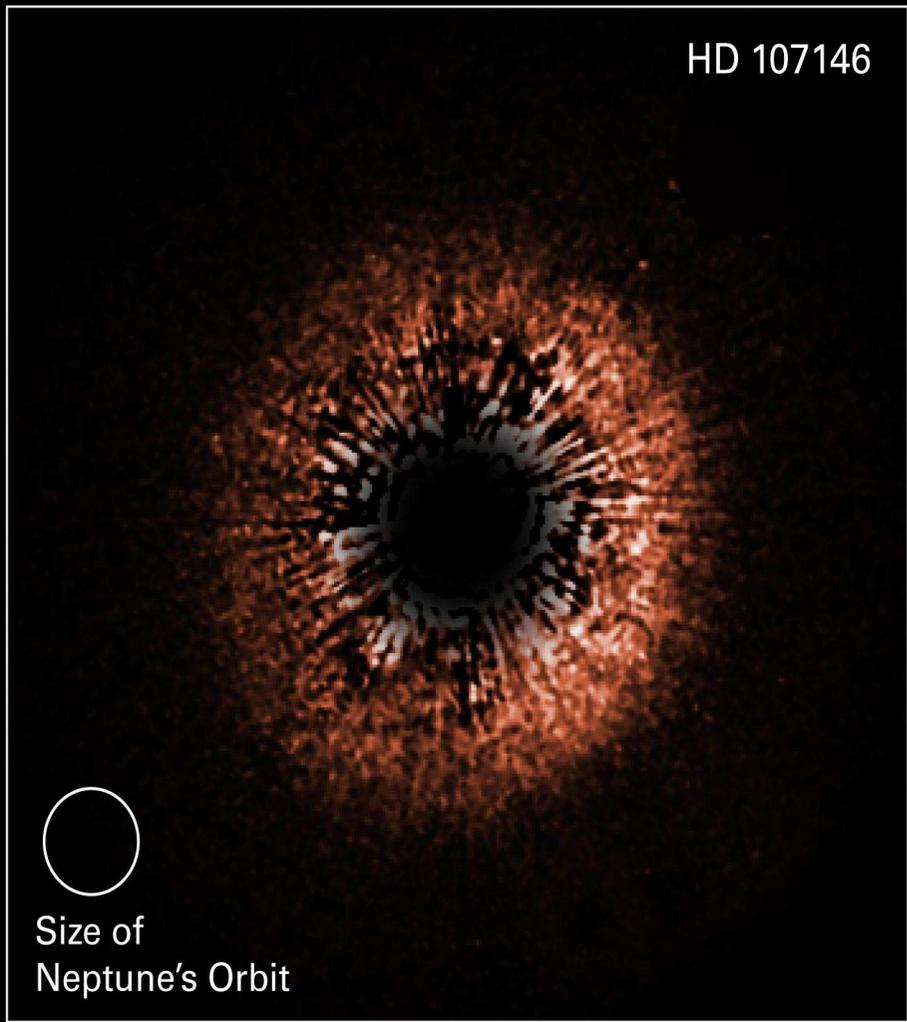


AU Microscopii

HD 107146



Size of
Neptune's
Orbit



Size of
Neptune's
Orbit

Circumstellar Debris Disks Hubble Space Telescope • ACS HRC

NASA, ESA, J. Krist (STScI/JPL), D.R. Ardila (JHU), D.A. Golimowski (JHU), M. Clampin (NASA/Goddard),
H. Ford (JHU), G. Hartig (STScI), G. Illingworth (UCO-Lick) and the ACS Science Team

STScI-PRC04-33a

Origine di un sistema planetario - I

PREMESSA...

Una nube di gas e polveri inizia a collassare sotto l'azione della sua stessa gravità. Le zone centrali compresse si riscaldano, vaporizzando le polveri. Durata stimata per il processo ≤ 100000 anni.

1. Al centro della nube si forma una protostella: il resto del gas orbita intorno ad essa e forma un disco, raffreddandosi gradualmente.
2. Il gas in orbita è soggetto ad instabilità e può iniziare a comprimersi sotto la propria forza di gravità: si produce una stella doppia.

OPPURE ...

1. Il gas si raffredda abbastanza da condensare in piccole particelle di metallo, roccia e (più lontano dalla stella) ghiaccio. I metalli condensano prima (4,55 - 4,56 miliardi anni fa); le rocce condensano un po' più tardi (tra 4,4 e 4,55 miliardi anni fa) [I numeri riportati sono validi per il Sistema Solare]
2. Le particelle di polvere formano attraverso processi di cattura oggetti più grandi, fino a raggiungere le dimensioni di ciottoli o piccoli asteroidi.

Origine di un sistema planetario - II

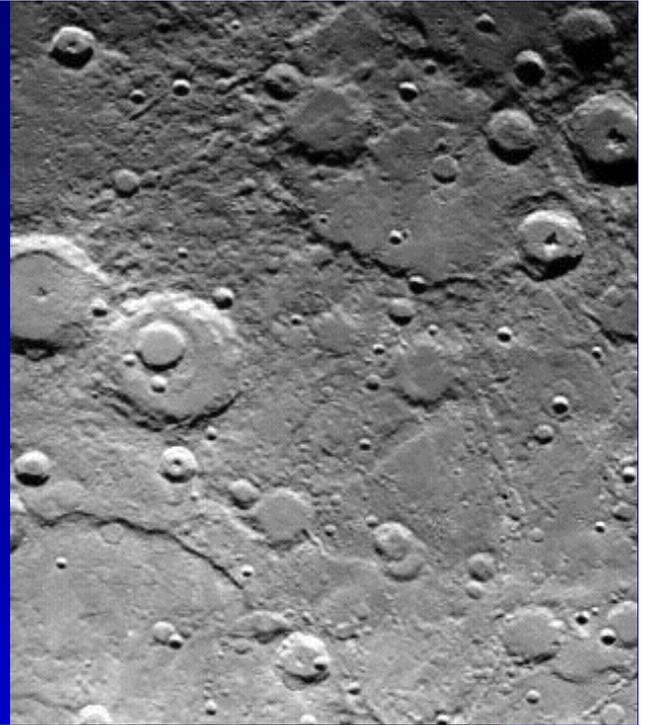
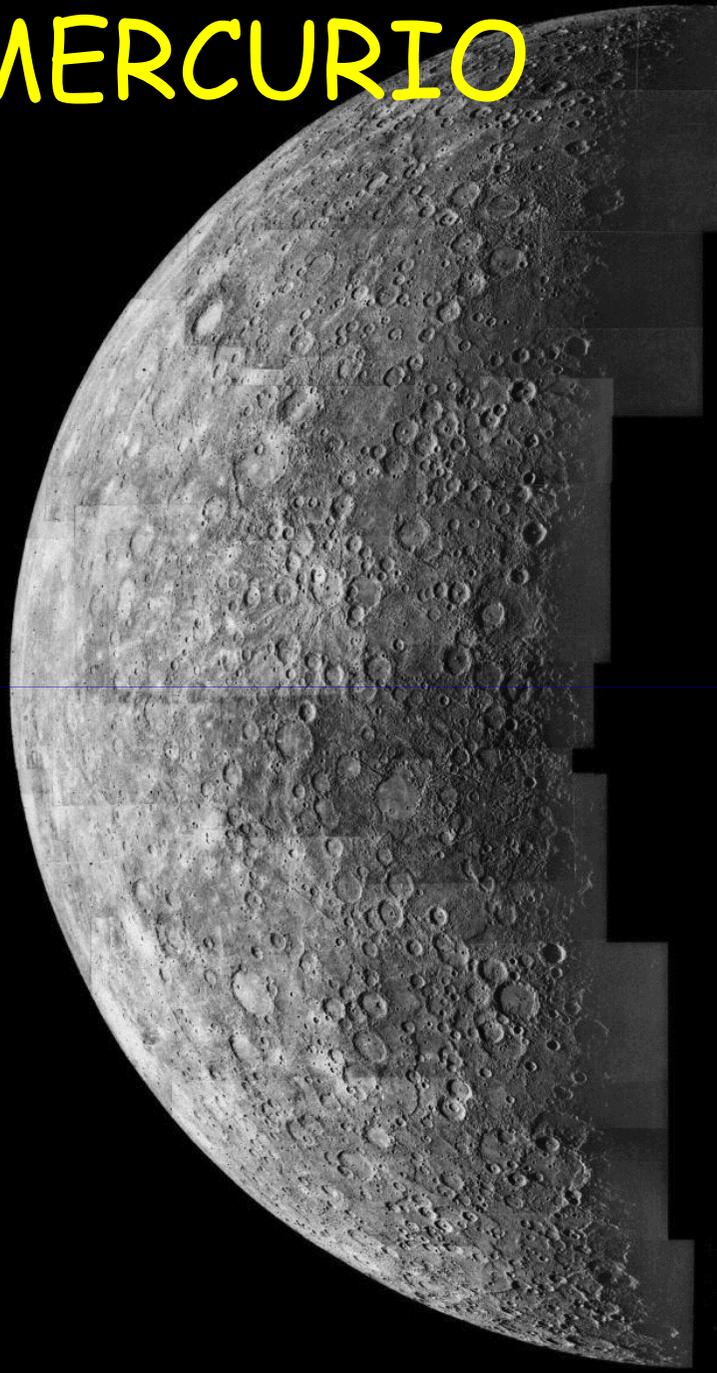
3. La crescita dei corpi più grandi è enormemente accelerata dalla loro gravità: essi finiscono per raccogliere tutta la materia solida alla loro orbita. Secondo le teorie, vicino al Sole questi asteroidi possono avere le dimensioni della Luna, lontano dal Sole da uno a quindici volte le dimensioni della Terra. L'accrescimento di questi planetesimi deve aver richiesto da centomila a venti milioni di anni.
4. Dopo circa 1 milione di anni dal raffreddamento della nebulosa la radiazione stellare disperde il gas rimasto. Se un protopianeta è abbastanza grande può catturarne una parte, diventando un gigante gassoso: altrimenti rimane un corpo roccioso o ghiacciato.
5. I planetesimi si uniscono l'uno con l'altro e diventano più massicci. Nel giro di 10-100 milioni di anni si formano pianeti con orbite stabili.

I PIANETI DEL SISTEMA SOLARE

PIANETA	Distanza dal Sole (UA)	Periodo di rivoluzione (anni)	Massa (Terra = 1)	Raggio (Terra = 1)	Densità (g/cm ³)	Periodo di rotazione (giorni)
Mercurio	0,38710	0,240842	0,0558	0,3825	5,43	58,6462
Venere	0,72333	0,615187	0,8148	0,9488	5,24	-243,02
Terra	1	1	1	1	5,52	0,99727 (23h 56m 4s)
Marte	1,52369	1,880816	0,1074	0,5326	3,94	1,02596
Giove	5,20381	11,86178	317,83	11,209	1,33	0,41354 (9,9 h)
Saturno	9,53885	29,45657	95,16	9,449	0,69	0,44401 (10,7 h)
Urano	19,1833	84,01880	14,50	4,007	1,30	-0,7167 (17,2 h)
Nettuno	30,0578	164,788	17,20	3,883	1,76	0,6808 (16,3 h)

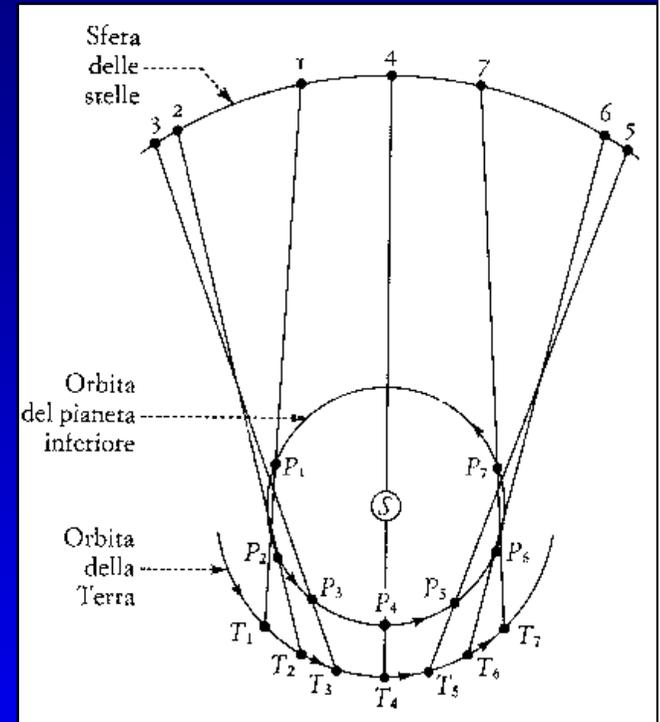
$T_T = 365,256$ giorni (1 giorno = 86.400 s) - $M_T = 5,976 \cdot 10^{24}$ kg - $R_{T-eq} = 6.378$ km

MERCURIO

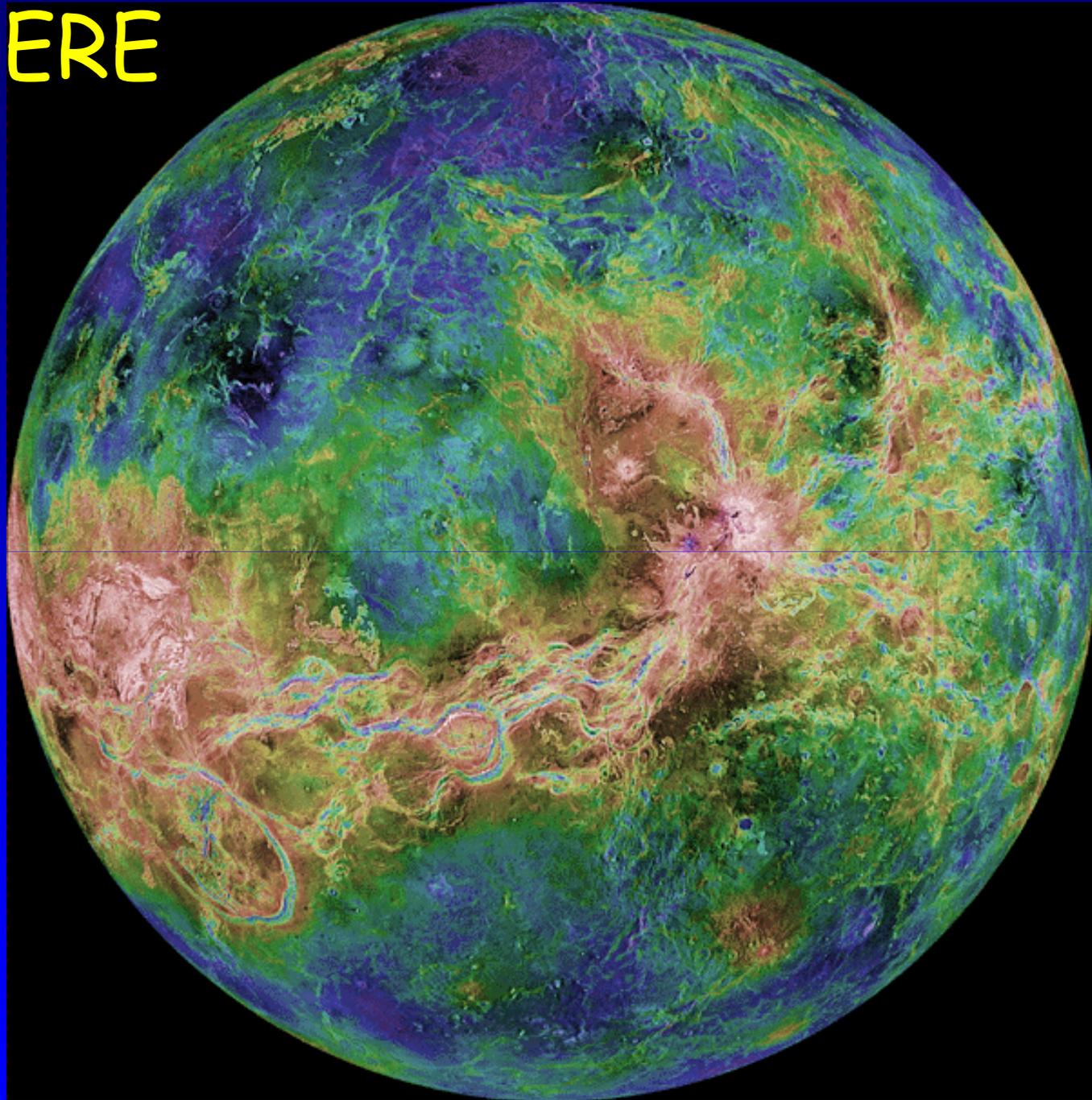


Mercurio

- Difficilmente osservabile perché molto vicino al Sole (elongazione massima: 28°)
- Atmosfera molto tenue
- La temperatura varia da -170 a $+450$ °C.
- La superficie **SEMBRA (!)** identica a quella lunare
- Nelle due zone polari si è ipotizzata la presenza di ghiaccio d'acqua, portato da comete e meteoriti e accumulatosi in crateri dove la temperatura non supera i -150 °C.



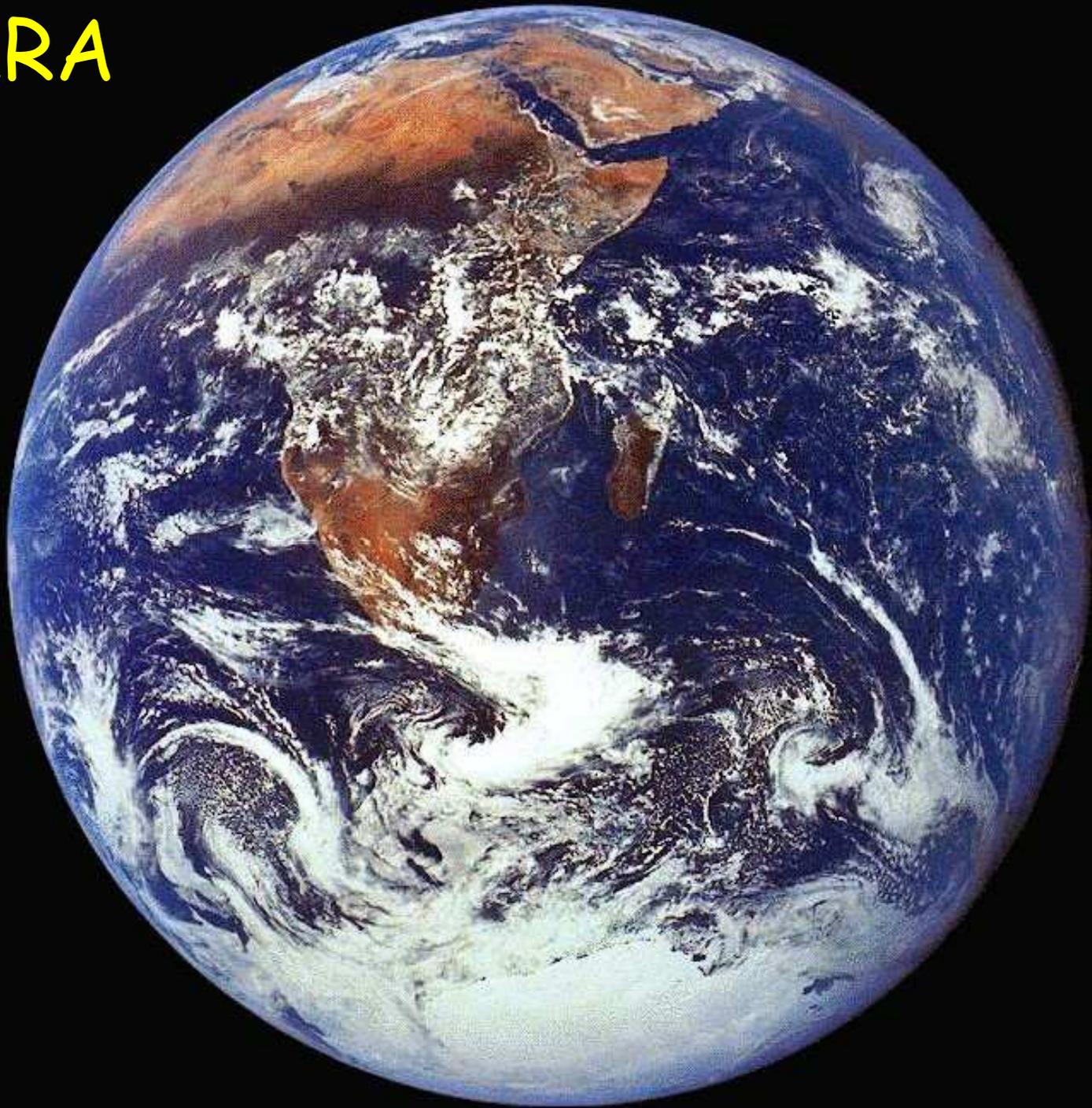
VENERE



Venere

- L'oggetto più brillante nel cielo terrestre, dopo il Sole e la Luna
- Atmosfera molto compressa (90 atm) e calda (450 °C), costituita da CO₂ (96,5%) di provenienza vulcanica (responsabile dell'effetto serra).
- Nubi di acido solforico e acqua tra i 50 km e i 70 km di quota (riflettono l'80% della luce solare e ne assorbono il 18%)
- Superficie analizzabile solo via radar da satelliti artificiali (sonda Magellan - risoluzione di poche decine di metri) o dai radiotelescopi a Terra.
- Le pianure, tormentate da fratture, crateri e canali, occupano circa l'85% della superficie ed i rilievi si innalzano isolati (monti Maxwell, 11000 m)
- L'attuale superficie ha circa 500 milioni di anni; è soggetta ad episodi di vulcanismo globale, in grado di rinnovare completamente la crosta. È priva di grandi crateri

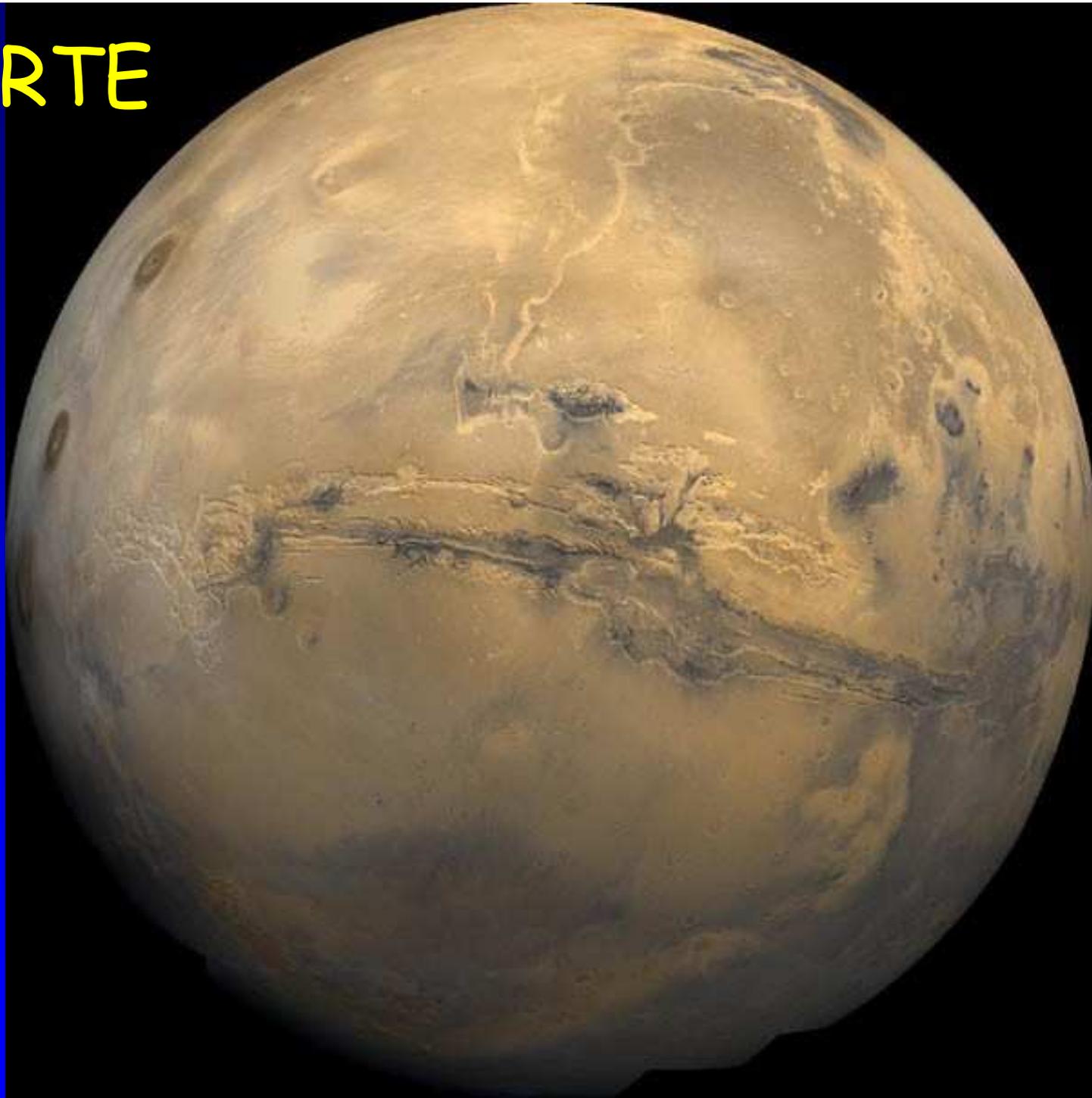
TERRA



La Terra vista dalla Luna



MARTE



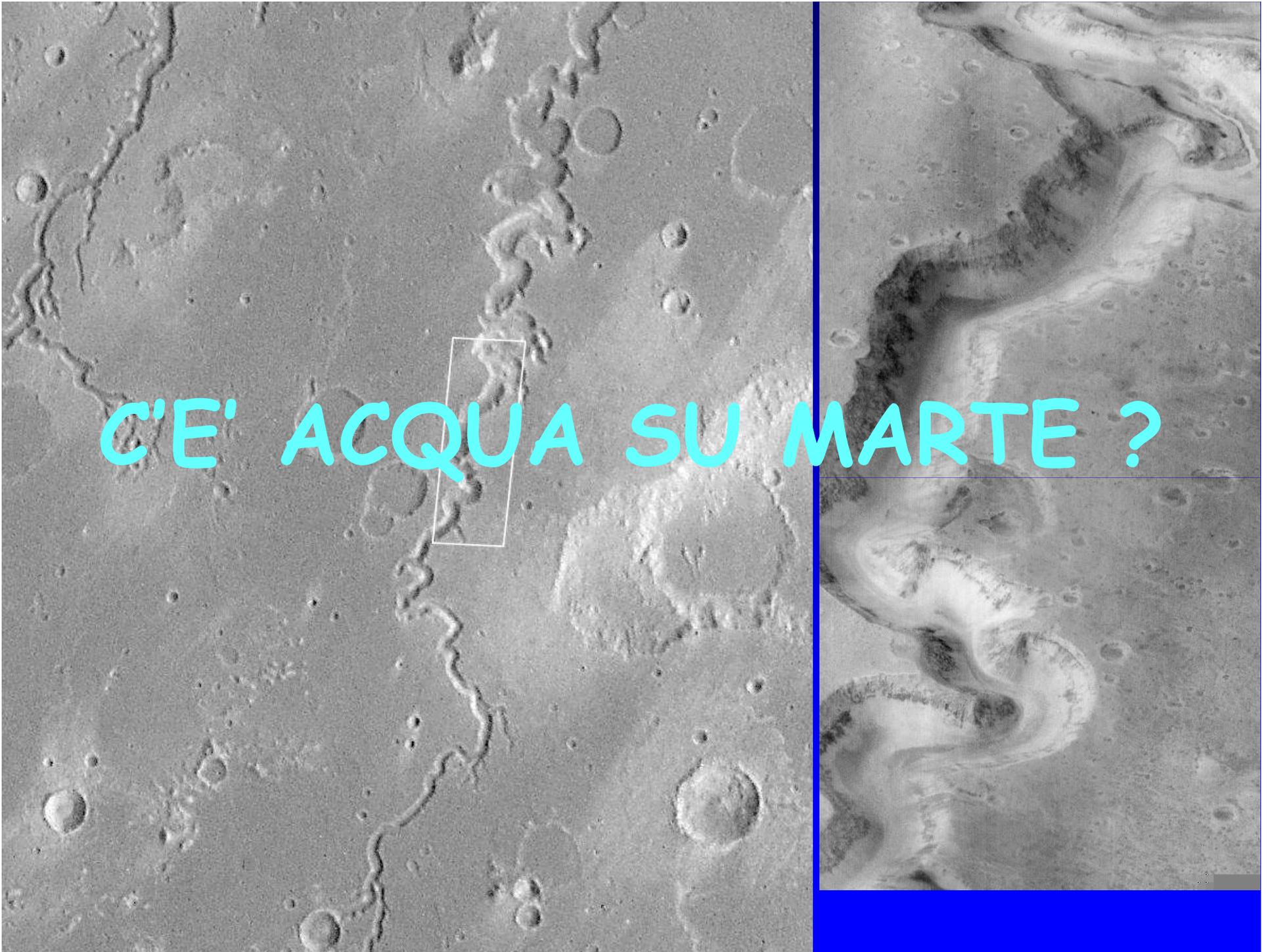
Marte

- Il più esterno dei pianeti rocciosi. La sua superficie è quella meglio esplorata sia da satelliti in orbita, sia da sonde fatte posare sul suolo
- Superficie molto varia, solcata da numerosi canyon e fratture. Il sistema della *Valles Marineris* attraversa la zona equatoriale e si estende su quasi mezzo pianeta
- Atmosfera di CO_2 con pressione media molto bassa (6 millibar), ma tuttavia capace di sollevare notevoli quantità di polvere provocando tempeste che nascondono la superficie del pianeta.
- La temperatura varia da -170 a $+21$ °C.
- Nell'atmosfera marziana c'è stato probabilmente ossigeno, oggi imprigionato nelle rocce
- I campioni di suolo prelevati dalle *Viking* sono privi di materia organica.
- Esistono forti indizi a favore della presenza di acqua allo stato liquido nel passato.

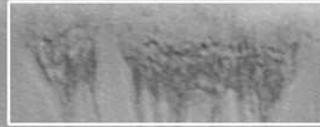
LE IMMAGINI DI SPIRIT



C'E' ACQUA SU MARTE ?



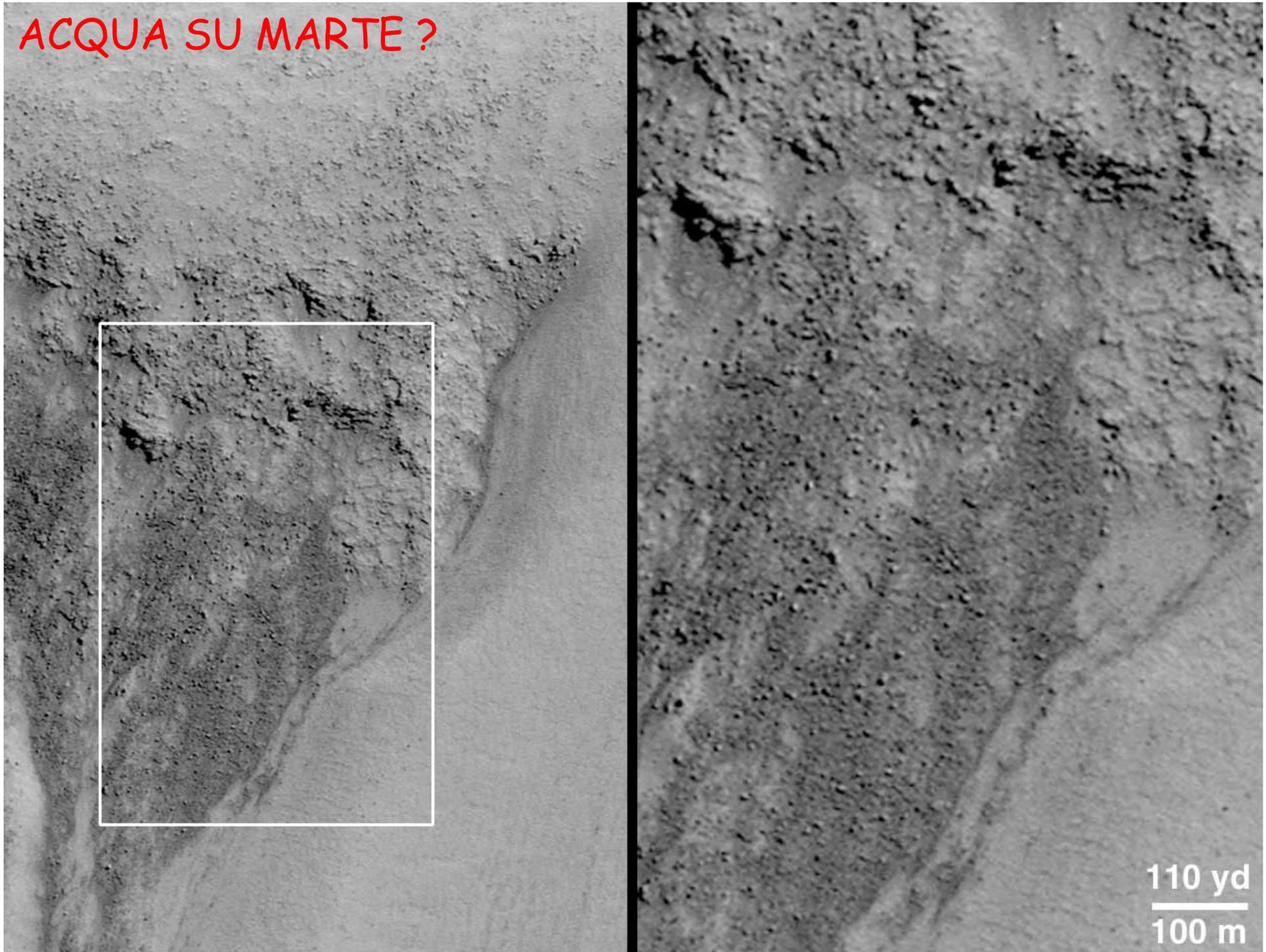
ACQUA SU MARTE ?



440 yd
400 m

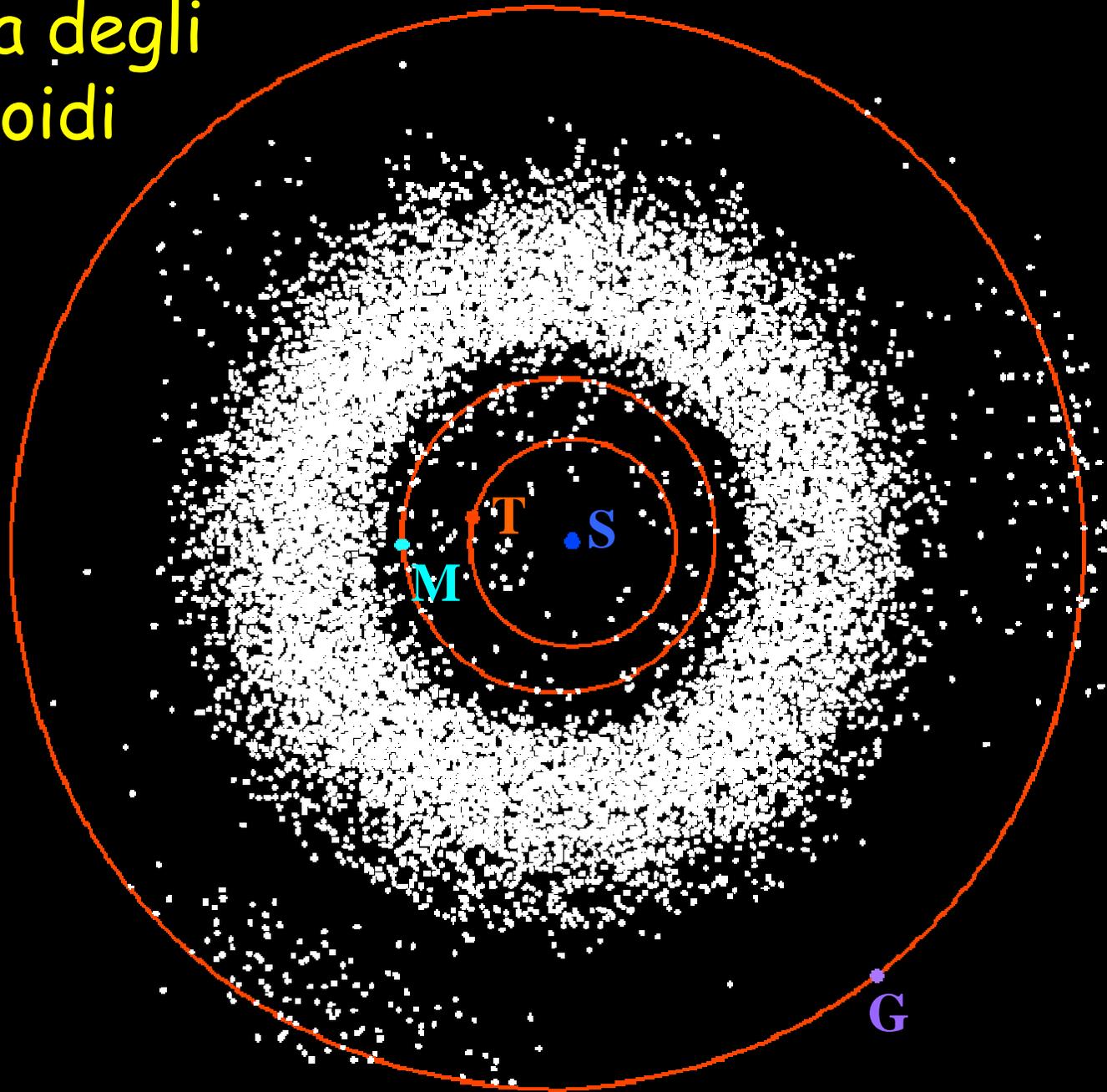


ACQUA SU MARTE ?



110 yd
100 m

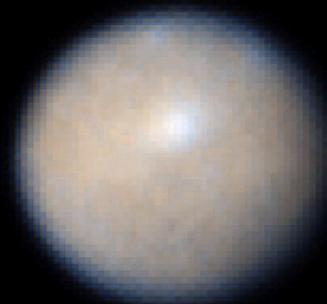
La Fascia degli Asteroidi



Gli asteroidi

- Corpi rocciosi confinati, per la maggior parte, in una zona posta fra le orbite di Marte e di Giove
- Il più grande, Cerere, ha un diametro di circa 1000 km. Pallade e Vesta hanno un diametro di circa 500 Km
- Alcuni (circa 850) hanno orbite che intersecano quella della Terra
- Rappresenterebbero resti del materiale da cui ha avuto origine il Sistema Solare, che non hanno potuto aggregarsi in un pianeta a causa delle perturbazioni provocate da Giove
- Attualmente tra gli oggetti più studiati per le informazioni che possono fornire sul Sistema Solare primitivo

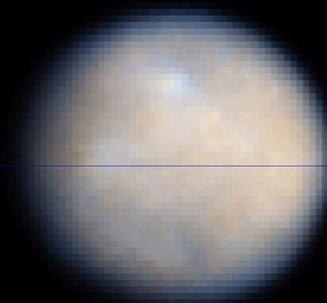
GLI ASTEROIDI CERERE



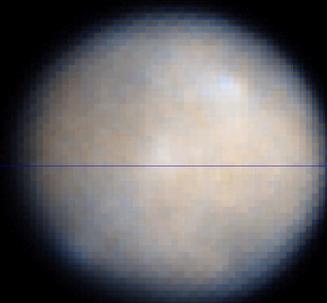
Dec. 30, 2003 15:46 UT



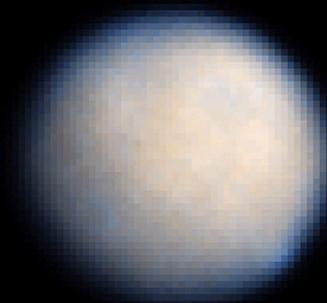
Dec. 30, 2003 16:21 UT



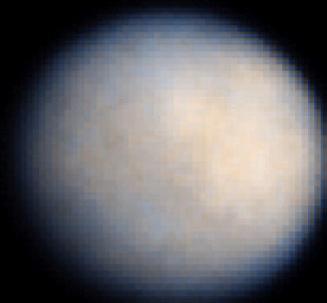
Jan. 23, 2004 23:40 UT



Jan. 24, 2004 00:15 UT



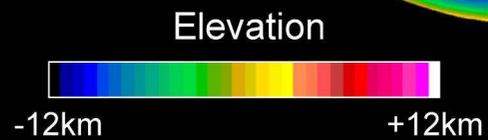
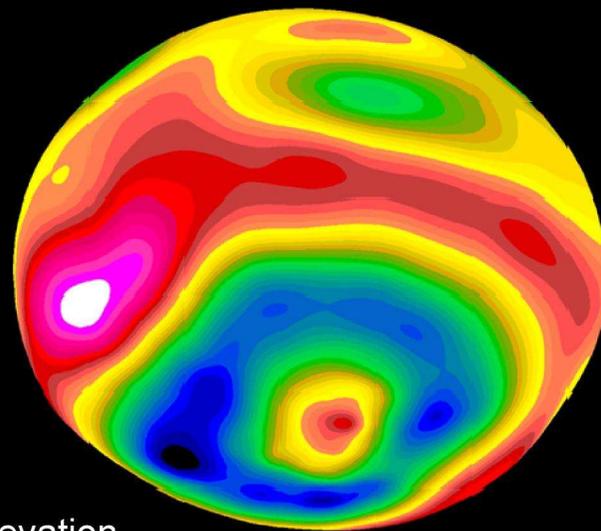
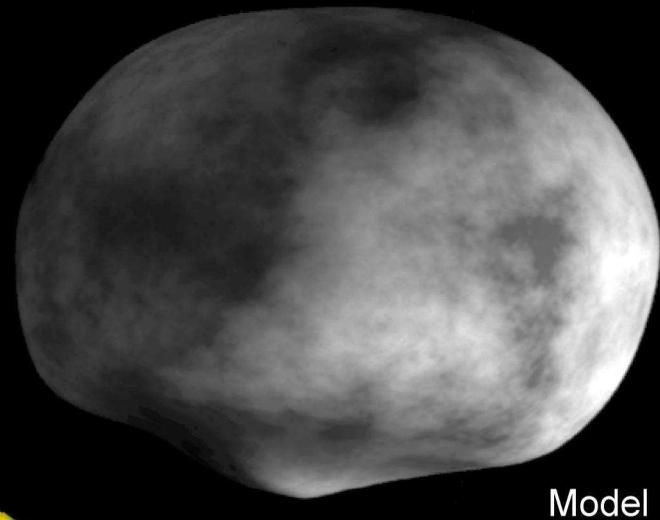
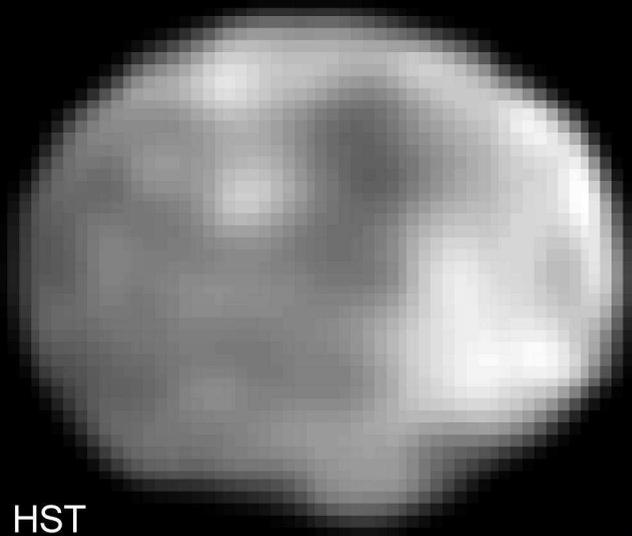
Jan. 24, 2004 02:52 UT



Jan. 24, 2004 03:27 UT

(Immagini HST)

GLI ASTEROIDI - VESTA

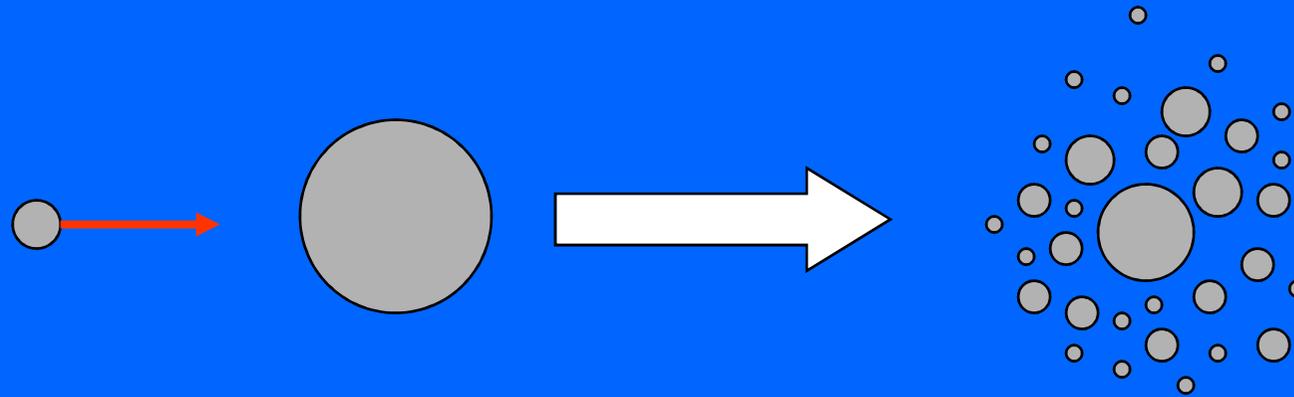


Telescopio Spaziale

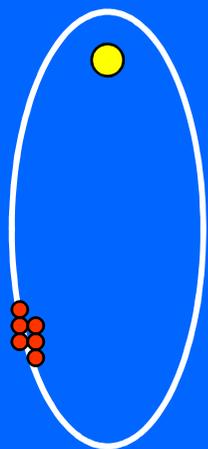
GLI ASTEROIDI - GASpra



Distruzione catastrofica



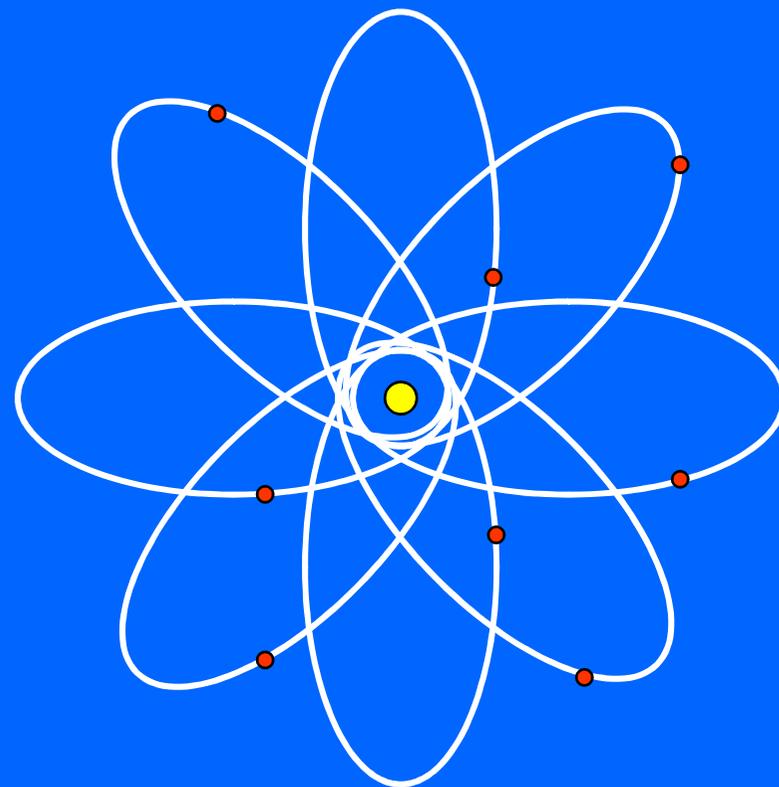
Evoluzione di una Famiglia



0 anni



1000 anni



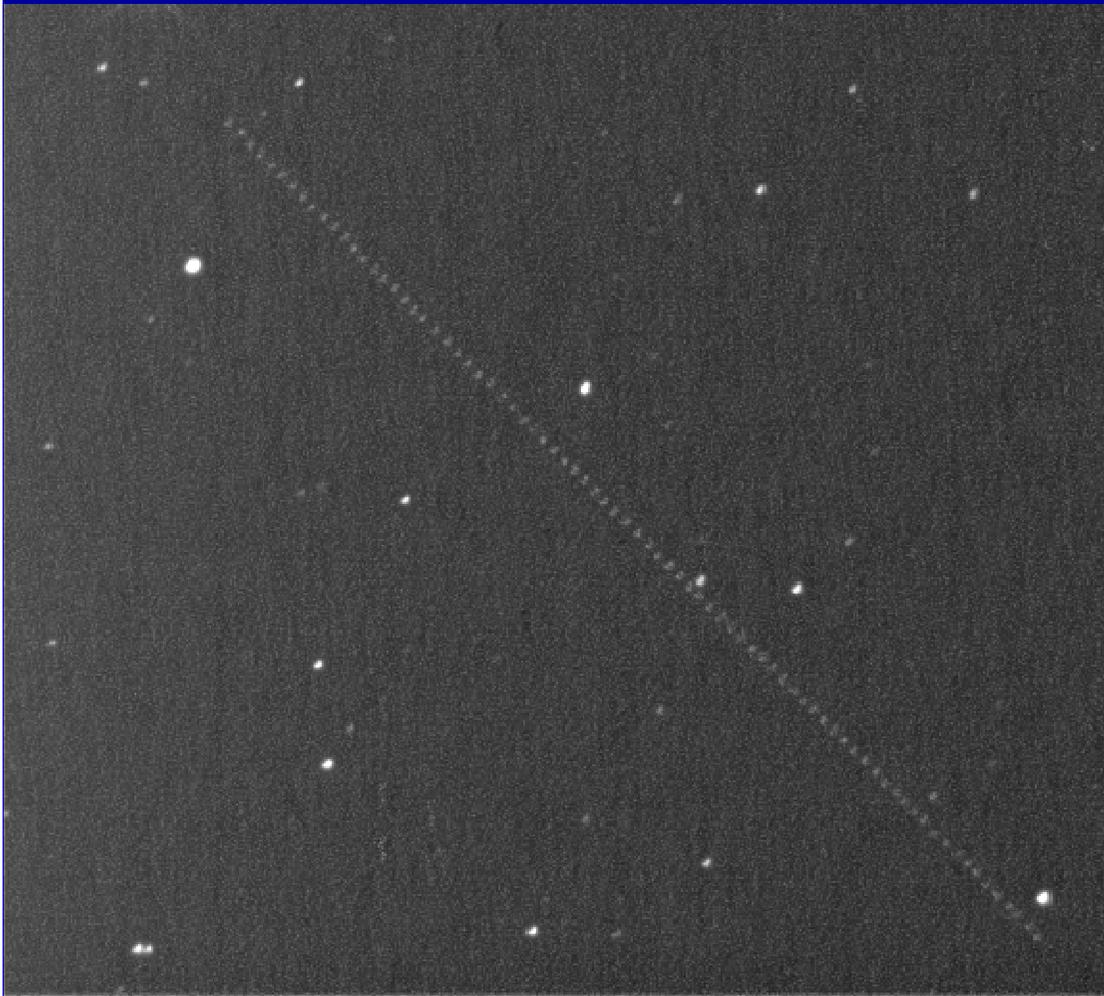
100000 anni

(a ed e costanti)

GLI ASTEROIDI - IDA E DACTYL



Alcuni asteroidi hanno orbite che
intersecano quella della Terra.



Traccia
dell'asteroide
2004XP14

Dimensioni ~600 m

Il 3 luglio 2006 è
passato a poco più di
400.000 km dalla
Terra.

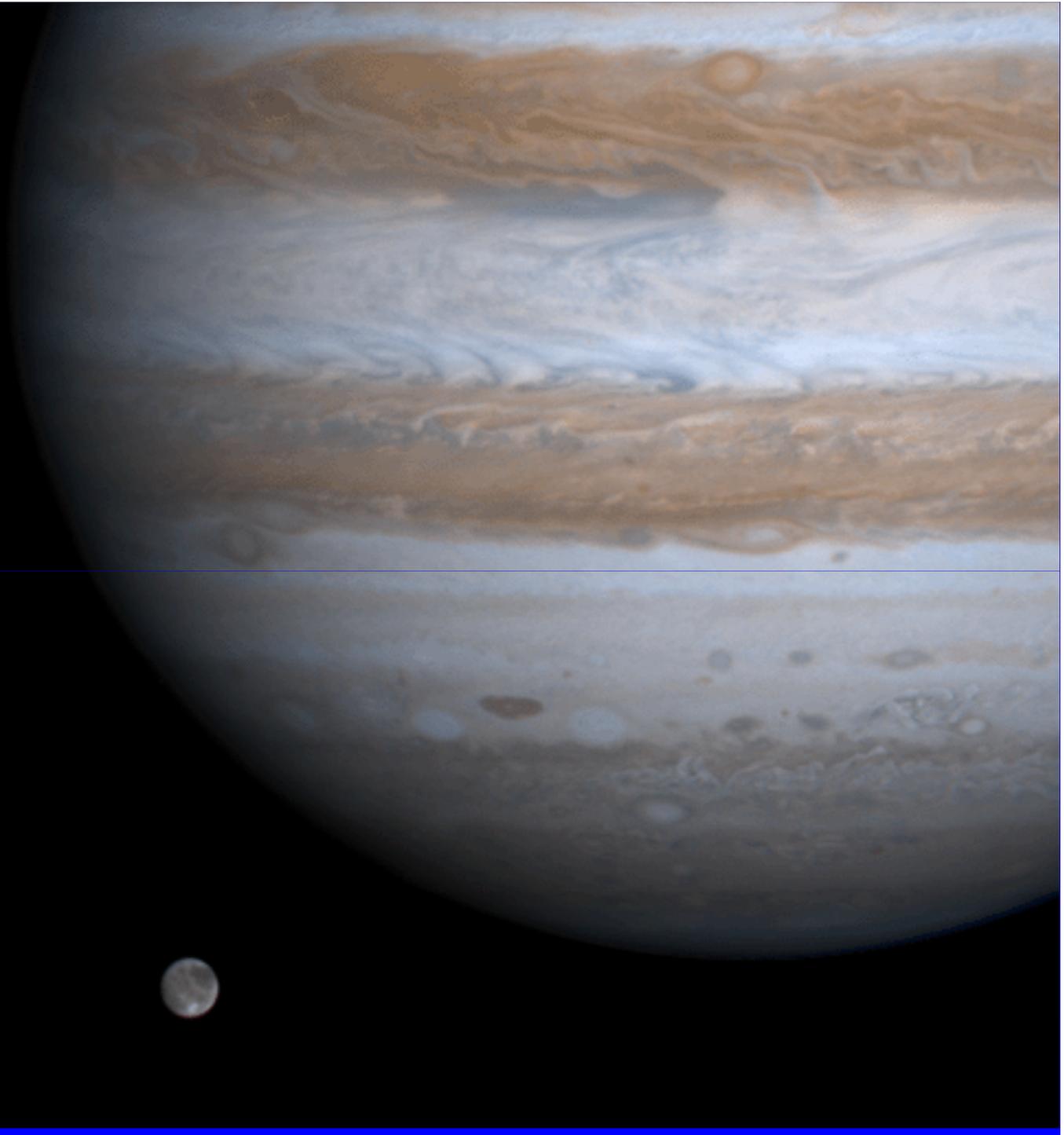
439, 367, 251, 206 e 65 milioni
di anni fa ??

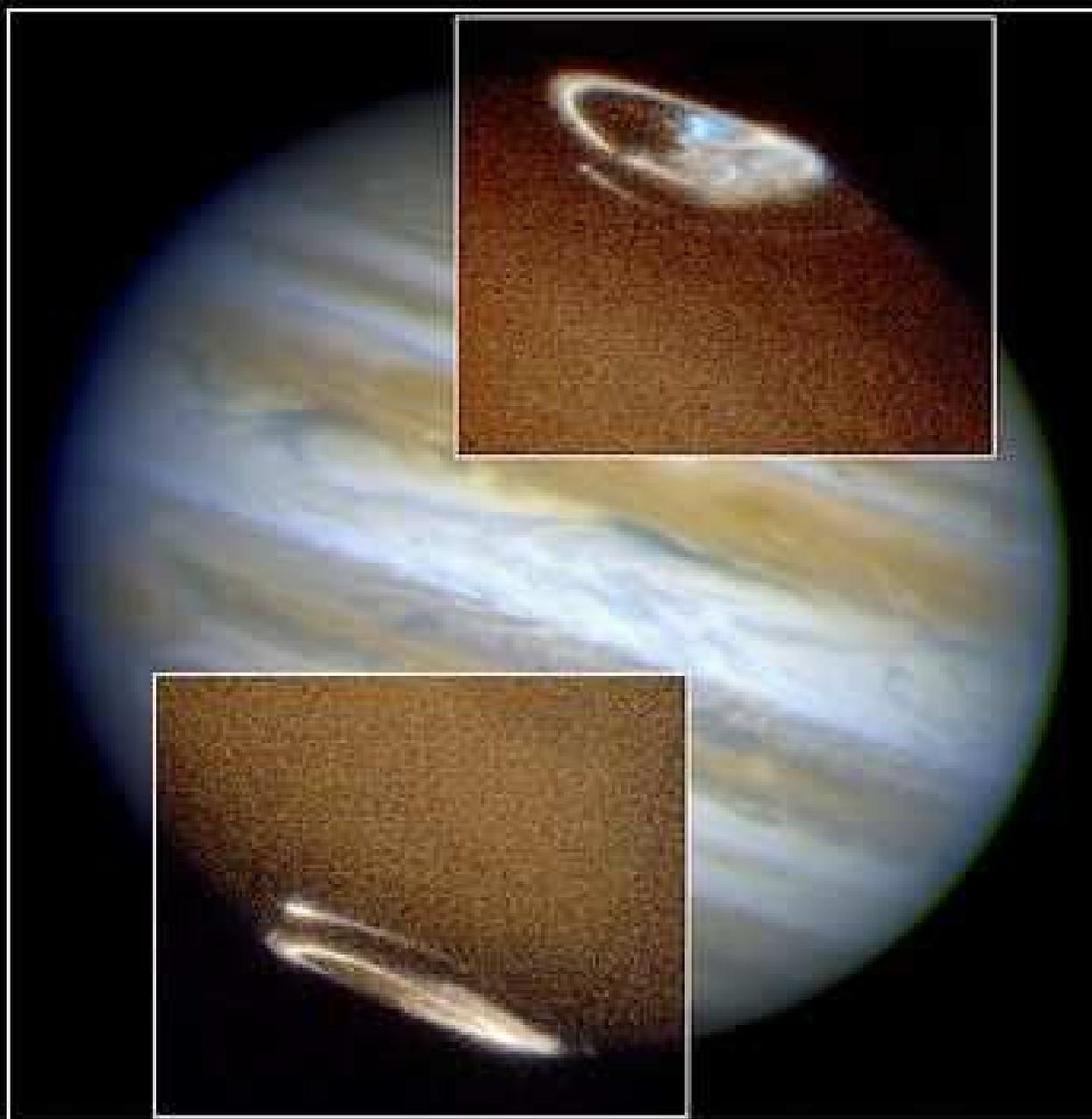


GIOVE ...

(il suo diametro è 11,2
volte quello della
Terra)

... E IL SUO
SATELLITE
GANIMEDE





Jupiter Aurora

HST • STIS • WFPC2

PRC98-04 • ST Sci OPO • January 7, 1998
J. Clarke (University of Michigan) and NASA

Giove

- Il pianeta più grande e pesante del Sistema Solare
- Costituito soprattutto da idrogeno e elio
- Atmosfera molto estesa, che in profondità sviluppa pressioni enormi.
- Al centro, a circa 60.000 km di profondità, dovrebbe trovarsi il nucleo roccioso originario (planetesimo)
- Al telescopio presenta un disco giallo solcato da bande chiare e scure, dovute a nubi ascendenti calde e nubi discendenti fredde
- Per esplorare in modo diretto Giove nel 1989 è stata lanciata la sonda Galileo, comprendente un'astronave madre e un modulo di discesa da lasciar cadere su Giove
- Le nubi sono immerse in un'atmosfera costituita da idrogeno, elio e in minima parte da metano, ammoniaca e acqua.

Il sistema gioviano

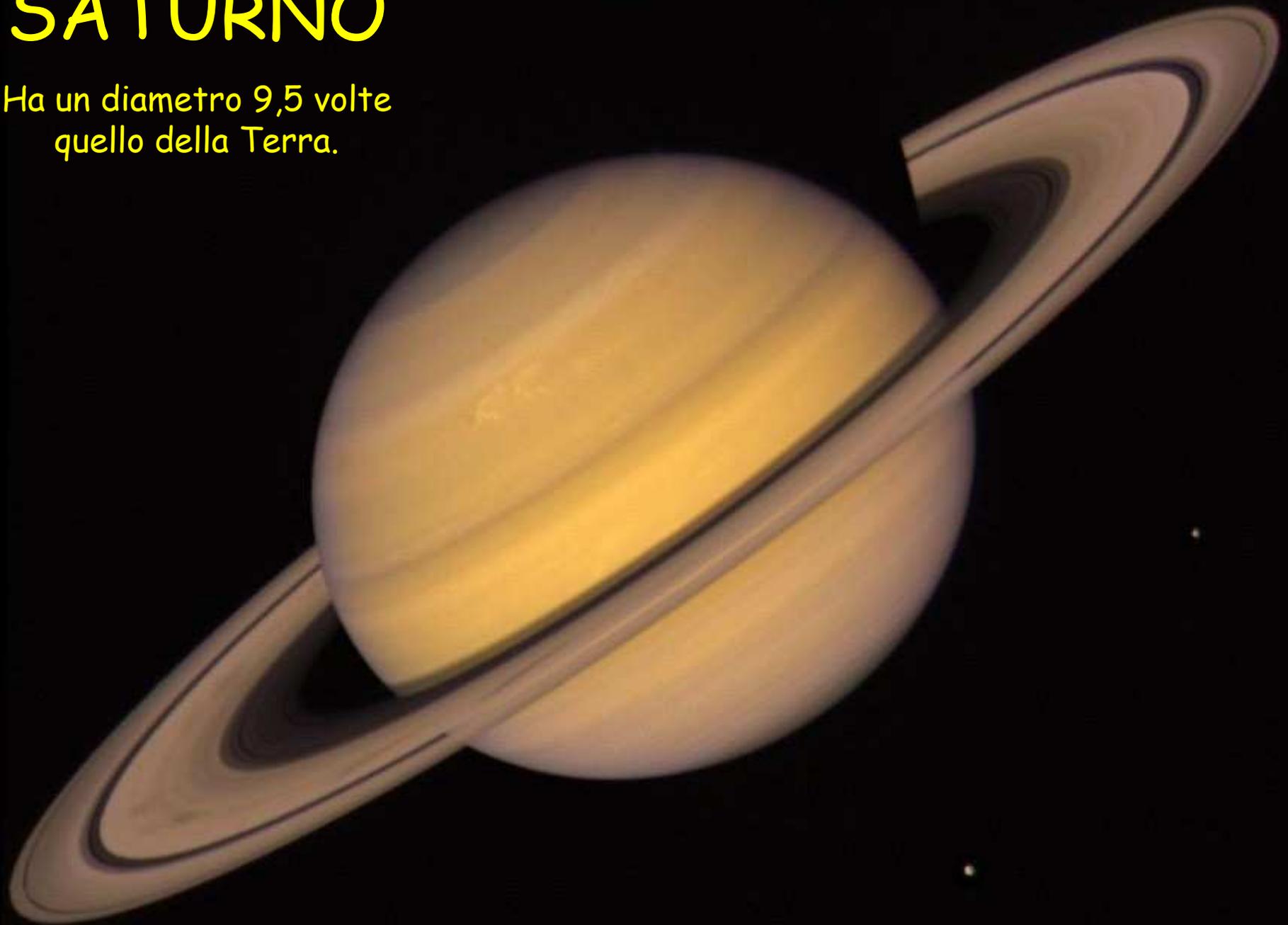
- Il pianeta è accompagnato da molti satelliti (63) ed è circondato da un sistema di anelli
- Nel 1610 Galileo scoprì quattro satelliti molto luminosi (medicei o galileiani): Io, Europa, Ganimede e Callisto
- Mentre Io e Europa sono per lo più composti di rocce, Ganimede e Callisto sono costituiti da un miscuglio di rocce e ghiaccio, in quantità grosso modo equivalenti
- Io è sede di intensa attività vulcanica; Europa ha una struttura interna dove potrebbe esserci acqua allo stato liquido, ricoperta da una crosta di ghiaccio spessa diversi chilometri
- Sia Ganimede sia Callisto sono composti di roccia e ghiaccio e presentano campi magnetici; questo fa pensare che anche al loro interno possano esserci metalli immersi in un fluido (forse acqua)

CONFRONTO TRA I PIANETI INTERNI E LE MAGGIORI LUNE DEL SISTEMA SOLARE



SATURNO

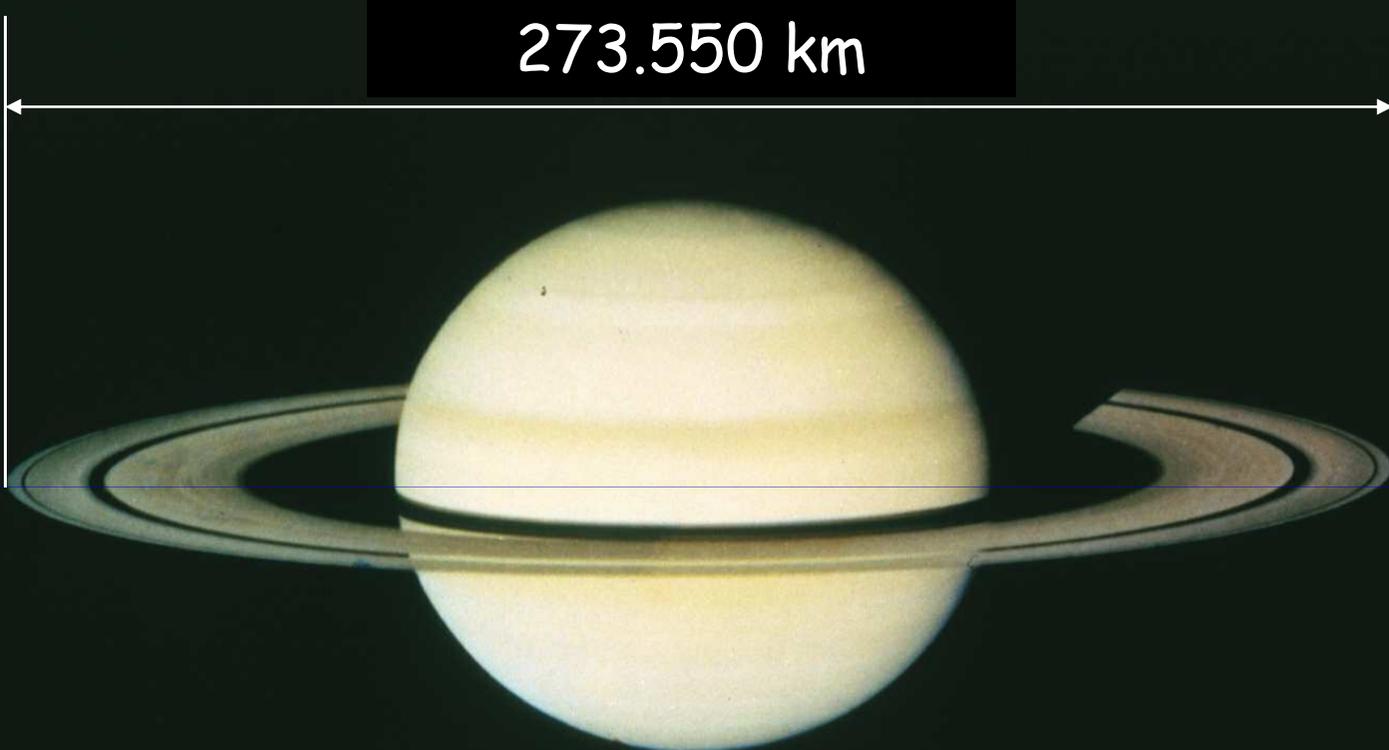
Ha un diametro 9,5 volte
quello della Terra.



SATURNO

273.550 km

384.000 km



Saturno

È il pianeta con la più bassa densità media e il più forte schiacciamento ai poli. Possiede 47 satelliti.

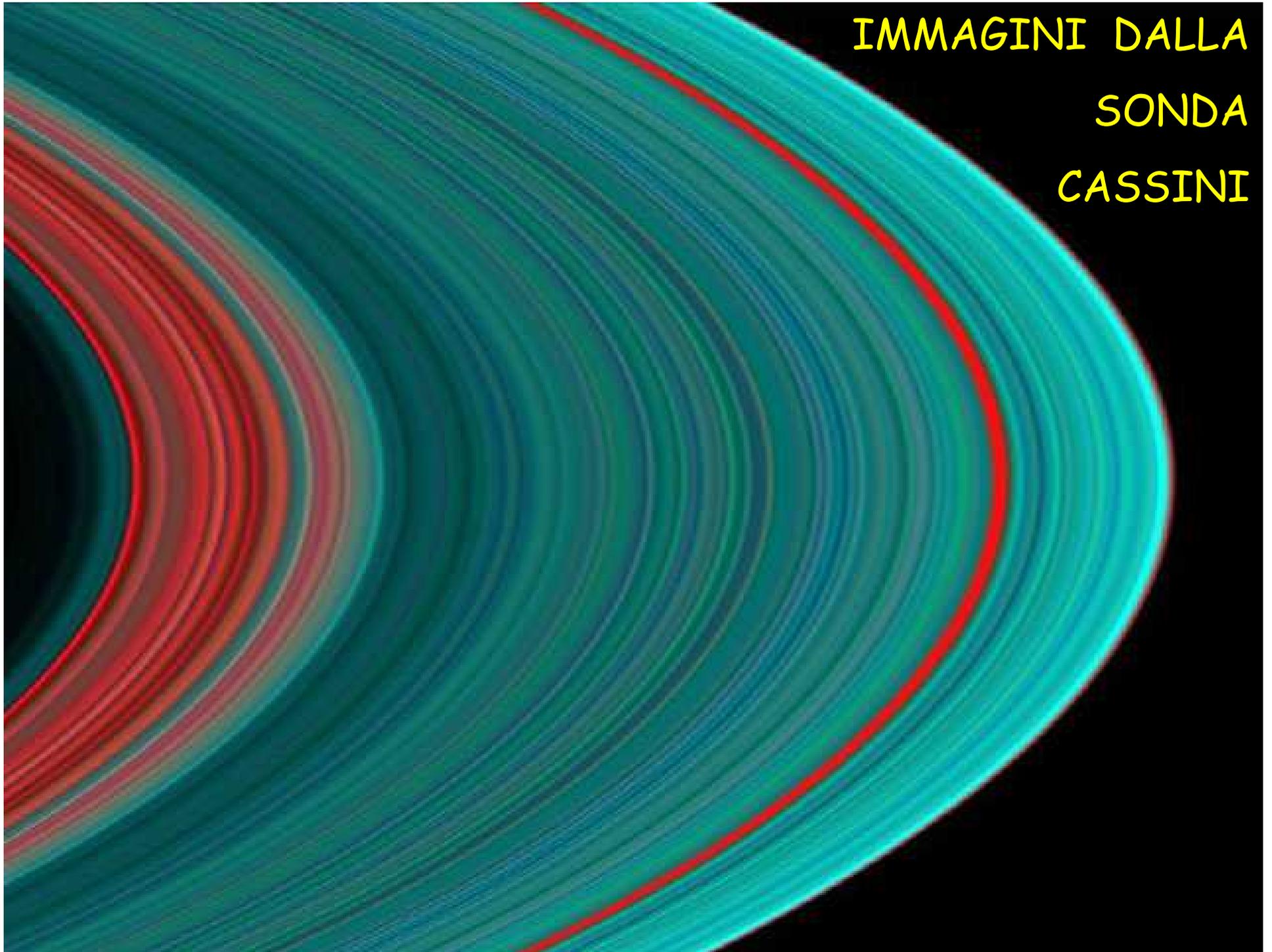
L'atmosfera è costituita soprattutto da elio e da idrogeno, che legandosi con carbonio ed azoto forma idrocarburi ed ammoniaca.

L'atmosfera risulta divisa in fasce nuvolose parallele all'equatore, a volte interrotte da giganteschi vortici in cui i venti raggiungono velocità di 1800 km/h.

Il 15 ottobre 1997 è stata lanciata verso Saturno la sonda Cassini, arrivata il 1° luglio 2004. Un modulo più piccolo, battezzato Huygens, ha esplorato l'atmosfera e la superficie di Titano, il più grande dei satelliti del pianeta.

Gli anelli di Saturno sono costituiti da una miriade di piccoli corpi di ghiaccio d'acqua che recano al loro interno gas o polveri. Potrebbero essersi formati a seguito dello scontro di una luna abbastanza grande con un asteroide o una cometa.

IMMAGINI DALLA
SONDA
CASSINI





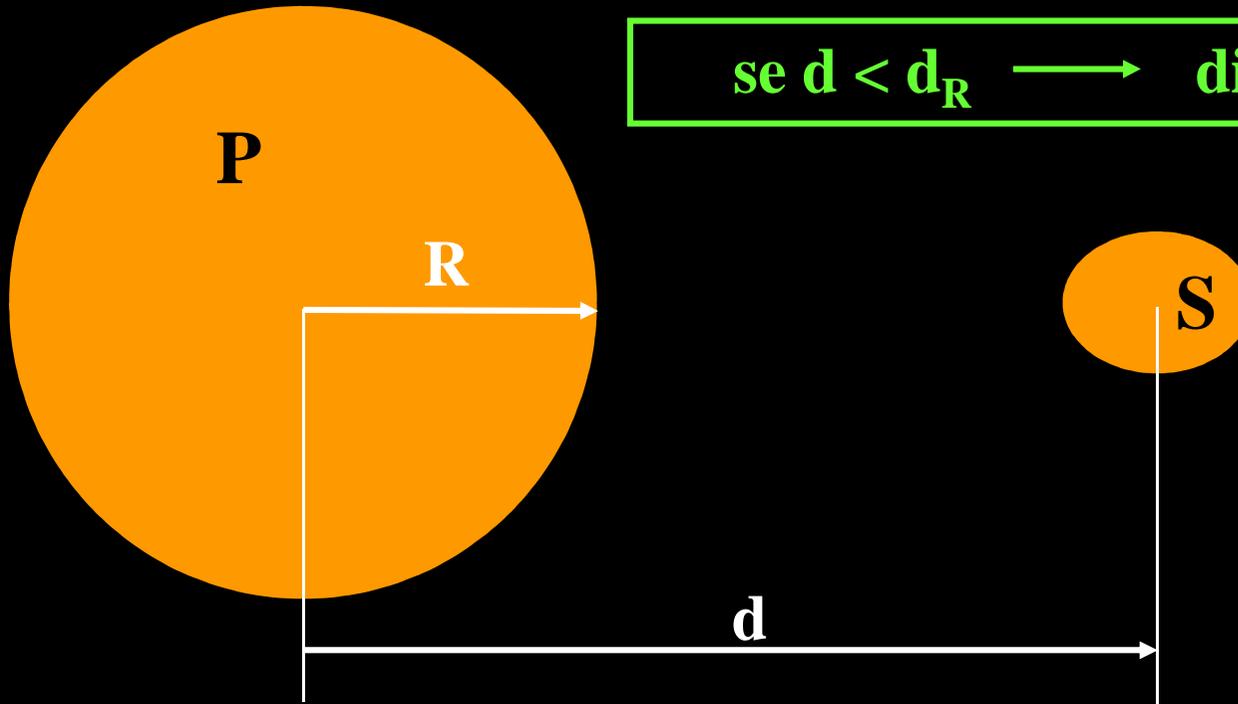
**15 Settembre '06: gli anelli vecchi e nuovi di Saturno visti dalla sonda CASSINI
(in controluce (Sole dietro il disco del pianeta))**

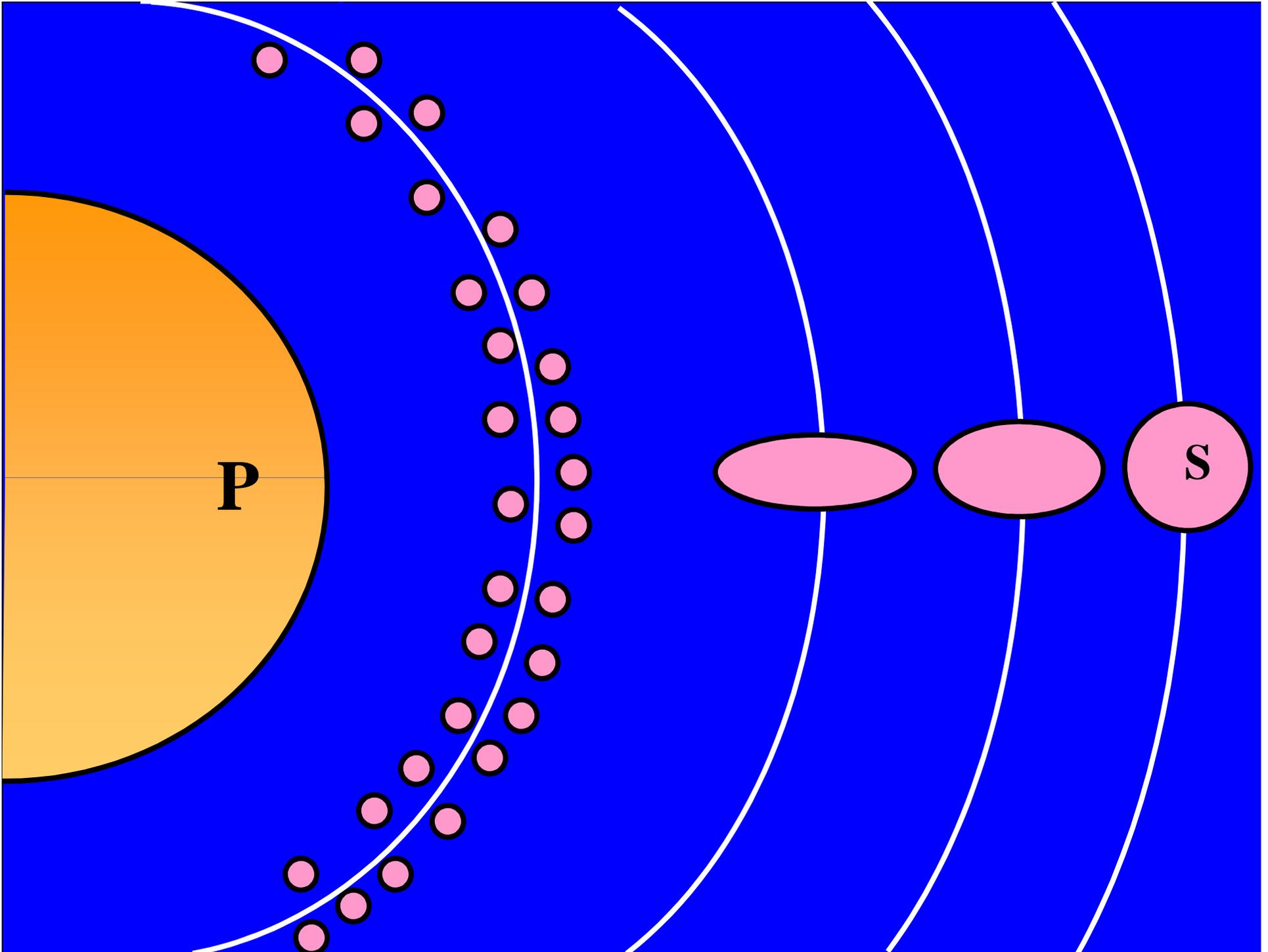
Il limite di Roche

$$d_R = 2.44 \cdot R$$

(per densità uguali)

se $d < d_R$ \longrightarrow distruzione

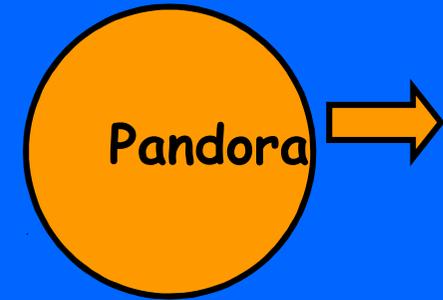




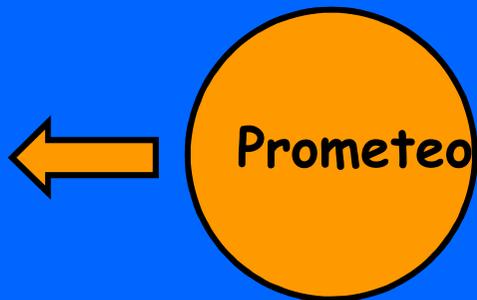
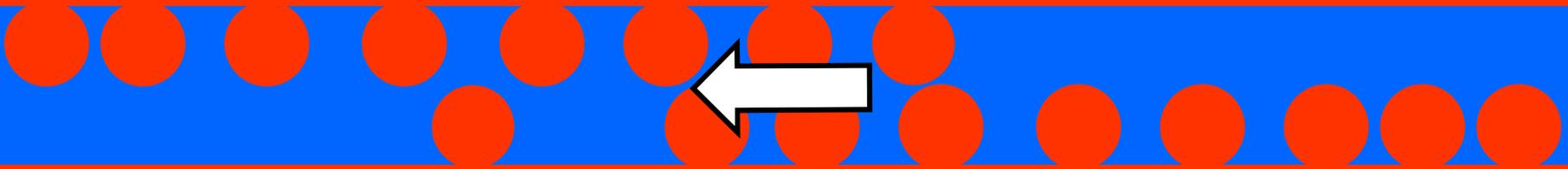
Prometeo e Pandora



I satelliti "pastori" di Saturno



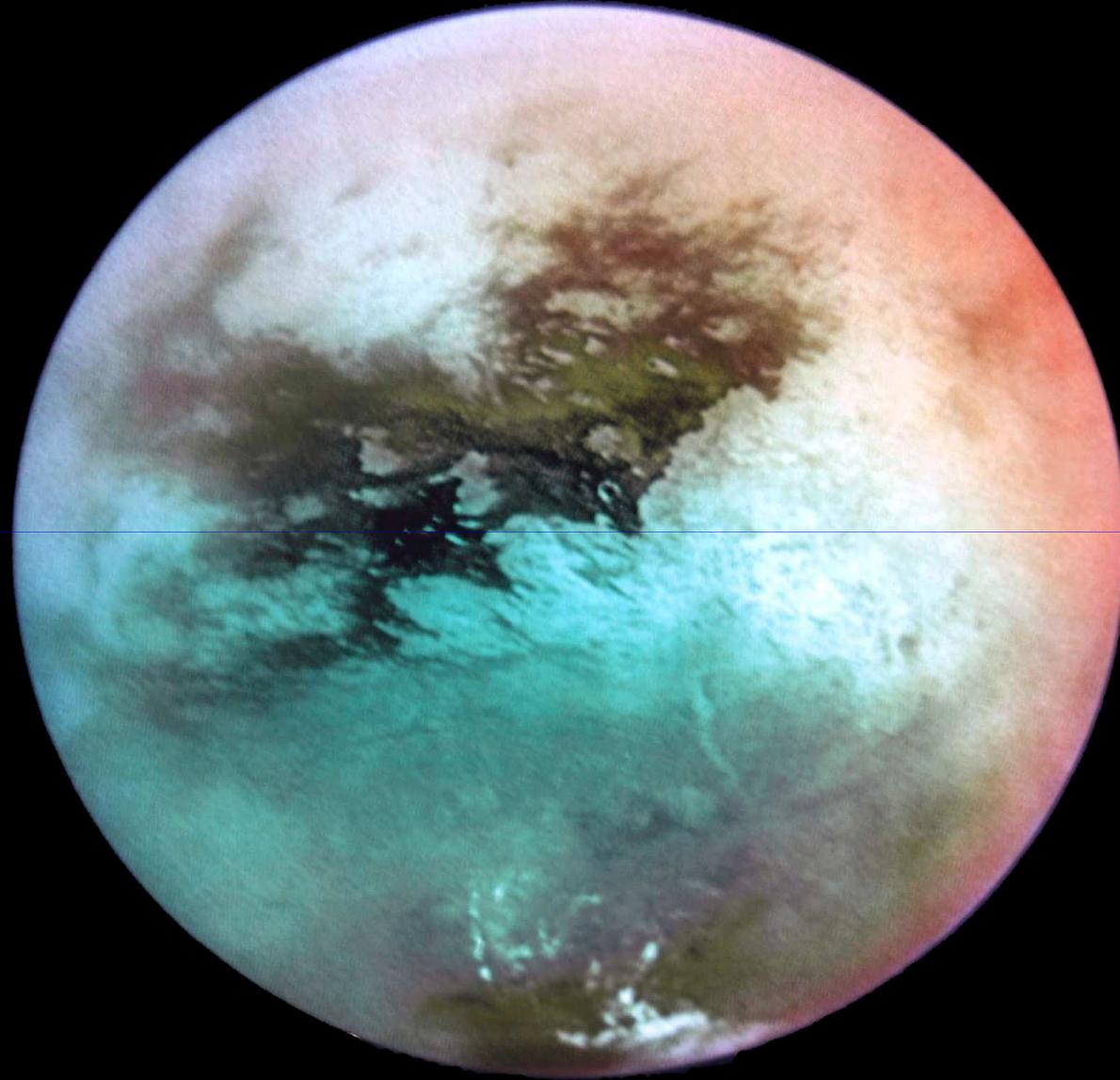
Anello F



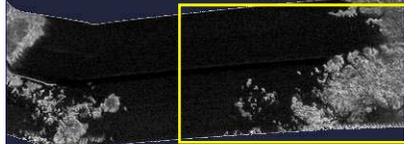
Saturno



TITANO

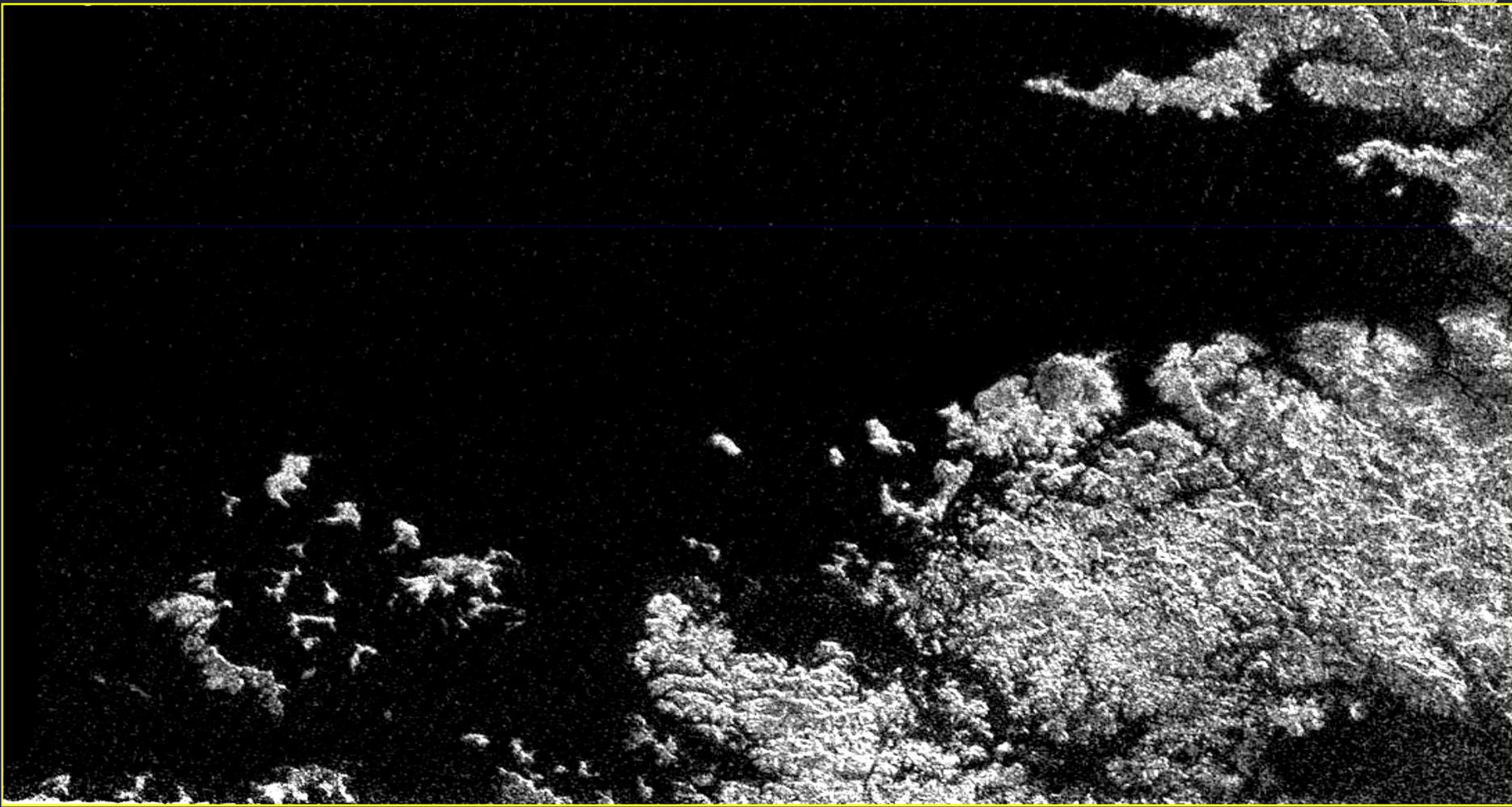


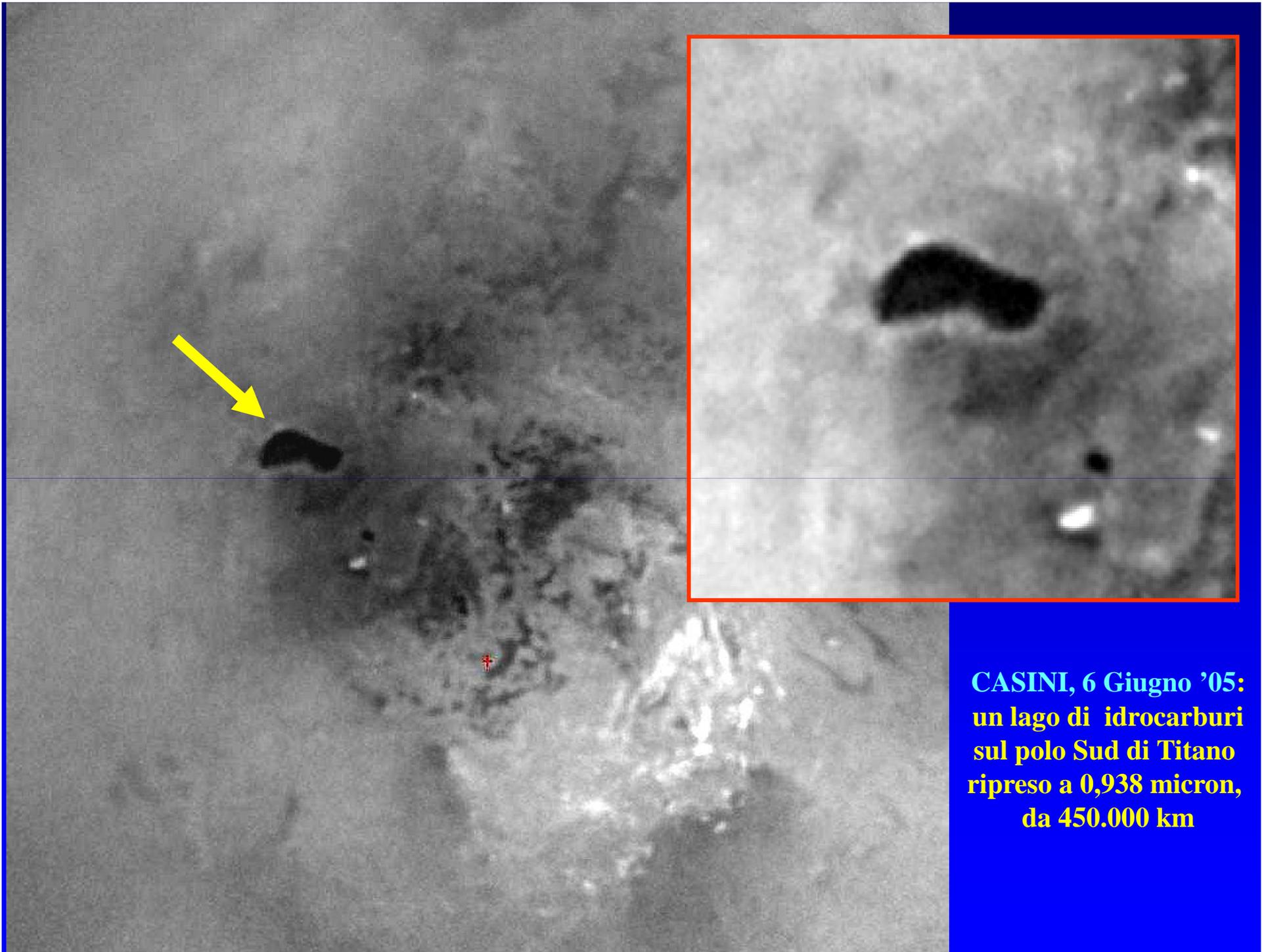
33N-227W



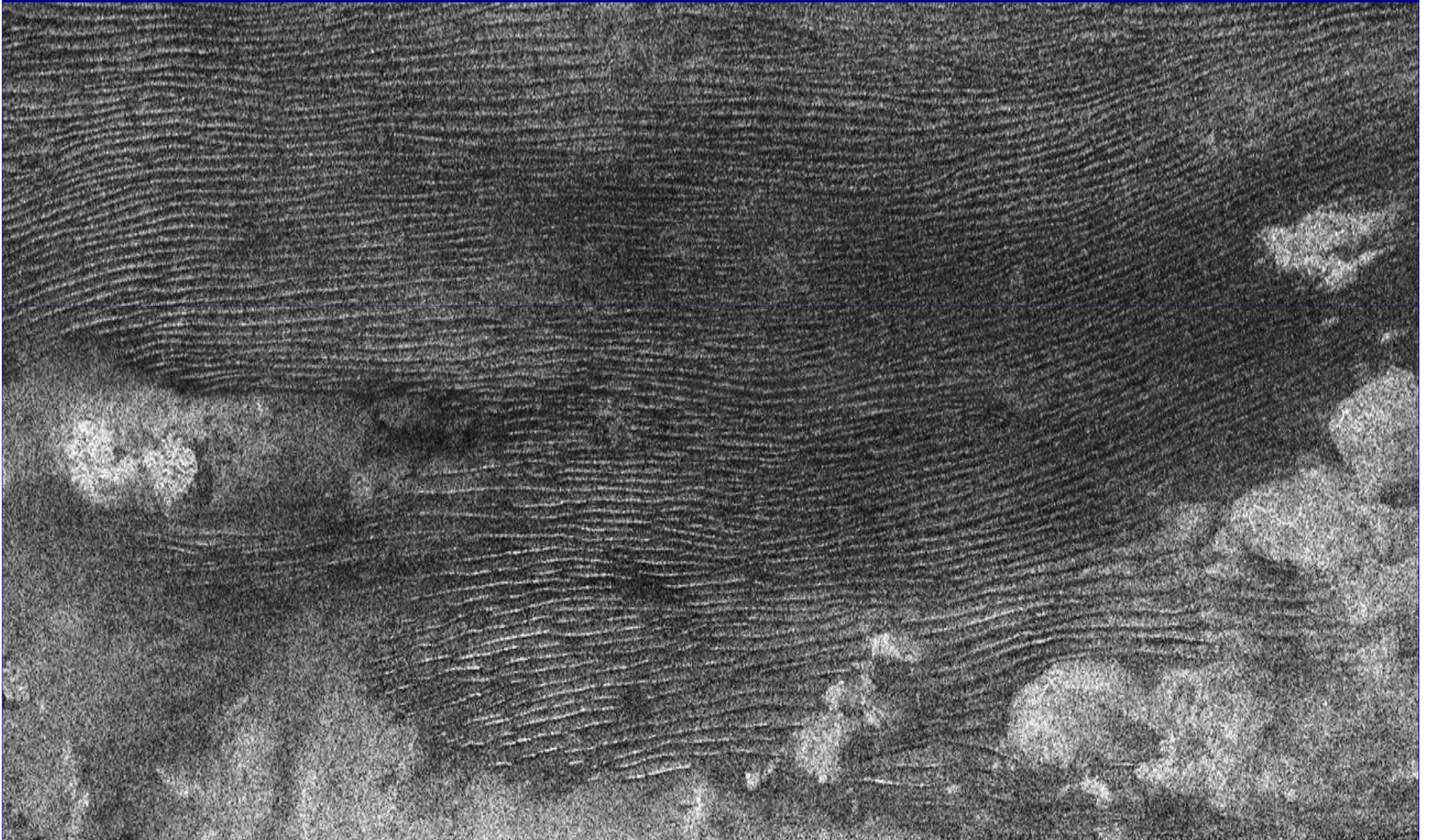
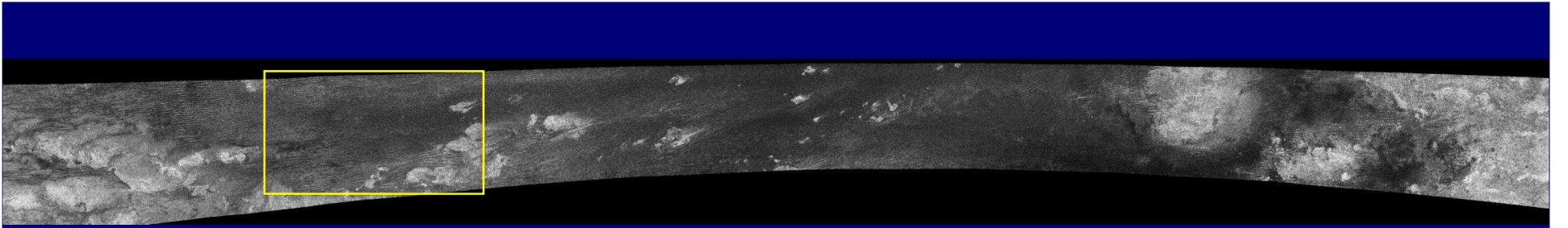
69N-329W

12 maggio 2007...





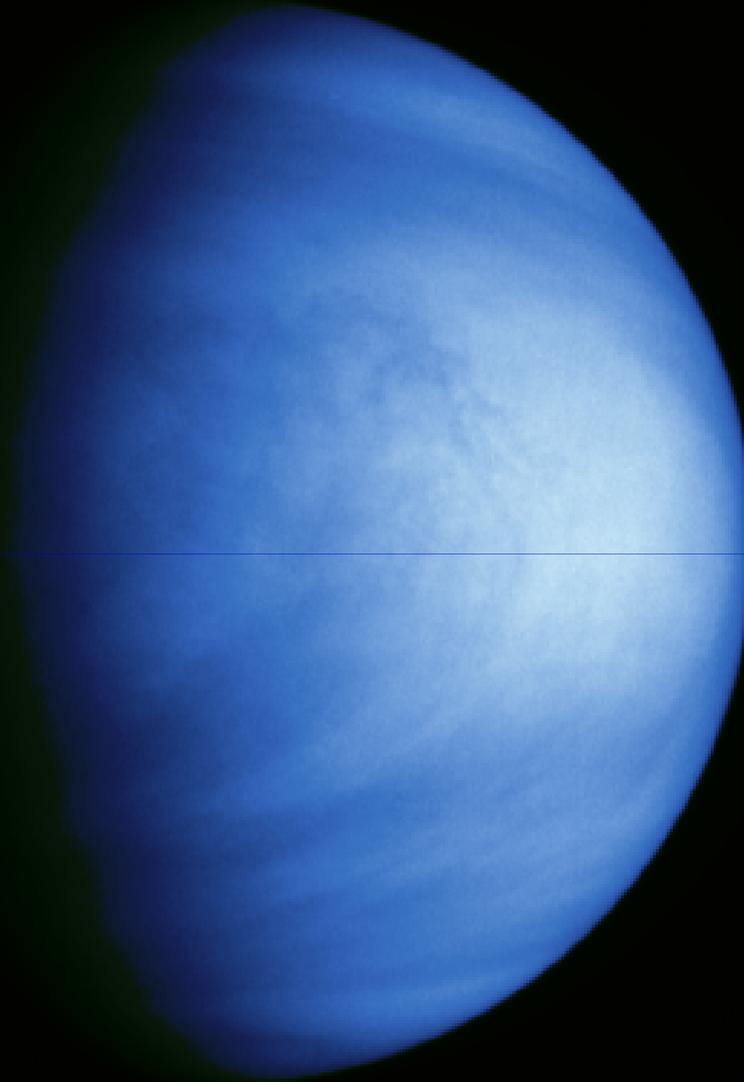
**CASINI, 6 Giugno '05:
un lago di idrocarburi
sul polo Sud di Titano
ripreso a 0,938 micron,
da 450.000 km**





URANO

Ha un diametro 4 volte
quello della Terra



Urano

Scoperto nel 1781 da Herschel, è un corpo verde-azzurro.

La sua particolarità è di avere l'asse di rotazione quasi contenuto nel piano dell'eclittica, per cui il Sole è visibile da uno stesso polo per 42 anni (metà del periodo di rivoluzione).

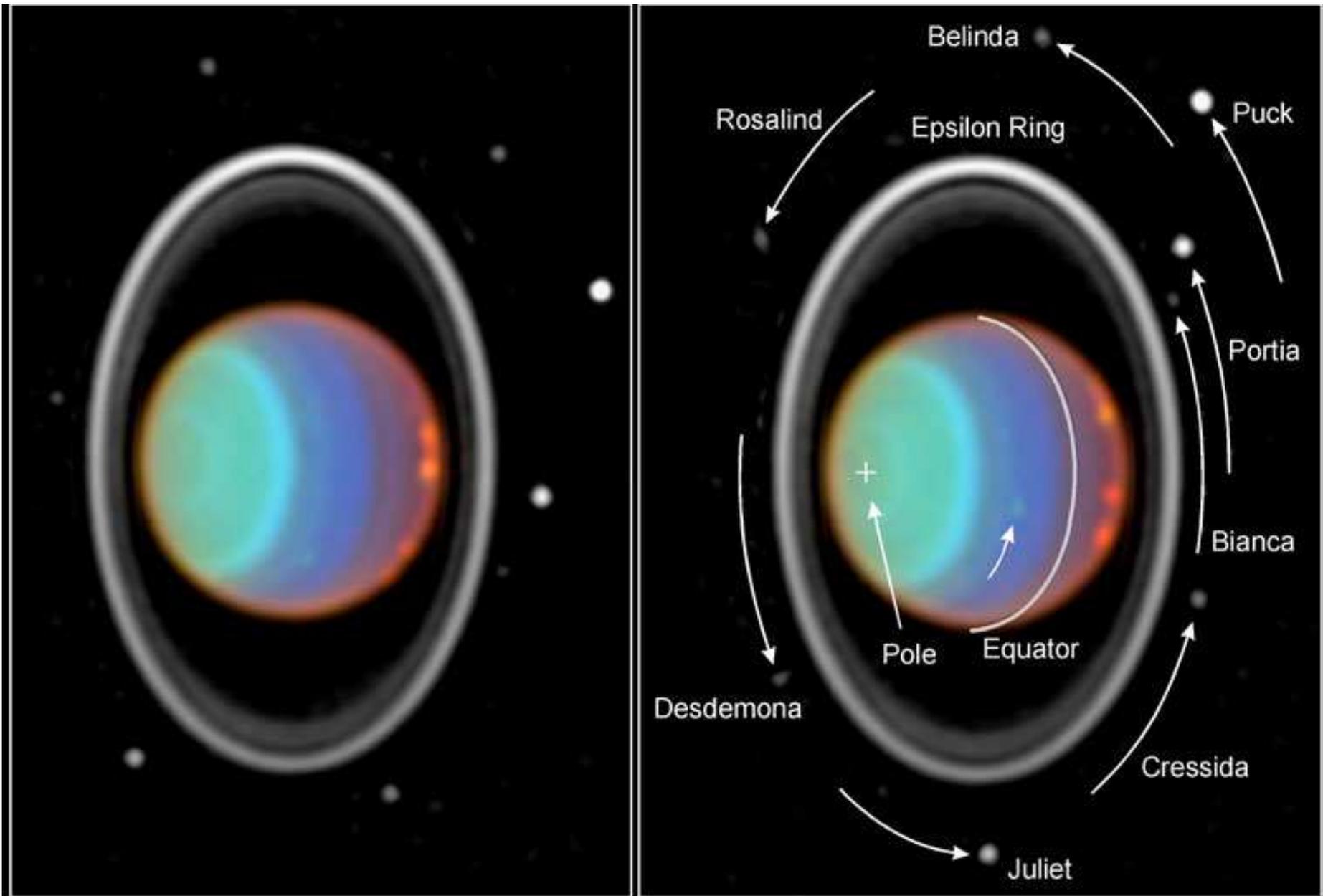
L'ipotesi più accreditata per spiegare l'anomala inclinazione dell'asse del pianeta è basata su una collisione con un corpo di massa simile a quella della Terra.

Urano ha una densa e fredda atmosfera ($-220\text{ }^{\circ}\text{C}$) composta principalmente da idrogeno (85%) e da elio (15%).

L'inclinazione dell'asse di rotazione e la presenza di venti fanno sì che non vi siano grandi differenze di temperatura fra i poli e l'equatore.

Urano ha un nucleo roccioso, ricoperto da un oceano ghiacciato di acqua, metano ed ammoniaca. L'interno potrebbe contenere carbonio allo stato di diamante.

Oggi si conoscono 27 satelliti e 11 anelli.



Uranus • July 28, 1997

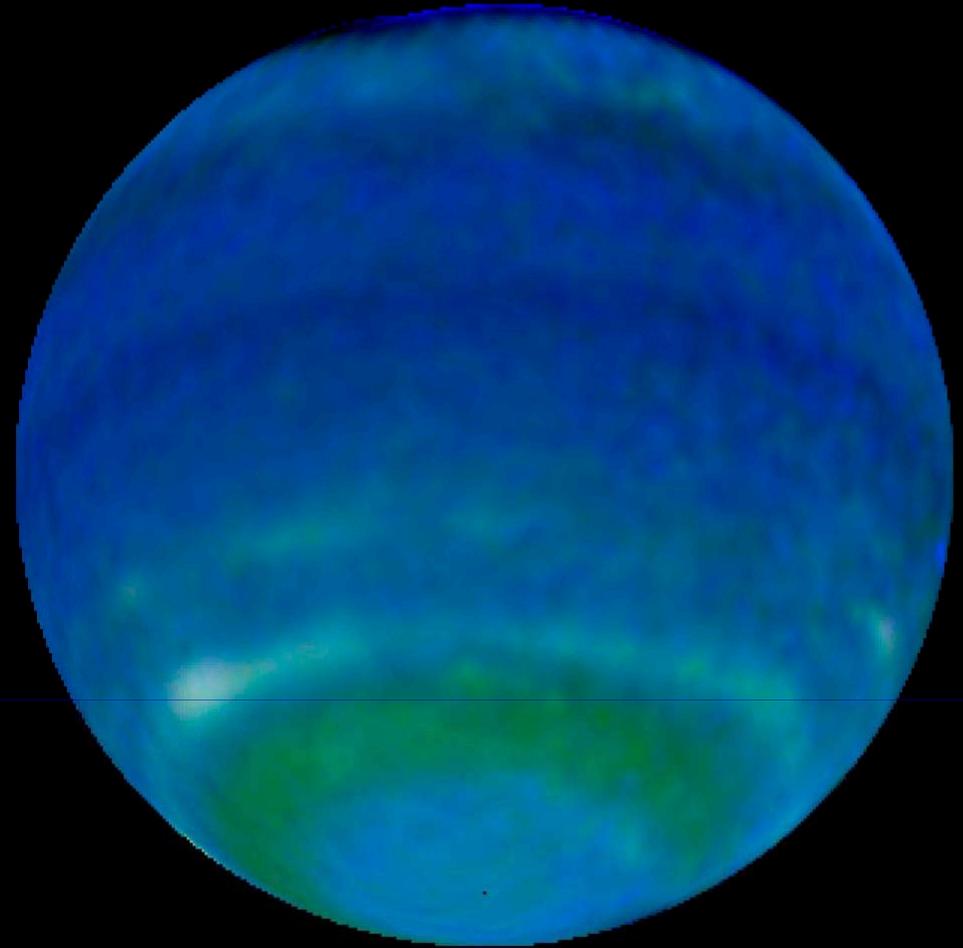
PRC97-36a • November 20, 1997 • ST Sci OPO

E. Karkoschka (University of Arizona Lunar & Planetary Lab) and NASA

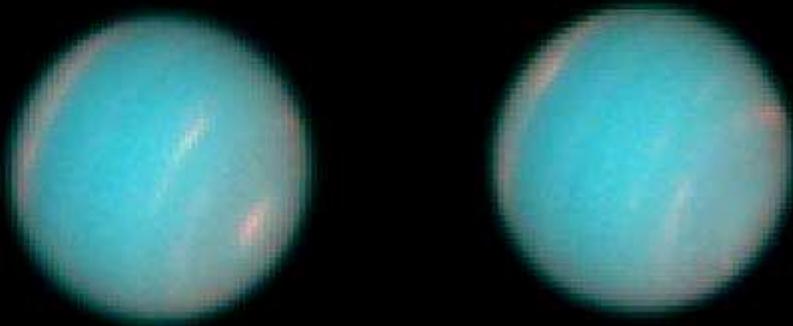
HST • NICMOS

NETTUNO

Ha un diametro 3,9 volte quello della Terra



Immagini Telescopio Spaziale



Nettuno

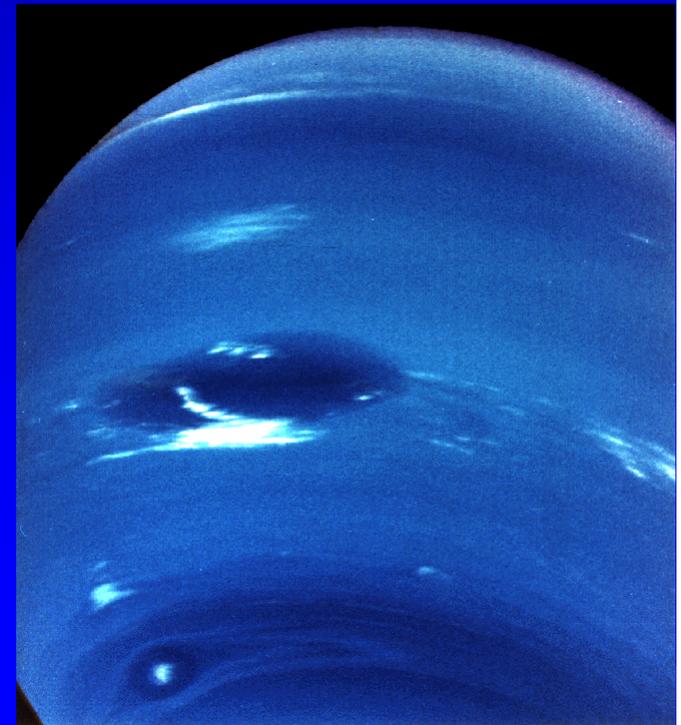
L'esistenza di un nuovo pianeta fu ipotizzata da Adams e Leverrier in base alle perturbazioni osservate sul moto di Urano, ma fu effettivamente confermata nel 1846 da Galle, che trovò il pianeta a 55' di distanza dalla posizione calcolata da Leverrier.

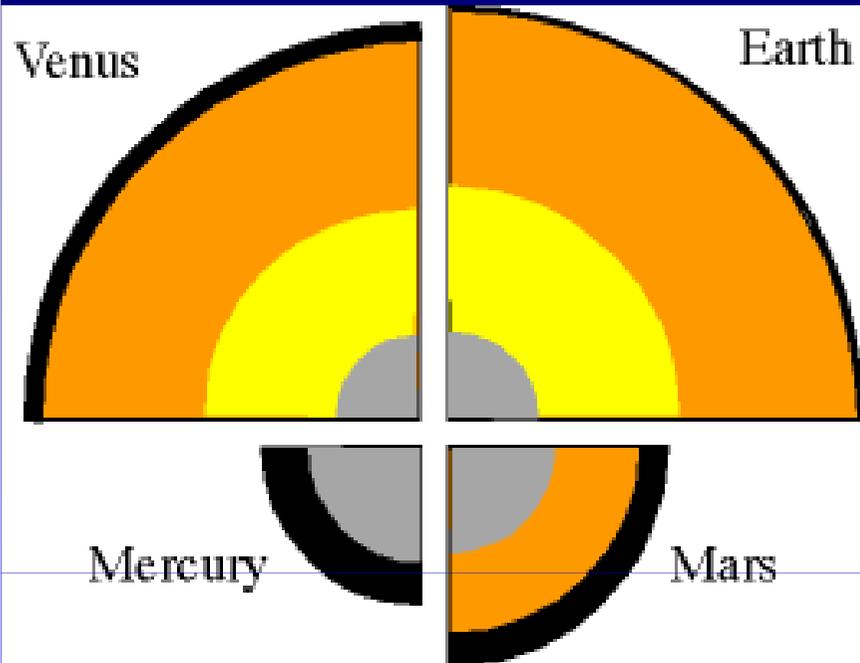
Ha un'atmosfera ricca di metano che riflette la luce blu e assorbe la luce rossa, per questo Nettuno ci appare turchese variegato di bianco.

La sonda Voyager 2 ha fotografato una grande macchia scura che si estende per oltre 10.000 Km molto simile alla Grande Macchia Rossa di Giove.

La sonda ha potuto individuare altre strutture nell'atmosfera del pianeta: violente tempeste e cicloni semipermanenti di forma ovale e lunghe catene di nubi bianche.

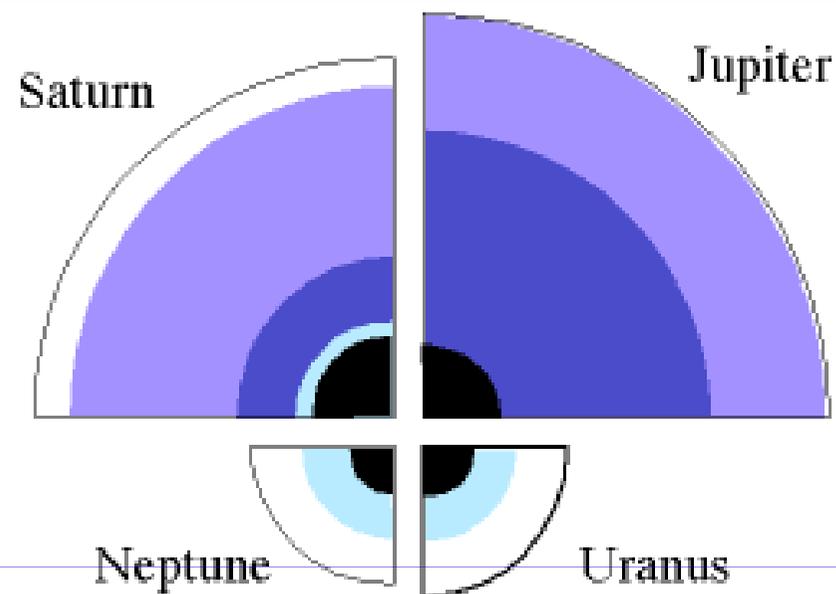
Attorno a Nettuno ruotano cinque anelli di larghezza variabile e 13 satelliti.





- solid iron core
- liquid iron core
- silicate mantle
- silicate crust

Terrestrial planet interiors to same scale



- Earth to same scale
- silicate core
- ice core
- liquid metallic hydrogen
- liquid hydrogen
- gaseous hydrogen

Jovian planets interiors to same scale

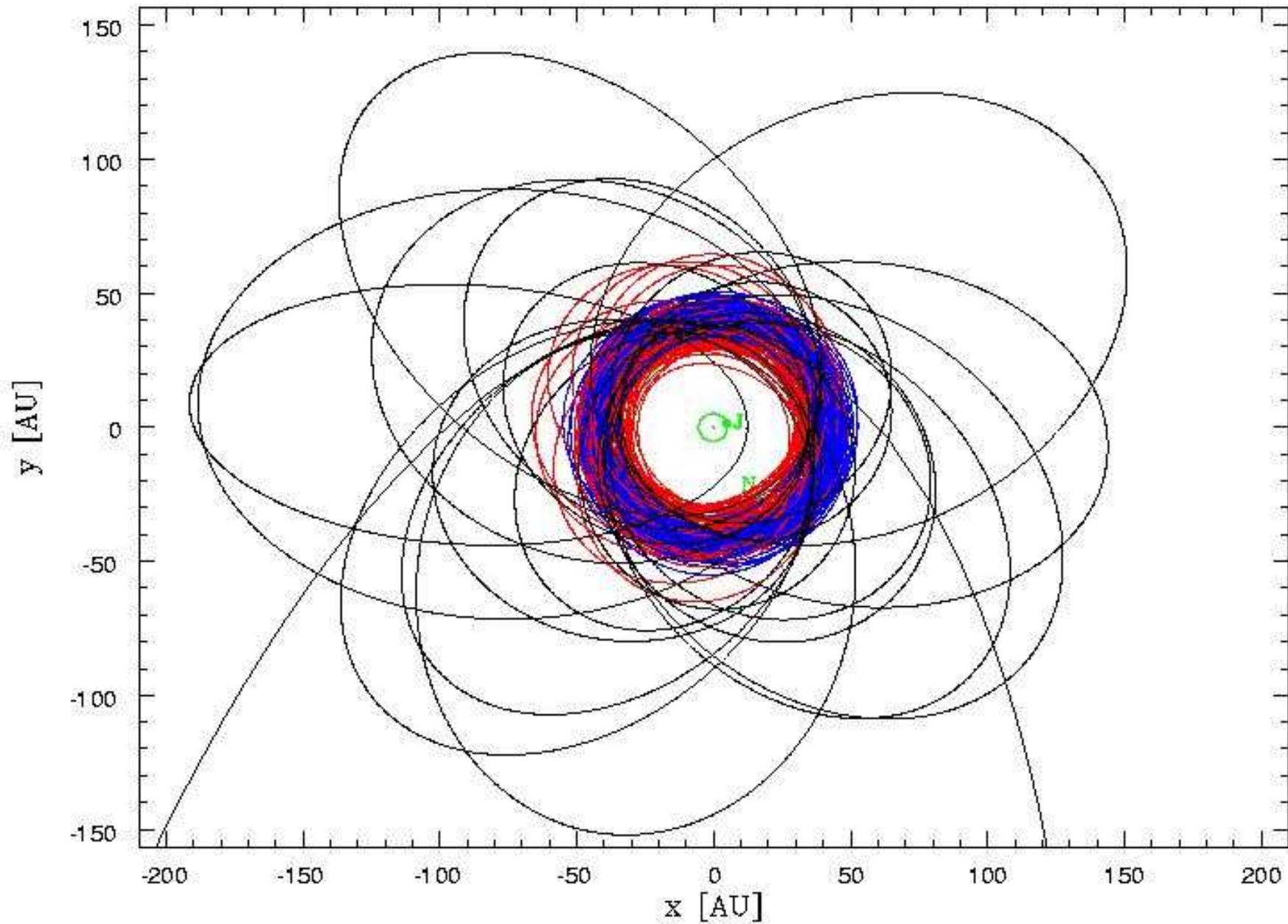
Cintura di Edgeworth-Kuiper e Nube di Oort

La Cintura di Kuiper è una regione che si estende fra 5 miliardi e 200-300 miliardi di km dal Sole, oltre l'orbita di Nettuno.

La Nube di Oort è invece una regione che si pensa possa estendersi fino a circa due anni luce dal Sole.

Contengono diverse centinaia (forse migliaia) di oggetti come Plutone o anche più grandi.

Fascia di Edgeworth-Kuiper

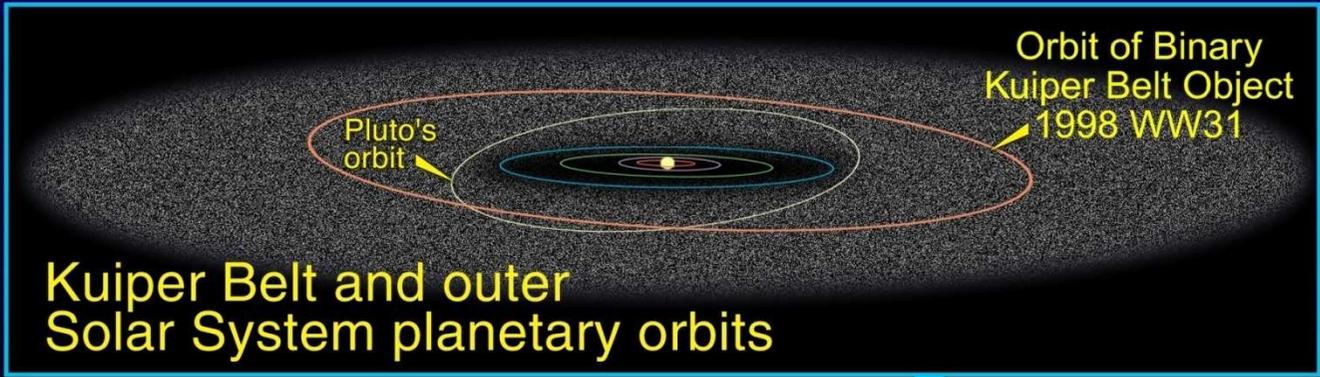


Fascia di Edgeworth-Kuiper

È una regione popolata da corpi di dimensioni relativamente piccole costituiti molto probabilmente da un miscuglio di ghiacci e rocce.

Si estende fra 5 miliardi e 200-300 miliardi di km dal Sole, oltre l'orbita di Nettuno.

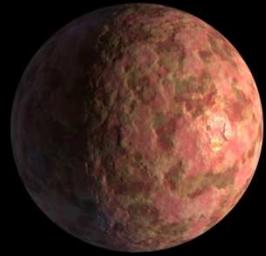
Potrebbe contenere diverse centinaia di miliardi di oggetti.



La nube di Oort

This diagram shows the Oort Cloud as a vast, spherical shell of small white dots surrounding the Sun. A blue arrow points from the text 'La nube di Oort' to the cloud. A blue line also points from the Kuiper Belt region in the upper diagram to the Oort Cloud, indicating its relative distance from the Sun.

PLUTONE, SEDNA e QUAOAR



SEDNA
1300-1800 km



QUAOAR
1300 km



PLUTONE
2300 km



LUNA
3476 km



TERRA
12756 km

Plutone

Più piccolo della Luna, Plutone fu scoperto nel 1930 da C.W. Tombaugh; non è stato ancora esplorato da sonde spaziali.

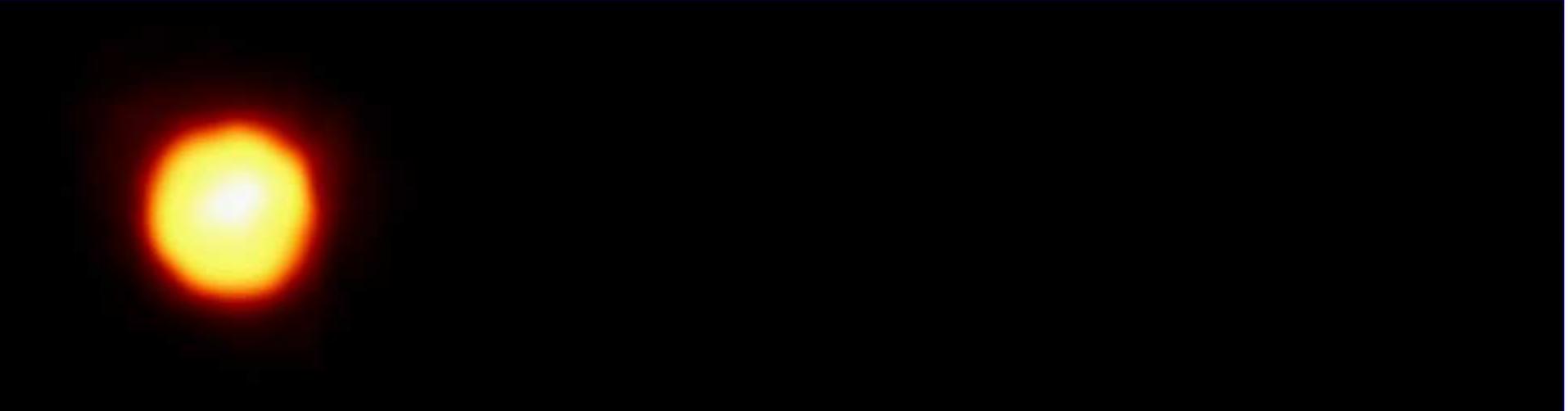
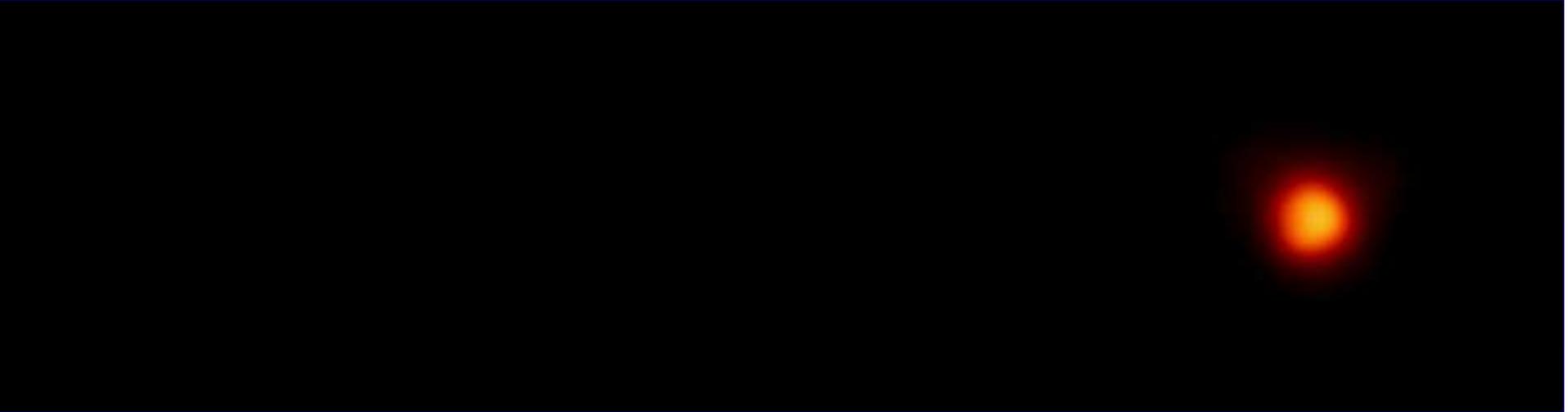
Nel 1978 fu scoperto un grande satellite, Caronte, e nel 2005 due corpi più piccoli (Nix e Hydra).

Fra il 1985 e il 1990 la Terra si è venuta a trovare sul piano dell'orbita di Caronte attorno a Plutone ed è stato possibile osservare le mutue eclissi; la loro durata (circa 4 ore) ha permesso di calcolare il diametro di Plutone (2300 km) e quello di Caronte (1190 km).

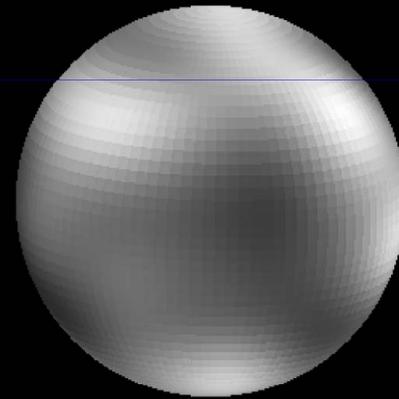
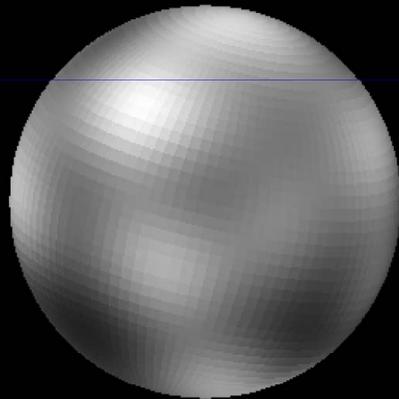
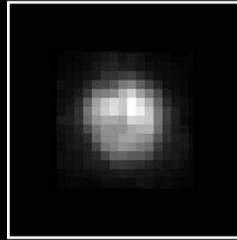
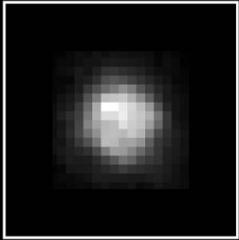
Plutone possiede un nucleo roccioso.

Le somiglianze tra Plutone e Tritone (uno dei satelliti di Nettuno) sono tali da aver fatto pensare a un'origine comune.

PLUTONE E CARONTE



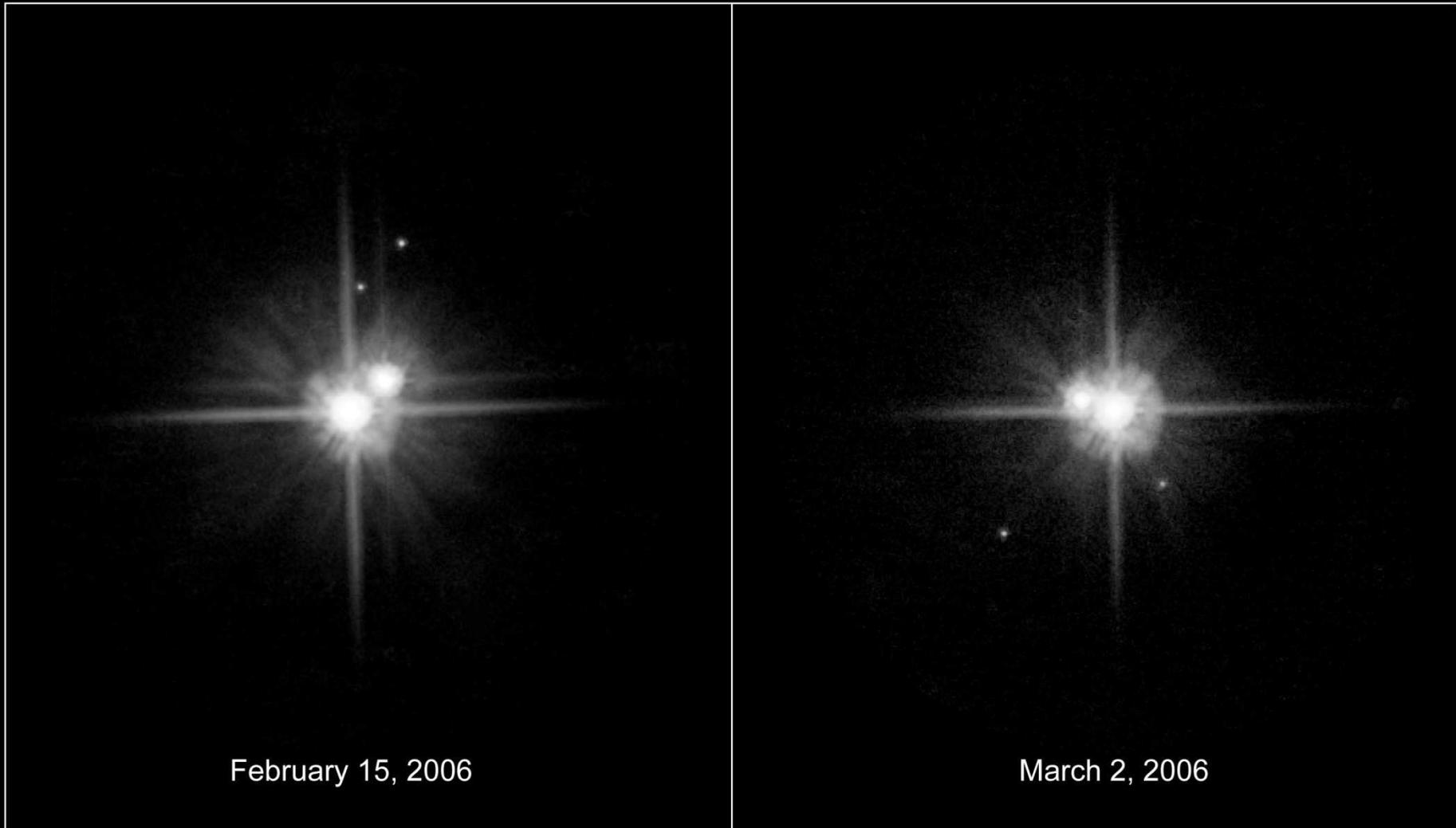
PLUTONE



PLUTONE

Pluto System

Hubble Space Telescope ■ ACS/HRC



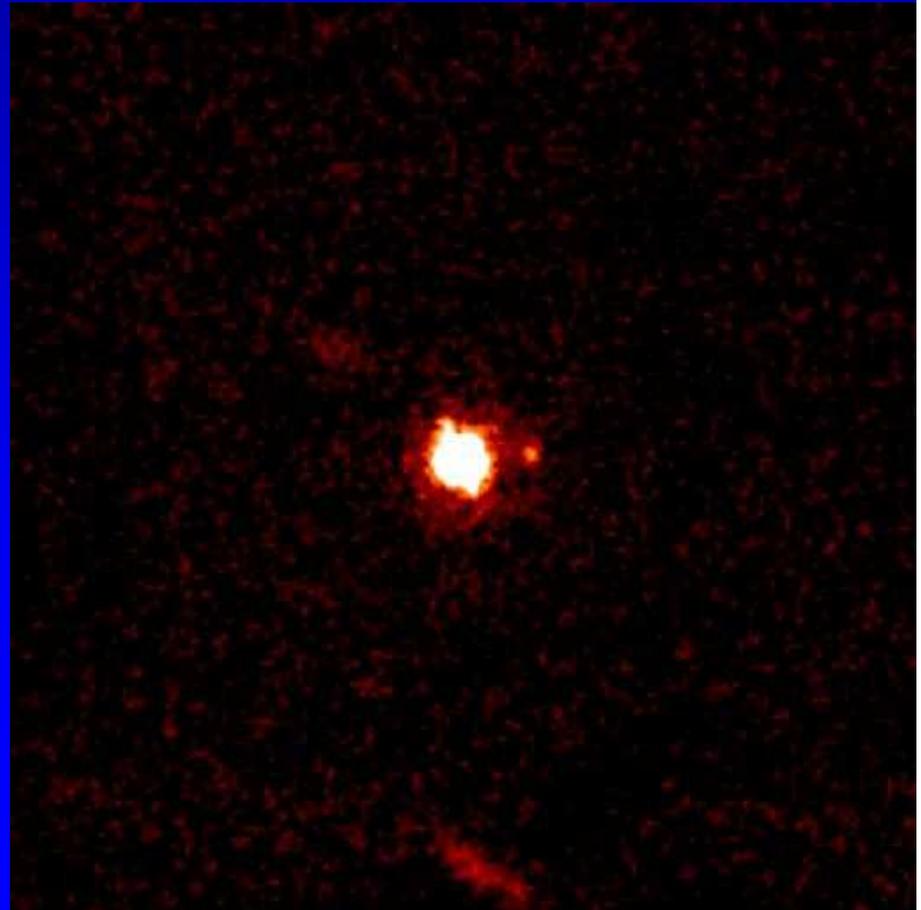
NASA, ESA, H. Weaver (JHU/APL), A. Stern (SwRI), and the HST Pluto Companion Search Team

STScI-PRC06-15

2003 UB313 (ERIS)

È stato scoperto nella cintura di Kuiper dallo staff di Mike Brown del Caltech di Pasadena tra il 2003 e il 2004;
la notizia è stata ufficializzata alla fine di luglio 2005.

Gli scopritori l'avevano chiamato Xena, ma dal settembre 2006 si chiama ufficialmente Eris (che nella mitologia greca personifica la discordia...)



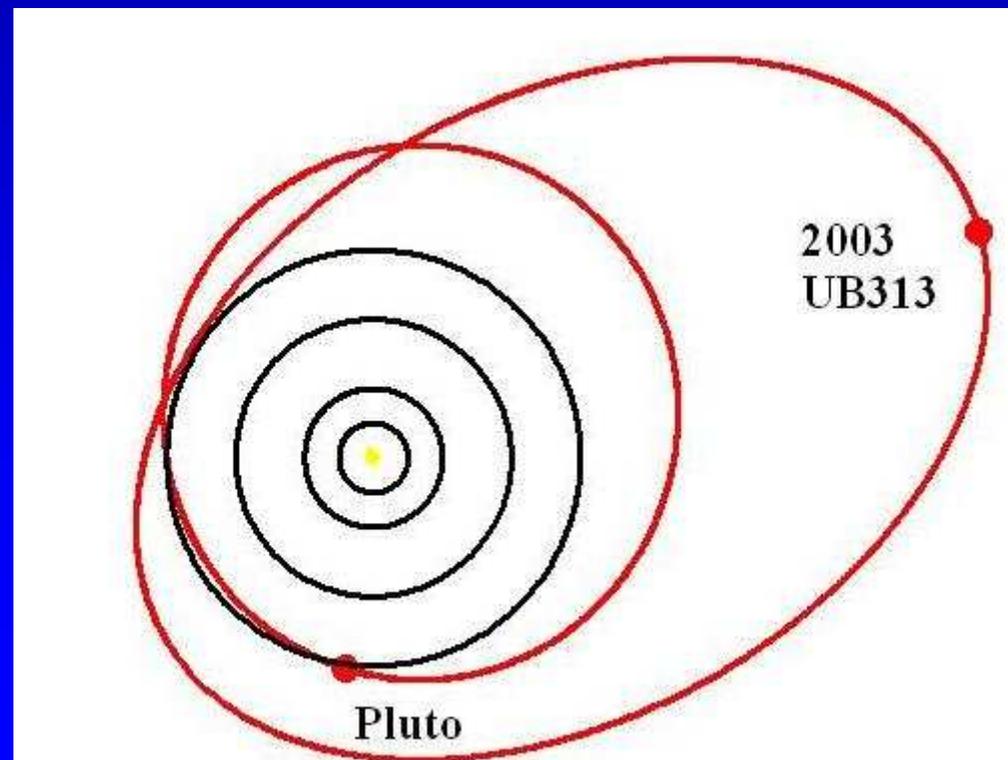
ERIS

E' il più grande dei pianeti nani, Plutone compreso.

Si trova ad una distanza media dal sole di circa 67 UA (circa 10 miliardi di km), con il perielio posto a circa 37,7 UA (5,6 miliardi di km) e l'afelio a circa 97,6 UA (14,6 miliardi di km).

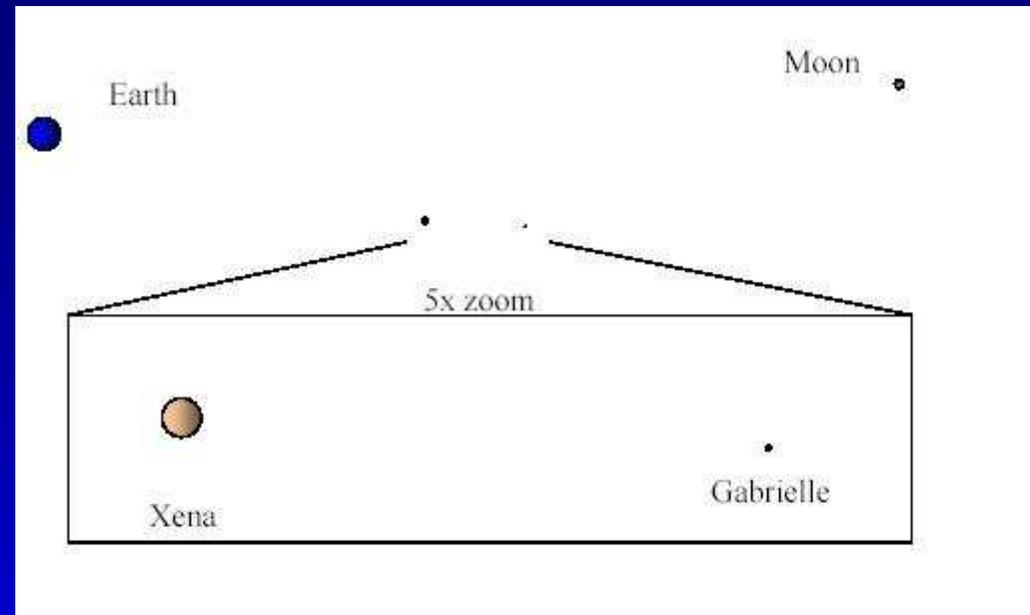
Il periodo di rivoluzione è di circa 557 anni, con un'orbita fortemente ellittica.

Le osservazioni nell'infrarosso hanno permesso di verificare la presenza sulla superficie di metano allo stato solido.



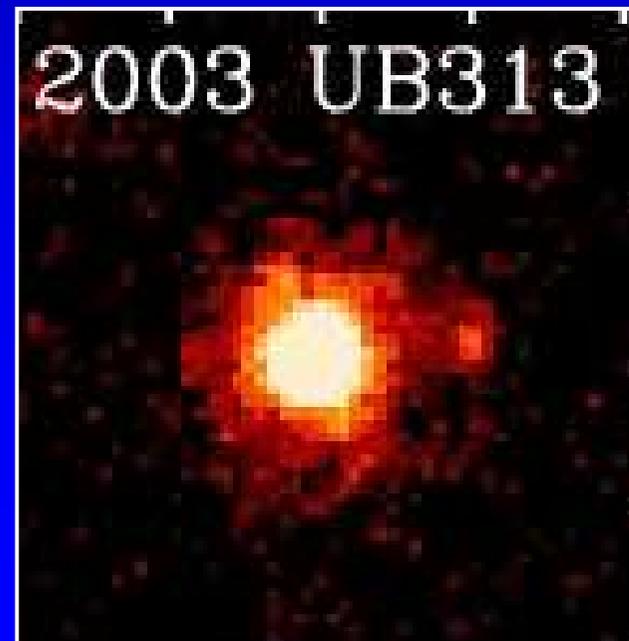
ERIS

Si stima un diametro di 2.400 km con un'incertezza di ± 100 km, il che lo rende appena piú grande di Plutone.



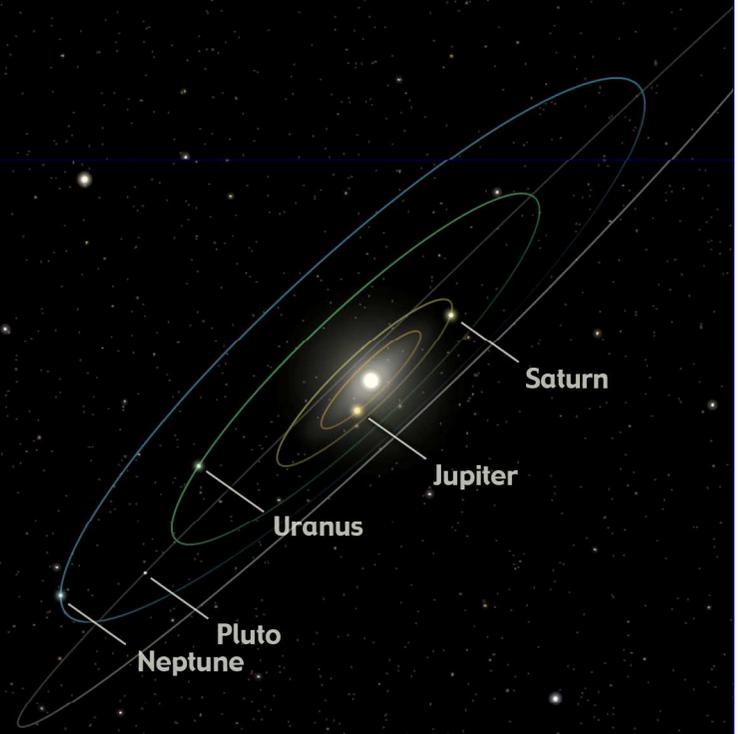
Ha una luna (Disnomia) che ha un diametro di circa 250 km.

Disnomia nella mitologia greca personifica la sfrenatezza e il malgoverno.



DISNOMIA

2003 UB313
ERIS



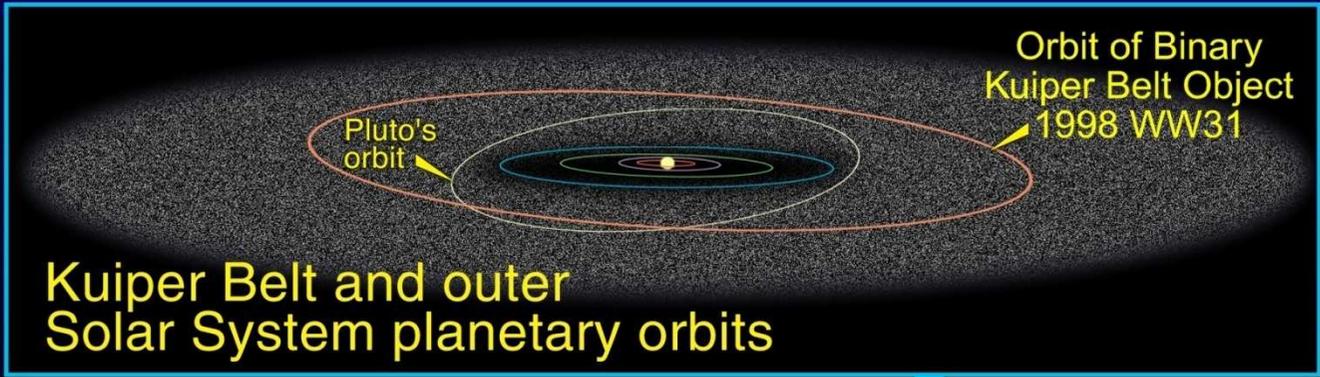
Nube di Oort

È una sfera costituita da corpi ghiacciati che avvolge il Sistema Solare che probabilmente si estende sino a metà della distanza che separa il Sole dalla stella più vicina.

Potrebbe contenere 1000 miliardi di oggetti con orbite orientate a caso.

Le comete a lungo periodo provengono dalla nube.

Si pensa che gli oggetti che costituiscono la Nube di Oort siano i residui del materiale che ha formato il Sistema Solare.



La nube di Oort

This diagram shows a large, spherical cloud of small white dots representing the Oort cloud. A blue line points from the text 'La nube di Oort' to a specific region within the cloud. The cloud is centered on the Sun, which is not explicitly shown but is implied to be at the center of the system.

Le comete

Il Sistema Solare è popolato da una miriade di corpi minori che orbitano intorno al Sole; questi vengono classificati, in base alla loro natura e alla loro massa, in pianetini, comete, meteoroidi e polveri interplanetarie.

Le comete sono conglomerati di ghiacci e altri materiali uniti a roccia.

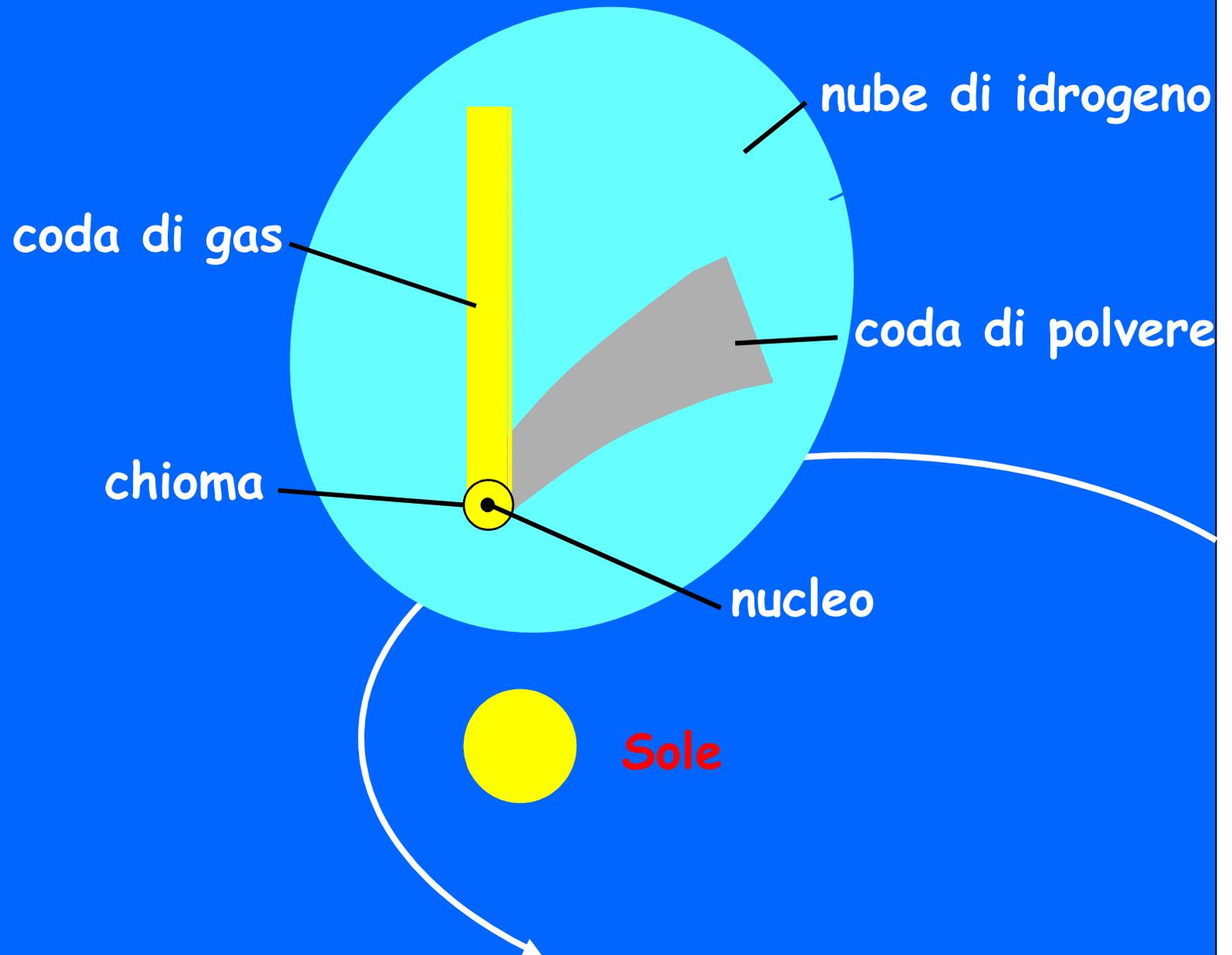
Si ritiene che siano oggetti della Cintura di Kuiper o della nube di Oort che avvicinandosi al Sole sviluppano una chioma e una o più code lunghe milioni di chilometri.

I ripetuti passaggi vicino al Sole le consumano lentamente.

Le perturbazioni dovute ai pianeti di massa maggiore alterano le orbite delle comete facendo diminuire i periodi di rivoluzione.

Ad esempio la cometa di Halley gira attorno al Sole in circa 76 anni.

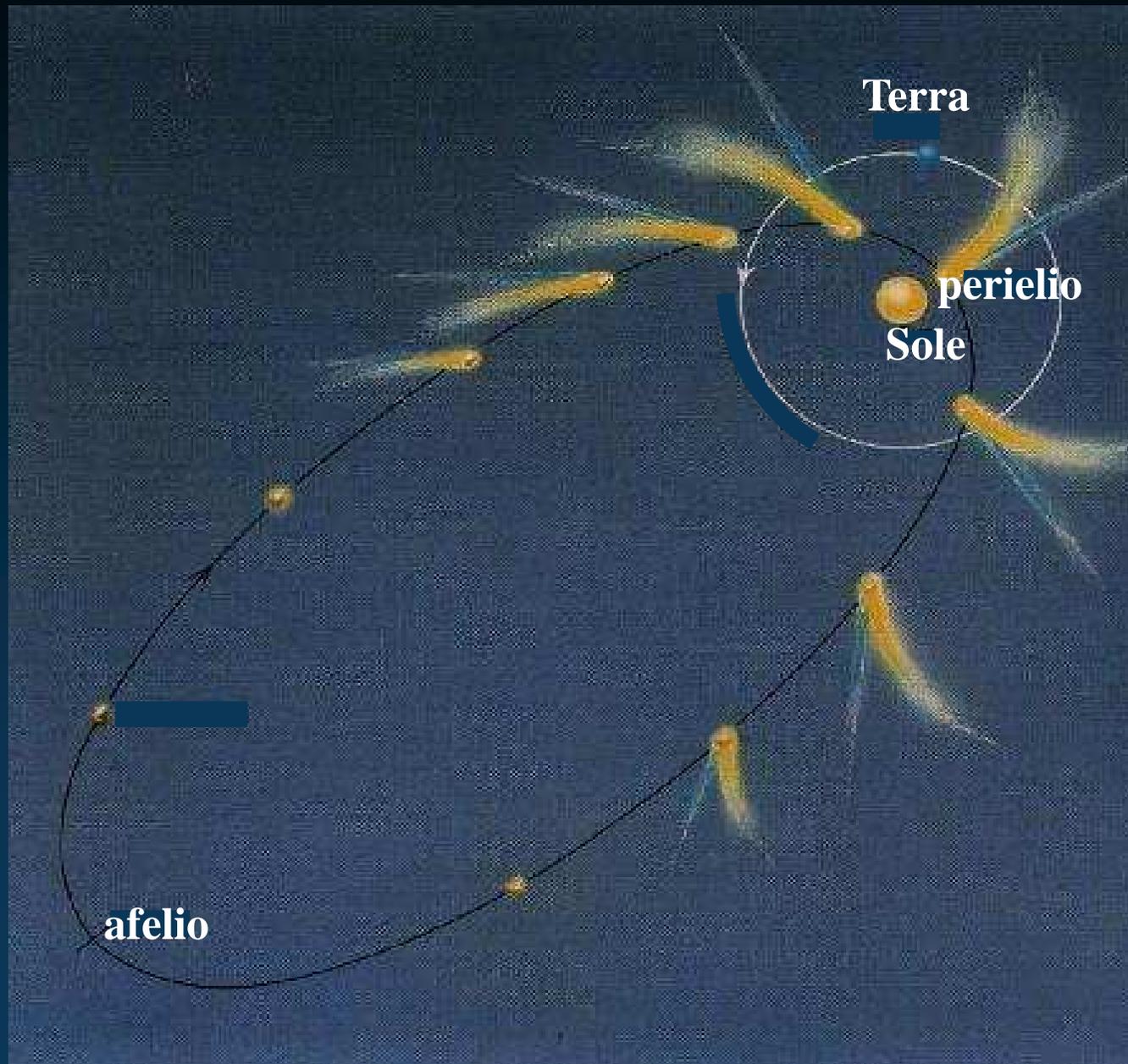
Componenti di una cometa



COMETA
HALE-BOPP
1996 - 1997



Evoluzione della struttura cometaria



LA COMETA
McNaught

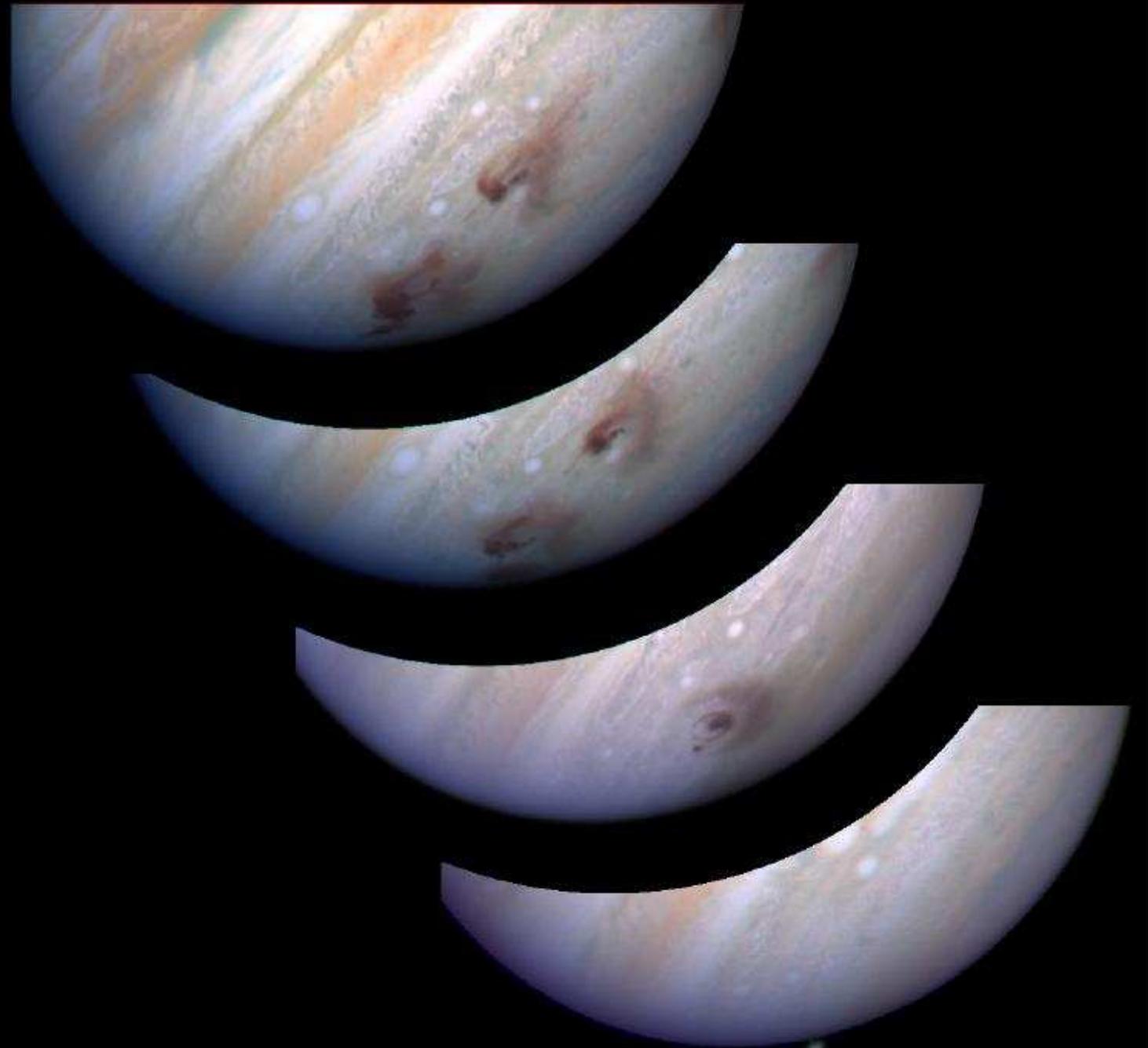
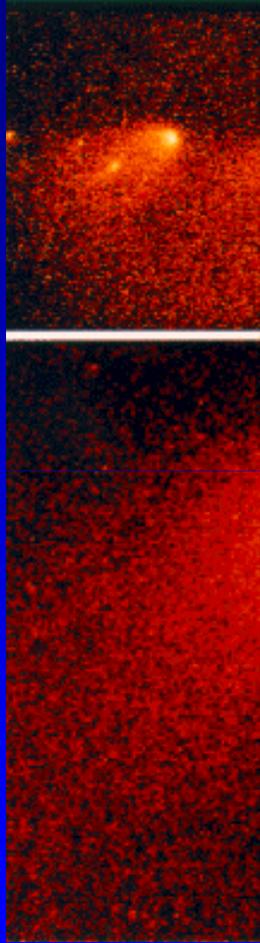


Il 12 gennaio
2007 è passata
al perielio a 25
milioni di km dal
Sole

LA COMETA McNaught Dall'emisfero sud



COMETE



La cometa 73P/Schwassman-Wachmann 3



Immagini dell'HST dei frammenti B e G

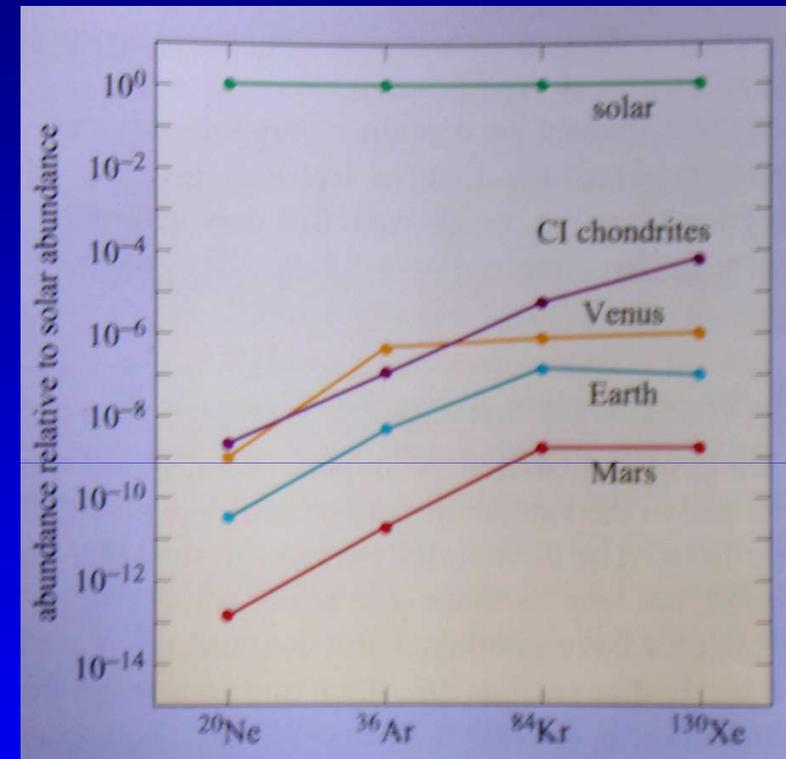
ACQUA DALLE COMETE?

La distribuzione dell'acqua nel Sistema Solare primitivo è legata in generale a quella dei **VOLATILI**: H_2O , N_2 , CO_2 e i gas nobili Ne, Ar, Kr, Xe.

Le abbondanze terrestri di volatili mostrano che c'era **poca acqua** nella zona di formazione del nostro pianeta.

Due le ipotesi plausibili:

- minerali ad altra idratazione furono incorporati nella proto-Terra in formazione
- numerosi impatti di comete hanno arricchito la Terra di acqua (e composti organici)



ACQUA DALLE COMETE?

Non si può ancora scegliere tra le ipotesi a) e b), ma una risposta passa per lo studio dei nuclei cometari (Hyakutake e Halley) raggiunti dalle nostre sonde.

Una "firma" importante: il deuterio, D (nucleo di idrogeno arricchito di un neutrone) contenuto nell'acqua.

Il rapporto delle concentrazioni deuterio/idrogeno [D/H] è un buon indice della provenienza dell'acqua.



Oggetto	Rapporto D/H
Terra	$1,5 \cdot 10^{-4}$
C. Halley	$3,16 \cdot 10^{-4}$
C. Hyakutake	$2,82 \cdot 10^{-4}$



Meteore e meteoriti

Le **meteore** sono scie di luce che solcano il cielo quando frammenti di materiali provenienti dallo spazio si disintegrano entrando nell'atmosfera terrestre.

Vengono anche chiamate "stelle cadenti".

Le particelle di polvere e frammenti di roccia, lasciati dalle code delle comete o dal loro dissolvimento, orbitano in sciami intorno al Sole, quindi spesso le meteore si presentano in "piogge" in precisi periodi dell'anno quando la Terra interseca uno di tali sciami.

Le **meteoriti** sono frammenti di materiali rocciosi o metallici provenienti dallo spazio che "sopravvivono" al passaggio nell'atmosfera terrestre raggiungendo la superficie della Terra.

Possono derivare dalla frammentazione di comete o asteroidi.

Alla caduta di grandi meteoriti o comete sono stati ricollegati disastri ecologici che hanno causato l'estinzione di alcune specie viventi.

Le meteoriti hanno avuto origine intorno a 4,5 miliardi di anni, quando si è formato il Sistema Solare e contengono importanti informazioni su tale evento.

METEORE



Image Courtesy of Howard Goodman

Meteore



FINE

