



*Ministero dell'Istruzione  
dell'Università e Ricerca*



## **XVI OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA – MILANO – 2016**

11 novembre 2015

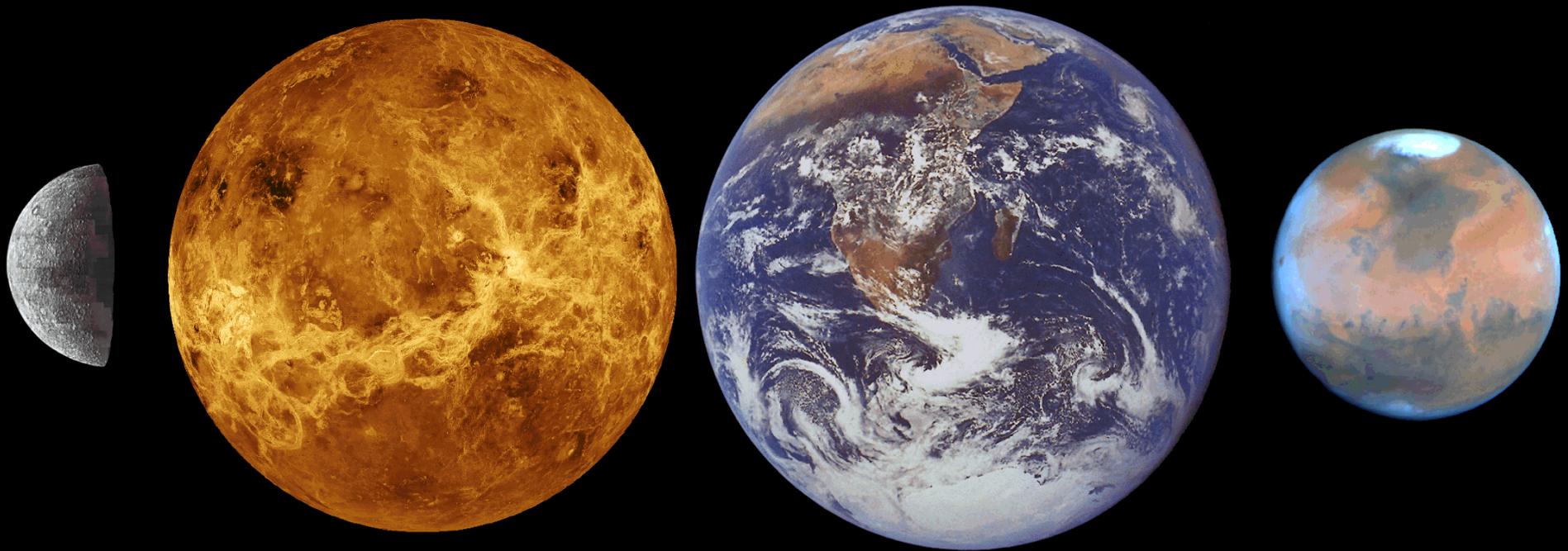
Prof. Manlio Bellesi

# **La ricerca della vita nel Sistema Solare**

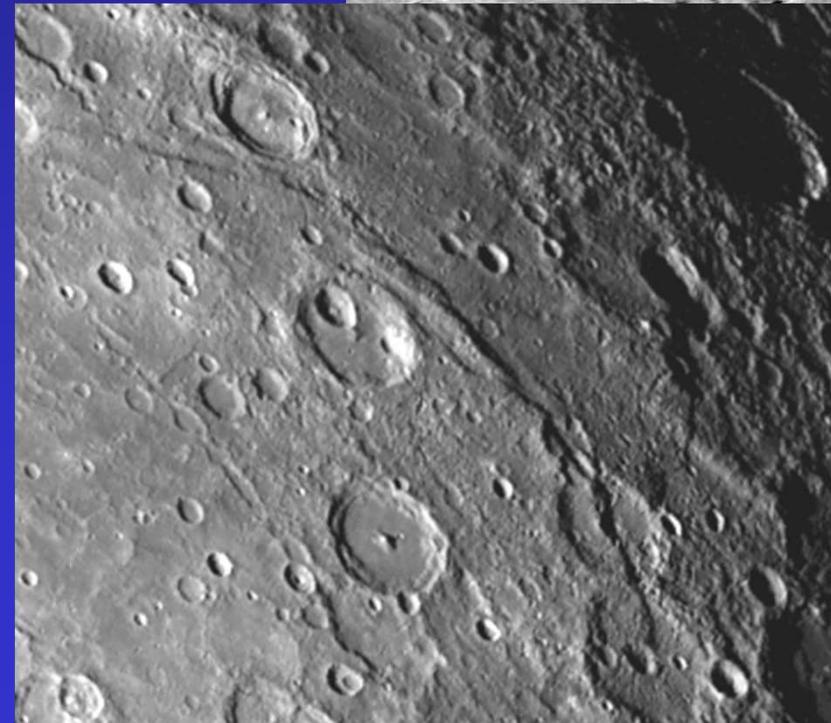
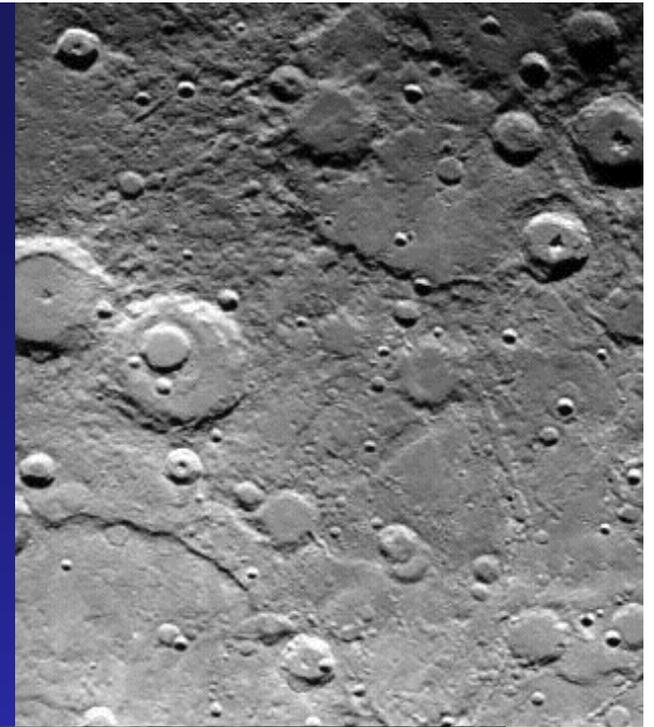
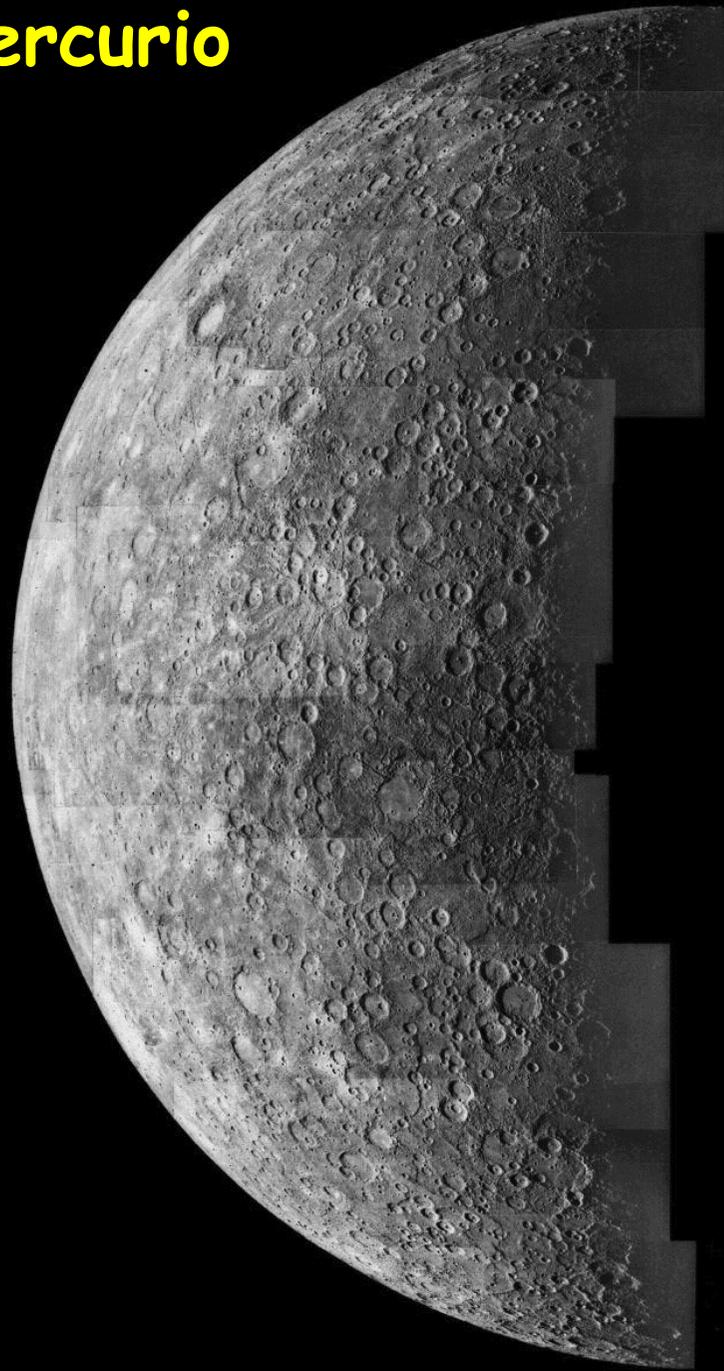
Pianeta	Distanza dal Sole (UA)	Periodo di rivoluzione (anni)	Massa (Terra = 1)	Raggio (Terra = 1)	Densità (g/cm <sup>3</sup> )	Periodo di rotazione (giorni)
Mercurio	0,38710	0,240842	0,0558	0,3825	5,43	58,6462
Venere	0,72333	0,615187	0,8148	0,9488	5,24	-243,02
Terra	1	1	1	1	5,52	0,99727 (23h 56m 4s)
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)
Plutone	39,4400	247,688	0,0022	0,1805	2,07	-6,3872

$T_T = 365,256$  giorni (1 giorno = 86400 s) -  $M_T = 5,976 \cdot 10^{24}$  kg -  $R_{T-eq} = 6378$  km

# I PIANETI INTERNI O TERRESTRI



# Mercurio

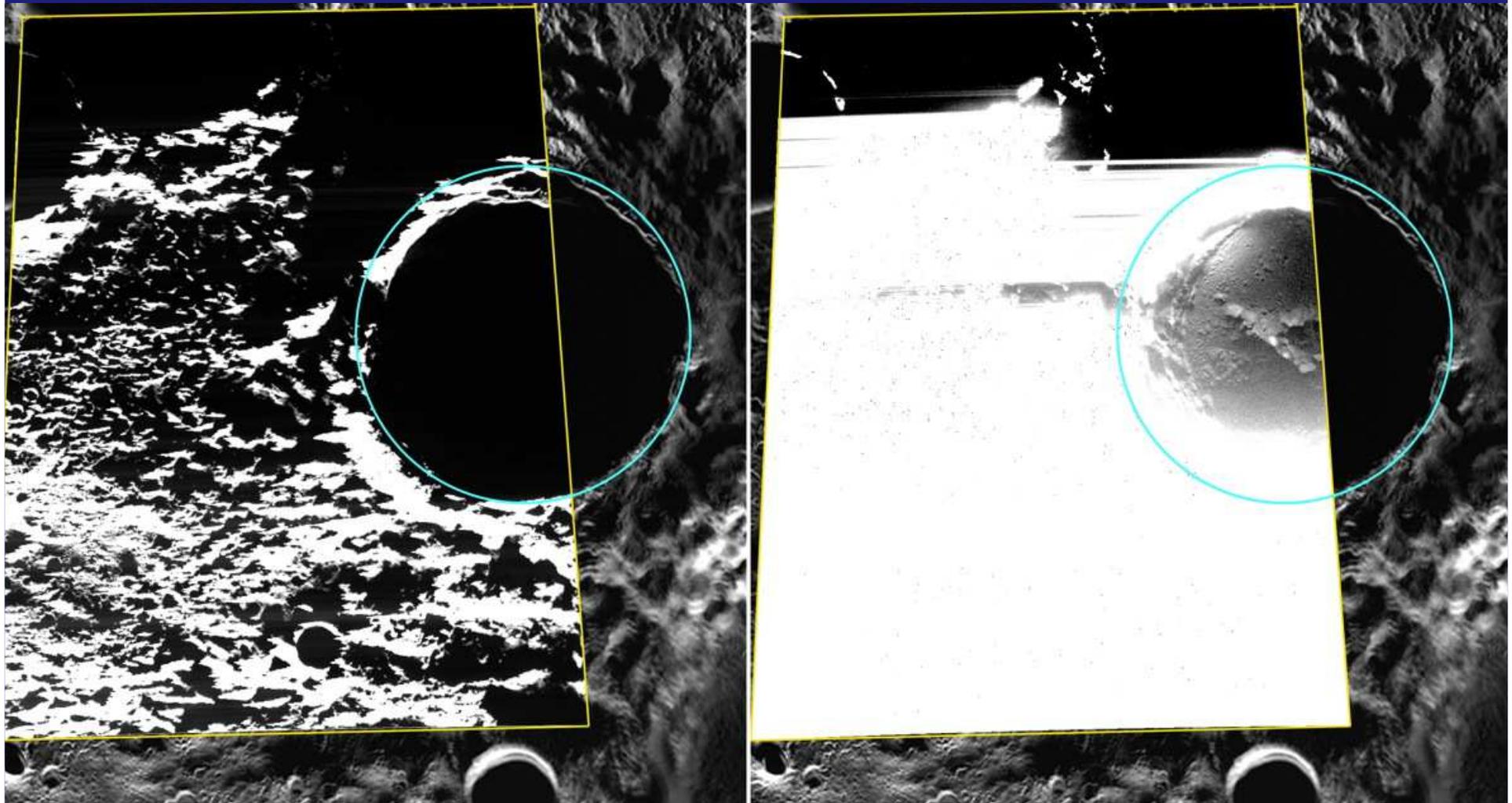


# Mercurio

- È difficilmente osservabile perché la massima distanza angolare dal Sole arriva a  $28^\circ$ .
- L'inclinazione dell'orbita sull'eclittica è di  $7^\circ$ .
- È circondato da un'atmosfera estremamente tenue e la superficie appare molto simile a quella della Luna.
- Non vi sono evidenze di processi erosivi, né di attività vulcanica recente.
- Il bacino *Planitia Caloris* è uno dei più vasti crateri del Sistema solare dal diametro di circa 1300 Km. L'urto che lo creò circa 3,6 miliardi di anni fa sollevò catene di montagne alte circa 2 Km, generando un sistema di valli e fratture che si irradiano per 1000 km.
- Le zone polari hanno alta riflettività radar, forse dovuta a ghiaccio d'acqua portato da comete e meteoriti, che si sarebbe accumulato in crateri dove la temperatura non supera i  $-150^\circ\text{C}$  e. Coperto da uno strato di regolite, potrebbe resistere all'azione dei raggi cosmici ed ultravioletti; tuttavia, la riflettività potrebbe attribuirsi a solfuri anziché al ghiaccio.
- La presenza di un campo magnetico ( $1/100$  di quello terrestre) fa pensare ad un nucleo fluido a bassa viscosità di ferro e nichel (più, eventualmente, solfuri) che costituisce i  $2/3$  della massa del pianeta (e i  $3/4$  del raggio)
- La superficie esterna è composta da una crosta di silicati di ferro e magnesio e da ossidi refrattari.

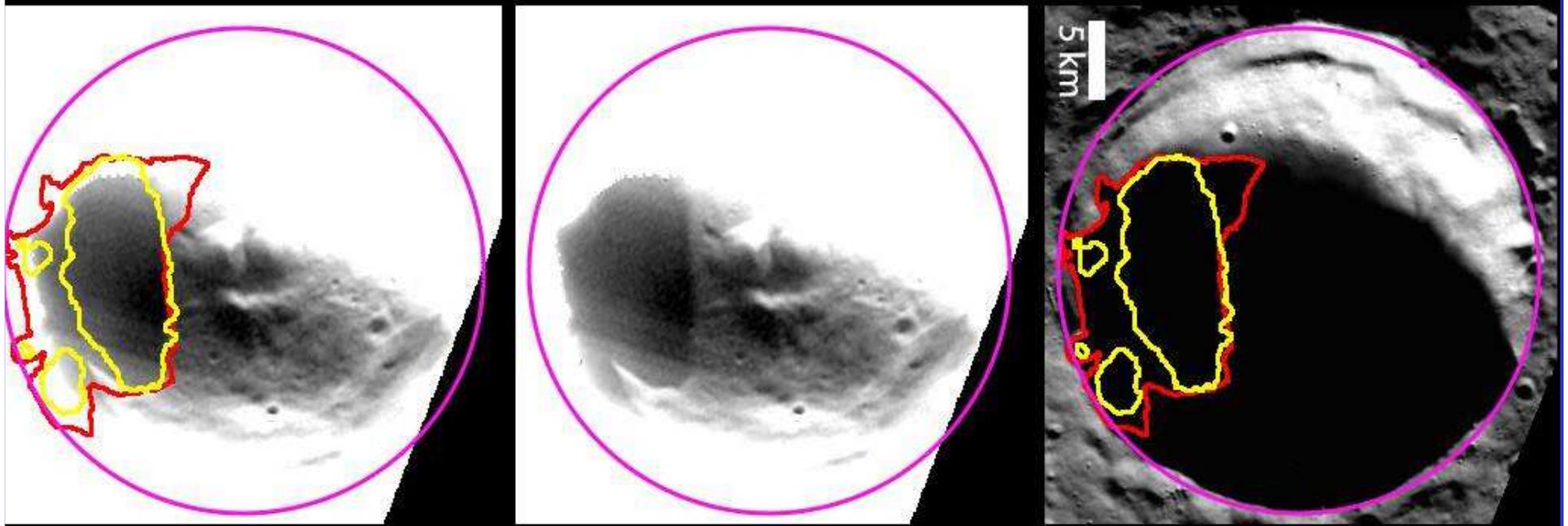
# *MERCURIO*

## *GHIACCIO NEI CRATERI POLARI*

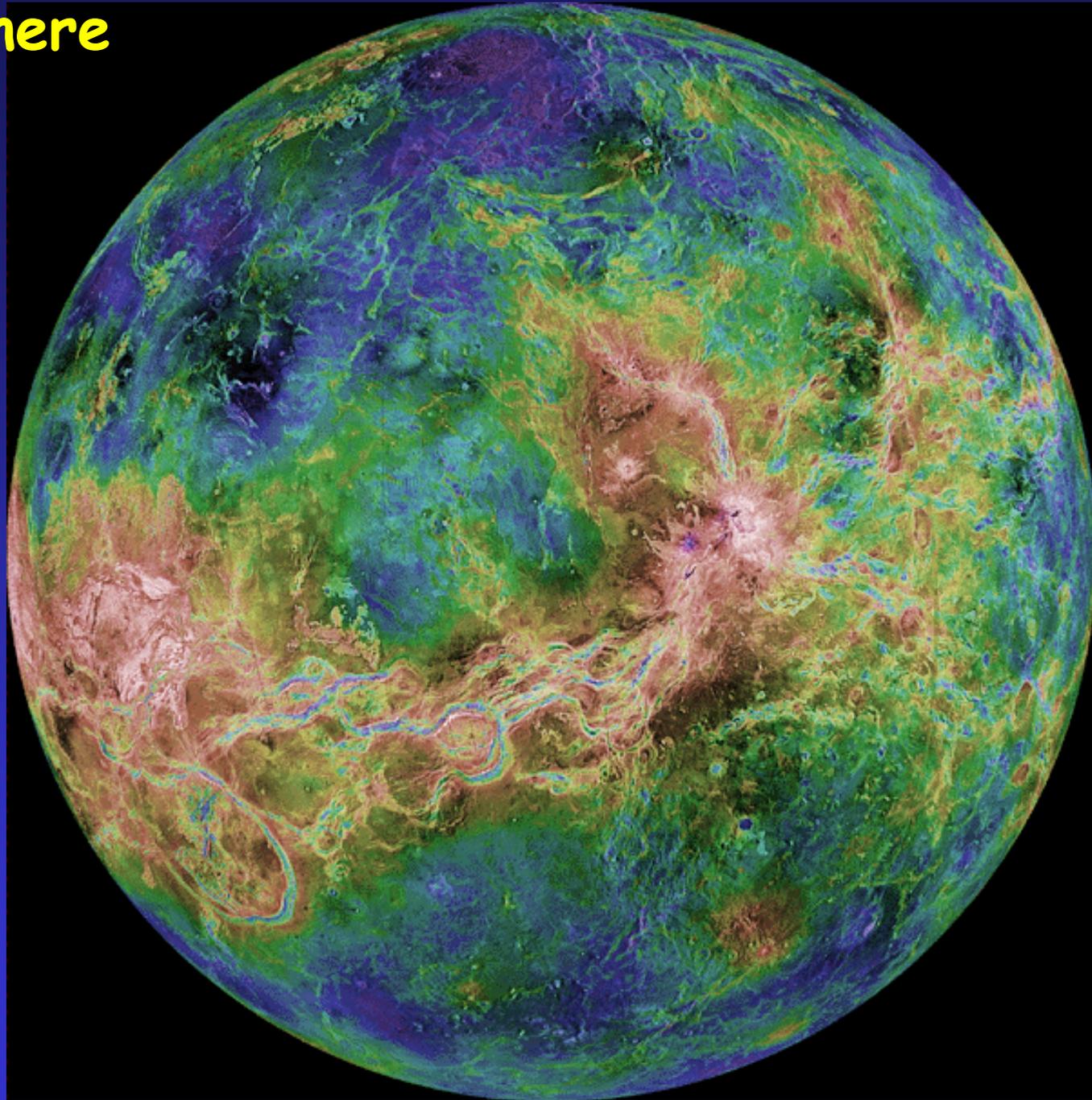


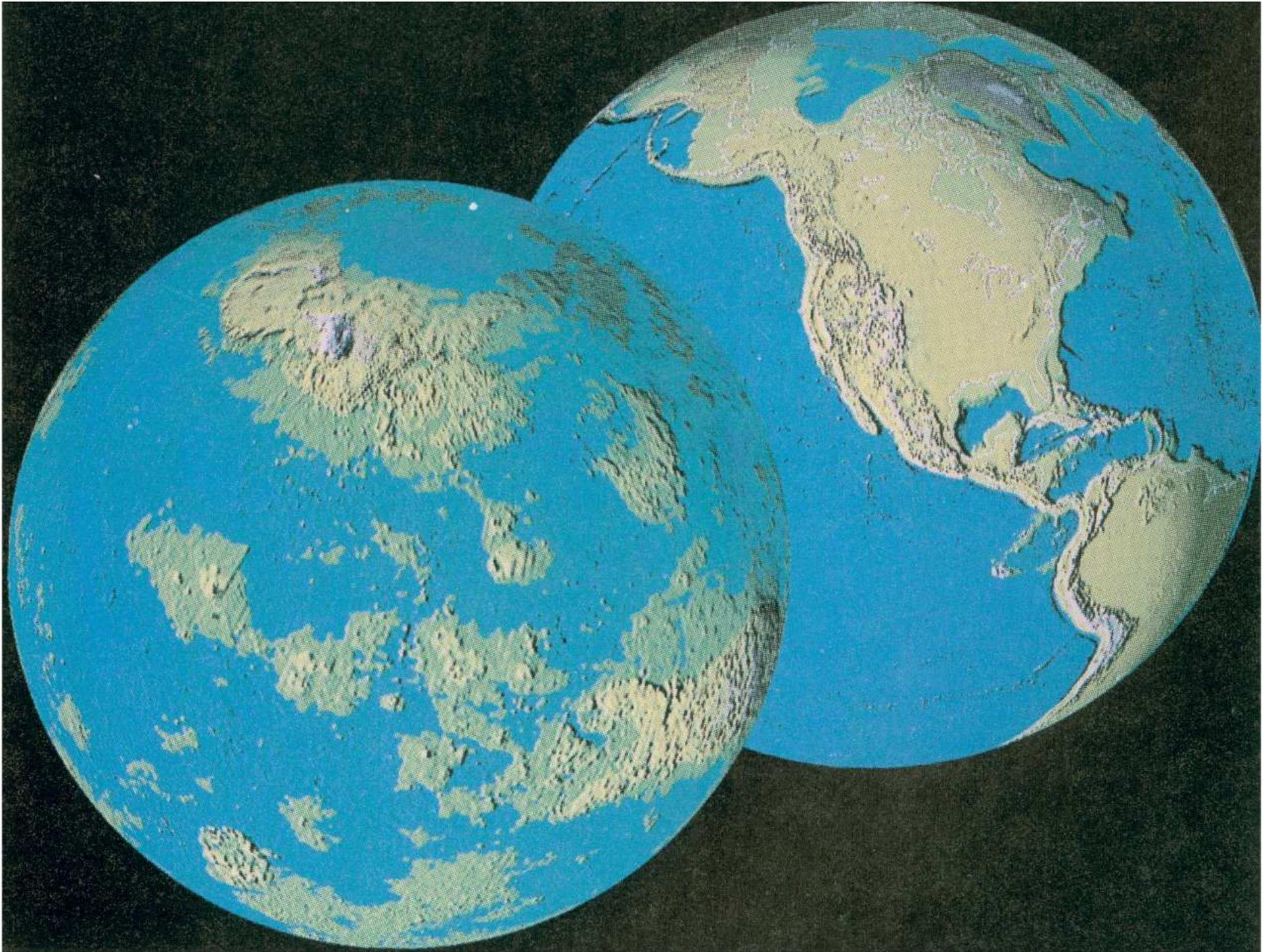
# *MERCURIO*

## *GHIACCIO NEL CRATERE BERLIOZ*



Venere







Terra



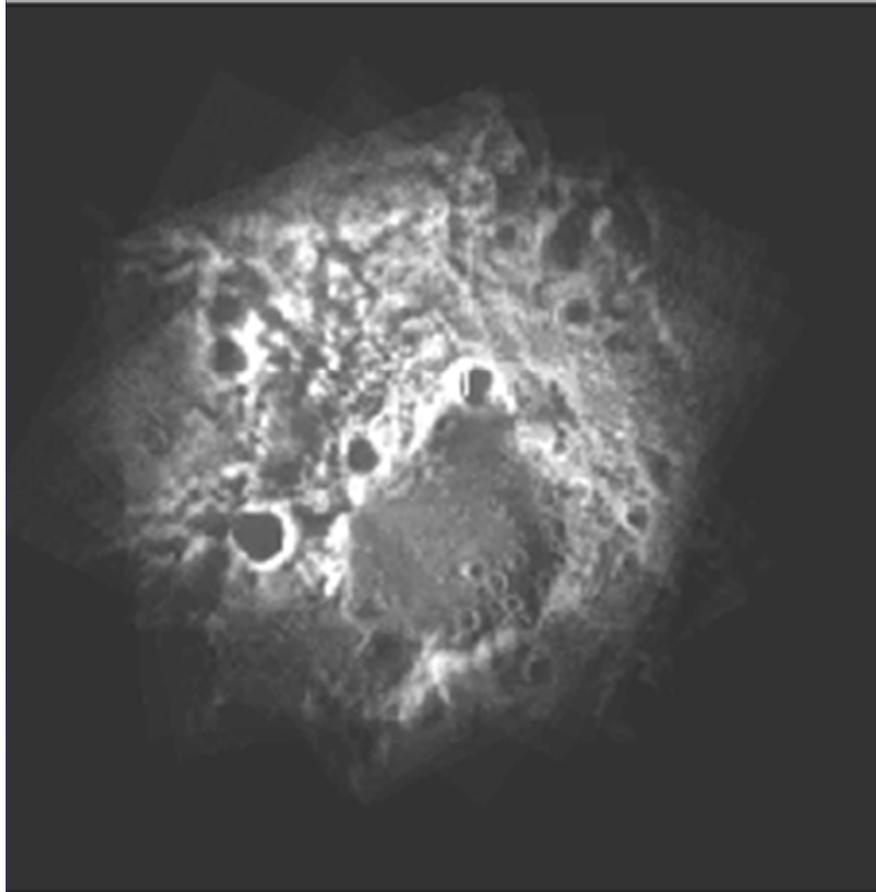
# La Terra vista dalla Luna



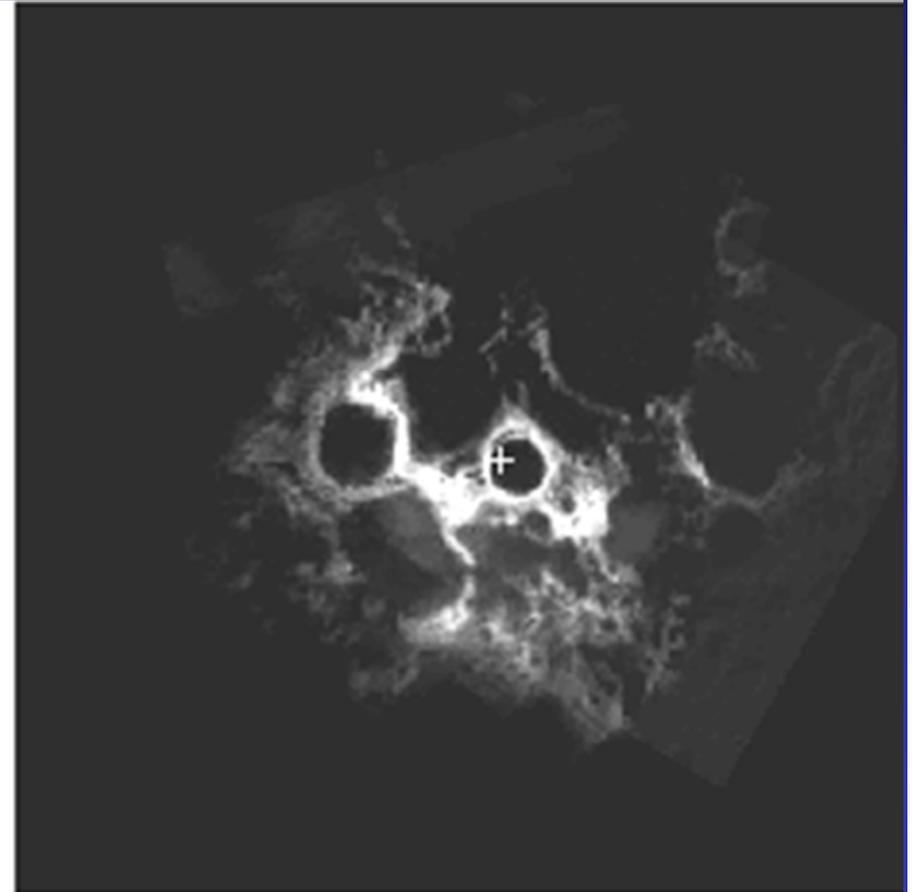
Luna



# *GHIACCIO AI POLI DELLA LUNA*



North polar composite

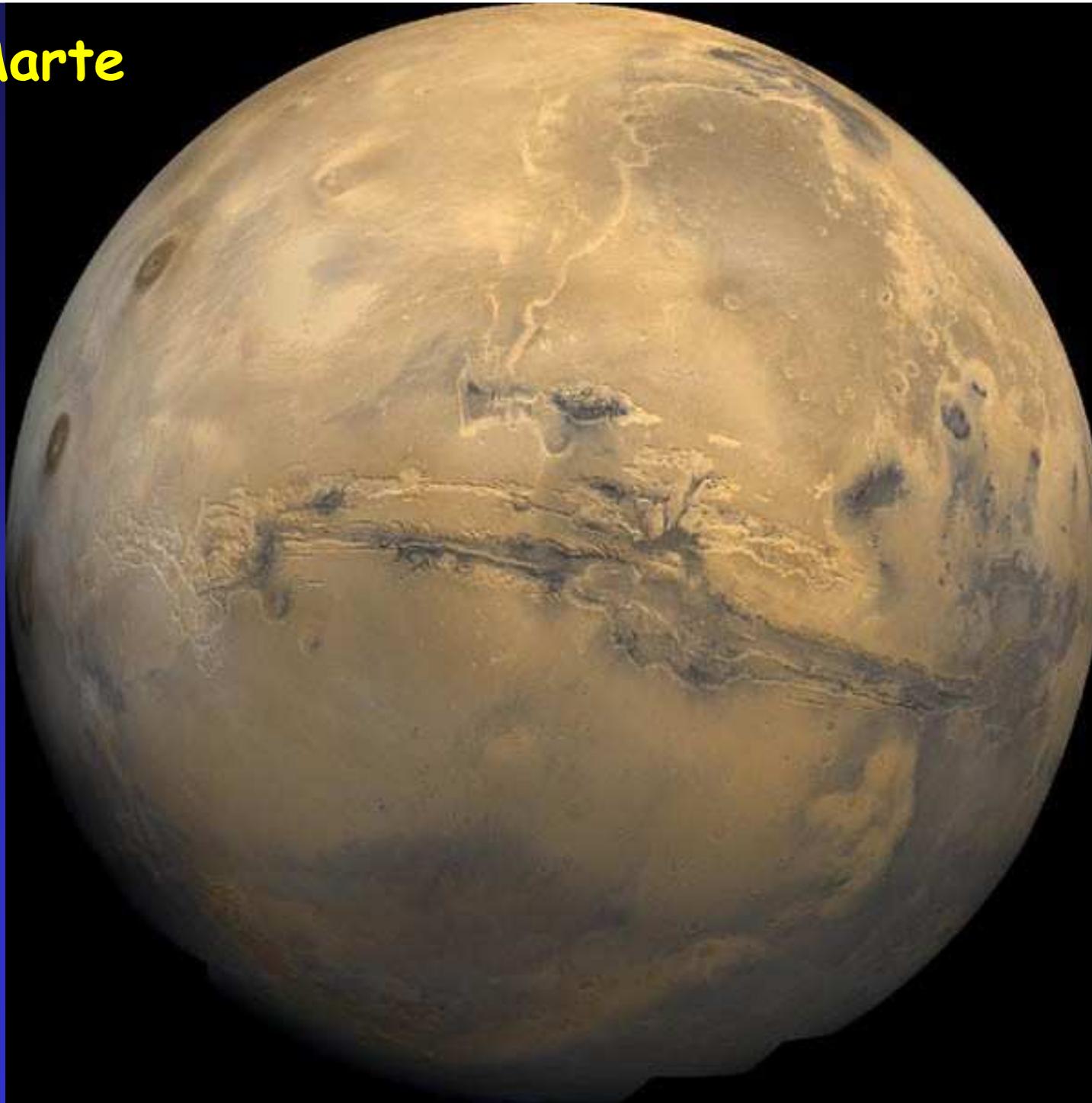


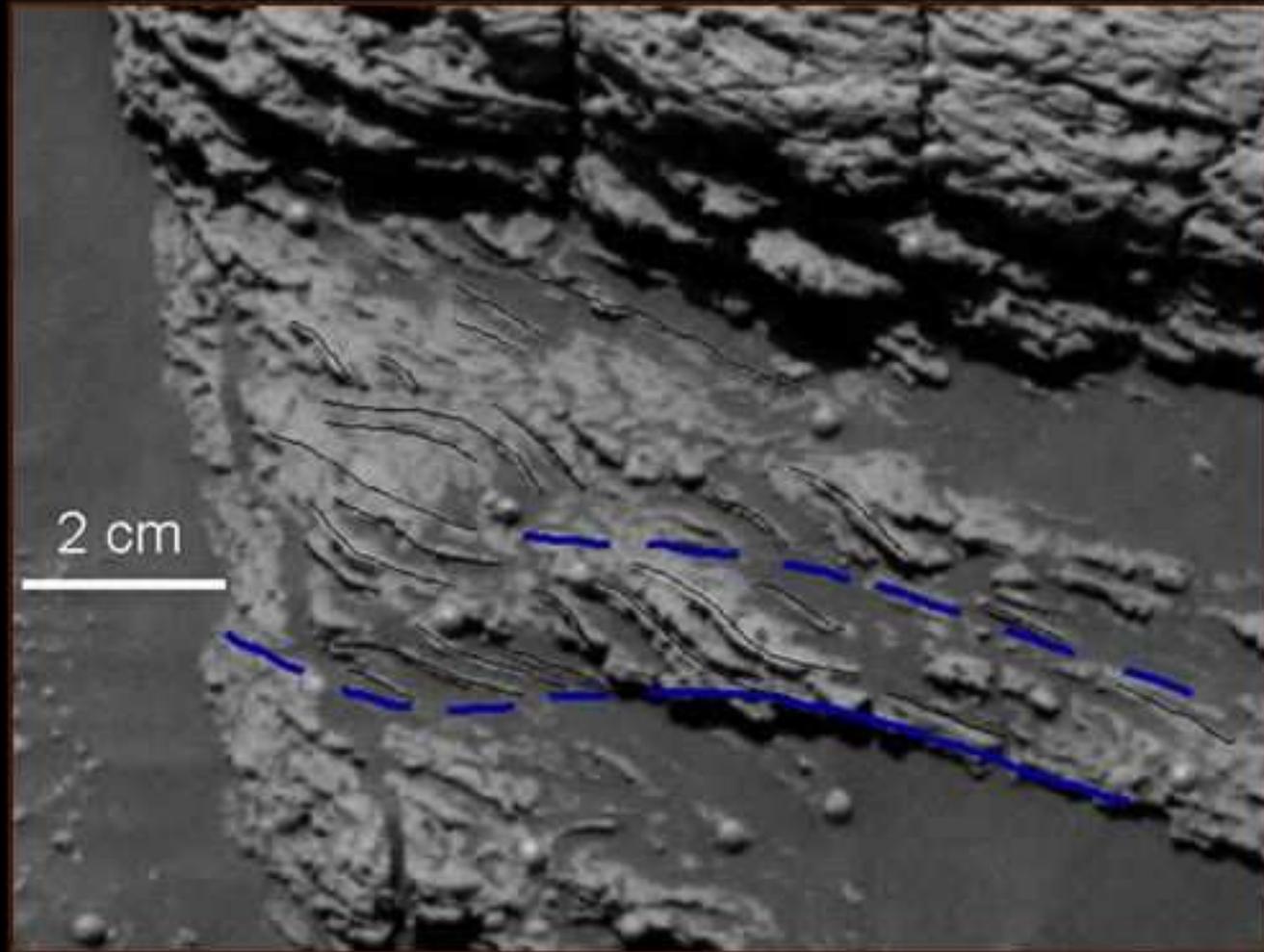
South polar composite

100 km

(Courtesy of Lunar and Planetary Institute.)

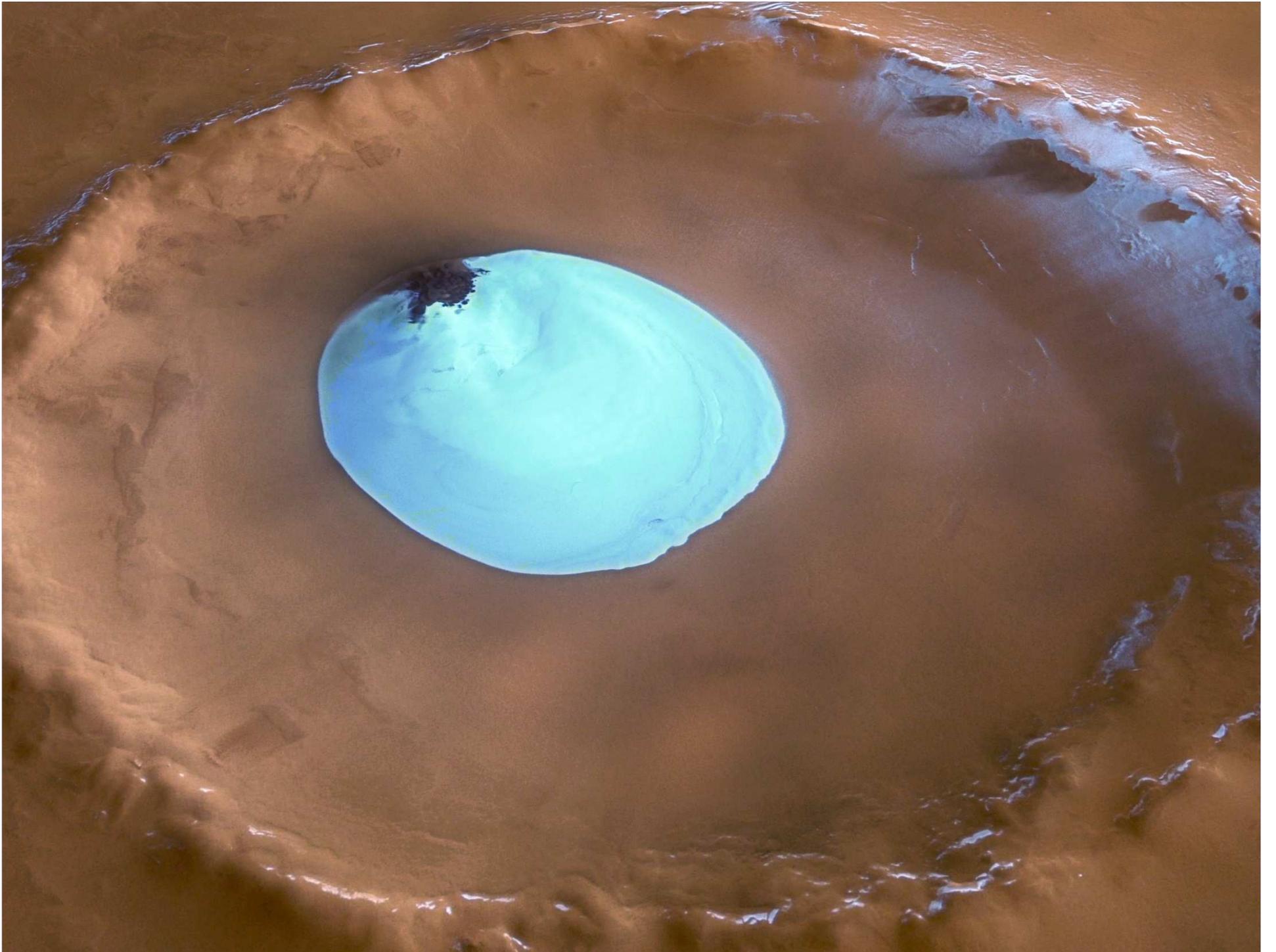
Marte

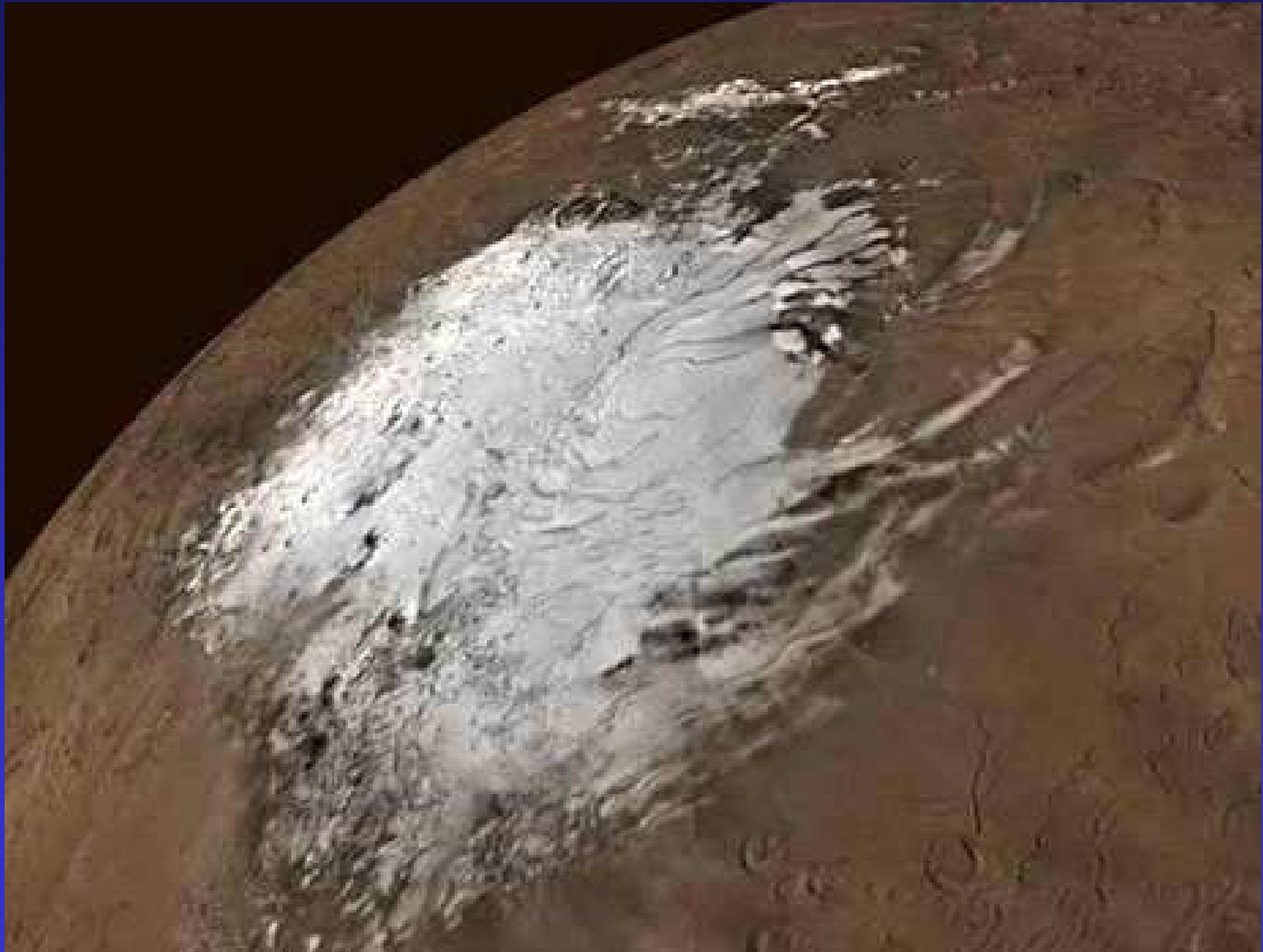


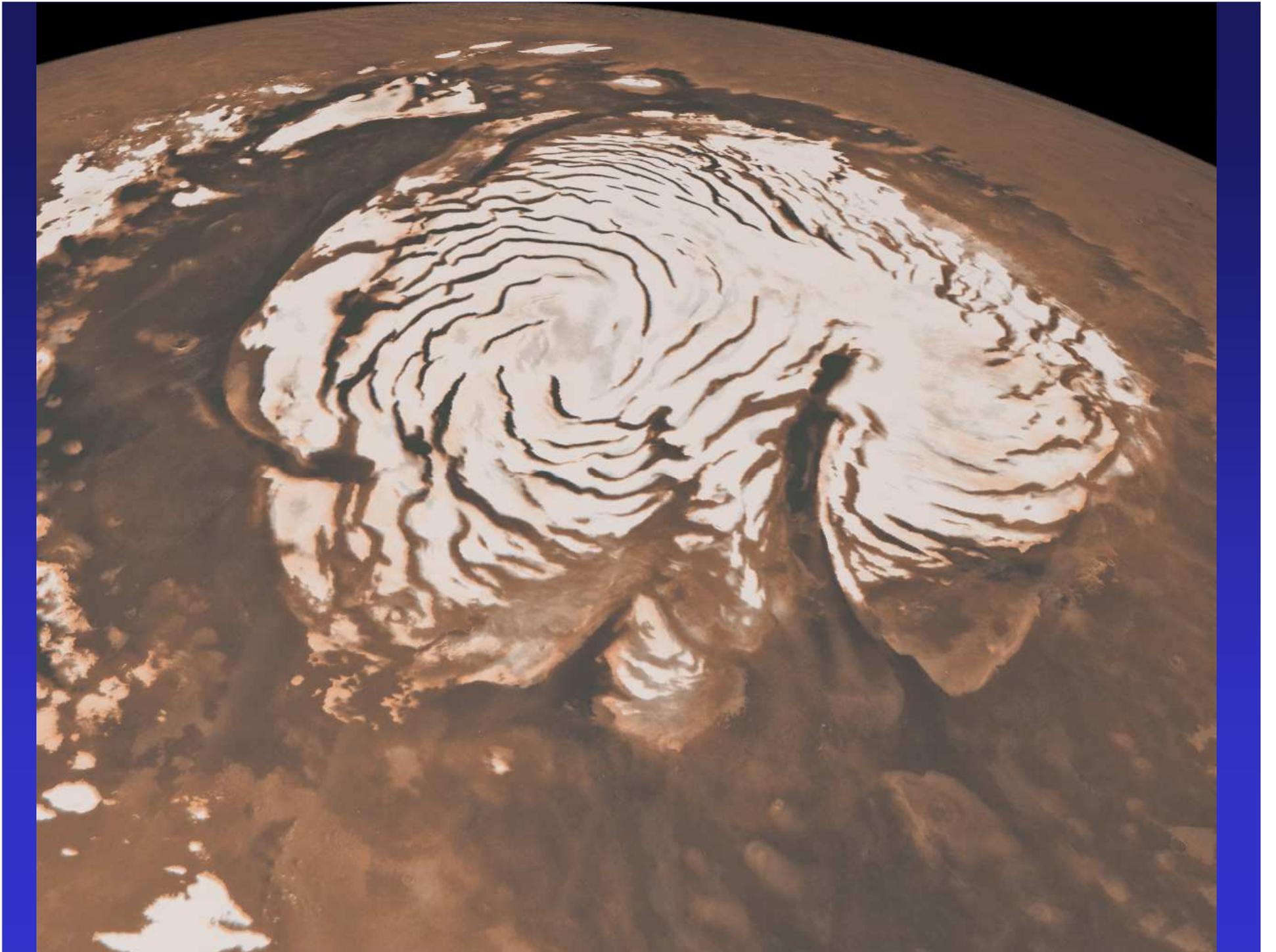


*Panoramic camera image of Last Chance*

**The dips of fine layers at angles to each other are telltale signs that water flowed from left to right in this rock.**

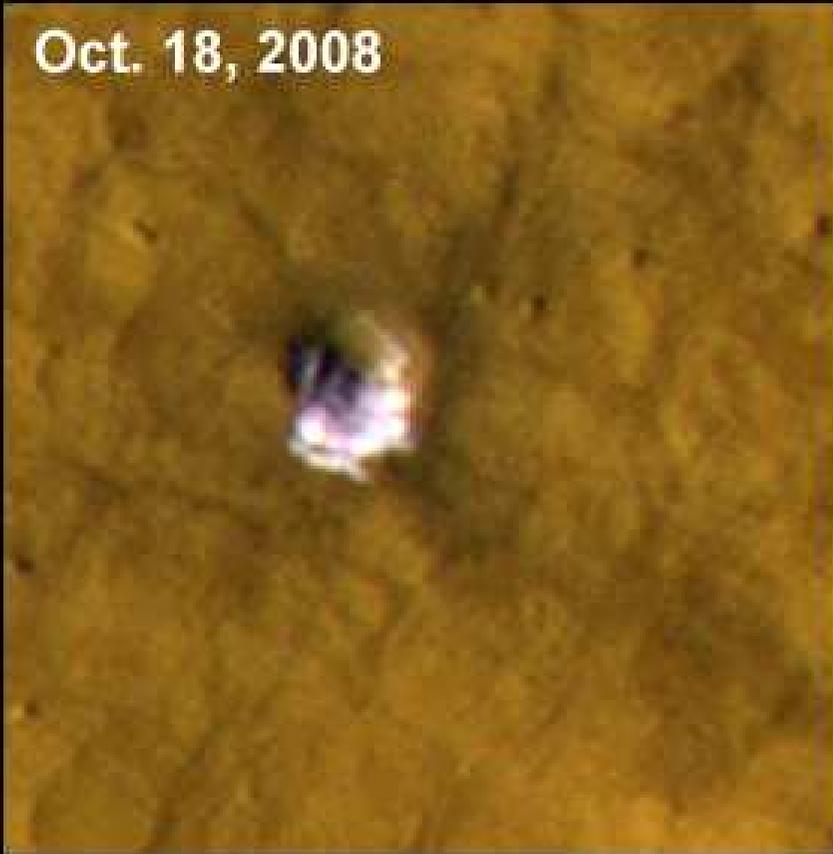




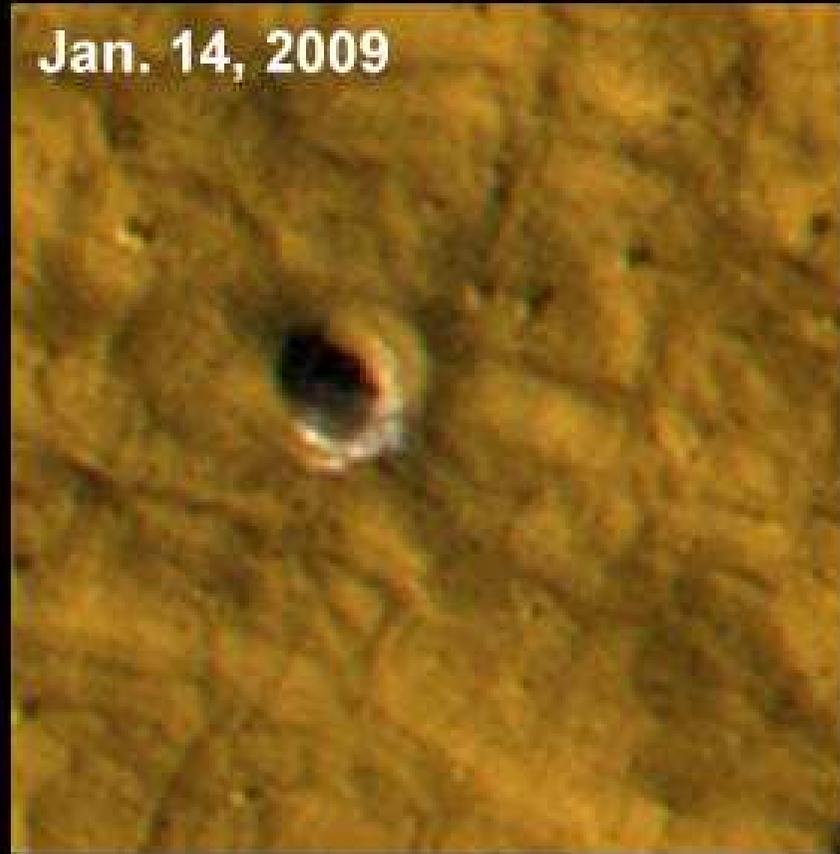


# *VARIAZIONI STAGIONALI DEL GHIACCIO*

Oct. 18, 2008



Jan. 14, 2009



# *MARS PHOENIX LANDER*



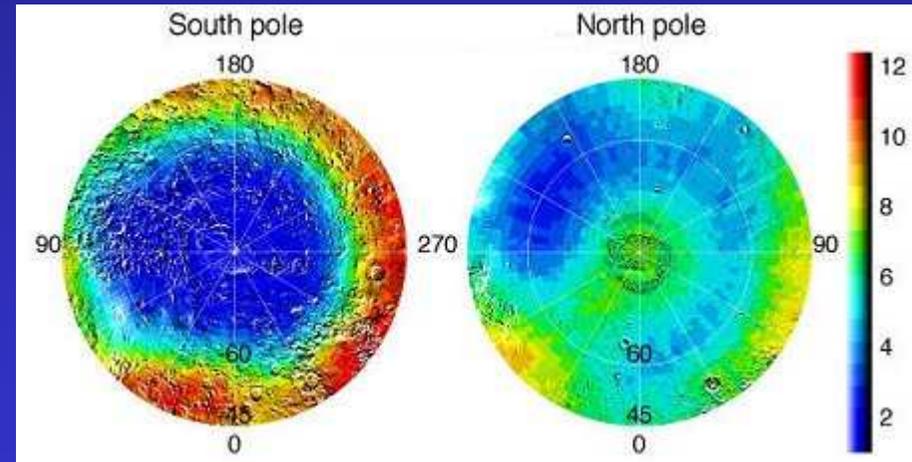
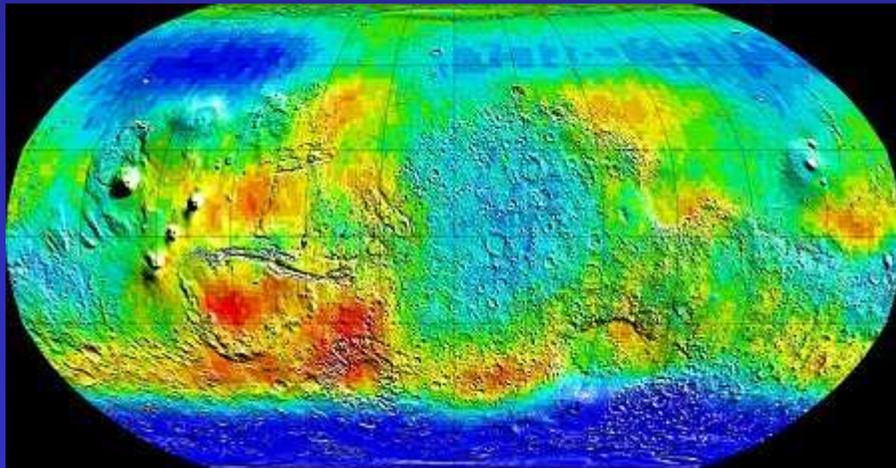
**Sol 20**



**Sol 24**

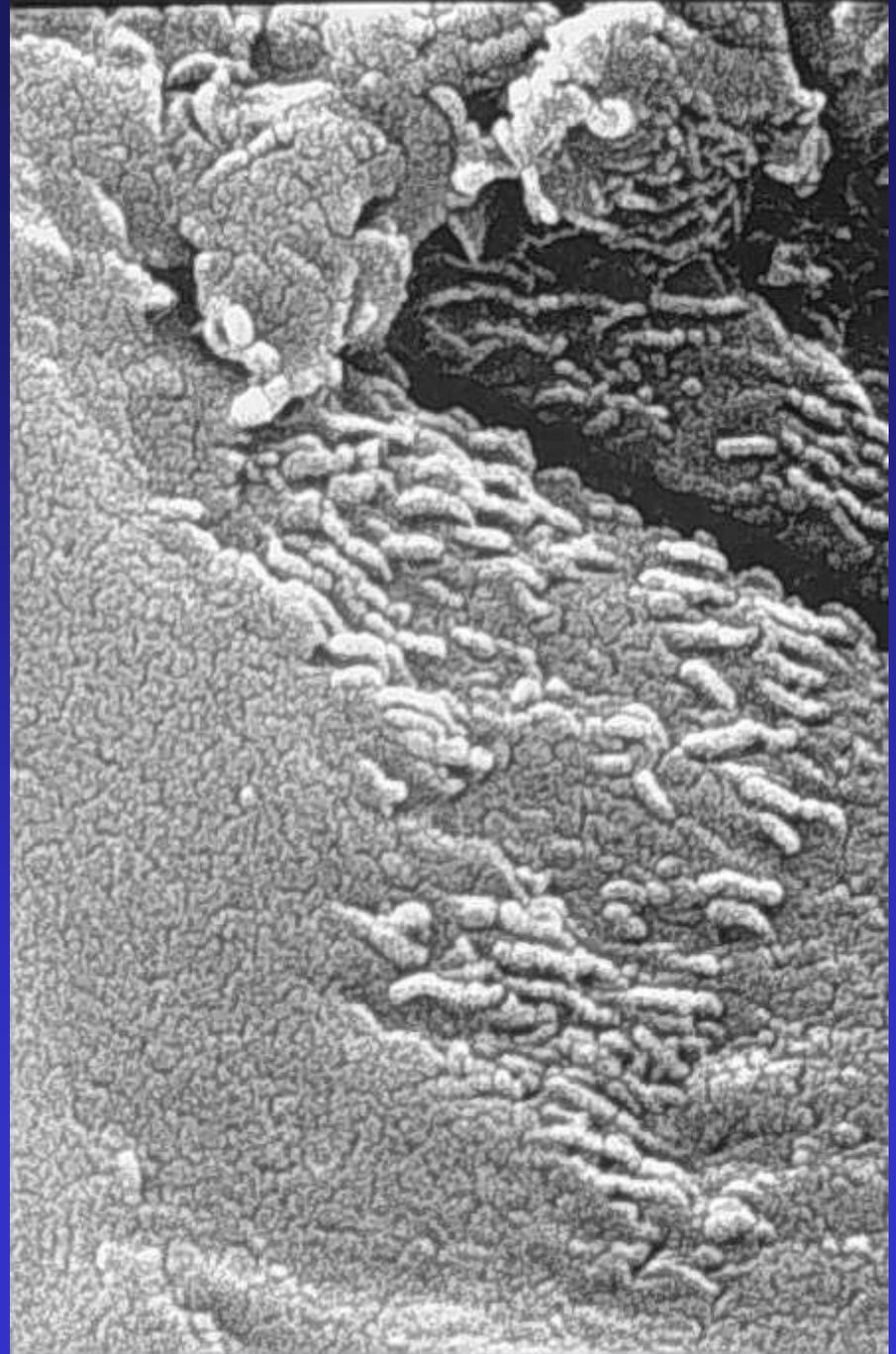
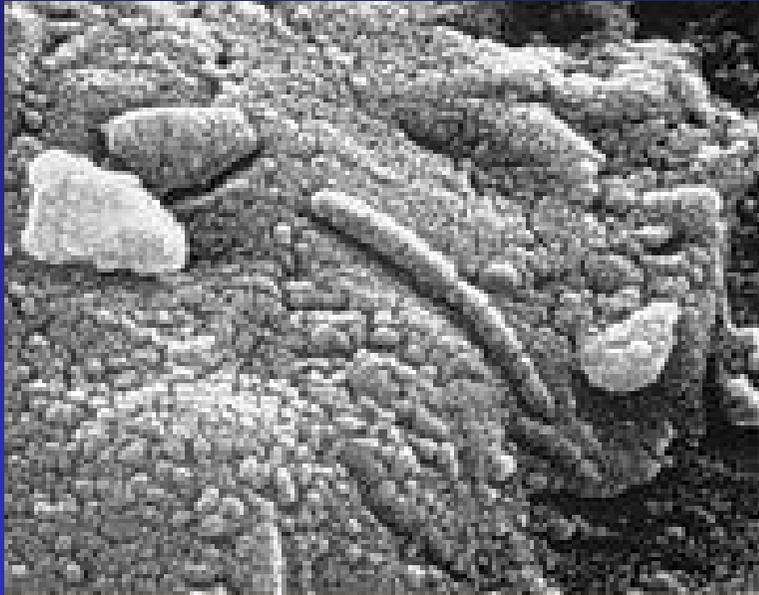


# *LA DISTRIBUZIONE DEL GHIACCIO NEL SOTTOSUOLO MARZIANO*



# *IL CASO ALH84001*





***STRUTTURE SEDIMENTARIE  
ORGANOGENE SU MARTE?***



# Gli asteroidi

- Corpi rocciosi ricchi di silicati e metalli (ma spesso anche di ACQUA e composti organici), 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 940 km e raccoglie in sé circa un quinto della massa totale di tutti i pianetini. Pallade e Vesta (l'unico con la crosta ancora intatta) hanno un diametro di circa 500 Km
- Alla fine del 2014 gli asteroidi con orbite note erano circa 300000.
- Alcuni (circa 850) hanno orbite che intersecano quella della Terra (oggetti Atena-Apollo-Amor)
- Si ritiene rappresentino 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 sono tra gli oggetti più studiati per le informazioni che possono fornire sul Sistema Solare primitivo e su come i pianeti interni abbiano acquistato acqua e composti organici

# Ida e Dactyl

È il secondo asteroide incontrato dalla sonda Galileo; è lungo circa 52 km e largo più di 24 km.

È un membro della famiglia dei "Koronis", frammenti lasciati da una catastrofica collisione che ha coinvolto un asteroide più grande.

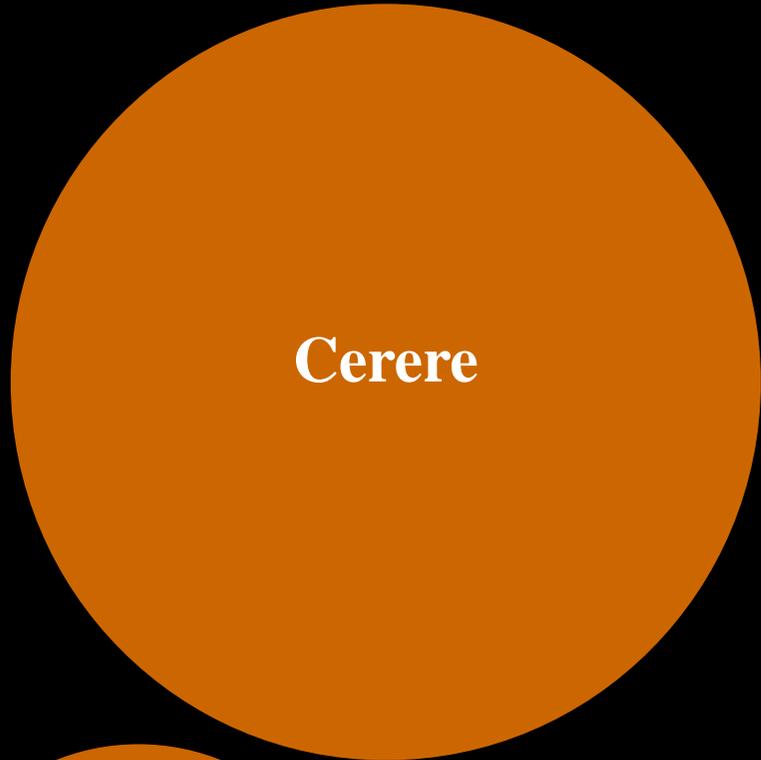


La sua superficie è ricca di crateri, alcuni più grandi di quelli di Gaspra; sembra essere geologicamente giovane.

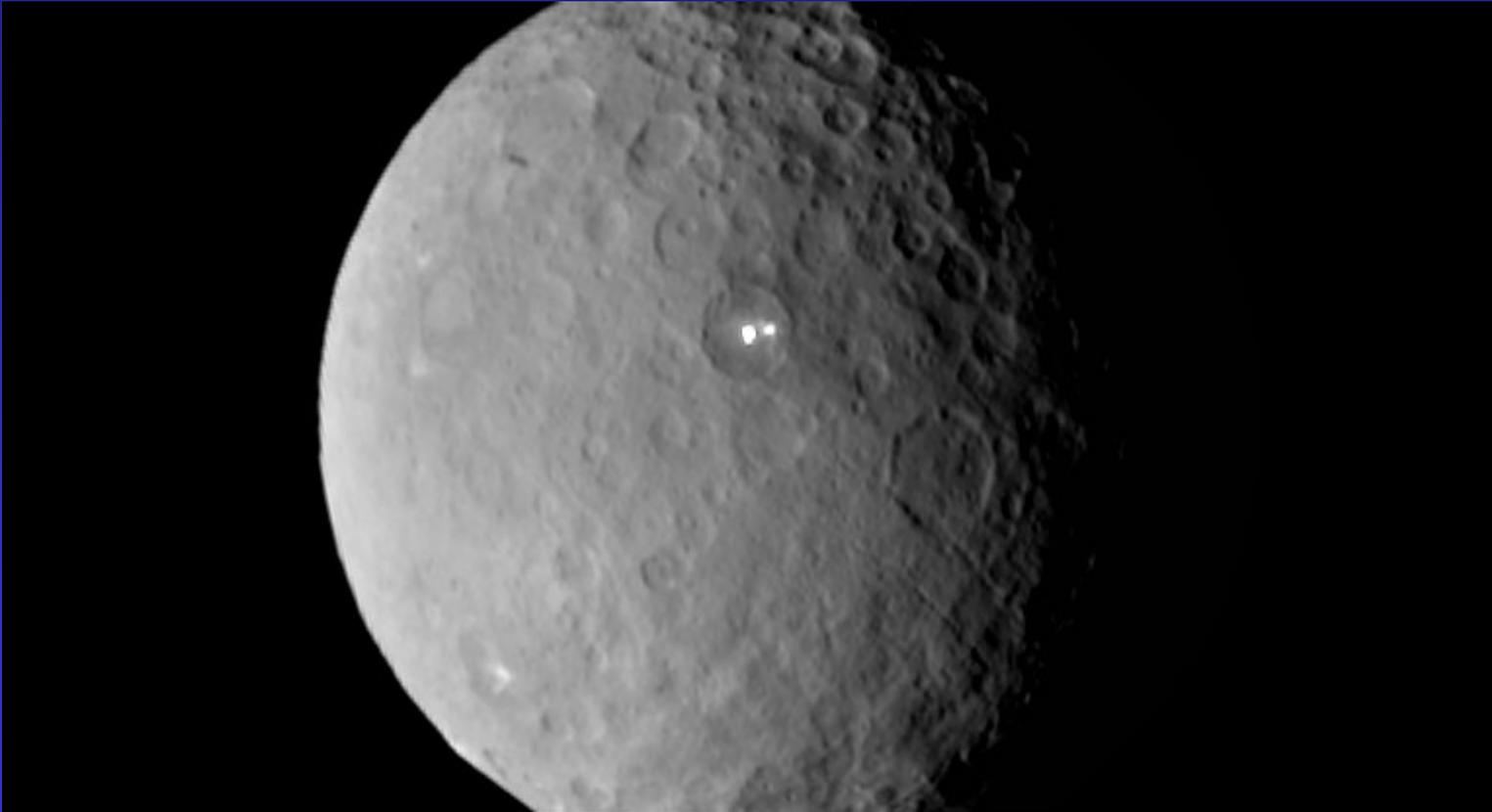
L'importanza di Ida sta nel fatto che per la prima volta si è potuto osservare un satellitino orbitante intorno ad un pianetino.

La scoperta serve per spiegare la formazione di questi pianetini che sono ottenuti per aggregazione di corpi minori, a volte tenuti assieme da ghiacci.

# Le dimensioni dei maggiori asteroidi



***...E CERERE CONTIENE FORSE DEL  
GHIACCIO SOTTO LA SUPERFICIE  
(SE NON PROPRIO ACQUA)***



# Giove

È il pianeta più grande e pesante del Sistema Solare.

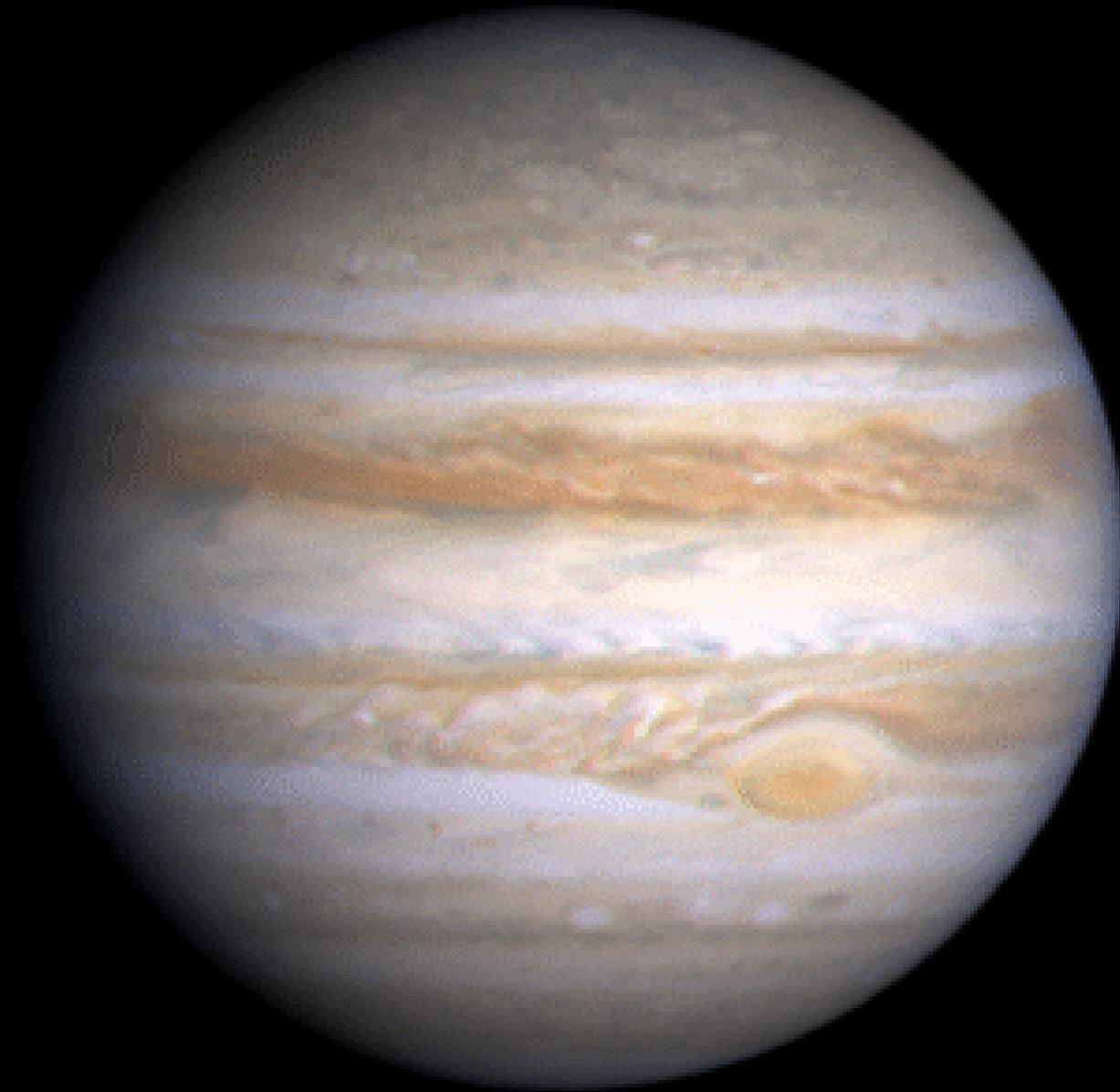
Ha bassa densità ( $1,34 \text{ g/cm}^3$ ): è costituito soprattutto da idrogeno e elio.

Possiede un'atmosfera molto estesa che in profondità sviluppa pressioni enormi. A circa 1000 km di profondità la pressione è tale che l'idrogeno diventa liquido. A circa 24000 km l'idrogeno diventa metallico liquido.

Al centro, a circa 60000 km di profondità, si ipotizza la presenza di un nucleo roccioso.

Giove è visibile al telescopio come un disco giallo solcato da bande chiare dette "zone" e altre scure dette "fasce", caratterizzate da nubi ascendenti calde e nubi discendenti fredde che si alternano come strisce parallele all'equatore.

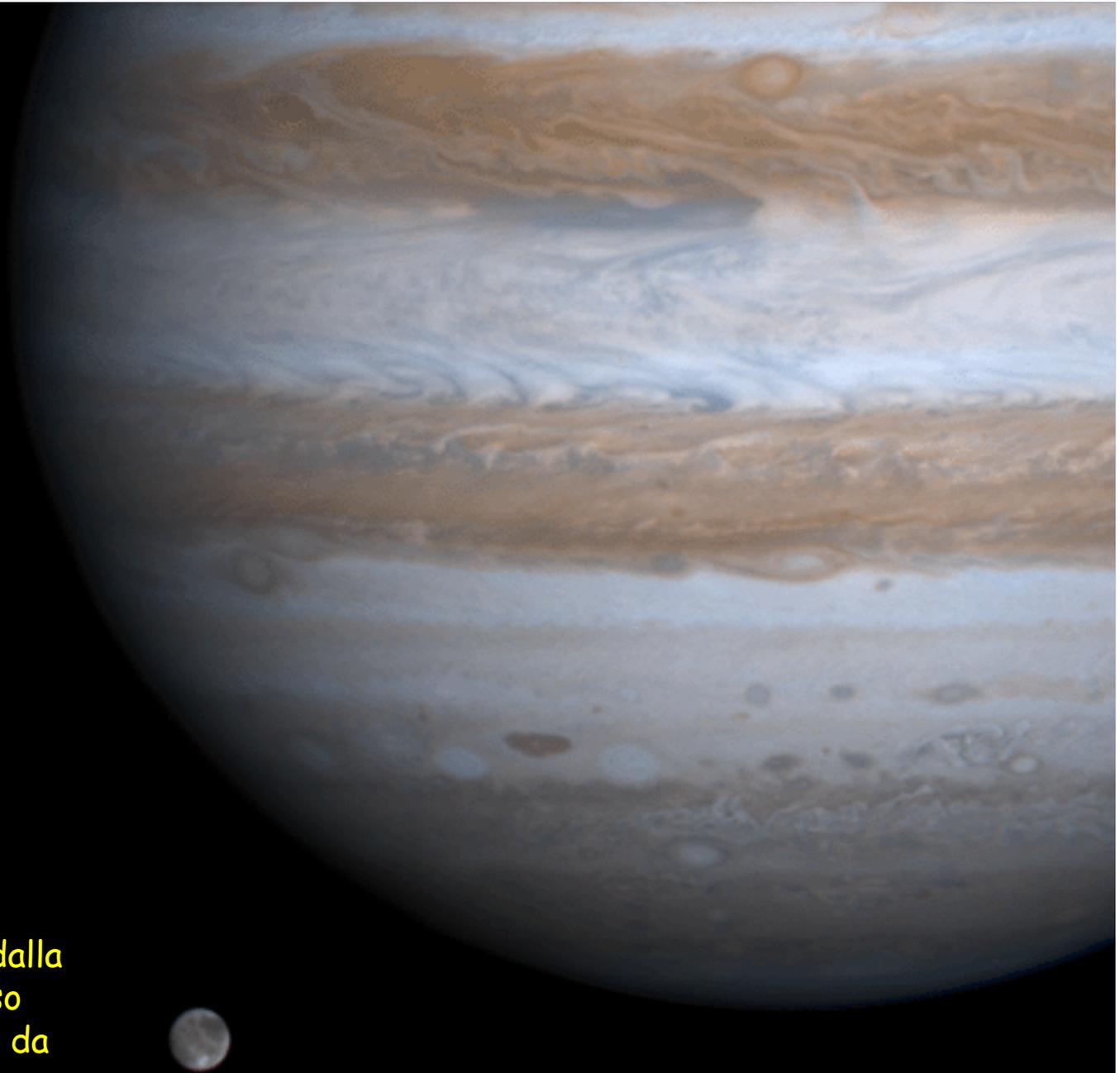
*Giove*



# Giove

Il satellite è *Ganimede*

L'immagine è stata ripresa dalla  
sonda *Cassini* in viaggio verso  
Saturno il 3 dicembre 2000 da  
26,5 km



# Giove

È accompagnato da molti satelliti e, come gli altri pianeti gassosi, è circondato da un sistema di anelli.

Nel 1610 Galileo scoprì quattro satelliti molto luminosi oggi chiamati satelliti medicei o galileiani: Io, Europa, Ganimede e Callisto.

Mentre Io e Europa sono per lo più composti di silicati, la bassa densità di Ganimede e Callisto indica la presenza di un miscuglio di silicati e ghiaccio, in quantità grosso modo equivalenti.

Io è sede di intensa attività vulcanica dovuta alle forze di marea prodotte da Giove sul satellite; Europa ha una struttura interna con probabile acqua allo stato liquido, ricoperta da una crosta di ghiaccio spessa diversi chilometri.

Sia Ganimede sia Callisto presentano campi magnetici e questo fa pensare che anche al loro interno possano esserci ioni metallici immersi in un fluido (forse acqua).

## I satelliti galileiani



	<b>Io</b>	<b>Europa</b>	<b>Ganimede</b>	<b>Callisto</b>
Raggio (km)	1815	1569	2631	2400
Massa (kg)	$8,92 \cdot 10^{22}$	$4,87 \cdot 10^{22}$	$14,90 \cdot 10^{22}$	$10,64 \cdot 10^{22}$
Densità (g/cm <sup>3</sup> )	3,55	3,04	1,93	1,81
Distanza da Giove (km)	412.600	670.900	1.070.000	1.880.000
Periodo orbitale (giorni)	1,769	3,551	7,155	16,689

Io



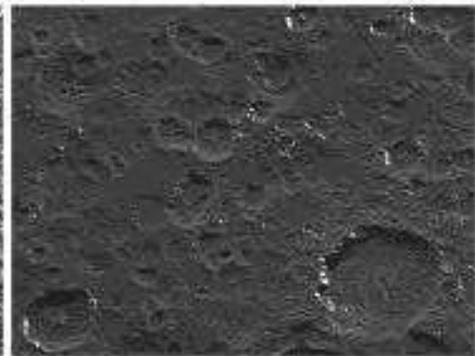
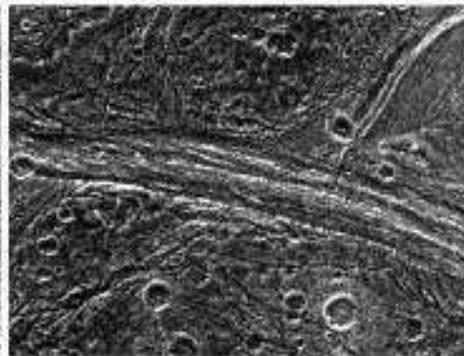
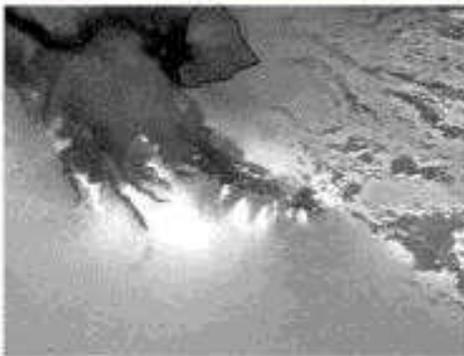
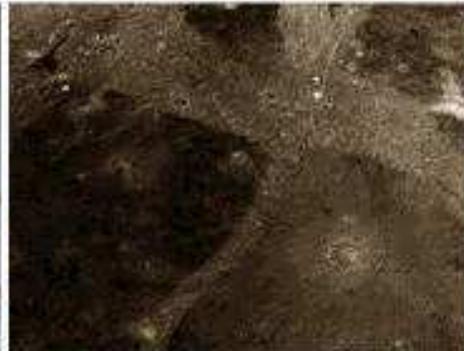
Europa



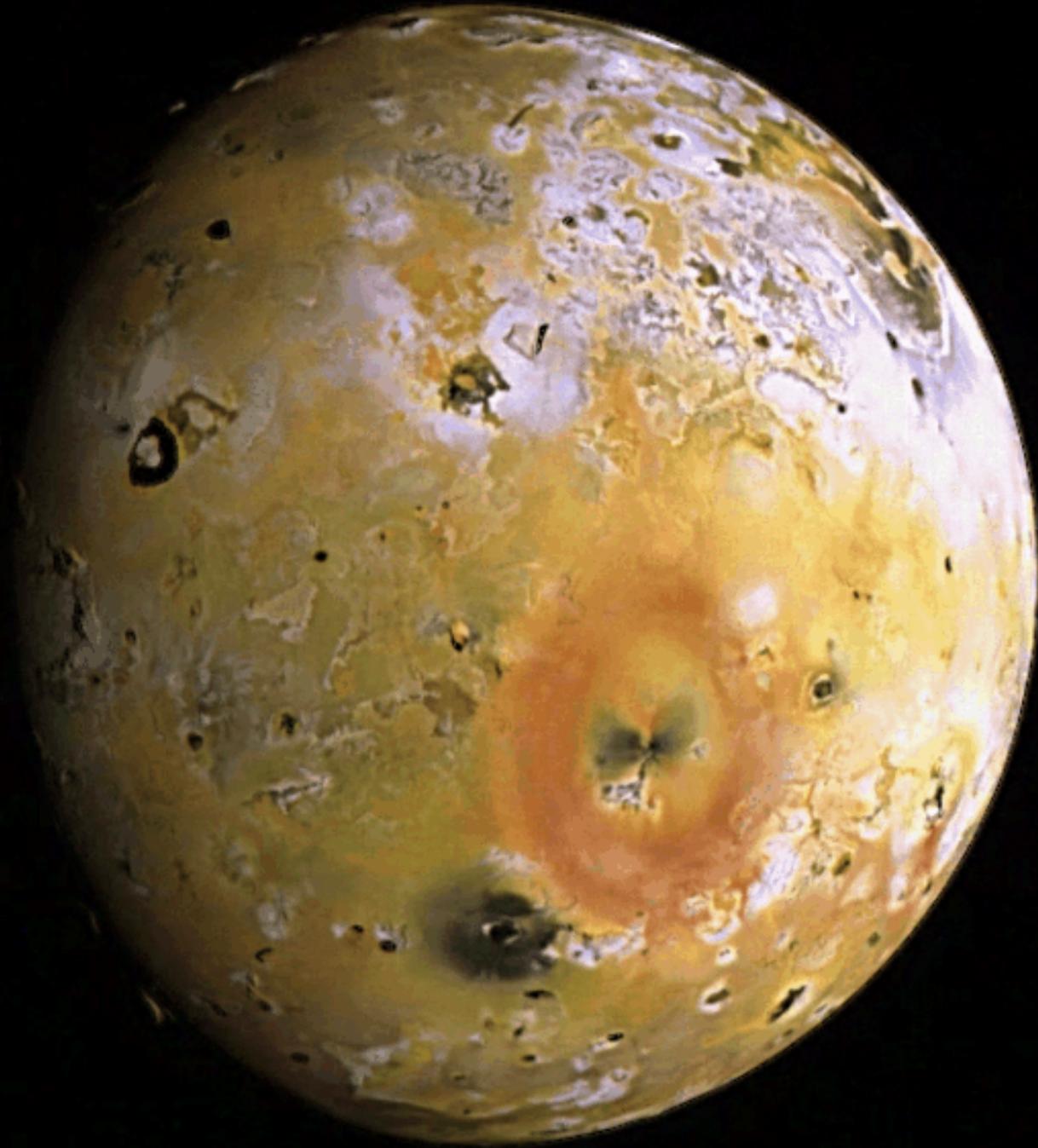
Ganymede



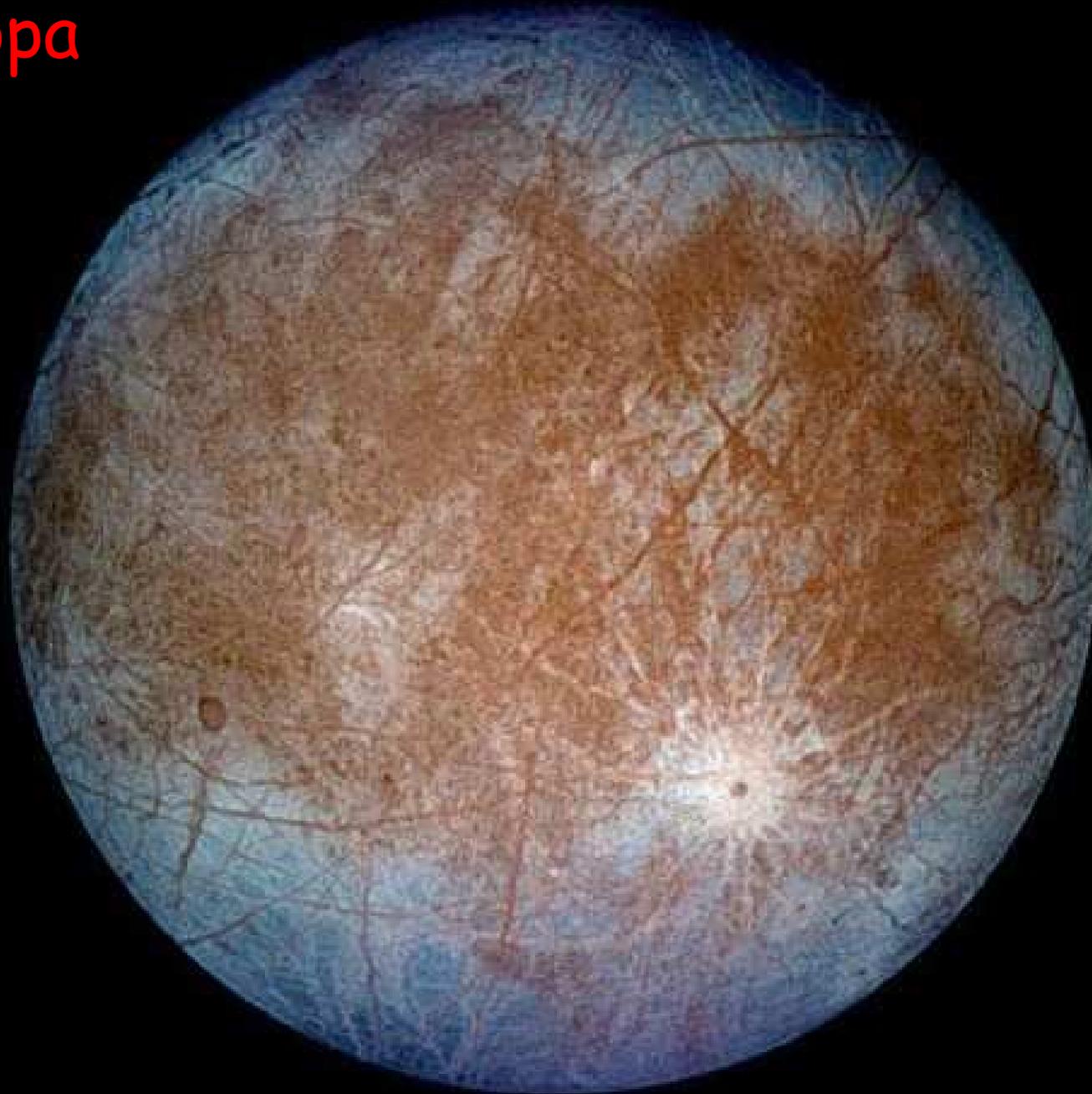
Callisto



Io



# Europa



# Ganimede



Callisto



# Confronto tra pianeti e satelliti



**MERCURY**  
4,878 KM  
(3,024 MI)



**VENUS**  
12,100 KM  
(7,502 MI)



**EARTH**  
12,756 KM  
(7,909 MI)



**MARS**  
6,796 KM  
(4,214 MI)



**MOON (EARTH)**  
3,476 KM  
(2,155 MI)



**IO (JUPITER)**  
3,630 KM  
(2,251 MI)



**EUROPA (JUPITER)**  
3,138 KM  
(1,946 MI)



**GANYMEDE (JUPITER)**  
5,262 KM  
(3,262 MI)

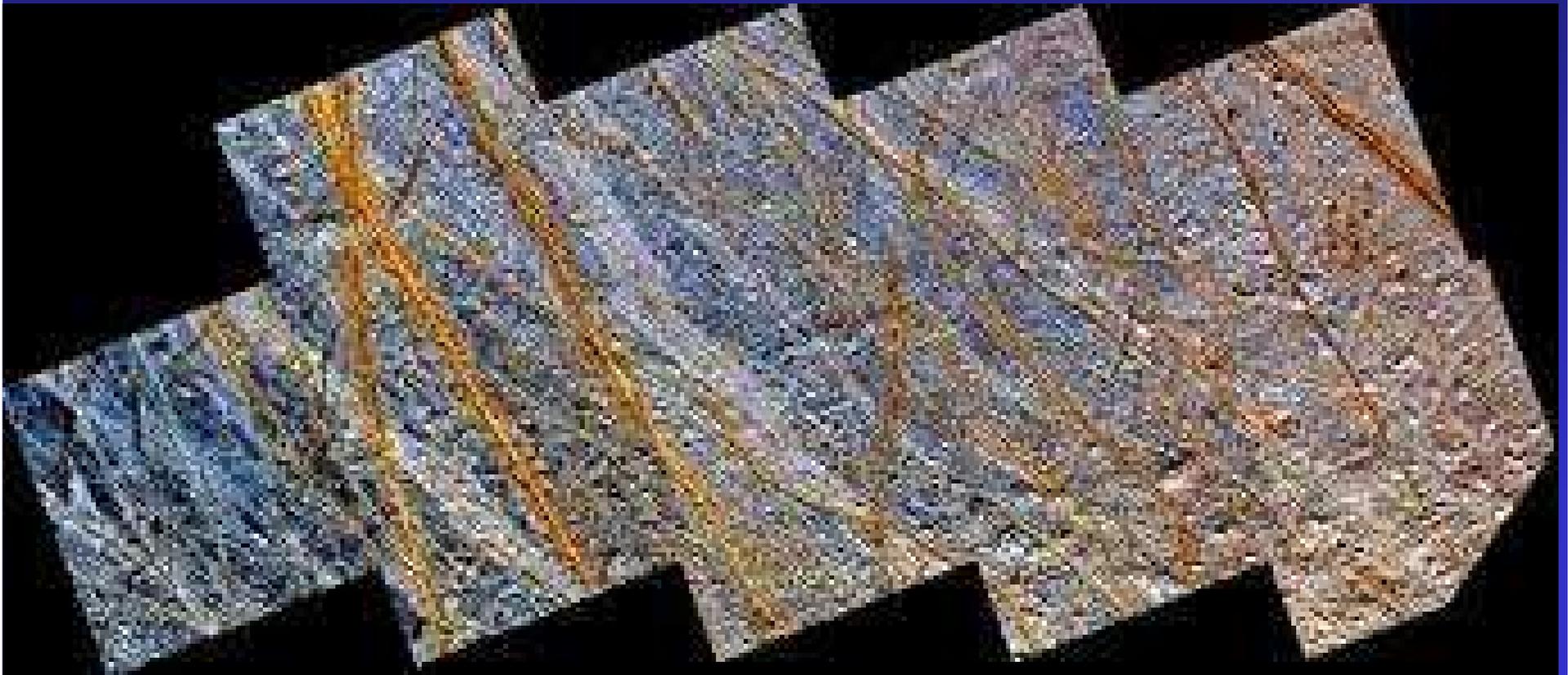


**CALLISTO (JUPITER)**  
4,800 KM  
(2,976 MI)



**TITAN (SATURN)**  
5,150 KM  
(3,193 MI)

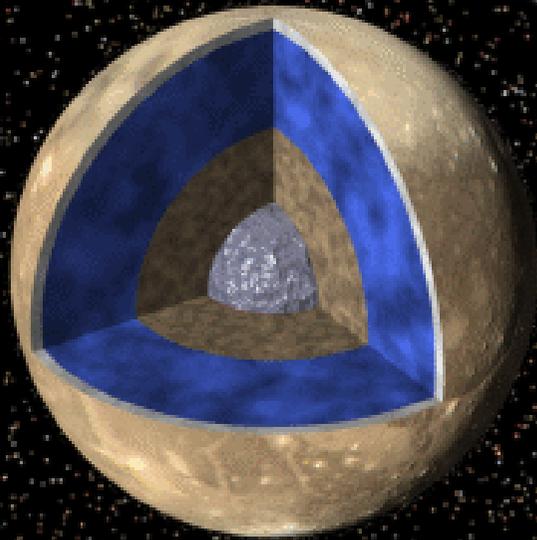
***LA SUPERFICIE DI EUROPA  
COME IL PACK POLARE  
TERRESTRE***



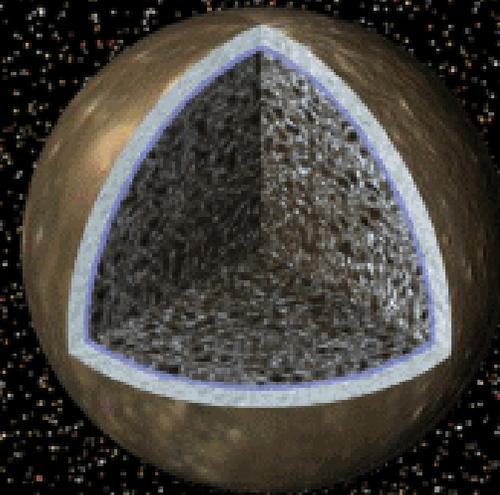
Io



Europa



Ganymede



Callisto

# *I CAMINI SOTTOMARINI*

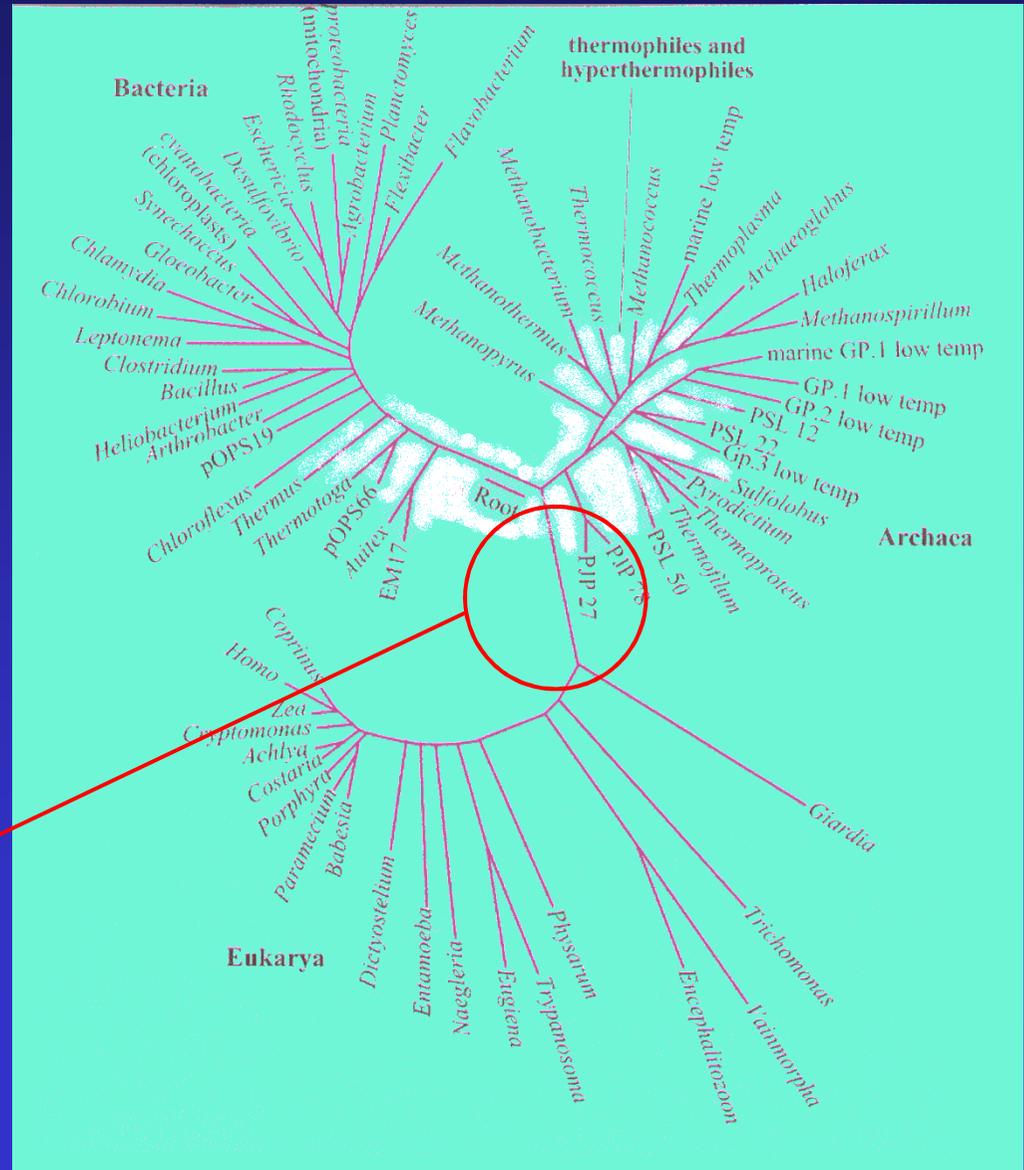
- *Scoperti negli ultimi decenni in corrispondenza di dorsali medio-oceaniche*
- *Oasi di vita in ambiente ostile*
- *Calore geotermico (fino a 400°C)*
- *Più di 50 specie di batteri e altri organismi classificati*
- *Il **Pyrolobus fumarii** prospera sulle pareti dei camini a temperature di oltre 100°C*
- *Altri batteri producono zolfo e/o metano*

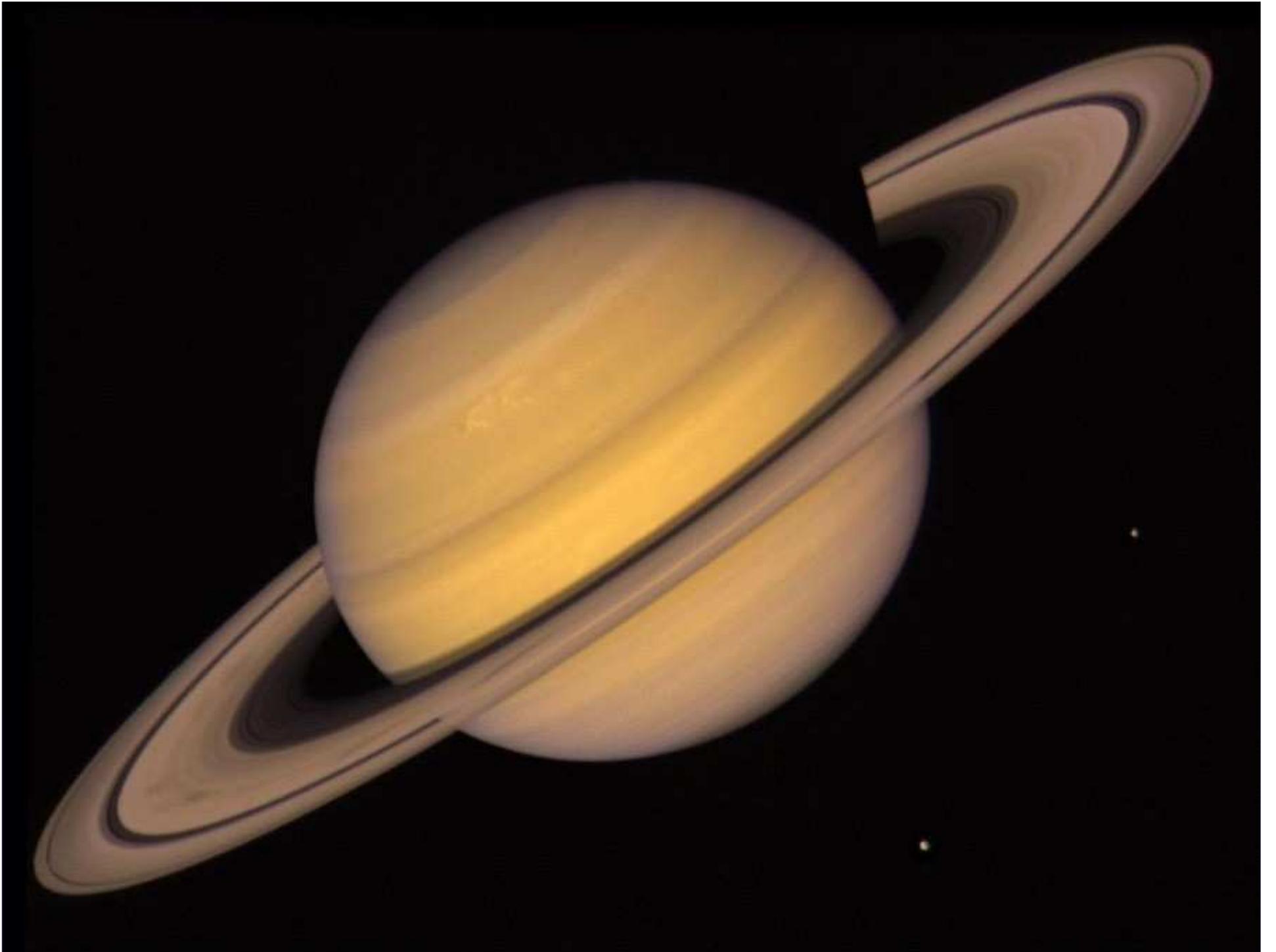
*Sommergibile ALVIN – Isole Galapagos, 1977*



# L'ALBERO DELLA VITA

- ✓ *Basato sull'RNA dei ribosomi*
- ✓ *La lunghezza dei tratti che separano due specie è proporzionale alla loro diversità genetica*
- ✓ *TRE domini principali (Batteri, Archeobatteri, Eucarioti)*
- ✓ *Alla radice (bianco) solo batteri termofili e ipertermofili (possibile spiegazione: primi organismi nati in ambienti simili ai camini sottomarini)*
- ✓ *NOTARE il lungo ramo degli organismi più complessi (Eucarioti)*





# Saturn's Satellites and Ring Structure



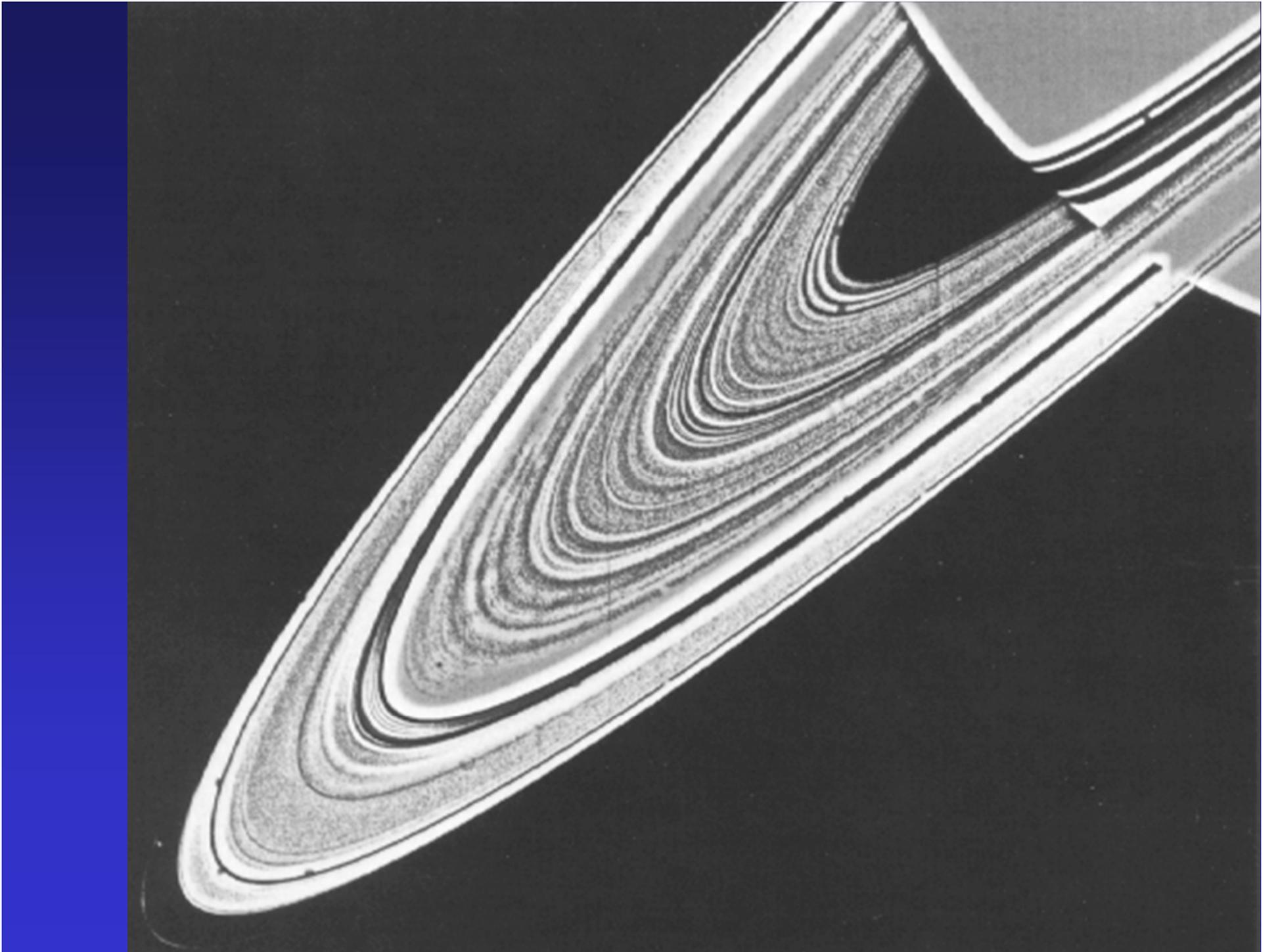
# Saturno

Gli anelli di Saturno sono costituiti da una miriade di piccoli corpi di ghiaccio d'acqua che recano al loro interno gas o polveri. Questi ruotano attorno al pianeta ognuno con il proprio periodo.

Le sonde Voyager hanno messo in evidenza una struttura più complessa rispetto a quella degli anelli di altri pianeti esterni. Gli anelli di Saturno si estendono radialmente nello spazio circostante il pianeta per 66500 km e hanno uno spessore di solo 100 m; la loro massa complessiva è pari a un centomillesimo di quella del pianeta.

Probabilmente gli anelli si sono formati in seguito alla frantumazione di un satellite abbastanza grande per lo scontro con un asteroide o una cometa (questa ipotesi è confermata dal fatto che la massa totale degli anelli è prossima a quella di Mimas).

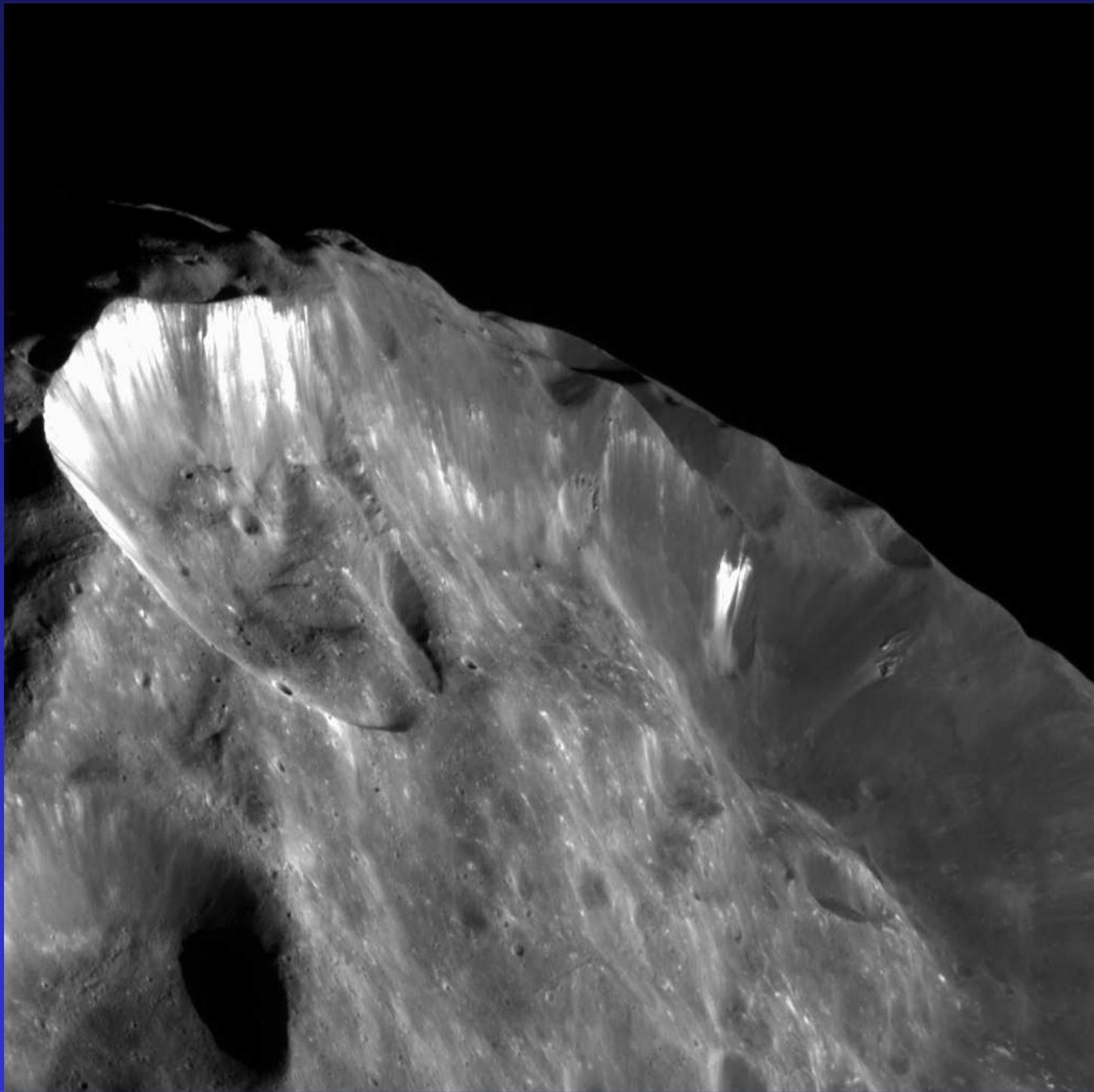
Gli anelli sono sempre temporanei, ma la vita di quelli di Saturno è allungata dalla presenza stabilizzatrice dei "satelliti pastori". Non possono comunque avere più di un milione di anni circa.



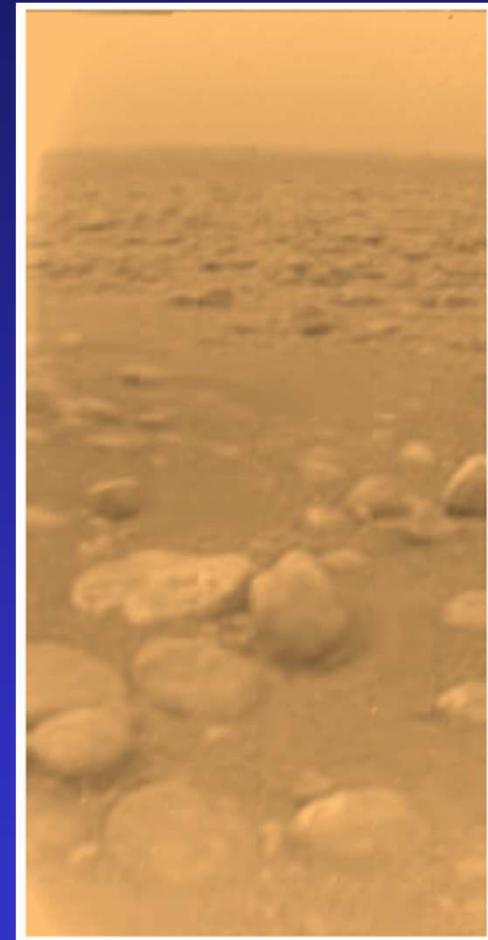
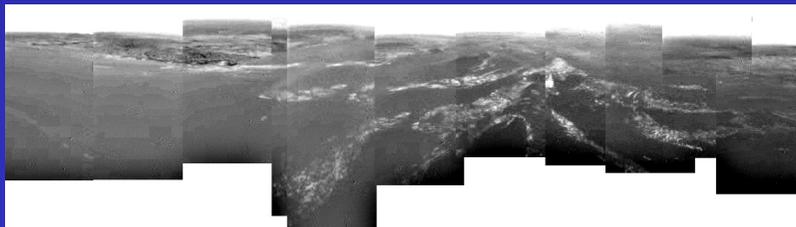
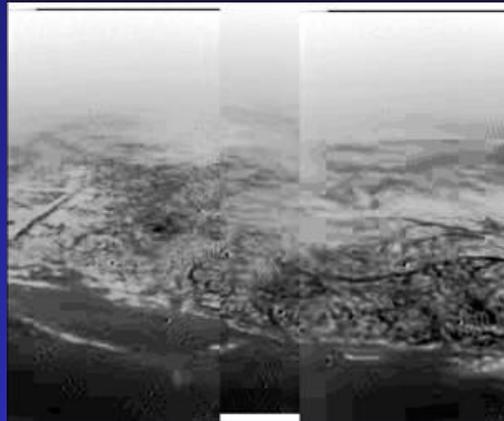
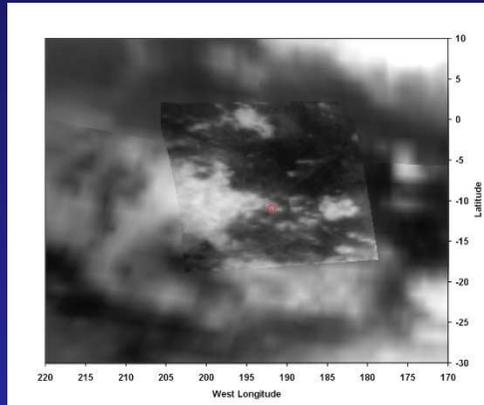


ΠΡΟΤΙΜΩΣΗ

ΠΡΟΪΟΝΤΑ



# LE PRIME IMMAGINI DI TITANO

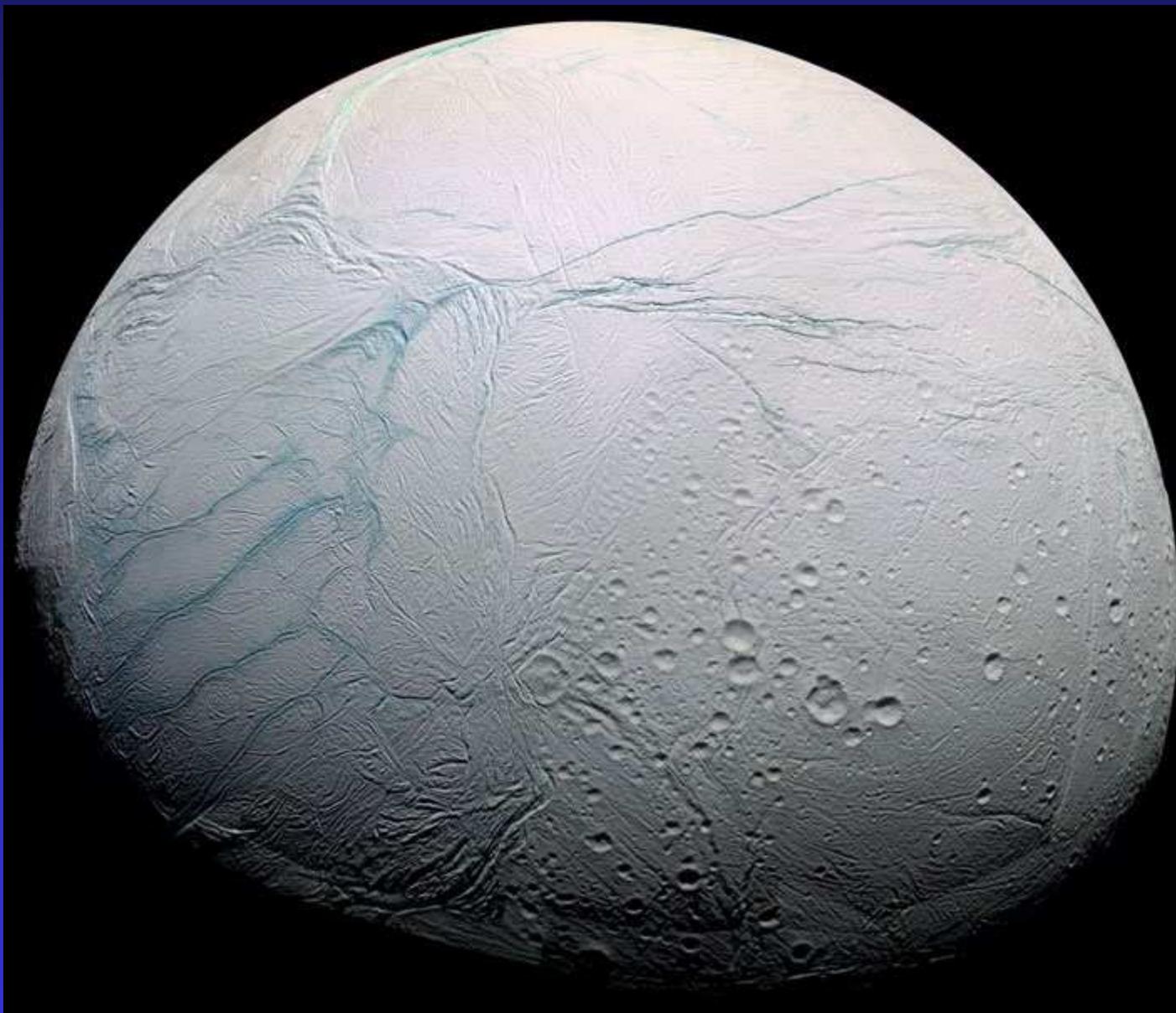


Azoto, metano, idrocarburi vari, ghiaccio!

PRESSIONE: 1496 mbar (1,5 volte quella terrestre)

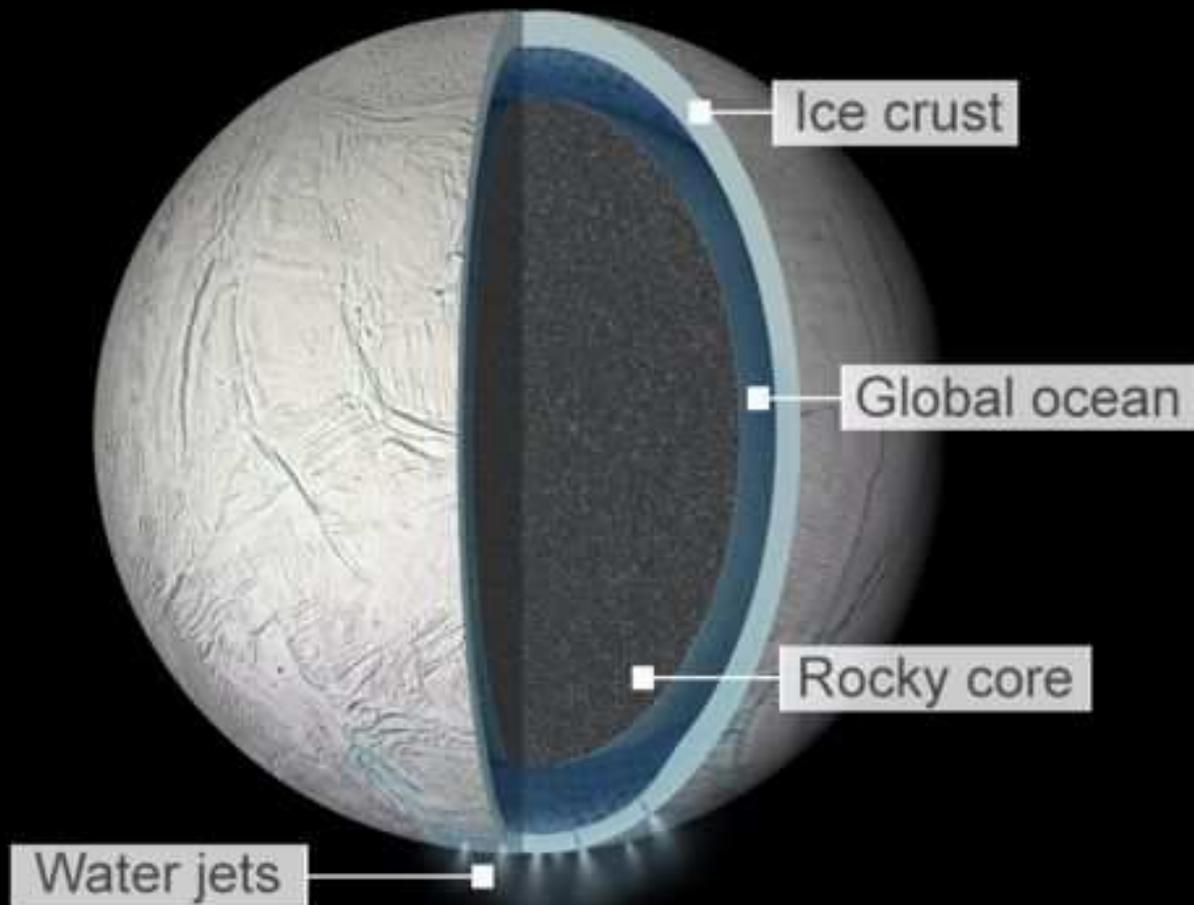
TEMPERATURA: -190°C

# *ENCELADO*



# *ENCELADO E IL SUO OCEANO*

Global ocean on Saturn's moon Enceladus

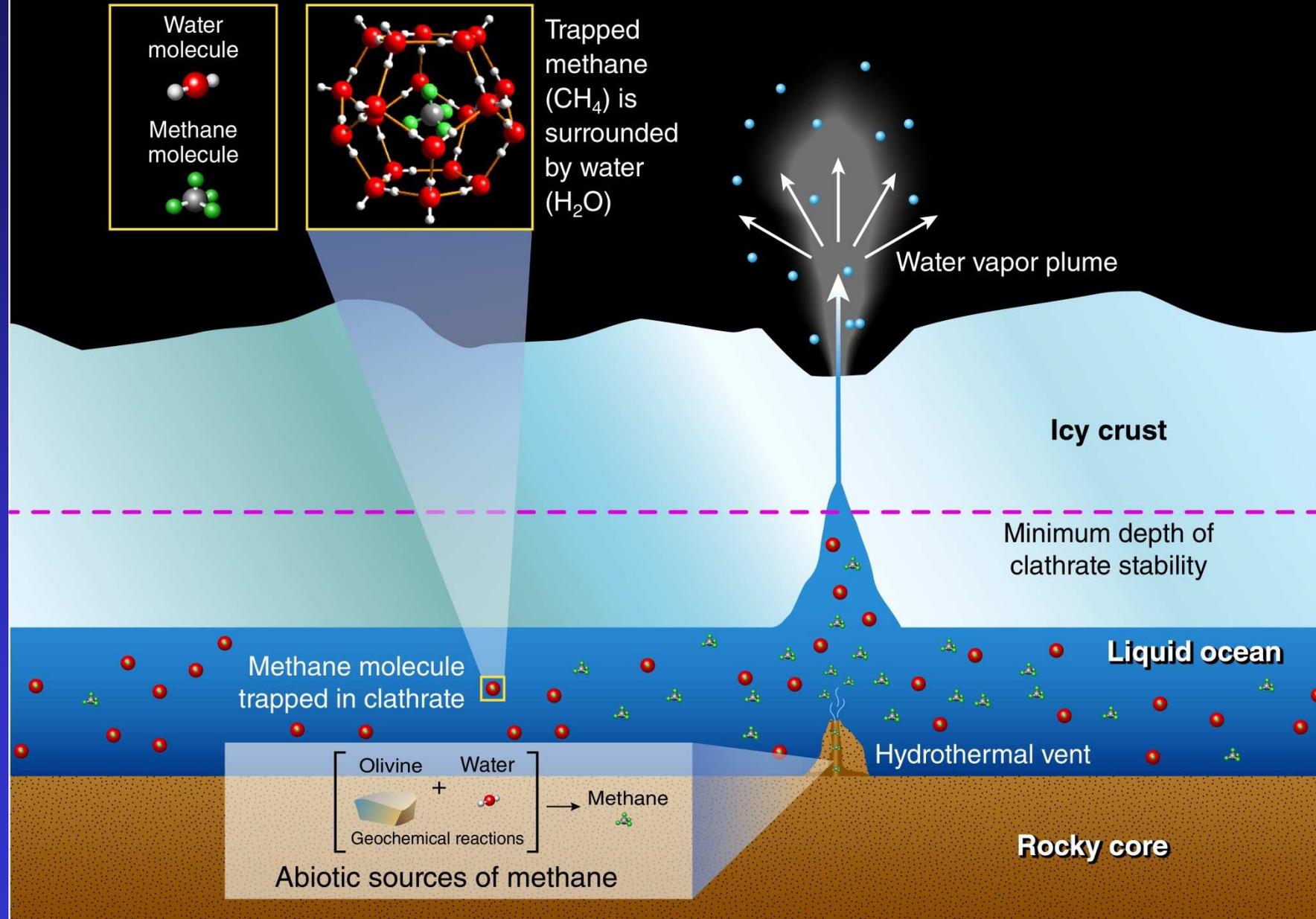


Layers not to scale

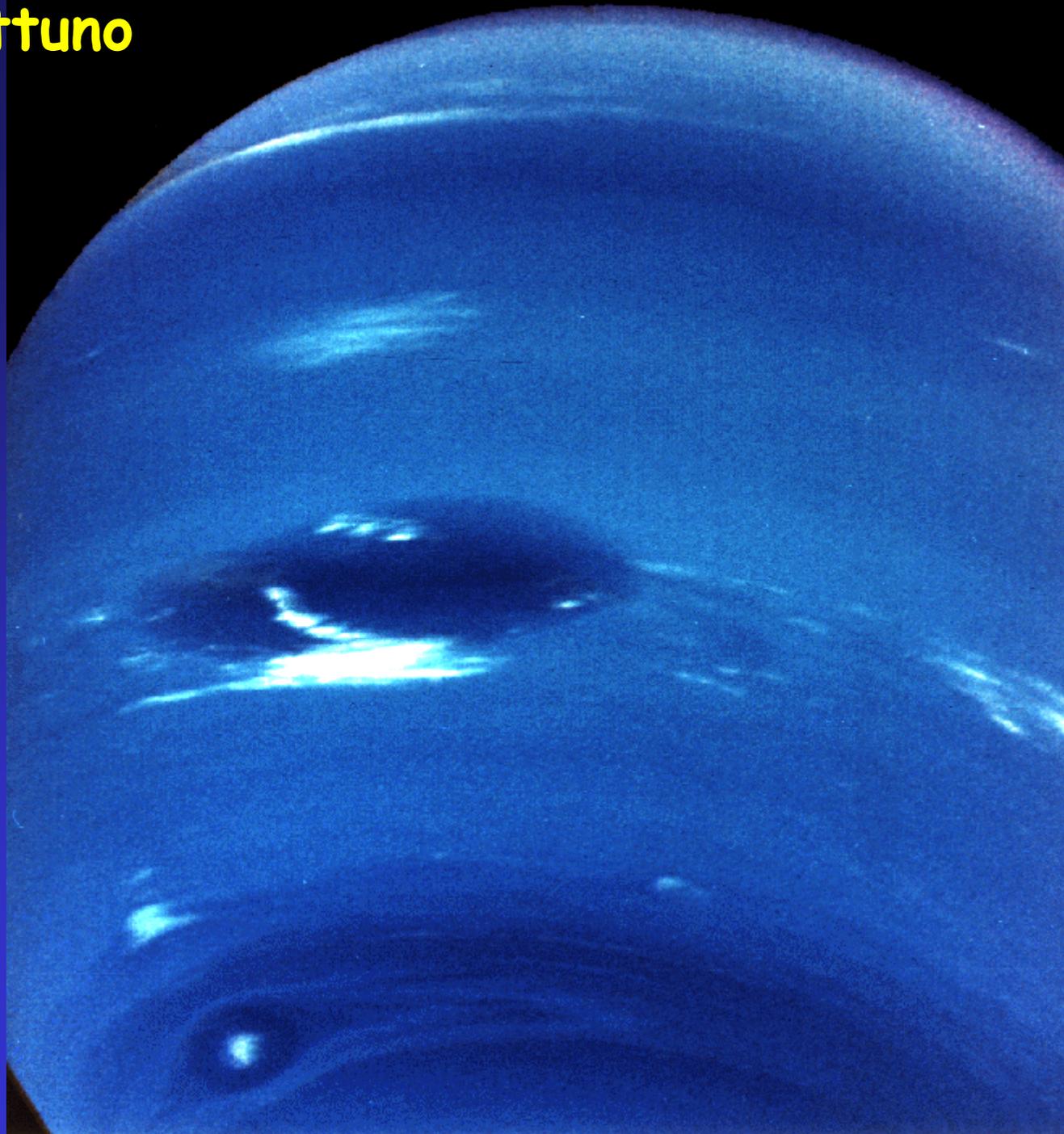
# *I GEYSER DI ENCELADO*



# Trapping of Methane in Enceladus' Ocean



# Nettuno



# Nettuno

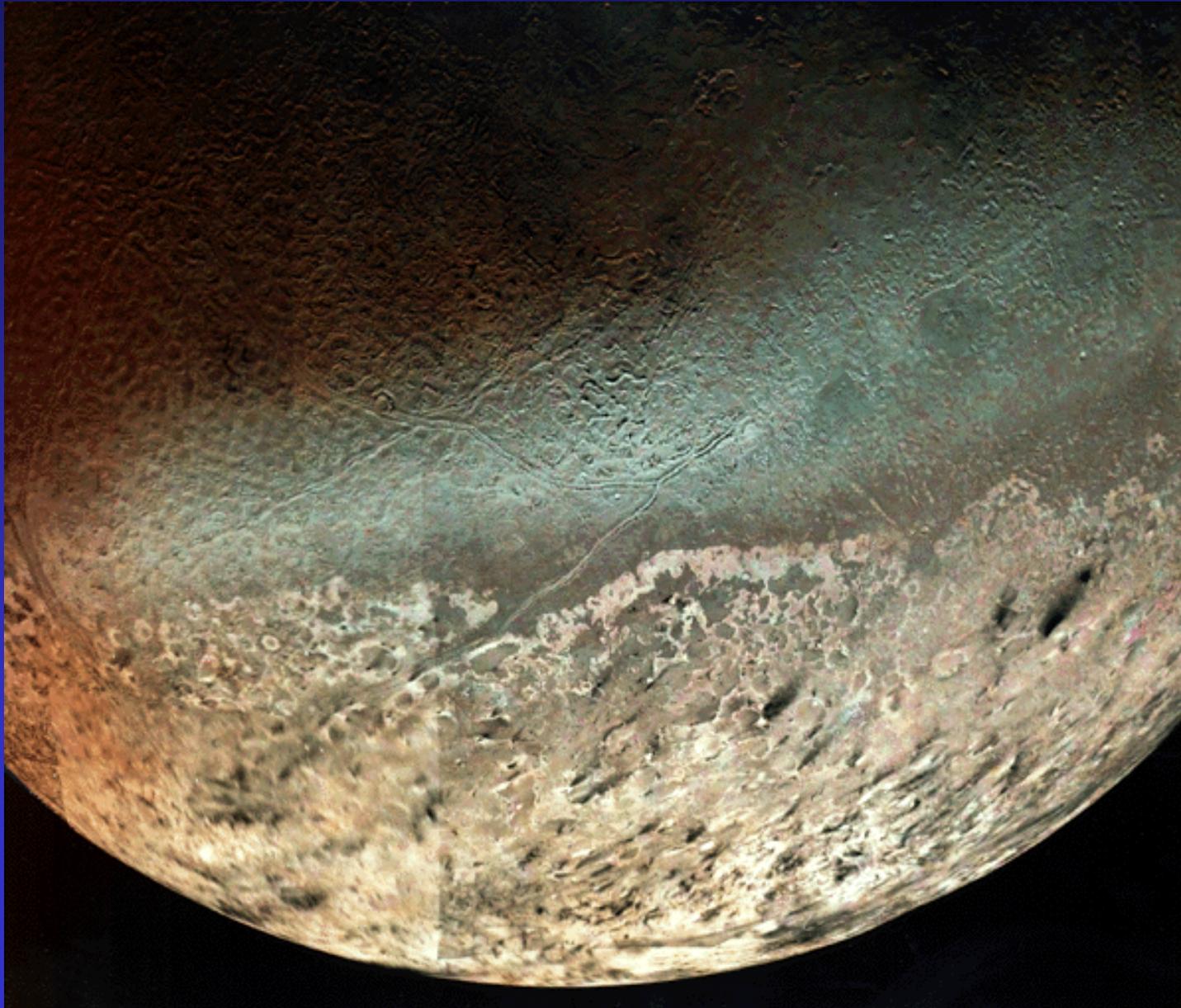
Delle 8 lune (al 1999) la più interessante è Tritone, uno dei satelliti più grandi del Sistema Solare (il settimo).

La grande luna di Nettuno presenta un numero di crateri piuttosto contenuto e quindi, da un punto di vista geologico, la sua superficie è giovane.

È avvolto da una tenue atmosfera di azoto, presenta delle fenditure di distensione dette *graben* e macchie scure causate probabilmente da vapori fuoriusciti da *geyser*.

La temperatura su Tritone è estremamente bassa: 38 K.

# Tritone



# Plutone

Più piccolo della Luna, Plutone fu scoperto nel 1930 da C.W. Tombaugh; è l'unico pianeta a non essere stato esplorato da sonde spaziali.

Nel 1978 fu scoperto il satellite Caronte.

Le misure del periodo orbitale del sistema Plutone-Caronte (6,387 giorni) e della loro distanza media (19.640 km) hanno permesso il calcolo della somma delle loro masse (1/400 di quella terrestre).

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

Il rapporto delle loro masse (circa 1:12) è il più alto nel Sistema Solare, tanto che il sistema Plutone-Caronte può essere considerato come un pianeta doppio (anche se, più che un pianeta, ci appare sempre più come il più vicino, e uno dei maggiori, tra i corpi della fascia di Kuiper).

Dalla massa totale e dai diametri del sistema si ricava una densità media che è più alta di quella dei pianeti gassosi; Plutone possiede un grande nucleo roccioso.

Plutone è molto simile a Tritone.

# Plutone

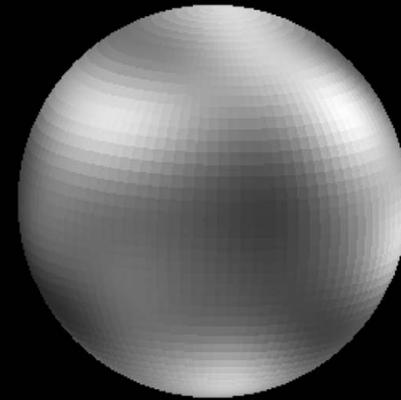
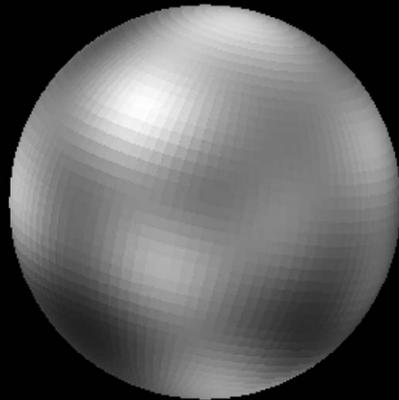
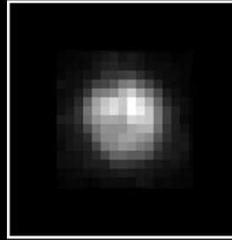
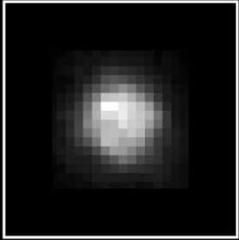
La somiglianza con Tritone suggerisce che entrambi si siano formati nelle regioni più esterne della nube solare primordiale; in seguito Tritone sarebbe stato catturato da Nettuno.

Con l'HST si è scoperto che la superficie di Plutone presenta delle macchie che hanno permesso il calcolo del periodo di rotazione e la verifica del fatto che il sistema Plutone-Charonte è sincrono.

Nel giugno del 1988 Plutone transitò davanti ad una stella. Durante l'occultazione la luminosità della stella ha subito un decremento progressivo dovuto all'assorbimento e alla rifrazione da parte di una tenue atmosfera di azoto, monossido di carbonio e metano.

Quando il pianeta si avvicina al Sole il riscaldamento provoca la sublimazione di una parte della sua superficie come avviene per le comete.

# Plutone





# Fascia di Edgeworth-Kuiper

È una regione popolata da oggetti di natura cometaria che sono i resti del materiale da cui si è formato il Sistema Solare.

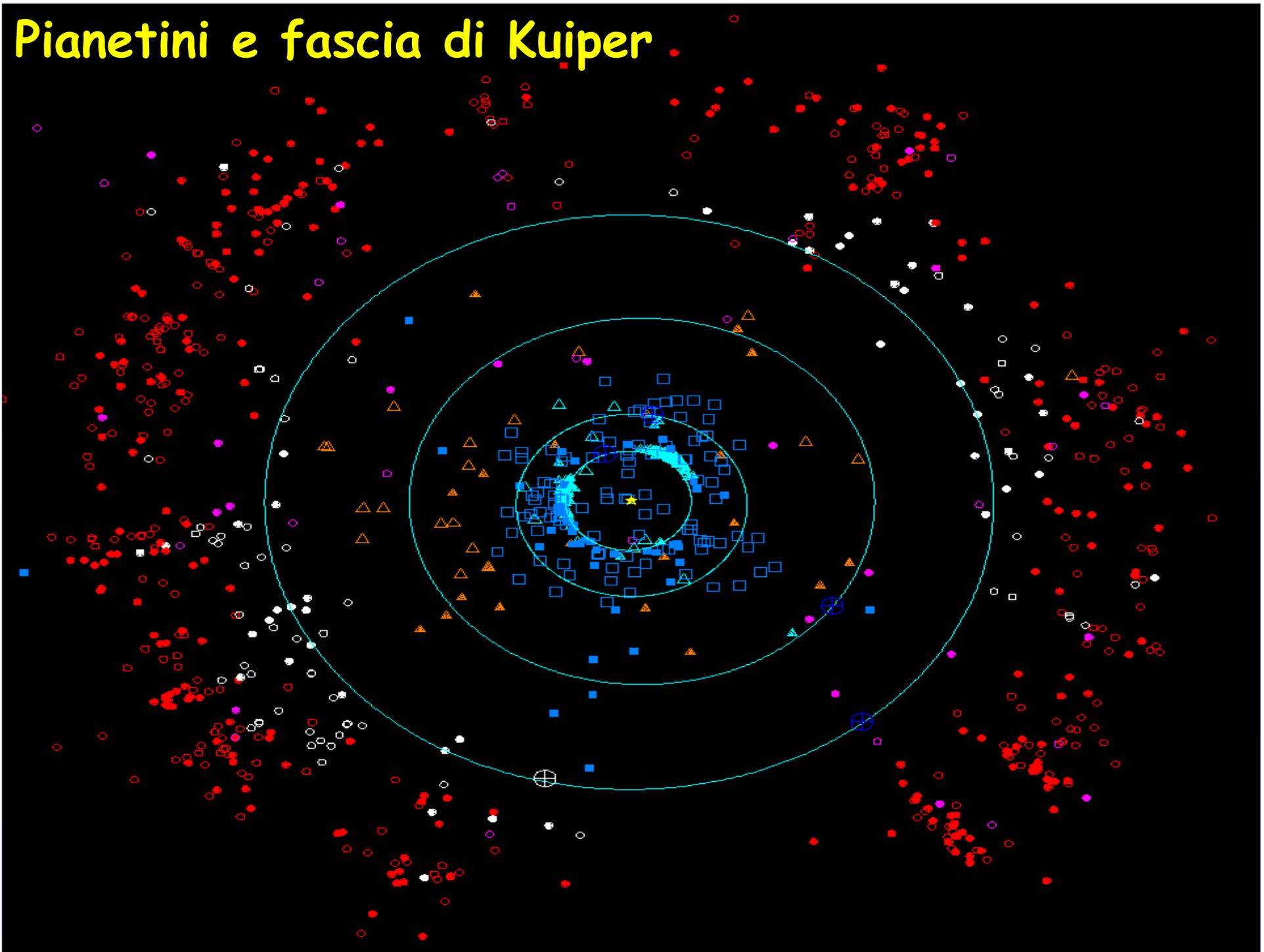
Si estende fra 35 e 1000 unità astronomiche, nello stesso piano dei pianeti, oltre l'orbita di Plutone.

Ipotizzata dall'australiano Edgeworth nel 1943, è meglio conosciuta grazie al lavoro dell'olandese Gerard Kuiper. Potrebbe contenere qualche miliardo di oggetti.

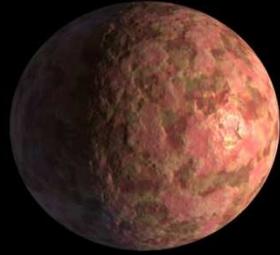
Ultimamente è stato possibile osservare diversi oggetti della fascia di Kuiper.

Plutone può forse essere considerato l'esempio più cospicuo di questa classe di oggetti denominati "Plutini" o anche KBO (Kuiper Belt Objects).

# Pianetini e fascia di Kuiper



**ERIS**



**Sedna**  
800-1100 miles  
in diameter



**Quaoar**  
(800 miles)



**Pluto**  
(1400 miles)



**Moon**  
(2100 miles)

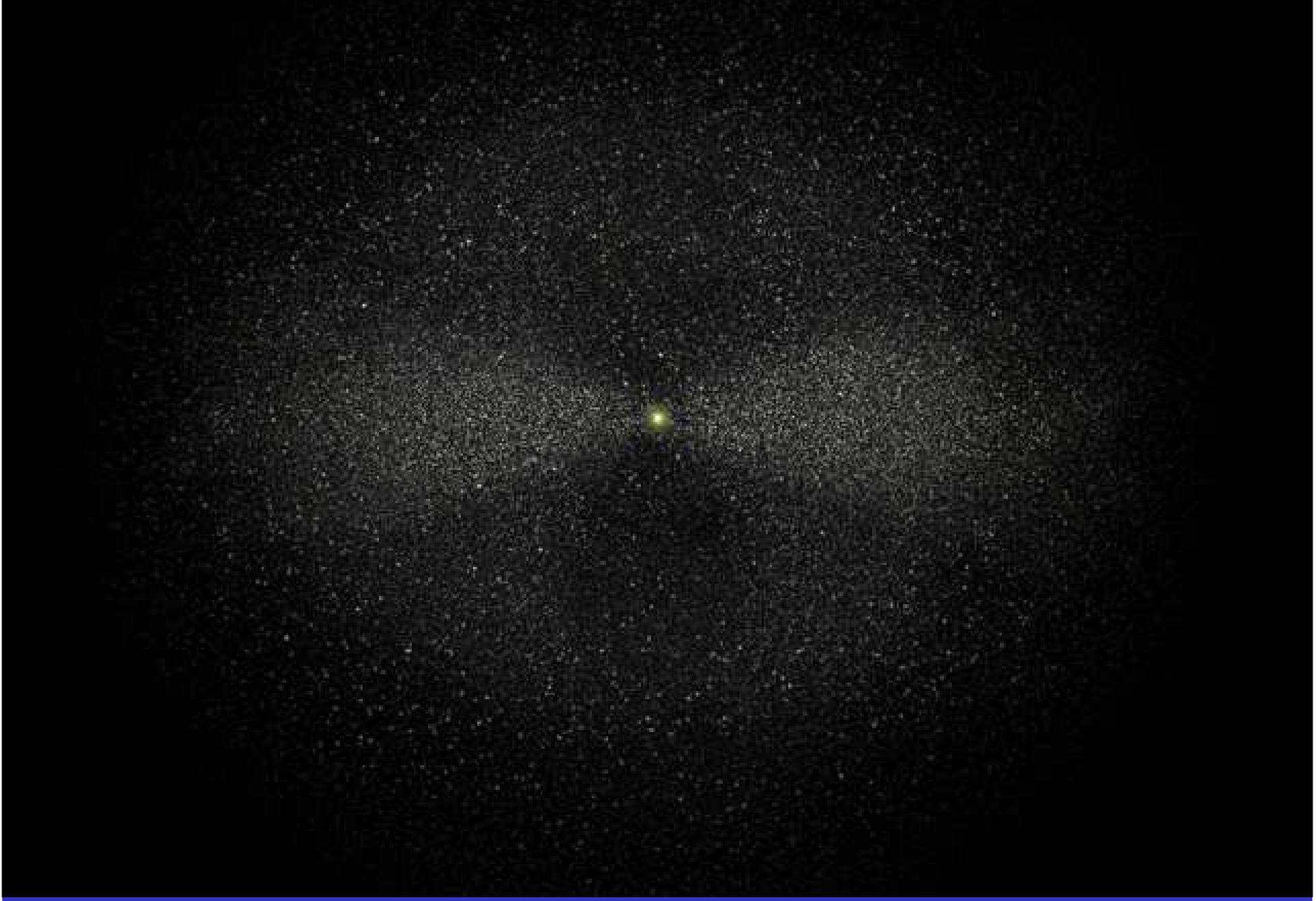


**Earth**  
(8000 miles)

# Nube di Oort

- È una nube di nuclei cometari che circonda il Sole in un guscio sferico situato molto oltre l'orbita del pianeta più esterno.
- La nube si estende tra 30000 e 100000 UA dal Sole, spingendosi forse fino a metà della distanza che separa il Sole dalla stella più vicina.
- Potrebbe contenere mille miliardi di comete, con orbite orientate casualmente.
- Alcune subiscono modifiche della loro orbita da parte dei pianeti giganti e accorciano il loro periodo passando ripetutamente vicino al Sole.
- La massa totale della nube di Oort è solo alcune volte maggiore della massa della Terra.
- Si pensa che le comete siano i detriti residui della formazione del Sistema Solare e che si siano formate in prossimità delle posizioni delle orbite dei pianeti giganti.

# Nube di Oort (*ricostruzione*)



# Le comete

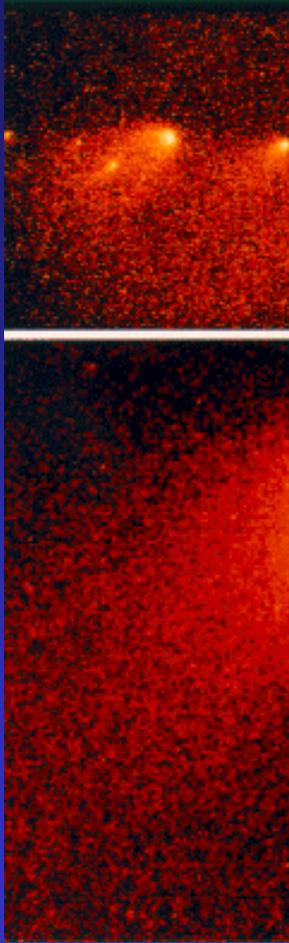
- Oltre che dai pianeti con i loro satelliti il Sistema Solare è popolato da una miriade di corpi minori che orbitano intorno al Sole; questi vengono classificati, in base alla loro natura e alla loro massa, in pianetini, comete, meteoroidi e polveri interplanetarie.
- Le comete sono conglomerati di ghiacci e altri materiali volatili, 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.
- La cometa di Halley, per esempio, gira attorno al Sole in circa 76 anni (la cometa di Encke solo 3,3 anni).



La cometa Hale-Bopp

# La cometa Shoemaker-Levy 9 ...

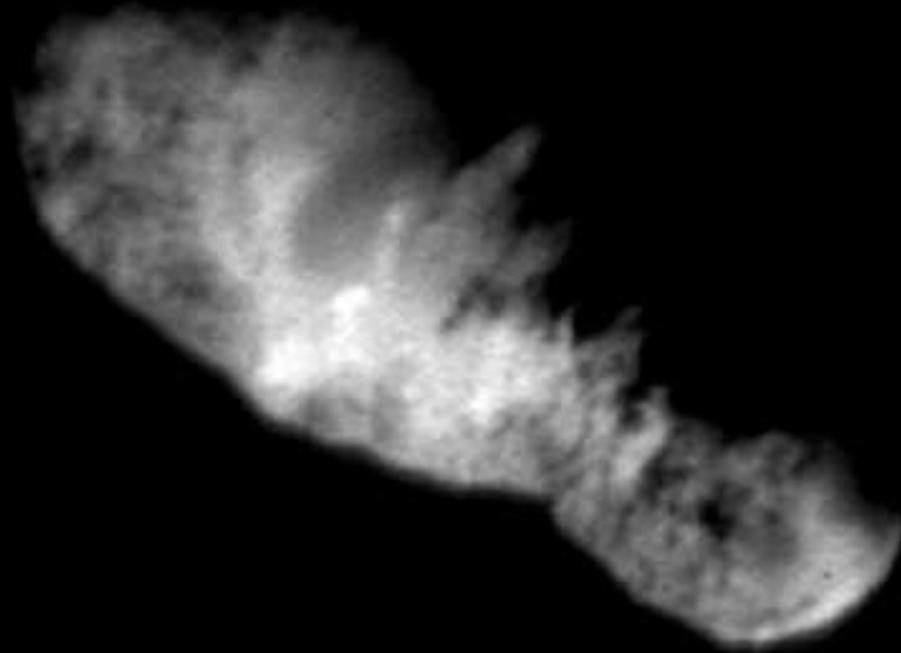
Immagini Hubble



... cade su Giove

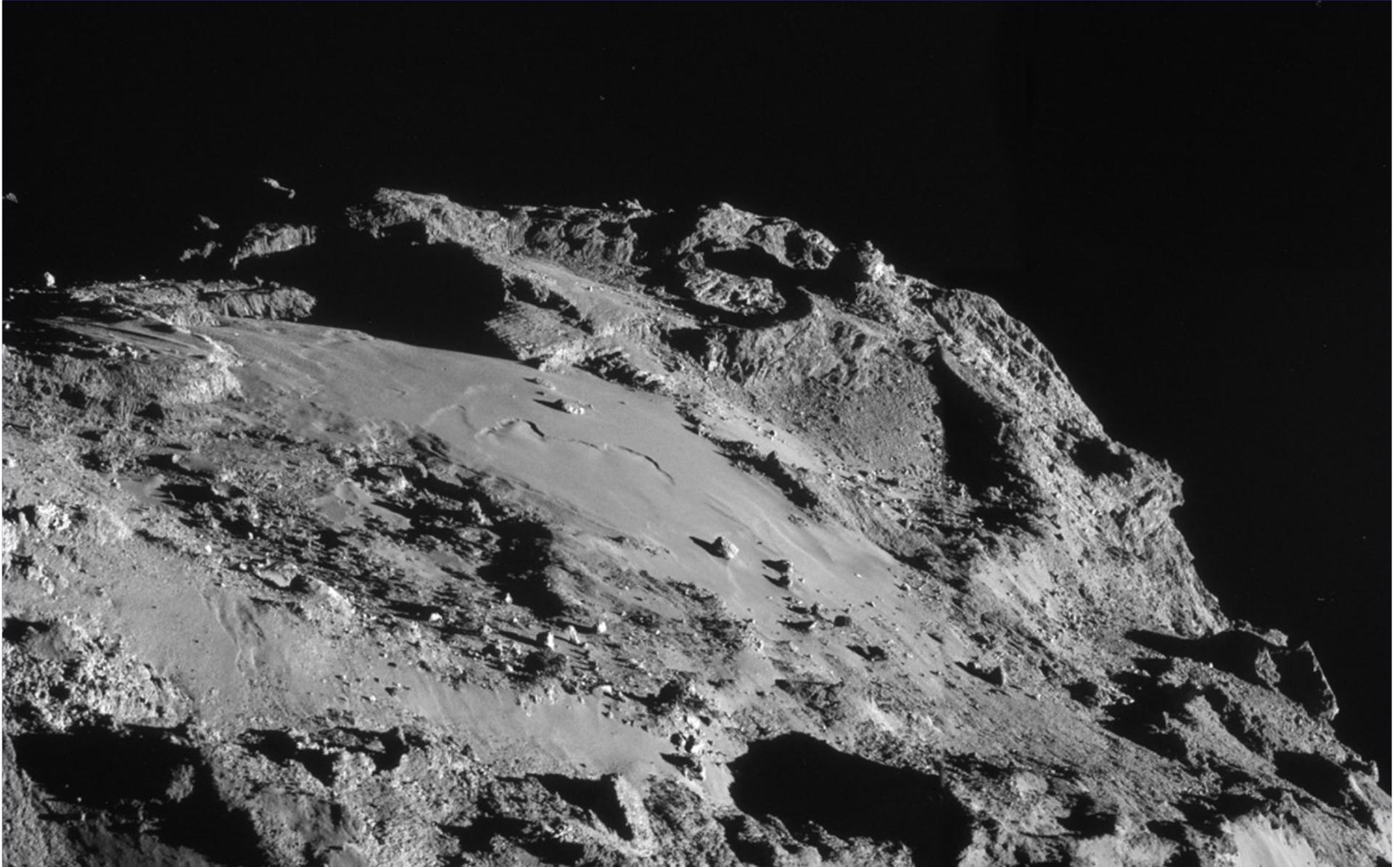
# Nucleo della cometa Borrelly

Deep Space 1 (2001)



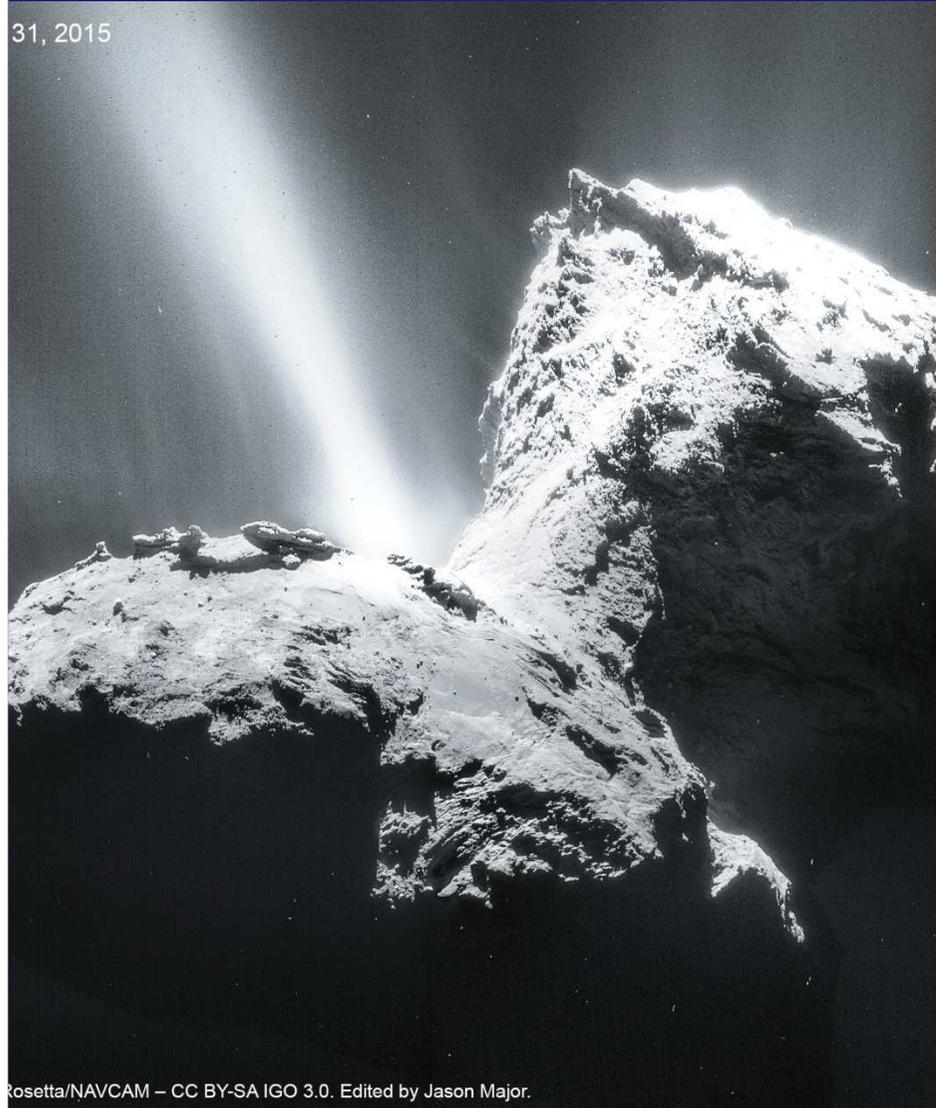


# *LA COMETA CHURYUMOV-GERASIMENKO*

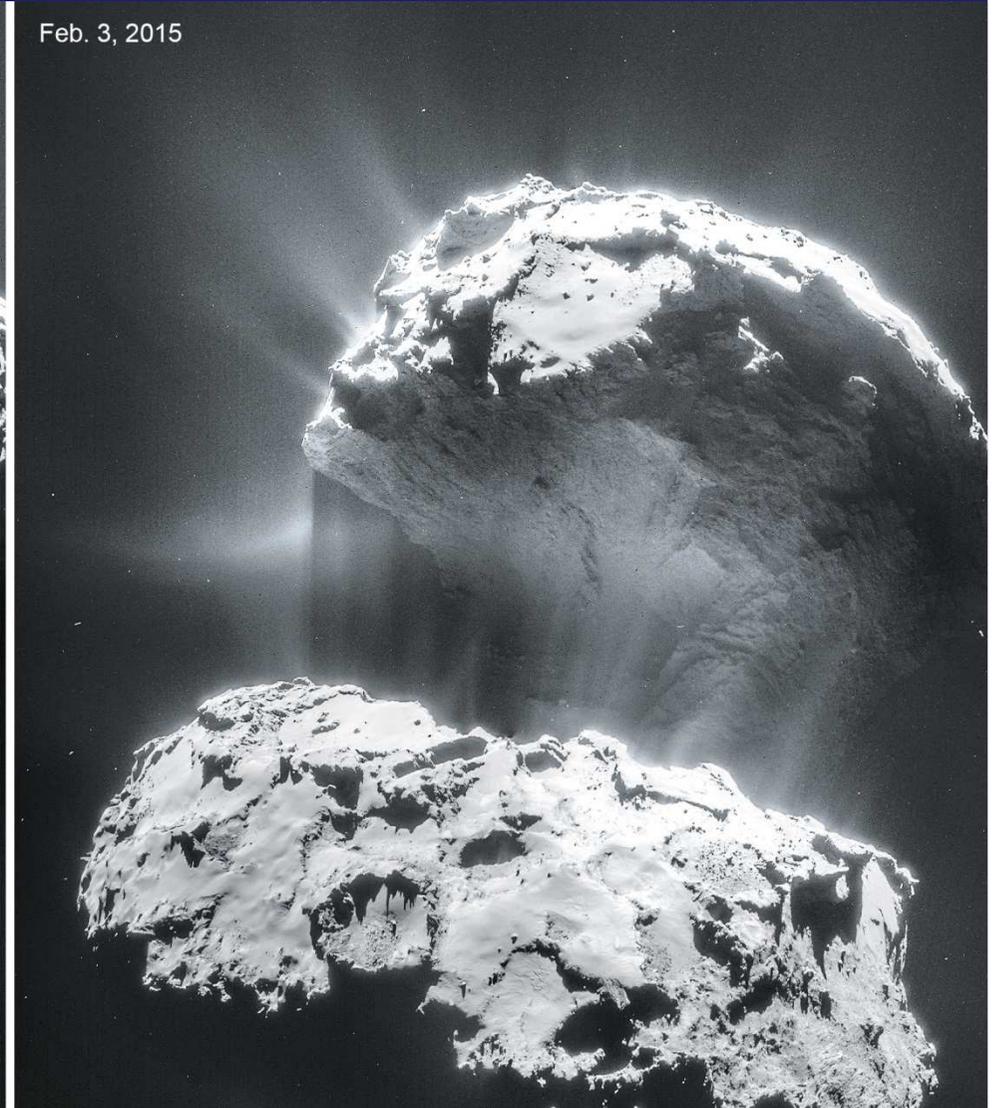


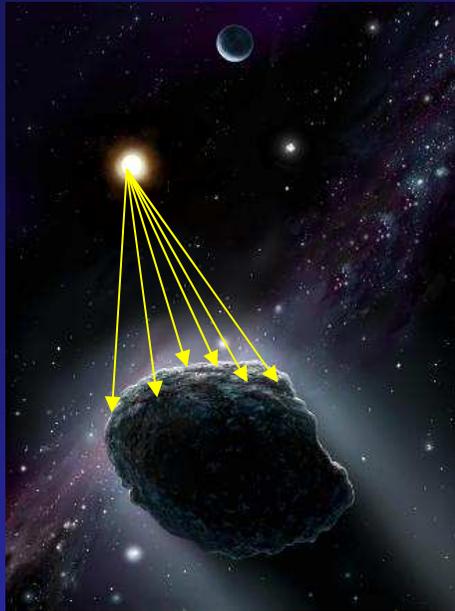
# LA COMETA CHURYUMOV-GERASIMENKO

31, 2015



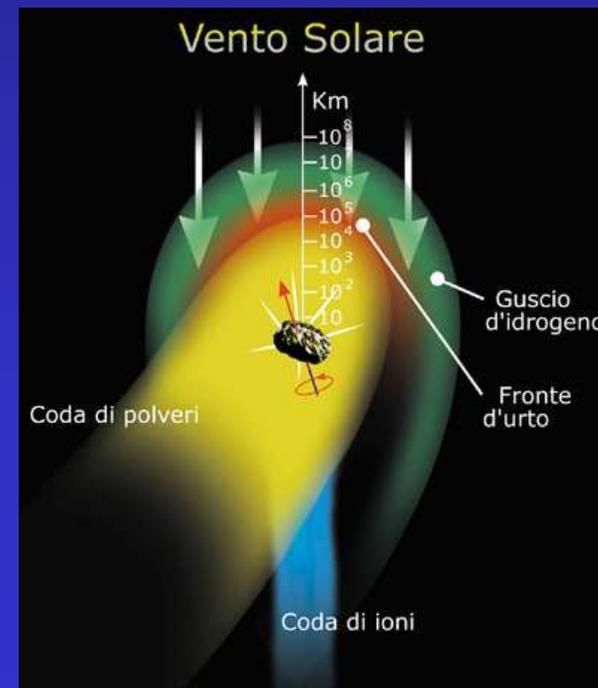
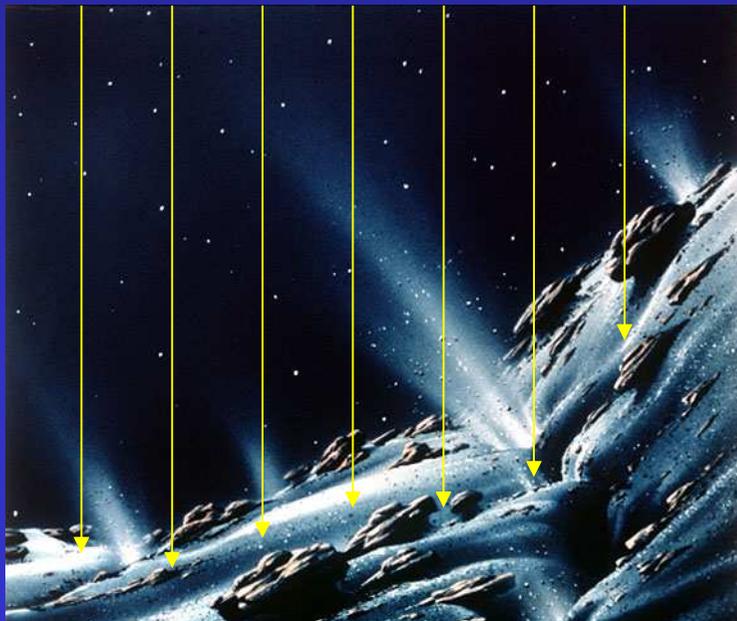
Feb. 3, 2015





L'azione del Sole fa evaporare la crosta del nucleo, da cui fuoriescono gas e polveri.  
L'emissione riguarda solo alcune zone: ampie regioni del nucleo restano inerti

Il materiale espulso forma progressivamente le altre parti della cometa: **code** (una di gas ionizzati, una di polveri), **chioma**, **corona**



# COMPOSIZIONE CHIMICA DEL NUCLEO

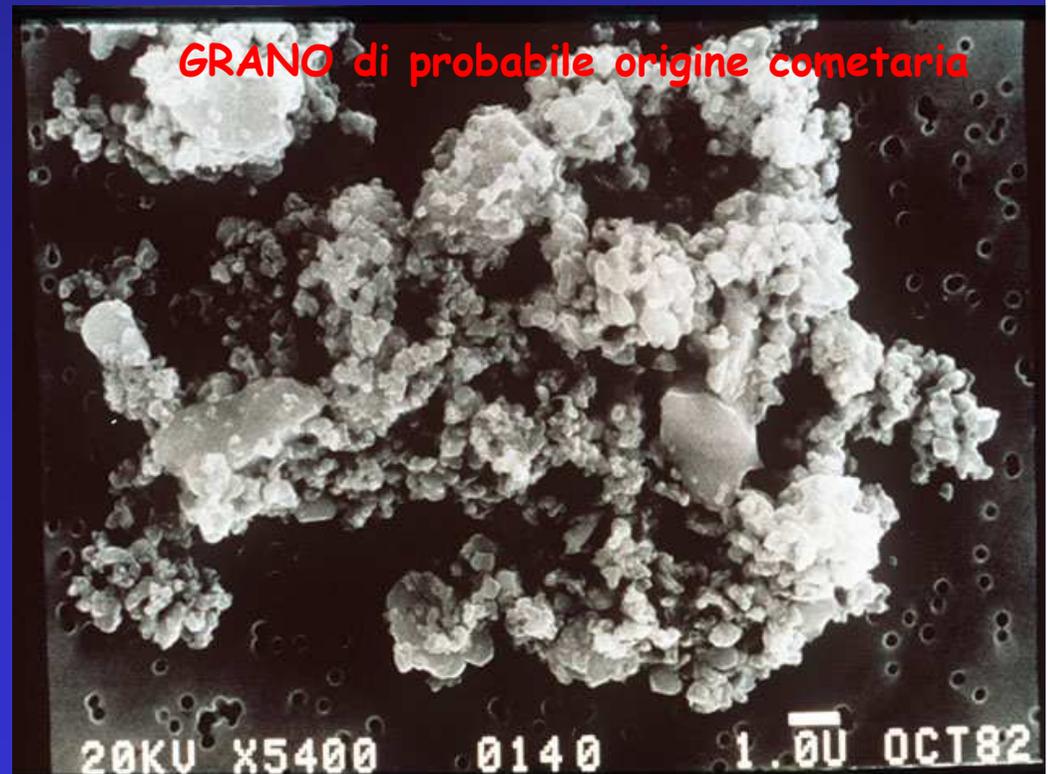
Lo studio si basa soprattutto sull'analisi spettroscopica della chioma. Le abbondanze chimiche, almeno per la cometa di Halley, risultano molto simili a quelle solari, con l'eccezione dell'idrogeno (meno del Sole) e del carbonio, che sembra in gran parte segregato sotto forma di composti organici complessi (CHON).

Particolare interesse riveste lo studio delle abbondanze isotopiche.

Il rapporto  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  SEMBRA più basso del corrispondente valore per il mezzo interstellare. Ciò suggerisce che l'equazione

"materiale cometario = nebulosa protosolare = materiale interstellare"

debba essere guardata con notevole scetticismo. Occorrono comunque ancora ulteriori dati.



# ABBONDANZE ISOTOPICHE E CHIMICHE

Sembra che il rapporto più basso  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  rilevato per la materia interstellare (la cui misura ha fatto uso principalmente di osservazioni effettuate nella banda delle radiofrequenze, ancora da convalidare pienamente) sia causato da un incremento dell'isotopo più pesante nelle nubi interstellari, causato dall'immissione di materiale stellare elaborato dal ciclo CNO

Gli altri valori delle abbondanze isotopiche (con l'eccezione del rapporto deuterio/idrogeno D/H, che merita un discorso a parte) sono più o meno allineati con i valori solari: in particolare,  $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ,  $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ .

È praticamente impossibile elencare in poco spazio tutti composti organici individuati nelle comete.

A parte i soliti  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  ricordiamo:

$\text{CH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CN}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{HCNO}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CS}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{OCS}$ .

Tra le varie specie non organiche citiamo:

$\text{NH}$ ,  $\text{NH}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Co}$ ,  
 $\text{Cu}$ ,  $\text{S}_2$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ .



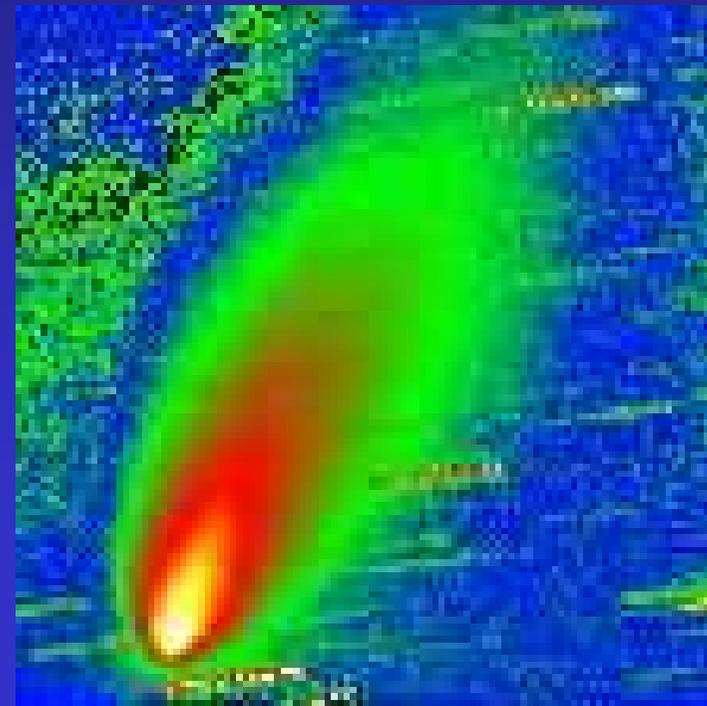
# IL RAPPORTO D/H (1)

Vale la pena soffermarsi su un aspetto di estremo interesse, che è imperniato sulla misura del rapporto isotopico D/H tra deuterio e idrogeno.

Sintetizzato in modeste quantità all'inizio della storia dell'Universo, il deuterio mostra una distribuzione di abbondanza BIMODALE tra i corpi del Sistema Solare.

Per esempio, il rapporto D/H delle (poche) comete analizzate finora è circa 10 volte quello "primitivo" stimato per la nebulosa protosolare.

L'arricchimento sembra dipendere dalla maggiore efficacia di alcune reazioni ioniche e molecolari generatrici di deuterio nell'ambiente del nucleo (bassa temperatura + alta densità).



Cometa LINEAR (1999)

# IL RAPPORTO D/H (2)

Continuando nei confronti ci si accorge che il rapporto D/H è molto più basso per le comete che per Giove e Saturno (anche in questo simili al Sole).

Ciò può suggerire una domanda importante: che risultati dà il confronto tra il D/H dei nuclei cometari e quello dell'acqua degli oceani terrestri?

L'importanza della questione nasce da un problema non ancora risolto dai modelli di formazione del Sistema Solare.

La teoria "canonica" prevede che il disco che ha formato i pianeti avesse distribuzione di temperature decrescenti partendo dal centro (protosole) e andando verso l'esterno.



# IL RAPPORTO D/H (3)

Nella zona dove si è formata la Terra la temperatura doveva aggirarsi sui 600 Kelvin ( $\sim 330^{\circ}\text{C}$ ), un valore che non poteva in alcun caso permettere la condensazione del vapore acqueo.

Ma allora, da dove viene l'acqua degli oceani della Terra?

Potrebbe darsi che molti impatti cometari abbiano arricchito di acqua un pianeta in precedenza asciutto: in tal caso il rapporto D/H dovrebbe essere simile.



***OGGI SAPPIAMO CHE UNA  
PARTICOLARE FAMIGLIA DI COMETE,  
DELLE QUALI LA CHURYUMOV-  
GERASIMENKO FA PARTE, HA IL  
GIUSTO RAPPORTO D/H COMPATIBILE  
CON L'ATTUALE COMPOSIZIONE  
DEGLI OCEANI TERRESTRI.***

FINE

