

Sezione

I Pianeti

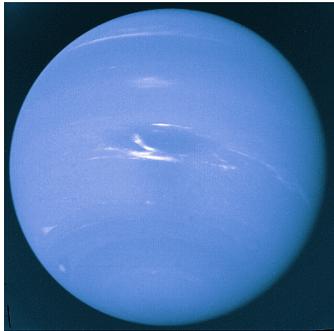
Testo Parte XV

Argomenti trattati



NETTUNO

- Introduzione
- Anelli di Nettuno
- Atmosfera di Nettuno
- Meteorologia di Nettuno
- Campo magnetico di Nettuno
- Cenni storici
- Esplorazione con sonde spaziali di Nettuno
- Fisica di Nettuno
- Sistemi di macchie di Nettuno
- Parametri orbitali e dati fisici di Nettuno
- Satelliti di Nettuno
- Tabella dei satelliti di Nettuno
- Tritone - satellite di Nettuno
- Struttura interna di Nettuno
- Immagini di Nettuno



• **Introduzione**

Nettuno è l'ottavo pianeta dal Sole ed il quarto per grandezza ed il suo nome venne associato a quello, nella mitologia romana, del dio del mare.

Nettuno ha l'aspetto di un piccolo disco bluastrò, se osservato con un telescopio. Dal momento che la sua luminosità al massimo corrisponde ad una magnitudine apparente di +7.85 è completamente invisibile ad occhio nudo.

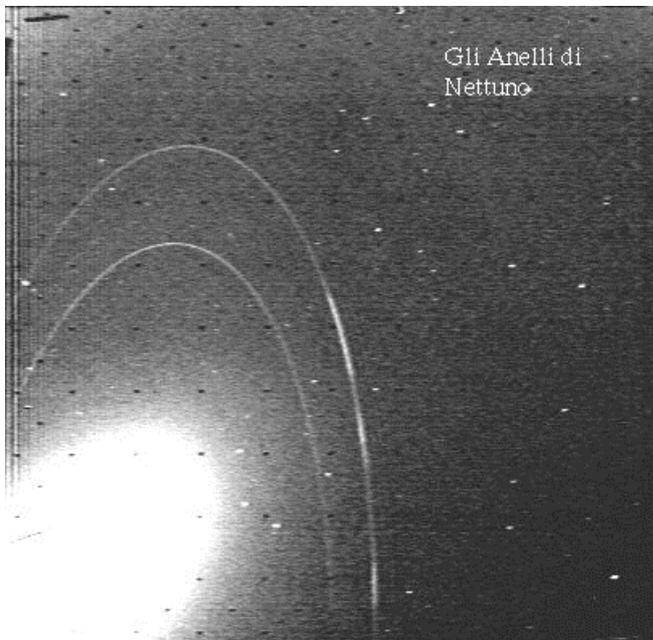
Si trova ad una distanza dal Sole di 30.06 U.A. ed impiega circa 165 anni per compiere una orbita intorno ad esso, ad una velocità di 5.43 km/s.

Il suo disco apparente è di 2.4 " secondi d'arco. L'unica sonda spaziale che lo ha visitato è stato il Voyager 2 nel 1989. Dal 1979 Nettuno è il più distante pianeta del Sistema Solare solo Plutone, nel 1999, raggiungerà una distanza maggiore.



Animazione della rotazione di Nettuno. Cortesia STScI Space Science Telescope Institute.

Immagine degli anelli di Nettuno



• **Anelli di Nettuno**

Gli anelli di Nettuno sono molto tenui e presentano delle interruzioni che ne hanno reso difficile lo studio da Terra. In un primo tempo, le osservazioni mediante telescopi a Terra basate sulla tecnica delle occultazioni stellari, suggerirono che invece di anelli si trattava di *archi*, almeno tre, che circondavano il pianeta. La sopravvivenza di questi *archi* richiedeva però l'esistenza di almeno sei satelliti pastore oppure la presenza di un altro satellite, come Nereide, disposto su di un'orbita molto inclinata ed eccentrica.

Il Voyager 2 mise in evidenza il numero e la struttura degli anelli. I due anelli maggiori sono 1989 N1R, il più esterno, e 1989 N2R. L'anello esterno 1989 N1R consiste di un'unica struttura sui cui sono sovrapposte tre zone più dense, gli *archi* individuati dalle occultazioni stellari, che si estendono per 4 °, 4 ° e 10 ° e sono separati da una zona meno densa di 14 ° e 12 °. La differenza tra *archi* ed anelli, è che i primi

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

lasciano passare dal 90 al 96 % della radiazione incidente mentre i secondi dal 98 al 99%. L'altro anello 1989 N2R è costituito per il 40% di polveri e lascia passare il 90% della luce incidente.

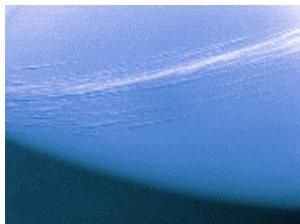
Oltre a questi due anelli principali il Voyager 2 ne ha scoperti altri due molto più tenui dei due precedenti. Interessante notare che uno degli anelli di Nettuno appare "[arrotolato](#)" su se stesso, come capita anche nel sistema di anelli di Saturno.

I rilievi del Voyager 2 suggeriscono l'esistenza di un disco di polveri che riempie tutto il sistema nettuniano. Si stima che il contenuto totale di polveri nel sistema di anelli sia circa 100 volte maggiore che per Giove. La loro difficile visibilità è anche dovuta alla scarsa albedo dovuta al metano, data la bassa temperatura di Nettuno, è allo stato solido e, causa l'assorbimento della radiazione solare, viene trasformato in composti del carbonio di colore scuro che danno un aspetto opaco agli anelli.

Gli anelli giacciono nel piano equatoriale di Nettuno e sono immersi all'interno della magnetosfera del pianeta. Nel loro moto continuo attraverso la magnetosfera gli anelli (ma anche i satelliti) la modificano continuamente raccogliendo le particelle cariche.

Anelli	--	Distanza	Larghezza
(nome)	(caratteristiche)	(km)	(km)
1989 N3R	(Diffuso)	41900	15
1989 N2R	(Interno)	53200	15
1989 N4R	(Piano)	53200	5800
1989 N1R	(Principale)	62930	

Immagine di strutture nuvolose a "cirri" su Nettuno



● *Atmosfera di Nettuno*

L'atmosfera di Nettuno è abbastanza simile a quella di Urano soprattutto per quel che riguarda la sua composizione chimica. Il suo colore, dovuto alla presenza di metano nell'atmosfera è azzurro. Infatti la luce del pianeta privata della componente rosso-arancio assorbita dal metano appare azzurra, solcata da nubi bianche brillanti che ruotano più lentamente del pianeta la cui circolazione appare quindi retrograda rispetto al moto del pianeta. Questa è una particolarità di Nettuno in quanto sugli altri pianeti la circolazione delle nubi avviene più velocemente della loro rotazione.

Si prende sempre in considerazione, per definire la posizione dell'atmosfera nei pianeti giganti,

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

il livello di riferimento o "livello zero" in cui la temperatura cessa di diminuire.

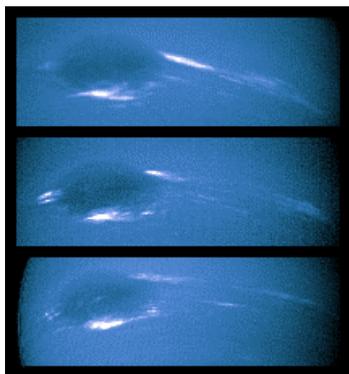
Alla quota di 125 km sopra il "livello zero" la temperatura di Nettuno, a differenza di quella di Urano che rimane costante, riprende a salire sino a raggiungere i 150 ° K (gradi Kelvin) (cioè -123 ° gradi Celsius) a 250 km di altezza, dove la pressione è un decimillesimo di atmosfera.

Si osservano due strati nell'atmosfera di Nettuno. Il primo è situato ad 80 km sotto il "livello zero" (a temperatura di 130 ° K -143 ° C e pressione di 3 atmosfere) dove si estende uno strato di nubi di ammoniaca e solfuro di idrogeno mentre il secondo a 40 km più in alto (alla pressione di 1 atmosfera) costituito principalmente da metano. Ancora più in su si trovano nebbie di idrocarburi originatesi dalla dissociazione del metano da parte della luce solare.

La struttura a strati delle nubi è visibile in alcune immagini mandate dal Voyager 2 in cui si possono scorgere nubi molto alte che gettano la loro ombra su altri strati inferiori.

Dati dell'atmosfera di Nettuno	--
Pressione atmosferica (bars)	1-3
Temperatura media delle Nubi	-193°C -153 ° C
Composizione dell'atmosfera di Urano	--
Idrogeno	83%
Elio	15%
Metano	2%

Trasformazione da gradi Kelvin a gradi Celsius e da bar ad atmosfere.
Note : gradi Kelvin = gradi Celsius + 273 ° . : 1 bar = 1.01325 atm.



Evoluzione nel tempo della "Grande Macchia Scura"

• **Meteorologia di Nettuno**

La stratificazione delle nubi può essere messa meglio in evidenza da una serie di immagini prese a lunghezze di onda diverse. Alle lunghezze di onda caratteristiche del metano si possono scorgere dettagli di nubi ed un bordo più splendente del resto del disco dovuto ad uno strato di nebbia di metano situato a grande altezza.

Queste immagini in luce verde e rossa, mostrano dettagli più profondi fra cui una formazione nuvolosa detta *Scooter* (nell'immagine è sotto la "Grande Macchia Scura"). Lo *Scooter* è una macchia bianca irregolare il cui nome deriva dal fatto che si muove attorno alla superficie più rapidamente delle formazioni nuvolose che la circondano impiegando circa 16 ore a percorrere tutto il pianeta. Dal momento che questa formazione, insieme ad altre analoghe, impiega lo stesso periodo delle regioni interne del pianeta, si pensa

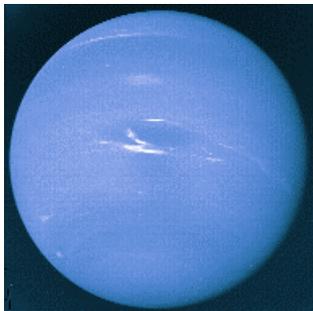
Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

che abbia avuto origine da una macchia calda e profonda e che si osservi in realtà una colonna ascendente di solfuro di idrogeno situato nello strato sottostante quello delle nubi di metano.

L'atmosfera di Nettuno è molto più attiva di quella di Urano. Il Voyager 2 ha misurato venti a velocità di quasi 600 m/sec pari a 2160 km/h diretti (verso ovest) nel senso opposto a quello della rotazione del pianeta. Si tratta quindi di venti molto forti: quasi 10 volte più veloci di quelli terrestri.

Da dove proviene l'energia che dà ai venti una così alta velocità ? Anche Nettuno ha una fonte di calore interna dal momento che emette 2.7 volte la energia che riceve dal Sole. La energia prodotta nell'interno del pianeta determina correnti calde ascensionali e fredde discendenti secondo il meccanismo di trasporto convettivo dell'energia.

Immagine di Nettuno



● Campo magnetico di Nettuno

Viaggiando verso Nettuno il Voyager 2, poco prima dell'arrivo in prossimità del pianeta, registrò impulsi radio che si ripetevano ogni 16.11 ore. Si trattava di emissione radio dovuta alle particelle cariche intrappolate nel campo magnetico di Nettuno. **La periodicità di 16.11 ore rappresentava il vero periodo di rotazione del pianeta (poi confermato dalle osservazioni dei dettagli visibili sulla superficie del pianeta).**

Il campo magnetico di Nettuno è inclinato di 47 ° rispetto all'asse di rotazione. Ne consegue che la sorgente del campo magnetico non si trova al centro del pianeta ma molto spostata, quasi a metà tra centro e superficie. Questi risultati suggeriscono che il campo magnetico sia originato all'interno di un mantello fluido che circola attorno ad un nucleo solido.

L'intensità è circa la metà del campo magnetico di Urano. Nella magnetosfera le particelle cariche hanno una densità minore di 2 particelle per cm³ mentre per Urano è di 6 particelle per cm³ e per Giove di 6000 particelle per cm³.



Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

L'astronomo Le Verrier che prevede la posizione di Nettuno in base a calcoli di meccanica celeste

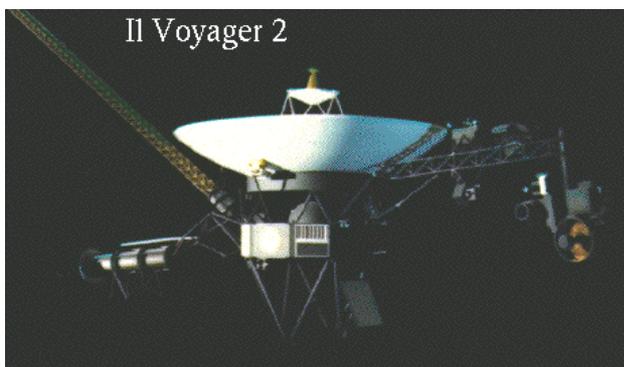
•*Cenni Storici*

La scoperta di Nettuno fu uno dei maggiori successi della meccanica celeste. Dopo avere trovato di Urano si andò a determinare la sua orbita scoprendo, nel 1830, una differenza tra le previsioni e la posizione vera di 20" (secondi d'arco) circa. **La posizione di un pianeta nella sua orbita non dipende solo dall'attrazione gravitazionale del Sole ma anche dall'azione combinata degli altri pianeti.** Si diffuse quindi in breve la certezza che la posizione di Urano fosse sbagliata perché non si era tenuto conto dell'attrazione di un corpo celeste situato ancora più lontano dal Sole.

Per identificare il corpo celeste che produceva la perturbazione sull'orbita di Urano occorre predire la posizione in cielo. Adams a Cambridge e Le Verrier a Parigi eseguirono i complessi calcoli, di meccanica celeste, per determinare la posizione del nuovo pianeta utilizzando le posizioni note di Giove, Saturno ed Urano. A questo punto la mano passò agli astronomi che andarono a ricercarne in cielo la posizione vera dove essa era stata predetta.

La sera del 23 settembre 1846, l'astronomo Galle notò la presenza di un astro relativamente brillante dove la carta del cielo non riportava nulla. Encke con il grande telescopio equatoriale dell'osservatorio di Berlino notò che il nuovo corpo aveva la forma di un disco e che durante la notte presentava un moto significativo rispetto alle stelle di fondo. La posizione vera del nuovo pianeta risultava distare solo 55' primi dalla posizione indicata da Le Verrier e di circa il doppio da quella indicata da Adams. In seguito si capì che se la ricerca del pianeta avesse avuto luogo qualche anno più tardi, date le incertezze sulla sua posizione teorica, difficilmente lo si sarebbe trovato. Poco dopo la scoperta di Nettuno, Lassell nel 1846, individuò il primo dei satelliti del pianeta: Tritone. Un secondo satellite, molto distante da Nettuno, fu individuato da Kuiper nel 1949 e gli venne dato il nome di Nereide. Osservazioni spettroscopiche della fine del 1800 confermate poi da Slipher nel 1912, misero in evidenza le bande di assorbimento dovute al metano; pressoché identiche a quelle di Urano.

Immagine della sonda Voyager 2



•*Esplorazione spaziale di Nettuno*

La sonda Voyager 2 arrivò, dopo un lunghissimo viaggio di 5 miliardi di km, in prossimità di

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

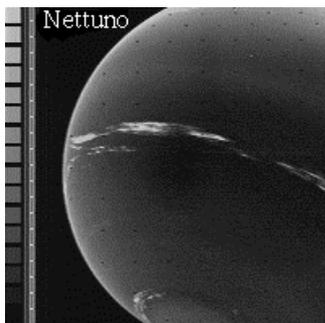
Nettuno nell'agosto del 1989: fu la sua ultima meta. Nonostante la grande distanza percorsa il Voyager 2 "sbagliò" il suo punto di arrivo di soli 10 km. Il pianeta si trovava nella posizione più periferica rispetto a tutti gli altri del Sistema Solare; Plutone compreso.

Da Nettuno i segnali radio impiegavano quasi 4 ore per arrivare a Terra. Ma il vero problema era costituito dall'intensità dei segnali trasmessi; quando questi arrivavano sulla Terra erano talmente affievoliti da risultare 20 miliardi di volte meno potenti dell'energia fornita dalla batteria di un comune orologio digitale. Si doveva quindi raffreddare l'elettronica dei ricevitori per potere acquisire e distinguere dal rumore di fondo del mezzo interplanetario i segnali inviati dal Voyager 2. Il miglioramento delle tecniche di ricezione dei dati a Terra e l'allestimento di nuove antenne da parte del "*Deep Space Network*" permise di ricevere i dati alla stessa velocità ed intensità di quando la sonda era vicino ad Urano. Inoltre a quella distanza, la luce solare era 33 volte inferiore a quella utilizzabile per Giove, per cui era necessario tenere aperti gli obiettivi delle telecamere per più lunghi tempi di esposizione così da raccogliere una maggiore quantità di luce. Per non avere una immagine "mossa" si dovettero effettuare manovre di compensazione combinate della sonda e della piattaforma degli strumenti ospitanti le fotocamere.

Nell'agosto del 1989 la sonda sorvolò il polo nord di Nettuno ad una distanza di appena 4950 km, e poi proseguì verso il satellite Tritone avvicinandosi ad esso fino a 40000 km. Il Voyager 2 individuò altri sei satelliti con diametri variabili da 54 a 400 km ed un sistema di anelli. Le osservazioni degli anelli compiute da Terra facevano ritenere che fossero strutture ad arco incomplete mentre le immagini rimandate a terra dal Voyager 2 invece misero in evidenza strutture complete suddivise in quattro fasce a diversa distanza dal pianeta.

Il 2 ottobre del 1989 tutti gli strumenti del Voyager 2 vennero spenti; rimase in funzione solo lo spettrometro ultravioletto. Terminava così la più complessa e lunga esplorazione spaziale del Sistema Solare. Dopo il sorvolo di Nettuno il Voyager 2 usciva dal piano dell'eclittica con una inclinazione di 48 ° (gradi) ed una velocità di 470 milioni di km all'anno. In questo modo dovrebbe raggiungere la stella Sirio tra 358000 anni.

Immagine di Nettuno



•Fisica di Nettuno

Nettuno è leggermente più piccolo di Urano (24800 km contro 25600 km) anche se ha una massa (causa la sua più elevata densità) più grande del pianeta a lui più vicino. Ha infatti una densità media pari a 1.64 volte quella dell'acqua. Il periodo di rotazione è di 16.1 ore e, visto da Terra, appare come un dischetto di 2 " (secondi d'arco) di diametro angolare.

Mentre Urano è al limite della visibilità ad occhio nudo, Nettuno anche quando è illuminato dal Sole appare cinque volte più debole. Per queste ragioni prima dell'arrivo della sonda spaziale Voyager 2 si sapeva molto poco di questo pianeta. Le osservazioni della sonda hanno confermato la somiglianza ad Urano anche riguardo al sistema di satelliti ed anelli che lo circonda.

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

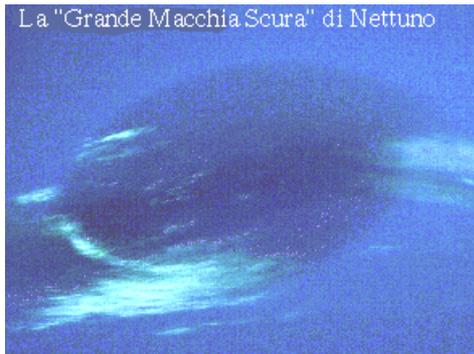
•*Tabelle di Nettuno*

Parametri orbitali
Distanza dal Sole (U.A.) =30.061
Distanza dal Sole (km) =4 504 300 000
Periodo di rivoluzione (anni) =164.788
Periodo di rivoluzione (giorni) =60 189.806
Eccentricità=0.0097
Inclinazione rispetto all'eclittica =1 ° 46 ´
Velocità orbitale media (km/sec) =5.45
Scopritori Le Verrier e Galle (1846)
Dati fisici
Massa (gr) =1.024 x 10 ²⁹
Massa (Terra=1) =17.135
Raggio equatoriale (km) =24 764
Raggio equatoriale (Terra=1) =3.883
Densità media (gr/cm ³) =1.64
Densità media (Terra=1) =0.30
Volume (Terra=1) =58.534
Ellitticità =0.0017
Accelerazione di gravità (m/sec ²) =11.0
Accelerazione di gravità (Terra=1) =1.12
Velocità di fuga (km/sec) =23.50
Periodo di rotazione =16h 6m
Inclinazione sul piano dell'orbita =28.31 °

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

Albedo=0.41
Magnitudine visuale=7.84
Numero satelliti =8

Immagine della "Grande Macchia Scura" di Nettuno



● **Sistemi di "Macchie" di Nettuno**

Al pari di Giove e Saturno anche Nettuno possiede delle macchie ovali.

Al momento dell'incontro del Voyager 2 con Nettuno la formazione più prominente di tutta la atmosfera del pianeta risultò [la "Grande Macchia Scura"](#). Questa struttura ha circa la metà delle dimensioni della "Grande Macchia Rossa" di Giove. Si tratta di un vortice di dimensioni uguali a quelle della Terra e lunga almeno un

quarto del raggio del pianeta. Ruota in senso antiorario con un periodo di circa 10 giorni. Sopra questo enorme vortice manca lo strato di nubi di metano che ricopre l'intero pianeta.

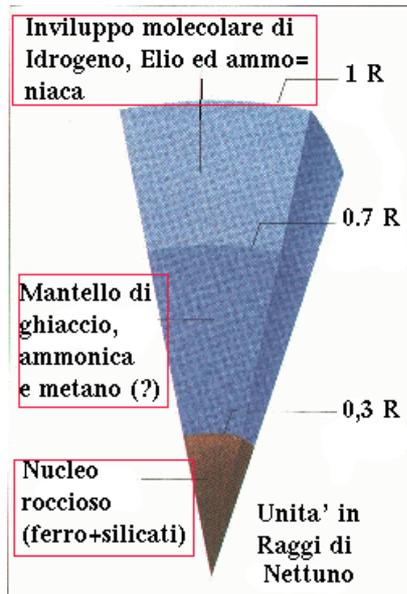
La "Grande Macchia Scura" di Nettuno

È possibile osservare l'atmosfera del pianeta nei suoi strati più profondi attraverso questo "buco" tra le nubi di cui in queste immagini se ne mostra la [sua evoluzione temporale](#). In questa sequenza il Voyager 2 ha mostrato l'evoluzione delle nubi nella zona vicino alla "Grande Macchia Scura" con una risoluzione effettiva di 100 km circa. Ognuna delle 3 immagini è intervallata dalla sottostante da un intervallo di tempo di 18 ore. A sud si osserva un'altra [macchia](#) sovrastata da correnti ascendenti di metano che danno luogo a nubi più chiare. Più in alto si formano e si dissolvono continuamente nubi simili a cirri.

Osservazioni [recenti](#) fatte con il Telescopio Spaziale hanno mostrato che la "Grande Macchia Scura" è scomparsa! O si è semplicemente dissipata, scomparendo alla vista, oppure è stata nascosta da altre strutture dell'atmosfera di Nettuno. La grande variabilità della atmosfera di Nettuno è stata messa in evidenza dalla scoperta dopo pochi mesi (sempre utilizzando il Telescopio Spaziale) di una nuova [Macchia Scura](#) scoperta nell'emisfero nord.

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

Disegno della struttura interna di Nettuno preso dal Cambridge Atlas



● **Struttura interna di Nettuno**

L'esame delle strutture atmosferiche fatta utilizzando i dati del Voyager 2 permise ai meteorologi di realizzare un modello del funzionamento delle regioni interne del pianeta.

Nettuno sembra avere un profondo strato di idrogeno elio ed ammoniaca. Al di sotto di questo strato si trova un mantello di ghiaccio, ammoniaca e metano ed un nucleo più denso e molto caldo composto probabilmente di ferro e rocce. Infatti, anche se Nettuno è più piccolo di Urano, è però più denso e questo fatto sembra confermare la presenza di una tale struttura nella sua parte più interna. Il nucleo stesso appare ancora più caldo della superficie del sole raggiungendo una temperatura di oltre 6500 ° C (gradi Celsius).

Per spiegare questo intenso calore interno sono state proposte due teorie:

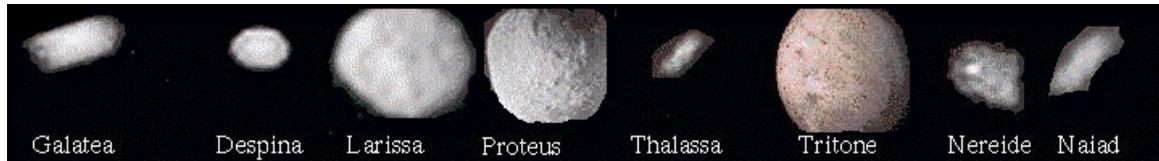
- il calore proviene dalla radioattività naturale prodotta dal decadimento delle rocce interne oppure
- ha origine dalla differenziazione degli elementi più pesanti e dei loro prodotti verso il nucleo così come avviene nell'interno di Saturno.

Struttura interna	Spessore	Temperatura	Pressione
Nettuno	R _{Nettuno}	(Gradi Kelvin)	(bar)
Mantello di ghiaccio, metano...	1.00-0.70	80 ° K	1
Involuppo di Idrogeno molecolare ed Elio	0.70-0.30	$2.5 \cdot 10^3$ ° K	$2 \cdot 10^5$
Nucleo Roccioso	0.30-0.00	$7 \cdot 10^3$ ° K	$6 \cdot 10^6$
Dati	--	--	--
Albedo	0.41	--	--
Magnitudine	7.84	--	--
Accelerazione di gravità all'equatore (m/s ²)	11.00	--	--
Velocità di fuga (km/s)	23.50	--	--

Trasformazione da gradi Kelvin a gradi Celsius e da bar ad atmosfere.

Note : gradi Kelvin = gradi Celsius + 273 ° . : 1 bar = 1.01325 atm.

Immagine composta di alcuni dei satelliti di Nettuno

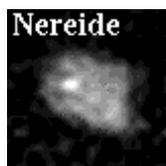


● ***Satelliti di Nettuno***

Prima dell'arrivo del Voyager 2 si conoscevano solo due satelliti di Nettuno: Tritone e Nereide. Il Voyager 2 portò invece alla scoperta di 6 nuove lune delle quali solo una, Proteus, ha un diametro maggiore di Nereide; gli altri cinque satelliti sono tutti molto più piccoli.

● [Tritone](#) ha un diametro che risulta tre quarti di quello della Luna ed è particolarmente interessante per i planetologi. Quasi tutte le informazioni che si hanno su di esso sono il risultato dell'esplorazione effettuata con il Voyager 2. Possiede un'orbita retrograda rispetto alla rotazione di Nettuno ed una attività geologica ancora intensa con eruzioni simili a geysir che lanciano azoto e polvere scura sino ad altezze di 2-8 km nello spazio. Il satellite ha una debole atmosfera alta 800 km e con una pressione di 1/70 di quella terrestre. La sua atmosfera è percorsa da forti venti che trasportano le particelle di polvere su tutto il satellite ed è composta di azoto, metano e tracce di argon e monossido di carbonio. La temperatura al [suolo](#) è la più bassa del Sistema Solare -235°C con una pressione superficiale di 15×10^{-6} atmosfere.

Secondo i planetologi Tritone, a differenza della altre lune di Nettuno, potrebbe essere un corpo estraneo catturato dal pianeta principale.



● [Nereide](#) ha un'orbita inclinata di 29° (gradi) rispetto al piano equatoriale di Nettuno ed anche fortemente allungata (eccentricità =0.75). Come per Tritone si suppone che anche Nereide sia un corpo celeste catturato da Nettuno. Il Voyager 2 è passato ad una distanza di oltre 4.7 milioni di km per cui lo si è potuto osservare nella fase dell'ultimo quarto senza però distinguere alcun particolare della sua superficie.

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV



●[Proteus](#) mostra una superficie fittamente cosparsa di crateri ed è il maggiore dei satelliti scoperti dal Voyager 2. Ha un diametro di 420 km e presenta nell'emisfero sud una depressione con un diametro di 250 km ed una profondità di 15 km.



●[Larissa](#) è molto simile a Proteus.



●[Thalassa](#) ha circa 80 km di diametro ed orbita attorno a Nettuno a 25200 km di distanza ed è di forma irregolare senza segni di modificazioni geologiche.

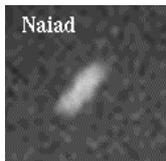


●[Despina](#) dista solo 27700 km da Nettuno e vi orbita attorno in circa 8 ore con un diametro di 150 km.



●[Galatea](#) è situato a 37200 da Nettuno. Ha un diametro di 180 km e risulta di forma irregolare. Rimane anch'esso in orbita attorno al pianeta principale prossimo al piano equatoriale.

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

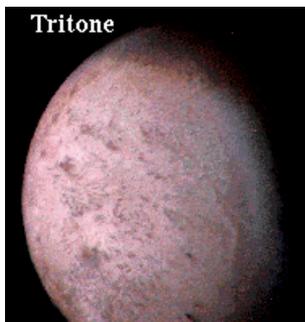


● [Naiad](#). È l'ultimo satellite scoperto in orbita attorno a Nettuno. Ha un diametro di 54 km e di forma irregolare e non presenta segni di modifiche geologiche. Nella sua orbita rimane vicino al piano equatoriale di Nettuno.

● *Tabelle dei satelliti di Nettuno*

Nome	#	Orbite	Distanze (x 1000 km)	Periodo (giorni)	Incli- nazione	Eccen- Tricità	Scopritore (nome)	Data	A.K.A.
Naiad	III	Nettuno	48	0.29	0.00°	0.00	Voyager 2	1989	1989 N 6
Thalassa	IV	Nettuno	50	0.31	4.50°	0.00	Voyager 2	1989	1989 N 5
Despina	V	Nettuno	53	0.33	0.00°	0.00	Voyager 2	1989	1989 N 3
Galatea	VI	Nettuno	62	0.43	0.00°	0.00	Voyager 2	1989	1989 N 4
Larissa	VII	Nettuno	74	0.55	0.00°	0.00	Voyager 2	1989	1989 N 2
Proteus	VII I	Nettuno	118	1.12	0.00°	0.00	Voyager 2	1989	1989 N 1
Triton	I	Nettuno	355	-5.88	157.00°	0.00	Lassell	1846	
Nereid	II	Nettuno	5513	360.13	29.00°	0.75	Kuiper	1949	

Immagine di Tritone



● *Tritone*

Tritone è il corpo più freddo del Sistema Solare, e probabilmente, è geologicamente attivo.

Dal momento che Nettuno, a causa della sua rapida rotazione, è schiacciato ai poli ecco che il suo rigonfiamento equatoriale determina un moto di precessione nella orbita di Tritone. In questo modo il satellite varia periodicamente la propria inclinazione rispetto al piano equatoriale di Nettuno e quindi può mostrare dei cicli stagionali,

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

seppur modesti, analoghi a quelli di Urano.

Al momento dell'arrivo del Voyager 2 si poteva parlare di "estate" di Tritone. Il [polo sud](#) di Tritone mostra zone brillanti di colore rosato dovuto alla mescolanza del bianco dell'azoto ghiacciato con il rosso del metano. Laddove il ghiaccio presente nei pressi del polo si è sciolto si osserva un confine netto tra la zona polare e quelle circostanti. Entro la calotta si notano zone più chiare (ancora ghiacciate) mescolate a zone più scure, probabilmente causate da attività vulcanica o di tipo geysir.

Sulla superficie di Tritone i [crateri](#) sono scarsi. Si suppone che gli effetti dei numerosi impatti (cioè i crateri) prodotti dai meteoriti sulla superficie del satellite siano stati cancellati da processi verificatisi su di esso. Sul terreno libero dai ghiacci si nota un lungo solco che si biforca secondo una struttura ad Y analoga a quelle osservate su Callisto e Ganimede. La struttura a "crepaccio" è dovuta a materiale fuso che è rifluito verso l' esterno, attraverso le fratture della superficie, per poi solidificarsi formando degli argini lungo il "crepaccio".

Si osserva inoltre una [pianura](#) di forma quasi circolare di 200 km di diametro con un bordo di colline alte circa 200 metri che somiglia quasi ad un lago ghiacciato. All' interno si nota un cratere da impatto con un diametro di 13 km ed un dislivello tra il punto più alto e quello più basso di 1 km.

•Immagini di Nettuno

1. [Vista di Nettuno](#) presa dal Telescopio Spaziale, con sovrapposizione di immagini nei filtri blu verde e rosso. Si nota una nube brillante al polo sud vicino al fondo della immagine. L' emisfero nord mostra una banda di nubi brillanti centrata a 30 ° (gradi) di latitudine. La seconda immagine è stata ripresa dopo una rotazione di 180 ° (gradi) di latitudine circa 9 ore dopo. *Cortesia STScI Space Telescope Science Institute.*
2. [Anelli di Nettuno.](#) *Cortesia NASA/JPL.*
3. [Nettuno.](#) *Cortesia NASA/JPL.*
4. [Vista completa di Nettuno](#) presa dal Voyager il 20 agosto del 1980. L' assorbimento della luce rossa da parte del metano nell' atmosfera di Nettuno è quello che conferisce al pianeta il suo caratteristico colore blu. I contrasti sono accentuati in modo da mettere in evidenza le strutture atmosferiche con una risoluzione di qualche centinaio di km. *Cortesia Calvin J. Hamilton e NASA/JPL* Strutture nella atmosfera di Nettuno.

Immagini dell'atmosfera di Nettuno

1. La "[Grande Macchia Scura](#)" appare delimitata da nubi bianche. Probabilmente il sistema temporalesco ruota in senso antiorario. Si notano sistemi di piccole nubi all'interno della nube bianca, probabilmente onde, che non durano più di un periodo di rotazione del pianeta. La struttura si muove verso ovest ad una velocità di 300 metri al secondo cioè quasi 2000 km/h. *Cortesia NASA/JPL.*
2. La "[Piccola Macchia Scura](#)" che si trova a sud della "Grande Macchia Scura" e potrebbe essere una tempesta nella atmosfera di Nettuno simile alla "Grande Macchia Rossa" di

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

Giove. *Cortesia Calvin J. Hamilton.*

3. [Immagine di Nettuno](#) con in primo piano la "Grande Macchia Scura" che ha un diametro circa uguale a quello della Terra. È stata vista dal Voyager 2 il 20 agosto del 1980. *Cortesia Calvin J. Hamilton e NASA.*
4. [Evoluzione temporale](#) della "Grande Macchia Scura" ripresa dalla sonda Voyager 2 con una risoluzione di circa 100 km per pixel. Le immagini sono separate da un intervallo di tempo di 18 ore circa e si notano le variazioni sorprendenti della macchia. La dinamica sembra analoga a quella delle perturbazioni cicloniche che avvengono sulla Terra anche se si sviluppa su scale molto maggiori di quelle terrestri. *Cortesia NASA/JPL.*
5. [Nubi a forma di cirri](#). L'immagine riguarda l'emisfero nord di Nettuno. Le bianche nubi sono larghe da 48 a 160 km e si estendono per migliaia di km. *Cortesia NASA/JPL*
6. [Immagine della zona ad alte latitudini](#) presa dal Telescopio Spaziale il 10 ottobre, 18 ottobre e 2 novembre 1994 quando Nettuno era a 4,5 miliardi di km dalla Terra. L'immagine rivela come la atmosfera di Nettuno sia rapidamente variabile e come cambi anche in pochi giorni. La grande differenza di temperatura (-162 ° gradi Celsius) tra le parti interne ed esterne innesca le instabilità che danno luogo ad ulteriori instabilità su più grande scala. *Cortesia STScI Space Telescope Science Institute.*
7. Si nota l'immagine [di una nube bianca](#) di forma triangolare detta "Scooter" che è situata nell'emisfero sud e che percorre Nettuno ogni 16 ore. Questa struttura, dal momento che è quasi comovente con il pianeta, è praticamente stazionaria nella atmosfera di Nettuno. Al di sopra di queste formazioni si notano delle nubi brillanti, composte di metano ghiacciato. *Cortesia NASA/JPL.*

Note:

- ESA - Agenzia Spaziale Europea.
 - JPL - Jet Propulsion Laboratory.
 - NASA - National Aeronautics and Space Administration.
 - SPL - Science Photo Library .
 - STScI- Space Telescope Science Institute.
 - USGS- United States Geological Service.
-

● **Immagini dei satelliti di Nettuno**

1. [Mosaico dei satelliti](#) di Nettuno. *Cortesia NASA/JPL.*
2. [Despina](#) satellite di Nettuno. *Cortesia NASA/JPL.*
3. [Galatea](#) satellite di Nettuno. *Cortesia NASA/JPL.*
4. [Mappa di Larissa](#). *Cortesia NASA/JPL.*
5. [Larissa](#) . *Cortesia NASA/JPL.*
6. [Naiad](#). *Cortesia NASA/JPL.*
7. [Nereide](#). *Cortesia NASA/JPL.*
8. [Mappa di Proteus](#). *Cortesia Phil Stooke.*
9. [Proteus](#) immagine presa dalla sonda Voyager 2 il 25 agosto 1989. *Cortesia NASA/JPL.*
10. [Thalassa](#). *Cortesia NASA/JPL.*

Immagini di Tritone

1. [Tritone](#) fu l'ultimo incontro del Voyager 2. Una brina di metano ricopre la calotta del polo sud. L'area lontana dal polo è forse costituita da ghiaccio di acqua tale da rendere più uniforme la superficie del satellite. *Cortesia NASA/JPL.*
2. [Crepacci](#) sulla superficie di Tritone. Sono larghi fino a 35 km e sembrano riempiti di ghiaccio "fuso" di recente formazione. La superficie di Tritone è il luogo più freddo del Sistema Solare con una temperatura di -238 ° C (gradi Celsius). *Cortesia NASA/JPL.*
3. [Polo sud di Tritone](#). *Cortesia NASA/JPL.*
4. Immagine ingrandita della [calotta polare di Tritone](#). *Cortesia NASA/JPL.*
5. [Pianure ghiacciate su Tritone](#). Ciò che sembra essere un bacino da impatto riempito di ghiaccio è, più probabilmente, il prodotto di eruzione di "geyser" d'acqua ed ammoniaca. *Cortesia NASA/JPL.*
6. [Dettaglio](#) della immagine della pianura ghiacciata, con "geyser", di Tritone . *Cortesia NASA/JPL.*

Note:

- ESA - Agenzia Spaziale Europea.
- JPL - Jet Propulsion Laboratory.

Iperastro- Il Sistema Solare-Nettuno-Parte XV

- NASA - National Aeronautics and Space Administration.
 - SPL - Science Photo Library .
 - STScI- Space Telescope Science Institute.
 - USGS- United States Geological Service.
-