

# Saturno

Es difícil decir qué es imposible, porque el sueño de ayer es la esperanza de hoy y la realidad de mañana. - Robert Goddard

# ÍNDICE

[INTRODUCCIÓN](#) .....

[LOS ANILLOS DE SATURNO](#)

[LOS SATÉLITES](#)

[Titán](#)

[Japeto](#)

[Febe](#)

[Rea](#)

[Dione](#)

[Tetis](#)

[Mimas](#)

[Hiperión](#)

ANIMACIONES

[La Voyager en Saturno 1](#)

[La Voyager en Saturno 2](#)

[60 Imágenes del Hubble de una tormenta en Saturno](#)

[¿Cómo varía el ángulo de los anillos?](#)

[Rayos en los anillos de Saturno](#)

[Titán](#)

[Jano 1 y Jano 2](#)

[Tetis](#)

[Hiperión](#)

[Encélado](#)



## INTRODUCCIÓN

Empezamos el emocionante viaje a Saturno.

Pero, ¿quién es Saturno?,

“Saturno” o “saturna” es un adjetivo que significa triste y taciturno. Entre los alquimistas representa el plomo y en la heráldica es el color sable.

Saturno entre los astrólogos es un astro de la familia solar y se identifica con la concentración y la retención.

Saturno, dentro del [mundo mitológico romano](#) es un antiquísimo dios itálico, identificado con el dios griego Cronos. Pasaba por haber venido a Italia desde Grecia en época muy remota cuando Júpiter (el Zeus romano) lo destronó y lo precipitó desde lo alto del Olimpo, huyendo a Italia. Enseñó a los hombres el cultivo de la tierra, por eso es el dios de la agricultura. Durante sus fiestas, llamadas saturnales (a finales de diciembre), se suspendían todas las actividades y se postergaban ejecuciones y operaciones militares. Era un periodo de buena voluntad, dedicado a los banquetes y al intercambio de visitas y regalos. Un rasgo peculiar era la libertad que se daba a los esclavos, quienes durante ese tiempo ocupaban el sitio preferencial en la mesa familiar y eran servidos por sus amos.

Entre los hijos de Saturno figuran Juno, diosa del matrimonio; Neptuno, dios del mar; Plutón, dios de los muertos y Ceres, diosa de los cereales. En el arte, se le suele representar con barba, sosteniendo una hoz y una espiga de trigo.

Pero naturalmente, también para los astrónomos el nombre Saturno evoca pensamientos interesantes, belleza y ansia de saber. Veamos como es:

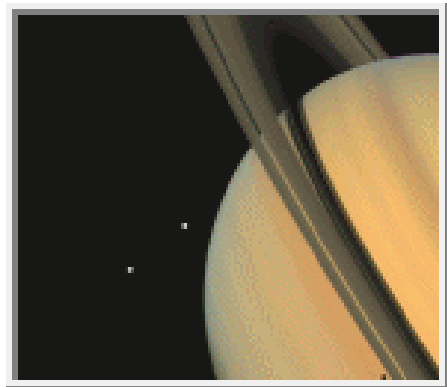


### [El Sistema de Saturno \(imagen\)](#)

Este montaje de imágenes del sistema saturniano fue preparado a partir de un conjunto de imágenes tomadas por la nave Voyager 1 durante su encuentro con Saturno en Noviembre de 1980. Esta visión del artista muestra Dione en el frente, Saturno elevándose detrás, Epimeteo (arriba-izquierda) y Rea justo a la izquierda de los anillos de Saturno. A la derecha y debajo de los anillos de Saturno están Encélalo, Mimas, Tetis y Japeto (abajo-derecha). Titán, cubierto de nubes, está arriba a la derecha.

### [Saturno con Tetis y Dione \(imagen\)](#)

*El 3 de Noviembre de 1980, Saturno y dos de sus lunas Tetis (arriba) y Dione, fueron fotografias por el Voyager 1, desde una distancia de 13 millones de kilómetros (8 millones de millas). Las sombras de los tres brillantes anillos de Saturno y Tetis se proyectan sobre la cubierta de nubes. El extremo del planeta puede observarse fácilmente a través de la División Cassini, con un ancho de 3,500 kilómetros (2,170 millas), que separa el anillo A del anillo B. La vista a través de la división Encke, mucho más estrecha, cerca del borde exterior del anillo A es menos clara. Más allá de la División Encke (a la izquierda) está el más tenue de los tres anillos de Saturno, el anillo C o anillo venda, apenas visible contra el planeta.*





### Última Vista de Saturno (imagen)

Dos días antes del encuentro con Saturno, la nave Voyager 1 miró atrás hacia el planeta desde una distancia de más de 5 millones de kilómetros (3 millones de millas). Esta vista de saturno nunca había sido contemplada antes desde ninguno de los telescopios situados en la superficie terrestre, ya que la Tierra está tan cerca del Sol que sólo la cara iluminada de Saturno es visible.

Saturno, con una masa y un volumen 95 y 700 veces superiores a los de la Tierra respectivamente, es el sexto planeta desde el Sol y el segundo más grande del Sistema Solar a casi el doble de distancia del Sol que Júpiter. A simple vista se le ve como una estrella brillante de tonalidad amarilla, casi gris (por eso se le asigna como elemento el plomo, de hecho se le llama saturnismo a la intoxicación por este metal). Se mueve por el cielo muy lentamente, y sólo al cabo de 29,5 años, lo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol, volvemos a verle en la misma posición respecto a las estrellas del fondo. Los hindúes le llamaban el dios que se mueve lentamente.

Gran parte de lo que sabemos sobre este planeta es debido a las exploraciones Voyager en 1980-81. ¿Cómo lo vieron las sondas?

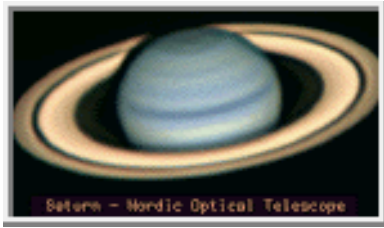
### La Voyager en Saturno 1

Saturno está claramente achatado en los polos, como resultado de la rápida rotación del planeta alrededor de su eje. Su día dura 10 horas, 39 minutos. La atmósfera está básicamente compuesta por hidrógeno con pequeñas cantidades de helio y metano. Saturno es el único planeta cuya densidad es inferior a la del agua (aproximadamente un 30% menos). Si fuese posible encontrar un océano lo suficientemente grande, Saturno flotaría en él. El color amarillo del nuboso Saturno está marcado por anchas bandas atmosféricas similares, pero más tenues, que las encontradas en Júpiter.

Aproximadamente el 97% de las moléculas atmosféricas son hidrógeno y el 3% helio. La menor concentración de helio en la atmósfera, en comparación con Júpiter y con la composición original de la nebulosa solar, tiene que ver probablemente con el mecanismo interno de generación de calor, alimentado por el descenso hacia el centro de este gas. Este planeta, al igual que Júpiter, emite más

energía de la que consigue absorber de los tenues rayos del Sol que le alcanzan (en el caso de Saturno es 2,5 veces más). Para Júpiter, el calor irradiado podría ser todavía el acumulado durante la formación y la acreción de la nebulosa solar, esta explicación difícilmente puede aplicarse a un planeta de las dimensiones de Saturno, que debería haber perdido todo el calor primordial desde hace por lo menos dos mil millones de años. Una posibilidad alternativa plausible ha sido la propuesta por E. E. Salpeter y O. J. Stevenson, y es que en las condiciones reinantes en Saturno, el hidrógeno y el helio son sólo parcialmente solubles el uno en el otro. Por lo tanto, algunas gotas de helio se separarán del hidrógeno, elemento más ligero, para precipitarse hacia las profundidades. Esta separación fraccionaria del helio y el hidrógeno, iniciada precisamente hace unos dos mil millones de años, liberaría energía potencial gravitatoria, la cual en definitiva se convertiría en calor. Este fenómeno, en caso de verificarse, no sólo puede explicar la emisión de energía del propio Saturno, sino las mediciones del Voyager que revelaron una proporción de helio muy inferior a la prevista en la atmósfera del planeta.

El color amarillo del nuboso Saturno está marcado por anchas bandas atmosféricas similares, pero más tenues, que las encontradas en Júpiter. Esto se debe a que la atmósfera contiene también metano, amoníaco y vapor de agua. La disociación del metano causada por la radiación ultravioleta del Sol determina la formación de hidrocarburos, lo cual a su vez puede explicar la neblina observada a altitudes comprendidas entre 100 y 150 km. sobre el nivel de la atmósfera que distorsiona la luz que llega de las nubes. Mucho más abajo, el amoníaco, el hidrosulfuro de amonio y el agua se condensan en cristales de hielo, formando tres estratos distintos de nubes. Pero a causa de la gravedad de Saturno, inferior a la de Júpiter, los tres estratos de nubes se distribuyen en un intervalo de altitudes de 300 km., en lugar de los 75 km. registrados en Júpiter. Además, a causa de las temperaturas más bajas, las nubes se condensan a altitudes inferiores. Esto explica el aspecto más esfumado y menos contrastado de las nubes de Saturno: sencillamente, el espesor de aire que la luz debe atravesar es mucho mayor.



### **Telescopio Óptico Nórdico**

*Esta imagen de Saturno fue tomada por el Telescopio Óptico Nórdico de 2.6 metros, situado en La Palma, Islas Canarias.*

La variación de la temperatura con la altitud se ha determinado midiendo la refracción de las ondas de radio transmitidas por el Pioneer 11 y los Voyager 1 y 2 cuando fueron ocultados por el planeta, y observando la emisión de Saturno a diversas longitudes de onda procedentes de los diferentes estratos de la atmósfera. A presiones inferiores a 1/10 de atmósfera, la temperatura aumenta con la altitud a causa de la radiación solar absorbida por el metano y la debida a los hidrocarburos. A cotas más bajas, el régimen térmico se invierte y la temperatura aumenta cuanto menor es la altitud. Por debajo del nivel correspondiente a una presión de 0,4 atmósferas, el calor es transportado hacia arriba por corrientes convectivas, para luego ser irradiado hacia el espacio en forma de radiación infrarroja.

Pese a las apariencias, la atmósfera de Saturno es sumamente agitada. Siguiendo el movimiento de las nubes más altas ha sido posible medir la intensidad de los vientos. La circulación atmosférica es predominantemente zonal; se dispone a lo largo de los paralelos y determina que Saturno presente una secuencia alternada de bandas más claras y más oscuras. La mayoría de las corrientes se dirigen hacia el este, y en la franja ecuatorial alcanzan velocidades de casi 1800Km/h, iguales a un tercio de la velocidad del sonido en la atmósfera del planeta. En cambio las corrientes en sentido opuesto no superan los 90 km./h. Las velocidades decrecen a latitudes superiores, pero es preciso llegar a los 25° para encontrar valores comparables a los de Júpiter (540km/h). A latitudes por encima de los 35 grados, los vientos alternan su dirección de este a oeste según aumenta la latitud.

En Saturno también se han observado varias formaciones similares a ciclones, de color pardo o claro, aunque ninguna comparable a la Gran Mancha Roja de



Júpiter. Se trata de óvalos de no más de 1200 km., de duración relativamente breve y presentes solamente en latitudes altas.

Aunque el eje de rotación de Saturno presenta una inclinación de casi 27° con respecto al plano orbital, la atmósfera no presenta grandes variaciones latitudinales ni estacionales de temperatura. Probablemente, el transporte por convección del calor es tan eficiente que compensa rápidamente las diferencias de iluminación entre el ecuador y los polos.

Como en el caso de los otros gigantes gaseosos, tampoco en Saturno existe una separación neta entre atmósfera y superficie; por el contrario, la mezcla de hidrógeno y helio predominante en composición del planeta pasa gradualmente del estado gaseoso al estado líquido, a medida que las fuerzas de atracción entre las moléculas se vuelven más importantes. Sólo hacia la mitad del radio se produce una transición de fase propiamente dicha, cuando la temperatura de 8000°C y la presión de 2 millones de atmósferas transforman el hidrógeno molecular en hidrógeno metálico líquido. A mayor profundidad todavía, se encuentra un núcleo rocoso que contiene el 26% de la masa total; de ahí podría derivar el pronunciado achatamiento de los polos, que tiene una concentración central de materia mucho más pronunciada que la de Júpiter, cuyo núcleo rocoso representa apenas el 4% del total.



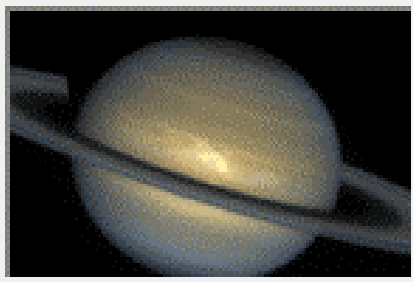
#### [Saturno con Rea y Dione \(imagen\)](#)

*La nave de la NASA Voyager 2 tomó esta fotografía de Saturno el 21 de Julio de 1981, cuando la nave estaba a 33.9 millones de kilómetros (21 millones de millas) del planeta. Son visibles dos formaciones nubosas, presumiblemente con-*

vectivas, en la mitad del hemisferio norte y también varias formaciones oscuras como rayos en el gran anillo B (a la izquierda del planeta). Las lunas, Rea y Dione, aparecen como puntos azules al sur y sureste de Saturno, respectivamente. La nave Voyager 2 alcanzó su punto de máxima aproximación a Saturno el 25 de Agosto de 1981.

<b>¿Cómo es SATURNO?</b>	
<b>Masa (kg.)</b>	5.688e+26
<b>Masa (Tierra = 1)</b>	9.5181e+01
<b>Radio ecuatorial (km.)</b>	60,268
<b>Radio ecuatorial (Tierra = 1)</b>	9.4494e+00
<b>Densidad media (gm/cm<sup>3</sup>)</b>	0.69
<b>Distancia media desde el Sol (km.)</b>	1,429,400,000
<b>Distancia media desde el Sol (Tierra = 1)</b>	9.5388
<b>Período rotacional (horas)</b>	10.233
<b>Período orbital (años)</b>	29.458
<b>Velocidad orbital media (km./seg.)</b>	9.67
<b>Excentricidad orbital</b>	0.0560
<b>Inclinación del eje (grados)</b>	25.33
<b>Inclinación orbital (grados)</b>	2.488
<b>Gravedad superficial en el ecuador (m/seg<sup>2</sup>)</b>	9.05
<b>Velocidad de escape en el ecuador (km./seg.)</b>	35.49

<b>Albero geométrico visual</b>	0.47
<b>Magnitud (Vo)</b>	0.67
<b>Temperatura media de las nubes</b>	-125°C
<b>Presión atmosférica (bares)</b>	1.4
<b>Composición atmosférica (en número)</b>	
<b>Hidrógeno</b>	97%
<b>Helio</b>	3%
<b>Metano</b>	0,2%
<b>Amoniaco</b>	0,03%

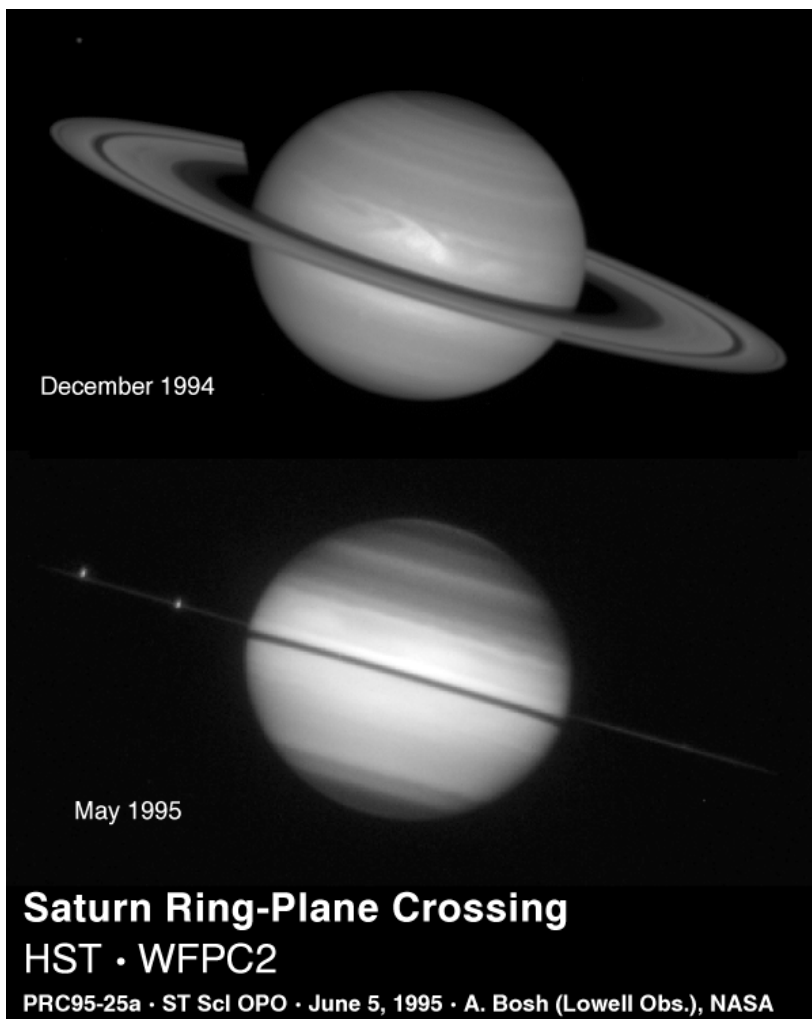


#### [Tormenta en Saturno \(imagen\)](#)

*Esta imagen, tomada por el Telescopio Espacial Hubble, muestra una rara tormenta que aparece como una mancha blanca en forma de cabeza de flecha cerca del ecuador del planeta. La tormenta está generada por la ascensión de aire caliente, similar a las formaciones de cúmulos que preceden a las tormentas terrestres. La extensión este-oeste de esta tormenta es igual que el diámetro de la Tierra (unos 12,700 kilómetros o 7,900 millas). Las imágenes del Hubble son suficientemente claras para revelar que los vientos predominantes en Saturno forman una "cuña" oscura que penetra por el oeste (izquierda) en la brillante nube central. Los vientos más fuertes del planeta avanzan hacia el este a una velocidad de 1,600 kilómetros (1,000 millas) por hora, según las imágenes tomadas por la nave Voyager en 1980-81, y están a la misma latitud que la cuña.*

*Hacia el norte de esta mancha en forma de cabeza de flecha, los vientos disminuyen de tal forma que el centro de la tormenta se está moviendo hacia el este respecto al flujo local. Las nubes que se extienden hacia el norte de la tor-*

*menta son barridas hacia el oeste por los vientos situados a latitudes mayores. Los fuertes vientos cercanos a la latitud de la cuña oscura soplan sobre la parte septentrional de la tormenta, creando una perturbación secundaria que da lugar a la aparición de nubes hacia el este (derecha) de la tormenta. Las nubes blancas de la tormenta están formadas por cristales de amoníaco congelado que se forman cuando un flujo ascendente de gases más calientes se abre paso a través de la gélida cubierta de nubes.*



## **ANILLOS**

### **Los Anillos de Saturno**

*Es uno de los ejemplos más dramáticos de la naturaleza de los que “ahora lo ves, ahora no lo ves”. En la superior, to-*

*mada por el Hubble el 1 de diciembre de 1994 se ven los anillos en su configuración más usual. En la imagen inferior tenemos que el Hubble tomó el 22 de mayo de 1995 una imagen con el sistema de anillos casi invisible. Esto sucede aproximadamente cada 15 años, cuando la Tierra pasa a través del plano de los anillos de Saturno. También se pueden observar, de izquierda a derecha, Tetis y Dione. Este tipo de observaciones sirven para determinar la anchura de los anillos y para buscar satélites que puedan estar aún por descubrir Titán, como anillos que giraban alrededor del planeta. Los anillos no desaparecen completamente ya que el borde de los anillos refleja la luz solar. Las bandas oscuras que atraviesan por la mitad a Saturno son las sombras que los anillos proyectan sobre el planeta (el sol está unos 3 grados por encima del plano de los anillos). La banda brillante que está directamente encima de la sombra de los anillos es debida a la luz solar reflejada por los anillos sobre la atmósfera de Saturno. Dos de las lunas heladas de Saturno son visibles como diminutos objetos parecidos a estrellas en el plano de los anillos o cerca de él.*

### ¿Cómo varía el ángulo de los anillos?

El sistema de anillos de Saturno hace de él uno de los objetos más bonitos del sistema solar. Como el eje de rotación está inclinado  $27^\circ$ , la elipse que forman sus anillos se ve a veces bastante de frente (en el 2003 se verán con el mayor ancho posible, y a veces desaparece de nuestra visión al ponerse de canto (la última vez en el 1995). Galileo, el primero que los vio con su primitivo telescopio, pensó que dos planetas flanqueaban a Saturno a izquierda y derecha. Más tarde se creyó ver un planeta con dos asa, o incluso un huso con dos agujeros. Fue el astrónomo holandés Christiaan Huygens, en 1656, quien los identificó, un año después de

Huygens pensaba en un anillo en todo el sentido de la palabra, un objeto sólido y grueso como el que podemos llevar en un dedo. En realidad, Huygens había observado a través del telescopio la sombra que el anillo proyecta sobre el disco

del planeta; pero como esta sombra, contemplada desde la Tierra, aparece como una fina franja oscura adyacente al anillo luminoso, el astrónomo la interpretó erróneamente como el borde externo oscuro (por ser incapaz de reflejar la luz solar en nuestra dirección) de un anillo sólido caracterizado por un gran espesor tridimensional. La teoría del anillo de Huygens suscitó controversias en los medios eclesiásticos, entre otras cosas por el rechazo de los sabios de la Inquisición romana –que sólo treinta años antes habían procesado a Galileo- a aceptar las ideas de un hereje copernicano como el holandés. Por este motivo, el príncipe Leopoldo de Médicis, hermano del archiduque de Toscana y mecenas de la ciencia, a quien Huygens había dedicado su obra sobre Saturno, decidió encargarse el estudio del problema a los miembros de la academia que acababa de fundar. Los académicos se dispusieron a construir modelos mecánicos del planeta, rodeado de varios grandes satélites (como preferían los aristotélicos) o del anillo de Huygens, para verificar si efectivamente, observándolos desde diferentes ángulos, los modelos eran capaces de reproducir el cambiante aspecto de Saturno a través del telescopio.

El experimento se llevó a cabo y los resultados fueron muy alentadores para Huygens, ya que su modelo resultó ser superior a todos los propuestos hasta entonces. Sin embargo, el modelo del holandés suscitó algunas críticas entre los académicos, porque el borde externo de un anillo espeso, al ser oscuro, resultaba siempre visible al ser observado de perfil. Los académicos llegaron a la conclusión de que el anillo de Huygens debía de ser extremadamente fino y liso; pero, ¿cómo podía entonces ser sólido y no estar sujeto a deformaciones o fracturas?. La respuesta – un anillo constituido por “pequeñísimas estrellas de hielo”- fue sugerida por uno de los académicos, pero a causa, entre otras cosas, de la obstinada fe en la solidez del anillo por parte de Huygens (y, más de un siglo después, de William Herschel) determinó que el concepto erróneo se mantuviera hasta **MEDIADOS DEL SIGLO XIX**. Posteriormente Cassini describió la división que lleva su nombre. En el siglo XIX Encke descubrió otra división más fina, la llamada división de Encke.

[La Voyager en Saturno 1](#)

La sonda Voyager nos ha mostrado que realmente hay una multitud de anillos finos, que orbitan cada uno a una velocidad distinta: más rápidos los interiores y más lentos los exteriores. Están formados por partículas de hielo o de rocas que miden desde milímetros a pocos metros, separados entre sí también sólo algunos metros. La banda que forman los anillos tiene una anchura de 70000Km. El espesor no pasa sin embargo de 20Km. Para hacernos una idea, si suponemos que los anillos son del espesor de una hoja de papel, su anchura sería como de Madrid a Alemania.

Pero el problema del espesor real de los anillos no se desveló hasta el encuentro de las sondas Voyager con el planeta. El método de la observación minuciosa de los anillos durante los breves periodos (cada quince años, aproximadamente) en que éstos se muestran de perfil con respecto a nuestra línea visual sólo había permitido determinar que el espesor no podía superar un valor máximo de varios kilómetros. Desde el punto de vista teórico, se había comprendido que se forma un anillo (o disco) muy aplanado cuando las partículas constituyentes están sometidas a colisiones recíprocas que disipan energía; de hecho, si una partícula adquiriese una inclinación considerable, debería atravesar en sentido vertical, por dos veces en cada revolución, el resto del anillo, y las inevitables colisiones acabarían por anular la componente “anómala” de la velocidad. Las observaciones de las sondas han permitido obtener un valor el orden de unos 100m.

Además han revelado que la geometría de los anillos no es exactamente plana, porque el campo gravitatorio del Sol y de los satélites de Saturno produce un ligero efecto de distorsión. Por este motivo, observados desde la Tierra en los momentos en que se muestran de perfil, los anillos parecen tener un espesor vertical de varios kilómetros. Sin embargo, como ahora sabemos, esta observación es un resultado de la geometría no perfectamente plana del sistema y no de su espesor real, tal como lo mediría un explorador que se desplazara a través de los

anillos. Los anillos están descompuestos en un número de partes diferentes: los anillos brillantes A y B y un anillo C más tenue.

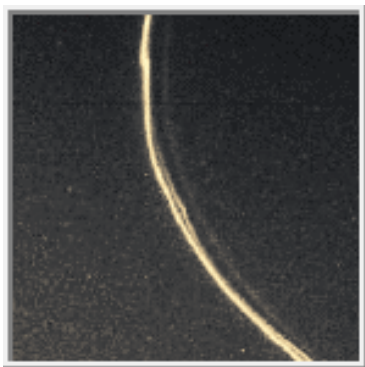
¿Y cómo son esos anillos?



### Estructura de los Satélites y Plano de los Anillos de Saturno (imagen)

Esta imagen muestra los satélites de Saturno aproximadamente a escala, así como la estructura de los anillos del planeta.

El sistema de anillos tiene varias aberturas. La principal de estas aberturas es la División Cassini, que separa los anillos A y B. Giovanni Cassini descubrió esta división en 1675. La División Encke, que parte al anillo A, recibe su nombre de Johann Encke, quien la descubrió en 1837. Las sondas espaciales han demostrado que los anillos principales están realmente constituidos por un gran número de anillos más estrechos. El origen de los anillos es dudoso. Se cree que los anillos podrían haberse formado a partir de las grandes lunas que sufrieron fuertes impactos de cometas y meteoroides. La composición de los anillos no se conoce con seguridad, pero los anillos sí contienen una cantidad significativa de agua. Podrían estar compuestos por icebergs o bolas de nieve cuyo tamaño varía entre pocos centímetros y varios metros.



### **El Anillo F de Saturno**

*El anillo más externo de Saturno, el anillo F, es una compleja estructura compuesta por dos brillantes anillos estrechos y trenzados, cuyos "nudos" son visibles en esta imagen. Los investigadores especulan que los nudos podrían ser racimos de material del anillo o lunas muy pequeñas. El anillo F fue fotografiado desde una distancia de 750,000 kilómetros (470,000 millas).*

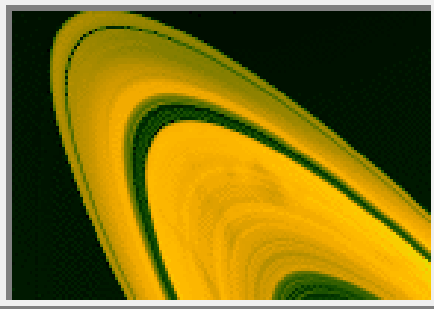
La mayor parte de la elaborada estructura de algunos de los anillos es debida a los efectos gravitacionales de los satélites cercanos. Este fenómeno está demostrado por las relaciones entre el anillo F y dos pequeñas lunas que acompañan al material del anillo. También se han identificado en el anillo A auténticas “ondas



de distorsión” u “olas”, en las proximidades de las distancias al centro del planeta que corresponden a las relaciones de resonancia orbital con el satélite Mimas (cuya órbita presenta una ligera inclinación con respecto a los anillos). Así pues, la resonancia parece ser capaz de perturbar el movimiento colectivo de las partículas de los anillos, produciendo pequeñas inclinaciones que se propagan sobre cierta distancia, antes de ser amortiguadas por las colisiones.

Las naves Voyager también detectaron unas trazas radiales en forma de rayos en el ancho anillo B. Se cree que estas trazas están compuestas por finas partículas del tamaño del polvo. Se observó como los rayos se formaban y desaparecían entre las diferentes tomas realizadas por las naves. Aunque la carga electrostática podría crear rayos mediante la levitación de partículas de polvo por encima del anillo, la causa exacta de la formación de estos rayos no se conoce muy bien.

### Rayos en los anillos de Saturno

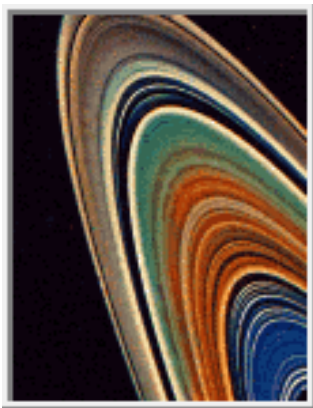


#### **Anillos de Saturno**

*Esta imagen en color mejorado muestra las manchas oscuras en forma de rayos que aparecen en los anillos. Estos rayos parecen formarse muy rápidamente con bordes marcados y luego desaparecen.*

*El anillo A aparece como la banda más externa pero en esta imagen aparece como dos bandas divididas por la División Encke. La División de Cassini separa el anillo A del B.*

#### **Imagen en Falso Color de los Anillos de Saturno**



*En esta imagen del Voyager 2 las posibles variaciones en la composición química de una parte a otra de los anillos de Saturno se aprecian como sutiles variaciones de color que pueden ser identificadas mediante técnicas de procesamiento de imágenes especiales. Esta vista en color tan mejorada fue creada a partir de las imágenes obtenidas con los filtros claro,*

*naranja y ultravioleta el 17 de Agosto de 1981 desde una distancia de 8.9 millones de kilómetros (5.5 millones de millas). Aparte del color azul del anillo C que ya se conocía y la División Cassini, esta imagen muestra algunas diferencias adicionales de color entre el anillo interno B y la región exterior (donde se forman los rayos) y entre estas y el anillo A.*

## **RESUMEN DE LOS ANILLOS DE SATURNO**

El siguiente es un resumen de los Anillos de Saturno:

<b>Nombre</b>	<b>Distancia*</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espesor</b>	<b>Masa</b>	<b>Albedo</b>
<b>D</b>	67.000 km.	7.500 km.	?	?	?
<b>C</b>	74.500 km.	17.500 km.	?	$1.1 \times 10^{18}$ kg.	0,25
<b>Div Maxwell</b>	87.500 km.	270 km.			
<b>B</b>	92.000 km.	25.500 km.	0,1-1 km.	$2,8 \times 10^{19}$ kg.	0,65
<b>Div Cassini</b>	117.500 km.	4.700 km.	?	$5,7 \times 10^{17}$ kg.	0,30
<b>A</b>	122.200 km.	14.600 km.	0,1-1 km.	$6,2 \times 10^{18}$ kg.	0,60
<b>Div Encke</b>	133.570 km.	325 km.			
<b>Div Keeler</b>	136.530 km.	35 km.			
<b>F</b>	140.210 km.	30-500 km.	?	?	?
<b>G</b>	165.800 km.	8.000 km.	100-1000 km.	$6,23 \times 10^6$ kg.	?
<b>E</b>	180.000 km.	300.000 km.	1.000 km.	?	?

\*La distancia está medida desde el centro del planeta al principio del anillo.

## LOS SATÉLITES DE SATURNO

Saturno tiene oficialmente 18 satélites reconocidos y nombrados. Además, existen otros satélites sin confirmar. Uno cercano a la órbita de Dione, otro está situado entre Dione y Rea. Estos satélites sin confirmar fueron encontrados en las fotografías realizadas por el Voyager, pero no pudieron confirmarse con otro avistamiento. Recientemente, el Telescopio Espacial Hubble tomó imágenes de cuatro objetos que podrían ser nuevas Lunas.

Se pueden hacer pocas generalizaciones sobre los satélites de Saturno. Sólo Titán tiene una atmósfera apreciable. La mayoría de los satélites tienen una rotación síncrona. Las excepciones son Hiperión, que tiene una órbita caótica, y Febe. Saturno tiene un sistema regular de satélites. Es decir, los satélites tienen órbitas casi circulares y están situados en el plano ecuatorial. Las dos excepciones son Japeto y Febe. Todos los satélites tienen una densidad  $< 2 \text{ gm/cm}^3$ . Esto indica que están compuestos por un 30% o 40% de roca y un 60% o 70% de agua congelada. La mayor parte de los satélites reflejan de un 60 a un 90% de la luz que incide sobre ellos. Los cuatro satélites más externos reflejan menos que esto y Febe refleja sólo el 2% de la luz que llega hasta él.

La siguiente tabla resume el radio, masa, distancia desde el centro del planeta, descubridor y la fecha del descubrimiento de cada uno de los satélites confirmados de Saturno:

<b>Luna</b>	<b>#</b>	<b>Radio (km)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Descubridor</b>	<b>Fecha</b>
-------------	----------	-----------------------	----------------------	---------------------------	--------------------	--------------

<b>Pan</b>	XVII I	9.655	?	133,583	M. Showalter	1990
<b>Atlas</b>	XV	20x15	?	137,640	R. Terrile	1980
<b>Prometeo</b>	XVI	72.5x42.5x32.5	2.7e+17	139,350	S. Collins	1980
<b>Pandora</b>	XVII	57x42x31	2.2e+17	141,700	S. Collins	1980
<b>Epimeteo</b>	XI	72x54x49	5.6e+17	151,422	R. Walker	1966
<b>Jano</b>	X	98x96x75	2.01e+18	151,472	A. Dollfus	1966
<b>Mimas</b>	I	196	3.80e+19	185,520	W. Herschel	1789
<b>Encélado</b>	II	250	8.40e+19	238,020	W. Herschel	1789
<b>Tetis</b>	III	530	7.55e+20	294,660	G. Cassini	1684
<b>Telesto</b>	XIII	17x14x13	?	294,660	B. Smith	1980
<b>Calipso</b>	XIV	17x11x11	?	294,660	B. Smith	1980
<b>Dione</b>	IV	560	1.05e+21	377,400	G. Cassini	1684
<b>Helena</b>	XII	18x16x15	?	377,400	Laques-Leca- cheux	1980
<b>Rea</b>	V	765	2.49e+21	527,040	G. Cassini	1672
<b>Titán</b>	VI	2,575	1.35e+23	1,221,850	C. Huygens	1655
<b>Hiperión</b>	VII	205x130x110	1.77e+19	1,481,000	W. Bond	1848
<b>Japeto</b>	VIII	730	1.88e+21	3,561,300	G. Cassini	1671
<b>Febe</b>	IX	110	4.0e+18	12,952,000	W. Pickering	1898

Empecemos por el gran Titán:



[Titán](#) (imagen)

*Las capas opacas de nubes impidieron que la nave Voyager II pudiese observar la superficie de Titán durante su aproximación a esta luna en 1980. Las nubes situadas sobre el hemisferio sur tienen un color más claro que las del hemisferio norte. Existe una capa oscura sobre el polo norte*

## **Titán**

Si nos vamos a la mitología encontramos:

Como Titanes se conocen a seis de los hijos varones de Urano y Gea (el Cielo y la Tierra respectivamente). Pertenecen a la primera generación divina y el más joven de ellos es Crono, del que saldrá la generación de los Olímpicos (a la que pertenece Zeus). Tienen seis hermanas, las Titánides, con las que se unieron para engendrar toda una serie de divinidades secundarias.

Después de la mutilación de Urano por Crono, los Titanes, que habían sido expulsados del cielo por su padre, se hicieron con el poder. Más tarde Zeus, hijo menor de Crono, le destronará; esta lucha, que dio el poder a los Olímpicos, es conocida con el nombre de Titanomaquia y relatada con todo detalle por Hesíodo en la Teogonía. En esta lucha fueron aliados de Zeus no sólo los Olímpicos –Atenea, Apolo, Hera, Posidón, Plutón, etc.-, sino también los Hecatonquiros, que habían tenido que sufrir bajo los Titanes

Desde el punto de vista de la física hallamos de Titán:

Con más de 5000 km. de diámetro y una masa casi dos veces mayor que la de nuestra Luna, es el mayor satélite de Saturno y la segunda más grande del sistema solar, sólo comparable a Ganímedes, una de las lunas de Júpiter. Pero la característica más interesante de Titán es su densa atmósfera, en la que las bajas temperaturas que se registran no impiden el desarrollo de complejos procesos tanto químicos como meteorológicos.

Las observaciones y discusiones teóricas que sugerían la existencia de una atmósfera en Titán se remontan a principios del siglo XX; pero sólo en 1944 G. K. Kuiper identificó espectroscópicamente de forma inequívoca la presencia en Titán de metano gaseoso. Antes de las exploraciones espaciales, se propusieron muchos y muy diferentes modelos teóricos para explicar las observaciones. Las estimaciones de la presión superficial variaban entre 20 milibares y 20 bares (1 bar es la presión superficial media de la atmósfera terrestre, mientras que para la temperatura al nivel del suelo se proponían valores entre  $-200$  y  $-70^{\circ}\text{C}$ ). Los científicos también creían que se podría encontrar mares líquidos o lagunas de metano o etano; el agua estaría congelada a la fría temperatura de la superficie de Titán.

En 1979, las observaciones de la sonda Pioneer 11 revelaron que la temperatura superficial debía de estar próxima al límite inferior de los valores propuestos; las pocas imágenes captadas mostraban una capa uniforme de nubes opacas, desprovistas de estructuras reconocibles. Sin embargo, al cabo de apenas un año, en noviembre de 1980, la sonda Voyager 1, bastante más avanzada, pasó muy cerca de Titán (a una distancia mínima de tan sólo 6500 km. de su centro); además, durante la fase de aproximación, la sonda pasó detrás del satélite, produciendo así un eclipse artificial de una decena de minutos de duración de las señales de radio enviadas a la Tierra. El experimento, basado en el estudio de la variación de las señales transmitidas en ese lapso de tiempo, tenía por objeto determinar los perfiles de densidad y temperatura de la atmósfera, además de medir el diámetro del cuerpo sólido del satélite.

De hecho, la experiencia de radioocultación permitió establecer el valor de 5140 km. para el diámetro y el análisis de las desviaciones de la trayectoria del Voyager por obra del campo gravitatorio de Titán hizo posible una determinación bastante precisa de la masa del satélite.

Aunque Titán está clasificado como una luna, es mayor que los planetas Plutón y Mercurio. Tiene una atmósfera planetaria que es más densa que las de Mercurio, Tierra, Marte y Plutón. La presión atmosférica es de unos 1,6 bares, un 60% mayor que la de la Tierra. El aire de Titán está compuesto principalmente por nitrógeno con otros hidrocarburos que dan a Titán su característico tono naranja. Estos hidrocarburos son los bloques que constituyen los aminoácidos necesarios para la formación de la vida. Los científicos creen que el medio ambiente de Titán es similar al que la Tierra presentaba antes de que la vida empezase a poner oxígeno en la atmósfera.



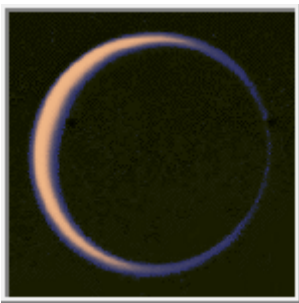
### **Vista del Creyente de Titán**

*La nave espacial Voyager 1 tomó esta vista del creyente de Titán el 13 de Noviembre de 1980. La opaca niebla de color anaranjado, cuya composición se piensa que es de hidrocarburos producidos fotoquímicamente, impidió a la nave ver la superficie de Titán.*

La temperatura de la superficie de Titán parece ser de unos  $-178^{\circ}\text{C}$  ( $-289^{\circ}\text{F}$ ). El metano parece estar por debajo de su presión de saturación cerca de la superficie de Titán; no existen probablemente ríos ni lagos de metano, a pesar de la llamativa analogía con el agua de la Tierra. Por otro lado, los científicos creen que existen lagos de etano que contienen metano disuelto. El metano de Titán, debido a procesos fotoquímicos continuos, se convierte en etano, acetileno, etileno y (cuando se

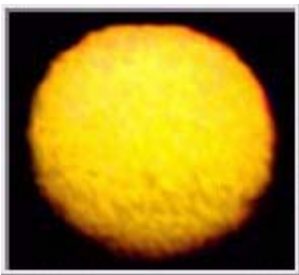
combina con nitrógeno) en cianuro de hidrógeno. Este último es compuesto importante ya que es uno de los bloques constructivos de los aminoácidos.

Las naves Voyager no fueron capaces de penetrar las gruesas capas de nubes pero revelaron que Titán es uno de los lugares más interesantes del sistema solar. ¿Qué paisaje se oculta debajo de las nubes? ¿Qué misterios se esconden detrás de estas cortinas naranjas? Estas preguntas deben esperar hasta que se lancen en el futuro nuevas naves que visiten esta luna tan poco habitual. El 15 de Octubre de 1997 se lanzó al espacio la nave Cassini para encontrarse con Saturno en Junio del 2004. Posteriormente ese año, lanzará la sonda europea Huygens para atravesar la atmósfera de Titán. La nave Cassini realizará más de 30 encuentros con Titán, construyendo un mapa de la superficie de esta luna con un radar de apertura sintético similar al que la nave Magallanes empleó para construir el mapa de Venus.



#### **Titán Desde Atrás**

*Esta vista de Titán fue tomada desde su parte posterior mirando casi directamente al Sol. La atmósfera de Titán compuesta por nitrógeno rico en hidrocarburos difracta la luz solar hacia delante sobre el limbo a lo largo de todo el disco. La superficie de Titán está oscurecida por una profunda capa de nubes. Los únicos rasgos visibles son la cubierta oscura del polo norte y las diferencias de brillo y color en los hemisferios norte y sur.*

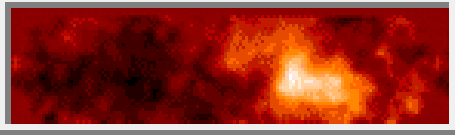


#### **Imagen de Titán desde Pioneer 11**

*Esta imagen de Titán fue tomada por la nave espacial Pioneer 11 el 3 de Septiembre de 1979 desde una distancia de 3.6 millones de kilómetros. Se construyó a partir de los canales rojo y azul de la imagen G-14. La calidad es limitada debido a la limitada calidad del sistema óptico del Pioneer así como las pobres telecomunicaciones que existían en la época del encuentro. Esta es la primera*

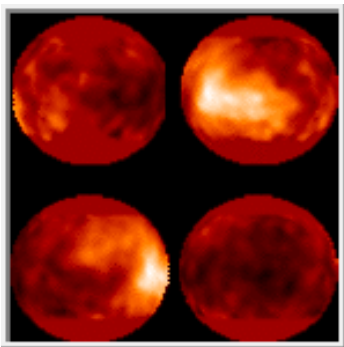


*imagen de Titán que muestra claramente que uno de los hemisferios es más brillante que el otro.*



### **Mapa Mercator de Titán**

*Por primera vez los científicos han obtenido imágenes de la superficie de Titán. Han mapeado rasgos claros y oscuros a lo largo de la superficie del satélite durante casi una rotación completa de 16 días. Una de las principales áreas brillantes que descubrieron es una porción de la superficie de 2,500 millas de longitud, aproximadamente del tamaño del continente australiano. Esta vista de Titán es una proyección Mercator con una latitud que varía desde los 40° sur hasta los 50° norte y una longitud que va desde los 0° hasta los 360° (la longitud Este crece hacia la derecha). Esta imagen fue construida a partir de las imágenes tomadas por el Telescopio Espacial Hubble durante 14 sesiones de observación entre el 4 y 18 de Octubre de 1994. Se utilizó la cámara planetaria de campo ancho 2 en longitudes de onda próximas al infrarrojo cercano (entre .85 y 1.05 micrones). La cubierta de Titán es suficientemente transparente en esta longitud de onda para permitir la realización de un mapa de la superficie de acuerdo con su reflectividad.*



### **Cuatro Vistas de Titán**

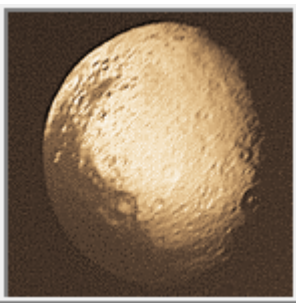
*Esta imagen muestra cuatro vistas de Titán obtenidas mediante la proyección del mapa Mercator sobre una esfera según cuatro orientaciones diferentes.*

**Titán(ANIMACIÓN)**

### **Titán en Números**

<b>Descubierto por</b>	Christian Huygens
<b>Fecha de descubrimiento</b>	1655
<b>Masa (kg)</b>	1.35e+23
<b>Masa (Tierra = 1)</b>	2.2590e-02
<b>Radio ecuatorial (km)</b>	2,575
<b>Radio ecuatorial (Tierra = 1)</b>	4.0373e-01
<b>Densidad media (gm/cm<sup>3</sup>)</b>	1.88
<b>Distancia media desde Saturno (km)</b>	1,221,850
<b>Período rotacional (días)</b>	15.94542
<b>Período orbital (días)</b>	15.94542
<b>Velocidad orbital media (km/s)</b>	5.58
<b>Excentricidad orbital</b>	0.0292
<b>Inclinación orbital (grados)</b>	0.33
<b>Velocidad de escape (km/s)</b>	2.65
<b>Albedo geométrico visual</b>	0.21
<b>Magnitud (Vo)</b>	8.28
<b>Temperatura media de la superficie</b>	-178°C
<b>Presión atmosférica (bares)</b>	1.5

¿Y Japeto?



### [Iapetus \(imagen\)](#)

*Esta imagen de Japeto fue tomada por el Voyager 2 el 22 de agosto de 1981. Muestra una porción de materia oscura a la izquierda. El movimiento del satélite es hacia la izquierda.*

## **Japeto**

Mitológicamente:

Es uno de los Titanes, hijo de Urano (el Cielo) y Gea (la Tierra). Por tanto pertenece a la primera generación divina y es uno de los hermanos mayores de Crono. Casó con Clímene, una de las hijas de Océano y Tetis, de la cual tuvo cuatro hijos: Atlante, Menecio, Prometeo y Epimeteo.

Físicamente:

Japeto es una de las lunas más extrañas de Saturno. Su segundo satélite si empezamos a contar desde el exterior (el primero es Febe). De dimensiones similares a las de Rea (cerca de 1500km de diámetro), esta luna tiene una órbita notablemente inclinada, en parte a causa de las perturbaciones causadas por la atracción solar. La densidad, de alrededor de  $1,1 \text{ g/cm}^3$ , es muy semejante a la del hielo de agua e indica la ausencia de un componente rocoso interno de importancia. Pero la propiedad más extraña de Japeto se conoce desde las observaciones telescópicas realizadas por G.D. Cassini en 1671: en efecto, Japeto resulta visible cuando se en-

cuentra a un lado de Saturno, pero no al otro. Cassini dedujo correctamente que se trataba de un satélite que, como la Luna, enseñaba siempre la misma cara al planeta, y que además tenía una gran diferencia de luminosidad entre el hemisferio anterior y el posterior.

Hoy sabemos que el hemisferio posterior de Japeto tiene una reflectividad (albedo) de cerca del 50%, comparable a la de los satélites helados más internos y casi diez veces superior al albedo del oscuro hemisferio anterior. Así pues, el hemisferio posterior es reflectante como la nieve, mientras que el material del hemisferio anterior es oscuro como el negro de humo. El hecho de que la diferencia de albedo aparezca relacionada con la dirección del movimiento orbital del satélite ha sugerido la hipótesis de que el material oscuro procede del espacio, y la fuente más plausible es quizá Febe. Supongamos que Febe dispersa en el espacio un enjambre de pequeñas partículas oscuras procedentes de su superficie: bajo la influencia de las fuerzas gravitatorias, cada partícula recorrería una lenta trayectoria espiral hacia el interior del sistema, hasta ser interceptada por el satélite vecino, Japeto. Como las partículas procedentes de Febe se moverían en sentido retrógrado, acabarían por depositarse casi exclusivamente sobre el hemisferio anterior de Japeto.

Sin embargo, las imágenes enviadas por el Voyager han hecho que los planetólogos pongan en tela de juicio esta hipótesis. Muchos de sus detalles parecen indicar que el material oscuro procede más bien del interior del propio Japeto. Por ejemplo, en una imagen de baja resolución es posible apreciar, justo sobre la línea de demarcación de los dos hemisferios, un anillo oscuro de unos 100 km de diámetro; estructuras similares en Marte y en la Luna se originaron cuando un magma volcánico oscuro relleno las zonas periféricas de los grandes cráteres. El hemisferio luminoso de Japeto está densamente craterizado y a veces también el fondo de los cráteres parece más oscuro; en el hemisferio oscuro no se distinguen, en cambio, detalles ni estructuras geológicas de ningún tipo, no hay cráteres brillantes en el hemisferio oscuro. Como Japeto está muy lejos de Saturno, se debe haber for-

mado con hielo de metano y amoníaco en su interior, por ello, el material negro puede ser explicado por erupciones de metano de su interior.

Si el material oscuro es delgado, debe ser constantemente renovado puesto que el impacto de meteoritos debe perforar la capa para revelar el brillante material superficial. El límite entre los dos tipos de material parece neto e irregular, y no “esfumado”, como debería ser si el polvo oscuro cayera sobre el satélite desde el exterior. Desde el punto de vista químico, el material oscuro está formado probablemente por compuestos del carbono.

Naturalmente, la hipótesis endógena sobre el origen del contraste entre los dos hemisferios de Japeto no explica la simetría con respecto a la dirección del movimiento orbital; así pues, de momento el problema no se ha resuelto. Es probable que sólo futuras imágenes más detalladas sobre Japeto puedan darnos una explicación satisfactoria.

<b><i>JAPETO EN NÚMEROS</i></b>	
<b>Descubierto por</b>	Giovanni Domenico Cassini
<b>En</b>	1671
<b>Masa (kg)</b>	1.88e+21
<b>Masa (Tierra = 1)</b>	3.1459e-04
<b>Radio ecuatorial (km)</b>	730
<b>Radio ecuatorial (Tierra = 1)</b>	1.1446e-01
<b>Densidad media (gm/cm<sup>3</sup>)</b>	1.21
<b>Distancia media a Saturno (km)</b>	3,561,300
<b>Período de rotación (días)</b>	79.33018
<b>Periodo orbital (días)</b>	79.33018

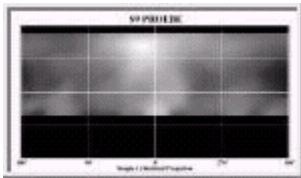
<b>Velocidad orbital media (km/s)</b>	3.27
<b>Excentricidad de la orbital</b>	0.0283
<b>Inclinación de la órbita (grados)</b>	14.72
<b>Velocidad de escape (km/s)</b>	0.586
<b>Albedo geométrico visual</b>	0.2
<b>Magnitud (Vo)</b>	10.2-11.9

## FEBE



### **Febe**

*Esta imagen de Febe fue adquirida por la nave espacial Voyager 2 el 4 de Septiembre de 1981.*



### **Mapa de Febe**

*Este mapa de Febe está basado en las imágenes tomadas por la nave Voyager 2 en 1981. Como el Voyager 2 no se acercó a Febe, la mejores imágenes sólo tienen unos 11 pixeles de ancho. De estas imágenes hemos aprendido que Febe era un objeto oscuro redondeado de 220 kilómetros de ancho y con un período de rotación de una 9.4 horas. En 2004, si todo va bien, el Orbitador Cassini volará sobre Febe a una distancia de unos 50,000 kilómetros antes de ponerse en órbita alrededor de Saturno. Las mejores imágenes tendrán entonces unos 350 metros por píxel.*

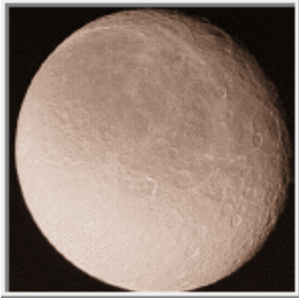
Es el más exterior de los satélites de Saturno, posee varias propiedades peculiares. Su órbita retrógrada, mucha más alejada del planeta que las de los otros satélites (su semieje mayor, de casi 13 millones de km, supera al de Titán por un aplastante factor 10), ha hecho suponer que este satélite no se ha formado en el lugar que hoy ocupa, sino que es un cuerpo de procedencia externa, capturado de forma permanente por el campo gravitatorio de Saturno. Desde este punto de vista, Febe se asemeja a los satélites más exteriores (y también “irregulares”) de Júpiter. El proceso de captura gravitatoria no es del todo improbable: por ejemplo, sabemos

de varios cometa que en el pasado reciente han sido momentáneamente satélites de los planetas exteriores; pero en sus casos, la captura siempre ha sido reversible. Para explicar una captura definitiva como la que parece haber sufrido Febe, hay que recurrir a la acción de una fuerza distinta de la gravitatoria, capaz de disipar la energía cinética en forma de calor. La candidata más plausible es la fricción provocada por el hipotético medio gaseoso disperso de las épocas primordiales del sistema solar, cuando los planetas externos todavía estaban “absorbiendo” los gases que formaban la primitiva nebulosa circunsolar. Si la historia de Febe se ajusta a esta hipótesis, el hecho de observar sus características equivale a disponer de un “fósil viviente”, a partir del cual deducir las propiedades de los cuerpos sólidos formados en el sistema solar externo.

Si bien son de resolución muy limitada, las imágenes obtenidas por el Voyager 2 revelan que Febe es un objeto aproximadamente esférico, de unos 200km de diámetro y sorprendentemente oscuro. El albedo medio de la superficie del satélite es de apenas un 6%, lo cual iguala a este satélite no tanto con las otras lunas heladas de Saturno (que son por lo general bastante más brillantes), sino con las clases de asteroides denominadas C y D, comunes en la franja asteroides externa de los llamados “Troyanos”, que preceden y siguen a Júpiter a lo largo de su órbita. También las dimensiones y el periodo de rotación de Febe (de unas 9 horas, sin sincronía con el periodo orbital) son similares a los valores determinados para numerosos asteroides. Todas estas coincidencias se pueden explicar con la hipótesis de la captura, si suponemos que Febe es un ex asteroide (¿tal vez un Troyano?), desviado hacia las proximidades de Saturno como consecuencia de un encuentro cercano con Júpiter. Aunque las imágenes disponibles no son suficientes para revelar detalles de la topografía del satélite, su aspecto aproximadamente esférico nos dice que pese a sus pequeñas dimensiones, la forma de Febe ha sido plasmada principalmente por la gravedad. De todas formas, sobre la superficie se adivinan varias “manchas” en claroscuro, probablemente la huella de grandes impactos.



REA:



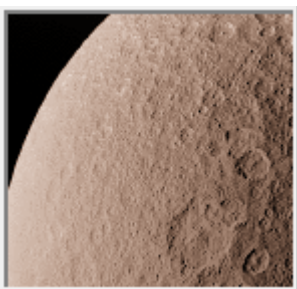
[Rea \(imagen\)](#)

*Esta imagen de Rea fue adquirida por el Voyager 1 el 11 de noviembre de 1980.*

Pero, ¿cómo es Rea?

Rea fue descubierta en 1672 por Giovanni Cassini. Es un cuerpo helado con una densidad de  $1,33 \text{ g/cm}^3$ . La baja densidad indica que está compuesta de un núcleo rocoso, significando el resto un tercio de la masa de la luna, con el resto compuesto de hielo de agua. Rea es bastante similar a Dione, tienen una composición similar, albedos parecidos, composición del terreno variada y rotación sincrónica. La temperatura de Rea es de  $-174^\circ\text{C}$  en la dirección del Sol y entre  $-200^\circ\text{C}$  y  $-220^\circ\text{C}$  en la sombra.

Su superficie puede ser dividida en dos áreas geológicas diferentes basándose en la densidad de cráteres. La primera contiene cráteres con un diámetro mayor de 40 Km. La segunda, en partes de las regiones ecuatorial y polar, tiene cráteres más pequeños, de menos de 40 Km de diámetro. Esto sugiere que un importante suceso de resuperficiado ocurrió algunas veces durante su formación.



[REA \(MAGEN\)](#)

Esta imagen de alta resolución de Rea muestra una superficie llena de muchos cráteres. Esta imagen fue tomada por el Voyager 1 el 11 de noviembre de 1980.

<b><u>ESTADÍSTICAS DE REA</u></b>	
<b>Descubierta por</b>	Giovanni Domenico Cassini
<b>En</b>	1672
<b>Masa (kg)</b>	2.49e+21
<b>Masa (Tierra = 1)</b>	4.1667e-04
<b>Radio ecuatorial (km)</b>	765
<b>Radio ecuatorial (Tierra = 1)</b>	1.1994e-01
<b>Densidad media (gm/cm<sup>3</sup>)</b>	1.33
<b>Distancia media a Saturno (km)</b>	527,040
<b>Periodo de rotación (días)</b>	4.517500
<b>Periodo orbital (días)</b>	4.517500
<b>Velocidad orbital media (km/s)</b>	8.49
<b>Excentricidad de la órbita</b>	0.0010
<b>Inclinación de la órbita (grados)</b>	0.35
<b>Velocidad de escape (km/s)</b>	0.659
<b>Albedo geométrico visual</b>	0.7

<b>Magnitud (Vo)</b>	9.7
<b>Temperatura superficial máxima</b>	-174°C
<b>Temperatura superficial mínima</b>	-220°C

## DIONE



### [DIONE \(IMAGEN\)](#)

*Esta imagen de Dione la tomó el Voyager 1 el 12 de noviembre de 1980. Muestra el hemisferio que enseña a Saturno.*

Dione fue descubierta por Giovanni Cassini en 1684. Es un cuerpo helado similar a Tetis y Rea. Su densidad de  $1,43 \text{ gm/cm}^3$  la hace la luna más densa de Saturno. Está compuesta por un núcleo rocoso que significa un tercio de su masa, siendo el resto hielo de agua. Su capa de hielo es menor que la de Tetis y Rea.

Su superficie helada contiene zonas con gran cantidad de cráteres, muchos de ellos de más de 100 Km de diámetro. Llanuras con una cantidad moderada o pequeña, sus cráteres tienden a tener menos de 30 Km de diámetro. La mayoría de las zonas con gran cantidad de cráteres están en el hemisferio trasero y las otras en el delantero. Esto se opone a lo que muchos científicos esperaban. Esto sugiere que durante el período de fuerte bombardeo, Dione estaba en la orientación opuesta. Como Dione es relativamente pequeña, un impacto que cause un cráter de 35 Km pudo hacer girar el satélite. Como hay muchos cráteres más grandes de 35 Km, Dione puede haber sido girado varias veces.

Dione posiblemente ha estado orientado en su posición actual en los últimos mil millones de años. Esto se refleja en el albedo de los dos hemisferios, que es un

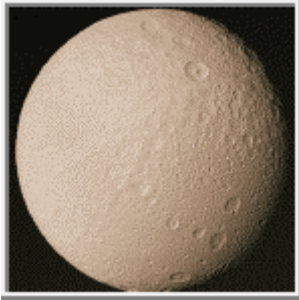
promedio. El albedo superficial disminuye del hemisferio delantero al trasero por la mayor lluvia de micrometeoros que sufre el primero.

<b><u>DATOS DE DIONE</u></b>	
<b>Descubierto por</b>	Giovanni Domenico Cassini
<b>En</b>	1684
<b>Masa (kg)</b>	1.05e+21
<b>Masa (Tierra = 1)</b>	1.7570e-04
<b>Radio ecuatorial (km)</b>	560
<b>Radio ecuatorial (Tierra = 1)</b>	8.7802e-02
<b>Densidad media (gm/cm<sup>3</sup>)</b>	1.43
<b>Distancia media a Saturno (km)</b>	377,400
<b>Período de rotación (días)</b>	2.736915
<b>Periodo orbital (días)</b>	2.736915
<b>Velocidad orbital media (km/s)</b>	10.03
<b>Excentricidad de la órbita</b>	0.0022
<b>Inclinación de la órbita (grados)</b>	0.02
<b>Velocidad de escape (km/s)</b>	0.500
<b>Gravedad superficial (m/s<sup>2</sup>)</b>	0.223
<b>Albedo geométrico visual</b>	0.7

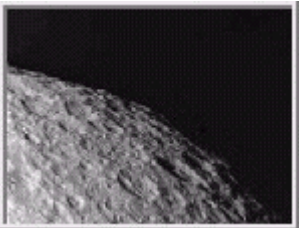
<b>Magnitud (Vo)</b>	10.4
<b>Temperatura superficial media</b>	-186.56°C

TETIS

[Tetis](#)



*Ésta imagen de Tetis fue tomada por el Voyager 2 el 26 de Agosto de 1981. Es una de las imágenes de alta resolución adquiridas por la nave espacial Voyager . Se extiende una enorme trinchera llamada Ithaca Chasma desde el lado izquierdo de ésta imagen a la parte alta del centro.*



[Tetis \(imagen\)](#)

*Esta es la imagen de mayor resolución obtenida de Tetis por la sonda Voyager 2 el 26 de agosto de 1981. La imagen pensaba ser una parte de un mosaico global de alta resolución, pero por problemas con el instrumental sólo se cogió una parte de Tetis. La imagen muestra una sección con muchos cráteres. La baja densidad de esta luna indica que está compuesta principalmente por hielo de agua.*

¿Quién es Tetis?

Es una de las divinidades primordiales de las teogonías helénicas. Personifica la fecundidad (femenina) del mar. Nacida de los amores de Urano y Gea, es la más joven de las Titánides. Casó con Océano, hermano suyo, de quien tuvo más de tres mil hijos, que son todos los ríos del mundo.

Su morada está en el extremo occidental, más allá del país de las Hespérides, en la región en donde cada atardecer el Sol termina su curso.

Pero, ¿qué es?

Tetis fue descubierta por Giovanni Cassini en 1684. Es un cuerpo helado de naturaleza similar a Dione y a Rea. La densidad de Tetis es  $1.21 \text{ gm/cm}^3$ , lo que indica que se compone en su mayoría de agua-hielo. La superficie helada de Tetis está fuertemente craterizada y contiene grietas causadas por fallas en el hielo. Hay una enorme trinchera en Tetis de cerca de 65 kilómetros de ancho y se extiende desde la parte superior del centro hasta el extremo izquierdo. Cubre tres cuartas partes de la circunferencia de Tetis. Las fisuras tienen casi la medida que los científicos podrían predecir si Tetis hubiese sido alguna vez un fluido y su corteza se hubiese endurecido antes que su interior. El cañón ha sido llamado Ithaca Chasma. También existe una inmensa extensión de planicies relativamente jóvenes. La temperatura de la superficie de Tetis es de  $-187^\circ \text{ C}$  ( $-305^\circ \text{ F}$ ).



### Cuenca Odysseus(imagen)

*Al comienzo de la historia de la luna de Saturno llamada Tetis, un impacto ocurrió formando una enorme cuenca de 400 Km llamada Odysseus. La cicatriz del impacto se expandió por más de las dos quintas partes del satélite. Cuando Al principio de crearse Odysseus el cráter fue muy profundo con un borde montañoso y un pico central. Con el tiempo, el suelo fue tomando la forma esférica de la superficie de la luna, y el borde del cráter y el pico central colapsaron. ( este efecto también se ha producido en las lunas de Júpiter Calisto y Ganímedes). Con el impacto, Tetis tuvo que ser lo suficientemente caliente y maleable como para permitir que la topografía colapsara. Incluso el interior de Tetis tuvo que ser líquido.*



### Perfil del Cráter Odysseus

*Tetis es el quinto satélite más grande Saturno y es similar en tamaño a Dione. Es un mundo congelado con una gran diversidad de terrenos. En la parte inferior derecha del limbo está una vista de perfil de la gigantesca cuenca de impacto Odysseus. Como Tetis estaba más caliente cuando ocurrió el impacto, el suelo del cráter se relajó hasta adoptar la forma esférica de la superficie de Tetis, y el perímetro del cráter y su pico central se colapsaron. Hacia la parte superior derecha del limbo está una porción de la inmensa trinchera Ithaca Chasma.*

<b>Tetis en Números</b>	
<b>Descubierto por</b>	Giovanni Domenico Cassini
<b>Fecha de descubrimiento</b>	1684
<b>Masa (kg)</b>	7.55e+20
<b>Masa (Tierra = 1)</b>	1.2634e-04
<b>Radio ecuatorial (km)</b>	530
<b>Radio ecuatorial (Tierra = 1)</b>	8.3098e-02
<b>Densidad media (gm/cm<sup>3</sup>)</b>	1.21
<b>Distancia media desde Saturno (km)</b>	294,660

<b>Período rotacional (días)</b>	1.887802
<b>Período orbital (días)</b>	1.887802
<b>Velocidad orbital media (km/s)</b>	11.36
<b>Excentricidad orbital</b>	0.0000
<b>Inclinación orbital (grados)</b>	1.09
<b>Velocidad de escape (km/s)</b>	0.436
<b>Albedo geométrico visual</b>	0.9
<b>Magnitud (Vo)</b>	10.2
<b>Temperatura media de la superficie</b>	-187°C

## MIMAS



### [Mimas & el Cráter Herschel \(imagen\)](#)

*Esta imagen de Mimas fue tomada por el Voyager 1 el 11 de noviembre de 1980. El gran cráter de la derecha se llama, tal como dice el título, Herschel. Tiene 130 km. De ancho, es decir, un tercio del diámetro de Mimas. Tiene 10 km de profundidad y el pico central es, por lo menos, tan alto como el Everest. Este impacto seguramente estuvo a punto de desintegrar la luna.*

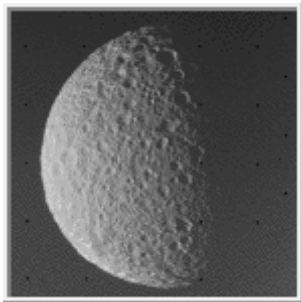
Mimas es una de las lunas más interiores de Saturno. Mimas fue el Titán muerto por Hércules. William Herschel la descubrió en 1789. Su superficie está congelada y fuertemente craterizada. Tiene una densidad baja, significando probablemente que está constituida por hielo. Como Mimas tiene una temperatura baja



(unos 200°C bajo cero, los impactos han de ser de los primeros momentos de la creación de la luna.

Uno de los cráteres, llamado Herschel, es sorprendentemente grande en comparación con el tamaño de la luna. El cráter tiene 130 Km de diámetro, un tercio del diámetro de Mimas. Herschel tiene 10 Km de profundidad con una montaña central que es al menos tan alta como el Everest de la Tierra. El impacto probablemente estuvo cerca de desintegrar la luna.

Aunque Mimas está fuertemente craterizada, este no es uniforme. La mayor parte de la superficie está cubierta con cráteres más grandes de 40 Km de diámetro, pero en la región polar sur cráteres mayores de 20 Km son raros. Esto sugiere que algunos procesos han hecho desaparecer los cráteres de estas áreas.



### **Mimas**

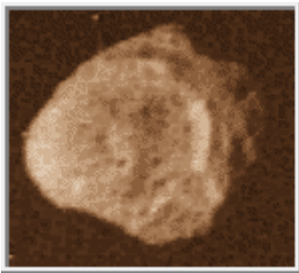
*Esta imagen la tomó el Voyager 1 el 13 de noviembre de 1980.*

<b>Mimas en números</b>	
<b>Descubierta por</b>	William Herschel
<b>En</b>	1789

<b>Masa (kg)</b>	3.80e+19
<b>Masa (Tierra = 1)</b>	6.3588e-06
<b>Radio ecuatorial (km)</b>	196
<b>Radio ecuatorial (Tierra = 1)</b>	3.0731e-02
<b>Densidad media (gm/cm<sup>3</sup>)</b>	1.17
<b>Distancia media a Saturno (km)</b>	185,520
<b>Período de rotación (días)</b>	0.942422
<b>Orbital periodo (días)</b>	0.942422
<b>Velocidad orbital media (km/s)</b>	14.32
<b>Excentricidad de la órbita</b>	0.0202
<b>Inclinación de la órbita (grados)</b>	1.53
<b>Velocidad de escape (km/s)</b>	0.161
<b>Albedo geométrico visual</b>	0.5
<b>Magnitud (Vo)</b>	12.9
<b>Temperatura superficial media</b>	-200°C

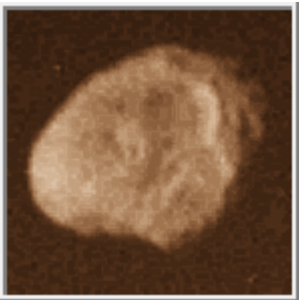
HIPERIÓN (una luna caótica)

Hiperión



### **Hiperión**

*Estas imágenes de Hiperión fueron tomadas por la nave espacial Voyager 2 el 25 de Agosto de 1981.*



Es un satélite curioso, cuya principal característica es que no tiene ni un eje ni una velocidad fijos de rotación. Muchos de los satélites de Saturno podrían aspirar con todo derecho a los calificativos de “extraño” o “peculiar”: desde el gigante Titán, con su densa y neblinosa atmósfera, hasta los pequeños Jano y Epimeteo, que se persiguen sobre una misma órbita, poco más allá de los anillos. En el caso de Hiperión, sin embargo, las peculiaridades se multiplican. Su órbita resonante, su forma pronunciadamente irregular y su “caótica” rotación convierten a este satélite en uno de los objetos más extraordinarios y fascinantes del Sistema Solar. Hasta el punto de que las escasas imágenes captadas por el Voyager 2 no han conseguido más que avivar la curiosidad de los astrónomos.

Visto desde el Voyager, Hiperión resultó ser el mayor de los objetos del sistema solar cuya forma ni siquiera se aproxima a la configuración regular y simétrica de una esfera o de un elipsoide achatado. Al contrario, Hiperión se parece más bien a un gran pedrusco de forma marcadamente irregular (el eje más corto, de 230 km, mide poco más que la mitad del eje mayor, que alcanza los 410 km).

Si bien el espectro de la luz reflejada por el satélite indica abundancia de hielo de agua sobre su superficie (y probablemente también en su interior), el hielo está mezclado posiblemente con polvo o piedras, que hacen disminuir la capacidad reflectante de la superficie a no más del 25%, entre la mitad y un cuarto del poder reflectante de otros satélites helados de Saturno.

Estas características han hecho pensar que el actual Hiperión debe de ser simplemente un enorme fragmento o quizás un trozo del núcleo de un satélite preexistente, de dimensiones bastante superiores, destruido por el violentísimo impacto de un objeto vagabundo (probablemente un gran cometa), durante las fases primigenias de la historia del Sistema Solar.

Tampoco la órbita de Hiperión es normal. Se encuentra inmediatamente por fuera de la de Titán (con un semieje mayor de 1,48 millones de km, en comparación con el semieje de 1,21 millones de km de Titán). Su excentricidad, del 10,4%, determinaría encuentros bastante cercanos entre los dos satélites (con consecuencias destructivas para la órbita de Hiperión, que es bastante más pequeño que Titán), si no interviniera un peculiar mecanismo de resonancia orbital. Se habla de resonancia cuando los periodos de revolución de los satélites guardan entre sí relaciones sencillas, es decir, pueden expresarse como fracciones de números enteros y pequeños ( $3/4$ ,  $2/5$ , etc.). El periodo de revolución de Hiperión alrededor de Saturno (21,277 días) equivale casi exactamente a  $4/3$  del periodo de Titán (15,945 días) y esto determina que Hiperión llegue siempre al “perisaturnio” (el punto de máxima aproximación al planeta) cuando Titán se encuentra a una “distancia de seguridad”, y puesto que las posiciones relativas de los dos satélites se repiten cada tres revoluciones de Hiperión (y cuatro de Titán), la resonancia garantiza la estabilidad del movimiento por un lapso de tiempo bastante prolongado.

Aun así, la órbita de Hiperión es un producto de la “buena suerte”. Si desde el satélite se lanzara un objeto, incluso a poca velocidad, serían escasas las probabilidades de que este último respete con suficiente precisión las condiciones de resonancia con el movimiento de Titán. En consecuencia, al cabo de un tiempo más

bien breve, el objeto experimentaría un encuentro cercano con el gigantesco satélite, su órbita se volvería más excéntrica y finalmente sería inevitable una colisión. Esta circunstancia podría explicar quizás el motivo por el cual Hiperión, después de impacto catastrófico que determinó su forma actual, no se ha vuelto a reunir con sus fragmentos dispersos, hasta formar una luna “regular” de forma aproximadamente esférica, como se piensa que ha sucedido con otros satélites de Saturno. Sin la “protección” de la resonancia, los fragmentos del primitivo Hiperión habrían sufrido primero perturbaciones gravitatorias y finalmente habrían sido “barridos” de su órbita por Titán, que habría impedido así la reagregación.

Hasta hace poco tiempo se creía que todos los cuerpos celestes giraban sobre su eje de manera regular y predecible, como enormes tiovivos de rotación bien definida y constante. En realidad, esa propiedad es común a todos los planetas y satélites del Sistema Solar, con una sola excepción: Hiperión. La combinación entre una forma muy irregular (que determina una considerable influencia gravitatoria sobre el movimiento de rotación por parte de Saturno, cuya masa produce atracciones de distinta intensidad sobre las diferentes partes del satélite) y una órbita excéntrica (a causa de la cual la atracción de Saturno, que depende de la distancia, varía sensiblemente durante cada revolución) determina que Hiperión gire sobre sí mismo de forma “caótica”. Esto significa que ni la velocidad ni el eje de rotación se mantienen constantes, sino que varían a lo largo del tiempo de manera irregular e impredecible.

Un observador situado sobre Hiperión no podría predecir la duración de los “días” futuros, no la dirección de la salida o la puesta del Sol. Esta singular característica de la rotación de Hiperión ha sido confirmada mediante meticulosas observaciones de su curva de luz. La luminosidad del satélite, variable según su orientación con respecto a la Tierra a causa de su forma asimétrica, no ha revelado ninguna periodicidad reconocible.

## OTROS SATÉLITES

Animaciones

[Jano y Jano](#)

[Encélado](#)