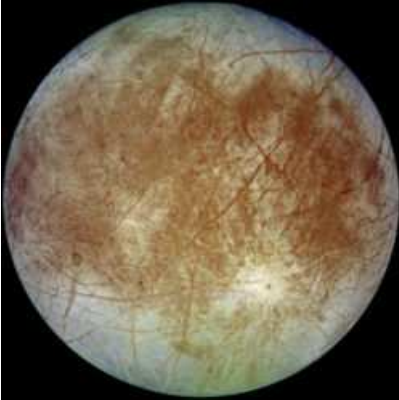


# Europa

Europa es una luna del planeta Júpiter, la menor de los cuatro satélites galileanos. Llamado así por Europa, una de las numerosas conquistas amorosas de Zeus en la mitología griega.

Simon Marius sugirió el nombre de "Europa" tras su descubrimiento, pero este nombre, así como el nombre de las otras lunas galileanas, no fueron de uso común hasta mediados del siglo XX. En gran parte de la literatura astronómica temprana aparece mencionado por su designación numeral romana, "Jupiter II" o como el "segundo satélite de Jupiter".



## Descubrimiento

Descubierta por S. Marius G. Galilei

Descubierta en 1610

## Características orbitales

Radio medio 670.900 km

Excentricidad 0,0101

Período de rotación 3d 13h 14,6m

Inclinación 0,470°

Es un satélite de Júpiter

## Características físicas

Diámetro medio 3.121,6 km

Área superficial  $3,1 \times 10^7 \text{ km}^2$

Masa  $4,8 \times 10^{22} \text{ kg}$

Densidad media  $3,01 \text{ g/cm}^3$

Gravedad en la superficie  $1,32 \text{ m/s}^2$

Gravedad en la superficie (Tierra = 1) 0,1347

Periodo de rotación 3d 13h 14,6m

Albedo 0,64

temp. superficial min      med      max

### Características atmosféricas

Presión atmosférica  $10^{-6}$  Pa

Oxígeno 100%

### Características físicas

La composición grosso modo de Europa es parecida a la de los planetas terrestres, estando compuesta principalmente por rocas silíceas. Tiene una capa externa de agua de unos 100 km de espesor (parte como hielo en la corteza, parte en forma de océano líquido bajo el hielo). Datos recientes sobre el campo magnético observado por la sonda Galileo indican que Europa crea un campo magnético a causa de la interacción con el campo magnético de Júpiter, lo que sugiere la presencia de una capa de fluido, probablemente un océano líquido de agua salada. Puede que también tenga un pequeño núcleo metálico de hierro.

La superficie de Europa es muy lisa. Se han observado pocos accidentes geográficos de más de unos cientos de metros de altura. Las importantes marcas entrecruzadas de la superficie de Europa parecen estar causadas por las diferencias de albedo, con escaso relieve vertical. Hay pocos cráteres en Europa, solo tres cráteres mayores de 5 km de diámetro: Pwyll, de 39 km de diámetro, es el más conocido. El albedo de Europa es uno de los mayores de todas las lunas. Esto podría indicar una superficie joven y activa; basándose en estimaciones sobre la frecuencia del bombardeo de cometas que probablemente soporta Europa, su superficie no puede tener más de 30 millones de años. El poco relieve y las marcas visibles en la superficie de Europa se asemejan a la de un océano helado de la Tierra, y se piensa que bajo la superficie helada de Europa hay un océano líquido que se mantiene caliente por el calor generado por las mareas de Júpiter. La temperatura de la superficie de Europa es de 110 K (-160° C) en el ecuador y de solo 50 K (-210° C) en los polos. Los mayores cráteres parecen estar rellenos de hielo nuevo y plano; basándose en esto y en la cantidad de calor generado en Europa por las fuerzas de marea, se estima que la corteza de hielo sólido tiene un espesor aproximado entre 10-30 km, lo que puede significar que el océano líquido pueda tener una profundidad de 90 km.

La característica más llamativa de la superficie de Europa son una serie de vetas oscuras que se entrecruzan por toda la superficie de la luna. Estas vetas se asemejan a las grietas del hielo marino en la Tierra; un examen detallado muestra que las orillas de la corteza de Europa a cada lado de las grietas están desplazadas de su posición original. Las mayores franjas tienen unos 20 km de un lado a otro con difusas orillas externas, estriaciones regulares, y una franja central de material más claro, que se cree que se ha originado por una serie de erupciones volcánicas de agua o géiseres al abrirse la corteza y quedar expuestas las capas más cálidas del interior. El efecto es similar al observado en la Tierra en la cordillera dorsal oceánica o zona rift. Se cree que estas fracturas se han producido en parte por las fuerzas de marea ejercidas por Júpiter. Se piensa que la superficie de Europa se desplaza hasta 30 metros entre la marea alta y baja. Puesto que Europa está anclada por la marea (en marea muerta como la luna respecto a la tierra) con Júpiter y siempre mantiene la misma orientación hacia el planeta los patrones de fuerzas deben seguir un patrón distintivo y predecible. Solo las fracturas más recientes de Europa parecen ajustarse a este patrón predecible; otras fracturas parecen haber ocurrido en orientaciones cada vez más diferentes, cuanto más antiguas son. Esto podría explicarse si la superficie de Europa hubiese rotado ligeramente más rápido que su interior, un efecto que es posible ya que el océano desacopla la superficie de la luna de su manto rocoso y al efecto remolque de la gravedad de Júpiter sobre la corteza exterior de la luna. Comparaciones de las fotos del Voyager y de la sonda Galileo sugieren que la corteza de Europa rota como mucho una vez cada 10,000 años con relación a su interior.

Otra característica presente en la superficie de Europa son las "pecas" o superficies lenticulares, circulares o elípticas. Muchas son bóvedas, otras hoyos y otras manchas oscuras lisas; otras tienen una textura desigual. La superficie de las cúpulas parece trozos de las llanuras más antiguas que los rodean que hubiesen sido empujados hacia arriba. Se piensa que se formaron a partir de bloques de hielo más calientes que ascendieron respecto al hielo más frío de la corteza, de forma similar a lo que ocurre con las cámaras de magma en la corteza terrestre. Las manchas oscuras lisas pueden haberse formado por agua líquida que ha escapado del interior cuando se fractura la superficie de hielo. Y las pecas irregulares (llamadas regiones de "caos", por ejemplo Conamara) parecen haberse formado a partir de muchos pequeños fragmentos de corteza sobre manchas oscuras lisas, como icebergs en un mar congelado.

Recientes observaciones del Telescopio espacial Hubble indican que Europa tiene una atmósfera muy tenue (10-11 bares de presión en la superficie) compuesta de oxígeno. De las lunas del sistema solar, sólo cinco de ellas (Io, Calisto, Ganímedes, Titán y Tritón) se sabe que tienen atmósfera. A diferencia del oxígeno de la atmósfera terrestre, el de la atmósfera de Europa es casi con toda seguridad de origen no biológico. Más probablemente se genera por la luz del sol y las partículas cargadas que chocan con la superficie helada de Europa, produciendo vapor de agua que es posteriormente dividido en hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno consigue escapar de la gravedad de Europa, pero no así el oxígeno.



Superficie de Europa; imagen de la sonda Galileo

La sonda Galileo ha revelado que Europa tiene un campo magnético débil (alrededor de 1/4 de la intensidad del campo magnético de Ganímedes y similar al de Calisto), y, lo que es más interesante, que varía periódicamente al atravesar el intenso campo magnético de Jupiter. El 2 de marzo de 1998 la NASA anunció, a partir de los datos enviados por Galileo, el descubrimiento de evidencias de que hay un material conductor bajo la superficie de Europa, lo más probable un océano salado. Las pruebas espectrográficas sugieren que las zonas rojizas oscuras y otras características de la superficie de Europa parecen ser ricas en sales como el sulfato de magnesio, probablemente depositadas por el agua que emerge del interior al evaporarse. Las sales habitualmente son incoloras o blancas, por lo que debe haber otra sustancia presente que contribuya a dar el color rojizo, se cree que sea sulfuro (quizás proveniente de Io?) o compuestos de hierro.

### **Vida en Europa?**

La idea de que Europa pudiera tener un océano oculto se sugirió por primera vez a principios de la década de los ochenta, cuando las sondas espaciales Voyager enviaron las primeras imágenes detalladas de la superficie. Las fotografías revelaban una superficie blanca, en general pristina, surcadas de una red de líneas cruzadas de color oscuro y con algunas zonas de tono rosado. Lo extraño era la falta de relieve de la superficie: en términos relativos, Europa es más lisa que una pelota de ping-pong. La superficie de Europa es también de reciente formación: presenta pocas cicatrices de impactos de meteoritos y las que existen son casi fantasmales siluetas de cráteres cuyos bordes apenas se elevan sobre el entorno. El satélite parece tener una notable habilidad para curarse a sí mismo y la mejor explicación de tal fenómeno es que la superficie es móvil y puede recuperar el nivel medio cada vez que se ve perturbada. Incluso puede recomponerse con

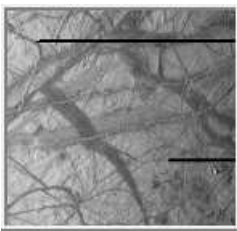
nuevo material. Las sondas Voyager demostraron de forma concluyente que la superficie de Europa consiste principalmente en agua helada, teñida en algunos lugares de compuestos químicos e impurezas. Así pues, el agua parecía el remedio lógico que curaba las heridas de Europa: un unguento fácil de transportar que se congelaba al exponerse al casi vacío reinante en la superficie y que reponía las partes dañadas de la corteza.

Sin embargo, por qué tendría que conservarse agua en estado líquido en Europa cuando, según los patrones normales, el satélite es demasiado pequeño, tiene una atmósfera demasiado enrarecida y se encuentra demasiado alejado del Sol? La respuesta está en las mismas fuerzas de marea que calientan el interior y producen los violentos volcanes de Ío (otra luna de Júpiter). Tal vez, los dos satélites sean muy similares por dentro, con núcleos calientes que contribuyen a generar vulcanismo. Sin embargo, mientras que las erupciones en Ío vierten directamente al espacio, las de Europa se registran bajo kilómetros de hielo. Este calor atrapado mantiene líquidos los niveles inferiores del océano que envuelve Europa, mientras que las capas superiores, heladas, flotan encima de ellas como el hielo de los polos terrestres o, incluso, como las placas tectónicas sobre la astenosfera fundida de nuestro planeta.

Si Europa posee un océano, podría también albergar vida? En la Tierra, descubrimientos recientes han reforzado la hipótesis de que la vida pudo originarse en condiciones muy parecidas a las que reinan en el profundo océano de Europa, sustentada por la sopa química caliente del entorno de volcanes submarinos y no por el calor del Sol en aguas superficiales poco profundas, por lo tanto, parece ciertamente posible que lo mismo se produzca en el satélite joviano. Enviar un robot sumergible al océano de Europa en busca de signos de vida es cosa de ciencia ficción y no será una posibilidad factible en el plazo de muchas décadas, por lo que tal vez no lo averigüemos nunca. Las mayores esperanzas de encontrar respuesta o, por lo menos, indicios alentadores se hallan en los hielos superficiales de Europa. Si se descubrieran moléculas orgánicas complejas en aguas que han brotado del interior de Europa, su presencia apuntaría con fuerza a que debajo del hielo existe vida de algún tipo.

No hay evidencias que sustenten esta hipótesis, no obstante se han hecho esfuerzos para evitar cualquier posibilidad de contaminación. La misión Galileo concluyó en septiembre de 2003 con la colisión de la astronave en Júpiter. Si se hubiese abandonado sin más la nave, no esterilizada, podría haber colisionado en el futuro con Europa, contaminándola con microorganismos terrestres. La introducción de estos microorganismos hubiese hecho casi imposible determinar si Europa había tenido alguna vez su propia evolución biológica, independientemente de la Tierra.

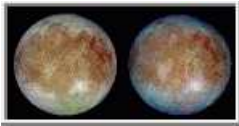
### Cordilleras sobre Europa



Esta vista de Europa muestra una porción de la superficie que ha sido modificada drásticamente por las fracturas y las cordilleras. Esta imagen cubre un área de unos 238 kilómetros de ancho por 225 kilómetros, la distancia que separa aproximadamente las ciudades de Los Ángeles y San Diego. Las cordilleras simétricas en las bandas oscuras sugieren que la corteza superficial fue separada y rellenada con material más oscuro, de una forma análoga a lo que ocurre con las dorsales oceánicas en la Tierra. Aunque son visibles algunos cráteres de impacto, su ausencia generalizada indica la juventud de la superficie. Las cordilleras más jóvenes, como las dos formaciones que atraviesan el centro de la imagen, tienen fracturas centrales, protuberancias alineadas y manchas oscuras de formas irregulares. Estas y otras características podrían indicar la existencia de criovulcanismo o procesos relacionados con la erupción de hielo y gases.

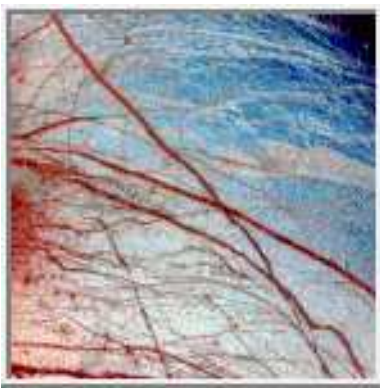
Esta fotografía, centrada en los 16 grados de latitud sur y 196 grados de longitud este, fue tomada a una distancia de 40,973 kilómetros el 6 de Noviembre de 1996 por una cámara de televisión de estado sólido a bordo de la Nave Espacial Galileo durante su tercera órbita alrededor de Júpiter. (Cortesía: NASA/JPL)

#### Vistas de Europa al Natural y en Falso Color



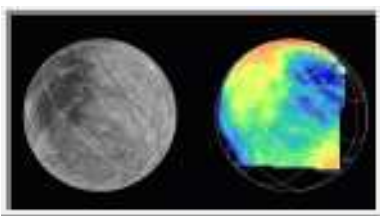
Esta imagen recoge dos vistas del hemisferio posterior de Europa. La imagen de la izquierda presenta el aspecto de Europa aproximadamente en su color natural. La imagen de la derecha es una composición en falso color que combina las imágenes violeta, verde e infrarroja para resaltar las diferencias de color que existen en la corteza de Europa donde predomina el agua congelada. Las zonas de color café oscuro representan el material rocoso procedente del interior o creado por impacto o por una combinación de fuentes internas y externas. Las llanuras brillantes en las zonas polares (parte superior e inferior) se muestran en tonos de azul para distinguir la posible existencia de hielo de grano grueso (azul oscuro) del hielo de grano fino (azul claro). Las líneas alargadas de color oscuro son fracturas de la corteza, algunas de las cuales tienen más de 3,000 kilómetros de longitud. La formación brillante que tiene una mancha oscura en su interior en el tercio inferior de la imagen es un joven cráter de impacto que tiene unos 50 kilómetros de diámetro. Esta cráter ha recibido el nombre provisional de 'Pwyll' por el Dios Céltico del Mundo Subterráneo. (Cortesía: DLR)

#### Imagen en Falso Color de la Región Minos Linea



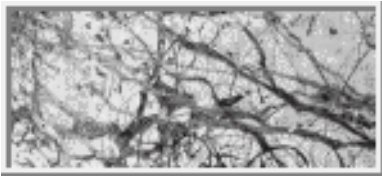
En esta composición de tres imágenes de la Región Minos Linea se ha empleado un falso color para destacar la visibilidad de algunos rasgos especiales. Fueron tomadas por la Nave Espacial Galileo el 28 de Junio de 1996 UT. Las bandas triples, líneas y terrenos moteados aparecen en tonos marrones y rojizos indicando la presencia de contaminantes en el hielo. Las llanuras heladas, mostradas aquí en tonos azules, se subdividen en unidades con diferentes albedos bajo longitudes de onda infrarrojas, debido probablemente a los diferentes tamaños de grano del hielo. La composición se creó utilizando las imágenes correspondientes a las longitudes de onda efectivas de 989, 757 y 559 nanómetros. La resolución espacial de las imágenes individuales varía desde 1.6 a 3.3 kilómetros por pixel. El área cubierta, centrada a 45N, 221W tiene 1,600 kilómetros de ancho. (Cortesía: NASA/AMES)

#### Imagen de Europa desde Galileo en el Infrarrojo Cercano



El Espectrómetro Infrarrojo Cercano (NIMS) de la nave espacial Galileo tomó imágenes de la mayor parte de Europa, incluyendo la región polar norte, con una elevada resolución espectral a una distancia de 156,000 kilómetros durante el encuentro G1 el 28 de Junio de 1996. La imagen de la derecha muestra a Europa tal como la ve el NIMS, centrada a 25 grados de latitud N, 220 grados de longitud W. Este es el hemisferio que siempre mira hacia Júpiter. La imagen de la izquierda presenta el mismo punto de vista con los datos obtenidos por el Voyager (durante los encuentros de 1979 y 1980). La imagen del NIMS pertenece a la banda del agua de 1.5 micras, en la parte infrarroja del espectro. La comparación de las dos imágenes, infrarroja y visible, muestra un claro contraste del brillo en la imagen del NIMS de un área a otra de la superficie de Europa, lo que demuestra la sensibilidad del NIMS frente a los cambios de composición. El espectro del NIMS muestra las composiciones de la superficie que varía desde el hielo de agua pura hasta las mezclas de agua y otros minerales que aparecen como zonas brillantes en la imagen infrarroja.

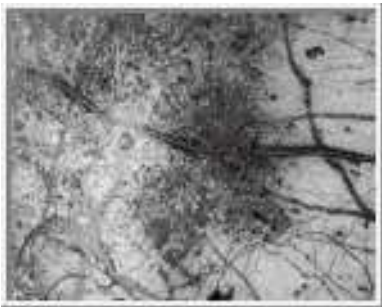
### **Hielo Roto en Europa**



Europa, la luna de Júpiter, como se aprecia en esta imagen obtenida el 27 de Junio de 1996 por la nave espacial Galileo de la NASA, presenta en algunas zonas ciertos rasgos que se asemejan a los témpanos de hielo que se observan en los mares polares de la Tierra. Europa posee una corteza helada que ha sido drásticamente fracturada, como indican las bandas lineales de color oscuro en forma de cuña que se ven en la foto. Estas fracturas han roto la corteza en placas que llegan a tener 30 kilómetros de ancho. Las zonas comprendidas entre las placas está rellena con material que fue probablemente hielo medio derretido que se contaminó con residuos rocosos. Algunas placas se han separado y cambiado de posición. La densidad de Europa indica que tiene una cáscara de agua helada de unos 100 kilómetros de espesor, alguna de cuyas partes podría estar en estado líquido. De hecho, el hielo podría extenderse desde la superficie hasta el interior rocoso, pero los rasgos que se observan en esta imagen sugieren que el movimiento de las placas de hielo ha sido lubricado con hielo derretido o agua líquida que corre debajo de la superficie durante el proceso de rotura.

Esta imagen cubre parte de la zona ecuatorial de Europa y fue tomada desde una distancia de 156,000 kilómetros por la cámara de estado sólido de la nave espacial Galileo. El norte está a la derecha y el Sol está casi en la vertical. El área fotografiada tiene unos 360 por 770 kilómetros (más o menos como Nebraska), y el rasgo más pequeño que se puede observar tiene unos 1.6 kilómetros de ancho. (Cortesía: NASA/JPL)

### **Superficie Activa de Europa**

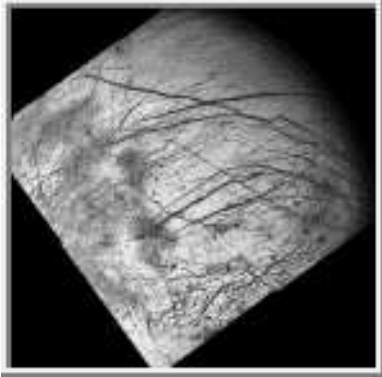


En esta imagen de Europa, la luna de Júpiter, tomada por la cámara de la nave espacial Galileo de la NASA se puede observar un cráter de impacto descubierto recientemente. El cráter tiene unos 30 kilómetros de diámetro. El impacto perforó la corteza helada de Europa, lanzando

residuos rocosos (observables en color blancuzco) sobre el terreno circundante. También es visible una banda oscura, denominada Belus Linea, que se extiende de este a oeste a través de la imagen. Este tipo de rasgo, que los científicos denominan "banda triple", se caracteriza por una tira brillante que corre por el medio. Los márgenes exteriores de ésta y otras bandas triples son difusos, sugiriendo que el material oscuro fue puesto allí como resultado de una posible actividad tipo geyser que lanza gas y restos rocosos desde el interior de Europa. La marca en forma de "X" curvada que se puede ver en la esquina inferior izquierda de la imagen parece representar la fractura de la corteza helada y el relleno con hielo derretido que se congeló en el mismo lugar.

El cráter está centrado a unos 2 grados de latitud norte y 239 grados de longitud oeste. La imagen fue tomada a una distancia de 156,000 kilómetros el 27 de Junio de 1996, durante la primera órbita de Galileo alrededor de Júpiter. El área que se observa tiene 860 por 700 kilómetros, es decir, del tamaño de Oregon y Washington unidos. (Cortesía: NASA/JPL)

### **Bandas Oscuras sobre Europa**



En este mosaico de cuatro imágenes obtenidas por la nave espacial Galileo de la NASA, las bandas oscuras que atraviesan la superficie de Europa, la luna de Júpiter, representan los extensos efectos de la fractura y posible erupción de gases y material rocoso desde el interior de la luna. Estas y otros rasgos sugieren que había hielo derretido o agua líquida debajo de la corteza helada cuando se produjo la rotura. Los datos no descartan la posibilidad de que tales condiciones existan en Europa hoy en día. Las imágenes fueron tomadas desde una distancia de 156,00 kilómetros el 27 de Junio de 1996. Muchas de las bandas oscuras tienen más de 1,600 kilómetros de longitud, superando la longitud de la falla de San Andrés de California. Algunas de las características que se ven en este mosaico son el resultado de los impactos meteoríticos, incluyendo el cráter de unos 30 kilómetros de diámetro que es visible como una cicatriz brillante en el tercio inferior de la fotografía. También, docenas de cráteres poco profundos que se pueden ver en algunas zonas a lo largo del terminador del planeta (zona sombreada en la parte superior derecha de la imagen) son probablemente cráteres de impacto. Otras áreas a lo largo del terminador no tienen cráteres, lo que indica que son superficies relativamente jóvenes, lo que sugiere erupciones recientes de hielo derretido desde el interior. El cuarto inferior del mosaico incluye zonas muy fracturadas donde la corteza helada se ha roto en trozos que llegan a tener 30 kilómetros de ancho.

El mosaico cubre una gran parte del hemisferio norte e incluye el polo norte en la parte superior de la imagen. El Sol ilumina la superficie de Europa desde la izquierda. El área mostrada está centrada a 20 grados de latitud norte y 220 grados de longitud oeste y tiene una extensión similar a la zona de Estados Unidos situada al oeste del río Mississippi. (Cortesía: USGS Flagstaff)