

Geología de la Luna

El conocimiento de la geología lunar aumentó significativamente a partir de los [años sesenta](#) con las misiones tripuladas y automatizadas. Pese a todos los datos recogidos, todavía quedan preguntas sin responder que únicamente serán contestadas con la instalación de futuras bases permanentes y un estudio más amplio de la superficie. Gracias a su cercanía, la [Luna](#) es el único cuerpo —además de la [Tierra](#)— del que se conoce detalladamente su geología y del que se obtuvieron muestras de distintas regiones. Las misiones tripuladas [Apolo](#) contribuyeron en la recolección de 382 [kilogramos](#) de [rocas](#) y muestras del suelo lunar, los cuales siguen siendo objeto de estudio útil para la comprensión acerca de su formación y la de otros cuerpos celestes. Algunas sondas del [programa Luna](#) de la [Unión Soviética](#) también trajeron de vuelta a la Tierra pequeñas muestras del suelo lunar: la [Luna 16](#) (101 gramos), la [Luna 20](#) (55 gramos) y la [Luna 24](#) (170 gramos).

El origen de la Luna

Por mucho tiempo el problema fundamental concerniente a la historia lunar fue el de su origen. Las hipótesis que han sido elaboradas a este respecto son tan variadas como diferentes una de la otra. Las hipótesis más importantes son:

- **Captura lunar:** la captura de una luna completamente formada por el [campo gravitacional](#) de la [Tierra](#) resulta inverosímil ya que un encuentro cercano con la Tierra habría producido una colisión o una alteración de la trayectoria del cuerpo en cuestión y probablemente nunca volvería a reencontrarse con la Tierra. Para que esta hipótesis funcione se requeriría una gran atmósfera extendida alrededor de la Tierra primitiva, la cual podría frenar el movimiento de la Luna antes de que escapase. Esta hipótesis es seriamente considerada para explicar las órbitas de los satélites irregulares de [Júpiter](#) y [Saturno](#); sin embargo, es muy difícil que funcione para la Luna.
- **Hipótesis de la fisión:** expone la idea de que una Tierra primitiva con una rotación acelerada expulsó un pedazo de su masa, y fue propuesta por [George Darwin](#) (hijo del célebre biólogo [Charles Darwin](#)). Esta hipótesis no explica por qué la Tierra estaba rotando una vez cada 2,5 horas y por qué la Luna y la Tierra no siguen con un movimiento rotacional acelerado en la actualidad.

- **Hipótesis de la acreción:** con esta hipótesis se establece que la Tierra y la Luna se formaron juntas, en un sistema doble. El problema de esta hipótesis es que no se explica el período rotacional de la Tierra y la Luna además de dar una respuesta a la ausencia de material de este sistema doble orbitando a los dos cuerpos, fenómeno que solamente puede ser explicado si se tienen en cuenta el movimiento de rotación terrestre y el de revolución lunar a través de una propiedad física llamada [momento angular](#).
- **Teoría del gran impacto:** se refiere al impacto de un cuerpo del tamaño de Marte (la mitad del radio terrestre y un décimo de su masa) sobre la Tierra cuando ésta estaba a un 90% de su tamaño actual. Este impacto habría expulsado vastas cantidades de material caliente alrededor de la órbita terrestre y la Luna se habría formado a través de la acumulación de este material.

Teoría del gran impacto

Es la hipótesis más aceptada. Aunque propuesta en [1984](#), sus orígenes se remontan a mediados de los [años setenta](#). Esta teoría sí satisface las condiciones orbitales de la Tierra y la Luna y las causas por las que la Tierra tiene un núcleo metálico más grande que la Luna. Las teorías modernas de cómo se forman los planetas a través de cuerpos más pequeños -que habrían sido formados por cuerpos aún más pequeños- predicen que cuando la formación de la Tierra estaba casi terminada, podría haber habido un cuerpo del tamaño de Marte y con cerca de un décimo de la masa de la Tierra en las cercanías de la órbita terrestre. Por todo esto, la teoría del gran impacto es un evento plausible, incluso podría haber sido inevitable.

La energía involucrada en esta colisión es impresionante: miles de billones de toneladas de material se habría evaporado y derretido. En algunos lugares de la Tierra la [temperatura](#) habría llegado a los $10.000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esto explicaría el tamaño inusual del núcleo metálico de la Tierra: el cuerpo del tamaño de Marte se habría fusionado con la Tierra incorporando su material al interior de nuestro planeta. Si este evento nunca hubiera sucedido, no sólo es que la Tierra no tendría luna, sino que además los días serían más largos y sus duraciones serían de cerca de un año.

El primer evento importante de la formación lunar fue la [cristalización](#) del [magma](#) oceánico. No se sabe con certeza cuál era su profundidad, pero según diferentes estudios, el océano de magma estaba ubicado a unos [500 km](#) de profundidad. Los primeros [minerales](#) en formarse en este océano en proceso de cristalización fueron los [silicatos](#) de [hierro](#) y [magnesio olivino](#) y [piroxeno](#). Debido a que estos minerales eran más densos que el material confinante, se hundieron. La ulterior formación de [feldespato plagioclasa](#) de menor densidad que el magma se ubicó en la parte superior del océano de magma formando las montañas de [anortositas](#), dando a lugar a la primera [corteza lunar](#). La etapa del océano de magma terminó hace unos 4400 millones de años.

Tan rápido como se formó la corteza lunar, e incluso cuando todavía se estaba formando, otros tipos de magmas que formarían las [noritas](#) y las [troctolitas](#) en las

tierras altas se empezaron a formar en lo profundo de la Luna pero todavía no se sabe a qué profundidad. Los magmas subieron a través de la superficie infiltrándose a través de la corteza de anortosita, formando grandes rocas e incluso erupcionando sobre la superficie. Algunos de estos cuerpos magmáticos reaccionaron químicamente con los remanentes del océano de magma ([KREEP](#)) y otros pueden haber disuelto a las anortositas. Este periodo de historia lunar terminó hace cerca de 4000 millones de años.

Durante estas primeras etapas de la formación lunar, varios eventos de impacto siguieron modificando la superficie hasta una profundidad de unos pocos kilómetros (incluso hasta 20 km). Aunque no ha sido comprobado fehacientemente, el promedio de impactos parece haber declinado entre 4500 y 4000 millones de años atrás, pero después creció dramáticamente produciendo la mayor parte de las cuencas visibles en la Luna. Este bombardeo habría ocurrido en un lapso de entre 4000 a 3850 millones de años atrás.

Una vez disminuido el promedio de impactos, los mares tuvieron tiempo para formarse. Los [basaltos](#) se formaron hace más de 3850 millones de años. Sin embargo, entre 3700 y cerca de 2500 millones de años atrás (la última cifra es muy incierta), las [lavas](#) fluyeron sobre la superficie lunar, formando los mares y otras características típicas. Junto con los basaltos vinieron las [erupciones piroclásticas](#) arrojando restos de basalto derretido a cientos de kilómetros de distancia. Desde que cesó el [vulcanismo](#), la única fuerza geológica en la Luna han sido los impactos de [meteoritos](#).

Algunos de los [cráteres](#) más importantes de la Luna son [Copérnico](#), con 93 km de [diámetro](#) y una profundidad de 3,76 km, y Tycho con un diámetro de 85 km ambos cráteres expulsaron gran cantidad de material. La misión [Apolo 17](#) alunizó en un área en la que se había distribuido el material proveniente de [Tycho](#); el estudio de rocas permitió llegar a la conclusión de que el impacto habría ocurrido hace unos 110 millones de años.

Paisaje lunar

El paisaje lunar está caracterizado por la presencia de cráteres de impacto, el material eyectado por éstos, algunos [volcanes](#), depresiones rellenas por el océano de magma, colinas y las marcas dejadas por los flujos de lava.

Las altas y bajas planicies

El aspecto más distintivo de la Luna es el contraste de zonas claras y oscuras. Las zonas claras son las tierras altas y reciben el nombre de *terrae* (del [latín](#) tierra. Forma singular: *terra*) y las planicies más oscuras llamadas *maria* (del latín mares. Forma singular: *mare*), nombres acuñados por [Johannes Kepler](#).

Las tierras altas y los cráteres

Las tierras altas presentan la mayor cantidad de cráteres de impacto desde un diámetro de cerca de un [metro](#) hasta 1000 kilómetros. Antes de que cualquier misión robótica pudiera llegar a la Luna, los científicos pensaban que el origen de algunos de estos cráteres era volcánico, idea que cambió radicalmente con el retorno de muestras de suelo y rocas lunares con las [misiones Apolo](#) mostrando claramente el importante rol del proceso de impacto en la formación del terreno. Los impactos ocurren a velocidades cercanas a los 20 km/s (70.000 km/h). En cada impacto ondas de alta presión rebotan al proyectil y el cuerpo impactado, en cual proceso, el proyectil (un meteorito) es destruido por el pasaje de la onda de choque haciendo que se [evaporice](#) en casi toda su totalidad. El material del cuerpo impactado es comprimido fuertemente y descomprimido brevemente después. Una porción de este material es evaporizado y otra parte es derretida, pero la mayor parte (una masa 10.000 veces superior a la del meteorito) es expulsada fuera del cráter formando el anillo que lo rodea. La parte central del cráter es un área más deprimida que el resto del terreno. La diferencia con las [calderas volcánicas](#) o [conos de cenizas](#) es que no tienen anillos de material acumulado y sus cimas están por encima del nivel de la superficie.

Una pequeña parte del cuerpo impactado es expulsada a grandes distancias dando lugar a unas figuras que se asemejan a líneas rectas llamadas [radios](#).

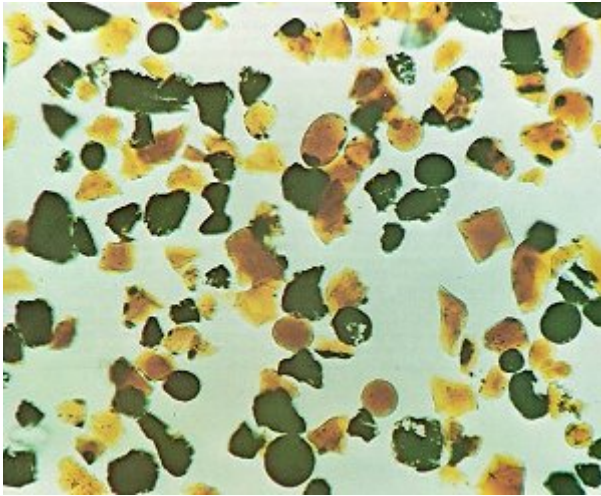
Los mares


Los mares (*maria*) cubren cerca del 16% de la superficie lunar y fueron formados por [coladas](#) de lava que principalmente llenaron las enormes cuencas de impacto. Aunque se piensa que en la actualidad la Luna no posee ninguna actividad volcánica, sí la tuvo en el pasado. Según estudios, la actividad volcánica de la Luna tomó lugar después de que las tierras altas fueran formadas y después de que la mayor parte del proceso de craterización sucediera, por este motivo, los mares lunares son más recientes que las tierras altas.

Antes de ser confirmado por las misiones *Apolo*, los científicos ya creían que los mares lunares eran planicies de lava ya que éstas poseían unas características particulares: patrones de flujos de lava y colapsos atribuidos a [tubos de lava](#). El material recogido durante las misiones lunares de los [años sesenta](#) y [setenta](#) confirmaron la sospecha: las cuencas están formadas de un tipo de roca volcánica llamada [basalto](#).

Los mares llenan la mayor parte de las cuencas de impacto del lado visible. En los [años sesenta](#), algunos científicos sugirieron que esto demostraba una causa y efecto: los impactos no sólo causaron la formación de grandes cráteres sino también produjeron el derretimiento del interior lunar disparando el proceso

volcánico. Sin embargo un examen más detallado de los mares muestra que éstos deben haber sido más jóvenes que las cuencas en las que residen.



 Partículas de vidrio volcánico.

Ejemplo: el impacto que formó la gran cuenca de Imbrium del [Mare Imbrium](#) (Mar de las Lluvias) arrojó material hacia fuera de la cuenca formando las montañas que rodean a la cuenca Serenitatis, es decir, del [Mare Serenitatis](#) (Mar de la Serenidad). Por eso el Mar de la Serenidad es más antiguo.

La característica visible más importante acerca de la relativa juventud de los mares respecto al terreno circundante es que los mares poseen menos cráteres, lo que supone que han estado menos tiempo presentes. De hecho, con los datos recogidos en las misiones lunares se sabe que los mares pueden formarse incluso miles de millones de años después de que se formen las cuencas.

Otro tipo de depósito asociado con los mares, aunque también cubre a las áreas de las tierras altas, son los depósitos de manto oscuro. Estos depósitos no pueden ser vistos a simple vista sino con la ayuda de [telescopios](#) o la cercanía de naves espaciales. Antes de las misiones *Apolo*, los científicos creían que se trataba de depósitos producidos por [erupciones piroclásticas](#). Algunos depósitos parecen estar asociados con conos de cenizas oscuros y anchos reforzando la idea de las erupciones piroclásticas, posteriormente confirmadas por el hallazgo de [perlas de vidrio](#) como las que se encuentran en las erupciones piroclásticas de la Tierra.

Preguntas sin contestar sobre los mares

Todavía persisten algunos misterios sobre los mares:

- ¿Por qué desaparecieron los volcanes y solamente se pueden apreciar conos de ceniza asociados con depósitos de manto oscuro?
- Si no existieron los volcanes ¿de dónde fue erupcionada la lava?

En algunos casos es visible que la lava proviniera de las enormes cuencas de impacto, o quizás a lo largo de grietas concéntricas a la cuenca, aunque en la mayoría de los casos no se puede ver de dónde erupcionó. Otra de las

características curiosas de la Luna es que casi todos los mares están presentes en el lado visible a la Tierra. La mayoría de los científicos cree que esta [asimetría](#) está causada porque la corteza de las tierras altas es más espesa en el lado opuesto, dificultando el ascenso del basalto hasta la superficie.

La superficie lunar

La superficie de la Luna es de color gris y presenta una gran cantidad de fino [sedimento](#) producto de los innumerables impactos de meteoritos. Este polvo recibe el nombre de [regolito](#) lunar, un término acuñado para describir las capas de sedimento producidas por efectos mecánicos sobre las superficies de los planetas. El espesor del regolito varía de 2 metros en los mares más jóvenes hasta unos 20 metros en las superficies más antiguas de las tierras altas.

El regolito está formado por el material rocoso de la región en donde se encuentre, pero además contiene restos de material expulsado por impactos lejanos, por lo cual el regolito constituye una roca de gran valor científico.

El regolito contiene rocas, fragmentos de minerales derivados del lecho de roca original, partículas vidriosas formadas por los impactos. En la mayor parte del regolito lunar, la mitad de las partículas están compuestas de fragmentos minerales que están unidos por vidrios de impacto; estos objetos se llaman [aglutinados](#). La composición química del regolito varía de acuerdo a su locación; el regolito en las tierras altas, como sus rocas, es rico en [aluminio](#). El regolito en los mares es rico en [hierro](#) y [magnesio](#), como las rocas basálticas.

El regolito lunar es también muy importante porque almacena la información de la historia solar. Las partículas que forman al [viento solar](#), compuesto principalmente de [átomos](#) de [helio](#), [neón](#), [carbono](#) y [nitrógeno](#) golpean la superficie lunar y se insertan en los granos minerales. Al analizar la composición del regolito, especialmente su composición [isotópica](#) es posible determinar si la actividad del Sol ha cambiado con el tiempo.

Los gases del viento solar podrían ser útiles para futuras bases lunares, ya que el oxígeno y el hidrógeno (agua), carbono y nitrógeno no sólo son esenciales para la vida sino que también son de gran utilidad para la elaboración de combustible.

Existe una gran cantidad de [oxígeno](#) almacenado en los silicatos, [dióxido de silicio](#) (SiO₂), minerales de las rocas lunares, óxidos de calcio ([CaO](#)), hierro ([FeO](#)) y magnesio ([MgO](#)). Cerca del 43% de la masa del suelo es oxígeno y el viento solar provee el resto.

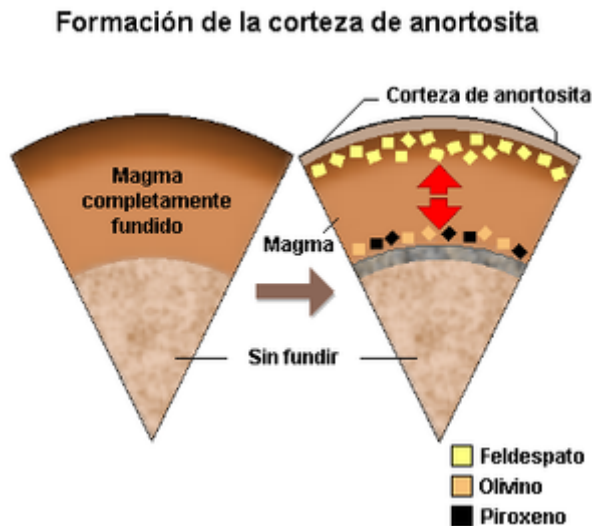
Elemento	Porcentaje
Oxígeno	42%
Silicio	21%
Hierro	13%
Calcio	8%
Aluminio	7%
Magnesio	6%
Otros	3%

Rocas lunares

Rocas de las tierras altas y el océano de magma lunar

Las primeras rocas recogidas por el [Apolo 11](#) correspondían a basaltos. A pesar de que la misión *Apolo 11* transcurrió sobre el Mar de la Tranquilidad, también se recogieron fragmentos milimétricos de rocas de las tierras altas. Éstas están principalmente compuestas por el mineral [feldespato plagioclasa](#); algunos fragmentos únicamente contenían plagioclasa. Estas rocas se llaman [anortositas](#).

Las tierras altas están formadas principalmente de plagioclasa porque éste mineral se fue acumulando en la parte superior del [océano de magma](#) por flotación, dando lugar a la hipótesis de que la Luna estuvo alguna vez cubierta por un océano de magma.



Formación de la corteza de [anortosita](#).

El concepto del océano de magma fue comprobado en [1994](#) con la sonda [estadounidense Clementine](#), la cual en su órbita polar durante dos meses tomó fotografías en diferentes [longitudes de onda](#). Los científicos analizaron el contenido de hierro en la superficie lunar a través de las variaciones de la [luz](#) reflejada a diferentes longitudes de onda. La hipótesis del océano de magma predice que las tierras altas lunares deberían tener un bajo contenido en hierro, menos de aproximadamente 5% por peso (registrado como [óxido](#) de hierro FeO). De acuerdo a las mediciones de la *Clementine*, la presencia promedio en las tierras altas es menor al 5% de FeO por peso. Estos datos fueron confirmados en [1998](#) cuando otra sonda estadounidense, la [Lunar Prospector](#) orbitó la Luna.

Las tierras altas contienen otro tipo de rocas ígneas: las más abundantes son las [noritas](#) y las [troctolitas](#), rocas formadas por cantidades iguales de plagioclasa y olivino o piroxeno (siendo ambos minerales de silicatos que contienen hierro y magnesio). La [datación radiométrica](#) de estas rocas sugiere que son más jóvenes que las anortositas que fueron formadas después que el océano de magma se había

cristalizado.

Las rocas de las tierras altas son además bastante complejas debido al proceso de craterización. La mayoría de estas rocas son complejas mezclas de otras. Las rocas originales fueron derretidas, mezcladas, e impactadas durante los primeros 500 millones de años de la Luna. Estas rocas se llaman **brechas**. Algunas de estas brechas están tan mezcladas que contienen brechas dentro de brechas. La mayor parte de las anortositas, noritas y troctolitas son en realidad fragmentos de rocas dentro de brechas.

Lo interesante de las brechas de las tierras altas, especialmente las brechas de impacto (rocas parcialmente derretidas por un evento de impacto) es que la mayoría de ellas se ubica en una edad que se expande desde los 3850 a los 4000 millones de años. Esto lleva a la idea de que la Luna experimentó un bombardeo de meteoritos muy intenso durante ese lapso, sin embargo, se debe tener en cuenta que el muestreo de rocas regresados por las misiones *Apolo* es muy reducido y corresponde a una pequeña región de la Luna.

Muchas brechas y algunas rocas ígneas están enriquecidas con un conjunto de elementos que no son comunes en la Tierra. Estos elementos no tienden a ser parte fundamental de los minerales presentes en las rocas. Su presencia se origina cuando el magma se cristaliza, y la parte que todavía está líquida progresivamente se va enriqueciendo de estos elementos especiales. Las rocas que los contienen se llaman **KREEP**, nombre que representa las siglas del **potasio** (símbolo químico K), elementos raros de la Tierra, del inglés *Rare-Earth Elements* (REE) y **fósforo** (símbolo químico P). Actualmente se cree que los KREEPs representan los últimos restos de la cristalización del magma de océano. Grandes impactos excavaron la corteza expulsando el material inferior mezclándolo con otros escombros formando brechas KREEP.

Abundancias minerales en las rocas lunares

	Plagioclasa	Piroxeno	Olivino	Ilmenita
Rocas de las tierras altas				
Anortosita	90%	5%	5%	0%
Norita	60%	35%	5%	0%
Troctolita	60%	5%	35%	0%
Basaltos de los mares				
Alto contenido en titanio	30%	54%	3%	18%
Bajo contenido de titanio	30%	60%	5%	5%
Muy bajo contenido de titanio	35%	55%	8%	2%

Los minerales lunares

Mineral	Elementos	Apariencia en rocas lunares
Feldespato plagioclasa	Calcio (Ca), Aluminio (Al), Silicio (Si), Oxígeno (O)	De blancuzco a gris transparente; usualmente como granos más largos que anchos.
Piroxeno	Hierro (Fe), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Silicio (Si), Oxígeno (O)	De color marrón a negro; los granos aparecen usualmente más alargados en los mares y algo cuadrados en las tierras altas.
Olivino	Hierro (Fe), Magnesio (Mg), Silicio (Si), Oxígeno (O)	De color verduzco; por lo general aparece de forma redondeada.
Ilmenita	Hierro (Fe), Titanio (Ti), Oxígeno (O)	Negro, cristales de forma alargada a cuadrada.

Constitución geológica de los mares

La principal características de las rocas basálticas respecto de las rocas provenientes de las tierras altas es que los basaltos contienen una mayor cantidad de olivino y piroxeno y menos plagioclasa. Llamativamente muchas de ellas también tienen un óxido de mineral de hierro-[titanio](#) llamado [ilmenita](#). Debido a que el primer muestreo de rocas tenían un gran contenido de ilmenita (y otros minerales relacionados) recibieron el nombre de basaltos de “alto titanio” en referencia a las concentraciones excepcionales de este [metal](#). El [Apolo 12](#) regresó a Tierra con basaltos de menores concentraciones y fueron llamados basaltos de “bajo titanio”. Misiones subsecuentes y las misiones automatizadas [soviéticas](#) regresaron con basaltos con una concentración aún menor, son los basaltos de “muy bajo titanio”. La sonda *Clementine* proporcionó datos que muestran un amplio rango de contenido de titanio en las rocas basálticas, siendo las de alto contenido las de menor abundancia.

Las formas de los granos minerales en la que están presentes en los basaltos de los mares indican que estas rocas fueron formadas en coladas de lava, algunas delgadas (de un metro de espesor) y otras más espesas (hasta 30 metros). Muchas de los basaltos lunares contienen pequeños agujeros llamados [vesículas](#), los cuales fueron formados por burbujas de gases atrapados cuando se solidificó la lava. No se sabe con certeza cuáles fueron los gases que escaparon de estas rocas. En la Tierra las vesículas se forman con la salida de [dióxido de carbono](#), vapor de agua

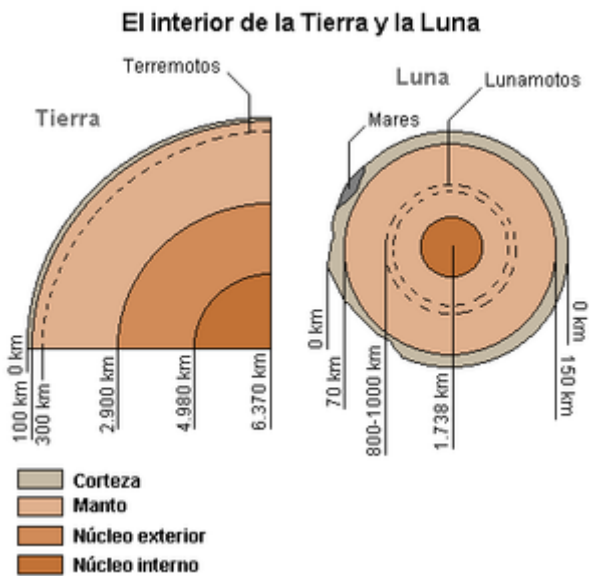
acompañada de algo de [sulfuro](#) y [cloro](#). En la Luna no hay señales de la existencia de agua. Es probable que hayan sido dióxido de carbono y [monóxido de carbono](#), con algo de sulfuro.

Las muestras de vidrios piroclásticos se presentan de color verde, amarillo y rojo. La diferencia en color reflejan la cantidad de titanio que poseen, de esta manera, las partículas verdes tienen las menores concentraciones (cerca de 1%) y las rojas son las de mayores concentraciones con un 14%, mucho más que los basaltos de mayores concentraciones.

Los experimentos llevados a cabo en las rocas basálticas y vidrios piroclásticos muestran que se formaron cuando el interior de la Luna estaba parcialmente derretido. Las rocas, no tienen una temperatura específica de fundición ya que se derriten en una gama de temperaturas: los basaltos se funden a unas temperaturas entre 1000 y 1200 $^{\circ}\text{C}$. Los experimentos mostraron que el derretimiento en la Luna tomo lugar a una profundidad de entre 100 a 500 km, y que las rocas que se derritieron parcialmente contenían principalmente olivino y piroxeno con algo de ilmenita en las regiones que formaron los basaltos de alto titanio.

El interior lunar y los lunamotos

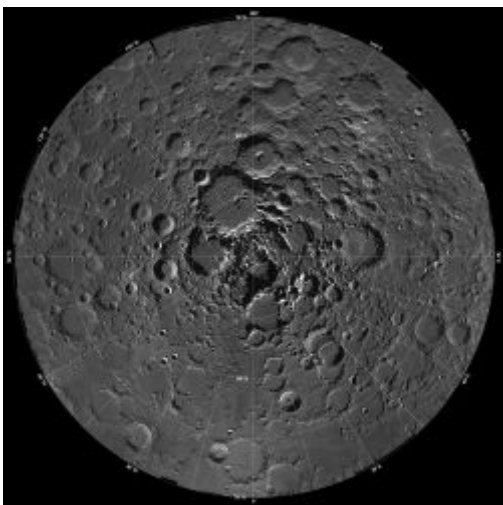
La Luna no posee [tectónica de placas](#) y por lo tanto no se renueva constantemente como la Tierra. Los temblores lunares, los lunamotos, son mínimos y los más grandes (de magnitud 5) solamente ocurren cerca de una vez por año. El interior lunar es bastante diferente del de la Tierra; la corteza lunar tiene un espesor de unos 70 km en el lado visible a unos 150 km en el lado oculto. Los mares tienen cerca de 1 km de espesor (dato derivado de estudios [fotogeológicos](#)). Las muestras regresadas a la Tierra y los datos de sondas, sugieren que la parte inferior de la corteza contiene menos plagioclasa que la mitad superior de la misma. Debajo de la corteza se encuentra el [manto](#) lunar, la capa más extensa de la Luna. Puede que haya una diferencia en la constitución de las rocas por encima y debajo de una profundidad de 500 km, representando la profundidad del océano de magma. Debajo del manto se encuentra el núcleo lunar cuyo tamaño es incierto aunque estimaciones lo ubican entre unos 100 a 400 km.



Comparación del interior de la Tierra y la Luna.

Si bien la Luna no posee un [campo magnético](#) como la Tierra, sí lo tuvo en el pasado. Las rocas lunares están magnetizadas, siendo las más antiguas las que presentan el mayor [magnetismo](#). Esto supone que en el pasado el campo magnético era más intenso. El porqué de su debilitamiento es incierto aunque sirve para teorizar acerca de la ausencia de un núcleo de hierro líquido como en el caso terrestre que en su movimiento interno produce las corrientes eléctricas necesarias para la creación del campo. Otra de las diferencias así derivadas, es que la [densidad](#) media de la luna es de unos $3,3 \text{ g/cm}^3$, mientras que la densidad media de la Tierra es de $5,5 \text{ g/cm}^3$.

En algunas regiones de la Luna la intensidad del campo gravitacional es más intenso, este misterio fue resuelto con la Lunar Prospector al asociarlos con grandes concentraciones de masas (mascons) presentes en los mares de las cuencas.



Polo norte lunar, imagen del cráter con posible reserva de hielo.

A unos 80° del polo sur existen los remanentes de la enorme cuenca de [Aitken](#), la más grande del sistema solar, con unos 2.500 km de diámetro. La mayor parte de esta área, unos 15.000 km² no reciben luz solar gracias a las superficies elevadas de las que están rodeadas. Tanto imágenes de radar de la sonda *Clementine* y los datos del [espectrómetro](#) de [neutrones](#) del *Lunar Prospector* indican que la región contiene depósitos de agua congelada. Hasta ese momento se sospechaba la presencia de un depósito de 10 a 300 millones de toneladas. La Lunar Prospector también descubrió que el polo norte contiene cerca del doble de hielo que el polo sur.

El estudio de las rocas lunares

La mayor parte de las rocas lunares están almacenadas en el [Laboratorio de Recepción Lunar](#) en el [Centro espacial Lyndon B. Johnson](#), en [Houston \(Texas\)](#). Un pequeño porcentaje está distribuido en instalaciones auxiliares en la Base de la Fuerza Aérea Brooks, cerca de [San Antonio \(Texas\)](#). Muchas muestras lunares se encuentran en los laboratorios de investigadores en todo el mundo. Un pequeño número de rocas lunares están expuestas al público en museos y sólo tres piezas pueden ser tocadas. Estas son las “rocas tocables” cortadas de rocas basálticas de la misión [Apolo 17](#). Una de estas rocas está ubicada en el Museo del Aire y el Espacio Smithsonian en [Washington, D.C.](#) Otra pieza está en el Centro Espacial de Houston cercano al Centro Espacial Johnson. Una tercera roca que se puede tocar está en el Museo de las Ciencias en la [Universidad Nacional Autónoma de México](#).

Escala de tiempo geológico lunar

La escala geológica lunar divide la historia de la [Luna](#) en seis períodos geológicos generalmente reconocidos: [Pre-Nectárico](#),

[Nectárico](#), Ímbrico ([Inferior](#) y [Superior](#)), [Eratosteniano](#) y [Copernicano](#). Los límites de esta escala de tiempo se relacionan con los eventos de gran [impacto](#) que han modificado la superficie lunar, los cambios en la morfología de los cráteres que se producen con el paso del tiempo y la distribución de espacio-temporal de la superposición de cráteres en las unidades geológicas.

Divisiones del **Tiempo Geológico Lunar** :

[Pre-Nectárico](#) - [Nectárico](#) - [Ímbrico Inferior](#) - [Ímbrico Superior](#) - [Eratosteriano](#) - [Copernicano](#)

La edad absoluta de estos períodos ha estado limitada por la [datación radiométrica](#) de las muestras obtenidas de la superficie lunar. Sin embargo, todavía hay bastante debate en relación con la antigüedad de algunos eventos clave, porque la

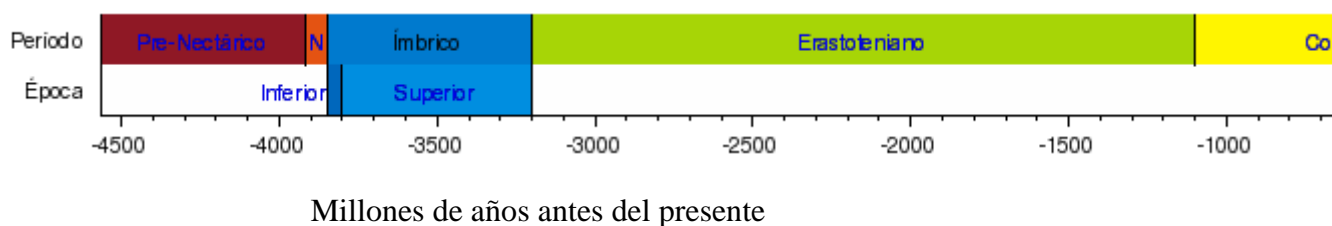
correlación de las muestras lunares con las unidades geológicas de la Luna es difícil, y la mayoría de las fechas radiométricas lunares han sido muy afectadas por una historia de intenso bombardeo.

Estratigrafía lunar

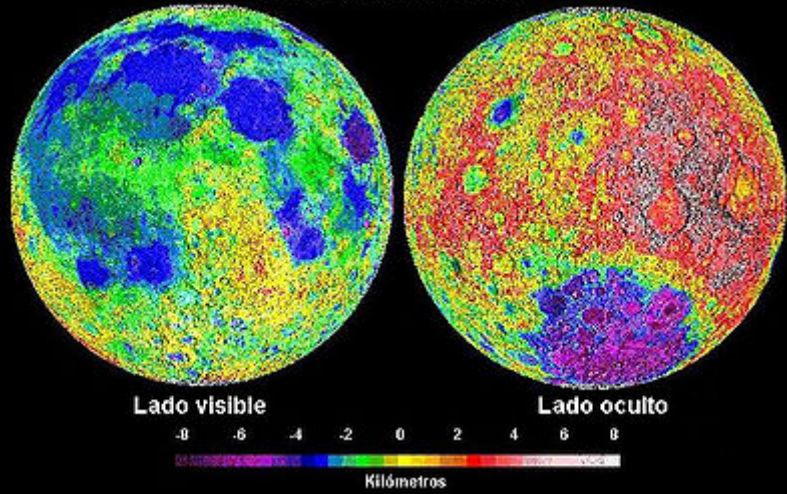
Los principales procesos geológicos que han modificado la superficie lunar son los impactos y el [vulcanismo](#), y mediante el uso de principios estratigráficos estándar¹ (como la [ley de superposición](#)) es posible ordenar estos eventos geológicos en el tiempo. Una vez se pensó que los basaltos podrían representar una sola unidad estratigráfica con una única antigüedad, pero ahora se reconoce que el vulcanismo es un proceso continuo, comenzando tan temprano como hace 4.200 millones de años² y quizás lo continuó hasta hace 1.200 millones de años.³ Los impactos son los acontecimientos más útiles para la definición de una estratigrafía lunar, ya que son numerosos y se forman en un instante geológico.⁴ La continuación de los efectos del impacto sobre largos períodos de tiempo modifica la morfología lunar en forma cuantitativa, y el estado de erosión del terreno se puede utilizar también para asignar una edad relativa.

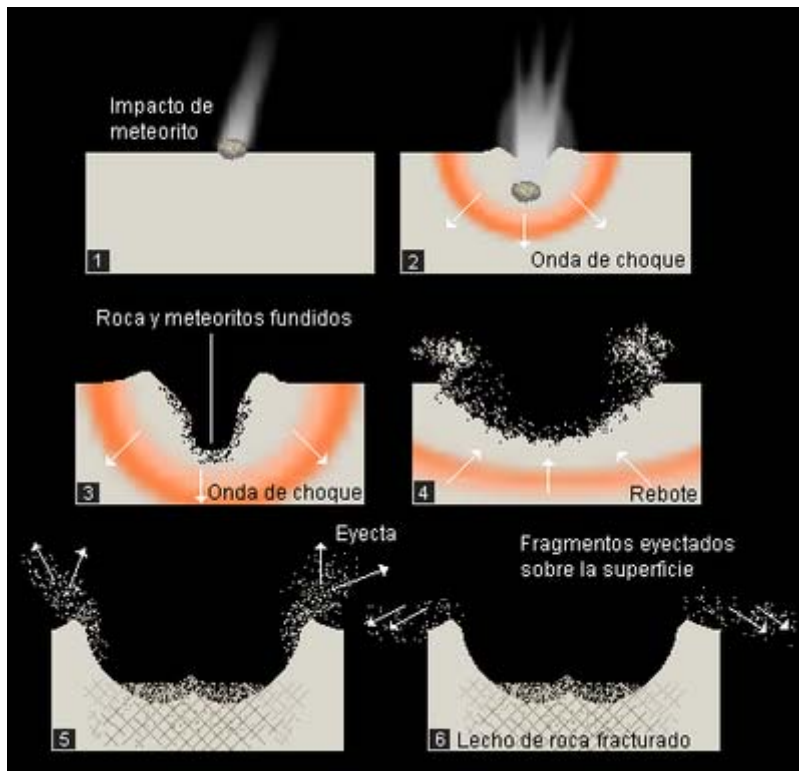
La escala de tiempo geológico lunar se ha dividido en seis periodos. Estas divisiones de tiempo geológico se basa en el reconocimiento de marcadores geomorfológicos convenientes, y como tales, no debería entenderse que se hayan producido cambios fundamentales en los procesos geológicos. La Luna es única en el Sistema Solar pues es el único cuerpo (a excepción de la [Tierra](#)), para la que tenemos muestras de rocas en un contexto geológico conocido. Correlacionando las edades de las muestras obtenidas por las [misiones Apolo](#) para conocer las unidades geológicas, se han podido asignar edades absolutas a algunos de estos períodos geológicos.

El cronograma a continuación representa uno de tales intentos, pero es importante señalar que algunas de las edades son o bien inciertas o en discusión. En muchas regiones montañosas lunares no es posible distinguir entre materiales Nectáricos y Pre-Nectáricos, y estos depósitos son a veces etiquetados justo como Pre-Ímbricos.



Mapa topográfico de la Luna provisto por la sonda *Clementine*
Intervalo de contorno - 500 mts





Este archivo pdf esta basado en la enciclopedia libre Wikipedia.

http://es.wikipedia.org/wiki/Geolog%C3%ADa_de_la_Luna