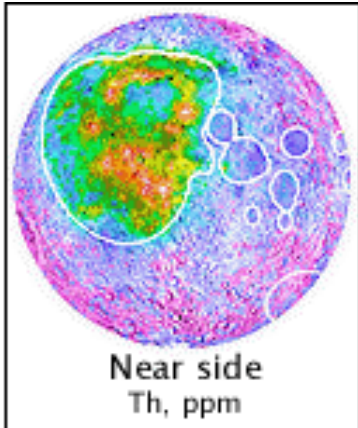


# Una Luna Nueva para Siglo XXI

Escrito por **G. Jeffrey Taylor** <http://www.higp.hawaii.edu/~gjtaylor/>  
Hawai'i Instituto de Geofísica y Planetología

Treinta años de estudios de muestras lunares irregulares, complementado por la teledetección y los datos geofísicos nos dio las líneas maestras de la naturaleza y la historia geológica de la Luna. Muchas creencias queridas están siendo interrogados sobre la base de datos mundial devuelto por dos misiones de saldo y enviados a la Luna en el decenio de 1990, Clementine y Lunar Prospector.



From Jolliff et al., 2000

Estos datos se han integrado con datos de la muestra lunar nuevo y lo viejo, a darnos nuevas, aunque sigue siendo controvertido, ideas sobre la naturaleza de la Luna. Dos artículos en una sección especial del *Journal of Geophysical Research* (planetas) ilustran el punto. Brad Jolliff y sus colegas en la Universidad Washington en St. Louis, Jeff Gillis, Larry Haskin, Korotev Randy, y Mark Wieczorek (actualmente en el Instituto de Tecnología de Massachusetts) se dividen la corteza de la Luna en provincias distintas geoquímicos muy diferente de las tierras altas tradicionales (o terra) y María.

En un documento separado, Randy Korotev presenta un análisis detallado de un tipo de roca común entre las muestras devuelto por las misiones Apolo. Este tipo de roca, apodado enigmáticamente "LKFM," fue pensado por muchos de nosotros para representar la composición de la corteza inferior en todas partes en la Luna. Korotev sostiene que se limita a sólo una de

de las provincias de Jolliff. Si es correcto, esto cambia nuestras estimaciones de la composición de la corteza lunar, por lo tanto de toda la Luna. Aunque otros científicos lunar examinar estos nuevos puntos de vista de la Luna, está claro que algunas ideas hace mucho tiempo sobre la Luna podría ser modificado de manera significativa, si no se tiró por completo.

## Referencias:

Jolliff, Bradley L., Gillis, Jeffrey J., Haskin, Larry A., Korotev, Randy L., y Wieczorek, Mark A. (2000) Grandes terrenos corteza lunar: las expresiones de superficie y los orígenes de la corteza-manto. *Journal of Geophysical Research*, vol. 105, p. 4197-4216.

Korotev, Randy L. (2000) El terreno lunar gran calor y la composición y origen de los máficos Apolo ("LKFM") el impacto de fusión brechas. *Journal of Geophysical Research*, vol. 105, p.4317-4345.

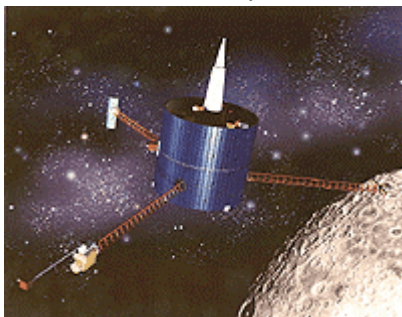


## La mezcla gran cantidad de datos

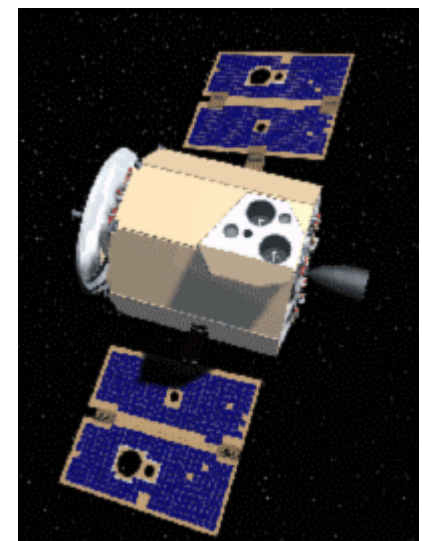
We ahora tienen una gran cantidad de datos acerca de la Luna, y los científicos lunares están utilizando todo. Equipos interdisciplinarios compuestos por expertos en estudios de muestras lunares, la teledetección y geofísica están haciendo gran parte de la nueva investigación. Más importante aún, muchos científicos individuales se están convirtiendo en expertos en el uso de muchos tipos de datos.

Esta investigación fue iniciada por nuevas misiones orbitales a la Luna y una iniciativa, "Vista de la Luna Nueva", organizada por el Comisariado y Análisis de Materiales Equipo de Planificación extraterrestre (CAPTEM).

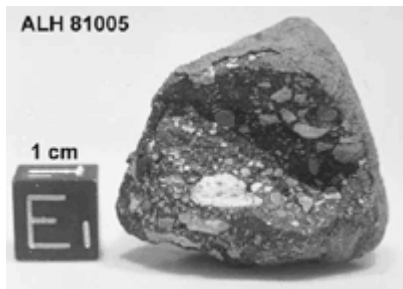
El carácter interdisciplinar de la obra se ilustra con la lista de autores en el papel de Jolliff: Jolliff es un geoquímico y mineralogista, Haskin y Korotev son geoquímicos, Gillis es un especialista en fotogeología y remoto de detección, y Wieczorek es un geofísico. Los datos



proviene de varias fuentes: Tque magnífica programa Apolo regresó 380 kilogramos de rocas y tierra desde la Luna a partir de mediados-1969 a finales de 1972. Las muestras se han estudiado con gran detalle, pero el trabajo no está hecho todavía. Las nuevas técnicas de análisis han sido desarrollados, que requieren



nuevos análisis. Las montañas de datos devueltos por Clementine y Lunar Prospector han provocado numerosos nuevos análisis de las muestras. Las misiones Apolo trajeron muestras de sólo seis lugares en la Luna, todos relativamente cerca en el lado orientado hacia la Tierra de la Luna. El muestreo se amplió un poco por no tripuladas, las misiones robóticas enviada por la Unión Soviética en 1971, 1972 y 1976.



Estas misiones regresado alrededor de 150 gramos de suelo lunar. Uno de los aspectos más importantes de las muestras lunares es que vienen de lugares conocidos en la Luna, proporcionando puntos de calibración de datos de sensores remotos.

Las misiones Apolo trajeron la teleobservación por un tentador 20% de la superficie lunar y estableció estaciones geofísicas en los seis puntos de desembarque.

**Misión Clementine** <http://www.psr.d.hawaii.edu/PSRDglossary.html#Clementine>

(1994) fue desarrollado y financiado por el Departamento de Defensa como una prueba de los sistemas de sensores.

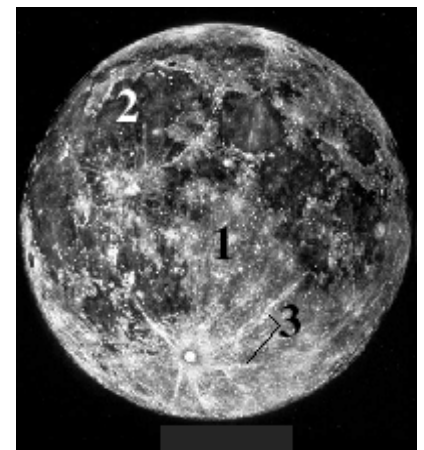
La NASA se unieron con el DOD para proveer fondos para un equipo científico y para el análisis de datos. Clementine lleva un altímetro láser, que produjo el primer mapa global topográficos de la Luna. También había una cámara equipada con filtros para ver la Luna en varias longitudes de onda. Las imágenes enviadas se puede convertir en mapas de la FeO y TiO<sub>2</sub> concentraciones y la mineralogía de la superficie. Ver **PSRD** artículo:

**Rayos de luna y elementos.** <http://www.psr.d.hawaii.edu/Oct97/MoonFeO.html>

### LUNAR prospector

<http://www.psr.d.hawaii.edu/PSRDglossary.html#lunarprospector> (1998-1999) fue la primera misión en una selección competitiva del Programa Discovery de la NASA. Se referían a un número de instrumentos de teledetección en la Luna.

Un **espectrómetro de rayos gamma** proporcionaron datos sobre la concentración de torio de la superficie, y, finalmente, le facilitará mapas de hierro y, posiblemente, de titanio.



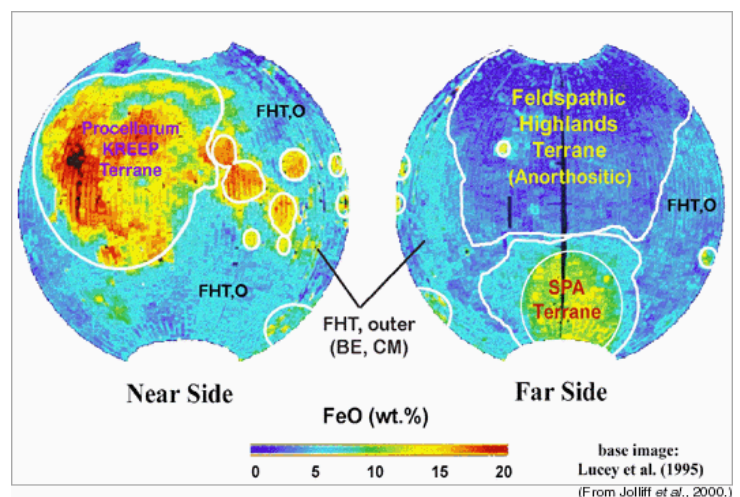
El **espectrómetro de neutrones** medido la abundancia del hidrógeno en la superficie, la búsqueda de enriquecimiento en los polos, el enriquecimiento se debe probablemente a la presencia de hielo de agua.

El **espectrómetro de neutrones** también ofrece información sobre las cantidades de hierro y titanio, un eficaz control de las técnicas utilizadas para extraer las concentraciones de estos elementos de los datos de Clementine. Lunar Prospector también midió el débil campo magnético de la Luna.

Lmeteoritos UNAR se reconoció por primera vez en 1982. En la actualidad hay unos 15 de ellos. Impactos rocas despegar de la Luna, y algunas tierras en la Tierra. Estas muestras son muy importantes para entender la composición de la corteza lunar porque la mayoría probablemente provienen de lugares muy alejados de los sitios de alunizaje del Apolo.

### Grandes terrenos corteza

Sesde Galileo miró primero a la Luna a través de su telescopio casero a principios de 1600, los científicos lunares han dividido la superficie lunar en dos terrenos grandes, firme y maria. La terra (normalmente denominado "tierras altas") se llena de cráteres, de color claro, y superior a la maria, que son menos cráteres (por lo tanto más jóvenes), más oscuro, e inferiores.



Galileo pensó que estos dos continentes representados terrenos (tierra, por la tierra) y los océanos (maria, por los mares). Los mares no son y nunca fueron mares porque la Luna está completamente seca. En cambio, los mares son delgados (no más de un kilómetro o dos) los depósitos de lava que fluyó en las zonas bajas en la Luna.

Tradicionalmente, la Luna se ha dividido en dos grandes terrenos geológicos, las tierras altas (1) y los mares (2). Las tierras altas son más cráteres y superior en la elevación de los mares más oscuro.

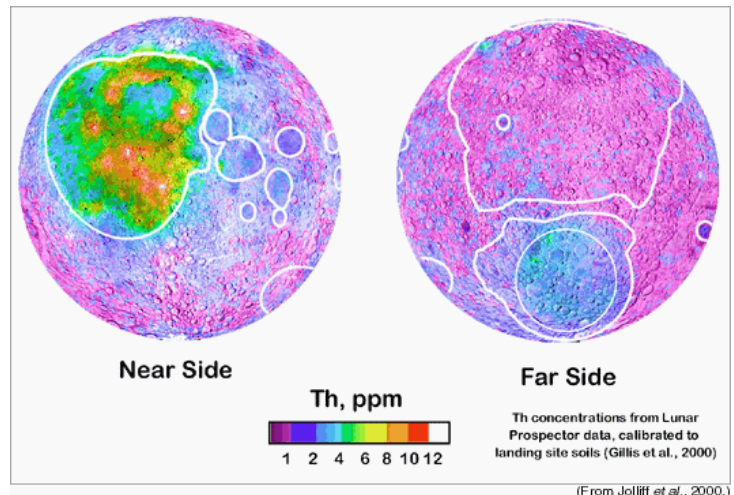


(El número tres puntos a los rayos del cráter Tycho, esta foto se usa en un manos-en la actividad de clase en línea disponibles en el Consorcio Espacial Grant de Hawaii en:

**Exploración de Planetas en el Aula.** [http://www.higp.hawaii.edu/spacegrant/class\\_acts/LunarLandformsTe.html](http://www.higp.hawaii.edu/spacegrant/class_acts/LunarLandformsTe.html)

Esta división nos sirvió bien durante mucho tiempo. Las tierras altas están compuestas por diferentes tipos de roca que son los mares, y formó mucho antes de la maria fueron creadas por erupciones volcánicas. Un tipo de roca abundante altiplano, llamado anortosita, formado por la corteza lunar inicial cuando feldespato cristalizado de un océano de globo de cerco de magma y flotaban en la parte superior para crear una enorme masa de anortosita. Otros magmas posteriormente se introdujo en esta corteza primaria. Mare lavas formados por la fusión de los minerales acumulados densa del océano de magma, erupción en las fisuras, y fluye a través de la superficie lunar dura.

Las cosas no son en realidad tan simple, como compañeros de trabajo Jolliff y el espectáculo. Hay regiones prominentes en la Luna definidos por sus características químicas, específicamente por las concentraciones de óxido de hierro (FeO) y el torio (Th), no sólo la morfología y color.



Hierro y el torio son elementos particularmente útil al distinguir los tipos de roca de los demás y en el seguimiento de los procesos geoquímicos. anorthosites Feldespato ricos no contienen FeO mucho, pero la yegua basaltos contienen gran cantidad de ella. Torio se comporta como un gran número de elementos, tales como los elementos de tierras raras, que no están incorporados en los minerales comunes.

Como resultado, cuando el magma se cristaliza, Th se vuelve más abundante en la izquierda sobre el magma, después el 99% de un magma se ha cristalizado, contiene alrededor de 100 veces más Th tanto como el magma original contenido.

Brad Jolliff y sus colegas han definido tres grandes terranes en la Luna, ver imágenes de arriba: (1) El feldespáticas Highlands Terreno (ESF), que incluye su porción externa algo diferente (ESF, O), lo que ha terreno de baja FeO y jueves. (2) El Procellarum KREEP Terreno (PKT), que se caracteriza por los altos Th. (3) Aitken del Polo Sur Terreno (SPA Terreno), que ha modesta FeO y jueves. Estos no se corresponden con las divisiones tradicionales en tierras altas y maria. La parte del terreno de anorthositic feldespáticas Highlands (ESF-anorthositic) corresponde a gran parte de las tierras altas lunares y se caracteriza por FeO baja (4,2% en peso, en promedio) y muy bajo Th (0,8 partes por millón).

Se compone de rocas ricas en feldespatos anorthosite y afines, y representa una forma pura de la antigua corteza lunar, primaria. Jolliff y compañeros de trabajo también identifican un terreno de relación, que ellos llaman el exterior feldespáticas Highlands Terreno (ESF, O). Esto es similar a ESF, pero contiene más FeO (5,5% en peso) y jueves (1,5 partes por millón). El equipo cree que Jolliff ESF, O es ESF modificado por la adición de material expulsado de la cuencas de impacto enorme y algunos depósitos de basalto. Juntos, estos terrenos del altiplano el 65% de la superficie lunar.

El Procellarum KREEP Terreno (PKT) domina la cara visible de la Luna. "KREEP" es un acrónimo de las rocas lunares que tienen un alto contenido de potasio (K), elementos de tierras raras (REE) y fósforo (P). El PKT es una mezcla de rocas variadas, incluyendo la mayoría de los basaltos yegua en la Luna, y se caracteriza por los altos Th (alrededor de 5 partes por millón en promedio). Esta región también ha sido llamado el "alto oval del Región" y la "Gran Lunar Hot Spot" por dos de los autores del trabajo Jolliff. PKT ocupa alrededor del 16% de la superficie lunar.

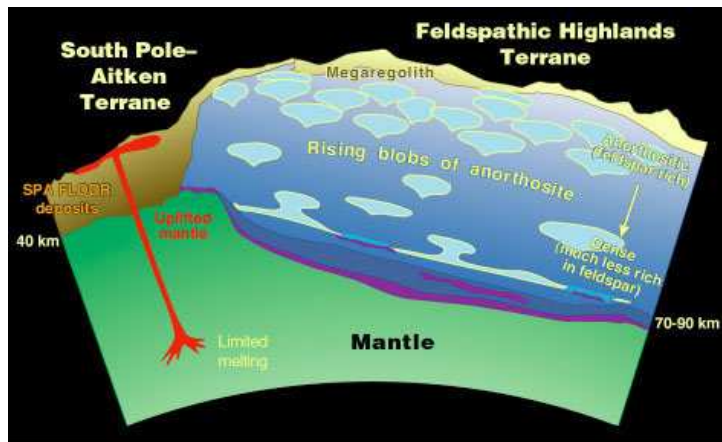
El terreno de gran final se asocia con la inmensa cuenca Aitken del Polo Sur, un cráter de impacto enorme en la cara oculta del sur de la Luna. Jolliff divide el área en SEMILLA interior-exterior-y escupió. SEMILLA-interior tiene moderada FeO (media de 10,1% en peso) y jueves (1,9 partes por millón). SEMILLA exterior-tiene menos FeO (5,7% en peso) y jueves (1,0 partes por millón).

## La corteza inferior

Tque de detección a distancia los datos utilizados por Jolliff y compañeros de trabajo determina la composición de la superficie superior de la Luna (micrómetro superior a varios centímetros). ¿Se puede averiguar algo sobre el material por debajo de eso? En definitiva: Los meteoroides han golpeado a la Luna durante miles de millones de años, cavar hoyos de hasta decenas de kilómetros de profundidad. La roca triturada expulsada de cráteres de impacto y de

los depósitos derretida impacto sobre cráteres ofrecer ventanas en la corteza lunar. Los cráteres de impacto son los orificios naturales del taladro.

Incluso los cráteres más grandes del ESF-An y ESF-O excavar nada pero el rock bajo FeO, lo que implica grandes espesores de rocas ricas en feldespatos. A partir de datos geofísicos, los tamaños de los cráteres, y las relaciones geológicas, Jolliff y sus colegas estiman que el ESF representa una capa de 50 kilómetros de espesor en la pura



(Graphic by Brooks G. Bays, Jr. based on diagram by Brad Jolliff.)

ESF-Un y 30 kilómetros de espesor en las zonas O-ESF. Dado que el material ESF-O está compuesto en gran parte de los restos de impactos gigantes, Jolliff y compañeros de trabajo creen que la región está sustentada por una capa de unos 40 kilómetros de espesor con una composición como la de ESF-O. Ellos creen que casi todos los ESF-An y ESF O-formado a partir del océano de magma lunar. El FeO algo más alto de la parte inferior de la corteza (representado por la composición de ESF-O) puede deberse a la presencia de rocas más densas atrapado en la corteza anortosita crecimiento.

Brad Jolliff y sus coautores presentar este esquema de la región anorthositic del Terreno feldespáticas Highlands (ESF), que constituye la parte más gruesa

de la corteza lunar y está compuesto por ricas en feldespatos (anorthositic) roca. La parte más alta del terreno es el impacto generado por megaregolito,

Que puede estar dominado por material expulsado de la cuenca Aitken del Polo Sur. A medida que el ESF formado a partir de la corteza del océano de magma, las concentraciones del magma quedaron atrapados, formando rocas ricas en FeO. Dado que las rocas habrían sido más densas que el entorno, que se hundan en las otras rocas a concentrarse cerca de la base de las capas de la corteza de color azul (oscuro y morado). Las porciones de estos magmas atrapado que eran ricos en feldespato de baja densidad aumentaría.

Este proceso puede explicar el ligero aumento de FeO con la profundidad. En vista de Jolliff, la semilla puede ser en realidad excavado corteza inferior típico de la ESF. La naturaleza y el origen de la PKT es controvertido. Un tipo de roca común entre las muestras de Apolo es apodado "LKFM". Como Randy comentarios Korotev en su papel, este acrónimo ha tenido una historia larga y confusa. Significa "Low-K Fra Maura" basalto.

La K significa potasio, y la baja se ha añadido para distinguirlo de variedades de alto-K y medianas empresas. Las muestras originales no estaban basaltos, que son los flujos de lava. En cambio, fueron los impactos producidos vasos en el suelo lunar. Las rocas de la composición adecuada se encuentran en abundancia en el Apolo 15, 16 y 17 sitios, y todos fueron fundirse brechas de impacto (una variedad de fragmentos de rocas y minerales unidas entre sí por el magma durante un impacto).

Originalmente un adjetivo, LKFM comenzó a ser utilizado como un sustantivo - el nombre de un tipo de roca - y la cantidad aceptable de potasio comenzó a estirarse. Aunque desconcertante para los recién llegados al campo, la mayoría de nosotros utiliza feliz "LKFM" y sabía lo que significaba. Había FeO y contenido Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de alrededor de 10 y 18% en peso, respectivamente, un rango en las concentraciones de potasio, y característica abundancia relativa de elementos traza. Korotev sabía lo que significaba, también, pero siempre odiaba el término y trató de obtener el resto de nosotros para dejar de usarlo. No fue una campaña muy exitosa! Su sugerencia es llamar rocas con las características LKFM "torio-ricos, el impacto máficas fusión brechas", pero se ve obligado a referirse a ellos como LKFM en su papel para que el resto de nosotros sabe lo que está hablando.

En 1977, Graham y John Ryder madera del Observatorio Astrofísico Smithsonian (Ryder está ahora en el Instituto Lunar y Planetario en Houston) propone que las rocas LKFM izquierdo, respectivamente, se han derretido la mayor parte de la corteza inferior de la Luna. Así, Ryder y Wood propone que la corteza inferior de la Luna está compuesta de roca con la composición de LKFM. Una década más tarde, Paul y Phil Davis Spudis de los EE.UU.

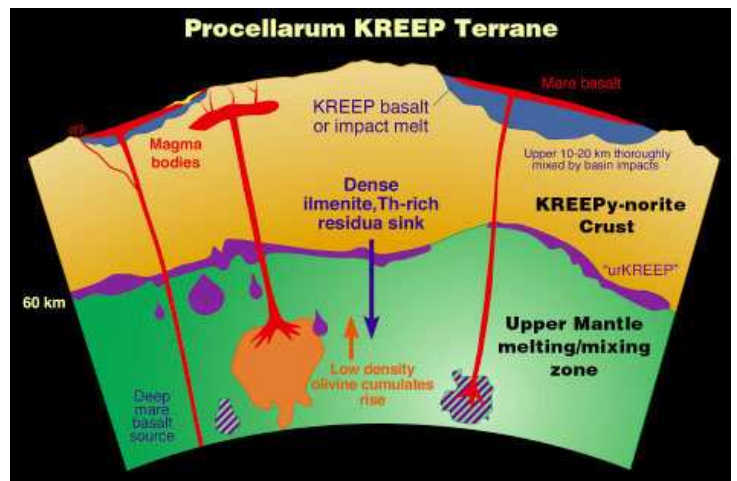
Servicio Geológico de Astrogeología Branch (Spudis ahora también en el Instituto Lunar y Planetario en Houston) utilizado Apolo datos de sensores remotos para demostrar que la cantidad de roca LKFM-como en el aumento de cuenca como eyecciones el tamaño de los incrementos de la cuenca. Debido a la profundidad de la excavación aumenta con el diámetro del cráter, esto implica que la corteza inferior es más rica en LKFM. en el Apolo 15 y 17 lugares de desembarque se produjeron por el deshielo durante la formación del Imbrium y Serentatis cuencas de impacto. Estas estructuras impresionantes, que constituyen el hombre en la derecha de la Luna y el ojo las grandes cuencas de impacto en la Luna, como la cuenca Oriental de 900 km que se muestra aquí, los materiales de excavación de profundidad. Paul Spudis Phil Davis y sugieren que la cantidad de LKFM excavado aumenta con el tamaño de la cuenca, por lo tanto, con la profundidad de la excavación.

Esto implica que la corteza lunar inferior tiene una composición similar a LKFM. Randy Korotev preguntas a esta conclusión, y sugiere que sólo se aplica a una de las placas Procellarum KREEP. La mayoría de nosotros se pegó a esta idea y se convirtió en parte de la tradición de la ciencia lunar. Hemos extrapolado la observación de toda la Luna. (Extrapolaciones de Outlandish no son infrecuentes en la ciencia planetaria!) Una corteza inferior como LKFM se convirtió en un componente básico en las estimaciones de la composición de la Luna. Más recientemente, mis colegas y yo aquí en Hawai`i alegó que el suelo de la cuenca Aitken del Polo Sur estaba compuesta en gran parte de LKFM, aunque señaló otras posibilidades. Una corteza inferior a la composición de LKFM resulta muy práctico y simple. Pero es verdad?

Randy Korotev siempre ha sido una especie de hereje cuando se trata de LKFM. No sólo ha predicado contra el uso de la palabra, pero él ha negado la conclusión de que representa la composición de la parte inferior de la corteza lunar. En su reciente documento que hace que el caso sobre la base de las composiciones de rocas LKFM. Él sugiere que representan el tipo de roca más abundante en el PKT y no puede ser utilizado para estimar la composición de la corteza inferior en otros lugares en la Luna.

Él aborda el problema mediante el cálculo de las proporciones de los distintos tipos de rocas que van a la mezcla LKFM. El primer paso es definir composición media de las subdivisiones de una variedad de LKFM, que es relativamente sencillo. El siguiente paso es más difícil. Korotev tuvo que decidir qué tipos de rocas que intentará mezclar matemáticamente para reproducir la composición química LKFM. Intentó varias opciones lógicas, estableciéndose finalmente en cuatro: (1) norita KREEP, representada por basalto químicamente los fragmentos encontrados en el sitio de alunizaje del Apolo 15.

Basaltos, que son los flujos de lava, no estaría presente en la amalgama LKFM. Al contrario, debe incluir un no estalló equivalente de basalto, norita llamado. Es razonable suponer que una gran cantidad de magma que surgió para formar basaltos KREEP quedó atrapado bajo la superficie, por lo tanto, listo para ser incorporado en un impacto LKFM se derrite. (2) dunita, un tipo de roca que consiste en poco más que el mineral olivino, que tiene composiciones entre  $Mg_2SiO_4$  y  $Fe_2SiO_4$ ; En este caso el olivino estaba cerca de  $Mg_2SiO_4$ . (3) corteza superior feldespáticas, similar a la ESF-An y obtenidos a partir de las composiciones de los meteoritos lunares. (4) de metal de hierro-níquel, para representar un componente derivado de meteorito impactando los proyectiles.



(Graphic by Brooks G. Bays, Jr. based on diagram by Brad Jolliff.)

Los cálculos se realizaron utilizando la mezcla de una técnica llamada "al modelado de plazas". La idea es calcular una composición de una mezcla de los componentes y compararlo con la composición de la roca real que está siendo modelado. Una buena mezcla se obtiene cuando las diferencias entre las concentraciones de los elementos calculados en la roca y real se reduce al mínimo. (Korotev utilizan las concentraciones de 33 elementos.) Los cálculos indican que LKFM, en promedio, es una mezcla compuesta de 58% de basalto KREEP, dunita 13%, 29% corteza feldespáticas, y una fracción de un por ciento de metal de hierro-níquel.

Algunas muestras individuales contienen hasta un 95% de basalto KREEP. Korotev sostiene que los cálculos indican que el PKT se compone sobre todo de basalto KREEP y rocas relacionadas, y que estas rocas se limitan a esa área. Para apoyar esta conclusión, señala que la semilla (Polo Sur Aitken Terreno) debe estar compuesto en su mayoría de rocas de la corteza inferior, pero no contiene suficiente Th ser LKFM como la opinión predominante requiere.

Korotev señala que sus cálculos no son los únicos: "El éxito de Matemáticas de un modelo de balance de masas como el descrito aquí apoya, pero que no funciona y no puede probar la hipótesis de que las brechas son mezclas real de las litologías representada por los componentes del modelo. Los modelos que prevén otros componentes pueden proporcionar el bien o lo que es equivalente encaja mejor ... " Sin embargo, asume por el momento que el modelo representa la realidad y llega a la conclusión de que el PKT es el hogar de LKFM, no toda la corteza inferior lunar. Esta conclusión es casi seguro que será debatido con fuerza y es probable que sea refinado como se realicen más investigaciones en la combinación de muestras lunares, meteoritos lunares, y los datos de Clementine y Lunar Prospector, y ver los Korotev los renegados está cobrando impulso.

## PKT, el manto lunar, y basaltos Mare

Jolliff, Korotev, y sus co-autores se centran la mayor parte de su atención en la naturaleza de la PKT, el lunar inmensa zona activa. Lo importante de la PKT es que contiene altas concentraciones de torio, no solamente, sino de otros elementos radiactivos que se comportan como si geoquímico, a saber, el potasio y el uranio. Cuando estos



elementos descomposición liberan calor, elevando la temperatura del entorno. Esto puede llevar a la fusión para producir magmas y rocas ígneas.

Otra observación importante sobre el PKT es que contiene la mayor parte del basalto en la Luna. Estos se formaron por fusión en el interior lunar, y gran parte del calor para la fusión puede haber venido de la decadencia de todo lo que el torio, uranio y potasio concentrado en el PKT. Este es el objeto de un detallado estudio publicado en el Journal of Geophysical Research Wiczorek por Mark y Roger Phillips (Universidad de Washington en St. Louis).

Diagrama esquemático de arriba muestra una sección transversal de la PKT. Por razones aún no muy clara, la hez del océano de magma, urKREEP apodada en el diagrama, concentrados en una zona de la Luna, destinado a convertirse en el PKT. El urKREEP se han asociado con otros productos finales del océano de magma, incluyendo rocas densa rica en ilmenita. Las rocas densas podría hundirse, interactuando con el manto subyacente, formando rocas híbridas aptas para la producción de basaltos yegua Ver PSRD artículo: **Los mares lunares Sorprendente**. <http://www.psr.d.hawaii.edu/June00/lunarMaria.html> Al mismo tiempo, las rocas de baja densidad formada por la acumulación de olivino aumentarían. Las rocas podrían derretirse como el aumento se encontraron con menor presión, y magmas formulario. Esto es en realidad un sistema complejo que implica tanto la corteza y el manto de la Luna.

Jolliff y sus colegas piensan que el PKT es un sistema complejo que implica tanto la corteza y el manto subyacente en la región. Se forma cuando la última gota del océano de magma concentrada en la zona en la cuenca Imbrium se formarían. Este magma finales de cristalización sería rica en torio, potasio, elementos de tierras raras, etc (los elementos KREEP), y se asocian con rocas ricas en ilmenita. Ilmenita es un mineral densa, por lo que las rocas se hundiría, arrastrando algunos KREEP con ella, la modificación del manto subyacente. Este proceso de mezcla dinámica podría haber continuado por cientos de millones de años, produciendo las características de los PKT.

Jolliff y sus colegas creen que el PKT, como la ESF, formado en un océano de magma global. Paul Warren y Juan Wasson (Universidad de California, Los Angeles) reconoció la existencia de esta división, aunque la falta de datos globales hizo menos seguro. Ellos sugirieron que era causada por la cristalización heterogénea del océano de magma lunar, con las tierras altas anorthositic (ESF en la terminología de Jolliff), que representan un enorme continente, super antiguos. Jolliff y compañeros de trabajo sugieren que la última gota del océano de magma podría haber sido exprimido al lado del super continente, produciendo el PKT. Los detalles de dicho proceso y la causa de la cristalización heterogénea claramente necesitan ser explorados en detalle.

## Luna Nueva

Yoestudios nterdisciplinary de la Luna están garantizados para cambiar la manera como los científicos poder verla. La división en tres terrenos principales geoquímicos y las consecuencias de su existencia en la producción de yegua basalto, la composición del manto y la corteza lunar, y nuestra comprensión de cómo los sistemas a escala planetaria magma cristaliza es sólo el comienzo de una nueva era en la comprensión de las características geológicas la historia de la Luna. El estudio interdisciplinario de la Luna es un modelo para que otros planetas es necesario explorar.

## Additional Resources

**Síntesis de la Misión Lunar**, <http://www.lpi.usra.edu/lunar/missions/>

Del Instituto Lunar y Planetario.

Jolliff, Bradley L., Gillis, Jeffrey J., Haskin, Larry A., Korotev, Randy L., y Wiczorek, Mark A. (2000) Grandes terrenos corteza lunar: las expresiones de superficie y los orígenes de la corteza-manto. Journal of Geophysical Research, vol. 105, p. 4197-4216.

Korotev, Randy L. (2000) El terreno lunar gran calor y la composición y origen de los máficos Apolo ("LKFM") el impacto de fusión brechas. Journal of Geophysical Research, vol. 105, p.4317-4345.

**Lunar meteoritos**, [http://meteorites.wustl.edu/lunar/moon\\_meteorites.htm](http://meteorites.wustl.edu/lunar/moon_meteorites.htm)

Desde el Departamento de Ciencias Terrestres y Planetarias de la Universidad de Washington en St. Louis.

**Lunar Prospector** <http://lunar.arc.nasa.gov/>

misión de la página principal.

Taylor, G. Jeffrey "**Moonbeams y elementos**". <<http://www.psr.d.hawaii.edu/Oct97/MoonFeO.html>> Descubrimientos de Investigación de Ciencias Planetarias. 10 1997.

Taylor, G. Jeffrey "**La María Lunar sorprendente**". <<http://www.psr.d.hawaii.edu/June00/lunarMaria.html>>. Descubrimientos de Investigación de Ciencias Planetarias. Junio de 2000.

Wiczorek, A. Marcos y Phillips, Roger J. (2000) El "Procellarum KREEP Terreno": Implicaciones para el volcanismo de la yegua y la evolución de la Luna. Journal of Geophysical Research, vol. 105, p. 20417-20430.