



Clase 6 - Vulcanología

513113 Introducción a la Geofísica
Pedagogía en Ciencias Naturales

Matt Miller, Daniel Marcos
Departamento de Geofísica
Universidad de Concepción
mrmiller@udec.cl
www.mttmlr.com



Introducción - Objetivos

- Relacionar las composiciones químicas de diferentes magmas con sus viscosidades.
- Clasificar las típicas rocas ígneas.
- Describir los diferentes tipos de volcanes.
- Inferir la forma física de un volcán desde la composición de sus magmas.
- Describir las condiciones de formación de un supervolcán.
- Explicar por que algunas erupciones están explosivas y otras no.
- Reconocer las diferentes zonas volcánicas en Sudamérica.
- Resumir el peligro asociado con el vulcanismo.



La Composición del Magma

- La viscosidad es la resistencia de un material al flujo. Si lava tiene menor viscosidad, fluye a mayor velocidad y alcanza mayores distancias.
- La viscosidad depende de la composición, la temperatura y la presión.
- Lavas con una menor cantidad de SiO_2 tienen menor viscosidad (por ejemplo, generando el basalto).

Cantidad de SiO_2	Tipo de magma	Roca volcánica
~50%	Máfico	Basalto
~60%	Intermedio	Andesito
~65%	Félsico (↓ Si)	Dacito
~70%	Félsico (↑ Si)	Riólito

Table 1: El tipo de magma depende de su composición, sobre todo del monto de sílice (SiO_2)



La Composición del Magma

- Sílice existe en rocas en la forma de cadenas largas (polímeros).
- Los enlaces de Si-O controlan la viscosidad (a través nudos y enredo de los polímeros).
- Una roca ígnea más clara tiene mayor cantidad de sílice y viene de un fundido con mayor viscosidad.

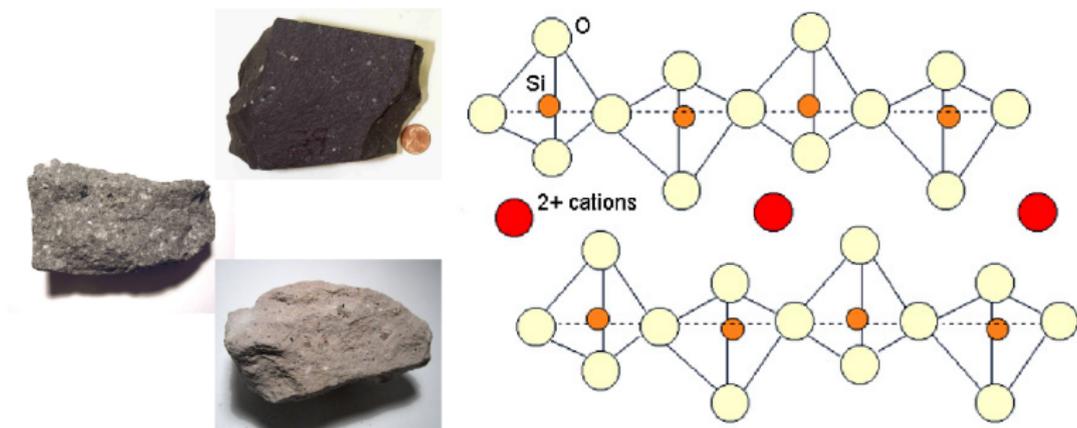


Figura 1: Izquierda: Basalto, andesita y riolita (desde arriba hacia abajo).
Derecha: Polímeros de SiO₂. (Fuente: [GSW](#))



La Composición de Magma

- Alta SiO_2 , alta viscosidad, erupciones explosivas.



Figura 2: La erupción del Volcán Chaiten, el 3 de mayo del 2008.
(Fuente: Armada de Chile)



La Composición de Magma

- Baja SiO_2 , baja viscosidad, erupciones de lava.
- Lava basáltica fácilmente puede fluir más que 20 km.
- La baja viscosidad típicamente permite que los gases volcánicos escapen del líquido sin generar explosiones grandes.



Figura 3: Un flujo de lava enfriando al basalto. (Fuente: [USGS](#))



Rocas Volcánicas

- La Figura 4 muestra lava en cascada sobre el borde del cráter Aloi durante la erupción (1969-1974) de Mauna Ulu en el volcán Kilauea, Hawaii.
- La roca basáltica producida puede cubrir grandes áreas.



Figura 4: Cascada de lava (basalto). (Fuente: volcano.si.edu)



Rocas Volcánicas

- La Figura 5 muestra Volcán Lascar, Chile, el volcán más activo en los Andes centrales.
- Se puede notar flujos de lavas viscosas, anchas, gruesas pero de corta distancia.
- Andesito comúnmente es eruptado de estratovolcanes (en los Andes!).



Figura 5: Flujo andesítico en el Volcán Lascar. (Fuente: volcano.si.edu)



Rocas Volcánicas

- La riolita es una roca clara con una proporción de sílice (SiO_2) mayor de 68%.
- Los minerales comunes incluyen cuarzo, feldespato y biotita, siempre en una matriz vítrea.
- El fundido que produce la riolita tiene alta viscosidad, a veces no alcanza la superficie y se enfría adentro de la Tierra produciendo el granito.



Figura 6: Una muestra de riolita. (Fuente: [scienceviews.com](https://www.scienceviews.com))



Rocas Volcánicas

- La obsidiana es un vidrio volcánico, con una composición usualmente de riólito y típicamente de un color negro.
- La obsidiana tiene mucho más hierro y magnesio; minúsculos cristales (<0.005 mm) de óxido de hierro dentro de la estructura vidriosa de la obsidiana causan su color oscuro.
- Dado que no tiene una estructura cristalina regular, se fractura en forma concoidea.



Figura 7: Una muestra de obsidiana. (Fuente: geologypage.com)



Rocas Volcánicas

- La Figura 8 muestra un flujo viscoso en la caldera de Long Valley, California (la erupción ocurrió alrededor del año 1350).
- La roca clara es la riolita, con una extrusión de obsidiana notable por su color oscuro.
- Se puede notar que el flujo no alcanzó una larga distancia.



Figura 8: Flujo riolito y de obsidiana, de alta viscosidad, en la caldera de Long Valley, California.
(Fuente: [USGS](#))



Rocas Volcánicas

- La ceniza volcánica consiste en fragmentos de rocas, minerales y vidrio volcánico menor que 2 mm en diámetro.
- Es muy abrasiva, similar a finos fragmentos de vidrio de una ventana.
- Se origina durante erupciones explosivas por la fragmentación de rocas sólidas y la separación de magma.



Figura 9: Ceniza volcánica producida por la erupción del Volcán Chaiten, el 3 de mayo del 2008. (Fuente: Armada de Chile)



Rocas Volcánicas

- La piedra pómez consiste en una red de burbujas congeladas dentro de una matriz de vidrio y cristales volcánicos.
- Se forma debido al enfriamiento y la descompresión; la descompresión produce burbujas de gas disuelto en la lava (piensa cuando abres una lata de bebida) que después se enfrían dentro de la matriz.



Figura 10: Una muestra de piedra pómez. (Fuente: archive.org)



Rocas Volcánicas

- Un lahar es una mezcla de detritos y agua que se origina en el flanco de un volcán. Se forman mayormente por el derretimiento rápido de nieve o hielo durante una erupción.
- También se pueden formar debido a lluvias sobre depósitos inestables de rocas o cenizas volcánicas.
- La Figura 11 muestra el pueblo de Armero, Colombia, después de la erupción del volcán Nevado del Ruíz, 1985.



Figura 11: Lahar (o flujo de lodo), Nevado del Ruíz, 1985. (Fuente: volcano.si.edu)



Rocas Volcánicas

- Un flujo piroclástico es una avalancha de ceniza caliente, piedra pómez, fragmentos de rocas y gases volcánicos.
- Fluyen rápidamente por el flanco de un volcán a ~ 100 km/hr. La temperatura dentro de un flujo piroclástico puede llegar a los 500°C .



Figura 12: Un flujo piroclástico, o nueé ardente, del volcán Mayon, en las Filipinas.
(Fuente: [USGS](#))



Tipos de Volcanes

- Volcanes en escudo están asociados con puntos calientes en el manto debajo de una placa oceánica.
- Estos volcanes están contruídos por la erupción de lava basáltica y tiene una forma grande pero con poco pendiente.
- Los más grandes volcanes en la Tierra - y en el Sistema Solar - son volcanes en escudo.

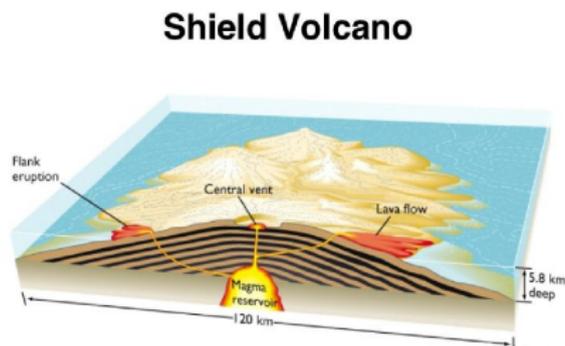


Figura 13: Un volcán en escudo, esquemática y actual (Mauna Loa, Hawái). (Fuentes: hawaii.gov, NOAA)



Tipos de Volcanes

- El volcán de mayor tamaño en el Sistema Solar es un volcán en escudo.
- Olympus Mons: Altura ~ 27 km; diámetro ~ 500 km.
- Se formó debido a un punto caliente en el interior de Marte.



Figura 14: Olympus Mons. (Fuente: NASA)



Tipos de Volcanes

- Supervolcanes están asociados con un punto caliente en el manto, debajo la corteza continental.
- La caldera del complejo supervolcánico en Yellowstone tiene dimensiones de 30×50 km. Su última erupción fue hace ~ 600.000 años.

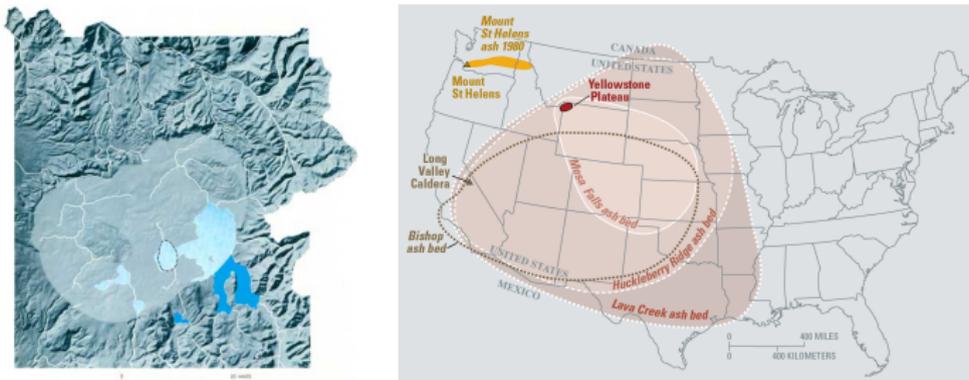


Figura 15: El supervolcán de Yellowstone en los EE.UU. A la derecha se muestra las límites de caída de ceniza volcánica de erupciones de Yellowstone, Long Valley y Santa Helena. (Fuentes: **USGS USGS**)



Tipos de Volcanes

- Un basalto de inundación es el resultado de una erupción volcánica gigante, o una serie de erupciones.
- Esto cubre con basalto grandes extensiones de la Tierra, o del fondo oceánico.
- Los basaltos de inundación están asociados con el rifting continental



Figura 16: Una secuencia volcánica de basaltos de inundación en Escosia. (Fuente: geolsoc.org.uk)



Tipos de Volcanes

- Estratovolcanes son empinados y cónicos, formados por los flujos de lava viscosa, y flujos piroclásticos.
- Usualmente se han formado en un período de 10.000 a 100.000 años.
- Estos volcanes pueden hacer erupción con una variedad de tipos de magma, incluyendo basalto, andesito, dacito o riólito. Todos, aparte de basalto, pueden generar erupciones explosivas.

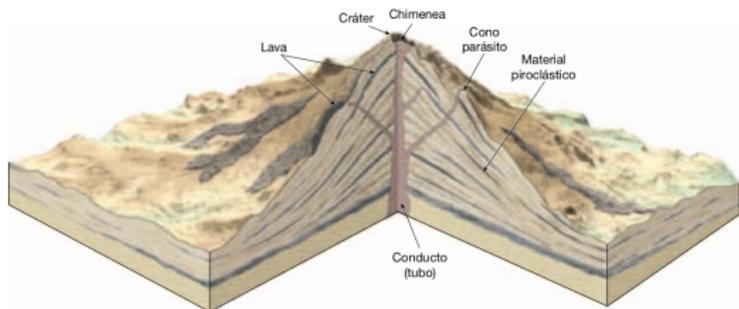


Figura 17: Ojos del Salado en Chile, y La anatomía de un cono compuesto típico (Fuentes: visitchile.com; Tarbuck y Lutgens Fig. 5.4)



Tipos de Volcanes

- Los estratovolcanes son comunes en zonas de subducción y forman arcos volcánicos con orientación paralela a las fosas de subducción.
- El magma que forma estos volcanes sube cuando el agua (de sedimentos marinos, minerales hidratados, o los poros de la roca basáltica de la corteza oceánica) es liberada hacia la roca del manto.
- Los volcanes requieren unas condiciones de temperatura y presión para formarse.

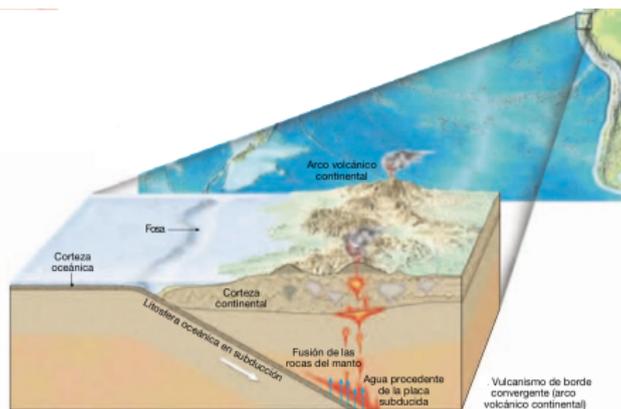


Figura 18: Vulcanismo de borde convergente. (Fuente: Tarbuck y Lutgens Fig. 5.21, modificada)



Zonas de Volcanismo en Sudamérica

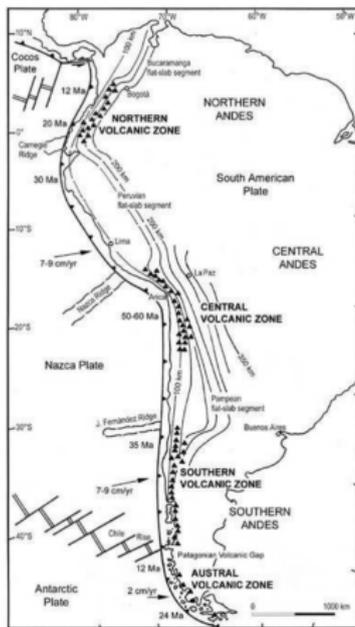


Figura 19: Zonas Volcánicas del Sudamérica. (Fuente: Stern, 2004)

- Zonas volcánicas Norte, Central, Sur y Austral son las 4 que se identifican en el subcontinente sudamericano.
- Existe una estrecha relación entre estas zonas volcánicas y el ángulo de subducción de las placas.
- El ángulo de subducción disminuye entre $\sim 23^\circ$ y 30° sur, debido a la subducción de la dorsal de Juan Fernández.
- El punto triple de Chile corta el arco de volcanes a $\sim 46^\circ$ sur.



Volúmenes de Erupciones

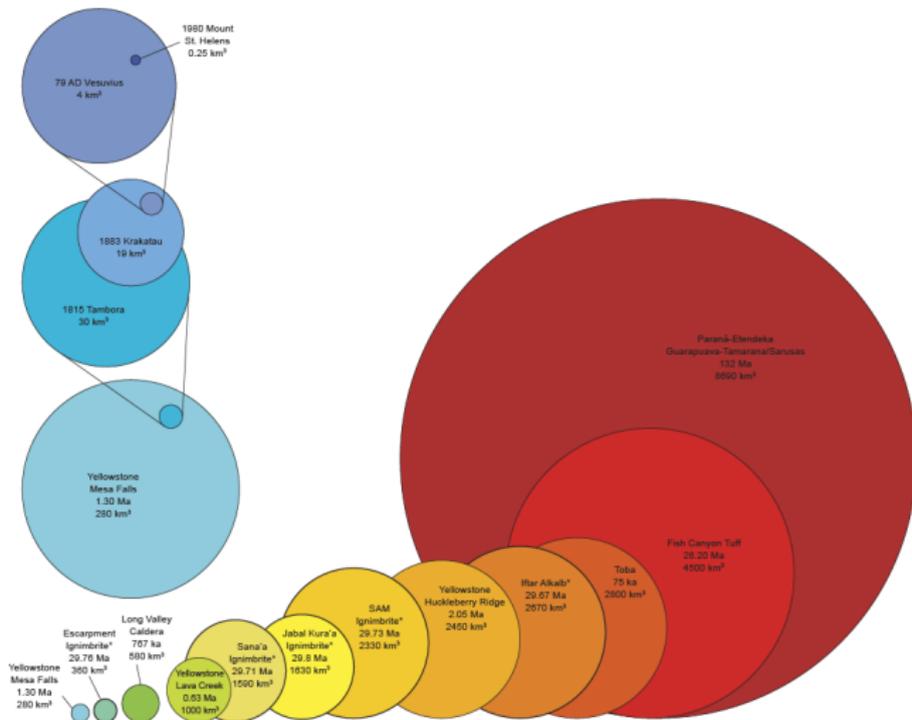


Figura 20: Los volúmenes de algunas erupciones históricas. (Fuente: Jennifer Thines)



Volúmenes de Erupciones

- La Figura 20 muestra los volúmenes de algunas erupciones históricas en km^3 , y sus fechas (ka es hace miles de años, Ma es hace millones de años).
- Los volúmenes de erupciones conocidos de supervolcanes están en color verde a naranja.
- En rojo, el volumen corresponde a los basaltos de inundación en Paraná en Brasil.
- El volumen más grande conocido de $\sim 2.000.000 \text{ km}^3$ es de los basaltos de inundación en Siberia, y esta erupción duró $\sim 1.000.000$ años.
- Es posible que en los eventos más grandes una gran cantidad de gases (SO_2 y aerosoles) saldrían hacia la estratosfera que reduciría la cantidad de luz que llega a la superficie de la Tierra.



¿Volcanismo y grandes extinciones?

- Eventualmente los inviernos volcánicos podría haber causado la liberación de hidratos de metano almacenados en el fondo del mar, resultando en la liberación catastrófica de metano y CO₂, y un efecto invernadero desbocado podría haber sucedido.

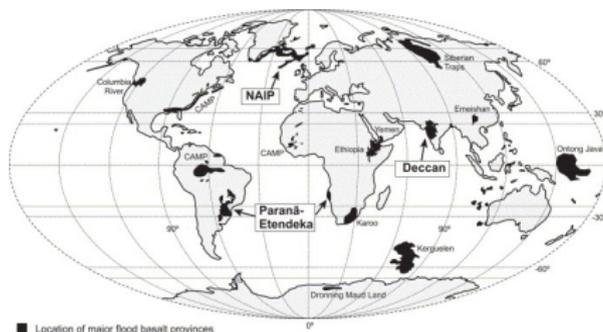


Figura 21: La distribución geográfica de basaltos de inundación y una foto de Siberia.
(Fuentes: sciencedirect.com; geolsoc.org.uk)

¿Volcanismo y grandes extinciones?

- Potencialmente existen correlaciones entre erupciones masivas y extinciones históricas.

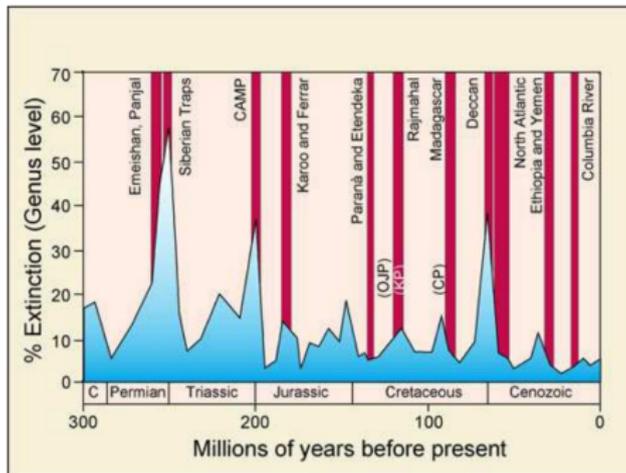


Figura 22: La tasa de extinción (línea continua) en comparación con las edades de las erupciones de los basaltos de inundación continental (columnas). (Fuente: [Saunders & Reichow](#))



Resumen - Conclusiones

- La cantidad de sílice que contiene un fundido determina su viscosidad.
- Es más fácil por fundidos con baja viscosidad que llegan a la superficie terrestre.
- Fundidos con mayor viscosidad pueden tapar conductos volcánicos que aumenta la presión debajo del volcán.
- Lavas con menor viscosidad fluyen mayores distancias.
- No es una buena idea respirar ceniza volcánica.
- Lahares están potencialmente muy destructivos.
- Flujos piroclásticos poseen un peligro particular.
- Los tipos de volcanes incluyen volcanes en escudo, estratovolcanes, basaltos de inundación y supervolcanes.
- La mayoría de los volcanes en Chile son estratovolcanes.
- Se necesitan condiciones específicas en una zona de subducción para poder generar un arco de estratovolcanes.
- Basaltos de inundación ocurren con poca frecuencia pero podrían causar grandes extinciones.



Preguntas

- 1 Explique por qué lavas con una menor cantidad de SiO_2 tienen menor viscosidad.
- 2 ¿Cuál es la diferencia entre la riolita y el granito?
- 3 ¿Por qué la obsidiana tiene color negro?
- 4 ¿La piedra pomez tiene alta o baja densidad? Explique.
- 5 ¿Qué pasó al punto caliente que generó Olympus Mons?
- 6 Explique por qué existe una diferencia entre las formas de estratovolcanes y volcanes en escudo.
- 7 ¿Cómo se formaron las Cataratas de Iguazú en Brazil?
- 8 Explique el proceso donde una erupción volcánica puede causar una extinción masiva.
- 9 Si los volcanes son tan peligrosos, ¿por qué las personas viven en ellos o en sus proximidades?



Lectura y actividades adicionales

- Leer sobre la erupción del Volcán Santa Helena en el 1980 en Tarbuck y Lutgens, Capítulo 5 (primeras páginas). (O, bueno, ver videos sobre Santa Helena en linea).
- Leer sobre una posible conexión entre el vulcanismo y el cambio climático en el pasado geológico (Tarbuck y Lutgens, Página 169).
- Investigue la página de SERNAGEOMIN sobre la [Red Nacional de Vigilancia Volcánica](#).
- Ver las cámaras que tienen en los volcanes, por ejemplo los [Nevados de Chillan](#).
- Investigue el [Global Volcanism Program](#).

