

Capítulo
6 / 1

La página
[Definición](#)
[Factores](#)
[retrogrado](#)
[Límites](#)

PRINT: [Imprimir PDF](#)
[Versión PDF](#)

Metamorfosis:

Acción de presión y temperatura (sobre 200°C) en las rocas. Es un proceso isoquímico.

Definición Diagénesis - metamorfosis:

Temperatura sobre 200°C
Reacción:
caolinita + cuarzo → pirofilita

Protolito:

Roca de origen, roca original. La roca metamórfica debería mostrar una composición química muy parecida (isoquímico) - pero distribuido en diferentes minerales y otra textura.

Metamorfosis y metasomatosis:

Metasomatosis son procesos parecidos a la metamorfosis, pero con la presencia de agua y dentro de un sistema abierto - aloquímico.

En la literatura procesos de la metasomatosis se clasifican dentro de la metamorfosis.

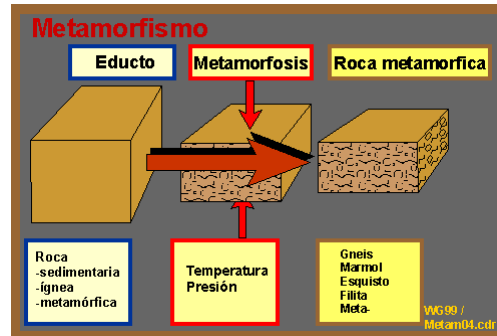
Página: [Definición](#) / [Factores](#) / [retrogrado](#) / [Límites](#)

Definición metamorfosis:

Cambio de las rocas por la acción de temperatura y/o presión. (véase: [temperatura](#) / [presión](#))

En el momento rocas sedimentarias, ígneas o metamórficas sufren temperaturas mayores de 200°C y/o presiones altas se transforman a rocas metamórficas:

- Cambio de la textura (véase: [textura de rocas metamórficas](#)).
- Recristalización - crecimiento de los cristales.
- Eliminación de la porosidad.
- Cambio del contenido mineral. (Ojo es isoquímico, sistema cerrado)



Protolito (Educo) - metamorfosis - roca metamórfica

1. Introducción

Rocas metamórficas son productos del metamorfismo o es decir de la transformación de una roca por recristalización y por cristalización de nuevos minerales estables bajo las condiciones metamórficas manteniendo el estado sólido. La transformación es causada por un aumento de la [temperatura](#) y/o por deformación (deformación puede producir calor de fricción).

Meteorización y diagénesis o es decir la solidificación de una roca sedimentaria no pertenece al metamorfismo. Generalmente los procesos metamórficos actúan en profundidades relativamente altas con respecto a la superficie.

Casos especiales del metamorfismo con respecto a su posición son el metamorfismo por ondas de choque (catáclisis) causadas por el choque de grandes meteoritos con la superficie terrestre y el efecto calorífico de un corriente de lava a la roca encajante.

Grado metamórfico, zonas metamórficas y [facies metamórficas](#) son los conceptos básicos y comunes para describir y clasificar los procesos metamórficos.

El grado metamórfico se refiere a la intensidad del metamorfismo, que ha influido en una roca. Generalmente el grado metamórfico nombra la temperatura o la presión máxima del metamorfismo.

Las zonas metamórficas se distinguen en base de un mineral determinado o de un grupo de minerales. Por ejemplo la zona de granate se caracteriza por la apariencia de granate y la zona de sillimanita se caracteriza por la apariencia de sillimanita.

Las facies metamórficas se distinguen a través de grupos de minerales, que se observan en rocas de composición basáltica.

Las zonas y facies metamórficas se determinan a través de la identificación de los grupos de minerales formados simultáneamente. La composición de algunos minerales metamórficos, que se puede analizar por una microsonda, y la textura pueden indicar las condiciones de temperatura y presión características para el grado metamórfico.

El grado metamórfico (por ejemplo los grados metamórficos según WINKLER) nombra las condiciones de temperatura y presión máximas, que han influido en la roca. Pero metamorfismo no es estático, más bien es caracterizado por condiciones de temperatura, presión y estrés (esfuerzo elástico) cambiándose. La historia de las condiciones de temperatura y presión, que han actuado en la roca durante un evento metamórfico, se llama en inglés "metamorphic p-T-path". Este puede indicar varios parámetros como las fuentes de calor, que causan las variaciones de temperatura, la posición estructural local de la roca y el gradiente del transporte tectónico.

1.1 Los factores, que contribuyen al metamorfismo

Los factores principales son las variaciones en la temperatura y en la presión, el esfuerzo elástico (de compresión, 'deviatoric stress') y la migración de los fluidos. Estos factores son factores externos y pueden efectuar cambios en la mineralogía, en el quimismo de los minerales y en el quimismo total de la roca. Un otro factor importante es el quimismo total de la roca. Puesto que la misma combinación de factores externos causará distintos cambios en rocas de diferente composición química.

La temperatura es el factor más importante en procesos metamórficos, puesto que la mayoría de las reacciones metamórficas se debe a variaciones de la temperatura. Las variaciones de temperatura hacen necesario un aporte calorífico a la roca. La fuente calorífica puede ser un cuerpo intrusivo cercano, un arco magmático relacionado con una zona de subducción o una fuente calorífica regional profunda como el calor derivado del manto por ejemplo. Además la descomposición radioactiva de elementos influye la estructura térmica de la Tierra.

La presión de carga es el segundo factor importante, es causado por la masa de las rocas sobreyacentes y depende de la profundidad y de la densidad de las rocas sobreyacentes.

Por ejemplo una pila rocosa de 1km de potencia de

- granito ejerce una presión de carga de 264bar,
- basalto ejerce una presión de carga de 294bar,
- peridotita (ultramáfica, de olivino, típica para el manto superior) ejerce una presión de carga de 323bar,
- agua ejerce una presión de carga de 98bar.

Contenido

Apuntes Geología General



Contenido Geología General

1. Introducción
2. Universo - La Tierra
3. Mineralogía
4. Ciclo geológico
5. Magmático
6. Sedimentario
7. Deriva Continental
8. Geología Histórica
9. Geología Regional
10. Estratigrafía - perfil y mapa
11. Geología Estructural
12. La Atmósfera
13. Geología económica



**Museo Virtual - fotos de muestras
Rocas metamórficas**



Depósitos Minerales

Skarn

Modulo de Citas

metamorfismo

Páginas de Geología

Apuntes Geología General

Apuntes Geología Estructural

Apuntes Depósitos Minerales

Colección de Minerales

Periodos y épocas

Figuras históricas

Citas geológicas

Exploración - Prospección

Índice de palabras

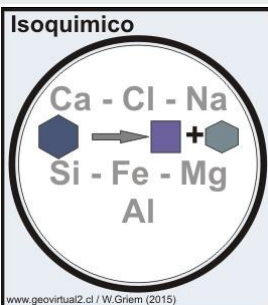
Bibliografía

Fotos: Museo Virtual

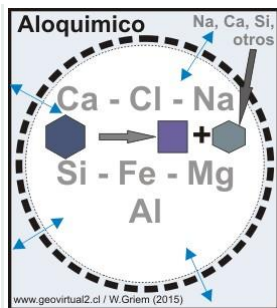


Museo Virtual

metamorfismo



Isoquímico: Sistema cerrado



Aloquímico: Sistema abierto, metasomatosis



Eclogita de Austria (Foto: W. Griem)

[Eclogita en Museo Virtual](#)

El desarrollo de la temperatura y presión (factores p-t)

Metamorfismo progrado

Si una roca de partida es llevada desde condiciones inferiores de T y p típicas para su formación a condiciones elevadas de T y p típicas para el metamorfismo, se habla de un metamorfismo progrado. El metamorfismo progrado está acompañado por la liberación de los constituyentes volátiles de la roca como de H_2O , CO_2 , O_2 y S expresándose en reacciones de deshidratación y descarboxilación. Por ejemplo el metamorfismo de un basalto formado en la superficie terrestre, que mediante de la formación de la cordillera haya sido transportado a grandes profundidades terrestres. A partir de 12km de profundidad y a $T = 300^\circ C$ se transforma en una pizarra verde y con un descenso mayor hasta más de 35km de profundidad se convierte en una eclogita, que se compone principalmente de omfacita (piroxeno mixto de jadeíta y augita) y granate.

Metamorfismo retrogrado

Si una roca de partida es llevada desde condiciones superiores de T y p típicas para su formación a condiciones metamórficas inferiores de T y p , se habla de un metamorfismo retrogrado. Por ejemplo la transformación de una peridotita de olivino y piroxeno formada en el manto superior bajo condiciones de formación elevadas en una serpentinita principalmente de diferentes minerales del grupo de la serpentina como el crisolito y la antigorita, cuya temperatura de formación es limitada a $T = 500$ a $600^\circ C$ por la descomposición térmica de la serpentina.

Metamorphic p-T-path

El grado metamórfico (por ej. los grados metamórficos según WINKLER) nombra las condiciones de temperatura y presión máximas, que han influido en la roca. Pero metamorfismo no es estático, más bien es caracterizado por condiciones de temperatura, presión y estrés (esfuerzo elástico) cambiándose. La historia de las condiciones de temperatura y presión, que han actuado en la roca durante un evento metamórfico, se llama en inglés 'metamorphic p-T-path'. Este puede indicar varios parámetros como las fuentes de calor, que causan las variaciones de temperatura, la posición estructural local de la roca y el gradiente del transporte tectónico.

La fuerza elástica (esfuerzo elástico o 'deviatoric stress') se refiere al componente de presión dirigido, que no es del mismo valor en todas las direcciones. Normalmente el esfuerzo elástico tiene valores pequeños de 5-10bar hasta 100bar. El esfuerzo elástico puede deformar la roca, en que actúa: puede alinear los minerales, formar la foliación o la esquistosidad de la roca metamórfica o causar rotaciones de minerales. Por consiguiente el esfuerzo elástico produce las texturas dirigidas ('fabric') de una roca metamórfica como de un esquistito, de un gneis o de una milonita.

Además los fluidos, que pasan por la roca, la presión, que ejercen estos fluidos y la interacción de los fluidos con los minerales o con la roca son factores importantes.

El quimismo total o la composición química de la roca expresado por los contenidos en óxidos de elementos también es de importancia. Puesto que en rocas de diferente composición química cristalizarán distintos minerales metamórficos bajo las mismas condiciones de temperatura y presión.

Por ejemplo con una temperatura $T = 550^\circ C$ y una presión $p = 5$ kbar (+/- 15km de profundidad) una roca arcillosa se convertirá en un esquistito micáceo, mientras que una caliza se convertirá en un mármol.

La cuarcita compuesta de SiO_2 puro puede derivarse de una arenisca de puro cuarzo, como puede encontrarse en la playa o puede derivarse de un sílex, lo que es una roca sedimentaria de precipitación de sílice.

Los esquistos de cuarzo y feldespato o el gneis se componen principalmente de SiO_2 - Al_2O_3 - CaO - K_2O - Na_2O - H_2O . La roca de partida puede ser una arenisca con feldespato, una arcosa, una grauvaca o una roca magmática ácida, es decir de composición granítica o granodiorítica.

Las pelitas son de composición SiO_2 - Al_2O_3 - FeO - MgO - K_2O - Na_2O - H_2O . A grado metamórfico medio se convierten en esquistos micáceos, a grado metamórfico alto se convierten en gneises.

En pelitas calcáreas y en margas cristalizan minerales metamórficos ricos en calcio como coisita, lawsonita y margarita.

1.2 Límites del metamorfismo

El límite inferior del metamorfismo o es decir el límite entre diagénesis y el metamorfismo (de soterramiento) se pone a $T = 200^\circ C$. Los cambios mineralógicos y de textura en una roca, que ocurren a $T < 200^\circ C$ se incorporan a la diagénesis.

Según una otra definición del límite inferior se consideran la reacción 'caolinita + cuarzo $\rightarrow$ pirofilita' como significativa para distinguir entre diagénesis y metamorfismo. Tampoco para el límite superior existe una sola definición. En este caso se consideran la temperatura, que corresponde al inicio de la fundición de una roca como determinante para el límite superior del metamorfismo. La temperatura de fundición de una roca depende entre otros factores de su composición. Un granito empieza a fundirse a $T = 625-650^\circ C$, mientras que un basalto se funde inicialmente a $T = 850-900^\circ C$ con $p = 2-3$ kbar. Como límite superior se podría elegir la temperatura máxima de $T = 900-1000^\circ C$.

No se permite expresamente la re-publicación de cualquier material del Museo Virtual en otras páginas web sin autorización previa del autor: [Condiciones](#) [Términos](#) - [Condiciones del uso](#)



Contenido Apuntes Geología General

[Índice de palabras](#)



Literatura:

- BRINKMANN, ZEIL (1990): Abriss der Geologie, Allgemeine Geologie.- 278 págs. 238 fig, 35 tab. Enke Verlag
HURLBUT, C.S. & KLEIN, C. (1993). Manual of Mineralogy. John Wiley and Sons, New York.
LETT & JUDSON (1995): Fundamentos de la Geología Física.- 450 páginas, Limusa Noruega Ediciones, México.
PRESS, F. & SIEVER, R. (1985): EARTH.- 656pág.; W.H. Freeman and Company, New York.
STRAHLER, A. (1992): Geología Física.- págs. 19-24; Ediciones Omega S.A., Barcelona.
Winkler, H. G. F. (1979): Petrogenesis of Metamorphic Rocks. - Springer-Verlag, New York.
[Listado Bibliografía para Geología General](#)

www.geovirtual2.cl

[Apuntes](#)
[Apuntes Geología General](#)
[Apuntes Geología Estructural](#)

[Entrada del Museo virtual](#)
[Recorrido geológico](#)
[Colección virtual de minerales](#)

[Región de Atacama / Lugares turísticos](#)
[Historia de la Región](#)
[Minería de Atacama](#)

[Apuntes Depósitos Minerales](#)
[Periodos y épocas](#)
[Módulo de referencias - geología](#)
[Índice principal - geología](#)

[Sistemática de los animales](#)
[Historia de las geociencias](#)
[Minería en retratos históricos](#)
[Fósiles en retratos históricos](#)
[Índice principal - geología](#)

[Retratos Chile - Atacama](#)

[El Ferrocarril](#)
[Flora Atacama](#)
[Fauna Atacama](#)
[Mirador virtual / Atacama en b/n](#)
[Mapas de la Región / Imágenes 3-dimensionales](#)
[Clima de la Región Atacama](#)
[Links Enlaces, Bibliografía, Colección](#)
[Índice de nombres y lugares](#)

[sitemap - listado de todos los archivos](#) - [contenido esquemático](#)

[geovirtual2.cl](#) / [contenido esquemático](#) / [Apuntes](#) / Apuntes geología general



© Dr. Wolfgang Griem, Copiapó - Región de Atacama, Chile

Actualizado: 13.7.2015

[mail - correo electrónico - contacto](#)

[Autor info's aquí: Google+](#)

Todos los derechos reservados

No se permite expresamente la re-publicación de cualquier material del Museo Virtual en otras páginas web sin autorización previa del autor: [Condiciones](#) [Términos](#) - [Condiciones del uso](#)