

NOTAS Y DOCUMENTOS

## **UNA APROXIMACIÓN AL PRODUCTO MINERALÓGICO DEL AMBIENTE EDÁFICO POR LA ACCIÓN DE LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS**

AN APPROXIMATION TO THE MINERALOGICAL PRODUCT OF THE EDAPHIC  
ENVIROMENT DUE TO THE INFLUENCE OF CLIMATIC ELEMENTS

**MARIAN GONZÁLEZ**

### **RESUMEN**

Las condiciones geográficas de un área determinan las características que tendrá el ambiente edáfico, ya que los factores formadores del suelo son: material parental, clima, organismos vivos, relieve y tiempo, entre las características que se pueden estudiar en el suelo, destaca la mineralogía que es altamente influenciada por el medio. De las variables físico naturales que actúan como factores formadores, la presente investigación se centra en la acción del clima, como agente principal en la alteración de los minerales primarios, siendo ambos los principales factores de entrada para la ocurrencia del proceso de meteorización. A través de la acción de la meteorización, los minerales primarios se transforman en minerales secundarios, que son los principales componentes mineralógicos del ambiente edáfico, sin embargo, la tasa de meteorización va a estar influenciada por factores intrínsecos propios de cada mineral y los factores extrínsecos en donde las variables precipitación y temperatura son determinantes. Los resultados de la recopilación realizada muestran los productos mineralógicos principales que se pueden encontrar en un suelo, asociados a las condiciones climáticas y que van a influir en sus potencialidad y por tanto en su ordenación territorial.

**Palabras clave:** meteorización, alteración, minerales primarios, minerales secundarios, suelos

## **ABSTRACT**

The geographical conditions of an area determine the characteristics that have the soil environment as the soil-forming factors are parent material, climate, living organisms, topography and weather, among the features that can be studied on the ground, stands mineralogy which it is highly influenced by the medium. Natural physical variables which act as forming factors, this research focuses on climate action, as the main agent in the alteration of primary minerals, both the main input factors for the occurrence of weathering process. Through the action of weathering primary minerals become secondary minerals, which are the major mineral components of soil environment, however, the weathering rate will be influenced by intrinsic factors of each mineral and extrinsic factors wherein the variables precipitation and temperature are crucial. The results of the compilation made show the main mineralogical products that can be found in the soil, associated with climatic conditions and that will influence the potential of it and therefore in their planning.

**Keywords:** weathering, alteration, primary minerals, secondary minerals, soils

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo presenta una recopilación de conceptos recopilados a fin de conocer los productos mineralógicos del ambiente edáfico, a partir del proceso de meteorización de los minerales, como resultado de la acción de factores climáticos principalmente.

El suelo se puede considerar como uno de los elementos del medio físico que resume las condiciones físico naturales de un sitio, ya que sus condiciones particulares tanto físicas como químicas están influenciadas por la geología, clima, geomorfología y los aspectos biogeográficos del área, (Comerma y Mogollón, 1995) es por ello que es un componente de gran importancia para cualquier estudio geográfico, ya que es determinante en el establecimiento de las actividades antrópicas, considerando que las características y propiedades de los suelos determinarán su capacidad de uso por parte de la población.

En base a la idea anterior, se plantea como objetivo la exposición de algunos fundamentos sobre la meteorización causada principalmente por el clima y determinar su influencia sobre la mineralogía del suelo, esta recopilación se hace para brindar elementos a la discusión de la influencia del medio físico en la mineralogía del suelo, y por tanto su influencia en sus características, las cuales determinarán la ordenación del territorio donde el suelo forma parte.

Para referirse a mineralogía edáfica lo primero es definir, qué es la meteorización (weathering), y se conoce como los cambios experimentados por las rocas y los sedimentos in situ al ser expuestos en la superficie de la tierra por procesos mecánicos, químicos y biológicos. También se puede decir, que es la suma de procesos derivados de la exposición a los agentes atmosféricos como la presión y la temperatura, hídricos y bióticos, en o cerca de la superficie de la Tierra, por medio de los cuales las rocas son químicamente alteradas o físicamente disgregadas en fragmentos y con muy poco o sin transporte (Méndez, 2003).

Otra definición indica que la meteorización es una secuencia que forma parte de la fase superficial del ciclo geológico en este proceso la roca original se altera, donde el producto final se denomina regolito, el cual se caracteriza por tener menores cantidades de elementos solubles (esto debido a que la mayoría se fueron con la solución) y tiene minerales secundarios, los cuales se han formado por la reacción de los minerales primarios con los agentes de meteorización. (Elizalde, 2009)

Confirmando la información planteada anteriormente, Elizalde (2002) citando a Pedro (1984) indica que los fenómenos de alteración (meteorización) se producen como consecuencia, de que los minerales que se alteran no están en equilibrio con el medio ambiente superficial. Esos procesos destruyen a los minerales existentes

inicialmente y provocan la formación de otros nuevos; conjuntamente a esos procesos ocurre el ingreso o la pérdida de elementos químicos. Cuando las condiciones ambientales evolucionan, los minerales son sometidos a tensiones que provocan la modificación de las estructuras y de la composición química; estas modificaciones pueden ser tan profundas que permitan definir nuevas especies de minerales o solamente transformar algunas propiedades de los ya existentes.

De acuerdo a lo planteado anteriormente por los autores citados, la meteorización se basa en un proceso de alteración de los minerales primarios, a partir de la cual se obtienen varios productos, esto se observa mejor gráficamente en la ecuación general de la meteorización, a cual se presenta a continuación:

La ecuación general de la meteorización es la siguiente:



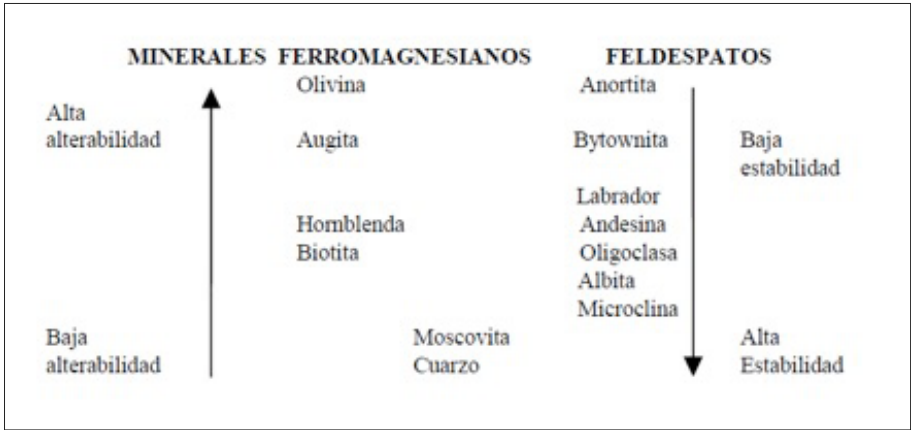
A continuación se describen los elementos de la ecuación general de la meteorización, a fin de comprender la acción de cada uno y lo cual será determinante para la mineralogía de los suelos:

### **Minerales primarios**

En general, los términos de partida de los procesos de alteración son los minerales llamados “primarios”. Esos minerales son aquellos vinculados a las etapas de evolución en profundidad de la corteza terrestre, formados en condiciones de temperatura y de presión superiores a las de la superficie.

Elizalde (2002) plantea que los minerales siguen un orden de en cuanto a su alterabilidad y cita a Goldich que en el año 1938, planteó una serie de alterabilidad de los Minerales Primarios, la cual se presenta en la figura 1, en ella se puede observar que los minerales ferromagnesianos de alta alterabilidad son el olivino y los piroxenos (entre ellos la augita) y los de menor alterabilidad la hornblenda y la mica biotita; en la serie de los feldespatos (plagioclasas) son de baja estabilidad y por lo tanto más alterables los ricos en calcio mientras que los feldespatos ricos en sodio son más estables y menos alterables, para culminar con los feldespato, los más resistentes a un proceso de alteración son los feldespatos potásicos (ortoclasas). Por último se

**Figura 1.**  
**Serie de Alterabilidad de Minerales de Goldich (1938)**



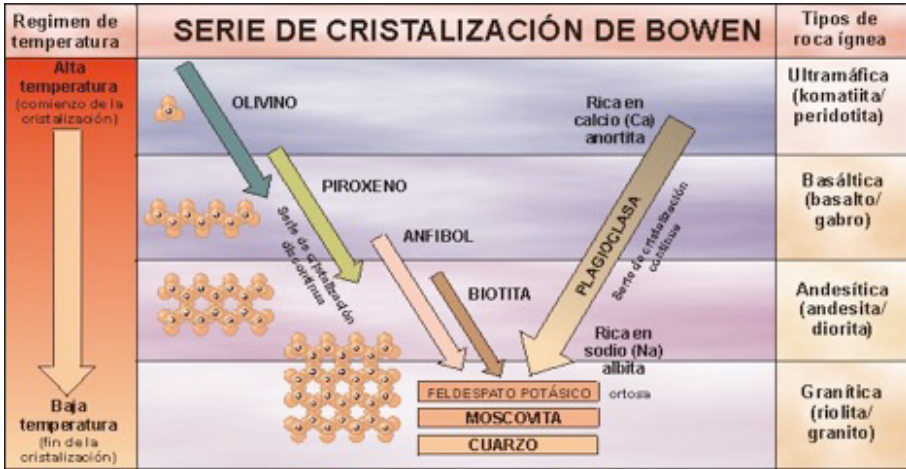
encuentran la mica moscovita y el cuarzo como los minerales menos alterables y más estables de esta serie.

Ahora bien, si se observa la serie de cristalización de los minerales de Bowen (1928) que también se presenta como una ilustración a continuación, allí se puede ver que la temperatura en la litosfera es la que influye en el proceso de cristalización, iniciándose cuando las temperatura son más altas y siguiendo el siguiente orden:

- Minerales Ferromagnesianos: olivino, piroxeno, anfíbol y biotita.
- Serie de las Plagioclasas, inicia a cristalizar la anortita rica en calcio y finaliza la albita rica en sodio.
- Los tres últimos en cristalizar (bajas temperaturas) son los feldespatos potásicos u ortoclasas, la mica moscovita y el cuarzo.

Al comparar la dos series anteriores se puede decir que los minerales que cristalizan primero a su vez corresponden con los más alterables y menos estables un ejemplo de ello es el mineral olivino, que es el primero en cristalizar pero a su vez es el más alterable de todos, al seguir analizando el orden coinciden completamente por lo tanto, los últimos en formarse son la moscovita y el cuarzo, por lo tanto son los menos alterables y más resistentes. Este efecto está relacionado principalmente con la estructura cristalina, siendo las más simples mucho más susceptibles que las estructuras más complejas que poseen los minerales que cristalizan de últimos en la serie.

**Figura 2.**  
Serie de Cristalización de los minerales de Bowen



Notas y documentos

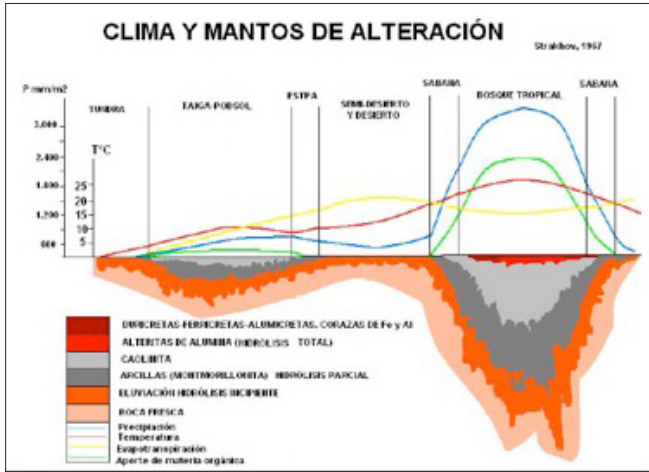
La influencia de la estructura cristalina del mineral con el proceso de meteorización, se denomina factores de capacidad, debido a que son intrínsecos (dependen de cada especie mineral) y se subdividen en estructurales y químicos (Elizalde, 2002):

- + Estructurales: clivajes, tipo de estructura, densidad de empaque.
- + Químicos: composición, movilidad relativa de los iones, grado de hidratación.

### Agentes de Meteorización Química

También llamados los factores de intensidad se pueden definir de acuerdo a Elizalde (2002) como extrínsecos, es decir, no dependen del material sino del ambiente en el cual este se encuentra. Los factores que influyen de manera más notoria en la meteorización de las rocas son la temperatura, el agua y la actividad biológica; en cuanto a la temperatura acelera todas las reacciones químicas, que implican la transformación de los minerales y asimismo interviene en la meteorización física, especialmente a través de la oscilación térmica, y el agua es, por un lado el solvente universal e igualmente la gran mayoría de los minerales secundarios son hidratados. Es decir, que el agua forma parte de su estructura cristalina.

**Figura 3.**  
**Relación entre clima y grado de meteorización**



Por su parte, la actividad biológica contribuye de diversas maneras con el proceso de meteorización, generando productos que lo aceleran. La tasa de meteorización para este factor es resultado de la humedad, temperatura y actividad biológica.

Los principales agentes se mencionan a continuación:

- Agua: actúa como disolvente, agente hidratante y fuente de H<sup>+</sup>
- Oxígeno: reacciones de oxidación (Ej. Hierro)
- CO<sub>2</sub>: agente de carbonatación y fuente de hidrogeniones.
- H<sup>+</sup>: agente más activo de la meteorización (hidrólisis).

De acuerdo a lo que se puede observar en la imagen anterior en la zona tropical (biomas de sabana y bosque tropical) donde los elementos climáticos como la temperatura del aire son altas y la precipitación mayor a la evapotranspiración, actúan de manera permanente, la meteorización es mucho más avanzada que en otros sitios, debido a que es acelerada por esos factores.

## **Procesos Físicos que Contribuyen a la Alteración de Minerales**

Involucra la desintegración de la roca original, en materiales de menor tamaño con cambios no apreciables de su composición química o mineralógica. Al ser materiales de menor tamaño, provoca el aumento de la superficie específica de los minerales primarios facilitando la acción de los procesos químicos de la meteorización (Elizalde, 2015).

### **Fragmentación por disminución de la presión**

Cuando grandes masas de roca ígnea, en particular granito, quedan expuestas a la erosión, empiezan a soltarse losas concéntricas. El proceso que genera estas capas semejantes a las de una cebolla se denomina lajeamiento. Se plantea que esto ocurre al menos en parte, debido a la gran reducción de la presión que se produce cuando la roca situada encima es erosionada, un proceso denominado descompresión. Acompañando a esta descompresión, las capas externas se expanden más que la roca situada debajo, y de esta manera, se separan del cuerpo rocoso. La meteorización continua acaba por separar y desgajar las lascas, creando los domos de exfoliación. (Lutgens y Tarbuck, 2005).

### **Fragmentación por Dilatación/ Contracción**

En algunos sitios las elevadas temperaturas diurnas y el pronunciado descenso en las temperaturas nocturnas causan expansión y contracción en las rocas. El calentamiento y enfriamiento diario de las rocas es importante por dos factores: por su escasa conductividad térmica, el calor se detiene en los centímetros superiores de las rocas y si esta es heterogénea en cuanto al color de los minerales, los más oscuros absorben más calor experimentando mayor variación en el volumen. El resultado es que la roca experimenta una meteorización térmica y se fragmenta por las tensiones de dilatación acumuladas (Méndez, 2003).

### **Hidroclastismo**

Las rocas están sometidas a ciclos de humedecimiento y secado, que producen efectos disruptivos. La desintegración se manifiesta por una descamación superficial y fracturación preferiblemente a lo largo de planos de debilidad existentes (Gutiérrez, 2008)



## Haloclastismo

La precipitación de sales en los espacios porosos de las rocas, junto con las modificaciones de la actividad de los procesos físicos y químicos que afectan a las sales depositadas, dan lugar a expansiones volumétricas que generan esfuerzos disruptivos, las cuales conducen a la desintegración de las rocas (Gutiérrez, 2008)

## Procesos Físico-Químicos que se producen para la alteración de minerales

Por meteorización química se entiende los procesos que descomponen las rocas y las estructuras internas de los minerales. Estos procesos convierten los constituyentes en minerales nuevos o los liberan al ambiente circundante. Durante la transformación, la roca original o el sedimento se descomponen en sustancias que son estables en el ambiente superficial y se mantendrán esencialmente inalterados mientras permanezcan en un ambiente similar al que se formaron (Méndez, 2003).

El agua es el agente de meteorización química más importante ya que es un buen disolvente y cantidades pequeñas de materiales disueltos dan como resultado un aumento de la actividad química para las soluciones de meteorización (Méndez, 2003)

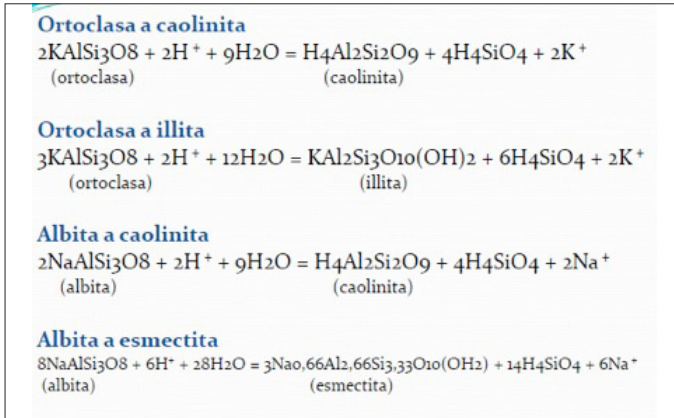
## Hidrólisis

El grupo mineral más común, el de los silicatos, se descompone principalmente mediante el proceso de hidrólisis (Mendez, 2003)

La hidrólisis es la reacción química entre los iones de Hidrógeno (H) y los iones de hidroxilo (OH) del agua y los iones de un mineral. Los iones de hidrógeno reemplazan realmente a los iones positivos de los minerales. Esta sustitución cambia la composición de los minerales, liberando sustancias solubles y hierro que pueden entonces oxidarse (Mendez, 2003)

Todos los feldespatos son silicatos de estructura tridimensional, pero cuando son alterados producen compuestos en solución y minerales arcillosos como la caolinita, que son silicatos de hojas. En esta reacción, los iones de hidrógeno atacan a los iones de la estructura de la ortoclasa (feldespato potásico) y algunos iones liberados se incorporan a un mineral arcilloso en desarrollo, mientras otros se van en solución (Mendez, 2003).

En la figura 4, se pueden observar varias reacciones de meteorización química de tipo hidrólisis donde minerales del grupo de los feldespatos, derivan en minerales secundarios del grupo de las arcillas.

**Figura 4.****Meteorización de los silicatos para producir Aluminosilicatos****Oxidación**

La oxidación se refiere a las reacciones de los minerales con los oxígenos para formar óxidos o, si interviene el agua, hidróxidos. Por ejemplo, el hierro se corroe cuando se combina con el oxígeno para formar la hematita de óxido de hierro (Méndez, 2003).

La oxidación es muy importante en la alteración de los silicatos ferromagnesianos como el olivino, piroxeno, anfíbol y biotita. El hierro de estos minerales se combina con el oxígeno para formar la hematita rojiza de óxido de hierro o la limonita de color amarillento o color café (Mendez, 2003).

Los minerales que contienen hierro y azufre (sulfuros) como la pirita a menudo se encuentran asociados con los depósitos de carbón (Méndez, 2003). El hierro existe como  $\text{Fe}^{+2}$  en los minerales primarios. Su oxidación a  $\text{Fe}^{+3}$  altera la neutralidad electrostática del cristal, de manera que otros cationes abandonan el mineral para mantener la neutralidad. Estos cationes dejan vacíos en la estructura del cristal, lo cual causa el colapso del mismo o lo hacen más susceptible al ataque de otros procesos de meteorización (Méndez, 2003).

Por lo antes expuesto, las reacciones de oxidación también tienen como productos minerales secundarios.

**Figura 5.****Coloración de un ambiente donde se presenta el proceso de oxidación****Hidratación**

La absorción de moléculas de agua dentro de la estructura interna de un mineral. Este fenómeno provoca una expansión que alcanza un 60% en las arcillas. La admisión de agua acelera los procesos de disolución, oxidación, reducción e hidrólisis (Méndez, 2003).

**Disolución**

Representa la disolución de minerales e iones que aumenta considerablemente por la presencia de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en el ambiente y se forma ácido carbónico con el agua de lluvia percolante. Estas lluvias podrían ser ácidas, debido a que la atmósfera se compone en su mayor medida de nitrógeno y oxígeno, pero alrededor del 0,03% es dióxido de carbono, lo que hace que la lluvia sea ligeramente ácidas (Méndez, 2003).

**Carbonatación**

Disolución de los carbonatos existentes en el suelo que se transforman en bicarbonatos, penetran en el suelo y pueden precipitar de nuevo en carbonatos. El

agua es el agente del proceso. A mayor cantidad de agua más disolución. A menos agua más precipitación de carbonatos.

Los procesos de disolución y carbonatación están muy relacionados entre sí, y como los anteriormente expuestos tienen como productos finales minerales secundarios que forman parte de los suelos y que determinarán comportamientos físicos y químicos que permitirán establecer usos potenciales en los mismos.

### **Los productos de la meteorización**

A continuación se presenta un análisis hecho por Elizalde y otros en el artículo “Ideas Generales sobre la Meteorización” sobre los productos de la meteorización, es importante recordar que el proceso de formación de un mineral comienza con la meteorización, por lo cual sus productos van a determinar las características mineralógicas del mismo, el cual es el tema tratado en estas notas.

La meteorización conduce a la pérdida de masa del sistema (roca o material de partida) y a la incorporación de agua. Sobre este último punto, Elizalde (1999) plantea que el contenido de agua en las rocas meteorizadas es muy superior que el de las rocas frescas. Este análisis es válido también para entender lo que sucede dentro de un mineral cuando se meteoriza. No hay que olvidar que Leet y Judson (1998) indican que en la definición de mineral, se debe incluir que estos pueden ser un elemento o un compuesto (combinación de dos o más elementos). De tal manera que sus constituyentes responden de manera distinta a los procesos de la meteorización, así que algunos elementos tienden a concentrarse en el producto resultante (Al, Fe), mientras que otros desaparecen de manera más o menos acentuada (Na, Ca, Mg), en especial, los más solubles en estado iónico.

En el mismo artículo de Elizalde, se plantea que cuando se analizan los productos de la meteorización, no debe olvidarse que sufren este fenómeno natural los minerales, las rocas, regolitos y los sedimentos. La meteorización es la fase inicial clave de preparación para que los materiales sean separados y transportados; y por último, en la parte superior del regolito, y sirviendo éste como uno de los materiales de partida, se desarrolla otro cuerpo natural: el suelo. En otras palabras, la meteorización participa en la formación de los materiales de partida de los suelos y como parte importante de los procesos formadores (pedogenéticos) de suelo.

Retomando la ecuación general de la meteorización y las ideas planteadas por los autores anteriormente mencionados los principales productos que se obtienen al alterar un mineral primario son los minerales secundarios.

## Minerales Secundarios

Formados bajo condiciones de temperatura y presión iguales a las de la superficie de la tierra, por meteorización de minerales pre-existentes (Casanova, 2005). En la primera aproximación, se considera que los minerales secundarios son el resultado de la alteración de los primarios. Pero ocurre con frecuencia que algunos minerales secundarios resultan de la alteración de otros minerales también secundarios, que se han vuelto inestables por cambio de las condiciones físico-químicas ambientales (Elizalde, 2002).

Algunos ejemplos de los minerales secundarios son:

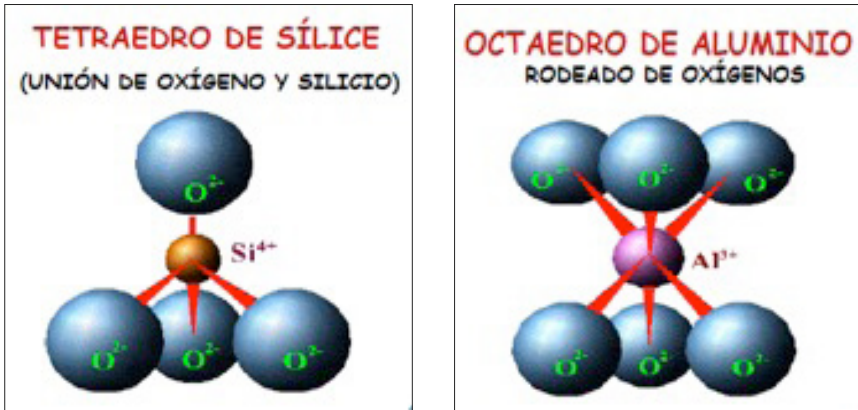
- Minerales de arcilla: Hidroxialuminosilicatos ( $\text{Al}_2(\text{OH})_4(\text{Si}_4\text{O}_5)$ )
- Óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos de Fe, Al y Si :Gibbsite( $\text{Al}(\text{OH})_3$ )
- Carbonatos: Calcita, Dolomita( $\text{CaCO}_3, \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )
- Sulfatos: Yeso( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- Fosfatos: Apatita( $\text{Ca}_5(\text{F,Cl,OH})(\text{PO}_4)_3$ )

De estos, uno de los grupos más importantes en la mineralogía del ambiente edáfico son las arcillas (Elizalde, 2015):

### Características de las arcillas

- Lámina Tetraédrica de Siloxano, la unidad básica es un tetraedro de Silicio y Oxígeno. Los tetraedros se ubican compartiendo sus tres oxígenos en un plano. El cuarto oxígeno de cada tetraedro apunta hacia el mismo lado (oxígeno apical).
- La capa Octaédrica es mucho más compleja, cada Octaedro se forma con Al (+3) en el centro coordinado con seis oxígenos, además de distintos cationes monovalentes, divalentes o trivalentes que pueden sustituir al aluminio. Debido a la diferencia de cargas entre el Silicio (+4) y el Aluminio (+3), muchos de los oxígenos se reemplazan por OH (hidroxilo).
- Las arcillas se clasifican estructuralmente según la capa octaédrica este unida a una o dos láminas tetraédricas. Se habla entonces de arcilla 1:1 (Tetraedro – Octaedro), 2:1 (Tetraedro-Octaedro-Tetraedro) y un tercer caso son las arcillas 2:1:1 (Tetraedro-Octaedro-Tetraedro-Octaedro) del grupo de las Cloritas.

**Figura 6.**  
**Tetraedro de Sílice y Octaedro de Aluminio**



### Tipos de Arcillas más comunes

**Caolinita:** Es una kandita o aluminosilicato de tipo 1:1, dioctaédrica de fórmula  $Al_2 Si_2 O_5 OH_4$ . En la caolinita los cationes tetraédricos son siempre Silicio y el sitio octaédrico está ocupado por Aluminio. Los oxígenos octaédricos que quedan en la intercapa están protonizados (OH) favoreciendo la unión entre capas por puentes de hidrógeno o por fuerzas de Van Der Waals (Elizalde, 2015). Los enlaces de hidrógeno hacen imposible separar las láminas. Por lo tanto la caolinita no es expansiva.

**Montmorillonita:** es una esmectita o aluminosilicato de tipo 2:1, dioctaédrica de fórmula  $(Na, Ca) (Al, Mg)_2 Si_4 O_{10} (OH)_2 n (H_2O)$ . En esta arcilla, los cationes tetraédricos son siempre silicio y el sitio octaédrico está ocupado por aluminio parcialmente sustituido por magnesio. (Elizalde, 2015). Las esmectitas (particularmente montmorillonita) son expansibles. Pueden alojar cationes (calcio y sodio) solvatados en la intercapa lo que hace que el espaciado basal pueda llegar a los 180 angstroms. Esta adsorción de iones solvatados es reversible, lo que lleva que los suelos ricos en esmectitas sean expansivos (Elizalde, 2015).

**Vermiculita:** Esta estructura 2:1 es similar a la de las micas, pero en lugar de potasio, en la intercapa hay agua y magnesio (intercambiables). Pueden ser di o tri octaédricas según los cationes que ocupen las posiciones octaédricas. Se forman por la alteración

de minerales micáceos (biotita y clorita para dar vermiculita trioctaédrica; o moscovita para dar vermiculita dioctaédrica) (Elizalde, 2015).

**Illita:** Son un grupo de minerales dioctaédricos, micáceos, estructuralmente muy similares a la moscovita. En promedio, la illita posee mayor contenido de Si, Mg, Fe y agua y menos Al tetraédrico y potasio en la intercapa que la moscovita. Las illitas son el grupo de minerales dominantes en las rocas arcillosas. Se forman por la meteorización de los silicatos (fundamentalmente feldespato), por alteración de otros minerales arcillosos y durante la degradación de la moscovita (Elizalde, 2015).

La estructura de la Illita es muy parecida a la de la moscovita. En la posición de los Potasio (K) aparecen también moléculas de agua. El Potasio entra en la intercapa sin agua acomodándose en los huecos ditrigonales de los oxígenos basales de la capa tetraédrica. No son arcillas expansivas (Elizalde, 2015).

**Cloritas:** Se clasifican de esta manera en virtud de que en la intercapa presentan una lámina octaédrica (di o trioctaédrica) en lugar de agua y/o cationes hidratados como algunos minerales arcillosos de tipo 2:1 (Elizalde, 2015).

### Óxidos e Hidróxidos de Hierro

Los dos representantes más importantes de este grupo son la hematita y el mineral de hierro que se forma en presencia de agua como la goethita. “a hematita es el material de color rojo más común en los suelos mientras que la goethita y similares presentan coloración marrón-amarillenta. Los minerales de hierro son muy insolubles en condiciones oxidantes y tienden a acumularse en suelos que han sido altamente meteorizados” La esencia de estos minerales podría indicar como es el drenaje del suelo (Casanova, 2005).

### Óxidos de Aluminio

La gibbsita es un mineral rico en aluminio y se acumula en suelos altamente meteorizados. Es el principal componente de la bauxita en las regiones tropicales y es la principal fuente para la producción industrial del aluminio. La presencia de gibbsita es indicio de suelos con gran pobreza química cuya fertilidad radica únicamente en el manto orgánico superficial” (Casanova, 2005).

## CONSIDERACIONES FINALES

Después de la recopilación de información expuesta en el texto anterior, se puede decir que la mineralogía del ambiente edáfico estará influenciada directamente por el clima del área, donde la acción de los elementos (precipitación y temperatura), podrá acelerar o hacer más lento el proceso de meteorización o alteración de los minerales. Igualmente, es importante considerar que la alteración de cada mineral primario para transformarse en un secundario, depende también de su estabilidad o de su alterabilidad, es decir factores intrínsecos, que pueden depender de sus características químicas o físicas.

Los grupos más importantes de minerales secundarios, resultantes después del proceso de meteorización, corresponden en primer lugar a las arcillas, seguidos de los óxidos, hidróxidos y oxihidróxidos, carbonatos, fosfatos y sulfatos. Los productos mineralógicos combinados con las características físicas en un ambiente edáfico influyen considerablemente en su potencialidad o capacidad de uso, por lo que es de importancia para los geógrafos conocer estas condiciones para fines de planificación territorial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BLOG DE GEOLOGÍA. Serie de Cristalización de Bowen. Ilustración. Documento en Línea. Disponible en: [http://2.bp.blogspot.com/\\_2HPx7edJAs/TNdZ\\_uzZ1nI/AAAAAAAAApI/wVMQy10Ir9c/s1600/bowen.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_2HPx7edJAs/TNdZ_uzZ1nI/AAAAAAAAApI/wVMQy10Ir9c/s1600/bowen.jpg) [Consultado el 01 de septiembre de 2016]

CASANOVA, E. (2005). Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 482 p.

ELIZALDE, G. (2015). Arcillas y Meteorización. Mimeografiado. 48 p.

ELIZALDE, G. (2002). Alteración de Minerales. Universidad Central de Venezuela. Postgrado en Ciencia del Suelo. 36 p.

ELIZALDE G., GÓMEZ H., GONZÁLEZ J. Y GUERRA F. (2004) Ideas Generales sobre Meteorización. *Revista Geoenseñanza* Volumen 9 213-237.



- ELIZALDE, G. (2009). El Suelo en la Fase Superficial del Ciclo Geológico. *Revista Geoenseñanza* Volumen 14 265-292.
- GUTIÉRREZ, MATEO. (2008). Geomorfología. Editorial Pearson Educación. Madrid. 898 p.
- LUTGENS, F. y TARBUCK E. (2005) Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física. 8va edición. 2005. Pearson Educación. 540 p.
- MÉNDEZ, JOSÉ. (2003). Geología Física. Instituto de Ciencias de la Tierra. Universidad Central de Venezuela. 206 p.
- UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA. Meteorización y Edafogénesis. Documento en Línea. Disponible en:  
<http://www.uclm.es/profesorado/egcardenas/METEORIZACI%C3%93N.pdf>  
[Consultado el 23 de agosto de 2016]

**MARIAN GONZÁLEZ.** Profesora Instructora. Licenciada en Geografía, UCV, 2011. Docente en pregrado, Escuela de Geografía. Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela Venezuela.

*marian.229@gmail.com*

