

SILICATOS

Los silicatos forman la mayor parte de los minerales existentes en la corteza terrestre. De acuerdo con su organización interna los silicatos dan diversos tipos de minerales como pegmatitas, rocas meteorizadas, rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Además con la ayuda de los silicatos obtenemos alimento por medio de las plantas, es una parte muy importante de donde obtenemos los materiales para la construcción de casas y edificios, para la fabricación de utensilios como tazas, vasos, etc.

Como mencionamos anteriormente la unidad fundamental de los silicatos es $(\text{SiO}_4)^{4-}$ ordenado en forma de tetraedro regular. El tetraedro mencionado está unido por 50% iónico y 50% covalente.

La unión de sus iones está íntimamente ligada por las electronegatividades y la otra es por completar su octeto de ahí la distribución molecular en forma de tetraedro. Si el Si^{4+} y el O^{2-} entonces la unión será como hemos mencionado antes, quedando 4 cargas negativas listas para ser redadas en otros cationes, ya que si completa su octeto las 4 cargas positivas de Si^{4+} quedan anuladas por cuatro O^{4-} pero a su vez estos O^{2-} dejan una carga que al ser sumadas nos da un total de 4 negativas, las 'sobrantes' de la molécula.

Estas cargas negativas pueden servir, de hecho es así intermolecularmente, se unen a otros cationes para neutralizar sus cargas. Entonces esta unión se puede presentar entre moléculas SiO_4 . Cuando esto sucede a esas uniones se les llama puentes de oxígeno, cuando el número de puentes de oxígeno se incrementa en tal forma que se dice que las moléculas se están polimerizando.

Con esta polimerización se pueden formar estructuras llamadas nesosilicatos, ortosilicatos, senosilicatos, disilicatos, cadenas de silicatos, anillos, ciclosilicatos, filosilicatos y tectosilicatos. Hablaremos de cada uno de ellos por separado.

Podemos hablar entonces también de sustitución de Si^{4+} por Al^{3+} , no todas las estructuras de silicatos lo manejan, y no es poco común, en realidad en la mayoría de sus minerales silicatos están entrelazados tetraedros de SiO_4 y AlO_3 formando diversas estructuras.

Clasificación estructural de los silicatos.

- Clasificación estructural geométrica definida
- Tetraedros independientes, individuales, aislados (ortosilicatos, nesosilicatos) tetraedro doble, pares de tetraedros (priosilicatos ortosilicatos).
- Anillos de tetraedro (estructura en anillo, tetraedro en anillo)

- Estructura de cadenas. Cadenas simples, sencillas, independientes (inosilicatos), tetraedro en cadena, cadena doble, tetraedro en cadena o dobles.
- Tetraedro en hojas, estructuras en capas, láminas de tetraedros disilicatos e ilosilicatos.
- Asociación de motivos redes tridimensionales tipo sílice SiO_2 . Tectosilicatos.

Nesosilicatos.

Los tetraedros SiO_4 están unidos por O^{2-} en enlaces iónicos. El empaquetamiento atómico de las estructuras de los nesosilicatos es generalmente denso, lo que hace que los minerales de este grupo tengan valores relativamente altos de peso específico y dureza. Como los tetraedros de SiO_4 son independientes y no están ligados a cadenas o láminas, por ejemplo, el hábito cristalino de los nesosilicatos es generalmente equidimensional y no existen direcciones pronunciadas de exfoliación. Aunque el Al^{3+} sustituye común y fácilmente la posición de Si de los silicatos, la proporción de esta sustitución en los tetraedros de SiO_4 en los nesosilicatos es generalmente débil. (1). Los miembros más comunes de los nesosilicatos son el olivino y el granate, para su estudio los hemos dividido en grupos, donde detallamos sus características principales.

- Grupo del olivino.

Su representación es CaO-MgO-FeO-SiO_2 su serie comienza de la forsterita (Mg_2SiO_4) a la fayerita (Fe_2SiO_4) durante esta serie puede presentarse sustituciones del tipo Mn^{2+} por Fe^{2+} dando olivinos muy raros con el tefroita (Mn_2SiO_4). Esta serie tiene su origen cuando un magma rico en Fe y Mg comienza a cristalizar, formándose forsterita en un grado de fusión de 1840°C en su extremo esta la fallerita con 1205°C , aunque sea una temperatura inferior no deja de ser muy elevada para nosotros. De acuerdo con la serie, dependiendo del contenido del magma existirán variaciones en el resultado de cristalización por ejemplo: si tiene mayor contenido de Fe el olivino agotará más rápido al Mn y sus cristales tendrán mayor contenido de Fe, por lo tanto hay ligeras diferencias si el magma es rico en Fe o Mn.

A esta temperatura y presión se obtiene una cristalización homogénea y bien definida, el color y la densidad dependen de los factores antes mencionados, éstos aún habiendo diferencias debe ser de color oscuro ambos y su peso específico alto.

- Grupo del granate.

Se encuentran especialmente en las rocas metamórficas, su fórmula estructural es $\text{A}_3\text{B}_2(\text{SiO}_4)_3$ en donde A son cationes divalentes de gran tamaño y B cationes trivalentes pequeños, entonces si A está ocupada por Ca y B puede ser Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} tenemos un pequeño grupo llamado ugrandita; ahora si B contiene Al^{3+} , Fe^{3+} y Cr^{3+} tenemos otra nueva división, 2 series: la piraespita (Ca en A no existe y B es Al) y ugrandita (antes mencionado).

Además de estos grupos también se puede sustituir al SiO_4 por grupos de $(\text{OH})_4$ teniendo hidro-granates.

Del grupo ugrandita el más común llamado simplemente 'granate' es la andradita ($\text{Ca}_3\text{Fe}^{3+}_2$). Tienen un peso específico alto pero no mayor al del olivino, sus colores varían en el verde oscuro pasando por cafés.



Existen otros grupos además de éstos, el circón, el grupo de la humita, obviamente con estructura de nesosilicatos pero no resaltan la 'sencillez' de los dos grupos primeramente descritos, a diferencia de ellos presentan complejidades en su forma estructural, con excepción del circón. Hablemos brevemente de ellos.

- **Circón.**

Formula $(\text{SiO}_4)\text{Zr}$ generalmente se utiliza como gema por su gran semejanza con el diamante en cuanto a color y brillo.

- **grupo Al_3SiO_5**

Son 3 polimorfos localizados en rocas metamórficas:

-andalucita- tiene gran dureza, presenta cristales ortorrómbicos en forma de prismas, es utilizada en la industria.

-silimanita. Cristales largos delgados ortorrómbicos.

-cianita.- triclínico con cristales tabulares. Utilizado también en la industria.

-topacio ($\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F}.\text{OH})_2$) es ortorrómbico, en cristales prismáticos terminados en bipirámide, generalmente se usa como gema por sus diversos colores y dureza.

- **Grupo de la humanita.**

Formado por 4 miembros:

- ✓ noribergita $\text{Mg}_3(\text{SiO}_4)(\text{F},\text{OH})_2$
- ✓ condrodita $\text{Mg}_5(\text{SiO}_4)_2(\text{F},\text{OH})_2$
- ✓ humita $\text{Mg}_7(\text{SiO}_4)_3(\text{F},\text{OH})_2$
- ✓ clinohumanita $\text{Mg}_9(\text{SiO}_4)_4(\text{F},\text{OH})_2$

Su estructura es muy parecida a la del olivino, se localizan en calizas y dolomitas metamórficas.

Sorosilicatos

Los sorosilicatos están formados por grupos tetraédricos dobles, es decir, por dos tetraedros SiO_4 compartiendo un oxígeno, la proporción Si-O es 7:2. de este grupo solo se conocen 6 especies, pero las más importantes son el grupo de la epidota y el grupo de la idocrasa.

Grupo de la epidota.

En su estructura contiene además de tetraedros dobles tetraedros independientes. Contienen ortosilicatos AlO_6 y $\text{AlO}_4(\text{OH})_2$ compartiéndose en dirección de un eje. Las cadenas están enlazadas por grupos independientes SiO_4 y Si_2O_7 . El Ca está en coordinación irregular 8 con el oxígeno. La porción que alberga el Ca^{2+} puede estar cubierta en parte por Na^+ . La posición octaédrica exterior a las cadenas puede albergar Mn^{3+} y más raramente Mn^{2+} , además del Al y Fe^{3+} . (1).

Todos sus miembros son sorosilicatos formando cristales monoclinicos, alargados en un eje (generalmente B). El mineral más representativo es la epidota, su cristalografía es ortorrómbica, presenta cristales alargados con un aspecto prismático, en algunas ocasiones es utilizada como gema.

- Grupo de la idocrasa ($\text{Ca}_{10}(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_5(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_4$.

Hay alguna sustitución de Na por C; Mn^{2+} y Ti por Al; F por OH. En algunas variedades se ha registrado B y Be. La estructura de la idocrasa aparece íntimamente relacionada con la del granate grosularita. Algunas partes de la estructura son comunes a ambos minerales. Los tetraedros SiO_4 , así como los grupos Si_2O_7 , se presentan aislados. Tres cuartas partes del Ca están en coordinación 8 y un cuarto en coordinación 6 con el oxígeno. El Al y Fe y Mg están en coordinación octaédrica con el oxígeno. (1).

Tienen cristalografía tetragonal, los cristales tienen hábito prismático. Su empleo es reducido, a veces la utilizan como jade, o piedra preciosa.

Ciclosilicatos.

Los ciclosilicatos están formados por anillos de tetraedros SiO_4 enlazados, con una relación Si:O =1:3, exhibiendo tres posibles configuraciones cónicas cerradas (1), la estructura sencilla en el anillo Si_3O_9 representada por el titanio-silicato. El anillo Si_4O_{12} está representado por la pagodita ($\text{Ca}_2\text{Cu}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}(\text{OH})_6$), la axinita entre esta en este grupo inicialmente, con muchos avances se ha visto que tiene muchos componentes más.

El anillo Si_6O_{18} es la base para las estructuras del berilo ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$) y la turmalina. Estas hojas de iones Be y Al se encuentran entre las capas de anillos. El Be con coordinación 4 y el Al con coordinación 6 conectan las capas conjuntamente vertical y horizontalmente. Los anillos silicio-oxígeno están dispuestos de manera que no sean polares, es decir, pueden ser imaginado un plano de simetría que atraviesa los tetraedros en el plano del anillo. Los anillos están superpuestos en las hojas basales de modo que se corresponda los

orificios centrales, formando canales bien definidos paralelos al eje c, en los que puede quedar retenida una amplia variedad de iones, átomos neutros y moléculas. De esta manera, el berilo alberga $(OH)^-$, H_2O , F, He y iones de Rb, Cs, Na y K. (1).

El berilo aunque está incluido en lo ciclosilicatos, los tetraedros BeO_4 tienen una red global tridimensional, por lo que también pueden ser incluidos en los tectosilicatos.

- La turmalina.

Está constituida de anillos Si_6O_{18} alrededor de cuyo centro alternan Na^+ y OH^- . Sin embargo, en la turmalina estos anillos son polares, es decir, la fuerza neta de los enlaces dirigidos a una cara del anillo no es la misma que la fuerza de los enlaces dirigidos a la otra, mirando primero en una dirección y después en la otra a lo largo del eje c. intercalados con los anillos están las láminas del grupo BeO_3 triangulares. Los grupos octaédricos $(Li, MgAl)O_4(OH)_2$ enlazan conjuntamente los anillos Si_6O_{18} y los grupos BO_3 . las columnas de anillos Si_6O_{18} están conectadas entre sí por grupos $(Al,Fe,Mn)O_5(OH)$. (1).

- Axinita $((Ca,Fe^{2+},Mn)_3Al_2BSi_4O_{16}H)$

Cristaliza en sistema triclínico con cristales delgados con aristas agudas, su composición tiene cantidades variables de Ca, Mn y Fe entrelazados en los anillos, utilizada como gema secundaria.



cristales de axinita

- berilo. $(Be_3Al_2(Si_6O_{18}))$

Cristalografía hexagonal, sus cristales de gran tamaño. Tiene gran diversidad de colores, azul aguamarina, 'morganita' berilo rosa, pasando por toda la gama desde el rosa claro hasta el oscuro, y el berilo dorado. Presenta algunos elementos alcalinos, su empleo es piedra preciosa la esmeralda. También es usado para sacar berilio, metal ligero parecido al aluminio.

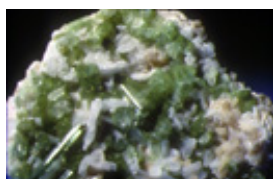
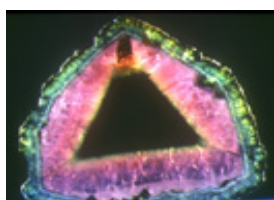
Corderita $((Mg)_2Al_4Si_6O_{18} \cdot nH_2O)$

Cristaliza en forma ortorrómbico, son ricas en Mg, algunas veces reemplazando por Mn, contiene gran cantidad de agua y pequeñas cantidades de Ca y K. Existen 2 tipos de cordierita, la formada a baja temperatura conocida como

cordierita baja y la otra formada a alta temperatura indialita con distribución aleatoria de Al en el anillo $(Al, Si)_6O_{18}$. cuando es trasparente es conocida como zafiro de agua, empleada como gema.

- Turmalina $(Na, Ca)(Li, Mg, Al)((Al, Fe, Mn)_6(BeO_3)(Si_6O_{18})(OH)_4$

Cristaliza en forma hexagonal variándose la forma de sus cristales, dependiendo del espacio en que se encuentran. Es un silicato complejo de boro y aluminio pudiendo haber sustituciones Ca por Na, en los centros de los canales anulares, Mg y AL por Li entre los grupos BO_3 y los anillos Si_6O_{18} ; el color de este mineral varia enormemente, de acuerdo con la composición, si tiene mucho Fe será negra, la turmalina parda contiene magnesio, y las que contienen Va y Ca presentan muy diversos colores tenues. Es utilizada como gema por que presenta una gama de diversos colores.



diversos tipos de turmalina

Inosilicatos.

Los tetraedros SiO_4 pueden estar enlazados formando cadenas al compartir oxígenos con los tetraedros adyacentes. Estas cadenas sencillas pueden unirse después lateralmente, compartiendo más oxígenos de algunos tetraedros para formar bandas o cadenas dobles. En la estructura de cadenas sencillas, dos de los cuatro oxígenos de cada tetraedro SiO_4 son compartidos con los tetraedros vecinos, dando ello una relación Si:O = 1:3. en la estructura de bandas, la mitad de los tetraedros comparten tres oxígenos y la otra mitad solo dos, con lo cual la relación es Si: O = 4:11. (1)

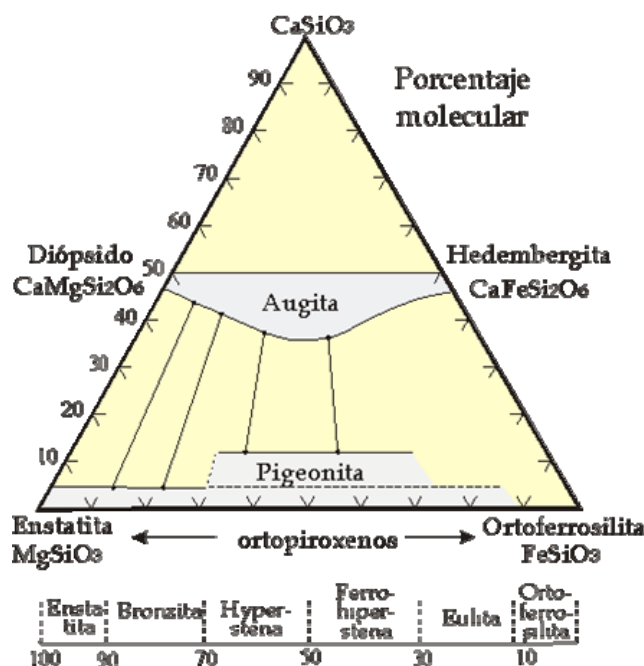
Existen dos grupos importantes grupos, el grupo de los piroxenos y el grupo de los anfíboles. El grupo de los piroxenos está formado por una cadena mientras que el grupo de los anfíboles está compuesto por 2 cadenas.

La mayoría de los piroxenos y anfíboles son monoclinicos con algunos miembros ortorrómbicos. Una diferencia entre los anfíboles y los piroxenos es que los anfíboles presenta radicales (OH), con esto los índices de refracción son mayores los piroxenos, al igual que su temperatura, estas variaciones son mínimas, pero existen.

- Grupo de los piroxenos.

La composición química de los piroxenos esta representada por la fórmula general XYZ_2O_6 donde X está representada por Na^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} y Li^+ en la posición cristalográfica M2; Y esta representada por Mn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} y Ti^{4+} en la posición M1; y Z representada por Si^{4+} y Al^{3+} en las posiciones

tetraédricas de la cadena. (debe observarse que los cationes X en general son mayores que los cationes Y de acuerdo con los requisitos del tamaño de los cationes de las posiciones M2 y Mi). Los piroxenos pueden dividirse en diversos grupos, el más común de los cuales puede representarse como parte del sistema químico CaSiO_3 (wollastonita



Sobre dicho triángulo aparecen definidas las series diópsido ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) - hedenbergita ($\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$) y la serie enstatita ($\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$) - ferrosilita ($\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$) así como la augita relacionada con la primera serie y la pigeonita relacionada con la segunda.

Los piroxenos sódicos son la egirina ($\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$) y la jadeita ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$), formando la egirina ($\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$) y la augita ($\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})\text{Si}_2\text{O}_6$) una serie completa de soluciones sólidas. La onfacita, a su vez, representa una serie completa de soluciones sólidas entre la augita ($\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})\text{Si}_2\text{O}_6$), la egirina ($\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$) y la jadeita ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$).

La augita está íntimamente relacionada por su composición con los miembros de la serie diópsido-hedenbergita, pero con alguna sustitución, por ejemplo, Na por Ca en M2, al por Mn en $>M1$ y Al por Si. La pigeonita representa un campo de soluciones sólidas Mg-Fe con un contenido en Ca algo mayor en la serie enstatita-ortoferrosita, que representa el campo de composiciones de los ortopiroxenos. A egirina (o egirita) y la augita representan una serie completa de soluciones sólidas indicada por los miembros de composición intermedia egirita-augita. La onfacita representa una serie de soluciones sólidas entre la augita y la jadeita. (1). La estructura del piroxeno está basada en cadenas simples de SiO_3 , que corresponden parcialmente al eje c. El diagrama ilustra esta cadena

tetraédrica, así como la doble cadena octaédrica a la cual la primera está ligada. La estructura contiene dos tipos de posiciones catiónicas, denominadas M1 y M2. La posición M1 es un octaedro relativamente regular, pero especialmente en los piroxenos monoclinicos, la posición M2 es un poliedro irregular de coordinación 8 (en los piroxenos ortorrómbicos con Mg en la posición M2, éste poliedro está más próximo a un octaedro regular). Los cationes en las posiciones M1 están coordinados por los oxígenos de dos cadenas opuestas SiO₃, produciendo así una banda tetraedro-octaedro-tetraedro ('t-o-t'). Sin embargo, la coordinación de los cationes en las posiciones M2 es de tal forma que varias de estas bandas t-o-t están enlazadas cruzadamente. Estas t-o-t se representan con frecuencia esquemáticamente como se indica en el diagrama, esta a su vez, muestra la relación de bandas t-o-t con los ángulos de exfoliación en los piroxenos.

La gran mayoría de los piroxenos están en el espacio en forma monoclinica, dos de ellas y una ortorrómbica; para obtener una estructura monoclinica la posición M1 debe ser menor que la M2. Para la estructura ortorrómbica los iones Mg y Fe están distribuidos en las posiciones M1 y M2 por el catión más grande con una mayor distorsión. De los piroxenos comunes tenemos:

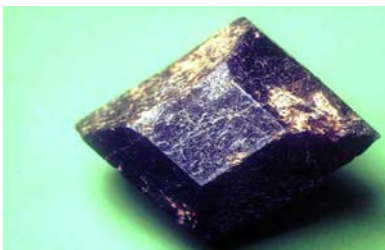
piroxenos	
Serie enstatita-ortoferrosilita	
Enstatita	MgSiO ₃
Hiperestena	(Mg,Fe)SiO ₃
Pigeonita	Ca ₀ O ₂₅ (Mg,Fe) _{1.75} Si ₂ O ₆
Serie diópsido-hedenbergita	
Diópsido	CaMgSi ₂ O ₆
Hedenbergita	CaFeSi ₂ O ₆
Augita	XY(Z ₂ O ₆)
Grupo del piroxeno sódico	
Jadeita	NaAlSi ₂ O ₆
Egirina	NaFe ³⁺ Si ₂ O ₆
Espodumena	LiAlSi ₂ O ₆

De los más representativos es la augita ((Ca, Na)Mg,Fe,Al,(Si,Al)₂O₆) Ciclopiroxeno que utiliza' la sustitución de Na por Ca, Fe por Mg, cristaliza en el sistema monoclinico, cristales en columnas o láminas. Sus colores son muy diversos puede ir desde el blanco a verde claro o negro (augita).

- Jadeita. (NaAlSi₂O₆)

Cristaliza en el sistema monoclinico, presenta cristales con aspecto granular en agregados macizos. Localizada sólo en rocas metamórficas, tiene un color verde característico y agregados de fibras compactas.

El grupo de los piroxenoides es el que tiene una relación Si:O = 1:3 pero no tiene su estructura, contiene cationes coordinados octaédricamente entre cadenas SiO₃ pero su geometría no es del tipo extensible indefinidamente. Un ejemplo de ellos son la rodalita (MnSiO₃) que cristaliza en forma triclínico con cristales tabulares de color amplio en la gama del rojo al rosa, presenta una exfoliación casi perfecta, es utilizada como piedra de adorno.



- Grupo de los anfíboles.

La composición química de los miembros de I grupo de los anfíboles puede representarse por la fórmula general $W_0-1X_2Y_5Z_8O_{22}(OH,F)_2$, en donde W representa Na⁺ y K⁺ en la posición A; X significa Ca²⁺, Na⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Mg²⁺ y Li⁺ en las posiciones M4; Y representa Mn²⁺, Fe²⁺, Mg²⁺, Fe³⁺, Al³⁺ y Ti⁴⁺ en las posiciones M1, M2 y M3; y Z se refiere a Si⁴⁺ y Al³⁺ en las posiciones tetraédricas. Esencialmente la sustitución iónica completa puede tener lugar entre Na y Ca y entre Mg, Fe²⁺ y Mn²⁺. Existe una sustitución limitada entre Fe³⁺ y Al y entre Ti y otros iones de tipo Y; y una sustitución parcial de Al por Si en las posiciones tetraédricas de las cadenas dobles. La sustitución parcial de F y O por OH en las posiciones hidroxilicas es también común. La estructura de los anfíboles está basada en una doble cadena Si₄O₁₁ dirigida paralelamente al eje C. El diagrama ilustra esta cadena, así como la banda octaédrica a la que aquella está ligada. La estructura contiene diversas posiciones catiónicas denominadas A, M4, M3, M2, M1, así como posiciones tetraédricas en las cadenas. La posición A posee coordinación 10 a 12 con el oxígeno y OH y alberga principalmente Na y a veces pequeñas cantidades de K. La posición M4 tiene coordinación 6 a 8 y alberga cationes tipo X. Los octaedros M1, M2 y M3 acomodan cationes tipo Y y comparten las aristas para formar bandas octaédricas paralelas a c. Las posiciones M1 y M3 están coordinadas por 4 oxígenos y dos grupos (OH,F) mientras que la M2 está coordinada por seis oxígenos. El diagrama muestra la estructura monoclinica de los anfíboles y la distribución de las posiciones catiónicas, tal como aparecería en una dirección paralela al eje c. Las bandas 't-o-t' son aproximadamente el doble de ancho (en la dirección b) que las equivalentes t-o-t de los piroxenos, debido a que la anchura de la cadena es doble en los anfíboles.

A los anfíboles se les puede asignar un de tres grupos especiales: 2 monoclinicos y uno ortorrómbico. La hornblenda es un claro ejemplo del sistema monoclinico. El grupo especial ortorrómbico está dado por la presencia de cationes de tamaño pequeño en M4, M3, M2 y M1.

Como mencionamos antes los anfíboles presentan el grupo OH en su estructura, esto produce cambios en su temperatura y algunas 'mutaciones':

Tomamos como ejemplo la hornblenda:

Hornblenda $((Ca,Na)_{2-3}(Mg, Fe, Al)_5(Si_6(Si,Al)_2O_{22}(OH))_2$.

Cristaliza en sistema monoclinico (como ya lo habíamos visto, presenta una exfoliación perfecta, de una amplia gama de colores del verde hacia el negro, siendo su principal característica el color.

Filosilicatos.

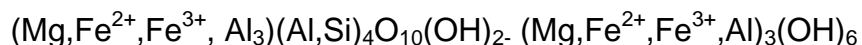
Como lo indica su nombre, derivado del griego *phyllos* que significa hoja, todos los numerosos miembros de este importante grupo tienen hábito hojoso o escamoso y una dirección de exfoliación dominante. Son por lo general blandos, de peso específico relativamente bajo y las laminillas de exfoliación pueden ser flexibles e incluso elásticas. Todas esas peculiaridades características derivan del predominio en la estructura de la hoja de tetraedros SiO_4 , de extensión indefinida. En esta hoja, representada en el diagrama, tres de los cuatro oxígenos de cada tetraedro SiO_4 están compartidos con tetraedros vecinos, resultando así una relación Si:O = 2:5. Cada hoja, si no está distorsionada posee simetría senaria.

La mayor parte de los miembros de los filosilicatos son portadores de hidroxilos y tienen grupos (OH) localizados en el centro de los anillos senarios de tetraedros, a la misma altura que los oxígenos de los vértices no compartidos en los tetraedros SiO_4 . Diagrama. Cuando los iones, externos a la hoja de Si_2O_5 , están enlazados a las hojas, se encuentran coordinados con 2 oxígenos y un OH, como muestra el diagrama. El tamaño del triángulo entre los dos oxígenos y un (OH) es aproximadamente el mismo (pero no idéntico a la cara triangular de un octaedro XO_6 (en donde X es comúnmente Mg o Al). Esto significa que es posible enlazar a una red regular de oxígenos apicales y grupos OH de composición $(Si_2O_5OH)^{3-}$ una lámina de octaedros regulares, donde cada octaedro está inclinado sobre uno de sus lados triangulares.

Los cationes de la capa octaédrica pueden ser divalente o trivalentes. Cuando los cationes son divalentes, por ejemplo Mg o Fe^{2+} , la capa de la geometría de la brucita, en la cual cada posición catiónica está ocupada. Las estructuras de la antagorita y la caolinita están formadas por una hoja tetraédrica ('t') y una hoja octaédrica ('o') dando lugar a capas 't-o'. Estas capas 't-o' son eléctricamente neutras y están enlazadas entre sí por fuerzas de Van der Waals. (1). Entonces tomando como base a la brucita podemos obtener, si seguimos dividiendo $Mg_3^* Si_2O_7(OH)/(OH)_3$ y reemplazamos 2 grupos (OH), obtenemos talco y profilita.

Ahora podemos sustituir algunos Si_2O_5 directamente, con esta sustitución 'se libera' una carga en la estructura tipo sándwich haciendo fuerte el enlace, entonces la dureza crece y el aspecto resbaladizo desaparece. Así nacen la flogopita $(KMg_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2)$ y la moscovita $(KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2)$.

La importante familia de la cloritas puede ser descrita según la misma estructura de capas dobles del talco (o pirofilita), intensificadas con hojas simples octaédricas de brucita (o gibbisita), lo que conduce a la fórmula $\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Mg}_3(\text{OH})_2\text{Mg}_3(\text{OH})_6$. sin embargo, en la mayoría de las cloritas, el magnesio puede estar sustituido por aluminio, hierro ferroso y férrico en posiciones octaédricas tanto en las capas de talco como en las hojas de brucita, y el silicio puede estar sustituido por el aluminio en las posiciones tetraédricas. La fórmula general sería así:



Los diversos miembros del grupo se diferencian unos de otros por la importancia de las sustituciones y por la manera de estar sobrepuestas las capas octaédricas y tetraédricas según c. (1)

El importante grupo de las vermiculitas puede ser dividido de la estructura del talco por intersección de hojas de agua molecular en láminas definidas. Un ejemplo de una fórmula específica de vermiculita sería $\text{Mg}_3(\text{Si}, \text{Al})_4(\text{OH})_2 \cdot 4,5\text{H}_2\text{O}$ $[\text{Mg}]_{0.35}$, en donde $[\text{Mg}]$ representa iones intercambiables de la estructura. La presencia de iones intercambiables localizados entre las capas de moléculas de H_2O y la capacidad de la estructura para retener cantidades variables de agua.

Los miembros de la vermiculita y montmorillonita exhiben una capacidad única para hincharse debido a la incorporación de grandes cantidades de agua interpuesta. (1).

Hay una considerable mezcla entre una capa de tipo brucita y una lámina de Si_2O sin distorsionar con anillo hexagonales. El desajuste es debido al hecho de que las aristas de un octaedro de $\text{Mg}(\text{OH})_6$ situado en la capa de brucita son algo mayores que las distancias entre oxígeno apicales en la capa de Si_2O_5 o $(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_5$; esto significa que la geometría indicada en el diagrama es una simplificación exagerada. En el caso de los minerales de serpentina, antigorita y crisotilo, ambos $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, este desajuste viene compensado por una flexión (dilatación de la distancia entre los oxígenos apicales) de la capa tetraédrica para proporcionar un mejor ajuste con la capa de brucita octaédrica contigua. En la variedad aplanada, antigorita, el enlace no es continuo, sino por medio de pliegue. En la variedad fibrosa, crisotilo, el desajuste se resuelve mediante un enlace continuo de la estructura en tubos cilíndricos. La mayor parte de los filosilicatos poseen estructuras monoclinicas, algunos triclinicas, y unos pocos ortorrómbicos o trigonales. (1)

Los filosilicatos tienen una gran importancia desde el punto de vista geológico. Las micas son los principales minerales en los esquistos y son muy abundantes en las rocas ígneas; se forman a temperaturas más bajas que los anfíboles o los piroxenos y, con frecuencia, son resultado de sustituciones de minerales más tempranos por efecto de alteraciones hidrotermales. (1).

Según la simetría hexagonal trigonal alrededor del grupo OH puede presentar las siguientes cristalizaciones. Si el anillo se apila uno en cima de otro tendrá estructura monoclinica, si el Si_2O_5 tiene dos direcciones opuestas en una línea recta su estructura puede describirse como ortorrómbica. Cuando es en 3 direcciones presenta la estructura llamada politipismo, esta característica la presentan las serpentinas, micas y clorita.

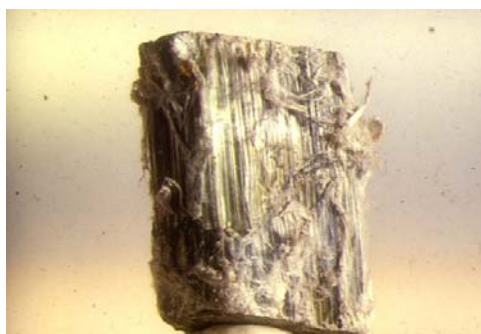
Grupo de la serpentina.

Antigorita, lizardita y crisotilo ($\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)

Cristaliza en sistema monoclinico, no se conocen cristales. Hay tres polimorfos comunes: antigorita, lizardita y crisotilo; los dos primeros son macizos de grano fino, el crisotilo es fibroso. Se reconoce a simple vista por su color verde pardo y por su naturaleza fibrosa.; los minerales macizos mezclados con mármol blanco dan colores verdes

El uso del crisotilo es muy diferente, algunas variedades nobles se emplean como rocas ornamentales. Anteriormente eran principal fuente de asbestos, pero debido a sus propiedades cancerígenas, dicho empleo está

Hoy día muy limitado en tejidos o como aislantes.



crisotilo.

Grupo de las arcillas.

La palabra arcilla se emplea con referencia a un material de grano fino, terroso, que se hace plástico al ser mezclado con lago de agua. Aunque una arcilla puede estar formada por un único mineral de la arcilla, por lo general hay varios de ellos mezclados con otros minerales tales como feldespatos, cuarzo, carbonatos y micas.

De sus representantes mas significativos están:

La caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), tiene una exfoliación basal perfecta su brillo y apariencia es terrosa, generalmente tiene color blanco que facilita su identificación. La principal utilidad que se le da a la arcilla es la fabricación de diversos objetos, por ejemplo la arcilla de mayor pureza es conocida como caolín o tierra de porcelana, empleada en la elaboración de vajillas y refractarios.

Talco ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)

Presenta sistema monoclinico, con presencia de cristales raros muy raros en forma de tabla con forma rómbica o hexagonal, de color claro en su mayoría blanco, es muy fácil distinguirlo por el hábito micáceo y la textura grasa que presenta.

En grandes cantidades se utiliza en pintura, cerámica, lo más utilizables son los polvos de talco para hacer materiales ornamentales.



Grupo de las micas.

Las micas formadas por 'sandwiches' t-o-t con cationes entre las capas y escasa o nula agua intercambiable, cristalizan en el sistema monoclinico, pero con un ángulo β , próximo a 90° , por lo que la simetría monoclinica no es claramente visible. Los cristales son generalmente tabulares con planos basales bien desarrollados y tienen forma de rombo o hexagonal, con ángulos de unos 60° y 120° . Los cristales, lo tanto parecen en general ortorrómbicos o hexagonales. Todos ellos se caracterizan por una exfoliación basal muy perfecta. (1).

No es muy dada la sustitución en este grupo, pero muy en cambio es posible percibir que 2 miembros del grupo cristalicen juntos. La moscovita y la biotita son ejemplos de este grupo.

Moscovita ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$)

Cristaliza en sistema monoclinico, cuando existen cristales son muy raros, en forma tabular con base dominante, exfoliación de hojas grandes y pequeñas con apariencia de escamas. Presenta un color claro, por sus propiedades dieléctricas y resistencia al calor es utilizada en aparatos eléctricos.

Biotita. $K(Mg,Fe^{2+})(Al,Fe^{3+})Si_3O_{10}(OH,F)_2$.

Cristaliza en sistema monoclinico, presenta un color generalmente verde oscuro, de pardo a negro. Raras veces amarillo claro. Las hojas finas tienen un color ahumado. Se presenta en escamas o tabletas, rara vez en prismas hexagonales cortos. Es la más común de las micas, entrando como componente principal o accesorio de casi todas las rocas ígneas, esencialmente de los granitos, dioritas, gabros, sienitas etc... Se emplea generalmente como aislante.



- Grupo de las cloritas.

Los minerales de este grupo recuerdan por sus propiedades a las micas. Cristalizan en el sistema monoclinico, poseen una exfoliación perfecta, baja dureza y pequeño peso específico. La mayoría de ellos se distinguen por su coloración verde, lo que les ha dado su denominación (en griego "chloros" quiere decir verde). Existe un gran número de nombres para las distintas variedades de cloritas según su composición química.

Las cloritas son aluminosilicatos, principalmente de Mg, Fe²⁺ y Al, en parte de Ni, Fe³⁺ y Cr³⁺. Muy individualizadas en el aspecto cristalográfico, las especies minerales ricas en Mg se denominan ortocloritas.

Las especies minerales colofomas, ricas en hierro y de composición inconstante en muchos casos, constituyen un subgrupo especial de aluminoferrosilicatos bajo el nombre general de leptocloritas. (6).

Clorita $(Mg,Fe)_3(Si_3,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot (Mg,Fe)_3(OH)_6$.

Cristaliza en el sistema monoclinico con algunos polimorfos triclinicos, presenta cristales pseudo hexagonales tabulares con plano basal, su hábito es muy parecido al grupo de las micas, con hojas pequeñas. Su color verde característico lo diferencia rápidamente de confundirlo con alguna mica; no se ha encontrado alguna aplicación.

Tectosilicatos

Son minerales formados por una armazón tridimensional de tetraedros SiO₄ **enlazados, aquí todos los oxígenos del tetraedro están compartidos formando estructuras muy fuertes, la relación Si:O es 1:2.**

Tectosilicatos.
Grupo SiO ₂
Cuarzo

Tridimmina	SiO_2
Cristobalita	
Ópalo	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Grupo de los feldespatos	
Serie de los feldespatos potásicos.	
Microclina	
Ortosa	KAlSi_3O_6
Sanidina	
Feldespatos plagioclasa	
Albita	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
Anortita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Grupo de los feldespatoides	
Leucita	KAlSi_2O_6
Nefelita	$(\text{Na}, \text{K})\text{AlSiO}_4$
Sodalita	$\text{Na}_8(\text{AlSiO}_4)_2\text{Cl}_2$
Lazurita	$(\text{Na}, \text{Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl}_2)$
Petalita	$\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$
Serie de las escapolitas	
Marialita	$\text{Na}_4(\text{AlSi}_3\text{O}_8)_3(\text{Cl}_2, \text{CO}_3, \text{SO}_4)$
Meionita	$\text{Ca}_4(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_8)_3(\text{Cl}_2, \text{CO}_3, \text{SO}_4)$
Analclima	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Grupo de las zeolitas	
Natrolita	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Chabazita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Heulandita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_7\text{O}_{18} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Estilbita	$\text{NaCa}_2\text{Al}_3\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

Grupo SiO_2

El armazón SiO_2 , en su forma más simple es eléctricamente neutro y no contiene ninguna otra unidad estructural. Sin embargo, existen por lo menos nueve maneras diferentes según las cuales puede constituirse este armazón. Estos modos de distribución geométrica corresponden a nueve polimorfos conocidos del SiO_2 , uno de los cuales es sintético. Cada uno de estos polimorfos tiene su propio grupo espacial, sus dimensiones de celda, su morfología característica y su energía reticular. Las consideraciones energéticas son las que determinan principalmente cuál de los polimorfos es estable, siendo las formas de temperatura de formación más elevada y con mayor energía reticular las que poseen estructuras más dilatadas, lo que se refleja en un menor peso específico y menor índice de refracción.

Nombre	Simetría	Peso específico
Estisovita	Tetragonal	4.35
Coesita	Monoclínica	3.01
Cuarzo bajo (cuarzo)	Hexagonal	2.65
Cuarzo alto (cuarzo)	Hexagonal	2.53
Keatita (sintético)	Tetragonal	2.50
Tridimita baja (tridimita)	Monoclínica u ortorrómbica	2.26
Tridimita alta (tridimita)	Hexagonal	2.22
Cristobalita baja (cristobalita)	Tetragonal	2.32
Cristobalita alta (cristobalita)	Isométrica	2.20

Los poliformos del SiO₂ pertenecen a tres categorías estructurales: cuarzo bajo, con menor simetría y la red más compacta; tridimita baja, con mayor simetría y estructura más abierta, y cristobalita baja, con la simetría más elevada y la red más dilatada.

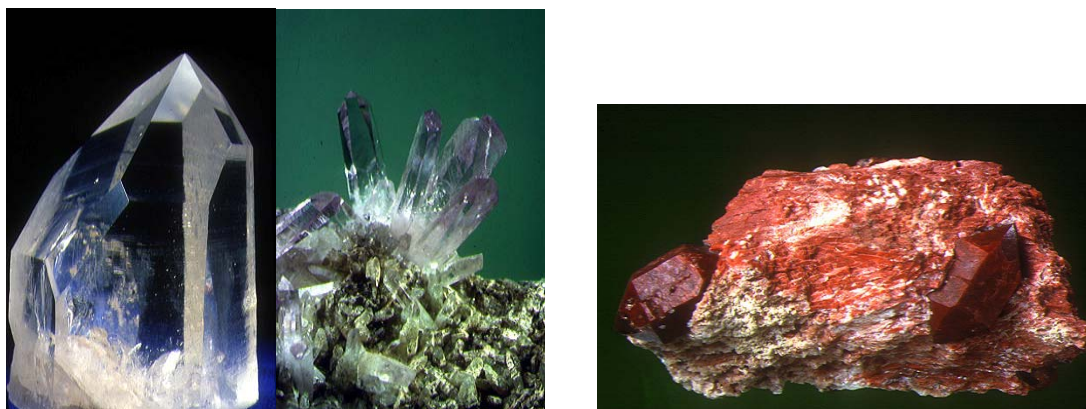
La temperatura de inversión varía ampliamente, dependiendo principalmente de la magnitud y dirección del cambio de temperatura. Cada uno de estos tres tipos de estructura posee una inversión alta-baja, como lo prueba la existencia de cuarzo alto y bajo. Estas transformaciones tienen lugar rápidamente y son reversibles a una temperatura de inversión bastante constante y bien definida y pueden ser repetidas una y otra vez sin desintegración física del cristal.

La forma de baja temperatura de cada tipo tiene simetría inferior a la de la forma de temperatura alta, pero esa diferencia de simetría es menor que la que hay de un tipo a otro. El aumento de presión tiene por efecto el elevar todas las temperaturas de inversión y, cualquier temperatura, el favorecer la cristalización del polimorfo que ocupe el menor espacio posible. (1)

Cuarzo SiO₂.

El cuarzo bajo y alto presentan sistema hexagonal, sus cristales son prismáticos de forma hexagonal muy definidos.

El cuarzo es el componente fundamental de muchos tipos de rocas, especialmente de las rocas ígneas ácidas, de ahí que sea tan frecuente y abundante, pero también en rocas sedimentarias y metamórficas por ser al mismo tiempo muy resistente. La calcedonia es hidrotermal de baja temperatura, alrededor de los 120° C, formándose cerca de la superficie.



Grupo de los feldespatos.

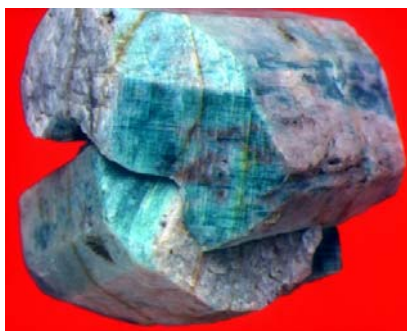
Los feldespatos son los minerales más abundantes de la corteza terrestre, tienen un esqueleto de tetraedros SiO_4^- y AlO_4^- con iones de potasio, sodio o calcio que ocupan lugares apropiados en la estructura. Se pueden considerar como soluciones sólidas de tres compuestos ideales agrupadas en un subgrupo llamado feldespatos alcalinos o plagioclasa, formado por ortoclasa, albita y anortita. En los feldespatos alcalinos el sodio y el potasio sólo son intercambiables hasta cierto límite. Los feldespatos potásicos ortoclasa (u ortosa) y microclina generalmente contienen solo una pequeña cantidad de albita en solución sólida con ortoclasa, mientras el feldespato sódico albita generalmente contiene poca ortoclasa junto a la albita predominante. Sin embargo, la albita y la anortita forman una serie continua de minerales conocidos colectivamente como plagioclasa. (8). Comienza con la anortita, bytownita, labradorita, andesita, oligoclasa, albita, esta es la serie de plagioclasas.

Los feldespatos suelen presentar una buena exfoliación en dos direcciones formando ángulos de 90° . La dureza de los minerales de este grupo es aproximadamente 6 y su peso específico varía entre 2.55 y 2.76 con excepción de los feldespatos de bario, más pesados.

Los minerales de este grupo responden a la fórmula general XZ_4O_8 con: X: Ba, Ca, K, Na, NH_4 , Sr; Z: Al, B, Si. La composición de los feldespatos más comunes puede expresarse en función del sistema: ortoclasa (KAlSi_3O_8) - albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) - anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). (7).

Microclina. KAlSi_3O_8 .

Cristaliza en el sistema triclínico, presenta cristales muy parecidos a la ortoclasa, pueden presentar maclas; algunas laminillas se cruzan a casi 90° dando una estructura de tratan característica, y con esta singular propiedad se distingue rápidamente. Tiene color verde fuerte, Se emplea fundamentalmente en la fabricación de porcelanas. Cuando se calienta a altas temperaturas funde y obra como un cemento. Se emplea para elaborar los esmaltes para pintar sobre porcelanas. Igualmente se emplean en la fabricación de vidrios.



Ortoclase. KAlSi_3O_8 .

Cristaliza en sistema monoclinico, sus cristales son alargados y aplastados con presencia de maclas, tiene muy buena exfoliación, de color claro generalmente gris, blanco y raras veces amarillo, éste a diferencia de los otros feldespatos no presenta estriaciones. Se emplea en cerámica y fabricación de porcelanas y vidrio.



sanidita $(\text{K},\text{Na})\text{AlSi}_3\text{O}_8$.

Cristaliza en sistema monoclinico, sus cristales son tabulares, algunas veces alargados., presenta una exfoliación perfecta, es incoloro y transparente por lo general, la estructura de la sardinita tiene una distribución desordenada a diferencia de la ortoclase. Es posible distinguirla solamente por medio de rayos X ya que es mucho muy parecida a la ortoclase.



albita. $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$. **anortita** $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

cristalizan en sistema triclinico , sus cristales son en forma de tablillas paralelas, (al), cristales alargados en la anortita, presentan estriados y maclas ambos cristales; os minerales que presenten maclas y/o estriaciones es que pertenecen a las plagioclasas. Presentan una excelente exfoliación, los colores de ambos son claros, aunque en algunos minerales intermedios como la labradorita y la

andesita se observa un bonito juego de colores. La albita se utiliza en cerámica, la labradorita y la anortita se utilizan como piedras de adorno.



Grupo de los feldespatoides.

Los feldespatoides son silicatos anhidros, químicamente parecidos a los feldespatos, excepto por su menor contenido en silicio (aproximadamente un tercio menos), formándose a partir de soluciones ricas en álcalis y pobres en sílice. Por consiguiente los feldespatoides nunca podrán aparecer en rocas sobresaturadas en sílice, con cuarzo primario.

Las estructuras de estos minerales están íntimamente relacionadas con las de los feldespatos, sin embargo, algunos de ellos tienden a formar cavidades estructurales mayores que en el caso de los feldespatos, debidos a enlaces tetraédricos de cuatro y seis miembros, lo que justifica un mayor intervalo en sus pesos específicos, así como una facultad para contener aniones extraños, tales como Cl en el caso de la sodalita, CO₃ para la carnotita, SO₄ para la noseana y SO₄, S y Cl en el caso de la lazurita.

Leucita	KAlSi ₂ O ₆
Nefelita	(Na,K)AlSiO ₄
Sodalita	Na ₈ (AlSiO ₄)Cl ₂
Lazurita	(Na,Ca) ₈ (AlSiO ₄) ₆ (SO ₄ ,S,Cl ₂)
Petalita	LiAlSi ₄ O ₁₀

Sodalita Na₈(AlSiO₄)Cl₂.

Cristaliza en sistema isométrico, es muy rara la presencia de cristales pero cuando llegan a aparecer son de forma dodecaédrica, tiene una exfoliación débil, su color es generalmente azul, aunque se presenta en color rosado raras veces. Su color azul es la característica principal para su identificación, utilizado como piedra ornamental.



Grupo de las escapolitas.

Las escapolitas son minerales metamórficos con fórmulas que recuerdan las de los feldespatos. Existe una serie completa de soluciones sólidas entre la marialita $3\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \cdot \text{NaCl}$ y la meionita $3\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{CaSO}_4$ o CaCO_3 .

En esta serie hay una sustitución completa de Na por Ca con compensación de carga efectuada como en los feldespatos por sustitución concomitante de Si por Al. también hay sustitución completa de CO_3 , S y Cl_2 entre sí. (1).

Analclima $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Presenta cristalografía de modo isométrico, sus cristales en forma de trapezoides; tiene un color blanco a transparente, la característica de este mineral es que sus cristales no se desarrollan mucho, además de estar incrustados en la roca matriz. Aún no se encontrado aplicaciones.

Grupo de las zeolitas.

Las zeolitas están formados por armazones de AlO_4 y SiO_4 muy abiertos, con grandes espacios de interconexión o canales. Dichos canales retienen iones de Na, Ca o K así como moléculas de agua ligadas por enlaces de hidrógeno a los cationes de la estructura. Esta estructura justifica la capacidad que tienen las zeolitas de desprender agua de manera continua a medida que se les calienta y a temperaturas relativamente bajas, dejando intacta la estructura del mineral. Por otra parte la zeolita deshidratada puede rehidratarse fácilmente simplemente sumergiéndola en agua. Por estas propiedades los de este grupo suelen emplearse como desecantes en la eliminación de agua en hidrocarburos.

Por otra parte, en función del tamaño de los canales las zeolitas son capaces de absorber diferentes moléculas, por lo que resultan muy apropiadas como elementos tamizadores moleculares. Igualmente, son empleadas por sus propiedades de intercambio catiónico, empleándose para ablandar el agua (rebajar el contenido en Ca^{2+} del agua). Las zeolitas son minerales secundarios originados por la acción lixiviante de aguas termales sobre feldespatos o feldespatoides. Es un mineral índice de zonas metamórficas de grado muy bajo, definiendo la llamada "facies zeolítica".

Estilbita $\text{NaCa}_2\text{Al}_3\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

Cristaliza en el sistema monoclinico, con cristales tabulares, o agregados en gorma de haces, presenta exfoliación perfecta paralela, tiene un color blanco, muy

raras veces amarillo. Es característico su exfoliación y los grupos de haces de cristales que presenta.



Cuadro de los inosilicatos mas comunes:

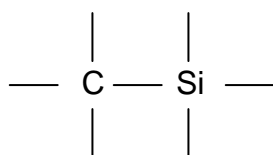
Iones en piroxenos y anfíboles comunes.			
Piroxenos		Posiciones atómicas.	
Posiciones atómicas		Posiciones atómicas	
Nombre	A	Nombre	(M1+M2+M3)
M1		M4	
enstatita	θ	Antofilita	
Mg	Mg	Mg	Mg
miembros	θ	Cummingtonita	
		Fe	Mg
la serie de			
Fe		Grunerita	
ortopiroxeno	θ	Fe	Fe
θ		Tremolita	
Ca		Ca	Mg
Diópsido	θ	Ferroactionolita	
Ca		Ca	Fe
Hedenbergita	θ	Ca,Na	Mg, Fe ²⁺ , Mn
Ca		Hornblenda	
Johansenita			Al, Fe ³⁺ , Ti
Ca	Mg,Fe	Augita	
θ	Mn, Al	Na	Mg,Al
Na	Fe ³⁺ , Ti	Gauofana	
	Al	Na	Fe ²⁺ , Fe ³⁺
Jadeíta	θ	riebeckita	
Na		Na	Fe ²⁺ , fe ³⁺
Egirina	θ	arfvedsonita	
Na			Mg, Fe ³⁺
Na		Li	Al,Fe ²⁺
Li	Al	Holquimista	

SILICONAS

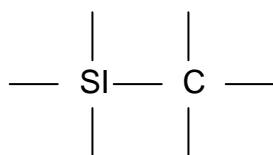
DEFINICIÓN

Las siliconas constituyen una rama de la familia de los compuestos organosilicicos, compuestos que contienen, a la vez, silicio y grupos organicos en los que un atomo de silicio esta enlazado, por lo menos con un atomo de carbono.

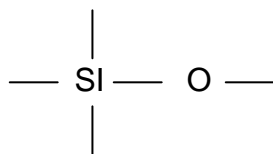
El silicio es tetravalente como el carbono por lo que la estructura quimica de los compuestos silicicos es parecida a la de los compuestos organicos.



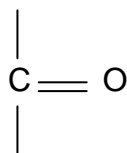
Las siliconas son compuestos organosilicicos, generalmente de elevado peso molecular y las que, ademas del enlace, comun a todos estos compuestos



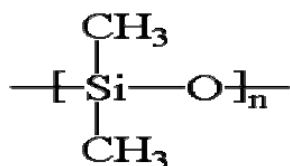
Se encuentra ademas el enlace



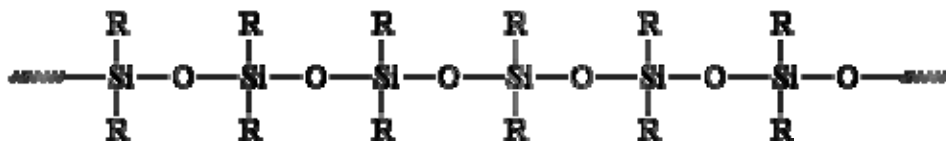
Por analogía puramente formal con las acetonas organicas, cuya expresión general es



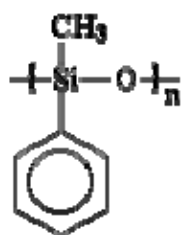
Se denominan silicon-acetonas o, abreviadamente, siliconas



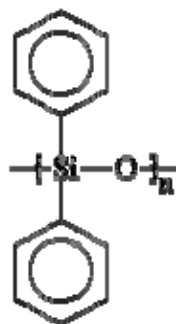
Las siliconas se usan para un montón de cosas. Pueden ser elastómeros y aceites lubricantes. El revestimiento de su baño puede estar hecho con una silicona. En las naves espaciales, también se utilizan para las piezas resistentes al calor. Vea la foto de la derecha. y verá cómo pueden comportarse las buenas siliconas disipando el calor. Volviendo a la tierra, las siliconas son usadas para obtener acondicionadores de cabello que no aumente en el volumen de éste.



Las siliconas son polímeros inorgánicos, es decir, no contienen átomos de carbono en su cadena principal. Esta es una cadena alternada de átomos de silicio y de oxígeno. Cada silicona tiene dos grupos unidos a la misma y éstos pueden ser grupos orgánicos. La figura de la parte superior de esta página, muestra grupos metilo unidos a los átomos de silicio. Este polímero se llama polidimetil siloxano. Es la silicona más común. El polimetil fenil siloxano y el polidifenil siloxano, hoy día son también populares entre los niños.



polymethylphenylsiloxane



polydiphenylsiloxane

catalizador, la reacción se efectúa a unos 300grados centigrados. las mas importantes reacciones químicas que se producen son las siguientes:

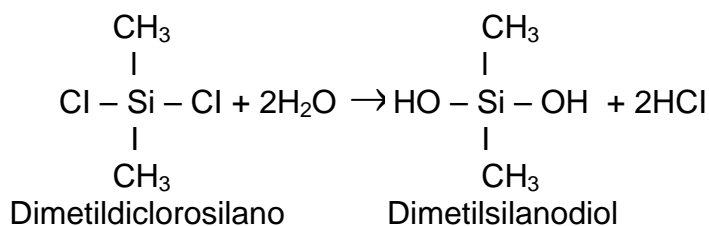
Estas reacciones principalmente acompañadas de un gran numero de reacciones secundarias. Por consiguiente se obtiene una mezcla de los diferentes clorosilanos, acompañados de otros productos. Estos clorosilanos se condensan Y a continuación se separan cuidadosamente por destilación. Esta ultima operación es muy delicada porque los productos a destilar tienen puntos de ebullición muy próximos.

2. hidrólisis y polimerización de estos compuestos monomeros, para obtener los polisiloxanos

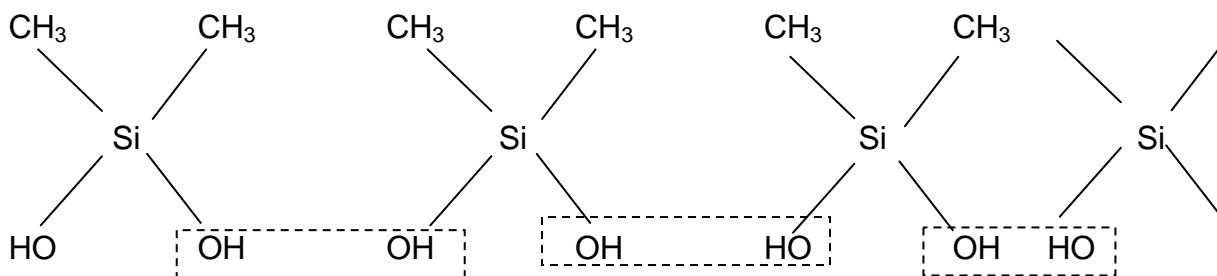
Por otra parte aunque los cloro silanios no son corrosivos por si mismos , la menor cantidad de humedad provoca la formación de ácido clorhídrico cuya concentración puede resultar localmente elevadas y en estas condiciones corroer todos los metales, incluso el acero inoxidable y el plomo. Por lo tanto debe evitarse cualquier traza denhumedad en las instalaciones.

hidrólisis y polimerización de los clorosilanos :

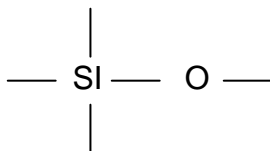
La hidrólisis de los clorosilanos conduce teóricamente ala formación de los silanoles por reemplazamiento de átomos de cloro por grupos hidroxilos



Pero estos silanoles no son estables y se condensan entre si con eliminación de agua para dar siloxanos. por ejemplo en el caso del dimetilsilanodiol, citado anteriormente :

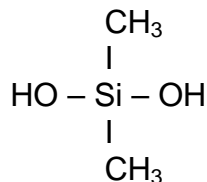


y de esta forma se obtienen los enlaces que caracterizan a las siliconas

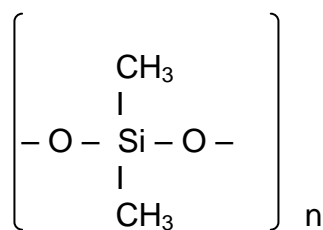


En la practica no se intenta aislar los silanoles, por lo que la hidrólisis y la polimerización se efectúan en una sola operación. Para ello se utilizan catalizadores ácidos o básicos y las temperaturas son muy variables según los productos: algunas reacciones se realizan a temperatura ordinaria. Según los clorosilanos que se tomen de partida y por lo tanto según los silanoles obtenidos en la operación intermedia, se llegara a polisiloxanos diferentes.

a partir del dimetilsilanodiolcitado anteriormente cuya formula es



Se obtiene el dimetilpolisiloxano, con dos enlaces activos por monomero, lo que indica una cadena polimerica lineal.



PROPIEDADES GENERALES DELA SILICONAS:

Las siliconas comerciales representan esencialmente bajo 5 formas diferentes que son:

- ☉ Fluidos o aceites
- ☉ Compounds o pastas
- ☉ Grasas
- ☉ Resinas
- ☉ Elastómeros

Por consiguiente las principales cualidades generales de las siliconas, son las siguientes:

Gran estabilidad térmica.

muy buena inercia química muy pequeña tensión superficial.

Excelentes propiedades dieléctricas

Incompatibilidad total con la mayoría de los disolventes orgánicos

En lo que se refiere mas particularmente a sus posibles aplicaciones electrotécnicas, todas las siliconas tiene las siguientes propiedades generales:

Resistencia a variaciones de temperatura comprendidas entre -50°C y $+250^{\circ}\text{C}$ en servicio continuo, sin que estas variaciones aunque sean bruscas afecten para nada en sus propiedades mecánicas y eléctricas.

Ausencia de envejecimiento a los agentes climatológicos, lo que permite su empleo en instalaciones exteriores sin protección.

Resistencia al oxígeno, al ozono, y al efecto corona

Resistencia al agua, al vapor de agua, y a la humedad.

Resistencia a los agentes agresivos químicos (ácidos, álcalis, disolventes, etc)

Propiedades de las grasas de silicona:

Las grasas de silicona se obtiene añadiendo a los fluidos de silicona, cargas elegidas especialmente por su buena estabilidad. Están caracterizadas por las dos propiedades siguientes:

1. Excepcional resistencia al calor, gracias a su pequeña volatilidad y a su muy elevada temperatura de descomposición
2. muy pequeña variación de la consistencia en función de la temperatura, de lo que resulta que no tienen tendencia a fluir por acción del calor ni a endurecerse por acción del frío.

El resultado de la combinación de estas dos cualidades es que la zona de temperaturas en que puede utilizarse una grasa de silicona, es mucha mas amplia que la correspondiente a las grasas minerales.

Como sucede con todas las siliconas, estas grasas son absolutamente insensibles al agua y tienen gran resistencia a la oxidación.

Se fabrican dos categorías distintas de grasas de silicona:

Las grasas para los rodamientos y las grasas especiales para la lubricación

De elementos que han de trabajar en condiciones especiales de temperatura:

Válvulas, compuertas, para la industria química

RESUMEN FINAL DE LAS SILICONAS:

Las siliconas constituyen sin duda uno de los materiales de enorme importancia futura para el electrotécnico. La continua evolución de las técnicas y el mejor conocimiento de las propiedades de las siliconas por parte de los usuarios, aumentara sin duda el campo de aplicación de estos materiales. El constante aumento de consumos de las siliconas en todo el mundo durante estos últimos años permite suponer que en un próximo futuro estos materiales serán corrientemente utilizados en todas las ramas de la industria eléctrica.