

Rocas Industriales y Ornamentales

Tema 3. Características y propiedades de los minerales industriales: Carbonatos, sulfatos y haluros. Aplicaciones



Gema Fernández Maroto

Departamento de Ciencias de la Tierra y
Física de la Materia Condensada

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Carbonato cálcico

- En el mercado internacional de los minerales industriales, se conoce por **carbonato cálcico al producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras**, por lo general con más del 98,5% de contenido en CaCO_3 .
- En terminología anglosajona, se le conoce por GCC (Ground Calcium Carbonate), en contraposición con el carbonato cálcico artificial, o PCC (Precipitated Calcium Carbonate).
- Europa no se considera como tal el producto procedente de las dolomías, por lo que las materias primas para la fabricación de carbonato cálcico son calizas, mármol o cretas.

Micronización

- Básicamente cualquier proceso de micronización **consiste en una molienda y posterior separación de las partículas a tamaño predefinido, utilizando como medio transportante el aire.**
- Para producciones en las que se precise una finura muy controlada y de bajo micraje se utiliza el **molino de bolas**. Con este tipo de molinos se obtienen producciones pequeñas y tamaño de partículas muy uniforme.

Calizas

- Las calizas son **rocas carbonatadas**, compuestas de **calcita**.
- El carbonato de calcio en la gran mayoría de los casos se ha extraído del agua del mar por acción de organismos diminutos y luego depositado en capas que finalmente se consolidan en rocas.
- Algunas calizas son casi **calcita pura**, mientras que **otras contienen materiales parecidos a la arcilla y varios óxidos como impurezas**.
- Los principales usos de la caliza son en la construcción, **productos químicos, fundición, agroquímicos y vidrio**.

Carbonatos: calizas

Desde el punto de vista industrial y comercial se refiere a una roca que:

- Aporta CaCO_3 en forma tecnológica y económicamente adecuada.
- Sirve como materia prima o aditivo de uso físico (carga, filtro, blanqueador).
- Sirve como material pétreo de construcción y ornamentación.

Las calizas constituyen uno de los recursos no metálicos de mayor espectro de utilización en el mundo, ya que **son empleadas en prácticamente todas las actividades productivas y de servicio**, tanto por sus propiedades químicas, como físicas.



Carbonatos: calizas

Propiedades químicas:

- Están relacionadas fundamentalmente con el contenido de CaCO_3 , lo que determina su uso como fuente de ese compuesto y también con el contenido de SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 .

Propiedades físicas:

- Tienen importancia cuando los materiales calcáreos son empleados como carga o relleno, como agregado árido y como piedra de construcción y ornamentación.
- Las principales son: dureza, color; compactación, grado de cristalinidad, resistencia mecánica, porosidad y permeabilidad.

Formación de las calizas

- Las calizas son rocas originadas por un proceso de sedimentación directa. Esta sedimentación puede tener diversos orígenes, si bien la más común es la denominada **precipitación bioquímica**: el carbonato cálcico se fija (en general, en forma de aragonito) en las conchas o esqueletos de determinados organismos, ya sean macroscópicos (lamelibranquios, braquiópodos, gasterópodos...) microscópicos (foraminíferos), o nanoscópicos (cocolitos) y a su muerte, estas conchas o esqueletos se acumulan, originando un sedimento carbonatado. El aragonito, inestable en condiciones atmosféricas, se va transformando en calcita, y la disolución parcial y reprecipitación del carbonato cementa la roca, dando origen a las calizas. Otra forma de depósito es la fijación del carbonato sobre elementos extraños, como granos de cuarzo, o pequeños fragmentos de fósiles, dando origen a los oolitos (calizas oolíticas). También las algas fijan este compuesto, dando origen a mallas de algas o estromatolitos, que si se fragmentan y ruedan originan los pisolitos (calizas pisolíticas). Todas estas posibilidades dan origen a los diversos tipos de calizas.

Creta

- La **creta o caliza de Creta** es una roca sedimentaria de origen orgánico, blanca, porosa y blanda, una forma de caliza. Su formación es debida a la acumulación de ingentes cantidades de restos de foraminíferos, algas microscópicas cubiertas por minúsculas placas de calcita. Es frecuente encontrar nódulos de sílex asociados a la creta.
- El Cretácico toma su nombre de esta roca.

ERA	PERÍODO	MILLONES DE AÑOS
MESOZOICO	CRETÁCICO	145
	JURÁSICO	201,3 ±0,2
	TRIÁSICO	252,17 ±0,06

Dolomías

- Las dolomías se originan como consecuencia de procesos postsedimentarios:
- Las calizas pueden ponerse en contacto con aguas enriquecidas en magnesio, lo que da origen al proceso llamado de **dolomitización**:

$$2 \text{CaCO}_3 + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + \text{Ca}^{2+}$$
- Las dolomías, a diferencia de las calizas, no son solubles en agua, lo que impide el desarrollo de los procesos kársticos sobre ellas.



Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$



Dolomía: roca

- La dolomía es una roca calcárea, en la cual predomina el mineral dolomita, $\text{CaMg}(\text{CO})_3$, en proporciones variables entre 87% y 94% o de 40%-43% MgCO_3 , cuando es de alta pureza.
- Teóricamente la dolomita contiene 54,3% CaCO_3 y 45,65% MgCO_3 equivalente a 21,7% MgO y a 13% Mg .
- Esta roca presenta amplios **rangos de color, cristalinidad, dureza** y contenido fosilífero y habitualmente contiene impurezas que incluyen arcillas, arena.

Magnesita MgCO_3

- Es el principal mineral de magnesio.
- El óxido de magnesio se combina con los óxidos de hierro formando fases sólidas relativamente refractarias.
- Formación sedimentaria
- Alteración rocas.
- **Magnesita sinterizada**: empleada básicamente como material refractario en la industria metalúrgica.
- **Magnesita cáustica**: calcinada a $T < 1000^\circ\text{C}$ se consigue un producto de gran actividad química utilizado en la industria agropecuaria, industria química, en la construcción, etc.

Sulfatos

- Son **blandos, ligeros y solubles** en agua. Muchos se encuentran **hidratados**.
- Una gran cantidad de *sulfatos* son minerales de **origen secundario**, formados en *condiciones oxidantes* por la alteración de sulfuros metálicos. En los medios **evaporíticos** pueden encontrarse numerosos *sulfatos*, entre los que se pueden citar: **epsomita, yeso, anhidrita, glauberita, thenardita, mirabilita**.
- También aparecen *sulfatos* como resultado de *procesos volcánicos*. La **glaserita**, la **aphthitalita** o la **celestina** pueden encontrarse en *exhalaciones volcánicas*.



Thenardita

- La **thenardita** es la forma mineral del sulfato sódico (Na_2SO_4).
- **La thenardita:**
 - Es incolora, pero puede presentar diversos colores: azulado, blanco, blanco grisáceo, amarillento o rojizo.
 - Es **soluble en agua** y tiene un **ligero sabor salado**. La thenardita puede originarse por **deshidratación de la Mirabilita** ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), proceso que ocurre rápidamente cuando esta última es expuesta a aire seco.
 - Forma cristales con aspecto de tablillas o prismas bipiramidales, aunque también aparece formando encostramientos y recubrimientos.
 - Se puede encontrar en lagos y playas de regiones muy secas o como florescencias en suelos áridos. Alrededor de fumarolas volcánicas. Los yacimientos de thenardita son cuantiosos. Abundan en las regiones desérticas de Chile, Perú, Estados Unidos. En España se localiza en Madrid, Toledo, Burgos.

Cerezo de Río Tirón (Burgos)

- La mina de CRIMIDESA produce sulfato sódico anhidro de gran calidad en Cerezo de Río Tirón (Burgos). Con una capacidad de producción superior a las 600.000 t anuales es el mayor fabricante europeo, exportando, en torno al 80%, a más de 50 países.
- La principal aplicación del sulfato sódico anhidro es la fabricación de detergentes en polvo, pero también interviene en la producción de vidrio, pasta de papel, textil, enzimas, procesos siderúrgicos, y otros.
- España es el único país de la Unión Europea con minas de sulfato sódico (fundamentalmente thenardita, glauberita y mirabilita) y el segundo del mundo, sólo superado por China, lo que da una idea de la gran importancia de estas dos explotaciones burgalesas.

Celestina

Sulfato de estroncio, hidrotermal o filoniana asociada a otros sulfuros. La génesis típica es sedimentaria evaporítica debido a la evaporación de las salmueras en cuencas cerradas, apareciendo asociada a azufre, yeso, aragonito y otros minerales evaporíticos.



Glauberita



- La glauberita es un **mineral incoloro** o de color claro. Tiene un sabor ligeramente salino.
- Es un componente común de depósitos evaporíticos continentales y marítimos.
- Asociada con halita, thenardita, y anhidrita.
- La producción española de sulfato sódico de origen natural proviene de cuatro empresas mineras. En la actualidad España es el **único país de la Unión Europea con explotaciones de menas de sulfato sódico**. La producción nacional se destina a consumo interior y exportación. Sus principales **aplicaciones se encuentran en los sectores industriales de los detergentes en polvo, pasta de papel, textiles, vidrio, síntesis de enzimas, alimentación, etc.**

Sulfato cálcico

Se puede encontrar de dos formas:

- Yeso.
- Anhidrita.



Yeso

- El yeso, como producto industrial, es sulfato de calcio hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), también llamado vulgarmente “**yeso cocido**”.
- Se comercializa molido, en forma de polvo. Una variedad de yeso, denominada alabastro, se utiliza profusamente, por su facilidad de tallado, para elaborar pequeñas vasijas, estatuillas y otros utensilios.
- El **yeso cocido** se obtiene por deshidratación parcial del mineral, sometido a una temperatura que no supere los 170°C . En este proceso el yeso pierde molécula y media de agua formándose el sulfato hemihidratado. Este yeso amasado con agua (pulverizado) se rehidrata formando de nuevo el **sulfato de calcio dihidratado**.
- Por encima de 170°C , se pierde todo el agua se pasa a **anhidrita soluble**, que es muy inestable.

Alabastro

- Desde la antigüedad fue usado para escultura, vasijas para conservar perfumes y esencias como así también para ventanales por su capacidad de difundir la luz y su carácter decorativo.
- Está compuesto por sulfato de calcio dihidratado, su dureza oscila de 2 a 3 de la escala de Mohr y su peso específico 2,75 gr/cm cúbico.
- El alabastro es una variedad cristalina del yeso.
- Las dos características principales que hacen que el alabastro sea apreciado son: que es **translúcido**, (las Iglesias del Valle del Ebro, en vez de cristales tenían losas labradas de alabastro) y que el **tamaño tan pequeño del grano** permite que se pueda labrar con un alfiler.
- El alabastro es un material que se usa en la **arquitectura y en la decoración** desde hace más de 3.000 años, y en nuestro país, tiene una tradición especial, ya que la Comunidad Aragonesa es uno de los escasos lugares del mundo en los que se extrae este mineral tan especial.

Anhidrita

- Sulfato de calcio, deshidratado. Génesis evaporítica o hidrotermal.
- Su nombre deriva del griego “anhidro” = sin agua.
- En contacto con agua se convierte en yeso.
- Pequeñas cantidades de anhidrita como agente de secado en barniz, pintura y yeso.
- Combinada con yeso, la anhidrita se puede utilizar para producir compuestos de yeso que se utilizan a menudo en la industria de la construcción.
- La anhidrita sintética se ha utilizado como relleno añadido en la producción de diversos productos de papel y ciertos plásticos.

Barita o baritina



- La Barita ó Baritina es la mena principal de bario.
 - Debido a su densidad, se usa en los barros (lodos) de perforación de pozos.
 - La **Barita pura es incolora y transparente. Insoluble en ácidos.**
- 
- Se presenta en masas granudas, fibrosas o compactas y menos frecuentemente en formas estalactíticas o nodulares.

- Gerona
- Tarragona
- Picos de Europa
- Almadén (Ciudad Real)
- Guadalajara
- Madrid
- Burgos
- León
- La Rioja
- Almería
- Castellón
- Alicante
- Málaga
- Jaén
- Córdoba
- Zaragoza



Haluros

- Los haluros con minerales compuestos por iones halógenos F y Cl con cationes metálicos, principalmente alcalinos y alcalino-térreos (Na, K, Ca, Mg).
- En cristales de hábito cúbico bien formados.
- Como precipitado de aguas marinas en salinas.
- Interestratificado con rocas sedimentarias de tipo evaporítico.
- Como producto de sublimación en áreas volcánicas.
- Salina de Torrevieja y Santa Pola (Alicante). Zaragoza, Huesca, Alava, Albacete, Córdoba, Cuenca, Guadalajara, Murcia, Jaén, Sevilla, Granada, Madrid, Valencia o Navarra Polanco y Cabezón de la Sal (Cantabria), área de Remolinos - Torres de Berrellén (Zaragoza), Ubeda (Jaén) y Pirnoso (Alicante). Sales potásicas de Suria, Cardona, Sallent (Barcelona) y de El Perdón (Navarra).

Halita

- Masas granudas, compactas con cristales cúbicos bien desarrollados pudiendo contener inclusiones líquidas y gaseosas.
- Muy fácilmente soluble en agua con sabor salado característico.
- Fluorescente a rayos UV.

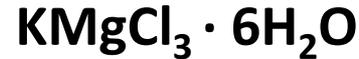


Silvina

KCl

- Más rara que la halita, se presenta en los mismos yacimientos y es una de las últimas sales en separarse durante la precipitación en cuencas salinas.
- **Fuente principal de K (fertilizantes).**
- Transparente o blanco. Las coloraciones (roja la más frecuente) son debidas a las impurezas.
- Los principales yacimientos de esta especie mineral se encuentran en: Barcelona, en las localidades de Suria, Cardona, Balsareny y Sallent. De menor importancia son los depósitos y hallazgos de: Avinyó, Callús, Puigreig, Salou y Vilanova de la Aguda. También son de importancia los que se encuentran en el término del Perdón (Navarra).

Carnalita



- Mineral compuesto de cloruro doble de potasio y magnesio.
- Aspecto parecido a la halita y la silvina.
- Pura incolora, diversos colores.
- Muy delicuescente.
- Sabor amargo.
- Soluble en agua y fosforescente.
- En estratos con rocas sedimentaria de tipo evaporítico, como precipitado de aguas marinas en salinas, como producto de sublimación en áreas volcánicas.

Fluorita

- Mineral constituido por fluoruro de calcio, compacto e incoloro o de colores variados (violáceo, rosado, amarillo o verde), debido a los óxidos o las impurezas, y brillante; se emplea en metalurgia como fundente.



Aplicaciones

HALITA

- Anticongelante en las carreteras.
- Industria química: obtención cloro y sodio, y a través de sus derivados se elaboran ablandadores de agua.
- Obtención de soda cáustica, carbonato de sodio, cloro y ácido clorhídrico → Fabricación de policloruro de vinilo (PVC).
- En la industria textil: elaboración de tintes para telas, secado y conservación de cueros, blanqueadores de calzado.
- Fabricación de plástico, jabón y vidrios.
- Endurecedor de mimbre en la industria maderera.

Aplicaciones

FLUORITA

- Obtención ácido fluorhídrico.
- Este ácido es utilizado en para obtener compuestos orgánicos fluorados.
- En la industria óptica es utilizado por su capacidad de corroer el vidrio.
- Pulido de latón, titanio y acero inoxidable.
- Industria petroquímica: acidación de los pozos petroleros.
- Control en la fermentación de la cerveza, en la industria alimenticia.
- Industria metalúrgica: fundente, en la elaboración del hierro y del acero. Su principal acción es ayudar a reducir el punto de fusión del acero, lo que permite un importante ahorro energético.
- Industria del cemento: reduce la energía térmica, facilitando el fraguado y, además, aumenta en un 15% la resistencia a la compresión de este producto.
- Opacificador en cristales de ópalo y pedernal para la industria de alimentos, bebidas, envase de artículos de tocador y cristalería ornamental.
- Ingrediente en la manufactura de magnesio y calcio, químicos del manganeso, fundición de zinc, fibra de vidrio y recubrimiento de barras de soldadura.
- Refrigerante, utilizado en aires acondicionados domiciliarios e industriales y equipos para automóviles y autobuses.

Aplicaciones

BARITA o BARITINA

- Debido a su densidad, se usa en los barros (lodos) de perforación de pozos. Producción de agua oxigenada.
- Fabricación pigmentos blancos.
- Como carga mineral, en pinturas y en la industria del caucho.
- Producción del litopón, una combinación de sulfuros y sulfatos usados para recubrimientos.
- Industria de los frenos.
- Industria del vidrio.
- Recubrimiento en las salas de rayos X.

Aplicaciones

CARNALITA

- Obtención de fertilizantes, cloro y cantidades considerables de bromo, siendo ésta una de las fuentes principales.
- Industria química como fuente de compuestos de potasio y magnesio.

Aplicaciones

YESO

- Neolítico: unir las piezas de mampostería, revestir viviendas y moldear figuras.
- Antiguo Egipto: sellar las juntas de los bloques de la Gran Pirámide de Guiza.
- Edad Media formó parte de la decoración en los diferentes períodos.
- Del yeso se obtiene ácido sulfúrico.
- Triturado y sin fraguar es empleado en la agricultura para la limpieza (elimina los metales pesados) y fertilización de los suelos (es rico en calcio y azufre). Sustituye el sodio por calcio, mejorando la estructura del terreno sin aumentar el PH, como lo hace la cal.
- Molido y cocido en hornos especiales, se desprende totalmente del agua para dar lugar al yeso que se emplea en la industria de la construcción como pasta de agarre, juntas, guarnecidos y revoques. Materia prima para estucos, cemento portland (como elemento retardador del fraguado) y paneles de yeso prefabricados, entre otros.

Aplicaciones

ANHIDRITA

- Se han utilizado pequeñas cantidades de anhídrita como agente de secado en barniz, pintura y yeso.
- Cuando se combina con yeso, la anhídrita se puede utilizar para producir compuestos de yeso que se utilizan a menudo en la industria de la construcción.
- Azufre en la fabricación de ácido sulfúrico.
- Anhídrita sintética ha sido utilizada en la fabricación de cemento, pavimentos y yesos, relleno añadido en la producción de diversos productos de papel y ciertos plásticos.

Aplicaciones

GLAUBERITA y THERNARDITA

- Detergentes en polvo.
- Pasta de papel.
- Industria textil.
- Fabricación del vidrio.
- Síntesis de enzimas (elaboración de vinos).
- Alimentación humana y animal.
- Farmacia.
- Industria química de base y siderurgia.

Aplicaciones

DOLOMITA

- Antiácidos (neutraliza el ácido del estómago).
- Base para cremas faciales, polvos para bebés o pasta de dientes.
- Suplementos nutricionales de calcio/magnesio para animales y seres humanos.
- Esmaltes de cerámica en china y otras vajillas (la dolomita se utiliza como fuente de magnesio y calcita).
- Fertilizantes (la dolomita agregada como nutriente del suelo).
- Vidrio (se utiliza para el vidrio óptico de alta refracción).
- Impresiones de yeso de las cuales se hacen las placas dentales (carbonato de magnesio).
- Mortero y cemento.
- Plásticos, cauchos y adhesivos.