



# Materiales Cementantes



## Cementantes: Cales, Cementos y Yesos

Los materiales aglomerantes, cementantes o adherentes, tienen por misión pegar, o aglutinar trozos aislados de otros materiales sueltos entre sí, teniendo como base el agua.

Cuando se emplea el agua, se mezclan con ella los materiales produciéndose reacciones químicas y evaporando el agua con exceso, con cuyo proceso obtienen la dureza e inalterabilidad necesarias; en estos casos los materiales empleados son las cales, cementos y yesos.



### Cales

Existen dos tipos de cal:

la cal viva (CaO), la cal apagada (Ca(OH)<sub>2</sub>) también existe la lechada de cal que no es más que cal hidratada con un exceso de agua.

La fabricación de cales comprende dos procesos químicos: calcinación e hidratación.

La cal viva es obtenida a partir de la calcinación de la piedra caliza (CaCO<sub>3</sub>) por la siguiente reacción:



La cal apagada se obtiene a partir de la cal viva haciendo una reacción con agua, esta reacción es exotérmica:



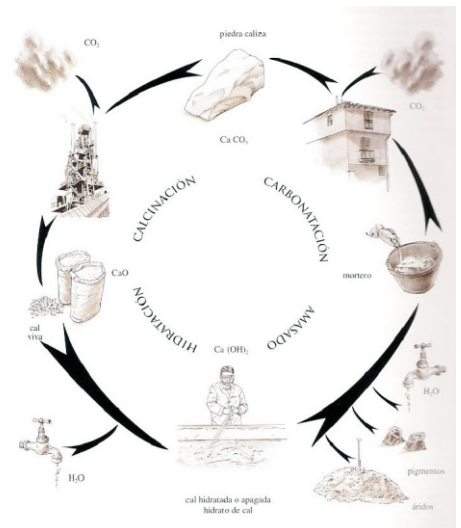
Por lo tanto la fabricación de cales comprende dos procesos químicos: calcinación e hidratación, a las cuales van asociados las operaciones de transporte, trituración y pulverización de la caliza además de la separación por aire y el almacenamiento adecuado de la cal obtenida para evitar los procesos de recarbonatación:



La cal expuesta al aire absorbe lentamente dióxido de carbono y agua. Este material se llama cal aérea.



Cal



### VARIEDADES DE CAL VIVA.

De acuerdo con el porcentaje de óxido de calcio las cales vivas se clasifican en dos variedades.

**Cales Grasas:** son las más blancas, fabricadas con piedras calizas de gran pureza, que en presencia de agua reaccionan con fuerte desprendimiento de calor.

**Cales Magras:** son más amarillentas, más impuras porque poseen sustancias como arcilla, óxido de magnesio, etc., que en presencia de agua reaccionan con poco desprendimiento de calor.

**CAL APAGADA.** Se dice que se obtiene "cal apagada" cuando los albañiles vierten agua sobre la cal viva en las construcciones. El apagado es exotérmico: se desprende gran cantidad de calor que evapora parte del agua utilizada. Simultáneamente la cal viva se desterrona y expande. Es pastosa y como es cáustica, no debe tocarse con los dedos. El apagado de la cal viva se practica en un hoyo excavado en el terreno o dentro de una batea de madera. Mientras el albañil añade agua, remueve constantemente la mezcla. Después cubre con agua el producto obtenido y lo estaciona un mínimo de 48 horas. Con cal apagada, arena y en ocasiones polvo de ladrillo se hace la mezcla, argamasa o mortero aéreo, para asentar ladrillos, fijar baldosas y azulejos y revocar paredes.

Una suspensión de hidróxido en agua se llama lechada de cal que se usa a veces para blanquear paredes por ejemplo.

**CAL HIDRATADA.** La cal hidratada es hidróxido de calcio, pero la cal viva no es apagada a pie de obra, sino en condiciones cuidadosamente controladas. El óxido de calcio debe recibir una cantidad estrictamente necesaria de agua, obteniéndose un hidróxido como polvo seco, que se muele finamente. La cal hidratada se expone en bolsas de papel impermeable de 40 kilos. Se utiliza como la cal apagada pero reporta ventajas:

- Transporte sencillo y almacenamiento en pilas.
- Buena conservación, por no estar expuesta al aire.
- Y aplicación inmediata, que no requiere estacionamiento previo bajo agua durante 48 hs.



## Proceso de Producción de Cal

Debido a que la cal debe llenar determinados requerimientos físicos y químicos, se requieren calizas de alta pureza y de un proceso de producción controlado que aseguren un producto de excelente calidad. Seguidamente se detalla el proceso de elaboración de la cal hidratada.

• Extracción de la piedra caliza, que consiste en extraer la materia prima de las canteras.

### 2. Preparación de la piedra:

Consiste machaqueo, con machacadoras de mandíbulas o en las trituraciones y tamizajes primarios y secundarios de la piedra caliza.

Mediante dicho proceso, se logra dar a las piedras el diámetro requerido para el horno de calcinación.

### 3. Calcinación:

La calcinación consiste en la aplicación de calor para la descomposición (reacción térmica) de la caliza. En este proceso se pierde cerca de la mitad de peso, por la descarbonatación o pérdida del dióxido de carbono de la caliza original. La calcinación es un proceso que requiere mucha energía para que la descarbonatación pueda ocurrir y es en este paso cuando la piedra caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) se "convierte" en cal viva ( $\text{CaO}$ ). La calcinación se produce en hornos intermitentes de mampostería o ladrillo, o en hornos continuos (planta) que pueden ser verticales o rotatorios.

4. Hidratación: puede ser al pie de la obra o con hidratadores continuos (planta).

En esta etapa la cal viva (óxido de calcio) es trasladada a una hidratadora, en donde se le agrega agua al producto. Al hidratarse las piedras de cal viva se convierten en cal hidratada (polvo fino de color blanco). El mismo es un proceso exotérmico, el cual consiste en que cuando a la cal viva se le agrega agua, la reacción libera calor.

### 5. Separación:

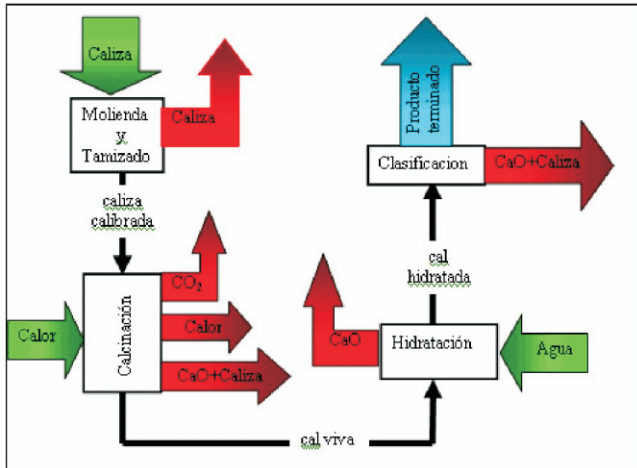
Consiste en separar de la cal hidratada los óxidos no hidratados (óxidos no hidratados como los de magnesio) y algunos carbonatos conocidos como "granaza" que no lograron ser hidratados en la etapa de hidratación.

### 6. Envasado / Empaque / Despacho:

Finalmente, se procede al envasado del producto, el mismo se realiza por medio de una máquina especial de envasado y paletizado. La cal hidratada es empacada en bolsas de papel, o bien en cantidades en tolvas.

Todos los procesos son completamente industriales.

En los mismos se llevan a cabo estrictos controles de calidad que permiten alcanzar las normas requeridas para la fabricación de cal hidratada.



### 1. Obtención de la piedra caliza:

Comprende todos los procesos que se realizan en la cantera a partir de los cuales se obtiene la piedra caliza, materia prima de este proceso. Dichos procesos consisten en:

• Estudios geológicos mineros, en los que se obtiene la información geológica y geoquímica de las áreas a explotar.



### PRODUCCION ARGENTINA DE CALES

Alrededor de 100 empresas caleras producen de 2 a 3 millones de toneladas anuales de cales, viva e hidratada.

El 90% de las 3 zonas de las que se extraen piedras calizas:

- Las sierras del noroeste de Córdoba
- La Precordillera Cuyana (San Juan y Mendoza)
- Azul y Olavarría (Buenos Aires).

### UTILIZACIONES en La Construcción

1.- Como morteros para unir piedras naturales y artificiales; o para aplanar paramentos, o para fabricar piedras artificiales.

2.- Para elaborar pastas para fachada.

La casi totalidad de las cales es consumida por la construcción, si bien tienen otros usos industriales:

#### Para usos agrícolas

La cal se usa generalmente para neutralizar los ácidos presentes en el suelo aunque se usa más la caliza directamente para estos fines en donde se requiere poca pureza

#### Otros usos

La cal se usa también en el tratamiento de residuos de la industria del papel. Y en el tratamiento de las aguas potables para mejorar su calidad y también para ablandar agua, junto con sales de hierro se usa para coagular sólidos suspendidos en el agua y también para neutralizar el "agua ácida" que produce la corrosión de las cañerías.

### Para usos metalúrgicos

La cal viva tiene un gran uso como fundente en la manufactura del acero donde se requiere una cal de una gran pureza, además la cal se usa en el trefilado de alambres como lubricante, también se usa en la fabricación de lingotes en moldes de hierro para evitar la adherencia de estos lingotes, otro uso de la cal es para neutralizar los ácidos con los que se limpian los productos del acero, en este sentido se prefiere la cal para neutralizar que la caliza debido a que la caliza produce  $\text{CO}_2$  al contacto con ácidos lo cual es un problema debido a que puede generar asfixias en los que lo manipulan. La lechada de cal se usa como aislante temporal a la corrosión, en el recocido del acero.

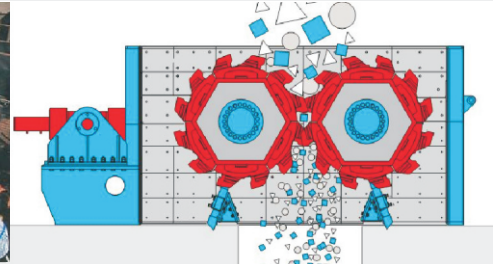
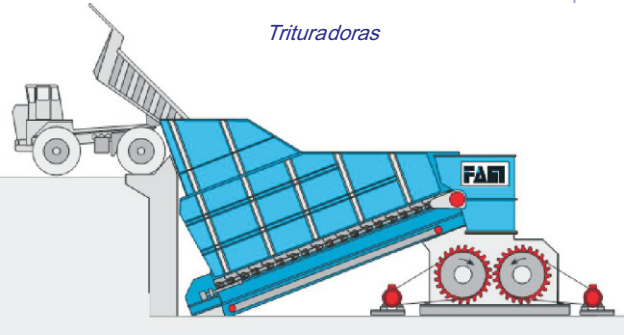
*Industria de cal, cemento y yeso*

Las fábricas de la industria del cemento, cal y yeso generan principalmente productos en forma de polvo que con la adición de agua son modelables y, tras un tiempo de reacción, endurecen.

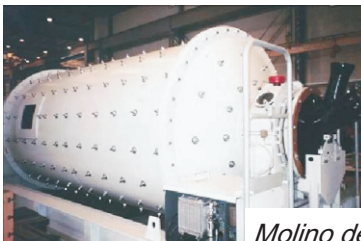
Para la obtención de los productos son necesarias las siguientes etapas de fabricación:

- Preparación: transporte, trituración, dosificación de materiales suplementarios, almacenamiento, preparación de las materias primas;
- Cocción;
- Almacenamiento y trituración de los productos calcinados;
- Aportación de aditivos: p. ej. yeso al cemento o agua a la cal;
- Embalaje y envío.

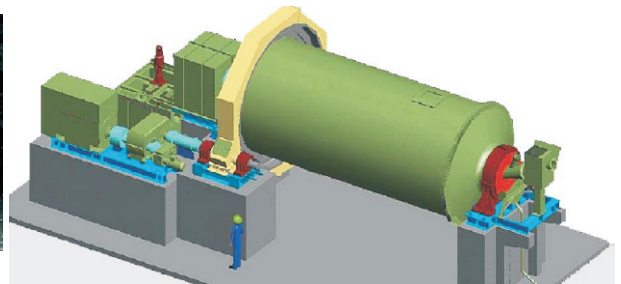
*Existen Diferentes tipos de Maquinarias utilizadas en los proceso de fabricación de estos tres materiales:*



*Maquinas de Molienda*



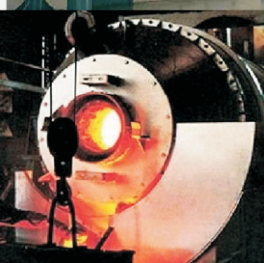
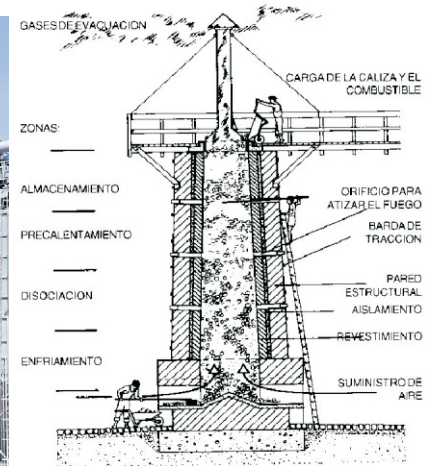
*Molino de Bolas*



*Hornos Rotatorios*

*Tipos de Hornos*

*Hornos Verticales*



# Fabricación del Cemento

**EL CEMENTO:**  
Es un material formado por yeso, caliza y arcilla. Comúnmente se le llama cemento Portland. Se utiliza para la preparación de mezclas tales como:

**Hormigón:** es una mezcla de agua, áridos gruesos y cemento.

**Mortero de cemento:** es una mezcla de agua, áridos finos y cemento.

**Historia**  
Joseph Aspdin, un albañil británico, realiza en 1824 una patente para el cemento que produce, cemento que afirma ser tan duro como la piedra de Portland (éste es el origen del llamado "cemento Portland", actualmente dado al cemento corriente, ya que la naturaleza y características de este último son muy diferentes). L.C. Johnson descubrió que el clinker, obtenido por fusión parcial de los elementos constitutivos de la primera materia sobrecalentada y que hasta entonces había sido echado como desecho inutilizable, da unos resultados mucho mejores que el cemento usual, a condición de ser finamente molido. Es el producto que procede de la molienda del clinker obtenido por calcinación a unos 1.450° C y adicionándole una pequeña cantidad de yeso el que nosotros llamamos hoy cemento "Portland".

**Extracción de Materias Primas :** a partir de explotaciones a cielo abierto (canteras) se extrae la piedra caliza, materia prima del proceso, mediante micro-detonaciones controladas. También se extraen arcillas de tierras de cultivo, sin necesidad de utilizar explosivos.

**Trituración:** en la misma cantera, las rocas fragmentadas, que pueden llegar a medir un metro, se trituran en fases sucesivas para obtener fragmentos de hasta un máximo de 50 mm, que serán transportadas a los parques o almacenes de pre homogeneización.

**Pre homogeneización y almacenamiento de Materia Prima:** partiendo de las calidades y proporciones mas o menos variables de la piedra, tiene como finalidad conseguir desde el inicio del proceso una composición mineralógica uniforme y optima. Ello supondrá un ahorro energético en el proceso de fabricación y una garantía adicional de regularidad en el producto final.

**Molienda en crudo :** la mezcla de material prehomogeneizado se transporta con medios mecánicos a los molinos de crudo, de barras o de bolas de acero. La molienda tiene la finalidad de conseguir la

composición química adecuada según el tipo de clinker a producir y la granulometría deseada, con el mismo consumo energético. Al mismo tiempo que la molienda se realiza el secado del material, aprovechando y conduciendo los gases residuales del horno hacia los molinos. El crudo molido, o harina de crudo, pasa a los silos de homogeneización y almacenamiento para obtener una nueva homogeneización y la corrección final de la composición química del producto.

**Pre- calentamiento :** antes de entrar en el horno, la harina de crudo homogeneizada pasa por el intercambiador de cíciones de pre calcinación. Aprovechando el calor residual del horno se consigue un importante ahorro energético, mejorando el rendimiento de todo el proceso.

**Clinkerización:** la harina de crudo pasa a los hornos rotatorios, formados por grandes cilindros de acero recubiertos internamente de material refractario. El crudo sufre una serie de transformaciones físicas y químicas a medida que aumenta la temperatura: - Secado, hasta los 150°C, -Deshidratación de la arcilla, hasta los 500°C, - Descarbonatación, entre 550°C y 1100°C, - Clinkerización, entre 1300°C y 1500°C.

**Enfriamiento:** el producto obtenido después de un fuerte enfriamiento es el clinker.

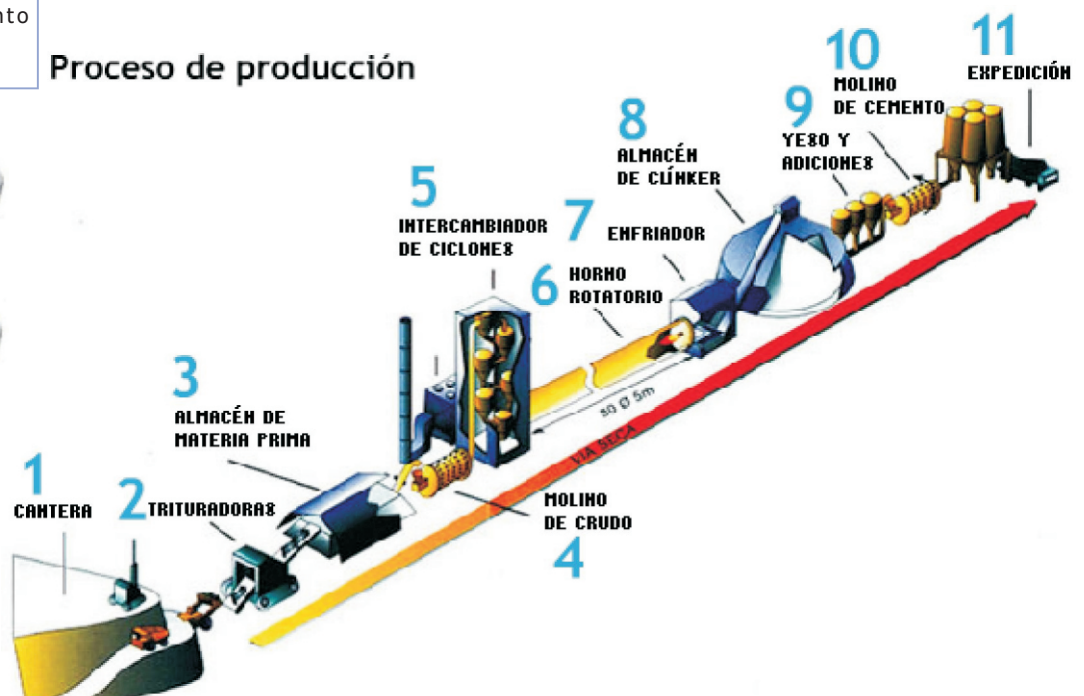
**Almacenamiento del clinker:** el clinker se almacena en grandes hangares o silos antes de llegar a la fase final del proceso de producción.

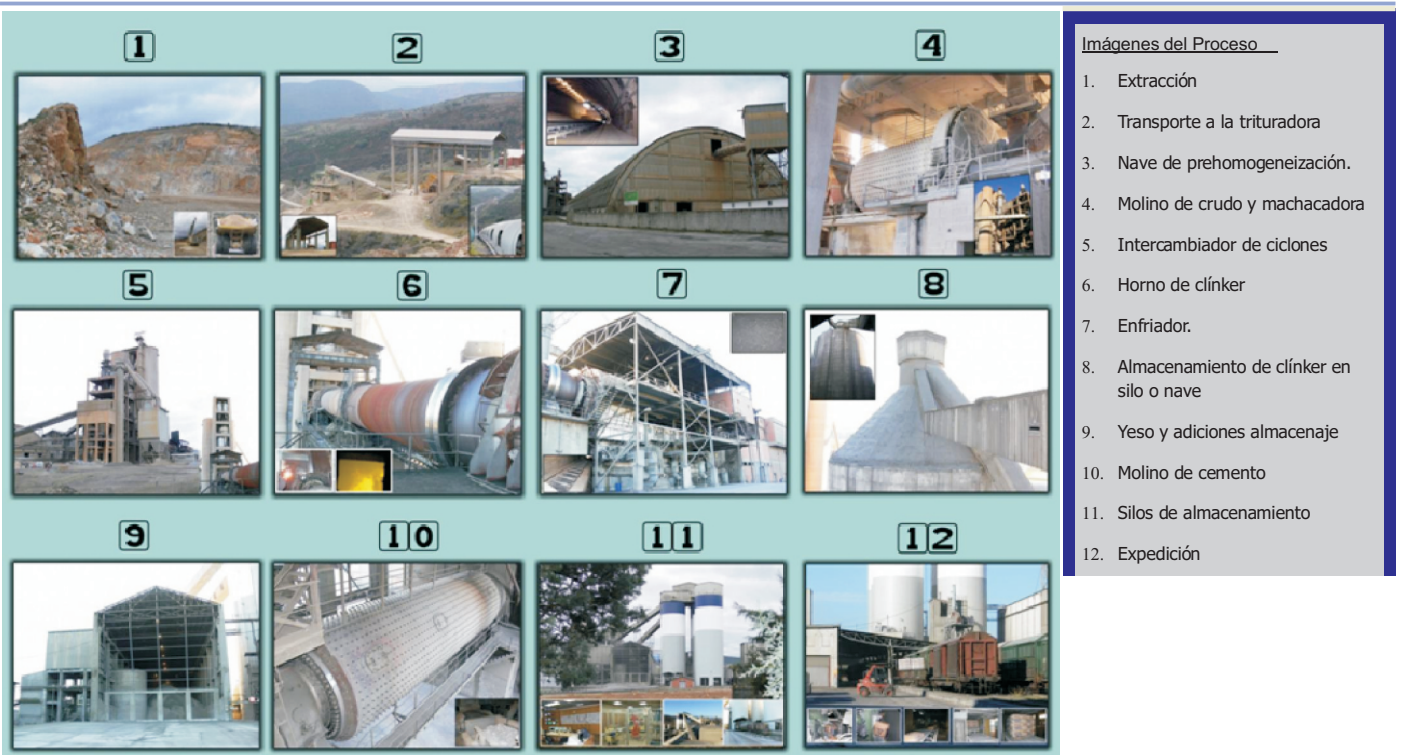
**Yeso y adiciones :** antes de efectuar la molienda del clinker se dosifican cantidades variables de yeso (3-10%) para alargar el tiempo de fraguado del cemento, y de otras adiciones (filler calcáreo, cenizas, puzolanas, etc) con los que se obtienen diferentes calidades de cemento según los procesos de construcción a los que serán destinados.

**Molienda del cementos :** una vez dosificados el yeso y las adiciones, los materiales se muelen y se homogenizan dentro de molinos de bolas de acero, con lo que se obtiene el producto final: el Cemento Portland.

**Expedición:** el proceso de distribución del cemento se realiza en sacos de papel, generalmente de 2 o 3 capas y con capacidad para 25 o 35 kg; o a granel, mediante camiones de cisterna que suelen transportar entre 28 y 30 toneladas.

## Proceso de producción





Imágenes del Proceso

1. Extracción
2. Transporte a la trituradora
3. Nave de prehomogeneización.
4. Molino de crudo y machacadora
5. Intercambiador de ciclones
6. Horno de clínker
7. Enfriador.
8. Almacenamiento de clínker en silo o nave
9. Yeso y adiciones almacenaje
10. Molino de cemento
11. Silos de almacenamiento
12. Expedición

# El yeso

La palabra yeso recoge dos acepciones diferentes:

Mineral roca denominada aljez o piedra de yeso . Esta roca está constituida principalmente por sulfato de calcio con dos moléculas de agua ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), denominado sulfato de calcio dihidratado



Producto Industrial obtenido a partir de él.  
El Yeso como Material de Cons-

trucción :

Llamamos yeso de construcción al producto pulverulento procedente de la cocción de la piedra de yeso o aljez, que una vez mezclado con agua, en determinadas porciones, es capaz de fraguar en el aire. Este yeso se denomina sulfato de calcio hemihidratado o semihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ).



*Propiedades del Yeso*

# Usos

Es utilizado profusamente en construcción como pasta para guarnecidos, enlucidos y revocos; como pasta de agarre y de juntas. También es utilizado para obtener estucados y en la preparación de superficies de soporte para la pintura artística al fresco.

Prefabricado, como paneles de yeso (Dry Wall o Sheet rock) para tabiques, y escayolados para techos.

Se usa como aislante térmico,

pues el yeso es mal conductor del calor y la electricidad.

Para confeccionar moldes de dentaduras, en Odontología. Para usos quirúrgicos en forma de férula para inmovilizar un hueso y facilitar la regeneración ósea en una fractura.

En los moldes utilizados para preparación y reproducción de esculturas.

En la elaboración de tizas para escritura.

En la fabricación de cemento.



## Beneficios en el producto de yeso



### Producto natural

El yeso es un producto obtenido a partir de mineral de sulfato cálcico dihidrato que se encuentra abundantemente en la naturaleza.



### Ecológico

El yeso es un material respetuoso con el medio ambiente. Sus residuos se eliminan fácilmente y se integran completamente en el entorno al tratarse de un producto natural.



### Regulador higrométrico

Su capacidad de absorber y expeler vapor de agua hace que se comporte como regulador de la humedad ambiental en espacios cerrados.



Aislamiento térmico y absorción acústica excelentes

El yeso otorga a los tabiques una mayor capacidad de aislamiento térmico. Además, reduce en gran medida los efectos de eco y reverberación, tan molestos para la audición.



Protección eficaz contra el fuego

El gran contenido de agua combinada del yeso hidratado le confiere excelentes propiedades como material de protección pasiva.



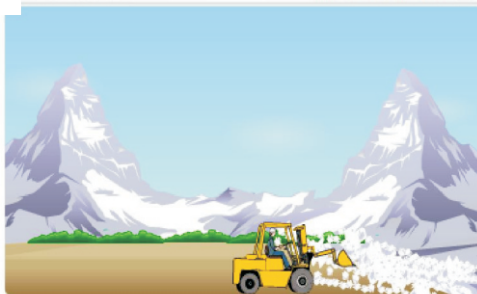
### Blancura

La blancura natural del yeso conforma el soporte más adecuado para aplicar cualquier tipo de acabado posterior, tanto en blanco como en otros colores.

## Proceso de producción del yeso

### 1 Canteras

Trituración y Molienda



El mineral de yeso se encuentra normalmente en superficie y hasta profundidades de veinte metros, y se extrae con ayuda de explosiones controladas que generan una gran variedad de tamaños de roca.

### 2 Trituración y Molienda

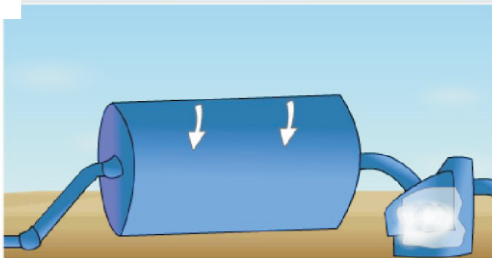
Calcificación



Se reduce la piedra hasta un tamaño máximo de veinte milímetros mediante molinos de impacto y de mandíbulas, muy eficaces con este tipo de piedra. La homogeneización del tamaño del mineral de yeso permite mayor regularidad en el proceso industrial de elaboración. El yeso en forma de fino polvo se consigue haciéndolo pasar por molinos especiales combinados con cribas que aseguran una granulometría adecuada para su aplicación.

### 3 Calcificación

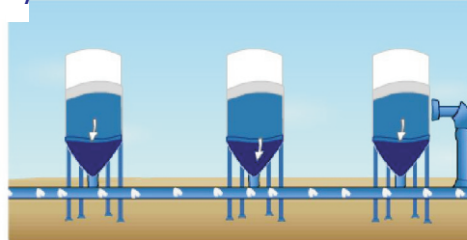
Planta de Mezclas



Para transformar el mineral en un producto útil para la construcción se elimina parte del agua contenida en su estructura mediante la deshidratación en hornos rotativos especiales.

### 4 Planta de Mezclas

Ensacado / Cisterna

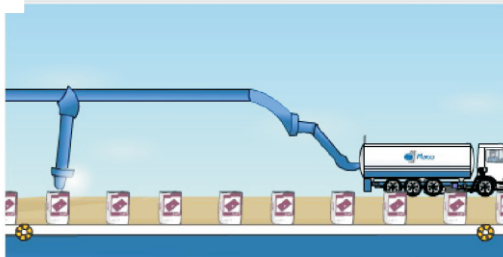


Las propiedades básicas del yeso se mejoran y modifican para obtener nuevos productos que respondan a las necesidades de nuestros clientes.

La utilización de plantas de aditivación permite realizar esta tarea de forma moderna y eficaz.

### 5 Ensacado / Cisterna

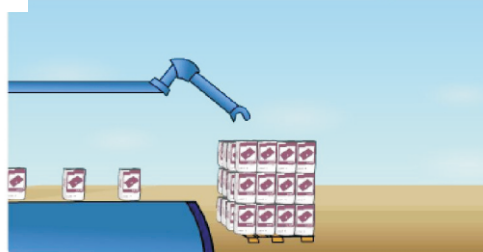
Paletizado



El yeso se sirve en sacos de papel kraft muy resistentes, con códigos de colores que identifican el tipo de producto: verde para el yeso rápido y controlado, negro para el yeso fino, rojo para el yeso de proyección.

### 6 Paletizado

Carga camiones



Los sacos se disponen en varios alturas sobre resistentes palets de madera que permitan su transporte y almacenamiento en perfecto estado. Los palets se sirven opcionalmente retráctiles o enfardados para dotarlos de mayor protección.

## Tipos de Yesos en Construcción

Los yesos de construcción se pueden clasificar en:

Yesos artesanales, tradicionales o multi-fases

El **yeso negro** es el producto que contiene más impurezas, de grano grueso, color gris, y con el que se da una primera capa de enlucido.

El **yeso blanco** con pocas impurezas, de grano fino, color blanco, que se usa principalmente para el enlucido más exterior, de acabado.

El **yeso rojo**, muy apreciado en restauración, que presenta ese color rojizo debido a las impurezas de otros minerales.

Yesos industriales o de horno mecánico

- Yeso de construcción (bifase)
- Grueso
- Fino

**Escayola**, que es un yeso de más calidad y grano más fino, con pureza mayor del 90%.

Yesos con aditivos

- Yeso controlado de construcción
  - Grueso
  - Fino
  - Yesos finos especiales
  - Yeso controlado aligerado
  - Yeso de alta dureza superficial
  - Yeso de proyección mecánica
  - Yeso aligerado de proyección mecánica
- Yesos-cola y adhesivos.