

Cementos, morteros y hormigones

2. Conglomerantes



Juan Antonio Polanco Madrazo

Jesús Setién Marquín

DPTO. DE CIENCIA E INGENIERÍA DEL
TERRENO Y DE LOS MATERIALES

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)

Conglomerantes y adhesivos

MORTERO: mezcla plástica aglomerante formada por la unión de un conglomerante, arena y agua

Conglomerante: material capaz de unir, pegar, aglomerar o soldar otros, generalmente de naturaleza pétreo, formando mezclas más o menos plásticas que, con el paso del tiempo, endurecen y alcanzan el estado sólido

- **Conglomerante aéreo:** fragua y endurece al aire, pero no origina mezclas estables en contacto con el agua (arcilla, yesos y cales aéreas)
- **Conglomerante hidráulico:** tras el endurecimiento, tanto al aire como en el agua, forma una roca artificial (cementos y cales hidráulicas)
- **Conglomerante hidrocarbonado:** compuesto más o menos viscoso que endurece por evaporación de sus disolventes (alquitrán, betún)

El yeso

Yeso: material de color blanco, textura fina y baja dureza que se obtiene como producto resultante de la deshidratación parcial o total por calcinación del sulfato cálcico que, en forma de piedra, se encuentra en la naturaleza, y que tiene la propiedad de ser un conglomerante que endurece rápidamente.



El yeso

- **Piedra de yeso** o **aljez**: sulfato cálcico dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), es decir, cada molécula de sulfato está combinada con dos de agua, de las cuales 1 y $\frac{1}{2}$ está combinada débilmente y $\frac{1}{2}$ muy fuerte

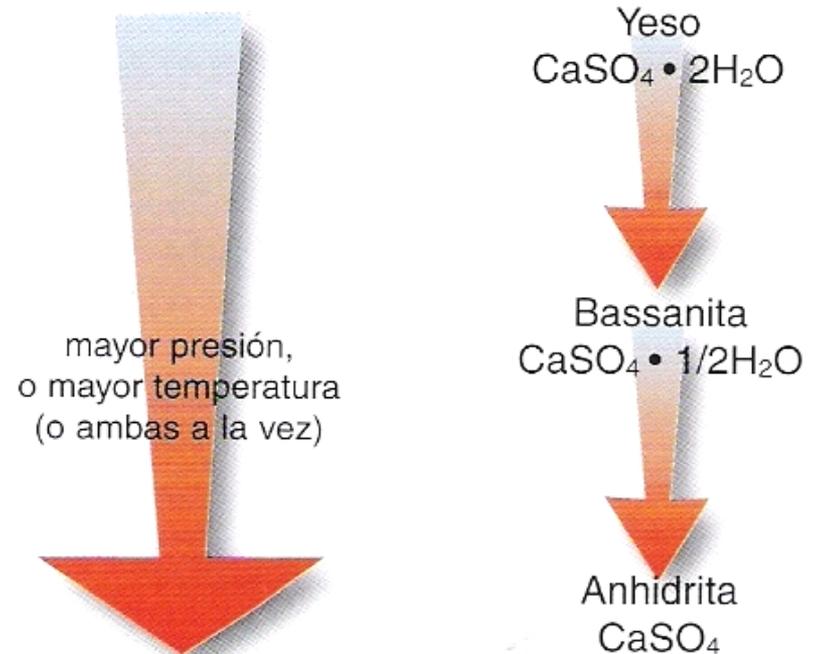


Cristales de yeso de la cueva de Naica, México.

Foto: Alexander Van Driessche. Licencia CC BY [Creative Commons Attribution 3.0 Unported](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)

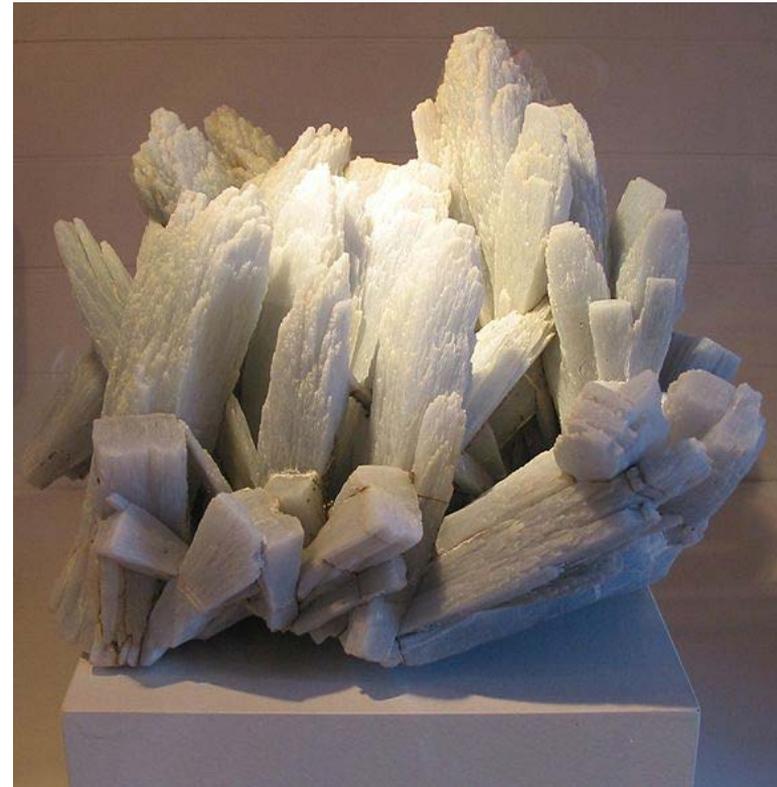
El yeso

- **Bassanita**: sulfato cálcico hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$), que es una variedad intermedia que se produce durante la transformación del yeso en **anhidrita**



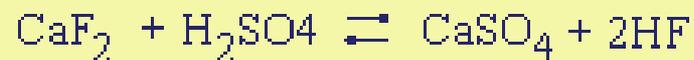
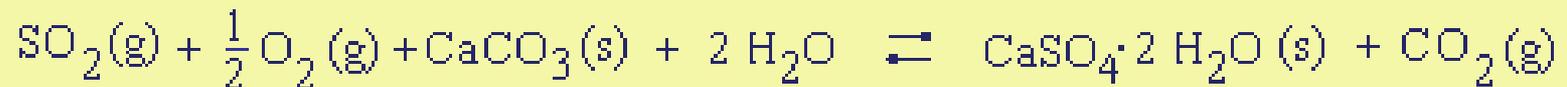
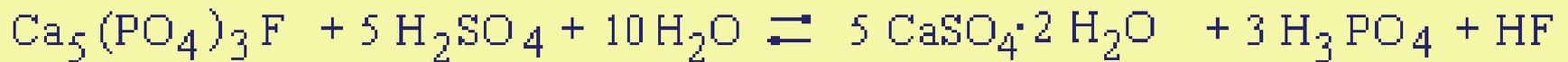
El yeso

- **Anhidrita natural**: sulfato cálcico anhidro (CaSO_4), que aparece en los mismos depósitos que el **aljez**, siendo minoritaria su presencia con respecto a éste



El yeso

- **Yeso artificial:** obtenido como subproducto de diversos procesos industriales (fosfoyeso, sulfoyeso, fluoroanhidrita ...)



Fabricación del yeso

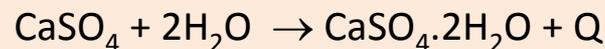
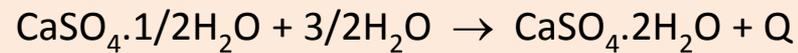
El yeso ordinario o **hemihidrato** se obtiene calentando el **aljez** a una temperatura entre los 128 °C y los 170 °C. Si la temperatura de tratamiento es más elevada, el **dihidrato** llega a perder todo el agua de cristalización, transformándose en **anhidrita**

Deshidratación

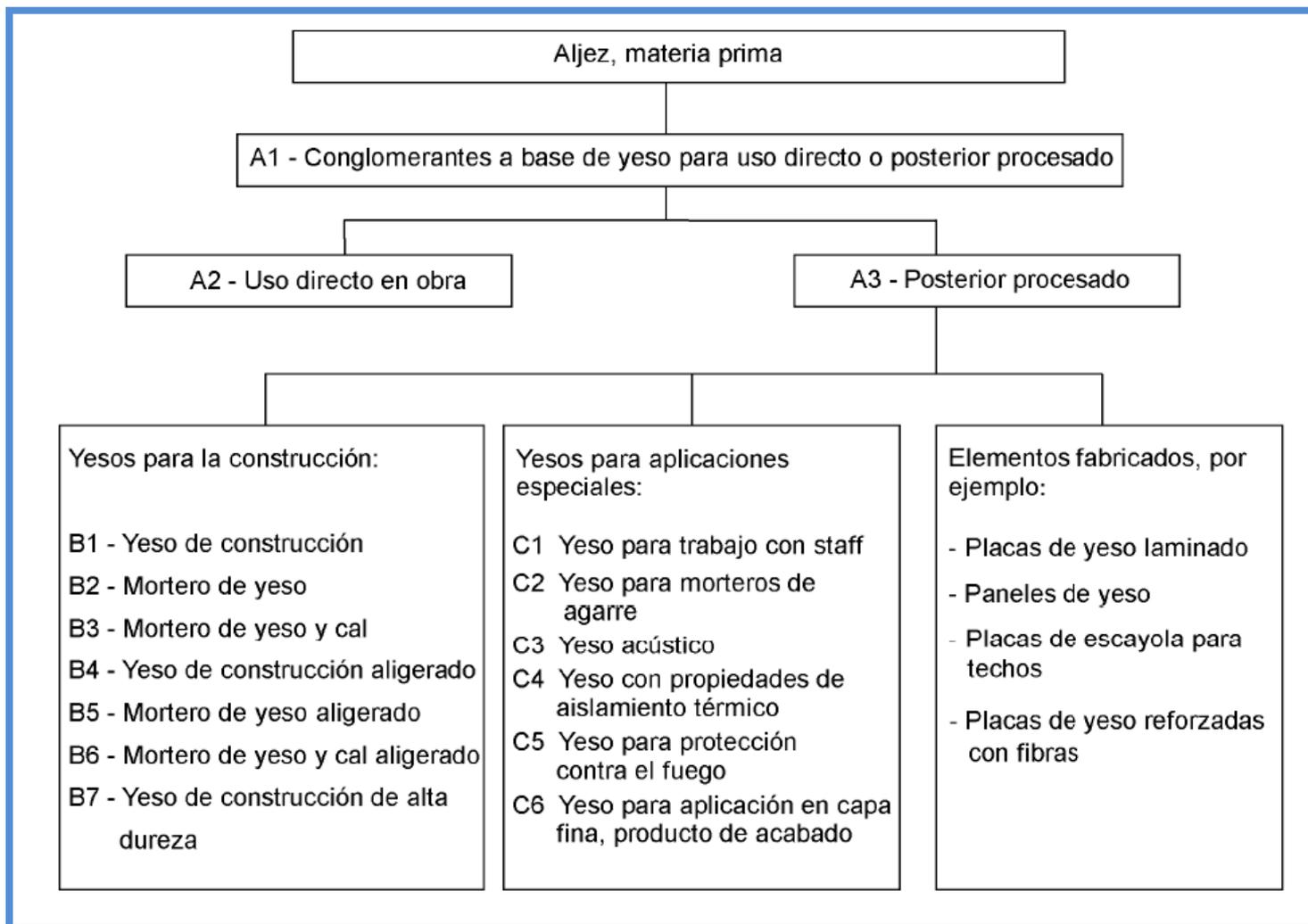


La mezcla de yeso ordinario y agua, denominada **pasta de yeso**, da lugar a una masa más o menos trabada y untuosa que endurece rápidamente. A este paso de líquido a sólido se le conoce con el nombre de **fraguado**

Rehidratación



Tipos de yesos comerciales



Propiedades del yeso

Rápido fraguado y endurecimiento

PROPIEDADES DEL YESO CALCINADO

MODO DE OBTENCIÓN	TIPO DE YESO	RESIDUO > 0,2 mm	AGUA COMBINADA	FRAGUADO		RESISTENCIA (MPa)		DENSIDAD (kg/m³)	USOS
				Inicial	Final	Flexión	Compresión		
Horno rotatorio	Hemihidrato β	1,0	4,1	13	28	4,8	11,2	1069	Yeso de construcción, yesos especiales
Caldera	Hemihidrato β	3,3	5,6	9	22	5,2	14,0	1133	
Caldera de cinta transportadora	Yeso multifásico	36,6	0,8	6	35	5,1	15,5	1225	
Autoclave	Yeso α	0	6,2	10	22	12,3	40,4	1602	Yeso de proyección, yeso multifásico
									Yeso cerámico, moldes

Yeso para la construcción	Contenido en conglomerante de yeso %	Tiempo de principio de fraguado min.	
		Yeso de aplicación manual	Yeso de proyección mecánica
B1	≥ 50	≥ 20	≥ 50
B2	< 50		
B3			
B4	≥ 50		
B5	< 50		
B6			
B7	≥ 50		

Yeso para la construcción		Contenido en conglomerante a base de yeso %	Tiempo de principio de fraguado min.	
			Vicat	Cuchillo
C1	Trabajos con staff	> 50	–	> 8
C2	Mortero de agarre	> 50	> 30	–
C3	Yeso acústico	–	> 20	–
C4	Yeso para aislamiento térmico	–	> 20	–
C5	Yeso para protección frente al fuego	Desviación respecto al contenido nominal < 10%	> 20	–
C6	Yeso para capa fina, producto de acabado	> 50	> 20	–
C7	Producto de acabado	> 50	> 20	–

Propiedades del yeso

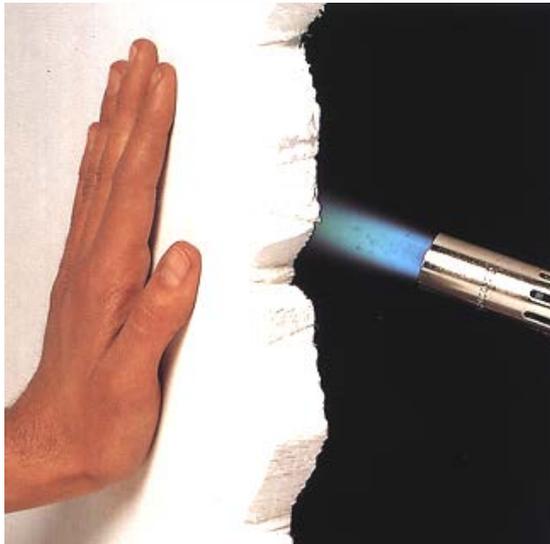
- La reacción de hidratación es exotérmica y va acompañada de un ligero aumento de volumen (expansión)
- Permeable al agua (empleo solo en interiores)
- Bajas resistencias mecánicas

Yeso para la construcción	Contenido en conglomerante de yeso %	Resistencia a flexión N/mm ²	Resistencia a compresión N/mm ²	Dureza superficial N/mm ²
B1	≥ 50	≥ 1,0	≥ 2,0	-
B2	< 50			
B3				
B4	≥ 50			
B5	< 50			
B6				
B7	≥ 50			

Yeso para la construcción		Contenido en conglomerante a base de yeso %	Resistencia a flexión N/mm ²		Resistencia a compresión N/mm ²	Dureza superficial N/mm ²	
			2h	7d		2h	7d
C1	Trabajos con staff	> 50	> 1,5	> 3,0	-	> 4,0	> 10
C2	Mortero de agarre	> 50	-	-	> 2,0	-	-
C3	Yeso acústico	-	-	-	-	-	-
C4	Yeso para aislamiento térmico	-	-	-	-	-	-
C5	Yeso para protección frente al fuego	Desviación respecto al contenido nominal < 10%	-	-	-	-	-
C6	Yeso para capa fina, producto de acabado	> 50	-	> 1,0	> 2,0	-	-
C7	Producto de acabado	> 50	-	> 1,0	> 2,0	-	-

Propiedades del yeso

- Buena adherencia a otros materiales de construcción
- Buen aislante térmico y acústico
- Regulador de la humedad
- Buena resistencia al fuego



Yeso para la construcción	Contenido en conglomerante de yeso %	Adherencia N/mm ²
B1	≥ 50	La rotura se manifiesta en el soporte o en la masa de yeso; cuando la rotura aparece en la interfase yeso-soporte, el valor debe ser > 0,1
B2	< 50	
B3		
B4	≥ 50	
B5	< 50	
B6		
B7	≥ 50	

Aplicaciones del yeso

En la construcción, el yeso se emplea como:

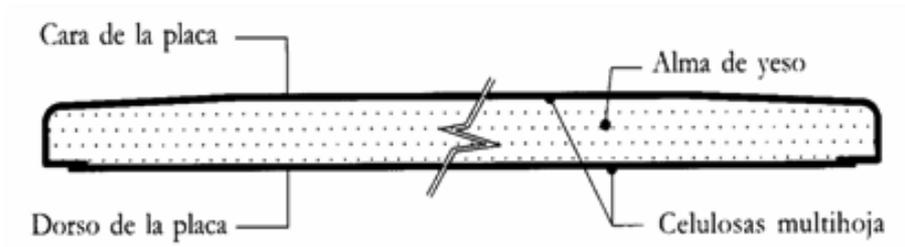
- Componente de los cementos comerciales (regulador de fraguado del clínker de portland)
- Revestimiento de paramentos de muros y tabiques



Aplicaciones del yeso

En la construcción, el yeso se emplea como:

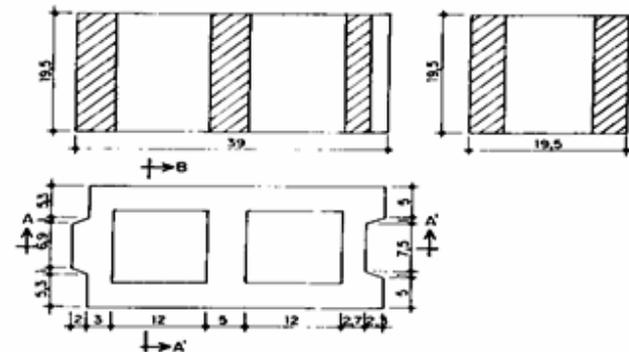
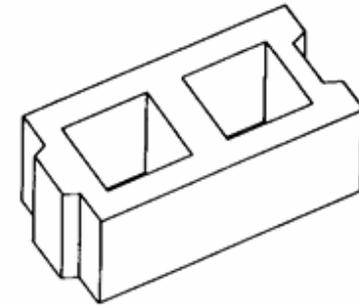
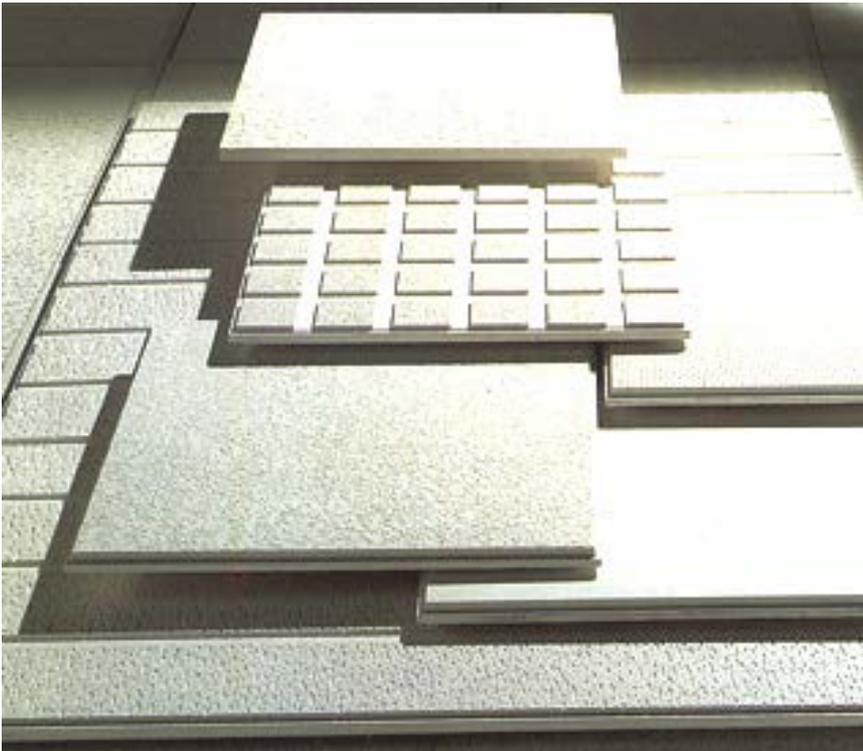
- ❑ Elementos prefabricados (tabiques, placas de yeso laminado, falsos techos, bloques aligerados, molduras y elementos decorativos)



Aplicaciones del yeso

En la construcción, el yeso se emplea como:

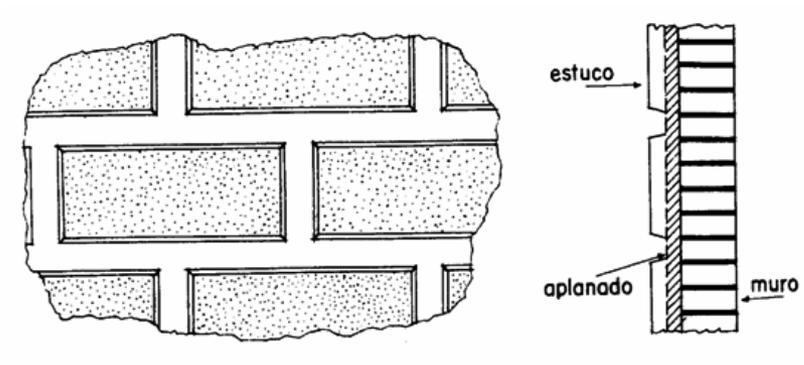
- ❑ Elementos prefabricados (tabiques, placas de yeso laminado, falsos techos, bloques aligerados, molduras y elementos decorativos)



Aplicaciones del yeso

En la construcción, el yeso se emplea para:

- ❑ Elaboración de **estucos** (revestimientos que imitan a la cantería)



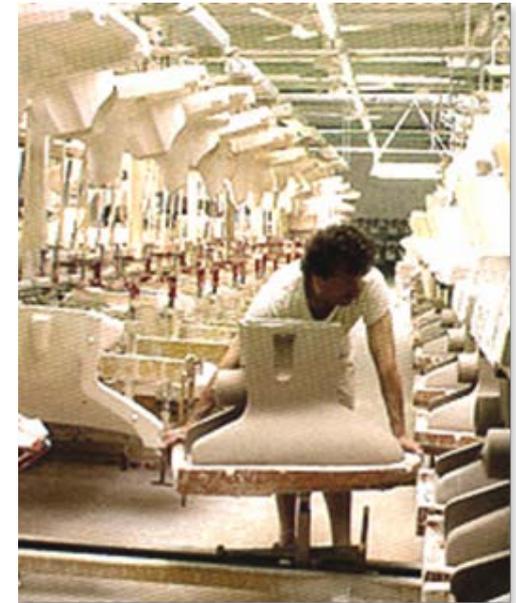
- ❑ Pavimentos autonivelantes



Aplicaciones del yeso

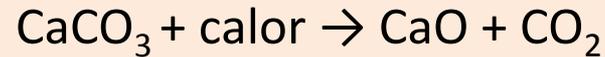
Fuera del ámbito de la construcción, el yeso se emplea en:

- Elaboración de moldes
- Relleno de galerías en minería
- Estabilización de suelos en agricultura
- Yeso quirúrgico y para odontología
- Escayolas (decoración ornamental)



Las cales

Cal: producto obtenido de la calcinación de piedras calizas



- ❑ **Cal aérea:** cal obtenida a partir de calizas muy puras
- ❑ **Cal hidráulica:** cal obtenida a partir de calizas impuras (**presencia de compuestos arcillosos**). De baja resistencia mecánica, su valor depende de la proporción de arcilla que contengan (por encima del **21.8%** se consideran ya cementos de fraguado lento)

El óxido de calcio (**CaO**) resultante de la cocción, denominado comercialmente **cal viva**, es muy inestable por su gran avidez hacia el agua, con la que reacciona exotérmicamente, produciendo el hidróxido de calcio [**Ca(OH)₂**] o **cal apagada**



Las cales

La **cal apagada**, mezclada con una cantidad conveniente de agua, forma una pasta trabada, untuosa y de fluidez variable, cuyo endurecimiento tiene lugar lentamente y se debe a una desecación por evaporación del agua de amasado y, después, a una carbonatación por absorción de anhídrido carbónico del aire

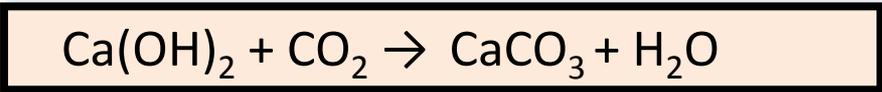
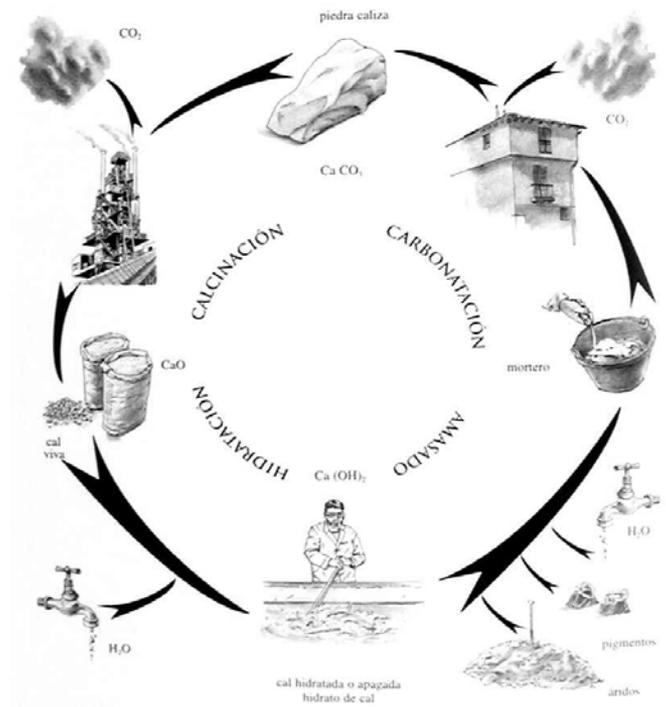
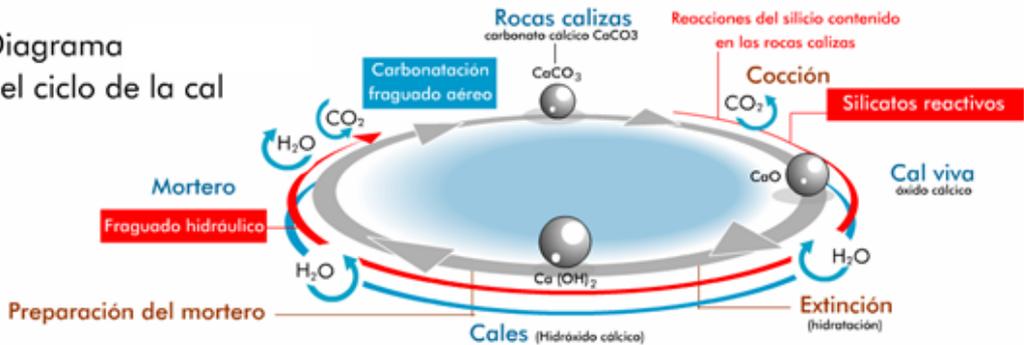


Diagrama del ciclo de la cal



Tipos de cales para construcción

Los diferentes tipos de cales para construcción, según su contenido en (CaO + MgO) o, en el caso de las cales hidráulicas, según su resistencia a compresión, se clasifican en:

Cal de alto contenido en calcio, 90 (CL 90)

Cal de alto contenido en calcio, 80 (CL 80)

Cal de alto contenido en calcio, 70 (CL 70)

Dolomía calcinada, 85 (DL 85)

Dolomía calcinada, 80 (DL 80)

Cal hidráulica, 2 (HL2)

Cal hidráulica, 3,5 (HL3,5)

Cal hidráulica, 5 (HL5)

Resistencia a compresión (N/mm ²)		
Tipo de cal	7 días	28 días
HL 2	—	2 ≤ f _c ≤ 5
HL 3,5	f _c ≥ 1,5	3,5 ≤ f _c ≤ 10
HL 5	f _c ≥ 2	5 ≤ f _c ≤ 15

REQUISITOS QUÍMICOS DE LAS CALES PARA CONSTRUCCIÓN (% en masa)					
Tipos de cal	CaO + MgO	MgO	CO ₂	SO ₃	Cal útil
CL 90	≥ 90	≤ 5	≤ 4	≤ 2	—
CL 80	≥ 80	≤ 5	≤ 7	≤ 2	—
CL 70	≥ 70	≤ 5	≤ 12	≤ 2	—
DL 85	≥ 85	≥ 30	≤ 7	≤ 2	—
DL 80	≥ 80	≥ 5	≤ 7	≤ 2	—
HL 2	—	—	—	≤ 3	≥ 8
HL 3,5	—	—	—	≤ 3	≥ 6
HL 5	—	—	—	≤ 3	≥ 3

Aplicación de las cales

En construcción, la aplicación de las cales se restringe a la confección de morteros (de cal o mixtos) y a la estabilización de suelos (suelo-cal)

TIPO DE MORTERO	CEMENTO	CAL	ARENA
MORTERO DE CAL GRASA EN PASTA (Recomendado para morteros en restauración)			 X3
			 X4
MORTERO DE CAL HIDRATADA EN POLVO (Recomendado para solados de mármol y arcilla cocida)			 X3
			 X4
MORTERO MIXTO (Recomendado para obra nueva)			 X6
		 	 X9

La cal tiene un amplio campo de empleo en la fabricación de papel, cuero y azúcar, como fertilizante en agricultura y como materia prima en la obtención del vidrio