

Producción de Cal Viva y Cal Apagada: Usos en Construcción y Saneamiento

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Seguridad Perimetral

Etiquetas: Sin etiquetas

Producción de Cal Viva y Cal Apagada: Usos en Construcción y Saneamiento

La cal es uno de los materiales químicos más antiguos y versátiles producidos por el ser humano. Se obtiene calcinando piedra caliza (carbonato de calcio, CaCO_3) a temperaturas superiores a $900\text{ }^\circ\text{C}$, lo que produce cal viva (óxido de calcio, CaO) y dióxido de carbono. Al añadir agua a la cal viva se obtiene cal apagada (hidróxido de calcio, Ca(OH)_2), una base fuerte con pH 12,4 que se utiliza en construcción (mortero de cal, encalado), potabilización de agua, tratamiento de aguas residuales, saneamiento de letrinas, curtido de pieles, elaboración de nixtamal y desinfección de suelos. En situaciones de autosuficiencia, la producción de cal a partir de piedra caliza, conchas marinas o incluso cáscaras de huevo es un conocimiento fundamental.

Química fundamental de la cal

La producción y uso de la cal se basa en un ciclo químico simple y elegante conocido como el «ciclo de la cal», descrito por primera vez por Joseph Black en 1756. La calcinación descompone el carbonato de calcio: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ (reacción endotérmica, requiere $900\text{-}1000\text{ }^\circ\text{C}$). La hidratación convierte la cal viva en cal apagada: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ (reacción fuertemente exotérmica, libera 65 kJ/mol , puede alcanzar $300\text{ }^\circ\text{C}$). Finalmente, la carbonatación endurece el mortero cuando la cal apagada absorbe CO_2 del aire: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (el material vuelve a ser piedra caliza, cerrando el ciclo).

Forma

Fórmula

pH

Peligrosidad

Estado físico

Piedra caliza

CaCO_3

8-9

Ninguna

Sólido blanco/gris

Cal viva

CaO

12+ en solución

Alta (corrosiva, exotérmica con agua)

Sólido blanco, terroso

Cal apagada

Ca(OH)_2

12,4

Media (cáustica)

Polvo blanco fino

Lechada de cal

Ca(OH)_2 en H_2O

12,4

Media (cáustica)

Suspensión blanca líquida

Cal carbonatada

CaCO_3

8-9

Ninguna

Sólido duro (mortero curado)

Construcción y operación de un horno de cal

El horno de cal más sencillo es el horno de pozo o «calera», usado desde la Antigüedad romana. Se excava un pozo cilíndrico de 1-2 metros de diámetro y 1,5-2 metros de profundidad en un terreno arcilloso o se construye con piedras apiladas en seco. En la parte inferior se deja una abertura (boca de fuego) para alimentar la leña.

Materias primas: Piedra caliza (la más pura posible, blanca y cristalina), conchas de moluscos (ostras, mejillones, caracoles: son CaCO_3 casi puro), coral muerto o tiza. Se necesitan aproximadamente 1.800 kg de caliza para obtener 1.000 kg de cal viva. Como combustible: leña seca y dura (encina, roble) – se requieren 250-400 kg de leña por cada 100 kg de cal producida.

Carga del horno: Formar una bóveda con las piedras más grandes sobre la boca de fuego, dejando espacio para la combustión. Apilar piedras progresivamente más pequeñas hacia arriba. La disposición debe permitir que los gases calientes circulen a través de toda la carga.

Calcinación: Encender el fuego y mantenerlo alimentado continuamente durante 48-72 horas. La temperatura debe superar los 900 °C en el centro del horno. Señales de que la calcinación es completa: las piedras han perdido un 40-44% de su peso, suenan huecas al golpearlas, se han vuelto blancas y porosas, y se desmenuzan fácilmente con la mano.

Enfriamiento: Dejar enfriar el horno cerrado durante 24-48 horas. No abrir prematuramente: la cal viva caliente puede causar quemaduras severas al contacto.

Almacenamiento: La cal viva absorbe humedad del aire y se apaga lentamente (se «mata»). Almacenar en recipientes herméticos o usarla dentro de las primeras semanas. Para almacenamiento largo, es preferible

apagarla primero.

Peligro grave: La cal viva (CaO) es extremadamente peligrosa. Al contacto con agua (incluido el sudor de la piel o la humedad de los ojos) reacciona violentamente generando temperaturas de hasta 300 °C. Puede causar quemaduras químicas y térmicas graves, ceguera permanente y quemaduras en las vías respiratorias si se inhala el polvo. SIEMPRE usar guantes gruesos, gafas de protección cerradas y máscara antipolvo al manipular cal viva. Trabajar en exterior con viento a favor.

Apagado de la cal y preparación de mortero

El apagado (hidratación) de la cal viva es un proceso que debe realizarse con precaución debido a la violenta reacción exotérmica. Existen dos métodos principales: apagado en seco (aspersión) y apagado por inmersión.

Apagado por aspersión: Se extiende la cal viva en una capa de 15-20 cm sobre suelo limpio y se rocía con agua (30% del peso de la cal). La cal se agrieta, humea y se calienta intensamente, desmoronándose en un polvo fino (cal hidratada en polvo). Proporción: $100 \text{ kg CaO} + 32 \text{ kg H}_2\text{O} \rightarrow 132 \text{ kg Ca(OH)}_2$.

Apagado por inmersión: Se sumerge la cal viva en exceso de agua en un pozo de apagado (hoyo revestido de arcilla o contenedor metálico). La reacción es violenta con gran desprendimiento de calor y vapor. El resultado es una pasta cremosa (cal en pasta o grassello) que mejora con el envejecimiento (los romanos la dejaban madurar años).

Mortero de cal: Mezclar 1 parte de cal apagada (en pasta o polvo) con 2,5-3 partes de arena limpia y agua hasta consistencia de masilla. Este mortero fragua lentamente (semanas a meses) por carbonatación, absorbiendo CO₂ del aire. Es más flexible que el mortero de cemento y permite que los muros «respiren».

Encalado (lechada de cal): Diluir cal apagada en agua (1 kg por 5-8 litros) hasta obtener un líquido blanco lechoso. Aplicar con brocha sobre muros. El encalado desinfecta superficies (pH 12,4 mata bacterias, hongos y virus), refleja la luz solar (reduce calor interior) y protege la superficie contra la humedad.

Aplicaciones en saneamiento y tratamiento de agua

La cal apagada es una de las herramientas más poderosas y económicas para el saneamiento ambiental, reconocida por la Organización Mundial de la Salud como método eficaz de desinfección en emergencias.

Potabilización de agua: La adición de cal apagada (1-2 g por cada 10 litros) eleva el pH a 11-12 durante 24 horas, eliminando bacterias patógenas, virus y parásitos. Después se neutraliza con vinagre o se deja reposar al aire hasta que el pH baje a 7-8 por carbonatación natural. Este método fue usado ampliamente antes de la cloración.

Desinfección de letrinas: Espolvorear 200-300 g de cal apagada tras cada uso. El pH alcalino destruye patógenos fecales, reduce olores al inhibir la fermentación y absorbe humedad. En epidemias, la OMS recomienda cubrir con cal las heces y cadáveres de animales.

Estabilización de suelos: Mezclar cal con suelo arcilloso (3-8% en peso) reduce la plasticidad del barro, aumenta la capacidad de carga y mejora la resistencia a la lluvia. Técnica fundamental para caminos rurales y cimentaciones de emergencia.

Nixtamalización: Cocer maíz en agua con cal (1 cucharada por litro) durante 30-45 minutos ablanda el grano, elimina la cubierta de pericarpio y, crucialmente, libera la niacina (vitamina B₃) que de otro modo no es bioaccesible. Sin nixtamalización, las poblaciones dependientes del maíz desarrollan pelagra.

Conservación de huevos: Sumergir huevos frescos en agua de cal (lechada saturada, 1,5 g Ca(OH)₂ por litro) sella los poros de la cáscara. Los huevos se conservan 6-12 meses sin refrigeración. Método usado tradicionalmente en China (huevos centenarios) y en Europa hasta la popularización del frigorífico.

Dosificación correcta: Un exceso de cal en agua potable (pH > 12,5) puede causar quemaduras en la boca, esófago y estómago. Siempre verificar que el pH haya bajado a valores seguros (6,5-8,5) antes de consumir. Si no se dispone de tiras de pH, dejar reposar el agua tratada en recipiente abierto durante 48-72 horas con agitación periódica para acelerar la carbonatación.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.