

El hidróxido de calcio, también llamado cal apagada o cal hidratada, suele ser un polvo blanco e inodoro que se utiliza ampliamente en la industria química. Un compuesto inorgánico con la fórmula química  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , se produce mediante una reacción química cuando el óxido de calcio (también llamado cal viva) se mezcla con agua y forma hidróxido de calcio.

### Introducción

Los productos de hidróxido de calcio y cal se utilizan desde hace siglos. Remontándose al antiguo Egipto y a las culturas romanas, se utilizó en la construcción. En los tiempos modernos se desarrollaron muchos más usos. El área superficial del hidróxido de calcio juega un papel clave en la determinación de la forma y velocidad a la que reacciona en los procesos químicos.

### Usos comunes

- Tratamiento de agua: El hidróxido de calcio se emplea en procesos de tratamiento de agua como floculante. Ayuda a eliminar partículas más pequeñas del agua, lo que da como resultado un producto más claro. También se utiliza para reducir la dureza del agua.
- Construcción: En mampostería, el hidróxido de calcio es un componente del mortero y yeso. Cuando se mezcla con arena y agua, puede crear una pasta que se endurece con el tiempo.
- Agricultura: como acondicionador del suelo y regulador del pH, el hidróxido de calcio puede ayudar a mejorar la calidad del suelo.
- Fabricación de productos químicos: el hidróxido de calcio se utiliza en diversos procesos químicos, incluida la producción de productos químicos a base de calcio.

### Otras aplicaciones:

- Industria de alimentos
- Industria dental
- Ambiental
- Industria del papel



Figura 1. Ejemplo de polvo de hidróxido de calcio (cal apagada)

### Técnica de adsorción de gas:

El área de superficie en este caso se mide mediante una técnica conocida como adsorción de gas o adsorción física (fisisorción). El área superficial generalmente se expresa en metros cuadrados por gramo.

La adsorción tiene lugar en la superficie de un material. Las moléculas de gas de área de sección transversal conocida se inventarian cuidadosamente a medida que se adhieren a la superficie. Conociendo el número de moles de gas adsorbidos y su sección transversal, se puede calcular fácilmente la superficie total sometida a prueba.

El proceso de adsorción ocurre debido a la energía superficial típicamente descrita como fuerzas de Van der Waals. Si se los deja solos, la mayoría de los materiales absorberán agua u otros vapores para satisfacer esta energía superficial. Por lo tanto, para aprovechar estas fuerzas superficiales para la medición, se deben eliminar las impurezas adsorbidas. Esto se logra mediante un proceso conocido como desgasificación, mediante el cual se coloca una muestra en una celda y un flujo inerte de gas pasa a través del lecho de muestra en polvo mientras se calienta suavemente. El calor aplicado hace que las impurezas adsorbidas se liberen de la superficie del material y el flujo de gas las arrastra.

Una vez limpio de esta manera, el portamuestras ahora se puede colocar en una estación de análisis donde se enfría (normalmente a temperaturas de nitrógeno líquido) en un termo criógeno mientras una mezcla de gases (normalmente nitrógeno en un gas portador de helio) fluye a través de la superficie. A medida que la muestra y el gas se enfrían, las moléculas de nitrógeno en la mezcla de gases que fluye pierden energía y son adsorbidas en la superficie de la muestra.

Nuevamente, monitorear la cantidad de moles de gas adsorbidos en función de la concentración del gas nos permite calcular varios puntos de datos de adsorción. Para un análisis más rápido se puede recopilar un solo punto.

El método de cálculo más común aplicado para derivar el área superficial específica es el método de Brunauer, Emmett y Teller (BET)

## Experimental

Se envió una muestra de polvo de hidróxido de calcio disponible comercialmente al laboratorio de aplicaciones de HORIBA Instruments Incorporated en Irvine, California, para su análisis. La muestra se analizó utilizando el nuevo analizador de superficie SA-9650. Se colocaron tres alícuotas separadas que pesaban entre 0,2 y 0,3 g en tubos de muestra. La desgasificación se realizó en las 3

### Punto único\*

	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Promedio de 3 canales	CoV (%)
<b>Prueba 1</b>	13.02	13.42	12.53	12.99	2.80
<b>Prueba 2</b>	13.08	13.45	12.54	13.02	2.87
<b>Prueba 3</b>	13.05	13.4	12.55	13.00	2.68
<b>Promedio de 3 pruebas</b>	13.1	13.4	12.5		
<b>CoV (%)</b>	0.19	0.15	0.07		

### Multipunto\*

	Canal 1	Canal 2	Canel 3	Promedio de 3 canales	CoV (%)
<b>Prueba 1</b>	13.42	13.83	12.91	13.39	2.81
<b>Prueba 2</b>	13.38	13.83	12.92	13.38	2.78
<b>Prueba 3</b>	13.23	13.76	12.91	13.30	2.64
<b>Promedio de 3 pruebas</b>	13.3	13.8	12.9		
<b>CoV (%)</b>	0.61	0.24	0.04		

estaciones de desgasificación integradas del SA-9650 a 300°C durante 3 horas. Luego se transfirieron las muestras a las 3 estaciones de análisis y se realizaron análisis por separado de área superficial de un solo punto y de múltiples puntos. Cada tipo de prueba se repitió 3 veces. Los resultados se muestran en las tablas siguientes.

\*La diferencia entre los análisis de un solo punto y de múltiples puntos está vinculada a las suposiciones hechas en el cálculo de un solo punto. Los resultados multipunto suelen ser más precisos. Sin embargo, en términos de repetibilidad y reproducibilidad, cualquiera de las mediciones es bastante sólida y las mediciones de un solo punto son extremadamente rápidas, lo que admite entornos de alto rendimiento, producción o control de calidad.

## Conclusión

El analizador de área superficial HORIBA SA-9650 demostró ser un instrumento ideal para medir el área de superficie de hidróxido de calcio mediante análisis de un solo punto y de múltiples puntos. Los análisis fueron rápidos, repetibles y el instrumento es robusto. La metodología descrita en este documento debería ser útil como guía para los clientes que utilizan el SA-9650 para hidróxido de calcio u otras muestras en polvo.