

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CAL ÚTIL VIAL EN UNA CAL COMERCIAL

INV E - 602 - 13

1 OBJETO

- 1.1** Esta norma de ensayo suministra un método para estimar la proporción de una cal comercial que es capaz de reaccionar químicamente y físicamente con el suelo, produciendo cambios en su naturaleza y propiedades, provocando cementación al formarse productos cementantes hidráulicos.

2 DEFINICIONES

- 2.1** Las siguientes definiciones son aplicables a esta norma:

- 2.1.1** *Cal* – Producto resultante de la descomposición de las rocas calizas por la acción del calor que, para los fines de esta norma, incluye la cal hidratada y la cal viva.
- 2.1.2** *Cal hidratada* – Cal que está compuesta predominantemente por hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$ o una mezcla de hidróxido de calcio y óxido de magnesio (MgO) o hidróxido de magnesio $[Mg(OH)_2]$.
- 2.1.3** *Cal viva* – Cal que está constituida predominantemente por óxido de calcio (CaO) u óxido de calcio junto con óxido de magnesio (MgO).
- 2.1.4** *Cal útil vial* – Cal de origen o liberada que es capaz de reaccionar químicamente y físicamente con el suelo, produciendo cambios en su naturaleza y propiedades, provocando cementación al formarse productos cementantes hidráulicos.
- 2.1.5** *pH* – Logaritmo negativo de base 10 de la concentración efectiva del ión hidrógeno o de la actividad del ión hidrógeno, en equivalentes gramo por litro. La escala de pH oscila entre 0 y 14 en disolución acuosa siendo ácidas las disoluciones con pH inferiores a 7 y alcalinas las que tienen pH mayor de 7. El pH = 7 indica la neutralidad.
- 2.1.6** *Solución buffer* – Una solución con un valor de pH específico, empleada para calibrar el medidor de pH.

3 RESUMEN DEL MÉTODO

- 3.1** El método consiste en titular una determinada cantidad de cal suspendida en agua destilada o desmineralizada, mediante la incorporación progresiva de una solución normalizada de ácido clorhídrico, determinando la variación correspondiente del pH y anotando los consumos de ácido hasta pH = 7 y pH = 2. El exceso de ácido se titula por retorno hasta pH = 7 con una solución normalizada de hidróxido de sodio, cuya cantidad es también anotada.

4 IMPORTANCIA Y USO

- 4.1** Debido a la gran variedad que presenta la composición de las cales comerciales, es necesario disponer de un criterio uniforme para juzgar su calidad relativa, de manera que al dosificar una mezcla de suelo con cal, la variedad en la composición de las cales no se refleje en las características del suelo-cal obtenido.
- 4.2** Este método de ensayo permite determinar la proporción de compuestos básicos contenidos en una cal comercial, capaces de producir cambios en la naturaleza y propiedades de un suelo, provocando cementación al formarse productos cementantes hidráulicos. La cal en forma de carbonatos, sulfatos u otros compuestos inactivos no es útil para estabilizar suelos en la construcción vial.
- 4.3** La dosificación de una mezcla de suelo-cal a partir del concepto de “cal útil vial”, permite conocer la cantidad real por añadir de cualquier cal comercial que se pretenda utilizar para el mejoramiento o la estabilización de un suelo.

5 EQUIPO

- 5.1** *Balanza* – Con una capacidad mínima de 600 g y una aproximación de 0.01 g, para determinar las masas de suelo y cal.
- 5.2** *Medidor de pH* – Equipado con un electrodo de referencia y un electrodo de cristal de bajo error de sodio sensible a los iones de hidrógeno (o un electrodo de combinación), y con un medidor con resolución de 0.01 unidades de pH y precisión de ± 0.2 pH, en un rango de 0 a 14.
- 5.3** *Equipo misceláneo* – Agitador magnético o varillas de vidrio, probetas de 100 ml, vaso de precipitados de 500 ml, recipientes plásticos herméticos, etc.

6 REACTIVOS Y MATERIALES

- 6.1** *Agua* – Destilada o desmineralizada, la cual se debe almacenar en un recipiente con tapa a presión. El agua se debe hervir y enfriar inmediatamente antes de cada uso.

Nota 1: Si el pH del agua a ser usada es altamente ácido (< 6) o altamente alcalino (>9), los resultados del ensayo deben ser verificados con un agua de pH igual a 7

- 6.2** *Solución buffer* – Con un pH igual a 12.

- 6.3** *Soluciones HCl y Na(OH)1.0 N (aproximadamente 1 Normal).*

7 MUESTRA

- 7.1** Se requiere, aproximadamente, 1 kg de la parte central de la bolsa de cal a ensayar.

8 PROCEDIMIENTO

- 8.1** Se coloca la muestra dentro de un recipiente hermético y se mezcla y homogeniza perfectamente dentro de él, mediante agitación durante 2 minutos. La cantidad que se extraerá del recipiente se obtendrá abriéndolo y cerrándolo rápidamente, para minimizar la contaminación de la muestra.

- 8.2** Se toma una porción de cal del recipiente y se pesan 3 g de ella.

- 8.3** El material pesado se trasfiere al vaso de precipitados y se le agregan lentamente 150 ml de agua destilada o desmineralizada, simultáneamente con agitación mecánica o preferiblemente magnética, si se dispone de este instrumental.

- 8.4** Se comienza la titulación con la solución HCl 1.0 N, midiendo el pH hasta alcanzar un valor igual a 9. El ácido se agrega inicialmente por goteo rápido (aproximadamente 12 ml por minuto) y luego moderadamente. Al llegar a pH igual 9, se espera durante 1 minuto.

- 8.5** Se continúa la titulación agregando más solución de HCl a un ritmo aproximado de 0.1 ml, esperando medio minuto y registrando el respectivo

valor de pH, hasta alcanzar un valor de 7, el cual se debe mantener durante unos 60 segundos.

- 8.6 Se anota el consumo total de ácido hasta pH igual a 7.
- 8.7 Se agrega por goteo rápido más solución de HCl 1.0 N hasta alcanzar un pH igual a 2 y se anota el consumo total acumulado de solución. Se considera que, en ese instante, la muestra que está en el vaso de precipitados contiene un “exceso de ácido”.
- 8.8 Se titula la mezcla más el “exceso de ácido” con una solución de NaOH 1.0 N, hasta un retorno a pH igual a 7 y se anota el consumo de ésta.

9 CÁLCULOS

- 9.1 Se determina la “cal útil vial” como hidróxido de calcio, con la expresión:

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \frac{0.037 \times n \times N_1}{3} \times 100 \quad [602.1]$$

Donde: n: Cantidad de solución de HCl consumida hasta pH igual 7, ml;

N₁: Normalidad de la solución ácida.

- 9.2 La materia inerte contenida en la cal, expresada como carbonatos, se calcula con la fórmula:

$$\text{CaCO}_3\% = \frac{0.050((m - n)N_1 - N_2 \times l)}{3} \times 100 \quad [602.2]$$

Donde: n: Cantidad de solución de HCl consumida hasta pH igual a 7, ml;

m: Cantidad total acumulada de solución de HCl consumida hasta alcanzar el pH igual a 2, ml;

l: Cantidad de solución de Na(OH) consumida para el retorno a pH igual a 7, ml;

N₁: Normalidad de la solución ácida;

N₂: Normalidad de la solución alcalina.

10 INFORME

10.1 Se debe informar lo siguiente:

10.1.1 El contenido de cal útil vial, en %, expresado como hidróxido de calcio.

10.1.2 El contenido de materia inerte, en %, expresado como carbonato de calcio.

11 DOCUMENTO DE REFERENCIA

FELIX JUAN LILLI, "Criterio de calidad y bases para la adquisición de cales destinadas a la corrección y estabilización de suelos", Publicación No. 48, Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, Argentina, Enero de 1965