

2003-04-23

**PRODUCTOS QUÍMICOS PARA USO INDUSTRIAL.
CAL VIVA Y CAL HIDRATADA PARA EL
TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO
HUMANO**



E: CHEMICAL PRODUCTS FOR INDUSTRIAL USE.
QUICKLIME AND HYDRATED LIME FOR HUMAN
CONSUMPTION WATER TREATMENT

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: cal; hidróxido de calcio; cal viva; cal
hidratada.

I.C.S.: 71.060.20

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 1398 (Cuarta actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2003-04-23.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 75 Productos químicos industriales y en el Comité 99 Cementos.

CEMENTOS BOYACÁ	INSTITUTO TÉCNICO METROPOLITANO
CEMENTOS CARIBE	POSTOBÓN
CEMENTOS DEL NARE	PRODESAL
CEMENTOS DEL VALLE	REFISAL
CEMENTOS PAZ DEL RIO	SIKA ANDINA
COLCLINKER	SUPERVISA
INSTITUTO COLOMBIANO DE	
PRODUCTORES DE CEMENTO ICPC	

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL ACODAL	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTA
AGUAS DE CARTAGENA	EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLÍN
AGUAS DE MANIZALES	METROAGUA S.A. E.S.P
CALDESA	MINISTERIO DE SALUD
CEMENTOS ANDINO	PROCECAL LTDA.
CEMENTOS RIO CLARO	SOCIEDAD DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE
COMPAÑÍA DE ACUEDUCTO DE BUCARAMANGA	BARRANQUILLA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

**PRODUCTOS QUÍMICOS PARA USO INDUSTRIAL.
CAL VIVA Y CAL HIDRATADA PARA EL TRATAMIENTO
DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

PRÓLOGO

Este prólogo es informativo. No forma parte de la norma.

I. INTRODUCCIÓN

1.A ANTECEDENTES

La cal viva resulta de la calcinación de la caliza, conchas o su equivalente; está compuesta de óxido de calcio en asociación natural con una cantidad menor de óxido de magnesio. La cal hidratada es un polvo muy finamente dividido que resulta de la hidratación de cal viva con suficiente agua para satisfacer su afinidad química. Ambos se usan comúnmente en el tratamiento y ablandamiento de aguas para suministro municipal e industrial.

El Apéndice A, "Revisión de toxicología y procedimientos de evaluación" de la norma ANSI/NSF 60, no estipula un nivel máximo aceptable (NMA) de un contaminante para sustancias no reglamentadas por USEPA (NMA) para nivel de contaminante máximo. Los NMA de una lista no especificada de "contaminantes no reglamentados" se basan en directrices para ensayos de toxicidad (no carcinógenos) y metodología de caracterización de riesgos (carcinógenos). Es posible que el uso del Apéndice A no sea siempre idéntico, dependiendo del certificador.

Esta NTC no establece requisitos sobre aditivos. Por lo tanto, los usuarios de esta norma deben consultar las agencias estatales o locales apropiadas de su jurisdicción, con el fin de:

- 1) Determinar los requisitos de los aditivos, incluyendo las normas aplicables.
- 2) Determinar el grado de las certificaciones de todas las partes que ofrecen certificación de productos para contacto con agua potable, o tratamiento de ésta.
- 3) Determinar la información actual sobre certificación de productos.

II. TÓPICOS ESPECIALES

II.A ÓXIDO DE CALCIO

Hay a disposición muchos métodos para evaluar el óxido de calcio disponible en la cal. Algunos dan resultados consistentemente bajos, algunos son demorados y no dan resultados reproducibles. El método incluido en esta norma es razonablemente rápido, reproducible y da resultados coherentes con el contenido de óxido de calcio disponible obtenido en uso en el tratamiento de aguas. Se pueden utilizar otros métodos, pero en cualquier caso, la forma de evaluación se debe acordar entre el proveedor y el comprador al momento de la compra.

El método de análisis para el contenido de calcio disponible presentado en esta norma ha sido considerado satisfactorio por muchos usuarios, como la base para la compra de cal para el tratamiento de aguas. Los resultados utilizables se obtendrán por este método solamente si el ácido se estandariza cuidadosamente de acuerdo con las instrucciones incluidas en esta norma y solamente si se sigue al pie de la letra el procedimiento para el ensayo especificado.

Todavía hay personal del servicio de acueducto que considera que se puede hacer una mejor evaluación de la cal y obtener resultados más exactos determinando el óxido de calcio total (CaO). Además del óxido de calcio disponible, este análisis determina el óxido de calcio presente como carbonato de calcio - un factor de poca importancia en el tratamiento de aguas. Para quienes prefieran el método del óxido de calcio total, y para los que decidan hacer un análisis completo, se recomiendan los métodos resumidos en la normas ASTM C25, Métodos de ensayo estándar de análisis químico de la caliza, la cal viva y la cal hidratada.

La cantidad de óxido de calcio disponible varía en la cal de diferentes regiones geográficas. Factores tales como el origen de la roca, las condiciones de producción, el tipo de horno y de combustible, e incluso el personal, tienen efecto sobre la calidad del producto. Debido a la amplia variación posible y a que el costo del transporte en ocasiones es una porción considerable del precio, en este prólogo se tiene en cuenta la compra sobre una base de bonificación y sanción. El comprador puede renunciar a la cláusula bonificación y sanción y el óxido de calcio disponible se puede utilizar como única base para el rechazo o la aceptación.

II.B CAL

Una cal que se apaga fácilmente es más económica para su uso y menos difícil de manejar. En esta norma se incluye un ensayo de velocidad de apagado para determinar la reactividad de la cal. Este procedimiento se diseñó para controlar las variables que se presentan en el ensayo, mejorando de esta manera la reproducibilidad de los resultados; en la presente norma no se incluye ningún sistema de bonificación y sanción con base en el ensayo de velocidad de apagado; en vez de esto, los resultados del ensayo de velocidad de apagado en una cal viva dada se deben correlacionar con el desempeño de la cal en el apagador. Entonces se puede especificar el requisito de apagado para la cal.

Debido a que la mayoría de equipo moderno para apagar cal contiene dispositivos para retirar granos, arena, pedruscos y otro material inerte grueso y debido a que es indeseable la sobrecarga de los dispositivos para remoción de granos, en esta norma se suministra un ensayo para material insoluble.

II.C MAGNESIO Y MATERIAL INSOLUBLE

Esta norma no establece límites para el magnesio, ya que al mantener el contenido de óxido de calcio disponible dentro del límite especificado libre de sanciones, automáticamente se cuida cualquier problema de exceso de magnesio. No se hacen disposiciones con relación a cal con alto contenido de magnesio, por la razón específica de que esta cal no es adecuada para tratamiento de aguas. Aunque la materia insoluble (hierro y aluminio) puede ocasionar turbidez cuando la cal se aplica al agua filtrada o a un suministro de agua que no se va a filtrar, no se establecen límites para estos constituyentes, debido a que los problemas de turbidez se pueden superar adicionando la cal como solución saturada. Si este procedimiento no resulta práctico, cuando se compra la cal las plantas individuales de tratamiento pueden necesitar establecer límites para la materia insoluble total, hierro y aluminio. Esta condición ocurre tan pocas veces, que establecer disposiciones en esta norma resulta injustificable. El ensayo para insolubles que se incluyó en esta norma determina solamente aquellos que son lo suficientemente gruesos para ser retenidos en el apagador o separador de granos. De igual manera, no se hace mención del carácter de la materia insoluble, suponiendo que su composición no afectará la aplicación de cal por medio de una máquina de alimentación en seco.

II.D TAMAÑO Y ROTULADO

Los tamaños de cal se establecen en la norma, para que cumplan los requisitos de diferentes tipos de equipo de alimentación. Alternativamente, los compradores pueden fijar los requisitos de tamaño para cumplir las condiciones específicas. Sólo se deben hacer cambios en el requisito de tamaño después de consultar con el fabricante del equipo de alimentación que se utiliza. La norma no exige que se estampe la fecha de fabricación sobre las bolsas de empaque de la cal hidratada, suponiendo que el material se despachará al lugar de uso en condición de ser usada rápidamente en la máquina de alimentación en seco.

II.E BASE DE COMPRA

Esta norma cobija solamente cal compuesta principalmente de óxido de calcio o hidróxido de calcio. No se incluyen cales especiales tales como las dolomíticas para retirar sílice. Así, para la compra de cal de una diferente composición química, el comprador debe suministrar las especificaciones que describen la clase de material deseado. La composición de este material se debe acordar entre proveedor y comprador antes del despacho. Para la cal de cualquier tipo, el comprador puede especificar su método de fabricación.

La cal se debe comprar de acuerdo con las siguientes pautas recomendadas por la industria:

1. CAL VIVA

La compra de cal viva se basará en el 90 % de óxido de calcio disponible en el material suministrado, con una escala de bonificación para porcentajes mayores de óxido de calcio disponible y una escala de sanción para porcentajes menores. La cal viva deberá ser de la calidad conocida como "apagado rápido" y se deberá apagar satisfactoriamente, desintegrándose rápidamente en una suspensión de material dividido finamente, sin la producción de cantidades objetables de material sin apagar ni disolver en el apagador.

Las escalas de bonificaciones y sanciones se deberán basar en el contenido de óxido de calcio disponible, como se determina en los procedimientos de la sección 5.3 de esta norma. Las escalas de bonificación y sanción son así:

- a) Una bonificación del 2 % por cada 1 % ó fracción de éste, de óxido de calcio mayor del 90 %.
- b) Una sanción del 2 % por cada 1 % o fracción de éste, de deficiencia de contenido de óxido de calcio disponible desde el 90 %, hasta el 80 % inclusive.

La cal de "apagado rápido" usualmente producirá una elevación de temperatura de 40 °C en 3 min, y la reacción de apagado estará completa en 10 minutos o menos, cuando la cal se ensaya de acuerdo con el numeral 5.4 de esta norma.

La cal viva satisfactoria para tratamiento de aguas se apagará sin producir cantidades objetables de material insoluble.

2. CAL HIDRATADA

La compra de cal hidratada se basará en un contenido del 68 % de óxido de calcio disponible (que es equivalente al 89,8 % de hidróxido de calcio) en el material suministrado, con una escala de bonificación para porcentajes mayores de óxido de calcio disponible y una de sanción para porcentajes menores.

- a) Una bonificación del 2 % por cada 1 % o fracción de éste, de contenido de óxido de calcio disponible mayor del 68 %.
- b) Una sanción del 2 % por cada 1 % o fracción éste, de deficiencia en el contenido de calcio disponible desde el 68 % hasta el 62 % inclusive.

Los compradores pueden establecer diferentes bonificaciones y sanciones para cumplir las condiciones específicas, o pueden renunciar a las escalas y exigir solamente que el contenido de óxido de calcio disponible sea como mínimo igual a la cantidad designada, si el proveedor está de acuerdo previamente.

III. USO DE ESTA NORMA

Es responsabilidad del usuario de esta norma determinar que los productos descritos en ella sean adecuados para su uso en la aplicación particular que se considera.

III.A OPCIONES Y ALTERNATIVAS PARA EL COMPRADOR

Al comprar cal viva o cal hidratada bajo esta norma, el comprador debe suministrar las especificaciones concretas con relación a los siguientes detalles:

- 1) Norma utilizada; es decir, NTC 1398 Productos químicos para uso industrial. Cal viva y cal hidratada.
- 2) Cantidad y tipo de cal viva o cal hidratada (véase el numeral 1.2).
- 3) Declaración de cumplimiento (véase el numeral 1.3).

- 4) Cláusulas de bonificación y sanción (Sección II.E); si se va a renunciar a ellas o si las cantidades establecidas se van a cambiar.
- 5) Límite de materia insoluble (véase el numeral 1.5.1[3]) si es diferente del 5 %.
- 6) Tamaño exigido (véase el numeral 2.1), dependiendo del tipo de equipo de alimentación utilizado.
- 7) Método de empaque y despacho (véase el numeral 3.2).
- 8) Certificados de peso (véase el numeral 3.2.5).
- 9) Información sobre rotulado (véase el numeral 3.3).

III.B MODIFICACIÓN A LA NORMA

Cualquier modificación de las disposiciones, definiciones o terminología de esta norma se debe suministrar en las especificaciones del comprador.

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETO

Esta norma cubre la cal viva en forma granulada o molida, así como la cal hidratada empleada en el tratamiento de agua para consumo humano.

1.2 DEFINICIONES

Deben tenerse en cuenta las siguientes definiciones:

1.2.1

cal viva

el producto resultante de la calcinación de la piedra caliza, de las conchas o equivalentes (tal como el sedimento seco de un proceso de reblandecimiento de la caliza en un análisis apropiado). Esencialmente consiste en una asociación natural de óxido de calcio con una cantidad menor de óxido de magnesio.

1.2.2

cal hidratada

polvo finamente dividido resultante de la hidratación de la cal viva con una cantidad suficiente de agua para satisfacer su afinidad química. Es esencialmente hidróxido de calcio o una mezcla de hidróxido de calcio e hidróxido de magnesio, dependiendo del tipo de cal viva empleado en el proceso de apagado.

1.2.3

fabricante, persona, compañía u organización que manufactura, fabrica o produce materiales o productos

1.2.4

comprador, la persona, compañía u organización que compra cualquier material o servicio

1.2.5

vendedor o proveedor

persona, compañía u organización: que suministra materiales o servicios. Un vendedor (proveedor) puede o no ser fabricante.

1.3 CERTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO

El comprador puede solicitar al vendedor un certificado en el cual conste que la cal viva o hidratada suministrada en cumplimiento de la orden de compra, satisface todos los requisitos correspondientes a esta norma.

1.4 CRITERIOS PARA LA COMPRA DE CAL

La cal debe adquirirse de acuerdo con los siguientes criterios:

1.4.1 Cal viva

1.4.1.1 El criterio para la compra de la cal viva debe basarse en la presencia de un 90 % de óxido de calcio disponible en el material suministrado, junto con una escala de bonificación para porcentajes superiores de óxido de calcio disponible y una escala de penalización para porcentajes inferiores. La cal viva debe ser "de apagamiento rápido" y debe apagar satisfactoriamente, desintegrarse fácilmente en una suspensión de material finamente dividido sin que se produzcan cantidades indeseables de material insoluble en agua o sin apagar en el apagador.

1.4.1.2 Las escalas de bonificación y de penalización sobre el precio neto del producto, deben basarse en el contenido disponible de óxido de calcio determinado según los procedimientos establecidos en el numeral 4.2 de esta norma. Dichas escalas son las siguientes:

- 1) Una bonificación de 2 % por cada 1 %, o fracción, de contenido óxido de calcio disponible por encima del 90 %
- 2) Una penalización de 2 % por cada 1 %, o fracción, de deficiencia en el contenido de óxido de calcio disponible con relación al 90 % y hasta el 80 % inclusive.

1.4.1.3 Un "apagado rápido" satisfactorio producirá, por lo general, una elevación de temperatura de 40 °C en 3 min. La reacción de apagamiento se completará en un período no mayor de 10 min cuando la cal se somete a ensayo de acuerdo con los criterios del numeral 4.3 de esta norma.

1.4.1.4 La cal viva de características satisfactorias para el tratamiento del agua, apagará sin producir cantidades indeseables de material insoluble.

1.4.2 Cal hidratada

1.4.2.1 La compra de cal hidratada debe hacerse con base en un 68 % de contenido de óxido de calcio disponible, junto con una escala de bonificación para porcentajes superiores y una escala de penalización para porcentajes inferiores.

1.4.2.2 Las escalas de bonificación y de penalización sobre el precio neto del producto, para el contenido de óxido de calcio disponible son las siguientes:

- 1) Una bonificación de un 2 % por cada 1 %, o fracción, de contenido de óxido de calcio disponible por encima del valor de 68 %.
- 2) Una penalización de 2 % por cada 1 %, o fracción, por deficiencia en el contenido de óxido de calcio disponible con relación al 68 % y hasta un 62 % inclusive.

1.4.2.3 Los compradores pueden definir escalas de bonificación y de penalización diferentes con el propósito de satisfacer condiciones particulares, o, por el contrario, pueden renunciar a la utilización de tales escalas y simplemente solicitar que el contenido de óxido de calcio disponible sea por lo menos igual a la cantidad de referencia, siempre y cuando se haya acordado esto previamente con el vendedor.

1.5 CRITERIOS PARA EL RECHAZO Y REQUISITOS PARA REALIZAR NUEVAMENTE EL ENSAYO

La cal comprada con base en los criterios de esta norma se rechazará en los siguientes casos

1.5.1 Criterios de rechazo de la cal viva

- 1) Un contenido disponible de óxido de calcio inferior al 80 % (requisito químico mínimo).
- 2) Incapacidad de la cal para generar más de 10 °C de incremento de temperatura en un período de 3 min, o su incapacidad para alcanzar la temperatura máxima en 20 min en desarrollo del proceso de apagado de acuerdo con el numeral 4.3.
- 3) La producción de más de un 5 % de material insoluble cuando se ensaya de acuerdo con los criterios del numeral 4.4. (Algunos compradores prefieren cambiar el tamaño del tamiz y el porcentaje aceptable de material insoluble objetable de acuerdo con la operación del apagador particular. Por esta razón, estos límites pueden variar previo acuerdo entre el comprador y el vendedor).
- 4) Exceso de impurezas con relación a las cantidades establecidas en el numeral 2.3.

1.5.2 Cal hidratada

El criterio de rechazo, basado en requisitos químicos mínimos, será un contenido de óxido de calcio disponible inferior al 62 %.

1.5.3 Informe de no conformidad

Si el cargamento de cal viva o hidratada no satisface los requisitos de esta norma, se deberá enviar un aviso de no conformidad por parte del comprador al vendedor dentro de los 15 d calendario después de su recibo en el punto de destino. Los resultados de los ensayos realizados por el comprador son concluyentes a menos que el vendedor notifique al comprador, dentro de 5 d hábiles después de recibido el informe de no conformidad, que desea una nueva realización del ensayo. Una vez recibida la solicitud de un reensayo, el comprador debe enviar al vendedor una de las muestras selladas tomadas de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.1.3.2. En caso de que los resultados obtenidos por el vendedor, en desarrollo del reensayo, no estén de acuerdo con los resultados del ensayo realizado por el comprador, se enviará la otra muestra sellada, sin abrir, para que sea analizada por un laboratorio imparcial elegido previamente por las dos partes. Los resultados de este análisis imparcial deberán ser aceptados como definitivos y serán pagados por el vendedor si el material no satisface los requisitos de esta norma o por el comprador si el material los satisface.

1.5.4 Retiro del material

Si el material no satisface los requisitos de esta norma, el vendedor debe retirar el material del local del comprador a menos que se llegue a un acuerdo entre el vendedor y el comprador.

2. MATERIAL

2.1 REQUISITOS FÍSICOS

El tamaño de la cal se establece con el propósito de satisfacer los requisitos de diferentes tipos de equipo.

2.1.1 Equipo alimentador de material seco

2.1.1.1 Si la cal viva va a ser alimentada mediante una máquina alimentadora de material seco, se deberá triturar y cribar, si es necesario, en las instalaciones del vendedor, de tal modo que no se retenga nada en un tamiz de 19 mm y que no pase más de un 5 % por un tamiz No. 100 (0,150 mm). (La cal blanda puede generar algunos granos finos durante el proceso vigoroso de cribado. Para disminuir esta posibilidad, se usa un tamiz intermedio de 10 mm, que reducirá la carga sobre el tamiz No. 100 (0,150 mm) y en esta forma eliminará parcialmente la acción pulverizadora de las partículas de cal al frotarse entre sí. Si el análisis del tamizado del comprador indica que más del 5 % pasa el tamiz No. 100 (0,150 mm), el comprador puede solicitar que el análisis de cribado se realice en el punto de carga).

2.1.1.2 La cal hidratada debe ser blanca, seca, finamente pulverizada y libre de cúmulos de cualquier material extraño que pudiera interferir con la operación de la máquina alimentadora de material seco. La uniformidad del tamaño de la partícula es una característica importante, la cual podrá ser definida y exigida por el comprador.

NOTA Se puede emplear un tamaño de partícula diferente por acuerdo entre las partes, considerando el sistema de alimentación de la cal.

2.1.2 Equipo neumático

Si la cal viva se va a manipular en un equipo de transporte neumático, se deberá triturar y cribar de tal manera que no se retenga material en un tamiz de 25 mm y que no más de un 5 % pase por un tamiz No. 100 (0,150 mm). Estas operaciones deberán realizarse en la planta del fabricante.

2.1.3 Equipo mecánico

Si la cal viva va a ser manipulada por un equipo de transporte mecánico adecuado, los trozos de cal no deben ser superiores a 51 mm, excepto piezas laminares que pueden alcanzar una longitud de hasta 76 mm.

2.2 REQUISITOS QUÍMICOS MÍNIMOS

2.2.1 Cal viva

La cal viva no ha de tener menos de un 80 % de óxido de calcio disponible (véanse los numerales 1.4 y 1.5). Deberá incrementar la temperatura en una cantidad superior a los 10 °C en 3 min y lograr un aumento de 40 °C con respecto a la temperatura inicial, como mínimo, en 20 min en el proceso de apagado de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.3. La cal viva suministrada bajo los criterios de esta norma debe haber sido quemada recientemente y estar fundamentalmente libre de sólidos de carbonato y residuos silíceos. A menos que exista un acuerdo previo entre el comprador y el vendedor, no más de un 5 % de la cal viva debe ser material insoluble si se consideran los criterios del numeral 4.4.

2.2.2 Cal hidratada

La cal hidratada no debe tener menos de un 62 % de óxido de calcio disponible, el cual es equivalente al 81,9 % de hidróxido de calcio.

2.3 IMPUREZAS

2.3.1 Impurezas generales

La cal viva e hidratada suministrada de acuerdo con los criterios de esta norma no debe contener material soluble o sustancias orgánicas en cantidades capaces de producir efectos nocivos o perjudiciales para la salud de aquellos que van a consumir el agua tratada con estos productos.

2.3.2 Límites específicos de impurezas

Se debe considerar el contenido de Pb, As, Cr, Hg, Se y Cd cuyos valores deben ser declarados por el fabricante en el certificado de calidad. Es importante tener en cuenta la dosificación del producto y la calidad del agua a tratar, en el momento de definir los contenidos máximos aceptables de los metales indicados, de manera que el agua tratada no supere el límite máximo establecido por la legislación para el agua potable.

3. MUESTREO, EMPAQUE, ENVÍO Y ROTULADO

3.1 MUESTREO

Con el propósito de minimizar el contacto con el aire, las muestras deben tomarse tan pronto llegue al punto de destino y deben colocarse inmediatamente en un recipiente hermético y a prueba de humedad.

3.1.1 Tamaño

El tamaño de la muestra debe ser el siguiente:

3.1.1.1 Cuando el material se encuentre a granel en granulado o finamente dividido deberán tomarse como mínimo 22,7 kg aproximadamente de muestra por cada 27,2 toneladas métricas de material.

3.1.1.2 Cuando se trate de una producción entre 22,7 y 45,4 toneladas métricas semanales, deberá tomarse una muestra compuesta de la producción semanal y se deberá guardar en un recipiente hermético. Cuando sea apropiado, se debe extraer una muestra compuesta de la producción diaria.

3.1.1.3 Si el embarque es inferior a 22,7 toneladas métricas semanales, debe obtenerse, de cada embarque para realizar el análisis, una muestra de 14,5 kg.

3.1.2 Método

El método de muestreo será el siguiente:

3.1.2.1 Para el caso de material empacado en sacos y transportado en furgones o camiones, por lo menos el 2 % de los bultos (no menos de 5 sacos) han de ser sometidos al proceso de muestreo. Cada bulto se ha de tomar de posiciones distintas en el furgón o camión. Se debe evitar tomar muestras de los sacos rotos.

3.1.2.2 En el caso de material pulverizado y empacado en sacos, se deberá emplear un tubo muestreador con un diámetro no inferior a 13 mm. El tubo se deberá introducir de lado en el saco de tal manera que tome una fracción de cal de todo el ancho del saco. Preferiblemente se deberán tomar tres muestras de cada saco, espaciadas uniformemente sobre toda la longitud del saco. Preferiblemente se debe tomar la muestra abriendo el saco.

3.1.2.3 Cuando el material vaya a ser despachado a granel la muestra se puede tomar del transportador que alimenta los silos del material a granel, ya sea una muestra simple o compuesta, observando lo establecido en 3.1.1. También se puede tomar del punto de descarga del silo, mientras el material fluye por las bocas de descarga, a intervalos tales que se cumpla con las cantidades de muestra establecidas en 3.1.1.

3.1.2.4 Es claro que en el caso de entregas de material en transportes, la toma de muestras en las diferentes partes no es igualmente factible, razón por la cual el criterio del encargado de tomar la muestra debe primar. Se debe llevar un archivo del método empleado y los puntos elegidos para la realización del muestreo. Es esencial contar con la documentación adecuada sobre el método de muestreo y la localización de la muestra.

3.1.3 Manejo de las muestras **

Las muestras deben seleccionarse y almacenarse para los análisis posteriores de acuerdo con los criterios establecidos en los siguientes numerales:

3.1.3.1 La muestra total debe mezclarse completamente y por lo menos una cantidad de 14,5 kg, representativa de toda la muestra, debe cuartearse. En caso de que se tenga que realizar el ensayo para detectar materia insoluble objetable, se tritura una muestra de 3,6 kg hasta un tamaño de tamiz de 10 mm, se mezcla bien y se divide en cuatro partes. Si no es necesaria la realización del ensayo para detectar partes insolubles objetables, se tritura una de las muestras de 3,6 kg hasta que pueda pasar por un tamiz que tenga un tamaño de malla No. 6, se mezcla bien y se divide en cuatro partes. Se almacenan las cuatro muestras de aproximadamente 0,9 kg y se guardan en recipientes cerrados tal como lo establece el numeral 3.1.3.2.

3.1.3.2 Las cuatro muestras de 0,9 Kg se deben depositar en recipientes de vidrio o plástico herméticos y a prueba de humedad. Una de las muestras está destinada al comprador para su empleo inmediato a fin de realizar la prueba del cargamento. Las otras tres muestras deben guardarse hasta que se conozca si el envío es o no aceptable con base en los resultados del examen de laboratorio. En caso de que sea aceptable y el vendedor acepte los ajustes al precio correspondientes a las bonificaciones o penalizaciones, se pueden descartar. En caso de que el envío no sea satisfactorio, entonces las muestras se deben guardar hasta que todas las

** Las prácticas actuales de los laboratorios implican la existencia de documentación sobre el manejo de todas las muestras desde el momento en que fueron recogidas por primera vez hasta cuando fueron entregadas como evidencia en eventuales procesos legales. Se siguen procedimientos de "Cadena de custodia" para mantener y documentar la supervisión de la posesión de una muestra. Un análisis profundo de los procedimientos de Cadena de custodia se presenta en el Handbook for Sampling and Sample Preservation of Water and Wastewater (EPA-600/4-82-029). Como mínimo, los registros en la Cadena de Custodia deben indicar la localización, fecha y tiempo en la cual fue tomada la muestra, junto con el nombre de la persona que la tomó. Cada vez que la posesión de la muestra se transfiera, tanto la persona que entrega la muestra como la que la recibe deberán firmar y anotar la fecha en la cadena de Custodia.

diferencias entre el comprador y el vendedor se hayan solucionado. Tanto la segunda como la tercera muestras son para uso del vendedor y del laboratorio de referencia si existe cualquier controversia relacionada con el análisis. La cuarta muestra es para el comprador con el objeto de que pueda verificar los análisis llevados a cabo por parte del vendedor y del laboratorio imparcial en caso de que exista alguna controversia relacionada con los análisis. Cada muestra debe rotularse con datos como el nombre del comprador, el número del carro y la fecha de entrega. Cada rótulo debe estar adecuadamente firmado por la persona encargada de realizar el muestreo.

3.1.3.3 Otra muestra de aproximadamente 1,1 kg, debe tomarse de la muestra total y colocarse en un recipiente hermético con el propósito de que sirva para el análisis granulométrico que ha de realizar el comprador.

3.2 EMPAQUE Y ENVÍO

3.2.1 Cal viva

La cal viva, bien sea en forma de guijarros, terrones o molida, se debe enviar en sacos de papel de pared múltiple, o de otro material que proteja el producto y lo aisle de la humedad.

3.2.2 Cal Pulverizada

La cal pulverizada puede enviarse en sacos de papel de pared múltiple, o de otro material que proteja el producto y lo aisle de la humedad.

3.2.3 Cal hidratada

La cal hidratada puede enviarse a granel en carros o camiones o en sacos de paredes múltiples de papel.

3.2.4 Peso neto

El peso neto de todo saco enviado no debe diferir con relación al peso registrado en más de un $\pm 2,0$ %. En caso de que no se cumpla esta condición, la inspección debe basarse en el peso unitario certificado de no menos del 10 % de todos los sacos enviados y seleccionados al azar a partir del envío total.

3.2.5 Certificación del peso*

El comprador puede solicitar que los envíos a granel sean acompañados por certificados de peso o pesajes certificados, o también los pesos pueden ser verificados por el comprador en el propio envío**.

3.3 ROTULADO

3.3.1 Cada envío de material debe considerar medios apropiados de identificación tal como lo exijan las disposiciones locales, estatales o federales. Cada saco debe marcarse en forma legible con el peso del contenido, el nombre del fabricante, la marca comercial, el número de lote y la dirección del fabricante.

* El vendedor debe proteger los bultos mediante una cláusula dentro del contrato con los transportadores que garantice la entrega del embarque en forma intacta.

** El pago solo se debe realizar con base en el peso del material recibido. Para evitar cualquier malentendido, en el momento de hacer el contrato se debe llegar a un acuerdo entre el vendedor y el comprador a este respecto.

3.3.2 Opcional. El rotulado también puede incluir la frase "Garantizado por (nombre del fabricante) de acuerdo con la presente norma".

4. MÉTODOS DE ENSAYO

4.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

El examen de laboratorio, realizado sobre la muestra debe completarse antes de cinco días hábiles después de recibido el pedido.

4.1.1 Análisis del tamizado

La muestra de aproximadamente 1,2 kg tomada para el análisis de Tamiz (véase el numeral 3.1.3.3) no necesita una preparación adicional. El análisis granulométrico debe realizarse cuanto antes después de haber realizado la toma de la muestra.

4.1.2 Cal viva

La muestra de cal viva para el laboratorio debe prepararse a partir de la muestra de 0,9 kg que ha sido colocada aparte para el comprador de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.1.3.2. Se debe proceder de la siguiente manera:

4.1.2.1 Se tritura aproximadamente la mitad de la muestra de 0,9 kg de tal modo que pase por un tamiz No.6 (3,35 mm), empleando un triturador mecánico no metálico, preferiblemente, o empleando un mortero con mano de vidrio. Se mezcla completamente la muestra triturada y se coloca en un recipiente de vidrio hermético a prueba de humedad.

4.1.2.2 Se pulveriza mecánicamente una porción de 50 g de la muestra triturada hasta que pueda pasar por un tamiz No. 100 (0,150 mm). Si no se encuentra disponible el equipo mecánico, puede emplearse un mortero. Se mezcla totalmente y se almacena la muestra pulverizada en un recipiente de vidrio, hermético y a prueba de agua*.

4.1.3 Cal hidratada

La muestra de cal hidratada para el laboratorio debe prepararse a partir de la muestra de 0,9 kg que ha sido separada para el comprador tal como se describió en el numeral 3.1.3.2. Como se establece en el numeral 4.1.2.2, una porción de 50 g de muestra debe pulverizarse mecánicamente de tal modo que pueda pasar por un tamiz US No. 100 ICONTEC (0,150 mm), ser mezclada y almacenada en un recipiente de vidrio hermético y a prueba de humedad.

4.1.4 Muestra compuesta

En el caso de una muestra compuesta, la muestra de ensayo debe ser extraída del contenedor. (Véase el numeral 3.1.1.2).

* Para el almacenamiento de la muestra pulverizada, es conveniente el empleo de una botella de boca ancha de 60 ml, similar a la empleada para las muestras bacteriológicas de agua, preferiblemente si su tapa es de caucho o tiene una tapa de metal con un revestimiento hermético apropiado. No se recomienda el empleo de corcho o de tapas esmeriladas. Los corchos son porosos y las tapas de vidrio esmeriladas frecuentemente se encuentran separados de sus propias botellas y no casan apropiadamente.

4.1.5 Pesaje

Se pesa cada muestra del recipiente de muestra tan rápidamente como sea posible con el propósito de evitar el contacto excesivo con el aire.

4.2 DETERMINACIÓN DEL ÓXIDO DE CALCIO DISPONIBLE EN LA CAL VIVA Y EN LA CAL HIDRATADA

El contenido de óxido de calcio disponible en la cal viva y en la cal hidratada es el elemento que entra en la reacción bajo las condiciones del método rápido del azúcar (Véase el numeral 4.2.2.2). Se han sugerido algunas modificaciones a los procedimientos de ensayo que han sido empleados por diferentes usuarios. El método adoptado en esta norma ha tenido amplia aceptación y dará resultados satisfactorios y reproducibles si se sigue cuidadosamente.

4.2.1 Reactivos

- 1) Solución de ácido clorhídrico 0,1782 N. Se prepara una solución que contenga 15,7 ml HCl (gravedad específica 1,19) por litro. Esta solución resulta ligeramente más concentrada de lo necesario. Se normaliza la solución HCl con 0,85 g de carbonato de sodio puro y seco, empleando metil naranja como indicador. Cuando la solución tome una coloración rosado salmón se indica el punto final de la titulación. Se ajusta la solución bien sea añadiendo agua destilada libre de CO₂ si es demasiado concentrada o mediante la adición de HCl si se encuentra demasiado diluida, de tal manera que únicamente 0,85 g de carbonato de sodio neutralicen 90 ml de la solución patrón de HCl. Un ml de esta solución es equivalente a 1,0 % CaO ó 1,32 % C(OH)₂ cuando se somete a ensayo 0,5 g de la muestra.
- 2) Indicador de fenolftaleína, solución al 4 % Se disuelven 4 g de fenolftaleína seca en 100 ml de etanol al 95 %.
- 3) Agua destilada libre de dióxido de carbono.
- 4) Azúcar de caña.

4.2.2 Procedimiento*

- 1) Se pesa una cantidad de 0,5 g de la muestra pulverizada que pasa por el tamiz 100 y se esparce dentro de un Erlenmeyer de 250 ml que contiene aproximadamente 10 ml de agua destilada libre de CO₂, inmediatamente se tapa con un tapón de caucho sin ejercer presión. (Es particularmente importante tener una pequeña cantidad de agua en el Erlenmeyer antes de adicionar la muestra.

* Adoptado de la NTC 5059:2002, Método de ensayo para el análisis químico de caliza, cal viva y cal hidratada.

Esto es especialmente cierto en el caso de la Cal viva, ya que si el agua se añade encima de una carga seca en el frasco, el material tiende a aglutinarse formando cúmulos difíciles de disolver completamente en la solución azucarada que se emplea más adelante. De otra parte, si la cal se añade a una pequeña cantidad de agua, existen unas condiciones mucho mejores para una dispersión total de las partículas finas produciendo una solución más rápida. En el caso de la cal viva, se presenta probablemente un apagado que facilita la dispersión y la solución.)

- 2) Se retira la tapa y se coloca el Erlenmeyer sobre una superficie caliente, e inmediatamente se añaden 50 ml de agua hirviendo destilada libre de CO₂. Se agita el Erlenmeyer y se hace hervir durante un minuto para que se complete el apagado. Se retira de la superficie caliente, se tapa sin presión el Erlenmeyer, y se coloca en un baño de agua fría para llevarlo a la temperatura ambiente. Se añaden aproximadamente 50 ml de agua destilada libre de CO₂ y luego aproximadamente 15 g - 17 g de azúcar pura de caña. Se tapa el frasco, se agita manualmente y se le permite reposar durante 15 min para que reaccione. El tiempo de reacción no debe ser inferior a 10 min ni superior a 20. Nuevamente se agita a intervalos de 5 min durante la reacción. Se retira la tapa y se añaden 4 ó 5 gotas de indicador de fenoltaleína al 4 %, se lava el tapón y las paredes del Erlenmeyer con agua destilada libre de CO₂, y se titula, en el frasco original con la solución patrón de HCl.
- 3) Si se desea se puede emplear un agitador mecánico durante la titulación. Se coloca una barra agitadora mecánica limpia, de aproximadamente 10 mm x 38 mm dentro del Erlenmeyer y se coloca el frasco sobre el agitador mecánico. Se ajusta para que la agitación se realice lo más rápidamente posible sin que se presenten pérdidas por salpicadura.
- 4) Antes de iniciar la titulación se debe asegurar que la temperatura de la muestra este entre 20 °C y 25 °C. En el proceso de titulación, primero se añade, sin agitar, aproximadamente un 90 % del ácido requerido desde una bureta. Luego se sacude el frasco tan vigorosamente como sea posible y se finaliza la titulación de una forma más cuidadosa, hasta la primera desaparición completa del color rosado. Se anota la lectura y se ignora el restablecimiento del color. Si el operario no está familiarizado con análisis anteriores de cal bajo ensayo y si el contenido de cal disponible varía hacia valores extremos, es una buena práctica realizar un examen preliminar por medio de una titulación lenta para determinar la cantidad apropiada que ha de añadirse sin una primera sacudida del frasco.

4.2.3 Cálculo del CaO

El número de mililitros de la solución de ácido patrón empleada en el paso 4 equivale al porcentaje de óxido de calcio disponible en la muestra.

4.2.4 Para determinar Ca(OH)₂ se sigue el mismo procedimiento que para determinar CaO, excepto que se omite el proceso de ebullición y enfriamiento a que se somete el agua destilada y libre de CO₂.

4.2.5 Cálculo para Ca(OH)₂

El número de mililitros de la solución ácida utilizada en el paso 4 se multiplica por 1,32 y representa el porcentaje de hidróxido de calcio disponible en la muestra.

4.3 ENSAYO PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE APAGADO PARA LA CAL VIVA**

Este ensayo mide la reactividad, una cualidad que tiene el producto en función de la pureza de la cal y del proceso por medio del cual fue fabricada. De acuerdo con el resultado del ensayo la reactividad puede clasificarse de la siguiente manera:

- 1) Cal de alta reactividad. Aquella cuya temperatura se incrementa en 40 °C en máximo 3 min y cuya reacción se completa en 10 min.
- 2) Cal de media reactividad. Aquella cuya temperatura se incrementa lentamente en 40 °C entre 3 min y 6 min y cuya reacción se completa entre 10 min y 20 min.
- 3) Cal de baja reactividad. Aquella que requiere más de 6 min para mostrar un incremento de la temperatura de 40 °C y que requiere más de 20 min para completar la reacción.

4.3.1 Principio

Las muestras de cal viva se apagan bajo condiciones controladas con resultados reproducibles. Sin embargo, debido a que la temperatura puede presentar variaciones en intervalos pequeños de temperatura se recomienda efectuar 3 ensayos consecutivos con cada muestra y debe reportarse el valor promedio de las 3 lecturas.

Las condiciones que deben controlarse son: 1) la velocidad de agitación, 2) la relación agua/cal, 3) la pérdida de calor, 4) el tamaño del vaso de reacción, 5) el tamaño y la forma de varilla de agitación, 6) la posición de la varilla de agitación en el vaso de reacción, 7) el tamaño de partícula de la muestra de cal y 8) la cantidad de cal usada para el ensayo.

4.3.2 Aparatos

- 1) Agitador mecánico con una velocidad de 400 rpm \pm 50 rpm, acoplado con una varilla de agitación en acero inoxidable; puede controlarse la velocidad de agitación con un transformador de alto voltaje o con un reóstato.
- 2) Vaso Dewar, de Pyrex de 665 cm³ de capacidad y con tapas de caucho.
- 3) Soporte para sostener el agitador, provisto de una abrazadera para mantener firmemente el vaso Dewar.
- 4) Termómetro, con un rango de temperatura entre 0 °C y 100 °C con divisiones cada 1 °C
- 5) Tamiz No.6 (3,35 mm) de 200 mm de diámetro con tapa y plato.
- 6) Balanza analítica
- 7) Triturador de mandíbulas o mortero de hierro.
- 8) Cronómetro

** Adoptado de ASTM C110. Physycal testing of Quicklime, Hydrated lime, and limestone.

- 9) Indicador de velocidad o tacómetro.
- 10) Recipiente o cuchara con capacidad adecuada para contener 100 g de muestra.

4.3.3 Ensamble del aparato

Un aparato similar se indica en las Figuras 1 y 2 el cual consta de:

4.3.3.1 Vaso de reacción con tapa acoplada con un termómetro y un agitador mecánico provisto de una varilla de agitación de acero inoxidable terminado en forma circular con el fin de facilitar la completa homogeneización. Debe disponerse de medios apropiados para controlar y medir la velocidad de agitación.

4.3.3.2 El vaso de reacción al vacío debe tener una tapa con dos empaques circulares de caucho de aproximadamente 3 mm de espesor. El primer empaque tiene una sola abertura radial para que esta se deslice sobre la varilla del agitador y del termómetro. La segunda pieza tiene una abertura similar más un orificio provisto para el termómetro de aguja segundo otra abertura similar para colocar el termómetro. Con el propósito de que los dos empaques queden en la posición correcta, la abertura del empaque inferior debe quedar en ángulo recto a la abertura el empaque superior con el vástago del termómetro prolongándose a través de la abertura inferior.

4.3.3.3 Aunque no se muestra en la Figura 2, la abrazadera puede ser usada para sostener firmemente el recipiente de reacción. Se puede emplear cualquier equipo de soporte adecuado pero un soporte con una base grande en forma de C es particularmente estable.

La posición del collar mostrado asegura que la distancia entre la base de la varilla del agitador y la base del recipiente de reacción sea la misma para todos los ensayos.

4.3.3.4 Una cuchara con un tamaño aproximadamente igual al indicado en la Figura 1 que pueda contener 100 g de cal triturada. Debe permitir que la muestra se deslice fácilmente hasta el vaso de reacción.

4.3.4 Procedimiento

- 1) Se enciende el agitador mecánico, ajustando una velocidad de 400 rpm \pm 50 rpm por lo menos durante 5 min.
- 2) Se ajusta la temperatura de aproximadamente 500 cm³ de agua a 25 °C, luego de ésta se toman 400 cm³ y se vierten dentro del vaso Dewar, la temperatura del agua en la botella debe ser de 25 °C \pm 0,5 °C. Se inicia la agitación a 400 rpm \pm 50 rpm.
- 3) Se pesan con la cuchara de pesaje 100 g de muestra obtenida de acuerdo con lo indicado en el numeral 4.1.2.1, se transfiere al vaso de reacción tan rápido como sea posible cuidando de que se deslice suavemente dentro del mismo. Esta operación debe efectuarse en máximo 10 s.
- 4) Se pone en funcionamiento el cronómetro y se colocan los empaques y el termómetro en su lugar.

- 5) Se toma una lectura de la temperatura 30 s después de adicionar la muestra al vaso de reacción y se continúan tomando valores de temperatura cada 30 s durante 5 min. Luego cada minuto durante 10 min o hasta que después de 3 lecturas consecutivas la variación de la temperatura sea menor de 0,5 °C.

Todas las lecturas deben hacerse con aproximación al 0,5 °C. Todas las lecturas se registran.

- 6) Este procedimiento debe efectuarse por triplicado y los valores obtenidos en cada intervalo se promedian.
- 7) El tiempo total de apagado activo se considera como el tiempo en el cual la primera de las tres últimas lecturas fue tomada y la temperatura de este tiempo se considera como la final de reacción. La elevación de temperatura a los 3 min se obtiene restando de la temperatura promedio de los 3 min la temperatura inicial. El incremento total de temperatura se obtiene restando la temperatura inicial de la temperatura final promedio de la reacción.
- 8) Se elabora una gráfica de tiempo contra temperatura de apagado donde la temperatura de apagado corresponde a la ordenada y el tiempo en minutos a la abcisa. Los resultados pueden expresarse como:
- a) Incremento de temperatura, en tres minutos.
 - b) Incremento total de la temperatura.
 - c) Tiempo total de apagado activo.

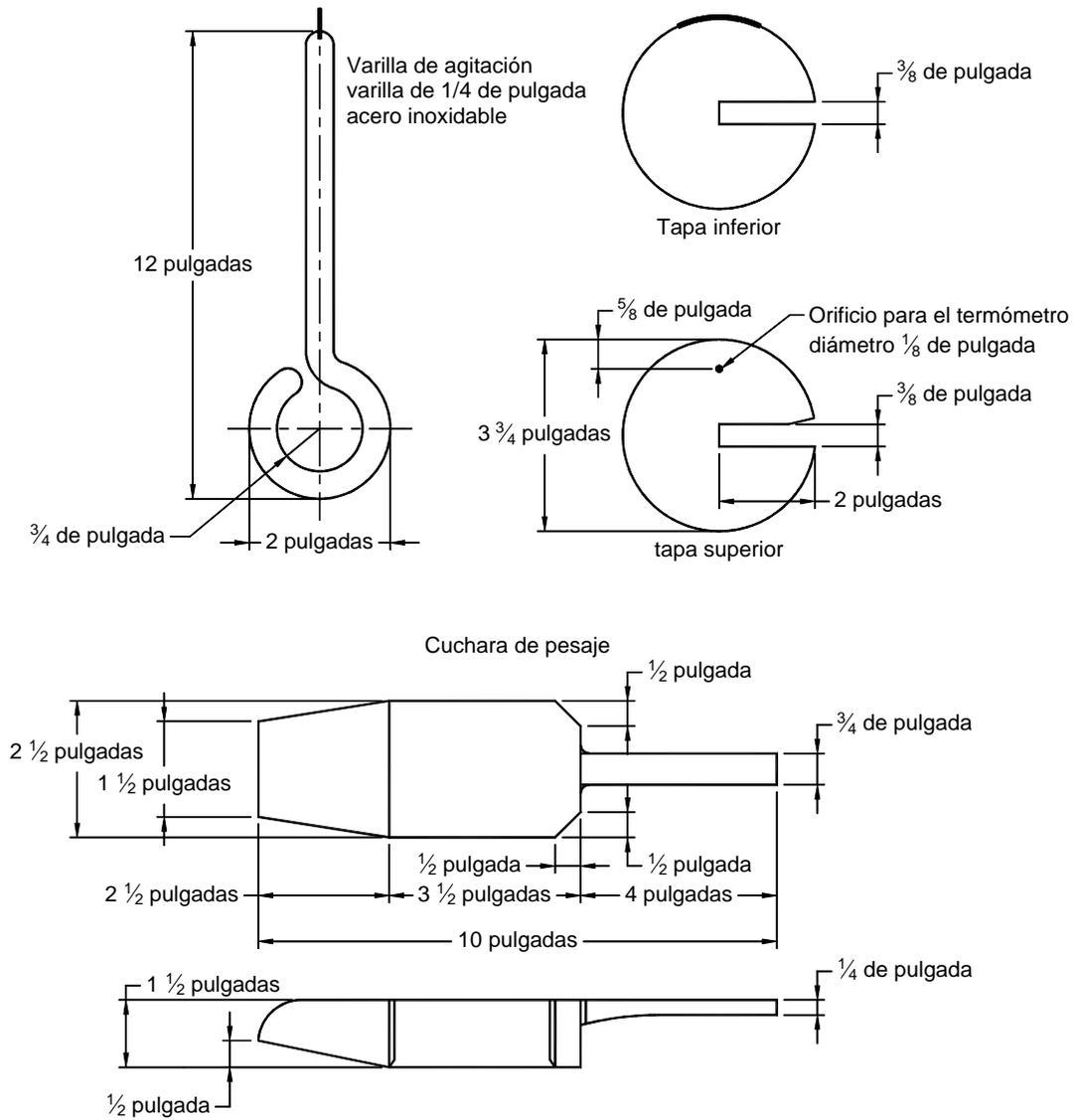


Figura 1. Detalles del equipo para el ensayo de velocidad de apagado

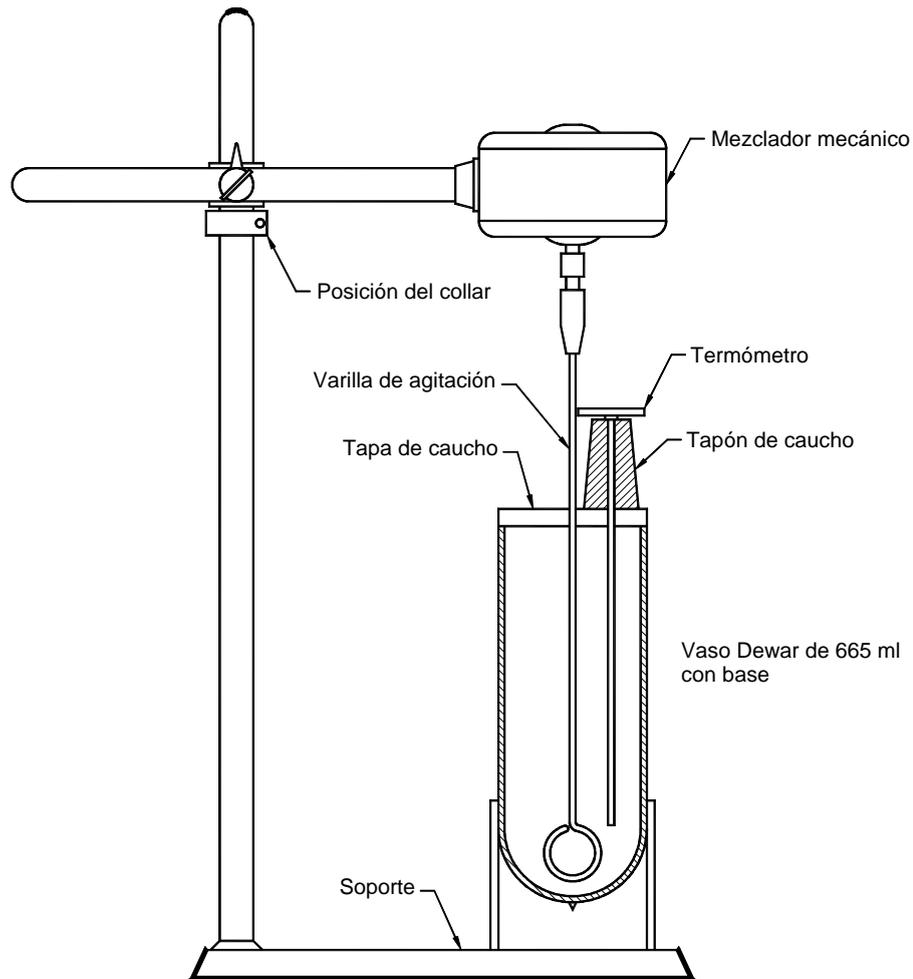


Figura 2. Ensamble del aparato para el ensayo de velocidad de apagado

4.4 DETERMINACIÓN DE LA MATERIA INSOLUBLE OBJETABLE

Principio del método. El propósito del siguiente procedimiento es determinar el material insoluble objetable en la cal viva, como materiales gruesos, arena, piedras y cal apagada, los cuales en gran cantidad podrían sobrecargar el removedor de partículas o necesitar un lavado en exceso del apagador o recipiente de reacción. El procedimiento no determina la cantidad total de material insoluble, debido a que éste podría incluir una cantidad relativamente alta de hidróxido de calcio insoluble en la lechada de cal. No hay una separación marcada en el tamaño de las partículas retenidas en un separador de partículas y el tamaño de las que pasarán a través del separador de partículas y entran en recipiente de reacción. La separación no solo depende del tamaño de partícula, sino también de la gravedad específica, la viscosidad de la lechada, y la velocidad de alimentación de la cal y la agitación. El tamaño del tamiz recomendado para separar la material insoluble, es aquél por el cual pasarían casi todos los insolubles en la lechada cuando sale del separador, pero retendría la mayoría de las partículas más grandes que podrían ser retenidas en el separador.

4.4.1 Aparatos

1. Agitador mecánico de velocidad variable entre 250 rpm - 600 rpm similar al indicado en el numeral 4.3.2.
2. Vaso de acero inoxidable de 600 cm³.
3. Soporte para sostener el agitador el cual debe estar provisto de una abrazadera adecuada para sujetar el vaso firmemente en su lugar.
4. Balanza analítica.
5. Cuchara de pesaje con una capacidad mínima de 125 g.
6. Triturador de mandíbula o mortero y mano.
7. Tamiz No. 30 (0,600 mm) de 76 mm de diámetro con plato.

4.4.2 Procedimiento

Se recomienda efectuar tres ensayos y promediar los resultados.

1. El sistema de agitación es similar al utilizado para el ensayo de velocidad de apagado a excepción del vaso que es de acero inoxidable. Debido a que el tamaño del material empleado es mayor que el empleado en el ensayo de apagado se requiere un material de mayor resistencia al choque. Se ajusta el agitador de modo que la distancia entre la varilla y el fondo del vaso sea 13 mm.
2. Se toman aproximadamente 0,45 kg y se trituran de tal manera que el 100 % pase a través del tamiz de 9,51 mm y sea retenido por un tamiz No. 30 (0,600 mm).

Del producto retenido en el tamiz No.30 se pesan 125 g.

3. El tamiz No. 30 (0,600 mm) se lava y se introduce con la tapa en un horno de secado a 105 °C durante 1 h, se deja enfriar en un desecador se pesa con aproximación al 0,1 g.
4. Se toman 500 cm³ de agua y se ajusta la temperatura a 25 °C se adicionan 375 cm³ de esta agua al vaso de agitación de acero inoxidable y se pone en marcha el aparato a 250 rpm.
5. Se adicionan los 125 g de la muestra triturada al agua en el vaso.
6. En el momento en que la cal empiece a apagarse y se empiecen a desintegrar los terrones se aumenta lentamente la velocidad de agitación hasta 500 rpm - 600 rpm. Cuando la temperatura aumente de 40 °C a 50 °C indica que la muestra se apaga satisfactoriamente. Se continúa la agitación durante 20 min. Se detiene el agitador y se retira el vaso. Si la cal tiende a incrustarse en las paredes del vaso debe removerse con ayuda de una varilla de agitación, sin parar la agitación.

7. Se vierte la cal en pequeñas porciones dentro del tamiz No.30 (0,600 mm) tarado rociando las porciones con agua corriente. Se enjuaga el vaso dentro del tamiz y se lava el residuo con agua corriente. Se remueve el exceso de agua por debajo del tamiz secándolo con una toalla. Se coloca el tamiz dentro del plato y se seca a 105 °C durante 1 h se enfría en desecador y se pesa*.

4.4.3 Cálculo

$$M \frac{A}{125} \times 100$$

en donde

M = materia insoluble objetable.

A = residuo, en gramos.

5. DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. AWWA Standard for Quicklime and Hydrated Lime. ANSI/AWWA B202 - 93.

*

Algunos tipos de cal que se desintegran completamente en el apagado, no lo hacen bien cuando el apagado se realiza en el laboratorio, bajo las condiciones de este ensayo. Las partículas grandes y blandas de cal pueden romperse con ayuda de una brocha de cerda blanda y lavarse a través del tamiz. Las partículas duras no se afectan por este tratamiento. No deben usarse brochas de cerdas de metal para este propósito. Cualquier partícula adherida a la brocha debe lavarse a través del tamiz. En este caso del tamiz de 9,51 mm debe sustituirse por uno de 76,2 mm. En este caso el tamiz y su tapa no deben secarse ni tararse, sencillamente se debe recoger y lavar la cantidad de insolubles previamente descritos, el tamiz y su tapa se secan con papel absorbente. Con ayuda de la brocha de cerda blanda se remueve cualquier partícula que se haya pasado a través del tamiz y se coloca dentro de la tapa. Se transfiere a un disco de porcelana tarado previamente y se pesa.