



DISEÑOS DE HORNOS DE CAL

Pequeños y medianos hornos de petróleo para cal

La cal es un importante material básico usado en una variedad de industrias. Algunas de éstas son construcción, agricultura, química y varias otras industrias manufactureras (para tener mas información sobre este tema ver otras publicaciones de esta serie). Hay dos formas de cal: cal viva y cal hidratada. La cal viva se produce quemando piedras con contenido de carbonato de calcio (piedra caliza, mármol, tiza o conchas de animales marinos) a una temperatura alrededor de 1000°C durante varias horas. En este proceso conocido como "calcinado" o simplemente "quemado", el dióxido de carbono en el carbonato de calcio es eliminado dejándose el óxido de calcio más algunas impurezas.

La cal viva no es estable y es ligeramente peligrosa, por lo cual normalmente es hidratada para hacerla no sólo más estable, sino también más fácil y segura de manejar. La cal hidratada se produce agregando agua a la cal viva en un procedimiento llamado "hidratación" o "apagado", en el que el agua y el óxido de calcio se combinan para formar hidróxido de calcio.

Durante el apagado, los terrones de cal se desintegran en un polvo fino. Si se desea cal de alta calidad, es necesario tamizar y / o clasificarla durante esta etapa. La cal hidratada usualmente está embolsada para su transporte y venta.

Cuando la cal viva es hidratada con una gran cantidad de agua y bien agitada, se forma una suspensión lechosa llamada lechada de cal. Dejando asentar los sólidos y sacando el exceso del agua se obtiene una pasta conocida como masilla de cal.

Los métodos. para quemar la cal van desde 10 tradicional y simple hasta 10 moderno, altamente sofisticado y automático. Los métodos tradicionales no son eficientes y emplean mucha mano de obra, con un producto final no muy parejo que puede consistir en una parte demasiado quemada y otra parte insuficientemente quemada. Las plantas modernas producen mejor calidad de cal.

Los tipos de hornos descritos en este folleto son de tamaño pequeño o mediano, o sea de 6 a 16 toneladas por día. Se trata de combinarlas ventajas de los hornos tradicionales por su fácil construcción y operatividad y a la vez obtener un producto de alta calidad con un mínimo de combustible; es decir, con las ventajas de los hornos grandes y sofisticados.

Practical Action, The Schumacher Centre for Technology and Development, Bourton on Dunsmore, Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ, UK

T +44 (0)1926 634400 | F +44 (0)1926 634401 | E infoserv@practicalaction.org.uk | W www.practicalaction.org



Horno continuo de cal de 6 Tn/día en Bali.

Descripción de los hornos

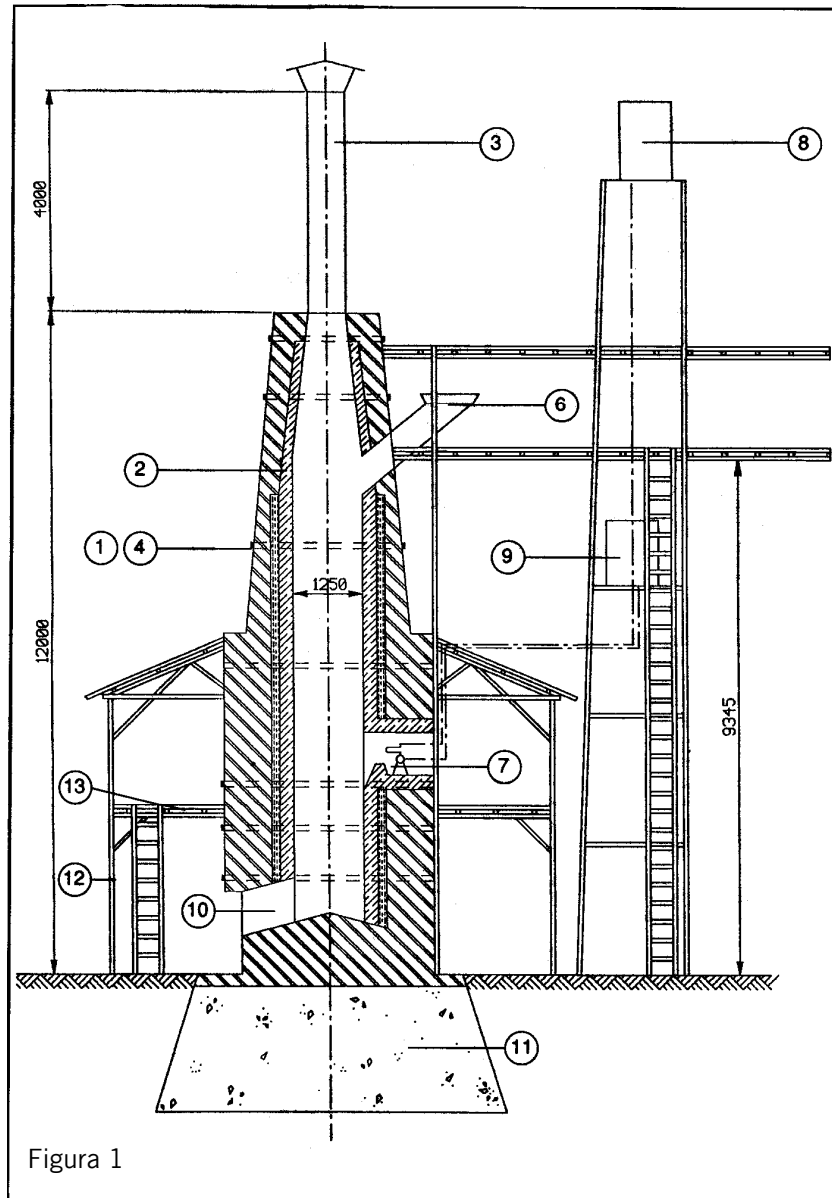
En este folleto se presenta la producción de la cal viva en hornos de eje vertical con combustible de petróleo. En otro folleto de esta serie se darán descripciones de hornos que utilizan leña o carbón de piedra. Los hornos de eje vertical funcionan sobre un principio muy simple: la materia prima se introduce por la parte superior y el producto se retira por la parte inferior, lo que permite al material pasar lentamente a través del horno. El fuego se introduce en el tercio medio de la columna del horno, por lo que el material que entra por la parte superior está precalentado por los gases calientes de escape, luego es quemado a su paso por el horno y finalmente es enfriado en el tercio inferior por el aire que entra. La cal ya quemada se retira a través de las aberturas de descarga en la base de la columna del horno.

El tamaño de la piedra a ser quemada en estos hornos debe ser de 40mm. a 150 mm. La distancia de transporte de la materia prima debe mantenerse al mínimo ya que para producir 1 kg de cal se necesita 1.75 kg de piedra caliza. Los hornos, generalmente, se encuentran cerca de las canteras.

El uso del petróleo como combustible tiene ventajas y

desventajas en comparación con la tradicional leña o carbón de piedra. La ventaja principal reside en que no hay contaminación de la cal con hollín o cenizas. El mejor control de la temperatura del horno y, por consiguiente, el incremento del valor y la calidad de la cal, es otra ventaja. La desventaja es el alto costo de la construcción del horno ya que el diseño es más sofisticado.

En algunos lugares, la leña o el carbón de piedra son más baratos y más disponibles que el petróleo ya que este tiene que importarse. En los países que producen petróleo sería muy práctico, aun cuando la calidad de la cal no sea factor de importancia. Casi cualquier tipo de petróleo es aceptable. En caso de petróleos muy pesados sería necesario precalentarlos a 100°C ó 120°C para bajar su viscosidad. El uso de aceite usado de motor



no es recomendable para la cal de buena calidad y no se puede conseguir en cantidades como para mantener una producción continua.

Ejemplos de hornos de petróleo para cal

A continuación se describen algunos hornos de Indonesia, de 6 a 16 toneladas de capacidad por día. Los números en paréntesis en el texto se refieren a los componentes de los hornos indicados en los gráficos. Nótese que los detalles técnicos fueron tomados de los hornos ya construidos y en operación, y puede ser que no representen el único o el mejor del tipo descrito.

Horno de 6 toneladas diarias (Figura 1)

El cuerpo es de ladrillo reforzado con anillos de metal (1), (4). El espesor de la pared es de 1 metro en la parte inferior y de 0.5 mts. en la parte superior. El interior del horno está revestido con ladrillos refractarios, normalmente de arcilla quemada, y con magnesita en la zona de quemado (2). Detrás del forro refractario de la parte cilíndrica se coloca una hilera de ladrillos refractarios livianos (hechos de diatomita o piedra pomez por ejemplo) para aislamiento. Es recomendable poner una plancha de aluminio detrás de la capa aislante.

Las otras dimensiones del horno están indicadas (en milímetros) en el dibujo. Para obtener suficiente tiro para un horno de ventilación natural se debe poner una chimenea de metal laminado en la parte superior del horno. Se carga el horno por medio de una tolva (6) con tapa que se tiene cerrada para mantener el tiro de aire. Para una producción de 6 toneladas en un día se requiere de 10.5 ton. de piedra caliza, o sea, 438 kg por hora.

El horno está dividido en tres zonas: la de precalentamiento, la de quemado y la de enfriamiento; en la zona de precalentamiento que ocupa los tres últimos metros superiores, la piedra caliza logra una temperatura alrededor de 900°C por efecto de los gases que fluyen de la zona de quemado. La zona de quemado ocupa los siguientes 1.7

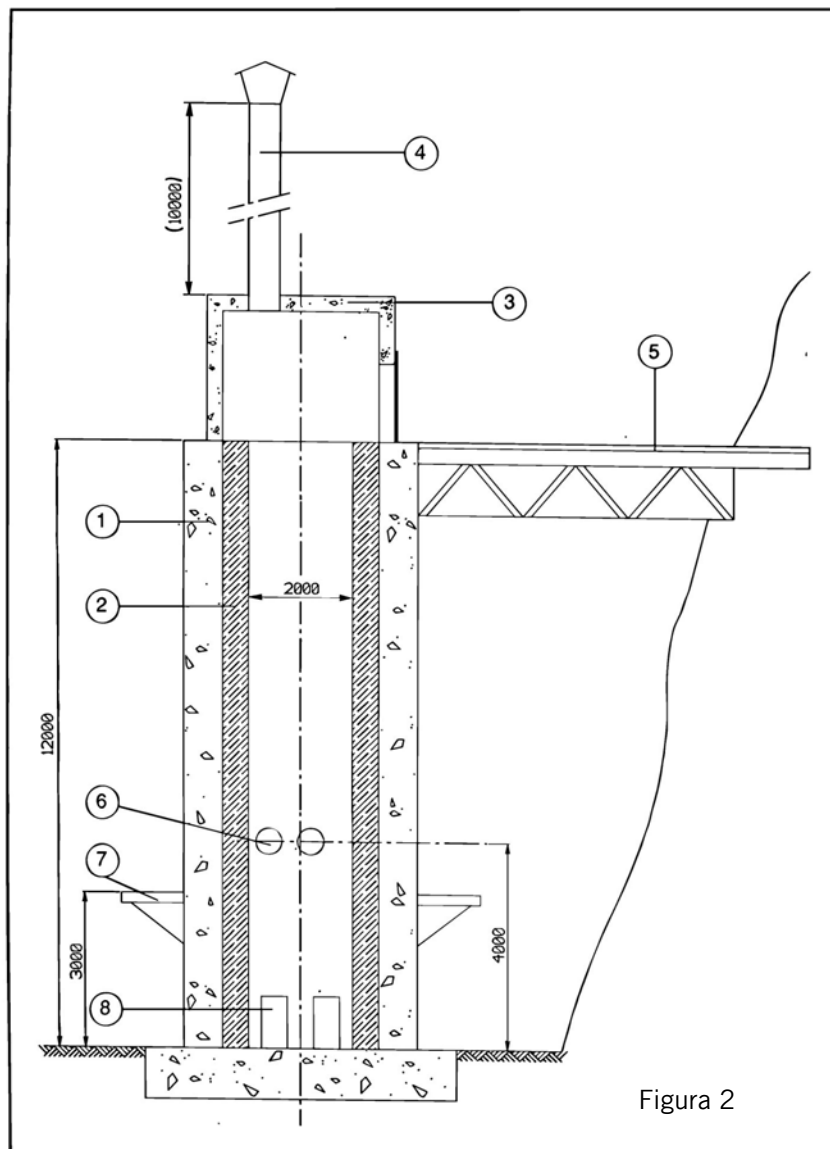


Figura 2

ficha técnica

metros. donde la temperatura alcanza los 1100°C. La velocidad de la piedra caliza en el homo es de unos 0.2 metros. por hora, así que demora de 8 a 9 horas en pasar por la zona de quemado. Los tres quemadores (7) están colocados a 120° uno de otro y utilizan petróleo atomizado con vapor de agua para su operación. El agua y el petróleo se encuentran en los barriles (8) y (9). La parte inferior es la zona de enfriamiento donde la cal se enfría naturalmente antes de sacarla manualmente por 3 canales (10) y después almacenarla temporalmente o llevarla para hidratación.

Alrededor del homo hay una estructura de madera o de metal (12) para el acceso (13). El horno tiene una amplia base de concreto (11). El consumo de energía se estima en 150Kcal/kg. de cal viva o sea, 156 gramos de petróleo por kg. de cal que representa 13kg. de aceite combustible por hora.

Horno de 10 toneladas diarias (Figura 2)

El homo de este ejemplo tiene una sección transversal rectangular de 1 m. x 2 m. y está construido de concreto reforzado (1) con malla de metal. El forro refractario es de 0.5 m. de grueso (2) y una cobertura (3) de concreto se coloca encima del homo.

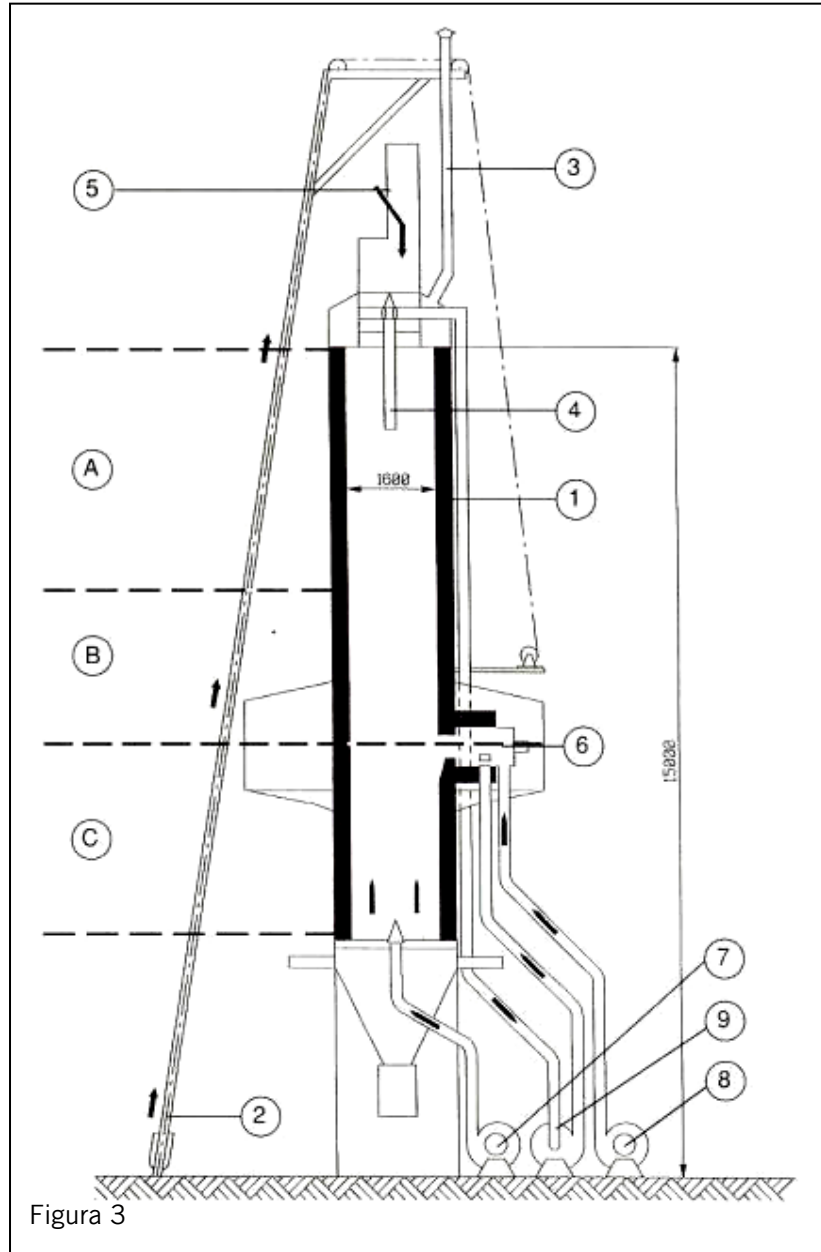
El homo se carga por una puerta en la cobertura por medio de un puente (5). La piedra caliza llega de la cantera por camión. El tiro se logra por una chimenea (4) de 10 m.

de altura y 0.6 m. de diámetro colocado encima de la cobertura. Los quemadores (6) están colocados a 4 m. del nivel de la base del homo. La zona de pre-calentamiento es de 5.5 m., la de quemado es de 2.5 m. y la de enfriamiento es de 4 m.

Hay 4 quemadores (6); dos en cada lado, pero no exactamente opuestos el uno del otro. Nótese la plataforma de inspección de quemado (7) y los 4 canales de descarga (8).

Horno de 16 toneladas diarias (Figura 3)

Está construido de metal laminado en forma cilíndrica (1). Se requiere de energía eléctrica para operar el sistema de tiro forzado y es en realidad un horno de limitada



producción y no es de bajo costo. Se carga por un montacargas utilizando un sistema de poleas (2) y la cantidad de carga está controlada por una célula de carga. El montacargas descarga en una puerta especial (5) que se puede cerrar herméticamente para dejarla abierta en la parte superior. Los gases son expulsados por una chimenea (3). Otra característica de este modelo es el tubo (4) para usar de nuevo los gases calientes en una de las tres cámaras de combustión (6). Las zonas son: 5.5 m. de pre-calentado, 2.5 m. de quemado y 4 m. de enfriado.

Las cámaras de combustión (6) son alimentadas con petróleo, aire y los gases reciclados del tubo (4). El petróleo se vaporiza por el calor en la cámara de combustión sin necesidad de atomizarlo con vapor de agua. Un ventilador (8) suministra aire a la cámara de combustión y otro (9) introduce los gases reciclados del tubo (4) a la cámara de combustión, mientras que un tercero (7) provee el aire de enfriamiento. Controlando la cantidad del aire para el enfriado y el reciclado del gas, se consigue un buen control de la temperatura.

Este modelo es muy eficiente en términos de uso de energía ya que consume sólo 1100 Kcal/kg de cal viva.

Referencias y lectura adicional

- *Producción de Cal a Pequeña Escala para Construcción* John Spiropoulos, GATE/GTZ, 1985
- *Alternativas al Cemento Portland* Ficha Técnica, Practical Action

Practical Action
The Schumacher Centre for Technology and Development
Bourton-on-Dunsmore
Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ
Reino Unido
E-mail: inforsew@practicalaction.org.uk
Website: <http://practicalaction.org/practicalanswers/>

Soluciones Prácticas
Apartado Postal 18-0620
Lima 18
Perú
Teléfonos: (511) 447-5127,
444-7055, 446-7324
E-mail: info@solucionespracticas.org.pe
Website: www.solucionespracticas.org

Soluciones Prácticas es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y difusión de tecnologías apropiadas.

No ponemos en primer lugar a la tecnología, sino a las personas. Las herramientas pueden ser simples o sofisticadas, pero proveen respuestas apropiadas, prácticas y de largo plazo; deben estar firmemente bajo el control de las poblaciones locales; son ellas quienes les dan forma y las utilizan para su propio beneficio.

Febrero 1994