



Diseño y construcción de un prototipo horno tiro invertido para la cocción de ladrillo en el municipio de san juan de pasto.

Mario Fernando Betancourt Martínez, Fabio Emanuel Burbano Pantoja.
Corporación Universitaria Autónoma de Nariño
Pasto Nariño
mariofernand11@hotmail.com, eburbano66@gmail.com

Absatract – La implementación del horno de tiro invertido, están enfocados directamente al mejoramiento de las condiciones: ambientales, de salubridad, laborales y económicas de los pequeños productores de ladrillo del municipio de San Juan de Pasto. En la actualidad, en el municipio de Pasto existen alrededor de 125 hornos tipo árabe, donde su mayor acumulación de hornos es en el corregimiento de jongovito que cuenta con un 80% de estos, los inconvenientes detectados en el proceso de cocción que actualmente manejan los productores de ladrillo, entre otros, son: la utilización excesiva e innecesaria de combustibles, bien sea, madera, cisco de café o aserrín, por una pobre adición de oxígeno al proceso de combustión; pérdidas de calor por las paredes y la parte superior del horno, emisión excesiva de gases a altas temperaturas al ambiente, lo que afecta drásticamente al medio ambiente

I. INTRODUCCIÓN.

En el mundo como en Colombia y especialmente en el departamento de Nariño la contaminación atmosférica al igual que la deforestación es una de las principales problemáticas medioambientales que en la actualidad está generando un impacto ambiental visible. La ingeniería mecánica, desarrolla conocimientos para aprovechar de

manera útil los sistemas de conversión energética. Una de las áreas de mayor utilización de recursos energéticos como el carbón, el gas natural, leña y otros en la fabricación de ladrillos artesanal. Los proyectos de vivienda de cualquier índole, desde las de casas individuales, hasta los conjuntos residenciales de Amplios edificios, tienen en la actualidad como unidad estructural este tipo de Elementos, por sus evidentes ventajas de peso ligero, capacidad aislante térmica y acústica, entre otros.

Con este proyecto de prototipo de horno de tiro invertido se pretende dar una solución detallada, que permita evidenciar El alcance de las mejoras pretendidas. La solución muestra aspectos técnicos y económicos, que sirven de base en la toma de la decisión final para cambiar la tecnología del actual horno por una más rentable que sea fácil de operar y el consumo de combustible sea mucho menor, así mismo dando lugar a una reducción de contaminantes visible para nuestro departamento.

II. OBJETIVOS

. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo de horno tiro invertido para la cocción de ladrillo, disminuyendo la emisión de gases y menor



consumo de combustible en el municipio de san juan de pasto.

. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Realizar la revisión del Estado del arte de los hornos de tiro invertido existentes.
- ✓ Establecer las restricciones del sistema a desarrollar para definir los criterios de diseño a aplicar.
- ✓ Construir el prototipo de horno tiro invertido para la cocción de ladrillo a través de los estudios ya realizados.
- ✓ Realizar pruebas de funcionamiento correspondientes para constatar los objetivos establecidos al inicio del proyecto.
- ✓ Realizar un manual de operación para el personal encargado del horno.

III. METODOLOGIA

El proyecto se desarrolla a partir de la metodología del diseño de máquinas, donde se inicia los procesos con la identificación del usuario, seguidas por el diseño conceptual de la máquina, teniendo en cuenta el análisis del ciclo de vida. Se procede al diseño del detalle, donde se consideran aspectos funcionales y se realizan la simulación de la máquina. Finalmente, se realiza la construcción de la maquina donde se realizan pruebas de funcionamiento y el análisis de resultados obtenidos.

IV. REFERENTES TEÓRICOS

Los hornos se construyen básicamente con ladrillos de arcilla (ladrillo no quemado) o de ladrillos refractarios (ladrillos quemados en horno). Los primeros son más baratos y se

utilizan cuando las construcciones son temporales o para usar en el sistema de sellado que debe ser montado y desmontado con cada quema que se realice. Para hornos permanentes, el material base del cuerpo del horno es ladrillo rojo refractario y los sellos y recubrimientos exteriores podrían ser de ladrillo de arcilla para abaratar la construcción. Para el ingeniero es de sumo interés el valor de la conductividad térmica K de los materiales usados como aislamiento. Para el caso de ladrillo rojo refractario del tipo 2 huecos y sección transversal de 20×9 cm, el valor de K es de $0,7 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$. Para el caso de ladrillo de arcilla el valor de K es de $1,14 \text{ w/m-}^\circ\text{C}$.

a. Hornos utilizados en la producción ladrillera

. Artesanal.

Ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales, el amasado o moldeado es hecho a mano. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad.

. Semi-Industrial.

Es el ladrillo fabricado con procedimientos manuales, donde el proceso de moldeado se realiza con maquinaria elemental, como es el caso de una extrusora que trabaja a baja presión para elaborar la pasta de arcilla. El ladrillo semi-industrial se caracteriza por presentar una superficie lisa.

. Industrial

Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea, prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad.

b. Clasificación de hornos

. Hornos intermitentes

Son hornos de cámaras individuales o en batería, en los que los productos, la

instalación de la cocción y la de enfriamiento quedan en posición fija durante la totalidad del ciclo. El esquema de este ciclo es:

1. Entrada de los productos
2. Precalentamiento
3. Cocción de los productos
4. Enfriamiento de los productos
5. Salida de los productos

Los tiempos de cada una de estas operaciones no son idénticos y difieren considerablemente según el producto a cocer y la naturaleza del proceso.

. Hornos semi-continuos

Se entiende con esta denominación un horno semejante al continuo en cuanto a la carga del producto, sobre vagones y el recorrido de éstos en galería (túnel), pero que se diferencian del continuo porque todos los vagones cargados en 1 turno o 2 turnos de trabajo deben ser introducidos completamente en la galería, sin almacenamiento de reserva

. Hornos continuos

Hornos Continuos Los hornos continuos aparecieron como una solución más rentable en la fabricación de productos cerámicos. El funcionamiento continuo de los hornos se caracteriza por el desarrollo ininterrumpido de la cocción y la posibilidad de efectuar las diferentes etapas sin variar el ritmo de la producción.

Fuente: programa de eficiencia energética en ladrilleras de américa latin

V. RESULTADOS

Con el modelo de horno de tiro invertido, se logra subsanar en gran medida todos los inconvenientes mencionados anteriormente, que revisados de manera puntual se podrían resumir en, reducción hasta en un 40% del insumo de combustible, debido a que se cuenta con un sistema de adición de aire por medio de un ventilador tipo (*blower*) que distribuye uniformemente el aire a cada una de las cámaras de combustión, logrando una mezcla de aire-combustible que optimiza el proceso, utilizando solamente la cantidad necesaria. También se hace el Aprovechamiento de los gases calientes de combustión que recirculan dentro del horno para llevarlos a una etapa donde se los utiliza para el calentamiento de aire a través un intercambiador de calor.

Figura 1. Boceto

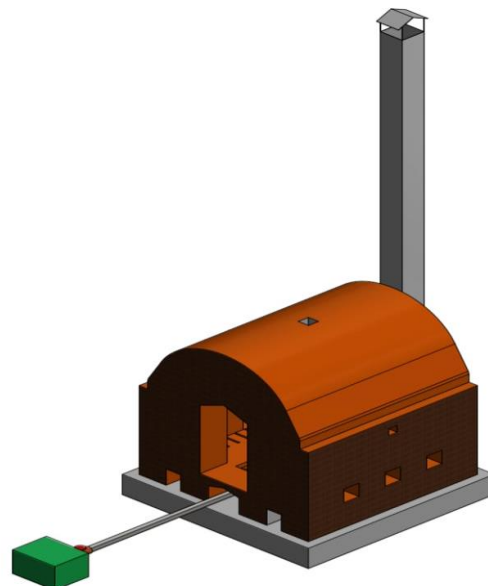


Tabla 1. Criterios hornos bóveda

Criterios	Horno de Fuego Dormido	Horno Pampa	Horno Bajil	Horno Calmena	Horno Vagón	Horno Rápido Intermitente	Horno Hoffman	Horno Bullfinch y Ellis (BTK)	Horno Hoffman de Back	Horno Hoffman Alstair	Horno Tunnel	Horno de Cámara Multiple	Horno Vertical VSEK	Horno MK
Capacidad de Horno	Regular	Alta	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Tipo de Horno	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Semi Continuo	Semi Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo
Tipo de combustible	Variable	Variable	Variable	Variable	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo
Permite cambiar el tipo de combustible	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
Homogeneidad de temperatura	Regular	Regular	Regular	Medio	Medio	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Energía por Kg de Ladrillo	Alta	Alta	Alta	Medio	Medio	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Permite recuperar calor para el secado de ladrillos, para producir otros	No	No	No	No	No	Si	Si	No	No	No	Si	Si	No	Si
	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si	Si	No	Si

Fuente: autores del proyecto (horno de tiro invertido).

Su forma en tipo de bóveda, obliga a que los gases circulen internamente y se tenga una

carga térmica homogénea. Esto garantiza la



cocción uniforme de los ladrillos, además, la emisión de gases al exterior se reduce alrededor de un 60%. Ya que Los gases residuales serán aprovechados al máximo en este sistema y luego serán expulsados al ambiente, cumpliendo con los requerimientos ambientales y de salubridad.

El nuevo horno nos va a permitir medir variables como la temperatura a través de termocuplas que estarán en diferentes puntos del horno, el caudal de aire fundamental en la mezcla aire combustible para controlar eficientemente el proceso de cocción total en el horno. Con las pruebas de funcionamiento se pretende demostrar la mejora en la nueva tecnología adoptada de horno de tiro invertido comparada con la usada por la comunidad; así mismo desarrollar unos manuales del uso del horno con todas las variables que intervienen y las etapas, garantizando procesos más eficientes.

Figura 1. Horno de tiro invertido

Fuente: autores del proyecto (horno de tiro invertido)

Tabla 2. Etapas del proceso

<i>Pre calentamiento</i>	Etapa donde se elimina el agua unida a la arcilla de manera física; requiere poco aire y poco combustible. Las temperaturas en esta etapa están entre los 0 y 200°C
<i>Calentamiento.</i>	Etapa donde se elimina el agua ligada químicamente a la arcilla; requiere aumento en las dos cantidades de aire y combustible. Las temperaturas en esta etapa se incrementan desde los 200°C hasta los 700°C.
<i>Cocción.</i>	Etapa donde se realiza el proceso de cocimiento previamente calentado donde el ladrillo coge sus mejores propiedades; requiere el mayor aumento en las cantidades de aire y combustible. Las temperaturas en esta etapa se incrementan hasta los 1000°C, se mantiene por una hora para homogenizar la temperatura.
<i>Sellado del horno</i>	. Se tapan todas las bocas de entrada y salida como chimenea, aire, combustible, mirillas, tapas superiores de la bóveda.
<i>Enfriamiento lento</i>	Se abren las tapas superiores de la bóveda, la idea de esta etapa es que la temperatura baje de 1000 °C hasta los 500 °C en un tiempo de 60 horas. Para evitar agrietamientos de los ladrillos porque ya el agua no existe para que cohesione la arcilla.
<i>Enfriamiento rápido</i>	Se abren todas las tapas incluido la puerta de cargue y descargue, bajamos rápidamente de 500°C hasta los 50°C.

Fuente: autores del Proyecto.

VI. CONCLUSIÓN.

- Se desarrollaron los objetivos propuestos. Donde se cumple un diseño de horno especialmente apropiado para el problema planteado.
- Aprovechamiento de la eficiencia energética al utilizar energías térmicas que en los hornos tradicionales se pierden y acá se reutilizan.
- Con la nueva capacidad productiva, podrían mejorarse los ingresos de manera sustancial, si se fabrican ladrillos de diferentes tipos en menor



tiempo los cuales dejan mayores ganancias.

VII. RECOMENDACIONES

Requisitos previos antes de comenzar la cocción del ladrillo.

Suministro de corriente 110V

Los ductos de humo de escape estén descubiertos.

Que este cargado correctamente

La cantidad de ladrillo a cocinar sea la adecuada.

La puerta del horno este completamente sellada

la cantidad de combustible sea la adecuada para toda la cocción

tener los implementos de seguridad adecuados

Examen de las partes internas de la maquina

Asegurase de que las conexiones a tierra sean las correctas

Examine la tornillería de la maquina

Examine si todas las conexiones son correctas

Examine y asegure de que la fase de posesión de entrada es correcta

Examine si ningún material se encuentra en malas condiciones.

Examine si en ventilador funciona correctamente.

Asegúrese de tener a la mano un tipo de apaga incendios.

Examine la soldadura del intercambiador de calor

Examine si la llave de paso de aire está en buenas condiciones.

Examine que la corriente requerida sea la indicada.

Examine si no tiene ningún cable desconectado o dañado.

Poner en funcionamiento la máquina.

VIII. REFERENCIAS

[1]. VEGA Anderson, DIAZ yulian. Aprovechamiento de los gases generados por el horno Hoffman para mejorar la zona de secado en la ladrillera. Ocaña. tesis de grado. Universidad francisco de paula Santander Ocaña. Ingeniería mecánica, 2014. P 25.

[2]. TOCTAQUIZA NARANJO, Olga Isabel. Optimización del Proceso de Cocción en la Producción de Ladrillos de Cerámica Roja en el Cantón Chambo. Trabajo de grado. Ingeniería química. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de ciencias, 2008. P 48.

[3]. ROJAS, L. Oportunidades y amenazas de los biocombustibles en Colombia. (Tesis de grado). Pontificia universidad javeriana. Bogotá. Facultad de estudios ambientales y rurales maestría en gestión ambiental, 2011. P 98.



PROHIBIDA SU COPIA



PROHIBIDA SU COPIA