



CONTRATO No. O-0441-06
CONVENIO No.001/06 – OEI - ARTESANÍAS DE COLOMBIA S. A.
A.C. BK – 006024

Informe Final Proyecto

“Transferencia tecnológica en el proceso de cocción de alfarería artesanal en la Vereda El Chipuelo Oriente, Municipio El Guamo - Tolima por medio del diseño y construcción de un (1) horno piloto a gas combustible”.

Este documento hace parte del proyecto:
Aplicación de planes de innovación y desarrollo tecnológico en las unidades productivas indígenas, rurales y urbanas del país, que desempeñan los oficios de la cerámica, la alfarería, la cestería y la madera P. G. N.
2006

Presentado por:
Javier Enrique Guerreo Granados
Ingeniero Electromecánico

Bogotá D. C., mayo 31 de 2007.

Créditos Institucionales

Paola Andrea Muñoz Jurado
Gerente General

José Fernando Iragorri López
Subgerente de Desarrollo

María Gabriela Corradine Mora
Coordinadora del Proyecto

Javier Enrique Guerrero Granados
Asesor y Contratista

Tabla de contenido

	Página
Introducción	4
1. Localización geográfica	5
2. Antecedentes	6
3. Objetivo general	8
4. Objetivos específicos	8
5. Metodología	9
6. Actividades ejecutadas	10
7. Logros	16
8. Limitaciones y dificultades	17
9. Conclusiones y recomendaciones	18
10. Bibliografía	19
Anexos	20

Introducción

En el desarrollo del proyecto “Aplicación de planes de innovación y desarrollo tecnológico en las unidades productivas indígenas, rurales y urbanas del país, que desempeñan los oficios de la cerámica, la alfarería, la cestería y la madera P. G. N.” se incluyó a la comunidad ceramista de El Chipuelo Oriente, en el municipio de El Guamo, departamento del Tolima, para cuya atención se formuló el proyecto **“Transferencia tecnológica en el proceso de cocción de alfarería artesanal en la Vereda El Chipuelo Oriente, Municipio El Guamo - Tolima por medio del diseño y construcción de un (1) horno piloto a gas combustible”**.

Para su ejecución, a través del convenio No. O-001/06 suscrito entre la Organización de Estados Iberoamericanos - OEI y Artesanías de Colombia S. A. se realizaron visitas de verificación y concertación con la comunidad ceramista, se acordó el sitio para la construcción del horno, se suscribió acta de compromiso por parte de la comunidad y se gestionó con el municipio del Guamo el aporte de recursos para complementar la inversión hecha, destinada a la construcción de cubierta para el horno, una vez este estuviera construido y a la adquisición de algunos de los equipos necesarios para su funcionamiento.

Para la realización de las quemas de prueba, se gestionó un contrato de comodato entre la empresa Gas País y la comunidad El Chipuelo Oriente para la destinación de dos tanques de gas.

Se realizó una quema de prueba inicial que determinó la adecuación del horno y ajustes técnicos. Se efectuaron dos quemas posteriores sobre el horno reformado que permitieron comprobar el éxito de su funcionamiento y la satisfacción de la comunidad sobre los resultados alcanzados.

Con esta implementación tecnológica en el Municipio de El Guamo, se pretende contribuir a fortalecer el eslabón de la producción de la Cadena de la alfarería artesanal de la Chamba, mejorar la eficiencia en su eslabón de producción, específicamente en la cocción de la loza.

1. Localización geográfica

El proyecto se ejecutó en la Vereda El Chipuelo Oriente, Municipio de El Guamo, Departamento del Tolima, correspondiente a la Región Centro Oriente de la República de Colombia, ubicado a 4 horas por vía terrestre desde Bogotá D. C.



2. Antecedentes

A través de los años, la fabricación de alfarería y cerámica utilitaria y decorativa ha sido heredada y transmitida de generación en generación; en el caso de los alfareros de el Guamo - Tolima, que producen la loza roja y negra, se han conformado con un nivel de producción y una calidad de vida muy baja, que en muchos casos se refleja en la pobreza en que viven, que a muchos ha impedido brindar educación a sus hijos, encerrándose en un círculo vicioso que les impide pensar en invertir para mejorar, incluyendo sus procesos de producción en aras de hacer mas rentable su oficio.

Alfarería roja y negra tradicional de herencia indígena Pijao hecha por mujeres con técnica de moldeado en rollitos a presión. La cocción se hace en hornos cónicos de bahareque, utilizando leña como combustible con gran impacto por la deforestación de los bosques aledaños, inhalación de humos, exposición a altas temperaturas, quemaduras, falta de calidad en las piezas y daños en la cocción.

Uno de los cuellos de botella que se han identificado como de mayor impacto en esta cadena productiva es el horneado o quema de la loza, la cual a la fecha en la mayor parte de los talleres se viene realizando con hornos artesanales, cónicos, fabricados en bahareque, cuya combustión se hace con leña.

Este sistema tradicional de cocción es altamente ineficiente por varias situaciones:

- a. Elevada pérdida de calor del horno que incide en el calentamiento global, en el incremento de la necesidad de combustible y en la imposibilidad de elevar temperatura en el interior del horno.
- b. Supeditación de la quema al estado del clima.
- c. Utilización de leña como principal combustible con un elevado impacto ambiental negativo.
- d. Alimentación continua de combustible a cargo de dos personas a lo largo de la quema de loza con exposición permanente al calor.
- e. Difícil maniobrabilidad del proceso.
- f. Imposibilidad de controlar la temperatura y manejar curvas de temperatura para una adecuada cocción.

- g. Afectación de la salud de los responsables de la horneada por exposición a elevadas temperaturas: pulmones, ojos y cuerpo en general.
- h. Dedicación permanente de dos personas como mínimo para la realización de una quema.
- i. Dificultad en llegar a las temperaturas de cocción adecuada de la cerámica, que garantice calidad y disminución en el nivel de pérdida de producción durante la quema.
- j. Impactos ambientales por emisión de CO y CO₂ a la atmósfera.
- k. Imposibilidad de pensar en la experimentación para la aplicación de otras técnicas alfareras o cerámicas.

El proyecto pretendió mostrar a los Artesanos y a la Organización existente en El Chipuelo, que entidades como Artesanías de Colombia S.A. se interesan por contribuir a su mejoramiento técnico con incidencia en lo económico; que es posible la fabricación de productos de alfarería roja y negra sin ocasionar daños considerables al medio ambiente tanto por tala como por contaminación del aire por emisiones de gases de efecto invernadero; que la salud de los artesanos puede verse protegida mediante el uso de sistemas adecuados; que la calidad de la loza y sus características técnicas y estéticas se pueden preservar y mejorar con el manejo de temperaturas y tiempo controlados.

También se demuestra que es un proyecto que no necesita gran inversión si se maneja como un servicio a la comunidad, con un reglamento apropiado de manejo y uso, que a través de una buena administración y manejo de ingresos por las ventas de sus productos mejorados y un aporte moderado por familia o taller, pueden realizarse las construcciones de los hornos necesarios para obtener buenos resultados en calidad, capacidad de producción, con gran valor agregado y bajos costos de operación.

Por tratarse de una comunidad alfarera con una población extendida en el territorio, se planteó beneficiar con el proyecto a por lo menos 50 beneficiarios directos, artesanos de El Chipuelo, principalmente hombres, quienes tradicionalmente han tenido a su cargo la realización de la cocción de la loza de alfarería artesanal. Como beneficiarios indirectos se calculan 200 artesanos que trabajan otros talleres con sus respectivas familias, que pueden acceder al servicio de cocción de gas y aprender a usar los hornos de cerámica a gas combustible.

3. Objetivo general

El objetivo del proyecto en el cual se enmarcó el contrato O-0441-06 es el de “Mejorar la eficiencia de la cadena productiva de alfarería artesanal en su eslabón de producción”

El objeto del servicio contratado fue la Construcción e implementación de un (1) horno piloto a gas combustible, realización de prueba técnica y asesoría para su funcionamiento, en la Vereda El Chipuelo Oriente, Municipio de El Guamo, Departamento del Tolima, según proyecto y planos técnicos aprobados por Artesanías de Colombia, conducente a mejorar la eficiencia de la cadena productiva de alfarería artesanal en su eslabón de producción, específicamente en el quemado de la loza.

4. Objetivos específicos

- a. Construcción de un horno piloto de llama invertida a gas combustible de 2 compartimientos para entrar material de alfarería de 4,5 m³ en ladrillo común y concreto, con recubrimiento de ladrillo refractario, dotado con 2 puertas para cargue y descargue de piezas y 4 aberturas para los quemadores, con 2 quemadores atmosféricos, con una eficiencia térmica, retención de calor y ahorro de combustible para 900 °C para una capacidad de 6 canecas en cada cámara.
- b. Asesorar técnicamente a 50 artesanos para el uso y puesta en marcha del horno piloto que se va a construir.
- c. Elaborar y entregar un manual de funcionamiento y mantenimiento del horno.

5. Metodología

La metodología seguida fue:

- a. Reconocimiento presencial del proceso productivo que incluyó examinar y verificar condiciones de los hornos tradicionales existentes.
- b. Verificación y manejo de temperaturas de cocción para tenerlas como referente para adecuar una curva de contracción para valorar los aspectos físicos de las arcillas que se usan en la fabricación de estos productos de alfarería de la Vereda El Chipuelo.
- c. Contacto con la comunidad y con los profesionales de Artesanías de Colombia, para presentar la propuesta de transferencia tecnológica con sus ventajas.
- d. Gestiones con la Alcaldía y Empresas de Gas.
- e. Construcción y demostración de uso y manejo del equipo. Todos los materiales utilizados son de fácil consecución para la construcción de los hornos cerámicos.
- f. Se utilizaron quemadores atmosféricos de tipo venturi de 2” de diámetro nominal.
- g. Correcciones técnicas en caso de requerirse, con base en la realización de las pruebas de quema.

6. Actividades ejecutadas

Para la ejecución del proyecto se efectuaron las siguientes actividades:

a. Visita de reconocimiento a la comunidad y de concertación para presentar el proyecto con sus ventajas.

Previa a la construcción del horno piloto, se realizaron visitas de concertación con las comunidades de artesanos de El Colegio y la Chamba, sin que se obtuviera respuesta positiva ni se observara verdadero interés y compromiso por parte de los representantes de la comunidad para el caso de La Chamba, y para el caso de El Colegio, las prioridades de la comunidad están centradas en la consecución de mercado y no hay organización de base que se comprometa, cohesiones y motive a la comunidad de artesanos.

Se realizó una tercera visita a la comunidad de El Chipuelo Oriente, la cual contó con la presencia de quince artesanos, entre los cuales se destacan dos líderes importantes: Simeón Góngora y Camilo Calderón. Asistió así mismo la Concejal del Municipio del Guamo Sra. Rosmery Tapiero quien demostró interés por el tema y motivó a la comunidad para apropiarse la tecnología que le puede significar mejoras en la producción.

Resultante de esta reunión, la comunidad suscribió un Acta de Compromiso, firmada por 34 artesanos entre los que se destacaba el representante de la organización Pre-cooperativa existente en esta vereda. El Acta fue enviada a Artesanías de Colombia S.A., con base en la cual se tomó la determinación de implementar el horno piloto en esta comunidad.



Fotos 1 y 2 – Reunión Escuela Vereda El Chipuelo Oriente – Municipio El Guamo – Javier E. Guerrero.

b. En nueva visita a la comunidad se recorrieron varios sitios propuestos como alternativa para la construcción del horno piloto. Finalmente se concretó como sitio definitivo para el horno, un lote de propiedad del Señor Camilo Calderón Vásquez, quien vive en el terreno aledaño.

La selección se hizo por las siguientes ventajas tales como: cercanía a la vía principal lo cual proporciona facilidad de acceso y visualización por parte de la comunidad; vigilancia del Horno y de sus equipos, seguridad en cuanto a la ubicación de los tanques de gas por el aislamiento con respecto a otras viviendas; localización céntrica en la vereda; no ocasiona cobro por arrendamiento, y garantiza el acceso libre para el uso del horno piloto.

El propietario del terreno envió a Artesanías de Colombia una carta de compromiso acatando los requerimientos solicitados por la entidad en beneficio de la comunidad de artesanos beneficiarios.



Fotos 3 y 4 – Ubicación Horno Casa Sr. Camilo Calderón – Javier E. Guerrero.

c. Se realizó la compra de materiales, que incluyeron ladrillos tolete y ladrillos refractarios, así como la adquisición de equipos para la construcción del horno. Se coordinó el transporte de los materiales y equipos desde Ráquira y Bogotá a El Chipuelo – El Guamo y se realizó la construcción del horno piloto de llama invertida a gas combustible, con presencia de algunos artesanos que asistieron a lo largo del proceso, entre ellos el señor Camilo Calderón.

El horno quedó conformado por dos cámaras o compartimientos, con capacidad nominal $4,5 \text{ m}^3$. Se diseñó para quemar seis canecas por cámara. La construcción tuvo una adecuada cimentación, y cuenta con conductos de desfogue hacia la chimenea lateral que contribuye a generar una circulación interna del calor.



Fotos 5 y 6 – Construcción Horno piloto a Gas Combustible – Javier E. Guerrero.

d. Se gestionó la adjudicación de dos tanques estacionarios de gas L.P. y de una red interna para el suministro al horno piloto, ante la empresa distribidora regional Gas País S.A., con el fin de garantizar un suministro permanente de gas para el funcionamiento del horno. Estos tanques tienen capacidad para 100 galones cada uno.

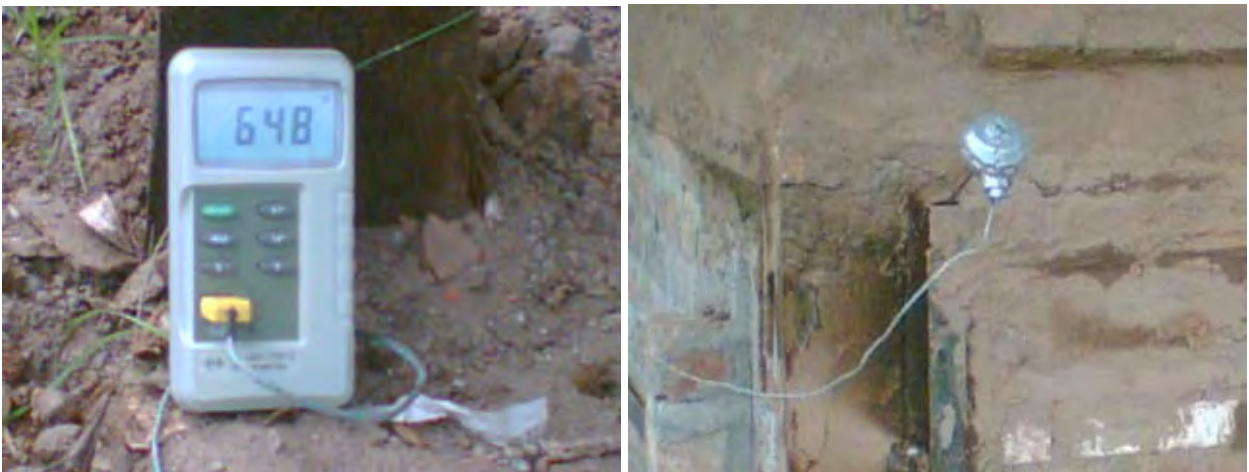
Se gestionó con Artesanías de Colombia S.A. la carga de los tanques para la realización de las quemas de prueba. Se indica a la organización Pre-cooperativa y a los beneficiarios que la recarga de los tanques queda bajo su responsabilidad y que deben organizar un reglamento de uso y condiciones para el usufructo del horno piloto, que les facilite el cobro de un valor determinado por quema para la reposición del gas para las futuras quemas.

Se estima que cada quema que actualmente se hace en los hornos tradicionales para cuatro o cinco canecas cuesta alrededor de \$50.000, por lo cual los mismos beneficiarios consideran que no es difícil recaudar el dinero necesario para efectuar esta compra de combustible. Está pendiente costear cada quema que se realice en el Horno piloto, lo cual será posible en la medida en que se vaya utilizando, mediante planillas de control de quema.



Fotos 7 y 8 – Instalación Tanques de Gas L. P. de 100 galones c/u – Javier E. Guerrero.

e. Se gestionó con la Alcaldía de El Guamo, el aporte de recursos para la construcción de la cubierta de protección del Horno piloto, la cual ejecutó la comunidad, y para la adquisición de los equipos de medición durante la quema (termopar y multímetro), los cuales fueron comprados en forma tardía incidiendo en la demora para la realización de las pruebas del horno piloto. Estos equipos fueron entregados por el Municipio al Representante Legal de la Pre-cooperativa de artesanos y quedan bajo su responsabilidad.



Fotos 9 y 10 – Equipos de Medición – Javier E. Guerrero.

f. Se realizó la implementación de los equipos de control de temperatura, de los quemadores y se coordinó con la comunidad la realización de las quemas de prueba que fueron en total 6 quemas controladas con la correspondiente medición y documentación, sobre las cuales se entregaron.

Las dos primeras quemas (una por cada cámara) arrojaron como resultado deficiencias técnicas en la estructura del horno a nivel de la cúpula, la cual a pesar de que había sido calculada y

“Transferencia tecnológica en cocción de alfarería. El Guamo. Horno piloto a gas combustible”

Artesanías de Colombia S.A.

Javier Enrique Guerrero Granados

Mayo 2007

construida en forma de arco, por la mayor altura en el centro, no resistió a la presión del calor, presentando fisuras y escapes de calor.

Con base en la situación presentada, se realizó el desmonte de la cúpula y se modificó, independizando la cúpula de cada cámara, haciéndola semicircular, con menor curvatura en el centro, reduciendo la altura y redistribuyendo la colocación de los ladrillos refractarios en los antepechos de las puertas de acceso del horno.

Sobre el horno modificado se realizaron dos nuevas quemas (una en cada cámara), las cuales fueron satisfactorias a pesar de que se tuvo en contra el clima (llovizna permanente) y se perdió alguna loza por el exceso de humedad con que se introdujo. Sobre este tema, los mismos artesanos manifestaron su certeza acerca de que las condiciones climáticas adversas habían incidido en las pérdidas ocasionadas y que la loza no se encontraba suficientemente seca en el momento de introducirla al horno, correcciones que se propusieron tener en cuenta para las siguientes quemas. Se anexan listados de beneficiarios asistentes a las quemas.



Fotos 11 y 12 – Quemas de Prueba – Javier E. Guerrero.

g. Se elaboró un manual de funcionamiento y mantenimiento del horno piloto a gas combustible del cual a la comunidad se entregaron 20 ejemplares en los cuales se especifican aspectos necesarios para prevenir usos inadecuados del horno y evitar accidentes. Sobre este tema se proporcionó a los beneficiarios orientación verbal en forma presencial durante las quemas, realizando la demostración correspondiente, para evitar el daño de los equipos de medición o de combustión así como accidentes personales.

h. Se presenta un cuadro de análisis comparativo entre la tecnología tradicional de El Chipuelo Oriente para la quema y la tecnología implementada, en el cual se destacan las ventajas y las deficiencias de cada horno.

	Horno Tradicional	Horno piloto a Gas Combustible
Combustible	Leña. Combustión permanente y desperdicio de material por la pérdida del calor al ambiente. Escases de leña por la deforestación indiscriminada.	Gas Licuado de Petróleo ó Gas Natural. Optimización del combustible con la adición de oxígeno durante la combustión.
Impacto ambiental	Contaminación por humo Deforestación Emisión de calor contribuyendo al calentamiento global	No hay impacto negativo
Tiempo de quema	1 a 2 horas	2 - 3 horas
Temperatura alcanzada	700 °C	900 °C Regulable mediante válvulas de control de suministro de gas. Aplicación de curva de temperatura.
Capacidad	4 a 5 canecas por quema	6 canecas por cámara, por cada quema
Impacto en operario	Afecciones pulmonares Quemaduras en la piel Afección en ojos Exposición a altas temperaturas Requiere un mínimo de dos operarios por quema con dedicación permanente y exclusiva.	Mínimiza la exposición del operario al calor durante la quema, reduciéndola al momento de la extracción de la cerámica, para el proceso de negreado. Se suprimen los riesgos de salud del operario. Requiere dedicación parcial de un solo operario para controlar la curva de temperatura. Disminuye costos en operarios.
Emisión de calor	Fuerte emisión de calor al ambiente afectando el entorno, al operario e imposibilita elevar temperatura de cocción.	Mínima emisión de calor al ambiente. Aprovechamiento del calor emitido por la pared entre cámaras y por la circulación de aire caliente por la chimenea controlada por el registro instalado allí, que pasa a la cámara vecina para el precalentamiento de la loza. No hay afectación del operario.
Calidad de la loza	Deficiente calidad de la loza: a poca temperatura y tiempo de cocción menor resistencia y mayor fragilidad.	Mejor calidad de la loza, mayor temperatura de cocción y mayor resistencia.
Seguridad Industrial	Manejo sin protección.	Manejo seguro. Uso de guantes y herramienta para la extracción.
Proyección de la Tecnología	No hay interés por este tipo de hornos por parte de los jóvenes	Hay bastante interés por parte de las nuevas generaciones de artesanos.

7. Logros

Como logros son destacables:

- a. Sensibilización ambiental de los artesanos en el manejo de los recursos renovables del entorno, en cuanto a la sustitución de la leña por gas combustible, con incidencia en una menor deforestación y en la reducción de la contaminación por emisión de humo.
- b. Desarrollo de actitud positiva hacia el mejoramiento e innovación tecnológica, que incide en salud, eficiencia en la cocción y gasto de combustible, aprovechamiento del calor generado, reducción de costos de producción, mejora en calidad de la loza, incremento en el volumen de loza que se cocina por cada quema, control de temperatura y control de combustible.
- c. Incorporación de valor ambiental al producto terminado para lograr su aceptación, por evitar los impactos ambientales ya descritos.
- d. Mayor capacidad de respuesta a demandas de producto para consumo local, nacional e internacional por quema en mayores volúmenes.
- e. Se contribuye a mejorar la calidad de vida de los artesanos que están en el contacto con la operación de cocción de los productos cerámicos, en cuanto a reducción de exposición a fuentes de calor que inciden en su salud y bienestar
- f. Optimizar la calidad de sinterización de la arcilla en la cocción de los productos cerámicos terminados por el manejo de mayores temperaturas y manejo de curvas de quema.
- g. Posibilidades de realizar quemas en días lluviosos o de poco sol gracias al precalentamiento logrado en la cámara contigua a la que se realiza la quema, o en cualquiera de las dos cámaras antes de una quema, debidamente controlado.
- h. El artesano accede a manejar directamente y sin dificultad sistemas tecnológicos que antes estaban fuera de su alcance.
- i. La comunidad alfarera en general tiene oportunidad de verificar por si misma los resultados alcanzados con el horno piloto y a futuro pueden considerar la pertinencia de acceder a este tipo de tecnología debidamente organizada.
- j. Se logro la integración y participación de un artesano líder que al comienzo no tenia aceptación por el horno piloto y con las invitaciones que se le hicieron a las quemas que se realizaron, un tiempo después cambio de aptitud y termino siendo un soporte valioso para el proyecto.

8. Limitaciones y dificultades

Básicamente se presentaron seis dificultades con impacto en la ejecución, que se resumen así:

a. La dotación de termopar, multímetro, herramienta de descargue y cubierta del horno piloto se gestionaron con el municipio, con base en el aporte que manifestó a Artesanías de Colombia S.A. estaba dispuesto a dar. El municipio se demoró más de seis meses en hacer efectivo este aporte dificultando seriamente la realización oportuna de las pruebas de quema en el horno. Fueron necesarias reiteradas comunicaciones telefónicas y escritas desde Artesanías de Colombia S.A. a la Alcaldía y también la comunidad

b. La falta de compromiso de la comunidad, que si bien suscribió un Acta, no asistió a la realización de las quemadas, ni aportó realmente recursos ni mano de obra para la culminación del Horno piloto, ni loza suficiente para la realización de las quemadas de prueba, incidiendo en aplazamientos múltiples de las fechas de quema y la realización de pruebas con el horno a mitad de carga o capacidad.

c. El clima invernal que se presentó durante la época para la cual se programaron las quemadas, incidió en que no hubiese suficiente loza seca y en que los artesanos no asistieran a las convocatorias y a las quemadas.

d. La cultura de la comunidad en cuanto a producir diariamente imposibilitando la realización de actividades en días diferentes al sábado por inasistencia de los beneficiarios. No asumen roles de liderazgo ni asumen responsabilidades sobre si, sino que dejan que “otros” asistan, “otros” vean y “otros” decidan.

e. Las fallas técnicas surgidas en el Horno por errores de interpretación de planos y constructivos de la cúpula sin las especificaciones técnicas establecidas, a cargo de Personal Operativo que no tienen formación suficiente y apropiada nos ocasiono la adecuación de la traba de la cúpula en los antepechos de las puertas de carga, lo cual se corrigió y permitió un mejor sello en el descenso del calor hacia las canecas.

f. Las demoras en llegar a un acuerdo entre el representante de la comunidad de artesanos de El Chipuelo Oriente y la empresa Gas País para la colocación de los tanques mediante contrato de comodato, y la realización de las obras para la instalación de las tuberías de gas a cargo de la comunidad.

9. Conclusiones y recomendaciones

Con el fin de mejorar la eficiencia térmica y operación de los hornos cerámicos para el proceso de cocción de alfarería negra y roja para la transferencia de calor se acondicionaron quemadores atmosféricos a gas combustible con sus respectivos accesorios de conexión que tienen las siguientes ventajas: bajo peso, no utilizan motores eléctricos, diseño sencillo y práctico, obturador ajustable de aire, facilidad y rapidez de montaje.

Las ventajas resultan en los siguientes beneficios: alta capacidad de trabajo, libres de mantenimiento, bajos costos de operación y de funcionamiento, calentamiento más rápido y eficiente, flexibilidad en la relación de aire/combustible para el control de la llama y economía de energía en el sostenimiento de la temperatura.

La construcción y uso de hornos a gas combustible en la producción de alfarería en la vereda El Chipuelo – Oriente, es una matriz resultante muy importante en el desarrollo del oficio y les da un nivel de producción con un mayor valor agregado de calidad más altos, producción más limpia y excedentes de producción que les permitirán ser más competitivos en mercados locales, nacionales e internacionales.

Este debe ser el comienzo de muchos hornos que se deben poner en producción en la vereda El Chipuelo – Oriente, para que los artesanos valoren la metodología de cocción tradicional con la nueva tecnología de cocción a gas combustible que se ven reflejados en el medio ambiente y la calidad de vida del artesano por el uso de tecnologías más eficientes y limpias.

Si se implementan más hornos de este tipo, éste puede ser el gancho de atracción para que las empresas distribuidoras de gases combustibles, tomen en cuenta su participación para llevar la logística necesaria para la comercialización del servicio de gas a los nuevos hornos que se construyan y como uso residencial para los usuarios del sector.

Como resultado final se buscará hacia el futuro el acompañamiento y desarrollo de nuevas transferencias tecnológicas hacia mejores procesos de cocción que identifiquen oportunidades y fortalezas para la ampliación de la oferta productiva, que disminuya los costos de producción, optimice tiempos e incremente la aceptación al cambio para proyectarse a la innovación de nuevos productos de alfarería negra muy reconocida a nivel mundial.

10. Bibliografía

ICONTEC. NTC 2505. Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales y comerciales. 2001.

Estados Unidos. North American. Combustion Handbook. Volume 1. Third Edition. 1986.

Estados Unidos. Maxon Corporation. The Maxon Combustion School. 2004.

Anexos

Anexo 1. Manual de procedimiento para la puesta en servicio y mantenimiento del horno cerámico de llama invertida para gas combustible.

Anexo 2. Planos del horno cerámico a gas combustible.

Anexo 3. Archivo fotográfico (CD).



artesanías de colombia

MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DEL HORNO CERÁMICO DE LLAMA INVERTIDA PARA GAS COMBUSTIBLE

Al establecer estas reglas, no se pretende cubrir todos los riesgos que puedan presentarse. Estas prácticas de seguridad básicas con respecto al manejo de hornos de cocción cerámica se presentan como el resultado de experiencias anteriores y deben observarse. Como propietario y operario del horno cerámico de llama invertida a gas combustible y dentro de las funciones de operación del sistema de combustión debe tener en cuenta que existen ciertos pasos a seguir:

- a. Tener en cuenta las explicaciones y demostración practica brindada por el asesor en el momento de la realización de las quemas de prueba.**
- b. Leer el manual de procedimientos que se entrega para la puesta en servicio del horno cerámico.**
- c. Tener en cuenta las instrucciones de operación de la instalación de gas por parte de la empresa distribuidora.**

La persona que opera el horno cerámico (hornero) debe conocer y estar familiarizada con el uso del mismo, sus elementos y los ajustes que es necesario hacer. Si se siguen cuidadosamente los pasos indicados de cómo operar el horno, servirá para que el uso de este equipo no implique riesgos, no cause problemas durante su funcionamiento, y se contribuya a su cuidado.

1. INSTALACIÓN DEL HORNO CERÁMICO

Como es el caso del Horno Piloto construido, se recomienda para otros hornos que el lugar donde se ubiquen sea amplio y no se encuentre en cercanía de viviendas o sitios concurridos. Tanto el horno como los tanques de suministro de gas combustible deben estar alejados de materiales combustibles e inflamables.

Preferiblemente se debe escoger un lugar suficientemente ventilado y de ser posible en el que se puedan evitar corrientes de aire; debe tener un área libre, suficientemente retirada para instalar los tanques de suministro de gas. Adicionalmente debe contar con una protección de las inclemencias climáticas como la lluvia, que afectan la cubierta y contribuyen a su rápido deterioro. El piso debe estar nivelado



artesanías de colombia

2. PREPARACIÓN DEL HORNO

Se deben instalar los dos quemadores atmosféricos en las aberturas que para tal fin se ubicaron en las paredes laterales de cada cámara del Horno, debidamente conectados al punto de gas, parcialmente retirados para permitir el ingreso de aire secundario durante la realización de la quema. Se deben colocar nivelados en el suelo, en forma horizontal, proporcionándoles una ligera inclinación, con la boquilla de salida de la llama orientada hacia la parte central de la cúpula del horno.

Se debe verificar que la llama de los quemadores no vaya a golpear directamente contra las canecas que contienen la loza que se va a quemar y así mismo verificar que el cuerpo de los quemadores no quede ubicado en el interior del horno pudiendo verse afectados mecánica y térmicamente por el calor generado en la quema. Se deben ubicar en las aberturas de estos al ras de la pared externa del horno sin que llegue a interferir con la propagación y longitud de la llama.

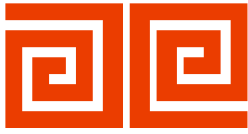
3. SUMINISTRO DEL GAS COMBUSTIBLE

Por tratarse en este caso de gas licuado del petróleo (GLP) y no de gas natural, se debe verificar la existencia de suficiente combustible dentro de los tanques, para la realización de una quema completa, puesto que en caso de agotarse el suministro de gas en el transcurso de la quema, se detendrá el proceso de sinterización de la loza que se encuentre en proceso de cocción. Esto se verifica con un indicador de nivel que se encuentra instalado en las multiválvulas de servicio a la salida de los tanques de suministro; esta inspección deberá ser efectuada por el personal técnico de la empresa distribuidora del gas combustible. Se recomienda adicionalmente instalar un medidor de gas.

Posteriormente se abre la válvula de suministro de los tanques cuya presión de trabajo normalmente no excede las 10 libras por pulgada cuadrada (Psig). A continuación se controla la presión de trabajo con el regulador de primera etapa que se encuentra ubicado en el tanque de suministro de gas combustible.

4. ENCENDIDO DEL HORNO CERÁMICO

Para el encendido de los quemadores atmosféricos, se requiere tener un piloto de llama de tipo manual (mechero de alcohol), que se colocará en la boquilla de los quemadores, a los cuales se les proporcionará gas mediante la apertura progresiva y lenta de las manijas de las válvulas de control ubicada en cercanías del horno. Se recomienda que esta operación sea realizada por dos personas: una que controle el paso de gas y otra que manipule los quemadores para el encendido.



artesanías de colombia

La regulación del tamaño de las llamas de los quemadores se aumentara o disminuirá moviendo la manija de las válvulas de servicio o registros de control. La llama debe graduarse en un color azul, con un leve tinte amarillo en las puntas, lo cual se logra mediante el control de oxígeno primario que se adiciona con la presión del gas, controlando la apertura de los huecos que se encuentran en la parte posterior de los quemadores.

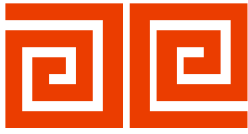
5. QUEMAS DE PRUEBA

Las quemas de prueba son necesarias cuando se quiere comprobar el funcionamiento del Horno para obtener determinadas condiciones en la cerámica que se va a quemar. Por ejemplo para saber cuanta loza se puede cocinar en determinado tiempo y cuanto consumo de gas puede requerirse, así como la curva de temperatura óptima.

Es necesaria la realización de varias quemas para establecer la temperatura final de operación (700 – 800 °C o más).

6. PASOS A SEGUIR DURANTE UNA QUEMA

- a. Carga del Horno Piloto, con las canecas llenas de loza en las condiciones que se han especificado (6 canecas) debidamente distribuidas en el interior sin que obstruyan ni el ducto de la chimenea ni las aberturas de los quemadores o su llama.
- b. Se procede a ubicar los quemadores y encenderlos como ya se ha indicado, procurando mantener una baja presión de gas para la operación inicial (1 Psig), para evitar un calentamiento demasiado rápido y evitar que las piezas se quiebren. Se debe controlar que no sobrepase la temperatura de 200 °C.
- c. Se cierra la puerta del Horno y se procede a ubicar el termopar en la perforación hecha para tal fin. Se fija con ayuda de barro y se conecta al multímetro para controlar el ascenso de la temperatura.
- d. A continuación el registro, ubicado a media altura de la chimenea, se cierra en 3/4 de su recorrido, con ayuda de la lámina instalada para tal fin, con el objeto de controlar la velocidad de emisión de los gases calientes en el inicio del proceso de caldeo.
- e. Se inicia el control del ascenso de la temperatura con ayuda del termopar ubicada en la puerta del horno, mediante la lectura del multímetro digital. Debe ser una subida lenta y controlada hasta llegar a los 200 °C. Este proceso puede tardar entre una y dos horas, dependiendo de carga que se haya introducido al horno (6 canecas, llenas o parcialmente llenas).
- f. Cuando la temperatura llegue a 200 °C, se abren las válvulas de servicio de los quemadores y se controla la temperatura cada 30 minutos y se registra su incremento en la lista de chequeo que se suministra para este control.
- g. Cuando la temperatura llega a 600 °C se abre la totalidad del registro de la chimenea para evitar que en el horno se produzca una atmósfera reductora, que podría dañar las



artesanías de colombia

piezas, o por el contrario un excesivo ambiente de oxidación que significaría desperdicio de combustible. Esto permite controlar la salida del volumen excesivo de gases calientes producidos y llegar sin problemas a la temperatura deseada de cocción de la loza cerámica mediante el aumento de la temperatura y la entrada de gas combustible.

- h. Cuando la temperatura del horno alcanza la graduación deseada, se cierran las válvulas de servicio de los quemadores atmosféricos apagándolos completamente; a continuación se abre la puesta del horno y se procede a sacar las canecas con ayuda de las herramientas adecuadas, para efectuar el proceso de negreado.
- i. La carga completa de las dos cámaras se puede realizar en forma simultánea antes de calentar el horno, de manera que se aproveche el calor emanado por la pared medianera para avanzar en el precalentamiento de la loza ubicada en la cámara en que no se realiza la quema.

7. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Durante la operación de quema en la que realiza el negreado de las piezas cerámicas, es inevitable que el operario entre en contacto con el calor del horno en el momento en que se abre para extraer las canecas; con el propósito de ofrecer protección al operario del horno, se deben seguir las siguientes recomendaciones de seguridad industrial:

- a. Antes de iniciar cada quema se debe realizar una inspección previa de las condiciones internas del horno, rellenando y taponando las grietas que se hayan ocasionado en razón a la dilatación del material por las quemadas anteriores, tanto en paredes y cúpula como en la compuerta. Esto se debe hacer con una mezcla de barro sobre la cual se dieron las indicaciones del caso. Se trata de un mantenimiento normal que se requiere efectuar para garantizar la durabilidad del horno y evitar posibles pérdidas de calor.
- b. Se deben inspeccionar los quemadores, retirando de ellos cualquier tipo de material extraño que se halla alojado dentro y que puede interferir en el flujo de gas y en el buen funcionamiento del horno.
- c. La carga del horno debe realizarse de forma que las canecas no obstruyan las aberturas de las entradas de los quemadores para su libre operación durante el proceso de cocción.
- d. Las áreas exteriores, adyacentes al horno, deben estar despejadas y libres de cualquier clase de material para que permita circular en el entorno del perímetro del horno para efectos de control.



artesanías de colombia

- e. Solo el operario del horno debe encontrarse en el área de trabajo. En ningún momento debe haber personas ajenas al proceso. Se recomienda tener especial control sobre los niños evitando que se acerquen.
- f. Al tomar mediciones de temperatura con el termopar, esta debe ser manejado cuidadosamente evitando golpearlo. Su manipulación se debe realizar con guantes de protección especial (Guantes de carnaza).
- g. La puerta del horno debe ajustarse desde el momento en que se inicia la quema y se debe abrir solamente hasta el final del proceso de cocción. Nunca se deberá abrir el horno mientras los quemadores atmosféricos estén encendidos
- h. Para prever daños y a alargar la vida útil del horno, de sus elementos y de las conexiones de suministro de gas combustible se recomienda tener una cubierta apropiada que proteja todo en su conjunto de la intemperie.
- i. Para entrar y sacar las canecas del horno se debe usar siempre la herramienta metálica dispuesta para tal efecto.
- j. En caso de algún tipo de emergencia con la instalación de gas combustible se deben cerrar inmediatamente las válvulas de servicio que se encuentran ubicadas en los puntos de conexión a los quemadores y a los sistemas de regulación e informar el imprevisto a la empresa Gas País (Distribuidora del gas combustible).
- k. Aunque el horno esta construido con materiales de optima calidad y bajo las normas de seguridad que para este tipo de operación están previstos, debe existir un extintor de polvo químico seco de clase multipropósito y debe estar ubicado en un área especialmente demarcada y de fácil acceso a las cercanías del horno, debidamente protegido de las inclemencias del tiempo.
- h. Para la protección del operario del horno a la exposición de calor, las cenizas y otros cuerpos extraños que se puedan calentar y desprender, y garantizar su integridad física especialmente durante el proceso de extracción de las canecas y en el momento del negreado, se recomienda el uso de tapabocas, guantes y peto de carnaza, así como botas de cuero con protección de acero en la punta.
- i. El horno debe cargarse cuidadosamente evitando obstruir con las canecas el conducto de evacuación de los gases calientes hacia la chimenea, ni obstaculizar el camino de las llamas.