

DIAGNÓSTICO DEL TRABAJO DE LAS LADRILLERAS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE URURO

Ing. Octavio Hinojosa Ledezma
Ing. Carlos Velasco Hurtado

Universidad Técnica de Oruro
Carrera de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales

RESUMEN

La fabricación de ladrillo artesanal, se ha constituido en una de las fuentes de contaminación atmosférica en nuestra ciudad, si bien, no en la principal, pero por el hecho de situarse en el radio urbano, es de mucha importancia para la ciudadanía de la zona y de la ciudad en general, encontrar una solución efectiva que vaya en provecho del medio ambiente, de la gente que vive cerca de los hornos y de los propios ladrilleros.

En este artículo se presenta de forma breve y concisa todo el proceso que lleva a la obtención del producto final, conocido en nuestro medio como "ladrillo gambote". Este material de construcción, es de suma importancia en nuestro medio, ya que es utilizado en la mayoría de las construcciones de la ciudad, principalmente por su bajo precio.

Al final del artículo se presenta un cuadro con el resumen del balance térmico efectuado a través del método de los volúmenes finitos, cuyo procedimiento y detalle se desarrollará en el siguiente número de la presente revista técnica

1. INTRODUCCIÓN

El departamento de Oruro se ha caracterizado desde la época de la colonia por ser una región minero-industrial, y a pesar de las numerosas dificultades que se han dado y que se dan, como por ejemplo la caída del precio de minerales importantes para nuestra región, cierre de minas, malas políticas para la inversión, etc., especialmente a partir del año 1985, mantiene vigente su antigua tradición en el tratamiento no sólo de minerales metálicos sino también de los no-metálicos.

La arcilla es explotada y tratada desde hace muchos años por un sector de la población, el de los "Fabricantes de Ladrillo Artesanal", actividad que mantiene invariable su forma de producción original, rústica y totalmente manual ya sea en la fabricación de *ladrillo* (en sus dos formas, corriente y gambote), como también, en algunos casos, en la fabricación de tejas tipo colonial.

Contrariamente a lo que podría pensarse respecto al desplazamiento o sustitución total de este tipo de ladrillos por los producidos por Cerámica Roja antes, e Incerpaz en la actua-

lidad, se debe remarcar el hecho de que existen importantes sectores de la población de bajos recursos económicos que requieren y necesitan para la construcción de sus viviendas (paredes, pisos y techos; a veces combinados con adobe), construcción de hornos de panaderías (por cierto muchas) que no usan hornos industriales, y también en la construcción de edificios, principalmente en las plantas bajas.

Por otro lado, la gente involucrada en este trabajo es numerosa (incluyendo a sus familias), y a pesar de las muchas dificultades con que tropiezan en la elaboración de estos ladrillos continúan en ella por falta, principalmente de mejores perspectivas en cuanto a otras fuentes de trabajo se refiere.

1.1 ANTECEDENTES

Las ladrilleras artesanales están ubicadas en dos sectores, las ladrilleras de la zona este y las ladrilleras de la zona norte (figura 1). Abarcan el área comprendida a partir de la Avenida Circunvalación hacia el este y el norte. Las de la zona este, se extienden desde la avenida Villarroel (camino salida Terminal), hasta el camino de salida a la localidad de

Capachos (Urbanización Huajara); a la vez que las ladrilleras de la zona norte se extienden de manera continua a las de la zona este, desde el punto en que termina ésta, hasta el área perpendicular a la zona de ex-Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos.

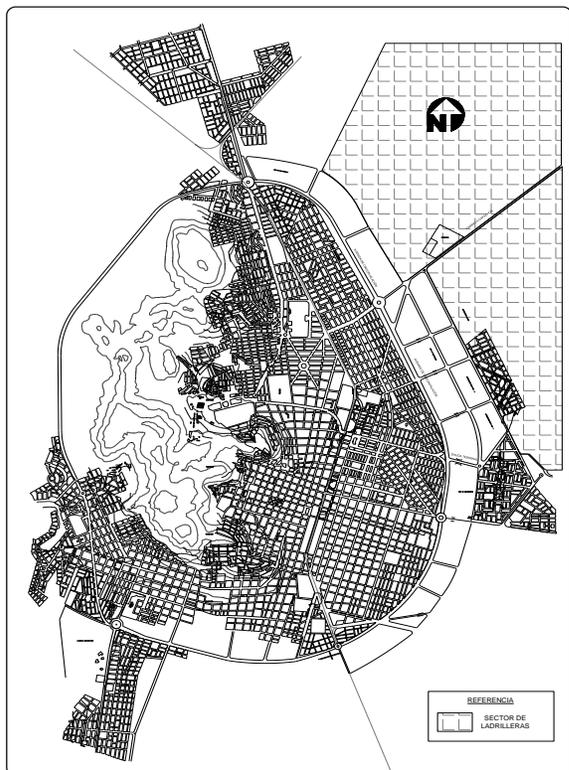


Figura 1. Plano General de la Ciudad de Oruro, ubicación de las Ladrilleras Artesanales (zona marcada)

En la zona este, están asentados 45 socios afiliados y organizados en un sindicato, todos ellos se constituyen como trabajadores independientes. En la zona norte, se encuentran asentados 40 socios, organizados también en un sindicato. Cada socio puede tener uno o más hornos dependiendo del número de familias allegadas que dependan de esta actividad, por lo que en general todas estas personas cuentan con aproximadamente 120 hornos, que significan 120 familias dedicadas a este rubro⁽¹⁾.

Las operaciones de producción se llevan a cabo a la intemperie y en forma intensa durante 6 meses, en los cuales el clima es favorable por caracterizarse como seco y templado (realizando una quemada y media promedio por mes); mientras que en los otros 6 meses, caracterizados por un clima de intensas precipitaciones pluviales y fríos extremos, la producción baja considerablemente (media quemada por mes); e incluso, dependiendo de las intensidades climatológicas, los ladrilleros suspenden sus actividades, retornando muchos de ellos a sus comunidades o pueblos originarios para trabajar en el área agrícola y el resto de la gente busca otros tipos de trabajo en la ciudad; pese a todo, el número promedio de quemadas al año es de una por mes,

incidiendo negativamente en la reducida economía familiar de todos quienes se dedican a esta sacrificada actividad^{(1),(2)}. Todas las personas que trabajan en la elaboración de ladrillo artesanal están conscientes y convencidas, que la forma de producción del mismo debe cambiar o mejorar aunque sea en parte, ya sea por esfuerzo propio o con ayuda de alguna institución o una combinación de ambas, de tal manera que se superen los aspectos más críticos de la operación como son, por ejemplo, la quema del combustible y por tanto el cocido de los ladrillos^{(1),(2)}.

2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LAS LADRILLERAS ARTESANALES EN LA CIUDAD DE ORURO

Para la elaboración del ladrillo artesanal, los lugareños han ido desarrollando técnicas y procedimientos, que van desde la extracción misma del material, hasta la obtención del producto final, estas técnicas son muy antiguas y cabe mencionar que dichos procedimientos coinciden “casi” de forma exacta con técnicas utilizadas en otros puntos del país y el mundo, tal es el caso de las ladrilleras que existen en los países de México, Argentina, Costa Rica y otros^{(3),(4)}. Como ya se mencionó anteriormente, los productos de estos artesanos, son los ladrillos tipo corriente y gambote principalmente, ya que ellos también elaboran ladrillos de acuerdo a las medidas que se requieran, y algunos se dedican a la elaboración de tejas coloniales, cuya producción ha disminuido bastante en los últimos años por la entrada en el mercado de productos mucho más finos y durables como los producidos por Duralit⁽⁵⁾.

A continuación se describe de forma breve el proceso de fabricación de ladrillo artesanal, poniendo especial énfasis en la parte de cocido del producto.

2.1 MATERIA PRIMA

Las materias primas que se requieren para la fabricación del ladrillo artesanal principalmente son, arcilla, agua, combustible sólido y cenizas⁽⁵⁾.

ARCILLA

La arcilla es la materia prima más importante para la elaboración del ladrillo; ésta se encuentra en el mismo lugar donde están instalados los hornos. Luego de un desencape de unos 5 centímetros se encuentra la capa de arcilla de un espesor aproximado de 1 metro dependiendo de la ubicación del yacimiento arcilloso, ya que después de esta capa se encuentra arena, grava y material arcilloso que no es puro.

AGUA

El agua necesaria es de pozo y del lugar. El nivel freático de la zona varía entre 1 y 3 metros. La concentración de sal varía de 1 a 20 g/L, el pH de 7.5 a 9.0, y la conductividad de 1,500 a 15,000 micromhos⁽⁵⁾.

CENIZAS

Aunque no es una práctica generalizada, una buena parte de los productores utilizan ceniza, proveniente de la quema del combustible, ésta se adiciona a la mezcla durante el preparado del barro, cuyo propósito es el de brindar al ladrillo la porosidad necesaria, para que durante el cocido, éste no sufra rajaduras por la acción del vapor de agua remanente, atrapada en los intersticios.

COMBUSTIBLE

El tipo de combustible utilizado en este proceso es sólido, además de ser orgánico en mayor porcentaje; el estiércol consta de excrementos de llama y oveja principalmente, que se proveen de las localidades agrícolas aledañas al departamento de Oruro, normalmente utilizan 2 camiones de aproximadamente 100 quintales cada uno en una quema; también se usa aserrín y la cantidad es la misma que la del estiércol y proviene de las barracas y carpinterías de nuestra ciudad; otro material sólido importante que se usa son las llantas de goma en desuso, goma picada y en algunos casos plásticos, son de fácil disponibilidad, aunque se usan en poca cantidad (30 a 50 kilogramos/quemada aproximadamente) en relación a los otros combustibles, es uno de los aspectos más negativos en la producción del ladrillo, se los prefiere en la etapa de encendido y calentamiento del horno.



Figura 2. Forma de almacenado del estiércol utilizado en la etapa de cocido

No tienen una relación definida en cuanto al uso de combustible, ya que algunos pueden quemar goma en el calentamiento del horno y estiércol durante toda la quema, otros utilizan goma y aserrín, y otros mantienen la goma al inicio pero mezclan el aserrín con estiércol en diferentes proporciones, dependiendo de la disponibilidad del combustible, tal como se muestra en la tabla 1. La mayoría de los ladrilleros, efectúa sus operaciones con la primera relación de combustible.

TABLA 1. Diferentes composiciones de combustible utilizado en la fabricación de ladrillo.

MATERIAL	PORCENTAJE
Llantas usadas y pedazos de goma	1
Estiércol, principalmente ovino	99
Llantas usadas y pedazos de goma	1
Aserrín	99
Llantas usadas y pedazos de goma	1
Estiércol	49.5
Goma	49.5

2.2 EQUIPO DE TRABAJO

Los ladrilleros utilizan herramientas básicas para la extracción de la arcilla tales como picotas, palas, carretillas; envases de plástico u hojalata para el traslado de agua y arcilla, además del horno que es el equipo más importante para la cocción del ladrillo, el cual se desarrolla a continuación.

HORNO

El horno está construido de adobe del mismo material que utilizan en la fabricación del ladrillo. Un horno con una capacidad de producción aproximada de 14.000 a 15.000 ladrillos tiene un volumen aproximado de 36 m³. Este horno tiene la forma que se presenta en las figuras 3 y 4.

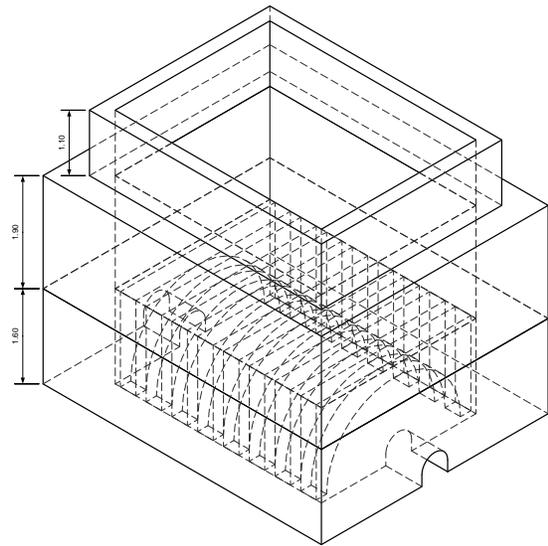


Figura 3. Vista general del horno, capacidad 15,000 ladrillos.

Este tipo de horno está formado principalmente por:

Un revestimiento interior, tiene la forma de un paralelepípedo abierto en su extremo superior. En la parte inferior se encuentra la plataforma que sirve para colocar los ladri-

llos a ser cocidos, esta plataforma se sostiene por 4, 7 o más puentes (dependiendo la capacidad del horno) a una altura de 1,6 m., del piso y aproximadamente 20 cm., de distancia entre los puentes, construidos siempre del mismo material.

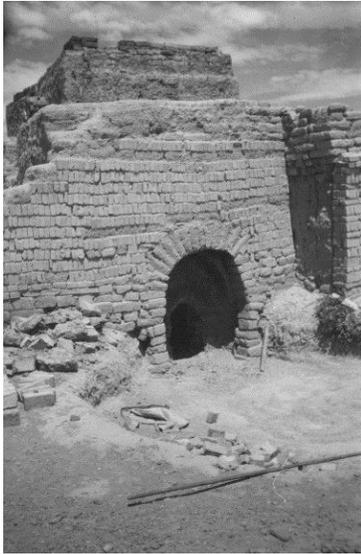


Figura 4. Fotografía de la vista frontal de un horno para la fabricación de ladrillo artesanal

Un revestimiento exterior, que tiene un espesor entre 66 y 70 cm., en la parte del cuerpo y aproximadamente la mitad del espesor mencionado en la parte de la chimenea.

También consta de dos aberturas opuestas en la parte más baja del horno. Una de ellas sirve para la alimentación del combustible durante el proceso de cocido de los ladrillos, en este sector está construido un ambiente que sirve para acumular parte del combustible y para resguardar a las personas que realizan la constante alimentación del combustible al horno (el tamaño de este ambiente varía en todos los hornos). La otra compuerta sirve para descargar las cenizas o los escombros cuando se efectúan reparaciones, además de que también por ésta, ingresa gran parte del aire, necesario para la combustión.

Estas partes del horno se pueden observar claramente en la figura 5.

2.3 PROCESO

El proceso que se sigue en la fabricación del ladrillo, es el que se muestra en la figura 6.

Inicialmente se debe efectuar un desencapado de la parte superior del yacimiento, que es una limpieza de piedras, plantas, basura, arenas y otro tipo de materiales, un espesor aproximado de 5 centímetros. Luego se procede a la extracción de la arcilla. La arcilla así extraída tiene una hume-

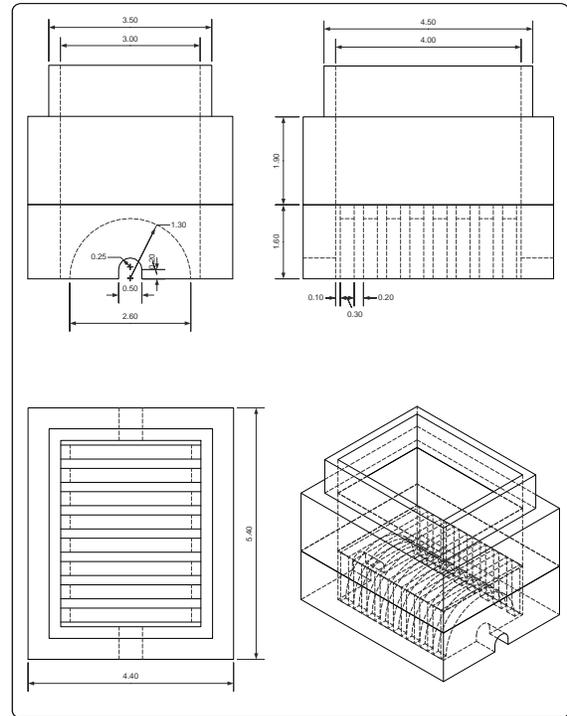


Figura 5. Plano a detalle del horno.

dad aproximada entre 10 y 12%, ésta, secada al sol, llega a tener hasta 5% de humedad; la arcilla extraída es trasladada a una fosa próxima al pozo de agua y al lugar de moldeo. La manera en la que trabajan los lugareños de este rubro, se basa en la experiencia empírica, por ejemplo para la fabricación de 1,000 ladrillos, se emplean 25 carretillas de arcilla, 50 o 60 latas de agua (envases de alcohol de 18 litros), además se adiciona en esta etapa, una carretilla de ceniza y otra de estiércol y aserrín. El porcentaje aproximado de humedad en esta etapa es de 35%. Seguidamente se procede al mezclado uniforme del barro.

El moldeado es la formación del ladrillo antes de ser sometido al secado y cocimiento; para tal efecto, normalmente se cuenta con dos tipos de moldes, uno para el ladrillo gambote, y otro para el ladrillo corriente, de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 2. Medidas y formas de ladrillos producidos artesanalmente.

LADRILLO	MEDIDAS APROXIMADAS	MODELO FINAL
Gambote	Ancho: 12 cm Largo: 20 cm Espesor: 7 cm	
Corriente	Ancho: 10 cm Largo: 22 cm Espesor: 5 cm	

Después del moldeado, se deja secar el ladrillo de forma natural durante unos 10 días, llegando a disminuir la humedad a 5 ó 7%.

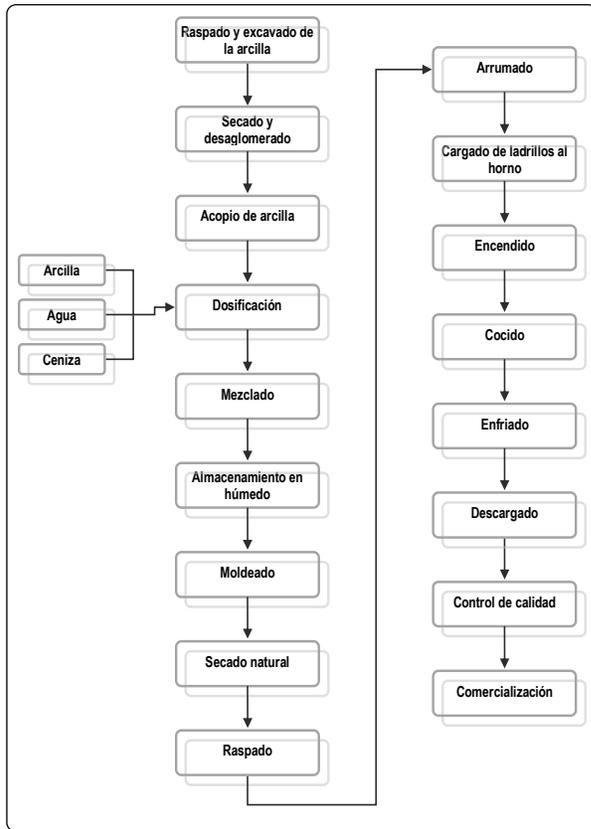


Figura 6. Flujo de trabajo operativo de la fabricación de ladrillo artesanal

CARGADO DE LADRILLOS AL HORNO

Esta etapa, es una de las más importantes, porque del acomodamiento que tengan los ladrillos dentro el horno, dependerá la buena o la mala cocción del material, por ejemplo si en la base del horno la distancia entre ladrillo y ladrillo es muy estrecha, la cocción se efectúa solamente en los ladrillos inferiores por dificultarse la salida de los gases, y si la distancia es muy amplia, entonces los gases salen muy rápido perdiéndose calor; por lo tanto, se tienen cocciones defectuosas del ladrillo.

No existe una división estandarizada en la zona de cargado del horno, pero se puede decir que está dividida en tres o más grupos de soleras, con espacios diferentes entre ladrillos cada grupo. De manera que, a medida que se va ascendiendo en el acomodamiento de los ladrillos, este espacio se va reduciendo. Los ladrillos se acomodan colocando la primera solera hacia lo largo del horno y la segunda hacia lo ancho; es decir, de forma transversal a la primera y así sucesivamente, los espacios normalmente van desde 3

pulgadas en la parte inferior, hasta 6 milímetros en la parte superior de la zona de cargado.



Figura 7. Fotografía del acabado del acomodamiento de los ladrillos, previa a la etapa de cocido

ENCENDIDO

En la pared posterior e inferior del horno existe una pequeña abertura, que es la entrada a la bóveda por donde se colocan las llantas que van a ser quemadas en la etapa de encendido. Esta etapa dura entre media y una hora aproximadamente.

COCIDO

La etapa de cocido dura entre 24 y 26 horas, es una alimentación continua del combustible realizada generalmente por dos personas de forma manual, ellos alimentan el estiércol o aserrín con intervalos de tiempo de unos 15 minutos cada uno, esta es la etapa más difícil ya que es necesario mantener un ritmo de trabajo constante, para que el horno no tenga variaciones de temperatura, objetivo que es casi imposible de lograr por el modo de trabajo que tienen los ladrilleros, es además la etapa más contaminante tanto para el trabajador como para el medio ambiente.

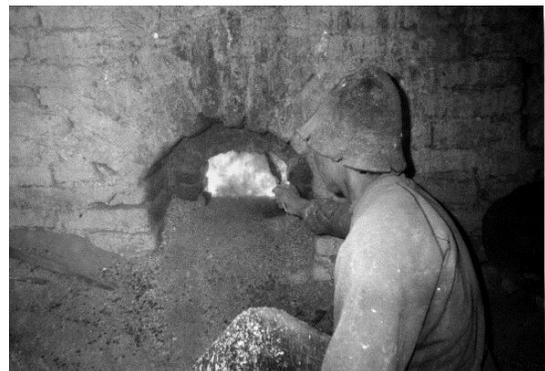


Figura 8. Encendido y cocido de los ladrillos

Después de la etapa de cocido transcurren unos 5 días, tiempo en el que se alimenta combustible en la superficie de la parte

superior del horno, para que aprovechando la transferencia de calor se combustione y los ladrillos de la parte superior sean cocidos; en este tiempo el horno se va enfriando en la parte inferior. El descargado procede después de unos 10 días de la etapa de cocido. Los ladrillos que no cumplen con las condiciones exigidas, oscilan entre un 5 y 10% del total, esto se debe en algunos casos, al cocido incompleto de estos y en otros a una elevada temperatura a la que llegan los ladrillos de la parte inferior, provocando deformaciones por llegar precisamente a la temperatura de ablandamiento.

3. RESUMEN DE RESULTADOS DEL BALANCE TÉRMICO

DETALLE	Distr. en Kcal	Distr. en %
INGRESOS DE CALOR		
Combustión de la goma	243.199	98.3
Combustión del estiércol	13.804.971	1.7
Calor total que ingresa al horno	14.048.170	100.0
EGRESOS DE CALOR		
Pérdidas por conducción y convección en las paredes del cuerpo y chimenea del horno.	2.039.829	14.5
Calor perdido en la cámara de combustión del horno:		
- Calor perdido por convección y conducción en las paredes anterior y posterior.	653.783	4.7
- Calor perdido por conducción en las paredes laterales	142.891	1.1
- Calor perdido por conducción en los puentes.	1.256.336	8.9
- Calor perdido por conducción en el suelo.	206.000	1.5
- Calor perdido por radiación en las aberturas	82.120	0.6
Calor perdido en las reacciones endotérmicas de la arcilla		
- Calor perdido por la deshidratación de la arcilla.	131.491	0.9
- Calor perdido por la descomposición del carbonato.	43.138	0.3
- Calor perdido en la evaporación de la humedad.	1.135.752	8.1
Calor perdido en los gases de combustión	2.619.878	18.6
Otras pérdidas de calor	2.512.919	17.9
Calor consumido en la cocción de los ladrillos	3.224.033	22.9

4. RENDIMIENTO TÉRMICO DEL HORNO

El calor total que ingresa al horno por la combustión de la goma y el estiércol, es:

$$\text{Calor total que ingresa al horno} = 14.048.170 \text{ Kcal/quemada}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre el calor consumido por los ladrillos en las diferentes zonas de cargado, se tiene que el rendimiento térmico del horno es:

$$\text{Rendimiento térmico del horno} = 22,95\%$$

Con los valores del cuadro del subtítulo 3, se tiene la elaboración diagrama Sankey que se muestra en la siguiente página.

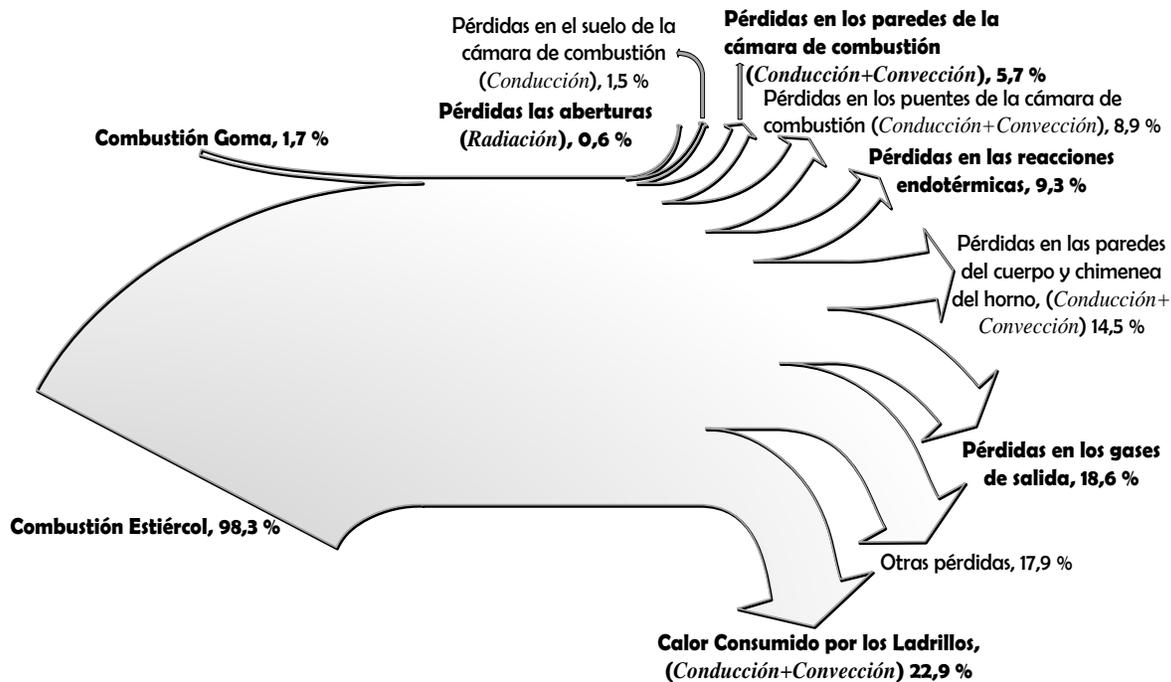
En dicho diagrama, se puede observar que se ha identificado aproximadamente un 82% de la distribución de calor, lo que asciende aproximadamente a 11.535.251 kcal/quemada; sin embargo, se sabe que el calor neto que ingresa al horno es de 14.048.170 kcal, la diferencia entre los dos valores, que implicaría el calor perdido no identificado, podría deberse a una combustión incompleta o a que la cantidad de combustible utilizado no sea exactamente 150 quintales, posiblemente sea una cantidad menor. Entonces, tomando en cuenta que sólo se necesiten aproximadamente 11 millones y medio de kilocalorías en la etapa de cocido, se podría mejorar la eficiencia del horno a un 28% reduciendo la cantidad de combustible, de modo que actualmente los ladrilleros estarían operando con un exceso del mismo.

Contrariamente a lo que podría pensarse, aparentemente estos hornos están trabajando en un punto óptimo en base a la experiencia que tienen los ladrilleros. Por ejemplo se puede sugerir aumentar el espesor de las paredes, ya que se sabe que el coeficiente de conductividad de la arcilla no es muy elevado y podría comportarse como un buen aislante, pero de acuerdo a cálculos adicionales, se puede observar que si se aumenta el espesor a 1 metro, se reduciría solamente un 0,9% la pérdida de calor en las paredes del horno, espesores mayores de pared implicarían otras consideraciones técnicas respecto a la construcción de los hornos, ya que como el suelo es principalmente arcilla, éste podría ceder por el peso de las paredes, provocando rajaduras y la consiguiente poca durabilidad de los hornos, esto podría remediarse construyendo buenos cimientos para la construcción de los mismos, pero esto implicaría aumentar los costos de producción, y para la cantidad de calor ahorrado no valdría la pena invertir en ello.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Una vez determinados los costos de operación y los costos administrativos, se establece un costo unitario de 14,9 centavos de boliviano por ladrillo.

Dependiendo de la oferta y la demanda de este producto, el socio ladrillero vende el mismo con una ganancia variable desde 7 centavos de boliviano por ladrillo hasta 13 centavos de boliviano.



Los ingresos y egresos en un periodo proyectado de 7 años, tomando en cuenta que no se efectúa ninguna inversión, la utilidad final está sobre los 2,100 \$us/año aproximadamente, es decir 175 \$us/mes, equivalente a unos 1,300 bolivianos que un ladrillero y su familia tendrían como ingreso mensual

6. ANÁLISIS AMBIENTAL

Las condiciones ambientales que genera esta actividad en la situación actual no son precisamente buenas, más bien es uno de los aspectos que preocupa, principalmente a autoridades relacionadas a este rubro.

El control ambiental que se puede realizar a la actividad de las ladrilleras es muy difícil por las características especiales que requieren las mediciones atmosféricas y por el tipo de equipos que se requieren para poder establecer la magnitud del daño ecológico.

Algunos trabajos realizados en afán de saber el impacto ambiental que está causando esta actividad en el lugar de trabajo y áreas circundantes muestran una tendencia de que efectivamente existe un impacto ambiental que es difícil de cuantificar, principalmente por falta de equipos adecuados. En el presente trabajo se ha intentado efectuar mediciones de gases, durante el proceso de "quemado" de los ladrillos, mediciones que se efectuaron en el lugar del trabajo e inmediaciones, hasta 200 m., a la redonda. Para este efecto se usaron los equipos con que cuenta la Cámara de Industrias. Los resultados alcanzados no fueron buenos y por tanto no expresaban las concentraciones de los diferentes contaminantes existentes en ese momento en la atmósfera por la quema del combustible sólido, esto debido a que las celdas electrolíticas del equipo de medición no tenían los parámetros de comparación, ni del estiércol, menos de la goma y

porque el equipo no era el adecuado para realizar mediciones en superficies abiertas como es el caso de los hornos ladrilleros; este equipo parece más apropiado para realizar mediciones en chimeneas en las que exista una corriente ascendente (tiraje) vertical y que existan escapes.

Lamentablemente no se contaba con otras alternativas de medición de estos gases y por ello se realizan sólo algunas estimaciones a partir de observaciones más bien prácticas como que estas emisiones están compuestas por humo, polvo y partículas que son causantes de la opacidad de la atmósfera que se observa en la ciudad. Estos gases llegan fácilmente hasta el centro de la ciudad, ya que el olor característico es perceptible principalmente en las noches, en calles céntricas. Por otro lado, cuando se realizaron las mediciones durante una "quemada", se pudo percibir que en los gases de salida existe algún componente o componentes tanto ácidos (que pueden generarse a partir de los óxidos de azufre y/o también a partir de los óxidos de nitrógeno), porque la parte inferior de los pantalones de trabajo fueron corroídos por este tipo de gases. Por tanto, el tipo de gases que se emiten pueden ser estimados a partir de los componentes químicos de los combustibles sólidos que se pueden observar en la siguiente tabla.

TABLA 2. Volúmenes de gas calculados en los gases de salida.

GAS	Goma m ³ /Q	Estiércol m ³ /Q
CO ₂	60.9	7,693
H ₂ O	45.7	1,236
SO ₂	0.5	12
N ₂	376.4	34,598
O ₂ en exceso	16.8	1,541

A este hecho se debe añadir que la goma quemada emite una serie de dioxinas peligrosas para la salud humana. Finalmente se debe indicar que las partículas en suspensión, producto de la alimentación del combustible sólido, durante todo el ciclo de la quema es otro factor negativo para la salud de los trabajadores en este caso.

La contaminación atmosférica provocada por la quema de llantas es de las más severas, debido a los productos químicos que intervienen en la composición del hule, principalmente el azufre que durante el proceso de combustión da lugar a la formación de grandes cantidades de monóxido de azufre y bióxido de azufre, ambos considerablemente tóxicos a los organismos; además se producen emanaciones de bióxidos y monóxidos de carbono y compuestos orgánicos volátiles entre otros. En relación a la salud de los habitantes, las emanaciones de un incendio de llantas pueden representar peligros agudos a corto plazo, y crónicos a largo plazo para la salud de quienes intervienen en la quema de llantas y para los residentes cercanos. Dependiendo de la duración y grado de exposición, los efectos a la salud podrían incluir irritación a la piel, ojos y membranas mucosas, trastornos a las vías respiratorias, sistemas nerviosos central, afectar a la presión y aumentar los riesgos de cáncer.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las condiciones actuales de trabajo, en cada una de las etapas de la producción del ladrillo artesanal, son difíciles, complejas e insalubres, principalmente en la etapa de la "quema" del combustible sólido, por ello es necesario y pertinente considerar la sustitución del mismo por gas natural. Es difícil mantener el rango de temperaturas requeridas durante el proceso de "cocido" de los ladrillos por la forma de alimentar el combustible sólido y la falta de instrumentos de medición, por ello algunas veces no se logra alcanzar la temperatura requerida, 800 a 900 °C y otras veces se sobrepasa esta.
- El balance térmico establece que son necesarios 11.535.251 kcal por quemada. El rendimiento térmico o eficiencia del horno tipo es de 22.9%. El volumen de gases emitidos a la atmósfera alcanza a 45.584, m³/quemada en las condiciones atmosféricas de Oruro,

de los cuales 7.754 m³, corresponde al CO₂ y 14,6 al SO₂.

- Por la naturaleza de los materiales que se usan como combustible y por su composición química se debe indicar que la emisión de gases a la atmósfera causa un impacto ambiental negativo no sólo en las inmediaciones del lugar de trabajo sino en considerables áreas aledañas.
- Autoridades departamentales y/o nacionales involucradas en el sector deberán extremar recursos para lograr concretar la segunda alternativa del presente trabajo ya que es la más favorable no sólo al socio ladrillero sino a la sociedad entera.
- Debería realizarse un estudio, para lograr mejorar el ladrillo que se obtiene actualmente, y así lograr que el producto sea más competitivo no sólo en precio, sino también en calidad. Realizar un estudio de cómo mejorar el rendimiento del horno, haciendo modificaciones o cambios al mismo.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Coaquira A., y Choque V., socios zona este, información verbal sobre fabricación de ladrillo artesanal, octubre, Oruro, 1999.
2. Roque C., socio zona norte, información verbal sobre fabricación de ladrillo artesanal, octubre, Oruro, 1999.
3. "Southwest Center For Environmental Research And Policy".
<http://www.scerp.org/scerp/brickmaking/bmintro.html>
4. "Food And Agriculture Organization Of The United Nations".
<http://www.fao.org/docrep/X5331s/x5331s0g.htm>
5. Hinojosa Ledezma O., "Diagnóstico de la Fabricación Artesanal de Ladrillo en la Ciudad de Oruro", Oruro, 2000, pp 15-52.
6. Hinojosa Ledezma O., "Estudio Térmico de un Horno de Fabricación de Ladrillo Artesanal para sugerir cambio de combustible a Gas Natural", Oruro, mayo, 2003.