

Perspectivas de Automatización del Proceso de Fabricación de Ladrillo Rojo en la Región de Cholula, Puebla

Rafael Rojas-Rodríguez, Obed Cortés-Aburto, Carlos Marín-Dávila.

Universidad Politécnica de Puebla. Tercer Carril del Ejido "Serrano" s/n, San Mateo Cuanalá, Juan C. Bonilla, Puebla, C.P. 72640. Tel/Fax (222) 774 6641 .
rrojas@uppuebla.edu.mx

Resumen. En el presente trabajo se presentan las perspectivas para la automatización del proceso de fabricación de ladrillo rojo en la región de Cholula, Puebla. Para esto, se caracteriza el proceso actual, describiendo cada una de las etapas que lo conforman, iniciando con el mezclado y terminando con la etapa de cocido. Se presenta el diagrama del proceso actual considerando el promedio de las distancias y los tiempos de dos hornos ladrilleros de la región, en condiciones climatológicas favorables para el desarrollo del proceso. Finalmente se presentan perspectivas para la automatización del proceso, considerando una baja inversión.

Palabras clave: automatización, ladrillo, arcilla, construcción, combustóleo.

1. Introducción

Desde la aparición del hombre sobre la tierra, éste ha buscado la forma de protegerse de la intemperie y la acción de los depredadores; en este sentido, los primeros habitantes, vivían en el interior de cuevas. A través del tiempo, desarrollaron técnicas primitivas para la construcción de “viviendas” y de las más antiguas que se tiene registro son las ubicadas en Çatal Höyük (actual Turquía), con una antigüedad que data del 10,000 al 6,000 a. de C., (Fig.1) cuyo material principal era arcilla, en piezas que se secaban al sol [1].

En América los restos de viviendas más antiguos de los que se tiene registro, están ubicados en la región de La Venta, en el estado de Tabasco, pertenecientes a la cultura Olmeca, con antigüedades que van de los 1,500 a. de C. al 200 d. de C., en las cuales, el ladrillo era utilizado como elemento estructural.

En la región de Cholula, perteneciente al estado de Puebla, cuyo apogeo constructivo se dio en el periodo comprendido entre 200 y 700 d. de C., se observa la utilización del ladrillo en la construcción de muros y pisos [2].

Actualmente, en esta región se encuentra localizada una de las mayores concentraciones de productores de ladrillo rojo en el país, que suman alrededor de 4000

hornos [3], que a su vez representan la principal o única fuente de ingresos de alrededor de 8000 familias, involucrando a comunidades como San Diego Cuachayotla, San Sebastián Tepalcatepec, San Juan Tlautla, San Cristóbal Tepontla, San Matías Cocoyotla, San Mateo Cuanalá, Santa María Coronango y Santa María Zacatepec, por mencionar algunas, ubicadas en los municipios de San Pedro y San Andrés Cholula, Juan C. Bonilla y Coronango.

El proceso de fabricación de ladrillos rojos no ha variado sustancialmente desde la aparición del mismo, resultando en un atraso tecnológico del sector y en desventajas competitivas a nivel regional, nacional y mundial.

Las etapas en la que se ha dividido el proceso de fabricación son: etapa de mezclado, etapa de moldeado, etapa de secado, etapa de cocido, para las cuales se exponen las formas de trabajo actuales y sus perspectivas de automatización.



Fig. 1. Ruinas de Catal Höyük actual Turquía.

2. Descripción del Proceso Actual

2.1. Etapa de Mezclado

La primera etapa del proceso consiste en el mezclado de la materia prima, que en este caso son tres diferentes tipos de tierras y agua. Las tierras utilizadas son: arcilla amarilla, tepetate y arcilla gruesa.

Las proporciones utilizadas de dichos materiales varían de productor a productor, debido a que se trata de un proceso esencialmente artesanal y las “recetas” van a depender de la tradición familiar, es decir, se trata de “recetas” que han pasado de generación en generación a lo largo de los años.

La mezcla, en algunos casos se realiza de manera totalmente manual, se agregan las arcillas con el tepetate empujándola con los pies sobre el suelo y se incorpora el agua, posteriormente se amasa con palos, palas o rastrillos; actualmente, en algunos de los sitios de producción, se hace uso del tractor agrícola equipado con la herramienta llamada niveladora y se aprovecha el dibujo de las llantas para llevar a cabo el mezclado, el cual consiste en el repetitivo paso del tractor sobre el material a mezclar.

La mezcla resultante no es homogénea debido a lo deficiente del proceso y a la variación de las cantidades de materia prima involucradas.

Otra desventaja encontrada en dicha metodología de trabajo es la cantidad de superficie requerida para llevar a cabo dicha acción, debido a que se hacen grandes volúmenes de mezcla, aunado al espacio requerido para la correcta operación del tractor.

2.2. Etapa de Moldeado

En esta etapa es donde se le da forma a los ladrillos, una vez que la mezcla ha adquirido las características que el productor considere óptimas, se debe de llevar a cabo inmediatamente concluida la etapa anterior, para lo cual se utiliza una herramienta llamada gavera, formada por un bastidor que tiene capacidad para moldear 4 ó 6 ladrillos por vez.

Una vez que se acarrea la mezcla al lugar en donde se moldearán los ladrillos, se coloca la gavera a ras de tierra y se toma una porción de la misma, se coloca en la parte superior de la gavera y se utilizan las manos y dedos para “compactar” y eliminar los huecos que quedan en el interior del molde, se agrega otra cantidad de la mezcla y se repite la acción, hasta que los huecos quedan completamente llenos, una vez logrado lo anterior, se utiliza un rasero, que es una pieza con forma de solera metálica, para eliminar el material sobrante.

Cuando se ha concluido con el llenado y enrasado de los moldes, se retira la gavera, teniendo cuidado de no dañar la forma de los ladrillos moldeados, y se coloca en una nueva posición alejada a los ladrillos que se acaban de moldear y se repite nuevamente todo el proceso.

La disposición de los ladrillos para este proceso es en forma paralela y horizontal, teniendo cuidado de dejar la suficiente separación entre hilera e hilera a fin de poder transitar a través de ellas.

Existen varias desventajas en este método de trabajo, las manos de los productores están en contacto directo con la mezcla, lo cual implica riesgos, ya que se pueden provocar heridas, aunado a eso, cuando el material se seca provoca resequedad en la piel y puede llegar a formar agrietamientos en las manos de los productores; otra desventaja es la necesidad de que el terreno tenga una pendiente entre el 5 y 10% para que el exceso de agua escurra por efecto de la gravedad y nuevamente se requiere una gran cantidad de terreno para poder colocar los ladrillos a ras de tierra para esperar a que pierda humedad, hasta que puedan ser transportados manualmente al proceso de secado, etapa que se describe a continuación.

2.3. Etapa de Secado

Concluida la etapa anterior, se deja secar los ladrillos lo suficiente para poder ser manipulados sin que se rompan o se desbaraten, para lo cual es necesario estar haciendo una revisión ocular periódica (Fig. 1). Cuando los ladrillos obtienen esa característica se disponen de forma vertical a fin de que sus caras pierdan humedad por efecto del aire y

calor, dicho proceso tarda alrededor de 24 hrs, después de las cuales se acomodan los ladrillos formando muros de secado, llamados enrejados, a fin de que el aire circule libremente entre los ladrillos y se pierda una mayor cantidad de humedad, este último proceso tarda entre 15 y 30 días, dependiendo de las condiciones meteorológicas imperantes.



Fig. 2. Ladrillos en etapa de secado.

2.4. Etapa de Cocido

Una vez que la mezcla, ahora en forma de ladrillo, ha perdido la suficiente humedad se transportan hacia el lugar donde se encuentra el horno (Fig 3) y se colocan en el interior del mismo (Fig 4), se trata de una estructura construida a base de los mismos ladrillos que se fabrican, con forma prismática rectangular y rematada en forma piramidal truncada, con un espacio que queda por debajo del nivel de piso, en el cual se colocan los quemadores y se lleva a cabo la combustión.



Fig. 3. Transporte de ladrillos secos hacia el horno de cocimiento.

El tiempo de cocción varía dependiendo de la cantidad de ladrillos a cocer, generalmente un horno para 40 millares tardará entre 30 y 48 hrs para obtener un correcto cocido de los ladrillos de su interior y después se pasa a una fase de enfriado que dura entre 8 y 10 días dependiendo de las condiciones climatológicas.

El combustóleo utilizado es de muy baja calidad en el mercado nacional, su costo es bajo, pero las emisiones a la atmósfera que provoca son muy grandes, en el orden de 10,837 toneladas anuales de contaminantes [3]. Debido a su baja calidad, no es posible quemarlo con atomización mecánica, por lo que necesita de un medio atomizante, para el caso de la región de Cholula, generalmente, se utiliza vapor de agua. Al mismo tiempo es necesario contar con un piloto, operado con gas LP, a fin de garantizar un encendido confiable y por último el combustóleo requiere de dos etapas de calentamiento previo a ser enviado a los quemadores, la primera para llevarlo a 35° C, para poder ser bombeado y la segunda a 100° C para poderse quemar.

Aunado a todos los requerimientos anteriores, para poder iniciar el proceso de cocción, es necesario calentar con Diesel las líneas de conducción del combustóleo, y realizar la misma operación al terminar el proceso, a fin de permitir que las líneas se mantengan limpias y no se formen tapones de combustóleo, de igual manera es necesario, al concluir la cocción realizar una profunda limpieza de las líneas de conducción y de las boquillas y filtros, así como el deshollinado general de la caldera.



Fig. 4. Horno de cocido.

3. Perspectivas para la Automatización

La propuesta para la automatización del proceso involucra todas las etapas anteriormente descritas, a continuación se describen las perspectivas de automatización para cada una de las etapas, así como la probable forma de operar de cada una de ellas.

3.1. Etapa de Mezclado

La etapa de mezclado se implementará a través de una banda transportadora alimentada por tres tolvas, que a su vez contendrán los tres tipos de tierra utilizados para el proceso, y un tanque de almacenamiento de agua.

En la banda transportadora serán depositadas las cantidades necesarias de cada una de las tierras necesitadas, previamente pesadas utilizando galgas elastométricas, a fin de controlar la cantidad y las proporciones de los materiales.

En el otro extremo de la banda se colocará una máquina que realice el proceso de molido y mezclado, incorporando la cantidad necesaria de agua medida a través de un fluxómetro, a fin de obtener una consistencia óptima de la mezcla, que mediante estudios previos se determinará.

3.2. Etapa de Moldeado

Al igual que en la etapa anterior, también se propone una evolución drástica en el proceso. Para esta etapa se utilizará una extrusora mecánica, la cual será alimentada con la mezcla obtenida en la etapa anterior; un motor eléctrico proporcionará la potencia necesaria para mover un tornillo sin fin acoplado a una cámara de vacío, para poder extraer la mayor cantidad de aire de la mezcla y forzar su salida a través de una boquilla con dimensiones 250 mm x 120 mm, a fin de obtener un macizo con esas dimensiones y una longitud variable.

A la salida de la boquilla el macizo descansará sobre otra banda transportadora que lo trasladará a la zona de cortado, compuesta por una guillotina que cortará a través de su sección transversal el macizo antes descrito, para posteriormente realizar cortes transversales de 50 mm cada uno, a fin de formar el ladrillo con las dimensiones utilizadas comúnmente; esta última parte del proceso de moldeado se llevará a cabo utilizando otra guillotina, pero esta vez con múltiples hojas de corte, que en realidad serán alambres de acero sujetos a un bastidor, con la tensión correcta a fin de realizar los cortes correspondientes.

3.3. Etapa de Secado y Cocido

Para el caso de las perspectivas en este específico, se abordarán las dos últimas etapas de manera conjunta, ya que se aprovechará calor emitido por el horno para reducir el tiempo de secado de los ladrillos moldeados.

En el proceso actual, por la parte superior del horno se pierde calor, debido a la porosidad del material del que está construido y a la separación que existe entre los ladrillos que lo conforman.

A fin de aprovechar al máximo la cantidad de energía que se consume en el proceso, se procederá a captar el calor desprendido en el horno, cuando se encuentren cociendo ladrillos, y será conducido hasta una especie de invernadero en el que se encontrarán los ladrillos recién moldeados, los cuales perderán humedad por efecto del calor, permitiendo que lleguen a un estado óptimo de secado en un menor tiempo con relación al que se consume con el proceso actual.

El proceso de cocido, ahora íntimamente ligado al de secado, será modificado, realizando un análisis de las propiedades térmicas del horno, a fin de optimizar la colocación de los quemadores, para disminuir considerablemente el consumo de energía y realizando un estudio de los requerimientos de energía que tienen los ladrillos para obtener las características mecánicas necesarias para poder ser utilizadas en la industria de la construcción.

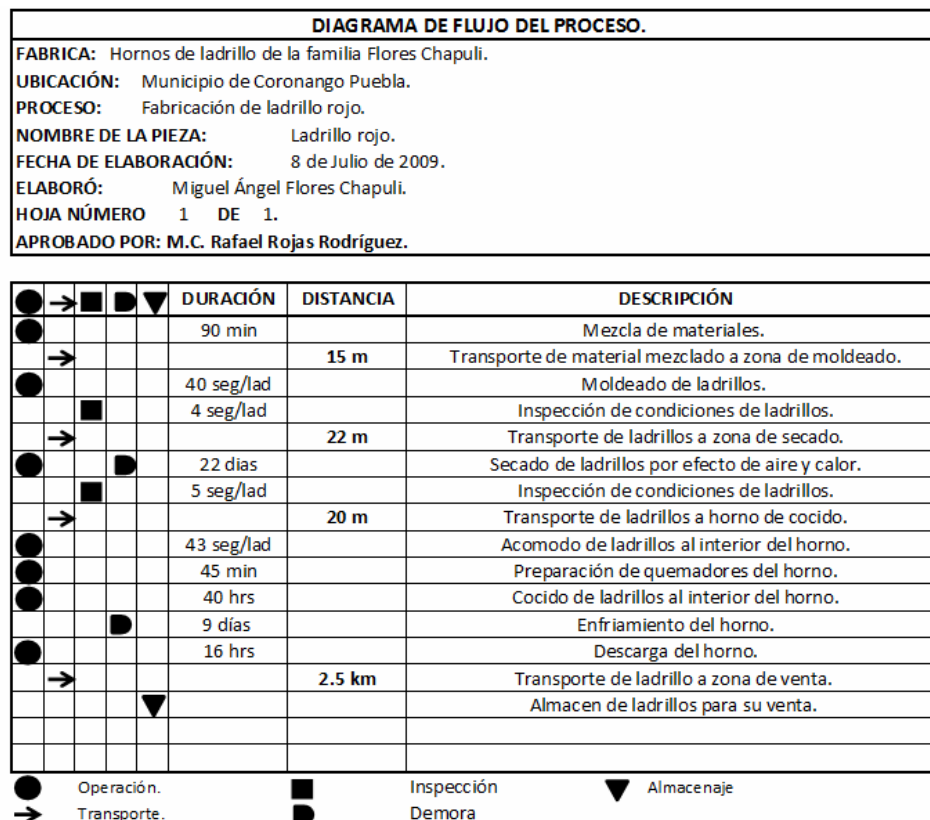


Fig. 5. Diagrama del proceso actual.

4. Diagrama del Proceso Actual

En la Fig. 5 se observa el diagrama del proceso [5] actual de fabricación de ladrillo rojo en un horno típico de la región de Cholula Puebla, se presentan los promedios de distancia y tiempo de dos hornos pertenecientes a la familia Flores Chapuli.

En el diagrama es posible observar que el proceso de secado de ladrillos tiene una duración promedio de 22 días, considerando condiciones climatológicas favorables, este tiempo es posible disminuirlo considerablemente si se aprovecha el calor que es emitido en el proceso de secado.

En lo referente al enfriamiento del horno, se observa que el proceso tarda en promedio 9 días, en los cuales la producción se detiene provocando que los recursos disponibles estén ociosos, representando un incremento en los costos de producción; en este sentido,

el calor que se debe perder en esta etapa será aprovechado para el proceso de secado, y se propondrá la producción en serie, a fin de disminuir el tiempo de ciclo del proceso.

5. Conclusiones

El proceso que actualmente se sigue para la elaboración de ladrillo rojo en región de Cholula no ha sufrido ninguna variación significativa desde la época de apogeo de la cultura Choluteca comprendida entre el 200 y el 700 d.C. Lo anterior deja en un posición de desventaja competitiva a los productores ya que la presencia de la tecnología es mínima y en la mayoría de los casos nula.

En el presente trabajo se expuso una primera propuesta para su automatización, considerando que el monto de las inversiones debe de ser mínimo, debido a las condiciones económicas de dichos productores.

Actualmente los profesores de la carrera de Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Puebla tiene acercamientos con un grupo de productores de la región a fin de colaborar en la disminución del tiempo de ciclo de trabajo, mejorar las condiciones de trabajo y aumentar la rentabilidad del proceso.

6. Referencias

- [1]Bartel, B. (1972) The Characteristics of the Çatal Hüyük Supra-Community, Paper given at the 73rd general meeting of the AIA. *American Journal of Archaeology* 76, pp. 204-205.
- [2]México en el Tiempo No. 19 julio / agosto 1997
<http://www.mexicodesconocido.com.mx/notas/5247-El-ladrillo-en-la-arquitectura-prehispanica>
- [3]Comunicación social del gobierno del estado de Puebla.
http://www.comunicacionsocial.gob.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=7932
- [4]Kidder, Frank E. et al, "Manual del arquitecto y del constructor." Unión tipográfica editorial hispano americana, México 1997.
- [5]Kjell B. Zandin, Harold Bright Maynard, "Manual del ingeniero industrial, Volumen 2", McGraw Hill, 2005