

## **LADRILLOS A ESCALA INDUSTRIAL**

Diego Fernando García Jaramillo<sup>1</sup>, Ernesto Rolando Martínez Lozano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico 2001.

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1983, Profesor de la ESPOL desde Abril de 1983.

### **Resumen:**

El presente trabajo fue desarrollado debido a la idea de diseñar y construir una planta productora de ladrillos, formándose para este propósito una sociedad de tres integrantes.

El primer paso es el estudio financiero y de impacto sobre la producción y la demanda, en el presente y futuro, el cual permite tener datos de referencia sobre el tamaño de la planta y la producción deseada. Estos datos se comparan con la capacidad de inversión de la sociedad.

Luego se hace un análisis de la materia prima, que es la arcilla, y la selección del tipo y tamaño de ladrillo que se fabricará. En base a los datos anteriores se elabora un diagrama del flujo del proceso y se hace el cálculo de las máquinas, cuya potencia, tamaño y demás parámetros estarán de acuerdo con la producción estimada. El cronograma de montaje involucra todos los trabajos a realizarse antes de operar la planta. Finalmente se elabora un presupuesto de montaje y operación y una proyección de utilidades, además se hace una estimación del tiempo de retorno de la inversión.

## **INTRODUCCIÓN:**

Se suele considerar la fabricación de ladrillos como una de las actividades más sencillas, tanto desde un punto de vista tecnológico como comercial. Esta impresión errónea se debe, probablemente, a la circunstancia de que prácticamente cualquiera pueda fabricar unos cuantos ladrillos de calidad satisfactoria en el patio de su casa y con muy pocas herramientas. Sin embargo cuando se trata de la fabricación mecánica de ladrillos a razón de unos 10.000 diarios, la situación es mucho más complicada.

El éxito de cualquier empresa comercial, y especialmente el de una fábrica de ladrillos, depende en gran medida de la exactitud de sus datos sobre el mercado. La fuente de información más importante está constituida por las estadísticas oficiales sobre la producción de materiales de construcción, sean o no ladrillos. En nuestro país, el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) proporciona datos muy precisos acerca de las viviendas y los materiales de construcción, también el Banco Ecuatoriano de la Vivienda posee datos sobre la relación entre la vivienda y la población.

El déficit de 50000 viviendas por año, establecido por el Banco Ecuatoriano de la Vivienda, para todo el país, las políticas del subsidio a la vivienda mediante el "Bono Solidario", así como ciertos datos macroeconómicos que predicen un entorno financiero más estable, son los indicadores principales para prever un incremento en el consumo de los materiales de construcción, específicamente el consumo del ladrillo.

## **CONTENIDO:**

### **1. Selección de forma y tamaño del ladrillo a producirse**

Para obtener una buena aceptación en el mercado, el ladrillo producido debe tener dimensiones externas similares al ladrillo de paramento más utilizado por los constructores en nuestro medio, que son 40 x 20 x 10 cm.

Como se desea hacer ladrillos alivianados, estos deben tener perforaciones paralelas al lado mas largo, también tendrán ranuras en su superficie exterior para un buen agarre con el mortero de cemento en el momento de la colocación.

Las perforaciones más comunes son de sección circular o rectangular. Para este caso, se ha escogido que el ladrillo tenga dos perforaciones simétricas con una sección transversal de 7 x 7 cm.

### **2. Selección del proceso**

Después de conocer los procesos de fabricación de ladrillos más empleados a nivel mundial, se escogió el proceso de extrusión, por los siguientes criterios:

- Es un procedimiento recomendado para pequeñas y medianas producciones a nivel industrial.
- Las arcillas disponibles son idóneas para este procedimiento.
- La maquinaria necesaria es más simple, por lo tanto más fácil de diseñar y construir. Esto es de suma importancia considerando que la construcción será en talleres locales.
- La operación del conjunto de máquinas es sencilla, se necesita un adiestramiento mínimo para que un operario aprenda a desempeñarse en cualquiera de los puestos de la línea de producción.

### **3. Flujo de la producción**

Dentro de la planta, el proceso de fabricación comprende los siguientes pasos:

- Recepción de arcillas.
- Triturado y zarandeado.
- Transporte y elevación.
- Mezcla y extrusión.
- Corte.
- Apilamiento y secado.
- Horneado.
- Apilamiento y enfriado.
- Despacho de producto.

### **4. Diseño de Máquinas**

#### **4.1 Máquina Trituradora – Zarandeadora**

Este conjunto se ha considerado como una sola máquina debido a que, a pesar que las dos operaciones son diferentes y se realizan en dos etapas bien definidas, se ha observado que puede operar con un único sistema de potencia que mueva simultáneamente el eje de trituración y el sistema basculante de zarandeado.

Durante el proceso en planta, la trituradora se alimenta de arcilla gruesa seca por su abertura superior, mediante la acción de dos operarios provistos de palas. Esta operación se facilita enormemente si se cuenta con una tarima de la altura de la trituradora, donde previamente se ha amontonado una cierta cantidad de arcilla y desde donde les resulte fácil a los operarios arrojar la arcilla con las palas. El mismo efecto se consigue si el terreno tiene desniveles y la trituradora se ubica

junto a un terraplén de su misma altura donde puedan ubicarse los operarios con la arcilla.

El cuerpo de la trituradora consta de una tolva superior por donde ingresa el material, bajo esta hay una carcaza cilíndrica con un eje horizontal en su centro. El eje tiene cuatro paletas mutuamente perpendiculares que efectúan la acción de triturado mediante el impacto de la arcilla contra las paredes interiores de la carcaza a medida que el material desciende. Cabe mencionar que este procedimiento no es el único para triturar arcilla, pero sí uno de los más convenientes y económicos.

Los granos que se producen en el triturado caen directamente a la malla de la zaranda, cuyo movimiento hace que los granos más finos atraviesen la malla y los más grandes se descarten. El movimiento basculante se origina debido a que la polea de la zaranda tiene una posición excéntrica respecto al centro del eje, esto se complementa con la libertad de movimientos de compresión y flexión que permiten los cuatro resortes que sirven de base. El material fino, cuyo tamaño de grano de 2mm se considera apto para ser moldeado, cae a la banda transportadora, y el material grueso puede ser regresado al inicio del proceso, previa eliminación de piedras y terrones muy duros. Si la arcilla es suave y no contiene piedras, el rechazo de la zaranda es mínimo.

#### **4.2 Sistema de transporte y elevación**

El transporte y elevación de la arcilla fina se realiza mediante una banda montada en una estructura metálica con rodillos en sus extremos. El eje del rodillo superior está accionado por un motor eléctrico a través de un sistema de poleas y bandas que sirven para obtener la velocidad de rotación deseada. La parte inferior se

monta justo debajo de la salida de la zaranda, para recoger el material fino y depositarlo en la mezcladora-extrusora.

La forma y dimensiones de esta máquina pueden observarse en el plano del anexo.

### **4.3 Máquina Mezcladora – Extrusora**

Esta máquina, como su nombre lo indica, consta de dos etapas, aunque vista desde afuera no se aprecien claramente éstas. Para cada etapa cuenta con ejes independientes, que van en forma paralela, uno arriba del otro, pero accionados por un solo motor mediante una caja de engranajes. El eje superior es el de mezclado, allí se recibe la arcilla fina seca y el agua, que se mezclan en una cavidad semicilíndrica por medio de paletas acopladas al eje y segmentos de tornillo que forman una masa homogénea y la hacen avanzar a la zona de extrusión. En la segunda etapa la mezcla homogénea y semicompactada pasa a la cavidad inferior, de forma cilíndrica, que contiene el tornillo de extrusión, este compacta la mezcla y la hace avanzar hacia la boquilla donde debido a la presión interior, el material adquiere la forma transversal final, obteniéndose una tira continua. En la mesa de salida, la tira se corta con un dispositivo manual para obtener la longitud de ladrillo deseada, este dispositivo es un arco articulado en la mesa con un alambre tensado que hace las veces de cuchilla. Aquí se completa las etapas de maquinado y el ladrillo queda listo para las etapas de secado, horneado y enfriado, que no se tratarán en detalle.

Los planos de la máquina con algunos de sus detalles pueden observarse en el anexo.

## 5. Cronograma de montaje

El montaje de la maquinaria en el emplazamiento destinado contempla los siguientes pasos:

- Cimentación de las Máquinas
- Recepción de Maquinaria
- Instalación de Maquinaria
- Alineación y Transmisión de potencia
- Sistemas de Alimentación
- Corrida de Prueba y Ajustes

## 6. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 6.1 Costos de terreno, adecuaciones, maquinaria y montaje

#### Costo del terreno:

El costo por metro cuadrado varia mucho dependiendo de la ubicación del terreno. Para este caso el terreno está ubicado en la Parroquia Trapichillo, Cantón Catamayo, Provincia de Loja. El terreno cuenta con los siguientes servicios:

- Electrificación.
- Agua no potable.
- Acceso vehicular a la carretera principal de Loja hacia la Costa.

En este sector, el precio del metro cuadrado es alrededor de \$ 1, haciendo la negociación con el dueño se consiguió el terreno en los siguientes términos:

- Área: 6277 m<sup>2</sup>
- **Costo del terreno \$ 6000**

#### Costo de adecuaciones:

Las adecuaciones comprenden todas las obras civiles previas al montaje de la maquinaria, como se anotó antes, estas comprenden:

Desgrose	100
Nivelación y compactación	300
Trazado	150
Construcción de edificaciones	3500
Obras sanitarias	600
Obras complementarias	350
<b>Costo total de adecuaciones</b>	<b>\$ 5000.</b>

Costo de Maquinaria:

Dentro de este rubro se considera los siguientes gastos:

Adquisición de motores, partes y piezas.	36100
Alquiler de taller (máquinas herramientas, soldadura, etc.).	800
Mano de obra de jefe de taller y ayudantes.	1000
Diseño y dirección Técnica.	1600
<b>TOTAL</b>	<b>39500</b>

Considerando todos los rubros para cada máquina, se tiene:

Máquina Trituradora-Zarandeadora	5500
Máquina Transportadora-elevadora	2500
Máquina Mezcladora-extrusora	31000
Mesa de salida y cortadora	<u>500</u>
<b>Costo total de Maquinaria</b>	<b>\$ 39500</b>

Costo de montaje:

- Cimentación: Cuatro horas de trabajo de un Ingeniero y doce horas de trabajo de cuatro operarios.
- Recepción de Maquinaria: Una hora de trabajo de un Ingeniero, tres horas de trabajo de seis obreros, cuatro horas de alquiler de un camión plataforma.
- Instalación de Maquinaria: Tres horas de trabajo de un Ingeniero, seis horas de trabajo de tres obreros, cuatro horas de alquiler de un montacargas.
- Alineación y Transmisión de Potencia: Tres horas de trabajo de un Ingeniero, cuatro horas de trabajo de tres obreros.
- Sistemas de Alimentación: Cuatro horas de trabajo de un electricista, cuatro horas de trabajo de tres obreros.
- Corrida de prueba y ajustes: Ocho horas de trabajo de un Ingeniero, ocho horas de trabajo de cinco operarios.

	Costo unitario(\$)	Horas-hombre	Costo total(\$)
Ingeniero	10	19	190
Montacargas	20	4	80
Operario	2	148	296
Camión	25	4	100

**Costo Total del Montaje: \$ 666**

Peso aproximado de las máquinas

Molino	250 Kg.
Zaranda	200 Kg

Transportadora	220 Kg
Mezcladora-Extrusora	750 Kg.
Motores C.I.	200 Kg.
Motor Eléctrico	25 Kg.

Peso total de las máquinas: 1635 Kg.

Relación costo/peso: \$ 666 / 1635 Kg.

**Costo total por Kilogramo Instalado: \$0.4 / Kg.**

## 6.2 Presupuesto de Operación

Para la operación de la fábrica durante una jornada de veinte días laborables, se ha previsto los siguientes costos de operación:

- Materia prima	950
- Mano de Obra	800
- Combustibles	500
- Administración e imprevistos	<u>350</u>

**Costo total de Operación \$ 2600**

## 6.3 Estimación de retorno de la inversión y utilidades netas

El siguiente análisis se realizara considerando una producción mensual de 80000 ladrillos, a un precio promedio de \$ 0.08. Las instalaciones y las máquinas se depreciarán en 10 años, el reparto a los trabajadores es del 15% sobre la utilidad bruta, el impuesto a la renta se ha escogido 25%. Para el primer año de operación, se han estimado los siguientes valores:

<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>	
Materia prima	10000
mano de obra	9600
gastos indirectos	7600
gastos administrativos	2400
Otros	2400
<b>TOTAL</b>	<b>32000</b>

<b>INGRESOS POR VENTAS</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>76800</b>

<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>	
Ingresos por ventas	76800
costos de producción	32000
Depreciación	5300
Utilidad bruta	39500
Reparto de utilidades	5925
Impuesto a la renta	9875
<b>Utilidad neta</b>	<b>23700</b>

Amortización de la inversión: los inversionistas pueden destinar el 50% de la utilidad neta para este propósito, entonces:

50% de \$ 23700: \$ 11850

Reparto a los accionistas: \$ 11850

Mediante este sistema, **la inversión queda amortizada antes de cinco años.**

Nótese que durante este periodo se ha previsto que sí haya un reparto de dinero adicional de \$ 11850, cantidad que es mas de dos veces superior a la que se hubiera recibido por una inversión anual a plazo fijo por \$ 53000.

## **CONCLUSIONES:**

- Un proyecto de fábrica, para el que no hay un presupuesto de investigación y desarrollo, debe manejarse con la mayor cantidad de datos disponibles de las fuentes que anteriormente se han citado.
- Existieron decisiones de los inversionistas sobre algunos aspectos de la fábrica que no se ajustaron a criterios técnicos, pero que se tomaron por motivos económicos.
- Este trabajo me ha mostrado que, aparte de la importancia de las consideraciones técnicas, la factibilidad económica y el rendimiento de la inversión juegan papeles que deben ser tomados en cuenta por quien desarrolla el proyecto.
- Los mejores resultados para cada etapa del proyecto se obtienen asesorándose con personas especializadas y con experiencia en cada área.
- Los imprevistos en el montaje de maquinaria en un sector rural son más difíciles de manejar, ya que toma más tiempo y se gasta más dinero en adquirir piezas o contratar servicios.
- Las medidas que resultaron para los ejes son menores a las que se conoció de maquinaria existente, sin desmedro de las condiciones de seguridad que están contempladas en los diferentes factores de diseño. Esto resulta en un ahorro en la adquisición del eje y otro en la operación, ya que un eje más liviano consume menos energía.

## **REFERENCIAS:**

### **- Tesis**

1. D. García, "Diseño de las máquinas para una Planta productora de Ladrillos" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001)

### **- Reporte Técnico**

2. I. Knizek, "Fábricas de ladrillos: perfil de una Industria" (Nueva York, Organización de las naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 1990)

### **- Libro**

3. R. Norton, Machine Design (Prentice-Hall 1998).