

CAPITULO II

ANTECEDENTES

2.1 Introducción.

En la historia, el ladrillo constituyó el principal material en la construcción de las antiguas Mesopotamia y Palestina, donde apenas se disponía de madera y piedras. Los habitantes de Jericó en Palestina fabricaban ladrillos hace unos 9.000 años. Los constructores sumerios y babilonios levantaron zigurats, palacios y ciudades amuralladas con ladrillos secados al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos, más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos. En sus últimos años los persas construían con ladrillos al igual que los chinos, que levantaron la gran muralla. Los romanos construyeron baños, anfiteatros y acueductos con ladrillos, a menudo recubiertos de mármol.

En el curso de la edad media, en el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, así como en cualquier otro lugar donde escaseara la piedra, los constructores valoraban el ladrillo por sus cualidades decorativas y funcionales. Realizaron construcciones con ladrillos templados, rojos y sin brillo creando una amplia variedad de formas, como cuadros, figuras de punto de espina, de tejido de esterilla o lazos flamencos. Esta tradición continuó en el renacimiento y en la arquitectura georgiana británica, y fue llevada a América del norte por los colonos. El ladrillo ya era conocido por los indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas. En regiones secas construían casas de ladrillos de adobe secado al sol. Las grandes pirámides de los olmecas, mayas y otros pueblos fueron construidas con ladrillos revestidos de piedra. Pero fue en España donde,

por la influencia musulmana, el uso del ladrillo alcanzó más difusión, sobre todo en Castilla, Aragón y Andalucía.

El ladrillo industrial, fabricado en enormes cantidades, sigue siendo un material de construcción muy versátil (ver figura 1). Existen tres clases: ladrillo de fachada o exteriores, cuando es importante el aspecto; el ladrillo común, hecho de arcilla de calidad inferior destinado a la construcción; y el ladrillo refractario, que resiste temperaturas muy altas y se emplea para fabricar hornos. [1]



Figura 1. Casa de ladrillos.

2.2 Ventajas.

El ladrillo común tanto en México como en todo el mundo es el material más utilizado en la construcción, y esto es debido a sus características peculiares las cuales se convierten en ventajas sobre los demás materiales de construcción, estas ventajas se enumeran de la siguiente forma:

- **Durabilidad:** Las construcciones en ladrillo superan a cualquier material a través del tiempo, la deformación producida en elementos sometidos a una carga permanente es insignificante en el ladrillo de arcilla.

- Fácil colocación y modulación, aumentando la productividad.
- Altas resistencias físicas y químicas que son determinadas por la materia prima y reforzadas por el proceso de cocción a altas temperaturas, estos productos se caracterizan por poseer porcentajes de absorción de agua mínimos, alta resistencia a la compresión y a la flexión, así como al fuego y a los ácidos.
- Fácil instalación y reparación, su manejo no requiere de especialistas, ni de experimentos que puedan resultar onerosos.
- No requieren mantenimiento especial.
- Garantizan construcciones sanas, no facilitan la procreación de algunos hongos, plagas, y bacterias.
- Excelente aislamiento térmico y acústico, lo que permite crear ambientes interiores saludables y agradables.
- Riqueza en expresión dada por la belleza característica de la arcilla, la amplia variedad en productos, colores, tamaños y texturas, todo esto brinda un sin número de posibilidades al constructor y un gran valor estético a sus diseños.
- Las construcciones en ladrillo pueden colocarse en uso inmediatamente después de terminadas, no es necesario esperar para poder hacer uso de ellas.
- Precios competitivos, comparado con otros materiales de construcción el ladrillo a través de los tiempos se ha caracterizado por su economía, que sumada a las demás ventajas mencionadas, lo han conservado como el material más utilizado en todo el mundo. [2]

2.3 Fabricación del ladrillo.

2.3.1 Definición del ladrillo.

Son pequeñas piezas cerámicas, de forma de paralelepípedo, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción conveniente. Pueden utilizarse en toda clase de construcciones por ser su forma muy regular y fácil su manejo (ver figura 2).

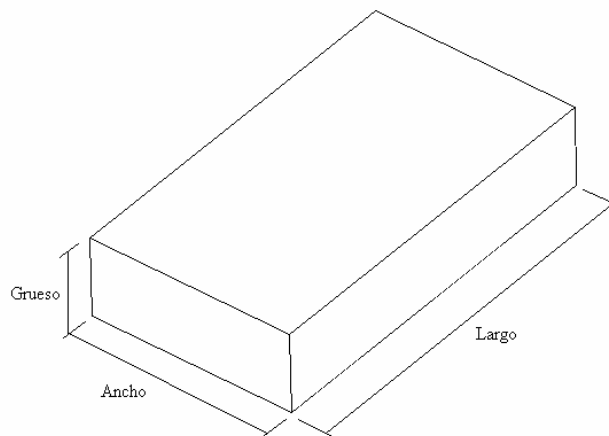


Figura 2. Ladrillo

2.3.2 Características, propiedades y condiciones que deben reunir los ladrillos.

Los ladrillos de buena fabricación tienen que ser sólidos, resistentes, sin fisuras y que se puedan cortar de un simple golpe de paleta (cuchara de albañil). La forma debe ser homogénea, compacta, luciente y exenta de caliches; no deben estar demasiado cocidos ni poco cocidos o blandos, por desmoronarse fácilmente. En resumen, el ladrillo tiene que tener una buena cocción, color uniforme, sonido claro y seco cuando se le golpea.

Existe una gran variedad de tamaños y formas de ladrillos, y aunque el común es el macizo sus medidas oscilan alrededor de las que se consideran como propósito para este proyecto, que son de $5.5 \times 13 \times 24$ cm.

2.3.3 Tierras convenientes para la fabricación de los ladrillos.

Las mejores tierras para la fabricación de ladrillos son las arcillosas, en las cuales la arcilla (silicato de alúmina hidratado) es el compuesto predominante, conteniendo además carbonato de calcio, arena y óxido de hierro. Proveniente estas arcillas de la descomposición de rocas feldespáticas, provocada por la acción corrosiva del aire y la disolvente mecánica del agua. Se presentan formando extensos depósitos en los terrenos de alusión, alternando a menudo con filones de arena. La arcilla pura se llama caolín y proviene de los feldespatos más puros, es llana y se emplea en la fabricación de la porcelana, también acompaña a la arcilla el carbonato de calcio, el cual, cuando no está en proporciones que supere el 25%, da excelentes cualidades a la arcilla para la fabricación de ladrillos, haciéndolos resistentes contra el agua y el hielo. El óxido de hierro que también contiene, la hace que sea ferruginosa, aumentando su resistencia a la compresión después de cocida. La experiencia demuestra que los mejores ladrillos se fabrican de la arcilla que contiene asociada la cal, el óxido de hierro y la arena; estas tres sustancias, cuando no son excesivas, provocan durante la cocción una vitrificación haciendo los ladrillos más duros y resistentes. La arena, que es el material desengrasante para la mezcla de arcilla por excelencia, debe ser silícea y de grano fino [3]. La tabla 1 muestra los porcentajes de los diferentes compuestos contenidos en la arcilla de la región.

2.4 Proceso de fabricación tradicional del ladrillo.

El proceso de fabricación del ladrillo se divide en cinco pasos fundamentales que son: la extracción de la materia prima, la preparación de la masa, el moldeo, el secado y el horneado. A continuación se muestra de manera gráfica y detallada cada uno de los subprocesos.

Tabla 1. Composición de la tierra arcillosa de la región. [4]

COMPUESTO	%
sílice (SiO_2)	62.7
alúmina (Al_2O_3)	23.1
óxido de hierro (Fe_2O_3)	8.4
bióxido de titanio (TiO_2)	1.2
óxido de calcio (CaO)	0.9
óxido de magnesio (MgO)	1.2
óxido de sodio (Na_2O)	0.4
óxido de potasio (K_2O)	2.6
SO_3	0.7

2.4.1 Extracción de la materia prima.

La extracción de la tierra arcillosa y la arena de grano fino son extraídos de canteras que se encuentran en regiones cercanas a las ladrilleras, normalmente los dueños de las

ladrilleras compran este tipo de material a personas que se dedican a la extracción y venta de la materia a un precio bajo (figuras 3 y 4).



Figura 3. Tierra arcillosa.



Figura 4. Arena de grano fino.

2.4.2 Preparación del barro.

Se le llama barro a la tierra arcillosa una vez que se le ha agregado agua, dando como resultado una especie de pasta homogénea. Para propósitos de este proyecto se utilizara la palabra “barro” para referirse no solo a la mezcla de tierra arcillosa y agua, sino que también a la mezcla que tiene como agregado extra la arena de grano fino. La preparación del barro se inicia, en primer lugar, mezclando tanto la arcilla como la arena en un espacio amplio, a una proporción de 4 partes de arcilla por 3 partes de arena, la cantidad de agua debe ser de un 25 %, de manera que la mezcla no quede muy aguada ni tampoco muy dura. [5]

Por tradición el acto de realizar el barro se había hecho con la ayuda de los pies (pisándolo), algo verdaderamente laborioso y agotador, y aunque actualmente todavía existen personas que realizan así la mezcla, lo común es que lo hagan con la ayuda de un tractor agrícola (ver figura 5).



Figura 5. Tractor agrícola amasando

Con la ayuda de las llantas y de la cuchilla, realizando múltiples pasadas sobre la mezcla es como se logra realizar esta labor, y una de estas máquinas es capaz de producir una mezcla muy homogénea, para más o menos 6 millares de ladrillos en aproximadamente 1 hora, y esto a un precio cómodo que resulta benéfico para el fabricante de ladrillos. El barro una vez preparado, solo tarda 3 días con la consistencia adecuada, después de este tiempo, se comienza a poner duro lo cual requiere de que se este removiendo con una pala para mantenerlo en la mejor forma (ver figura 6).



Figura 6. Barro preparado.

2.4.3 Moldeo de ladrillos.

Una vez que se tiene preparado el barro, el siguiente paso es, habilitar un espacio en donde se pueda ir realizando el moldeo (ver figura 7); con la ayuda de una carretilla es como se va abasteciendo el barro para poder ir moldeando los ladrillos (ver figura 8).

El moldeo se realiza con la ayuda de un rejilla sin fondo (ver figura 9), que se coloca sobre el piso, la superficie del piso contiene una ligera capa de arena que sirve como antiadherente con la finalidad de que los ladrillos no se peguen a la hora de levantarlos.



Figura 7. Espacio para el moldeo



Figura 8. Carretilla con masa

La manipulación del barro, teniendo cerca la carretilla, se coge únicamente con las manos la cantidad necesaria hasta llenar la rejilla, para después compactarla igualmente con las manos (ver figura 10) y finalizar con la ayuda de un laina el emparejamiento. Una vez terminado esto, simplemente se extrae la rejilla para dejar terminados los ladrillos y listos para iniciar su proceso de secado, esto último se explicará con más detalle en el siguiente capítulo ya que serán utilizadas como bases para el diseño conceptual.



Figura 9. Rejilla sin fondo



Figura 10. Moldeo

2.4.4 Proceso de secado

El proceso de secado se realiza de forma natural, es decir al aire libre, normalmente este proceso dura de tres a cuatro días, lo suficiente para evitar problemas a la hora de hornear, ya que si va demasiado húmedo el ladrillo tiene una alta probabilidad de sufrir fracturas.

La colocación de los ladrillos se hace en largas hileras dejando el suficiente espacio para que el aire circule libremente aumentando así, la velocidad de secado (figura 11).



Figura 11. Hileras para el secado

Durante el tiempo de lluvias, los trabajadores se las arreglan para no parar la producción, utilizan plástico para cubrir tanto las hileras para el secado como lo que van moldeando en ese momento, es de considerar que en tiempo de lluvias la rapidez del secado disminuye debido a la cantidad de humedad contenida en el ambiente.

2.4.5 Proceso de horneado

El horneado se lleva a cabo en hornos especiales los cuales están hechos también de ladrillos ya cocidos y normalmente tienen una capacidad de alojamiento para alrededor de 25 millares, o más. Una vez secos, cuando el porcentaje de humedad ha disminuido a un 3%, los ladrillos se van acomodando dejando un pequeño espacio entre ellos para que el calor circule y pueda llegar a todos los ladrillos que se encuentran dentro del horno.[5]

El calor es proporcionado por una caldera (ver figura 12), que consume petróleo (combustóleo) o diesel como combustible y la horneada dura 24 horas, proporcionando alrededor de los 1000 °C de manera continua, que son los que necesita el ladrillo para que se pueda cocer en forma adecuada. Los hornos tienen una pequeña ventana en la parte inferior y es hacia donde está dirigida la flama que sale del quemador con el fin de que el calor pueda ir subiendo y llegar a todos los rincones.

Actualmente gracias a la tecnología de las calderas, la emisión de contaminante se ha reducido considerablemente; como puede verse en la figura 13 durante el proceso de cocción ya no se ven esas tradicionales humaredas que lamentablemente identificaban a las ladrilleras, ya que anteriormente e incluso en algunas partes del país todavía se utiliza, la quema de llantas era lo que proporcionaba el calor necesario para la cocción originando un alto índice de contaminación bastante perjudicial.



Figura 12. Caldera



Figura 13. Horneada en proceso.

Por último, una vez que se realizó la horneada durante las 24 horas, se destapa el horno, para ese entonces el ladrillo ha adquirido su color característico y se encuentra listo para su comercialización (figuras 14 y 15).



Figura 14. Vaciado del horno.



Figura 15. Estiba de ladrillo cocido.

2.5 Definición del problema

De acuerdo a como se ha descrito anteriormente y como puede verse, el proceso de fabricación del ladrillo de manera manual no resulta muy costoso en sí, y es por eso que se ha mantenido en el mercado a un bajo costo, pese a las grandes empresas que ya tienen la producción en serie del ladrillo pero a un costo que en algunos casos llega a ser hasta de 2830 pesos por millar como es el caso del ladrillo llamado “recorcho” que fabrica la CIA. Mexicana de Tejas y Productos de Barro S.A de C.V (Comextesa). [6]

Analizando cada uno de los subprocesos y de acuerdo, con la información proporcionada por los dueños de las ladrilleras en las que se hizo la investigación, la materia prima la adquieren a un costo de \$220 por un camión de volteo (aproximadamente 7 toneladas) y por \$200 la misma cantidad de arena amarilla (polvillo) al igual que \$320 por la arena negra; esta cantidad de tierra les rinde para más o menos 12 000 ladrillos. Después de esto, el amasado con el fin de ahorrar tiempo y esfuerzo como se mencionó antes, lo realizan con la ayuda de un tractor agrícola el cual les cobra 200 pesos por amasar una cantidad para más o menos 6 millares y esto lo realiza en alrededor de una hora.

El proceso siguiente es el moldeo, y es esta parte la que realmente rige la cantidad de producción, esto debido a que se necesita contratar la cantidad de gente que sea necesario cuando se tiene la necesidad de aumentar la producción, por ejemplo una persona produce normalmente una cantidad de 1000 ladrillos por día y por esta cantidad de ladrillos recibe un salario de 200 pesos, esta tarea la realiza tal vez sin mucho esfuerzo iniciando de las 7:00 hrs. y terminando alrededor de las 13 hrs., considerando también que no solo implica la labor de moldeo sino que debe ir realizando el levantamiento, y el acomodo de los ladrillos en las hileras para el secado.

Se da el caso en que cuando se requiere una mayor producción, una persona puede lograr hacer el doble de producción normal, es decir, 2000 ladrillos en un día ganando por consiguiente el doble de sueldo (400 pesos), obviamente ese logro no lo realizan todos los días debido a que es muy desgastante físicamente y es aquí en donde se quiere enfatizar la importancia de este proyecto, diseñando una máquina que permita hacer esa labor que requiere de mucho esfuerzo físico y que esta limitado a la rapidez y habilidad de una persona. Lo que se pretende es que sin la necesidad de contar con grandes presupuestos los pequeños productores puedan aumentar su producción y como consecuencia obtener mayores ingresos.

Se ha considerado la parte del moldeo como la primordial en la cantidad de producción porque, como se puede apreciar, el proceso de secado no requiere más que de un espacio amplio en donde se acomoden los ladrillos, dejando que la naturaleza y el tiempo hagan el resto y sin ningún costo adicional, el proceso de secado dura aproximadamente 4 días y una vez seco, el ladrillo tiene la suficiente rigidez como para ser maniobrado e inmediatamente ser acomodado en el horno.

Los hornos que normalmente utilizan en las ladrilleras de la región de Cholula, tienen una capacidad de alrededor de 25 millares y aunque una horneada dura solo 24 hrs., estas se realizan cada 15 días más o menos, y esto debido a que dependen de la capacidad de producción de la persona que moldea. Hasta que el horno se encuentra completamente lleno es cuando se realiza la horneada, nunca se realiza una horneada a medio horno o algo así, además de que no sería rentable para el productor. Según los productores los gastos que implican el proceso de horneado no son muy altos; la caldera que utilizan consume combustóleo y el precio de este se ubica en \$1.5/litro, y en una horneada para los 25 millares se consumen 2500 litros de petróleo, siendo un costo total de la horneada de \$3750, que dividido entre los 25 millares se obtiene un costo de \$150/millar, un gasto aceptable para el productor y sobre todo para el cliente quién con \$600-\$650 puede adquirir un millar de ladrillos puesto en la ladrillera y con un costo extra no muy alto según afirman, puesto a domicilio.

De esta manera, se intenta demostrar que el cuello de la botella se encuentra en el proceso de moldeo, y es objetivo de este proyecto el proporcionar una opción que tenga como fin el aumentar la producción, empleando el mismo número de personas con las que trabajan las ladrilleras (que normalmente son 2) pero con un menor esfuerzo y una mayor rapidez.

El objetivo primordial de este proyecto es como se mencionó antes, el lograr producir por lo menos 500 ladrillos por hora, por lo que en un turno de 8 horas se producirían 4000 ladrillos, que económicamente significa que se estaría aumentando al doble de producción con prácticamente los mismos gastos que se emplean para la producción manual, solo considerando un aumento en el gasto de la energía consumida por

la máquina. En la tabla 2 se muestran los gastos calculados a groso modo, que se emplean en la producción manual del ladrillo. De acuerdo a los propietarios, sus ganancias oscilan alrededor de los 200 a 250 pesos por millar.

En lo referente a alguna desventaja que pudiera existir sobre la creación de este proyecto no se encontró ninguna, los operadores seguirían ganando lo mismo con menor esfuerzo e inclusive ganar más una vez que el propietario considere el aumento de su producción y de sus ganancias.

Tabla 2. Tabla de análisis de gastos del ladrillo.

GASTO POR MILLAR	IMPORTE EN PESOS
MATERIAS PRIMAS	45.00
AMASADO	30.00
SALARIO POR MOLDEO	200.00
GASTO EN RENTA DE CALDERA	28.00
GASTO EN COMBUSTIBLE	150
TOTAL APROXIMADO	453.00